

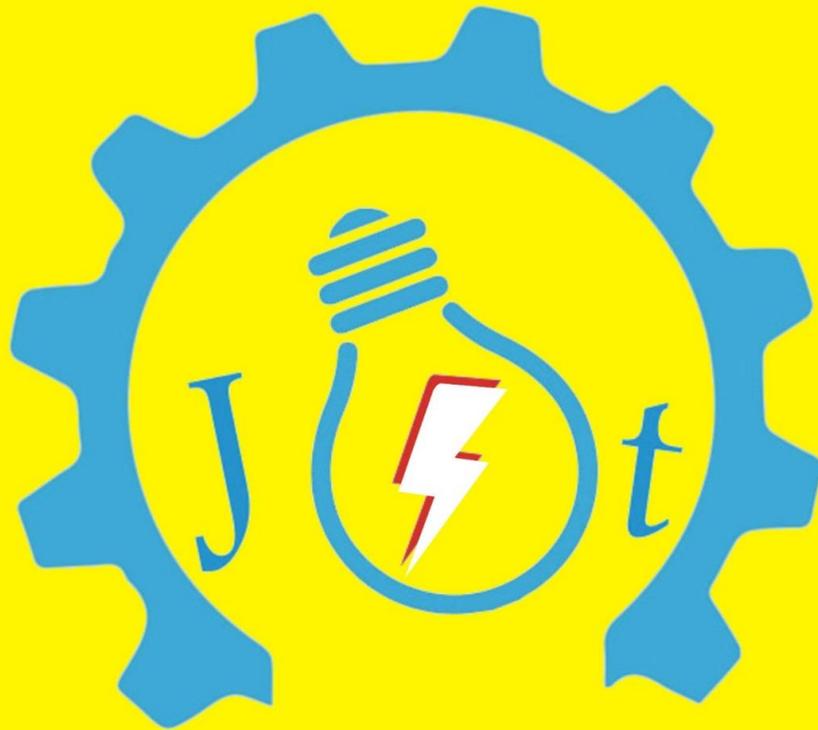


Media Online : ISSN 2962-5300

Media Cetak : ISSN 2088-060X

Jurnal Sains & Teknologi
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Volume XII. No 2. September 2022



Diterbitkan Oleh :
Fakultas Teknik Universitas Darma Persada
© 2022

**REDAKSI JURNAL SAINS & TEKNOLOGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Penasehat : Dr. Tri Mardjoko, SE, MA

Penanggung Jawab : Dr. Ade Supriyana, ST, MT

Pimpinan Redaksi : Yefri Chan, ST, MT

Redaksi Pelaksana : Yendi Esye, ST, M.Si

Mohammad Darsono, ST, MT

Didik Sugiyanto, ST, M.Eng

Drs. Eko Budi Wahyono, MT

Adam Arif Budiman, ST. M.Kom

Mitra Bestari : Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU

Prof. Dr. Ir. Raihan

Dr. Ir. Asyari Daryus

Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, STP, M.Eng

Dr. Ir. Budi Sumartono, MT

Dr. Iskandar Fitri

Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin ST. MT

Dr. Muswar Muslim ST. M.Sc

Alamat Redaksi : **Fakultas Teknik**

Universitas Darma Persada

Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa, Jakarta Timur

Telp (021) 8649051, 8649053,8649057

Fax (021) 8649052/8649055

Pengantar Redaksi

Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada pada Volume XII. No. 2. September 2022 ini menyuguhkan dua puluh empat (24) tulisan bidang teknologi. Tulisan tersebut ditulis oleh dosen-dosen program-program studi di Fakultas Teknik dan dosen-dosen program-program studi di Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada, Jakarta yang tentu saja kami harap dapat menambah wawasan pembaca.

Bidang-bidang teknologi yang dibahas pada Jurnal Volume XII. No. 2 September 2022 ini adalah bidang Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Perkapalan dan Sistem Perkalapan dan bidang Teknologi Informasi serta Sistem Informasi. Untuk informasi lebih rinci mengenai bidang-bidang yang dibahas dapat dilihat pada daftar isi jurnal ini.

Kami mengharapkan untuk edisi berikutnya bisa menampilkan tulisan-tulisan dari luar Universitas Darma Persada lebih banyak lagi dengan informasi dan teknologi terkini. Selamat membaca dan kami berharap tulisan-tulisan ini dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan minat pembaca.

Jakarta, 15 September 2022

Redaksi Jurnal



DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
1. STUDI ANALISIS TIPE HEAT EXCHANGER TERHADAP KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK	1 - 9
Erwin, Yefri Chan, Husen Asbanu	
2. EFFECTS OF THE AIR FLOW ON THE DYNAMIC OF PARTICLES IN THE CIRCULATING FLUIDIZED BED BOILER USING CFD SIMULATIONS	10 - 17
Asyari Daryus, Ahmad Indra Siswantara, Didik Sugiyanto , Herry Susanto, Gun Gun R. Gunadi, Hariyotejo Pujowidodo, Candra Damis Widiawaty, Nopryandi, Trisna Ardi Wiradinata	
3. ANALISIS LAMPU PENERANGAN RUMAH TINGGAL BERDASARKAN LUX DAN INTENSITAS KONSUMSI ENERGI	18-25
Aldi Nurhidayat, Yendi Esye	
4. ANALISA KARAKTERISTIK BAHAN THERMISTOR SEBAGAI SENSOR TEMPERATUR PADA PENGINDERAAN JARAK JAUH.....	26-33
Nur Hasanah	
5. PENGARUH BEBAN PUNCAK TERHADAP EFISIENSI TRAFODAYA.....	34-40
Husein Arif, Eko Budi Wahyono	
6. ANALISIS KECELAKAAN KAPAL BERDASARKAN PUTUSAN MAHKAMAH PELAYARAN TAHUN 2015 – 2019 MENGGUNAKAN <i>FORMAL SAFETY ASSESSMENT (FSA)</i>	41-47
Uut Krismianto, Danny Faturachman, Mohammad Danil Arifin, Aldyn Clinton Partahi Oloan, Shahrin Febrian	
7. ANALISA K3 PADA GALANGAN X MENGGUNAKAN METODE JSA DAN AS/NZS 4360.....	48-62
Anugrah Gilang, Mohammad Danil Arifin, Danny Faturachman, Fanny Octaviani	
8. ANALISA PENGHEMATAN ENERGI PADA KAPAL PENUMPANG-BARANG (<i>CARGO – PASSENGER</i>) 850 DWT DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERUBAHAN RATING PADA GENERATOR.....	63-71
Aldyn Clinton Partahi Oloan, Mohammad Danil Arifin, Ayom Buwono	

9. THE EFFECT OF USING MULTI LAYER MATERIAL ON DIESEL ENGINE SOUND ABSORBER CASE.....72-77
Shahrin Febrian, Ayom Buwono, Muswar Muslim, M. Danil Arifin, Aldyn Clinton P.O
10. ESTIMASI BIAYA PENGGUNAAN PANEL SURYA PADA KAPAL WISATA DI LABUAN BAJO.....78-83
Putra Pratama, M Syukri Nur
11. ANALISA SETTING KATUP 75 % DAN HEATER 80 °C PADA ALIRAN FLUIDA KERJA PADA PEMBANGKIT LISTRIK SISTEM ORGANIC RANKINE CYCLE.....84-88
Muswar Muslim, Ayom Buwono, M. Danil Arifin, Shahrin Febrian, Aldyn Clinton P.O, Moch. Ricky Dariansyah
12. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENGAWASAN PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD PADA MAK UNGGULAN INFORMATIKA JAKARTA.....89-103
Eka Yuni Astuty, Salman Al Farisyi
13. APLIKASI MUTU LAYANAN ATAS KEPUASAN PASIEN MENGGUNAKAN METODE SERVQUAL PADA PUSKESMAS TRIDAYASAKTI.....104-112
Endang Ayu Susilawati, Fadhil Azhar Taqiyuddin
14. RANCANG BANGUN SISTEM PENUNDAAN PEMBAYARAN PERKULIAHAN PADA UNIVERSITAS DARMA PERSADA STUDI KASUS PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI.....113-119
Yahya, Widiastuti, Eva Novianti, Muhammad Zaidan Giffary
15. PENERAPAN HEURISTIK PADA ALGORITMA A-STAR UNTUK MENGOPTIMALKAN PENELUSURAN LOKASI DI SATU KAWASAN (STUDI KASUS KAWASAN UNIVERSITAS DARMA PERSADA).....120-127
Herianto, Muhammad Akbar
16. PERAMALAN PADA TOKO BANGUNAN “JAYA AGUNG” DENGAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN SINGLE MOVING AVERAGE.....128-133
Suzuki Syofian, Akhbar Restu Saputra
17. SISTEM PAKAR DIAGNOSA DAN IDENTIFIKASI KERUSAKAN PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS WEB DENGAN METODE BAYESIAN DAN FP-GROWTH.....134-145
Afri Yudha, Faris Sofyan Wiganda, Yosep Nuryaman, Ayuni Asistiyasari

18. PHYSICAL COMPUTING : IMPLEMENTASI COMPUTATIONAL THINKING MELALUI INTEGRASI STEM DI SEKOLAH MENENGAH ATAS PADA PROGRAM IEEE PRE-UNIVERSITY.....146-156
Andi Susilo
19. IMPLEMENTASI MARKER BASED TRACKING AUGMENTED REALITY UNTUK PENGENALAN MODA TRANSPORTASI BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS : PAUD NUSA INDAH A).....157-166
Aji Setiawan, Febri Azhari
20. PERANCANGAN SISTEM SELEKSI PENERIMA KJP PADA SMA MUHAMMADIYAH 12 JAKARTA DENGAN METODE FUZZY.....166-182
Bagus Tri Mahardika, Qalam Mauladi Muhammad
21. REKOMENDASI PEMBELIAN FURNITURE DENGAN BANTUAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOUR.....183-189
Timor Setiyaningsih, Nabella Gita Rahma
22. PERANCANGAN MODEL DATA WAREHOUSE PADA LEMBAGA FILANTROPI XYZ.....190-197
Yan Sofyan A.S
23. *SYSTEM REQUIREMENT SOFTWARE* APLIKASI *MARKETPLACE* PROPRTI NEGARA UNTUK PEMANFAATAN ASET NEGARA DALAM MENDUKUNG PENERIMAAN NEGARA BUKAN PAJAK (PNBP).....198-205
Nur Syamsiyah, Yahya, Eva Novianti, Shofwatul Aulia Putri, Mochamad Arief Al Tain
24. ALGORITMA GENETIKA DALAM PEMBUATAN JADWAL PERKULIAHAN PADAPRODI TEKNOLOGI INFORMASI UNSADA.....206-212
Allif Fajri, Adam Arif Budiman

STUDI ANALISIS TIPE HEAT EXCHANGER TERHADAP KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK

Erwin^{1*}, Yefri Chan¹, Husen Asbanu¹

¹ Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

*Koresponden: erwin.dosen@gmail.com

ABSTRAK

Fenomena perpindahan panas digunakan pada pembangkit listrik yang melibatkan antara dua fluida atau lebih pada proses perpindahan panasnya dengan menggunakan heat exchanger atau alat penukar panas untuk melakukan tujuan tertentu. Umumnya heat transfer dilakukan secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Perpindahan kalor merupakan suatu proses mentransfer panas, mengubah panas, memanfaatkan panas, dan menghasilkan panas. Laju perpindahan panas bergantung antara suhu dua kondisi yang berarti jika semakin besar lajunya maka semakin besar pula nilai suhunya. Mekanisme heat transfer digunakan dalam peralatan mesin dimana panas ditransfer bertahap dengan rangkaian seri ataupun secara paralel. Dalam heat exchanger perpindahan panas secara konduksi tidak ada molekul yang berpindah dalam rasio besar karena heat transfer terjadi interaksi antar molekul secara langsung. Sedangkan dalam konveksi perpindahannya terjadi dari suhu tinggi menuju suhu rendah dikarenakan gerakan partikel dari bahan yang mengalir. Perpindahan panas konveksi juga merupakan kombinasi dari gerakan konduksi, penyimpanan, dan pencampuran. Dalam heat exchanger panas yang dilepaskan dari fluida dingin sejenis dengan yang diterima dari fluida panas dan sebaliknya sehingga terjadi kesetimbangan energi. Karya tulis ini mengkaji beberapa topik tentang jenis heat exchanger dan keterkaitannya terhadap kinerja dari pembangkit listrik diantaranya heat exchanger tipe direct contact (spray condenser) PLTP PT. X memiliki efisiensi aktual sebesar 82,35% yang lebih rendah dari efisiensi desain karena adanya exhaust press, pada pembangkit listrik PLTA memiliki alat penukar panas (kondensor) berupa shell and tube, pada pembangkit listrik PLTU memiliki jenis heat exchanger berupa shell and tube tipe sistem Organic Rankine Cycle (ORC), pada pembangkit listrik PLTU memiliki heat exchanger berjenis shell and tube, dan pembangkit listrik di PT. X memiliki jenis penukar panas berupa shell and tube tipe U-Tube..

Kata kunci: Heat Exchanger, Kinerja, Pembangkit Listrik

ABSTRACT

[Study of Heat Exchanger Type Analysis on Power Plant Performance] The phenomenon of heat transfer is used in power plants involving two or more fluids in the heat transfer process using a heat exchanger or heat exchanger to perform certain purposes. Generally, heat transfer is carried out by conduction, convection, and radiation. Heat transfer is a process of transferring heat, converting heat, utilizing heat, and generating heat. The rate of heat transfer depends on the temperature of the two conditions, which means that the greater the speed, the greater the temperature value. Heat transfer mechanisms are used in machine tools where heat is transferred in stages

either in series or in parallel arrangement. Inside a conductive heat exchanger, no molecules move in a large ratio because the heat transfer takes place by direct intermolecular interactions. Whereas in convection the transfer occurs from high temperature to low temperature due to particle movement of the flowing material. Convection heat transfer is also a combination of conduction, storage and mixing motion. In a heat exchanger, the heat released by the cold fluid must be equal to that received by the hot fluid and vice versa so that energy balance occurs. This paper examines several topics regarding the types of heat exchangers and their relationship to the performance of power plants, including the direct contact type heat exchanger (spray condenser) PLTP PT. X has an actual efficiency of 82.35% which is lower than the design efficiency due to the exhaust press, the hydropower plant has a shell and tube heat exchanger (condenser), the PLTU power plant has a shell and tube type heat exchanger system. Organic Rankine Cycle (ORC), the PLTU power plant has a shell and tube type of heat exchanger, and PT. X power plant has a U-Tube type of shell and tube heat exchanger.

Keywords: Heat Exchanger, Performa, Power Plant

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang pesat juga akan membutuhkan pasokan listrik yang cukup besar dan kebutuhan ini sudah menjadi kebutuhan pokok (primer). Kebutuhan ini disuplai oleh pembangkit listrik yang berada di seluruh Indonesia. Beberapa contoh pembangkit listrik adalah PLTU dan PLTP yang menggunakan kalor sebagai sumber penghasil listriknya. Pada pembangkit listrik, perpindahan panas merupakan hal yang esensial. Perpindahan kalor merupakan proses menghasilkan kalor, menggunakan kalor, mengkonversi kalor dan memindahkan kalor karena perbedaan temperatur. Laju perpindahan kalor ini dipengaruhi oleh selisih temperatur antara kedua kondisi (lebih panas & lebih dingin). Semakin besar selisihnya, maka semakin besar laju perpindahan kalornya. Fluida panas umumnya digunakan pada pembangkit listrik untuk menggerakkan turbin yang kemudian akan menghasilkan listrik melalui generator. Untuk menaikkan dan menurunkan suhu fluida, pada pembangkit listrik terdapat alat yang bernama *heat exchanger*.

Perpindahan kalor terjadi bertahap dan biasa disalurkan dengan cara seri ataupun paralel. Perpindahan kalor bisa terjadi dengan cara konduksi, konveksi ataupun radiasi. Dalam *heat exchanger*, perpindahan kalor terjadi dengan cara konduksi dan konveksi. Keseimbangan energi pada *heat exchanger* harus terjadi, yaitu pada saat jumlah kalor yang dikeluarkan dari fluida bersuhu tinggi sama dengan jumlah kalor yang masuk ke fluida bersuhu rendah. *Heat exchanger* pada pembangkit listrik digunakan untuk meningkatkan dan mengurangi suhu fluida serta mengubah fase dari fluida. Beberapa contoh peralatan *heat exchanger* di pembangkit listrik antara lain seperti ketel uap (*boiler*), kondensor, *heater* dan lain-lain.

Terdapat beberapa jenis *heat exchanger* yang digunakan dalam bidang pembangkitan listrik. Masing-masing jenis *heat exchanger* ini memiliki prinsip hingga bentuk yang bervariasi. Oleh karena itu, studi ini disusun untuk mengetahui tipe-tipe serta efektifitas kinerja *heat exchanger* dalam proses pembangkitan listrik dengan harapan dapat memberikan wawasan serta pengetahuan terkait jenis *heat exchanger* beserta kinerjanya dalam bidang pembangkitan listrik. Melalui kinerja yang baik tentunya memberikan keuntungan bagi industri, hal ini diperkuat oleh penelitian Erwin (2017), Industri yang ingin meraih kemenangan dalam persaingan akan fokus penuh pada

kualitas yang didukung oleh kinerja. Fokus pada kualitas dan kinerja tersebut mampu memberikan dampak positif biaya operasional dan pendapatan.

2. METODE

Karya tulis ini mengkaji beberapa topik tentang jenis *heat exchanger* dan keterkaitannya terhadap kinerja dari pembangkit listrik. Adapun sumber yang digunakan pada kajian ini berasal dari sumber-sumber relevan dari hasil penelitian terdahulu dalam jurnal bertaraf nasional dengan rentang waktu 7 tahun terakhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Performa *Main Cooling Water Pump* Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) PT. X (Purbianto, dkk, 2021)

Kondensor yang digunakan di PT Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) alat alat penukar panas yaitu *Spray Condenser* tipe *Direct Contact* Unit 3. Fluida pendingin adalah air, dan fluida kerja sistem (fluida pendingin) adalah gas buang turbin uap bertekanan rendah. Kenaikan temperatur air dingin pada sistem ini akan mempengaruhi proses pengembunan pada kondensor yang akan mengakibatkan naiknya nilai tekanan pada kondensor yang akan mempengaruhi kevakuman kondensor, sehingga kinerja peralatan dari generator itu sendiri lebih rendah dari optimal. Permasalahan yang terdapat dalam penelitian ini antara lain kenaikan suhu air dingin pada sistem ini akan mempengaruhi proses kondensasi di kondensor, kemudian nilai tekanan di kondensor akan meningkat, yang akan mempengaruhi vakum kondensor, sehingga kinerja peralatan generator itu sendiri tidak optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh kondisi kinerja kondensor pada temperatur dan tekanan kondensor untuk meningkatkan produktivitas kinerja turbin uap. Fungsi kondensor adalah untuk mengembunkan uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin. Kondensor yang dipakai adalah kondensor *direct contact*, dimana air dari menara pendingin atau media kondensasi disemprotkan langsung melalui nozel kemudian kontak langsung dengan uap yang digunakan untuk memutar turbin. Uap akan dikondensasikan dan dikeluarkan oleh kondensor bersama-sama dengan media kondensasi. Uap atau gas yang tidak dapat mengembun kemudian dihisap oleh *ejector* dan disebut dengan *non condensable gass* (NCG). NCG ini biasanya mengandung 85-90% wt CO₂, 3% wt H₂S, dengan sisanya adalah N₂ dan gas lainnya.

Berdasarkan perhitungan data dan hasil analisis untuk *spray condenser* unit 3 PLTP PT. X, dapat disimpulkan bahwa: 1) Laju konsumsi panas turbin uap yang dirancang adalah 20.696.965 kJ/kWh, sedangkan laju konsumsi panas aktual adalah 20.046.144 KJ/kWh, atau deviasi 3,1%. Toleransi untuk *heat rate* sendiri berdasarkan ASME PTC 6, yaitu 2%. Jadi tingkat panas yang sebenarnya telah melebihi toleransi yang diberikan. Semakin tinggi nilai *heat rate* maka semakin rendah nilai efisiensi turbin karena semakin rendahnya tekanan buang dan temperatur keluar turbin. 2) Efisiensi kondensor ketika kondisi operasi aktual kurang dari data desain. Nilai efisiensi kondensor yang dirancang sebesar 89,65%, sedangkan kondisi aktual sebesar 82,35%. Kondensor dirancang lebih efisien karena kompresor berventilasi, dan kondisi ruang vakum lebih baik daripada data sebenarnya. 3) Keseimbangan energi di kondensor saat kondisi sebenarnya lebih kecil dari desain. Nilai neraca energi kondensor yang dirancang adalah 0,02721, nilai aktual 0,02505, dan selisih 0,00216. Performa sistem bekerja dengan baik pada pukul 14.00, namun pada pukul 00.00 memiliki nilai terendah. Suhu lingkungan mempengaruhi kinerja peralatan karena kebocoran isolasi di dalam dan di luar sistem. 4) Melakukan perawatan/perawatan lebih lanjut pada insulasi di dalam dan di luar sistem

agar suhu lingkungan tidak mempengaruhi kinerja peralatan untuk memaksimalkan kinerjanya dan menjaga keadaan vakum ruangan di dalam kondensator.

3.2. Analisis Kinerja Kondensator Pada Sistem Pendingin *Water Chiller* Kapasitas 300 TR (Akbari, dkk, 2021)

Penelitian ini dilakukan untuk menghitung efektifitas kondensator yang digunakan pada sistem pendingin di PLTA Ir. H. Djuanda. Jenis kondensator yang digunakan adalah tipe *shell & tube* yang merupakan alat penukar kalor secara tidak langsung dimana air yang berperan sebagai pendingin mengalir di dalam pipa. Sementara itu, di bagian luar pipa mengalir uap panas sehingga memungkinkan untuk terjadinya perpindahan panas fluida dari temperatur tinggi menuju temperatur rendah. Pada 16 September 2019 dilakukan pengambilan data performa dari kondensator pada waktu tertentu dan disertai oleh data faktual beban, *pressure* di kondensator, temperatur *inlet-outlet* uap *refrigerant*, serta temperatur *inlet-outlet cooling water*. Kemudian pada perhitungan efektifitas kondensator ini dilaksanakan dengan 2 metode. Metode pertama menggunakan metode LMTD (*Log Mean Temperature Different*), yaitu membandingkan kecepatan perpindahan kalor faktual dengan kecepatan perpindahan kalor maksimal dimana diperoleh nilai efektifitas paling tinggi sebesar 80% dengan tekanan 0.632 MPa. Sedangkan cara kedua dilakukan dengan menghitung NTU (*number of transfer units*) dimana diperoleh rata-rata efektifitas kondensator aktual adalah 72% dengan laju perpindahan panas yang diperoleh adalah 474,681 kW pada pukul 09.30 & 11.00 dan 593,351 kW pada pukul 13.10. Nilai-nilai efektifitas tersebut menunjukkan bahwa kinerja kondensator yang digunakan masih cukup baik karena laju perpindahan panasnya cukup untuk membuat fasa gas menjadi jenuh dan kemudian berubah fasa menjadi fasa cair.

Heat exchanger (kondensator) tipe *shell & tube* pada sistem *cooling* di PLTA Ir. H. Djuanda memiliki efektifitas maksimum 80% yang mana masih terdapat banyak ruang untuk dilakukan peningkatan melalui identifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi kecepatan perpindahan kalor. Perpindahan kalor pada kondensator dipengaruhi oleh tekanan pada kondensator serta selisih suhu rata-rata *inlet steam* dan *outlet steam* dari *refrigerant & cooling water*. Semakin tinggi tekanan dan selisih suhu rata-rata inlet & outlet di kondensator, maka kecepatan perpindahan panasnya juga akan meningkat karena ini berarti semakin banyak pula uap panas yang diubah menjadi kondensat oleh kondensator. Selain 2 faktor tersebut, faktor kebersihan pipa dan *pressure drop* di dalam kondensator juga krusial dalam proses perpindahan panas. Adanya kotoran (*plugging*) pada pipa dapat menghambat aliran perpindahan panas karena dapat mengurangi jumlah kalor yang akan berpindah dan akan menyebabkan *pressure drop* yang semakin besar. Sehingga, untuk meningkatkan efektifitas kinerja kondensator di PLTA Ir. H. Djuanda dapat dilakukan melalui inspeksi dan pembersihan pipa kondensator secara rutin yang mana dapat memaksimalkan laju perpindahan kalor dengan mengurangi jumlah kotoran pada pipa.

3.3. Analisis Dari Kinerja Alat Penukar Kalor Bertipe *Shell and Tube* Arah Aliran *Cross Flow* Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga *Organic Rankine Cycle* Kapasitas 500 KW (Jamaludin, dkk, 2021)

Kebutuhan listrik dari waktu ke waktu kian meningkat. Sumber energi yang potensial adalah energi panas bumi. Di Indonesia, energi panas bumi mampu dimanfaatkan pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). PLTU banyak mengaplikasikan *shell and tube heat exchanger* dengan sistem *organic rankine cycle* (ORC). Penukar panas *shell and tube* merupakan penukar panas kontak tidak langsung

yang paling umum digunakan di industri (Arnaw, R. F., & Dwiyanoro, B. A., 2014). Syah (2013) melakukan penelitian kinerja *shell and tube heat exchanger* yang menggunakan parameter seperti konsumsi minyak tanah, temperatur yang keluar, koefisien perpindahan panas menyeluruh, laju perpindahan panas, NTU, dan efektifitas untuk mengontrol temperatur keluaran. Kemudian Akbar et al (2015) melakukan penelitian yang berhubungan dengan desain kondensator penukar panas *shell-and-tube* untuk sistem ORC dengan tujuan untuk menetapkan jenis fluida yang optimal.

Dari penelitian tentang penukaran panas shell and tube, belum ada yang mempelajari cross flow shell and tube heat exchanger. Menggunakan metode perhitungan LMTD dan NTU merupakan salah satu pilihan untuk menganalisis kinerja pertukaran panas. LMTD adalah metode yang terkenal dan sederhana yang memungkinkan penilaian yang sangat akurat dari kinerja termal penukar panas (Cui et al., 2014). Pada penelitian ini dilakukan analisis performansi cross-flow heat exchanger, sehingga dapat diketahui koefisien perpindahan panas secara keseluruhan dan perbedaan temperatur. Nilai rata-rata menggunakan metode LMTD, dan nilai efektifitas NTU untuk penukar panas shell and tube. Peralatan yang digunakan adalah pembangkit listrik GFZ Jerman di PLTP Lahendong, Sulawesi Utara, dengan kapasitas 500 kW.

Hasil perhitungan dan analisis data yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1. Dibandingkan dengan 366,3 kW/m².0C yang dihitung dari data rata-rata, koefisien perpindahan panas keseluruhan minimum adalah 44,21 kW/m².0C, dimana dalam hal ini, kinerja penukar panas menuju kondisi ideal, dikarenakan semakin mengecil nilai koefisien perpindahan panas secara keseluruhan, maka semakin baik kinerja penukar panas. Dalam hal ini, rata-rata selisih aturan adalah 8.800C, memiliki persamaan nilai dengan perhitungan data awal, dengan faktor koreksi yang serupa sebesar 0,74. Faktor koreksi yang lebih besar atau mendekati satu menghasilkan perbedaan yang lebih besar dalam suhu rata-rata log (LMTD). 2. Semakin kecil selisih q_{aktual} dan q_{max} maka semakin besar nilai validitas yang dihasilkan, berdasarkan rata-rata data NTU dan hasil hitung validitas 2,8 dan 0,64. Untuk mencapai perpindahan panas maksimum dengan mengurangi koefisien perpindahan panas dengan mengubah jenis aliran dari *cross-flow* menjadi *counter-flow*.

3.4 Analisis Sistem Pendingin *Bearing* Turbin *Francis Horizontal* Unit 1 dengan Daya 6,7 MW dan Putaran 750 RPM Di PLTA Pakkat PT. Energi Sakti Sentosa (Sembiring, dkk., 2022)

Bearing berfungsi menjaga posisi turbin shaft tetap berada dalam satu poros (*center*) pada komponen di PLTA. Di PT. Energi Sakti Sentosa dalam pemeliharaan *bearing* turbinnya menggunakan sistem pendinginan pada *bearing* turbin, adalah pelumasan terhadap *bearing* melalui penggunaan oli. Sistem pendinginan oli pelumas dipakai pada sistem pendingin jenis *heat exchanger* bertipe *shell & tube*. Diperlukan perhitungan nilai perpindahan panas serta efisiensinya supaya dapat mengetahui hubungan antara suhu fluida panas dan fluida dingin terhadap efisiensi *cooling system bearing* turbin. Nilai perpindahan panas serta efektifitas *cooling system bearing* turbin pada PLTA Pakkat dihitung menggunakan metode perpindahan panas secara konveksi.

Dari perhitungan efisiensi sistem pendingin bantalan turbin shell and tube pada penelitian ini didapatkan efisiensi sistem pendingin bantalan turbin sebesar 75,75%. Nilai efisiensi yang diperoleh adalah 83,33% dari efisiensi penukar panas tipe shell and tube. Besar kecilnya efektifitas suatu sistem pendingin dipengaruhi oleh selisih dari suhu fluida

panas dan fluida dingin. Semakin kecil perbandingan suhu antara fluida panas dan fluida dingin yang menuju ke *cooling system*, mengakibatkan efektivitas *cooling system* akan meningkat begitupula sebaliknya. Tingkat kavitasi sangat kecil sehingga tidak menyebabkan penurunan efisiensi turbin secara drastis. Ini dalam hal efisiensi turbin masih dalam kisaran normal. Adapun untuk mengurangi kavitasi besar yang akan menyebabkan berkurangnya efisiensi di masa depan turbin tajam dan perlu memiliki mode operasi yang tepat dalam batasan teoretis tertentu, yaitu untuk menjalankan turbin aman untuk menaikkan tailstock (membuka pintu tailstock) dengan aliran air yang diatur ke dalam turbin. Dengan membandingkan dengan referensi yang ada, efisiensi sistem pendingin dipengaruhi oleh perbedaan suhu antara fluida panas dan fluida dingin, semakin kecil perbandingan suhu antara fluida panas dan fluida dingin yang masuk ke sistem pendingin, semakin besar efektivitasnya. dari sistem pendingin, dan sebaliknya. Besarnya perbedaan temperatur pada fluida juga mempengaruhi nilai perpindahan panas yang terjadi (Limbong Pajar, 2020). Hal ini diperkuat oleh penelitian Erwin, dkk., 2021, yang menerangkan bahwa dampak dari efisiensi konsumsi energi memberikan pada peningkatan kinerja dari pengelolaan lingkungan untuk keberlangsungan perusahaan.

3.5. Pengaruh Jumlah Plug pada High Pressure Heater (HPH) Sebagai Awal Air Umpan Boiler PLTU PT. X (Sundari, dkk., 2022)

Pada pusat pembangkit listrik seperti PLTU proses produksi energi listrik memiliki komponen utama seperti generator, turbin, kondensor, pompa, dan boiler untuk menghasilkan siklus rankine agar mendapatkan tenaga listrik. Adapun komponen pendukung salah satunya ialah *high pressure heater* (HPH), merupakan suatu alat pemanas yang dapat mengisi secara berkelanjutan air bertekanan tinggi yang menggunakan cairan pemanas hasil ekstraksi turbin berupa uap panas sebelum masuk pada *economizer* di *boiler*. *High pressure heater* mampu mengurangi waktu pemanasan pada boiler sehingga dapat menghemat *cost* dengan penggunaan bahan bakar yang dapat diminimalisir dan panas yang dihasilkan dapat dipakai dengan maksimal.

Kompartemen dalam *high pressure heater* terdiri dari sejumlah *tube bundle* pada bagian dalam dan *shell* pada bagian luar, dimana terdapat perbedaan suhu fluida antara *tube* dan *shell*. Air pengisi pada HPH berada dalam *tube* sedangkan air suhu rendah terdapat dalam *shell*, hal ini mengakibatkan perpindahan panas terjadi antara aliran fluida. Pada akhirnya, efisiensi pada *boiler* dapat tercapai dengan meningkatnya efisiensi HPH dimana hal tersebut dapat menekan biaya operasional harian PLTU. HPH merupakan bagian dari *heat exchanger* yang memiliki fungsi untuk mengubah temperatur fasa dengan memanfaatkan perpindahan kalor dari temperatur tinggi menuju temperatur rendah. Jenis *heat exchanger* berupa *shell and tube* dengan tipe *U- Tube*.

Pada Penelitian ini didasari dari suatu permasalahan pada HPH yang sering terjadi kebocoran *tube* yang mengakibatkan uap ekstraksi turbin dan air umpan tercampur dan nilai efisiensi HPH menurun. Pada *maintenance* alat sering dilakukan penambahan *plug* pada *tube* bocor sehingga hal yang mendasar dalam penelitian ini ialah menganalisis batas jumlah plug maksimal pada HPH sampai batasan dimana nilai HPH sudah tidak efisien dan perlunya *retubing*. Pada penelitian dilakukan perhitungan nilai beban kalor dilakukan untuk mengetahui laju aliran massa uap masuk dan keluar HPH. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah plug maksimal dengan rumus LMTD dari parameter 1) Perhitungan koefisien konveksi fluida pendingin (h_i) / air umpan yang berperan sebagai penyerap panas dengan nilai $Nu = 85.453,83$. 2) Perhitungan koefisien konveksi fluida panas (h_o) / uap pada fluida panas dengan nilai $h_o = 2217,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. 3) Mengetahui batas minimum perpindahan panas dengan nilai sebesar 52,72 MW.

Sehingga dapat diketahui semakin banyak *plug* terpasang maka semakin kecil luas area perpindahan panasnya, maka penambahan 1 *plug* mampu menurunkan perpindahan panas sebesar 0,01 MW. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah *plug* yang bisa ditambahkan maksimal yakni 60 *plug* tube dengan daya sebesar 9,145 MW berdasar pada jumlah batas *plug* sebanyak 10% dari desain alat dan perpindahan panas minimum untuk menyerap panas sebesar 10,229 MW.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelusuran dari berbagai referensi diperoleh bahwa :

1. *Heat exchanger* tipe *direct contact (spray condenser)* PLTP PT. X memiliki efisiensi aktual sebesar 82,35% yang lebih rendah dari efisiensi desain. Hal ini terjadi karena kondisi ruangan vakum dan *exhaust press* memiliki nilai lebih baik jika dilihat dari data aktualnya. Nilai *heat rate* melebihi toleransi saat aktual dan untuk nilai kesetimbangan energi dalam kondensor lebih kecil dari nilai desain. Perawatan/*maintenance* lebih lanjut terhadap isolasi di dalam maupun luar sistem dapat dilakukan untuk memaksimalkan kinerja dari *heat exchanger* tipe ini.
2. Pada pembangkit listrik PLTA memiliki jenis *heat exchanger* (kondensor) tipe *shell & tube*. Masalah mengenai kinerja kondensor pada sistem pendingin *water chiller*. Perpindahan kalord kondensor dipengaruhi oleh *pressure* kondensor dan selisih suhu rata-rata antara *inlet-outlet steam* dari *refrigerrant & cooling water*. Serta dapat dilakukan pembersihan pipa kondensor secara rutin yang mana dapat memaksimalkan laju perpindahan kalor. Efisiensi kondensor tipe *shell & tube* berkisar antara 72% hingga 83,33%. Untuk mendapatkan perpindahan panas maksimum dari kondensor jenis ini terdapat beberapa faktor yang harus menjadi perhatian, yaitu: 1.) Melakukan pembersihan pipa kondensor secara rutin untuk mengurangi jumlah kotoran pada pipa. 2.) Meningkatkan perbedaan suhu antara fluida dingin dan fluida panas yang masuk ke sistem pendingin.
3. Pada pembangkit listrik PLTU memiliki jenis *heat exchanger* berupa *shell and tube* dengan metode *Organic Rankine Cycle (ORC)*. Kinerja alat penukarkalor tipe *shell and tube* kemungkinan bisamendapatkan perpindahan kalor yang maksimal dengan metode mengurangi koefisien perpindahan kalornya. Yaitu dengan cara merubah jenis aliran dari *cross flow* menjadi *counter flow*.
4. Pada pembangkit listrik PLTA memiliki tipe *shell and tube (heat exchanger)*. Masalah mengenai pendingin *bearing* turbin. Efisiensi sistem pendingin dipengaruhi oleh perbedaan suhu antara fluida panas dan fluida dingin, semakin kecil selisih suhu fluida panas dengan fluida dingin yang masuk ke sistem pendingin, semakin besar efektivitasnya.
5. Pada pembangkit listrik PLTU memiliki jenis *heat exchanger* berupa *shell & tube* tipe U- Tube. Masalah pada *tube* yang sering mengalami kebocoran. Perbaikan dilakukan dengan cara pergantian *plug* pada *tube* dengan mengetahui batas minimum perpindahan panas *heat exchanger* sehingga menemukan nilai maksimal *plug* yang dapat dipasang dengan mengacu pada jumlah batas *plug* sebanyak 10% dari desainsaran dan rekomendasi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih Kami sampaikan kepada Pimpinan Fakultas Teknik Unsada dan seluruh Dosen Prodi Teknik Mesin yang telah membantu penyelesaian artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akbari, Ricki Fan, et al., 2021, **Analisis Kinerja Kondensor pada Sistem Pendingin Water Chiller Kapasitas 300 TR**. *Jurnal Almikanika*. Vol. 3 (4): 1-10.
2. Astuti, Sri Poernomo Sari. 2018, **Analisis Pengaruh Konsentrasi Partikel TiO₂ Terhadap Koefisien Perpindahan Panas Konveksi pada Penukar Kalor Pipa Ganda**. *Seminar Nasional – XVII*. 21-22 November 2018, Bandung, Indonesia. Halaman 41-48.
3. Erwin. 2017, **Konsep Perancangan Kualitas Sistem Transmisi Conveyor**, *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, Vol.2, No.2, Agustus, 2017
4. Erwin, Asbanu, H..2021, **Corporate Sustainability Improvement Strategy in Manufacturing Industry with The Use of Controls in Environmental Pollution, Quality, and Occupational Health and Safety**, *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, Vol. 5 No. 4.
5. Jamaludin, Acep, et al., 2021, **Analisis Kinerja Alat Penukar Kalor Tipe Shell and Tube Arah Aliran Cross Flow untuk Pembangkit Listrik Tenaga Organic Rankine Cycle Kapasitas 500 KW**, *Jurnal Almikanika*. Vol. 3 (4): 39-43.
6. Mahmuddin, Muhamad Syahrir, 2016, **Karakteristik Perpindahan Panas Pada Pipa Penukar Kalor Selongsong Aliran Searah Vertikal**, *Jurnal Online Teknologi Industri*. Vol. 1 (2): 30-35.
7. Permana, Diki Ismail, M Aziz Mahardika, 2019, **Pemanfaatan Panas Buang Flue Gas PLTU dengan Aplikasi Siklus Rankine Organik**, *Jurnal Barometer*. Vol. 4 (2): 197-202.
8. Purbianto, Aditya, Bambang Setiyo Adji, 2021, **Analisis Performa Main Cooling Water Pump Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) PT X**, *Jurnal Teknik dan Informatika*. Vol. 1 (1): 88-96.
9. Saputri, Yunira Ayu, et al., 2022, **Analisis Efisiensi Heater pada Pengolahan Steam Unit 7 Pembangkit Listrik Tenaga Uap**, *Jurnal Teknologi Separasi*. Vol. 8 (1): 54-63.
10. Sembiring, Adelia F. Br, et al, 2022, **Analisis Sistem Pendingin Bearing Turbin Francis Horizontal Unit 1 dengan Daya 6,7 MW dan Putaran 750 RPM di PLTA Pakka PT. Energi Sakti Sentosa**, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Vol. 3 (1): 1-12.
11. Setiawan, Syahrul Fajar, Aqli Mursadin, 2020, **Analisis Perpindahan Panas pada Ekonomiser di PLTU Pulang Pisau**, *Jurnal Rotary*. Vol. 2 (1): 1-14.
12. Sundari, Putri, et al., 2022, **Pengaruh Jumlah Plug pada High Pressure Heater (HPH) sebagai Pemanas Awal Air Umpan Boiler PT X**, *J-Proteksion*. Vol. 6 (2): 62-67.
13. Supu, Idawati, et al., 2016, **Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material yang Berbeda**, *Jurnal Dinamika*. Vol. 7 (1): 62-73.
14. Suyatno, et al., 2017, **Analisis Perpindahan Panas pada Heat Exchanger Tipe T147D Menggunakan Sirip Duri Bentuk Kerucut**, *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 6 (2): 63-75.
15. Titahelu, Nicolas, 2021, **Perpindahan Kalor Konveksi Natural Dari Silinder Horizontal Isothermal Set Dalam Saluran Vertikal**, *Jurnal METIKS*. Vol. 1 (1): 30-38.
16. Tupamahu, Cendy S.E., Constantius Narmo, 2021, **Pengaruh Temperatur Fluida Panas Masuk Terhadap Karakteristik Penukar Panas Shell and Tube**, *Jurnal METIKS*. Vol. 1 (1): 9-16.

17. Ziaulfata, Andre Alta, et al., 2021, ***Analisa Perpindahan Panas Pada Atap Seng Berwarna Hitam Dengan Variasi Ruang di Aceh Besar***, *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*. Vol. 2 (2): 43-52.



EFFECTS OF THE AIR FLOW ON THE DYNAMIC OF PARTICLES IN THE CIRCULATING FLUIDIZED BED BOILER USING CFD SIMULATIONS

Asyari Daryus¹, Ahmad Indra Siswantara², Didik Sugiyanto¹, Herry Susanto¹, Gun Gun R. Gunadi³, Hariyotejo Pujowidodo⁴, Candra Damis Widiawaty³, Nopryandi¹ and Trisna Ardi Wiradinata¹

¹Department of Mechanical Engineering, Darma Persada University, Jakarta, Indonesia

²Department of Mechanical Engineering, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

³Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Indonesia

⁴Centre for Thermodynamics, Engine and Propulsion, BPP Teknologi, Serpong, Indonesia

Email : asyaridaryus01@gmail.com

ABSTRACT

The optimum distribution of solid phase in fluidized bed system is important thing among others to achieve the best performance. One of the parameter that influences the distribution of solid is air mass flow rate. In this study, simulations of Computational Fluid Dynamics (CFD) is done where Eulerian model is used for solid particle motions and k- ϵ turbulence model for fluid flows. The simulations were carried out using six different air mass flow rates based on the excess air of the reactions. The air mass flow rate influenced the distribution and the velocity of solid phase, and also the pressure difference of gas inside the boiler. The results showed that the excess air between 10 % – 20 % gave the optimum results.

Keywords: *Circulating fluidized bed boiler, distribution of solid, excess air, CFD simulations.*

1 INTRODUCTION

Circulating Fluidized Bed boiler (CFB boiler) is used in many applications, like steam turbine system, drying system, biomass combustion, etc. (Ngoh, 2012; Adamczyk et al., 2014; Bakshi et al., 2017). Some issues have been found in this boiler while diagnostic tools and technique for solutions are still limited (Bakshi et al., 2017). Solve issues through simulations have many advantages, such as time saving and low cost compare to the experiment method (Daryus et al., 2016; Siswantara et al., 2016).

Zhao et.al. has investigated the effect of exit geometry of high-density CFB risers using CFD. He concluded that the type of exit had the significant effects on the bed hydrodynamics while the cavity height of abrupt exit, the curvature-diameter of smooth exit and horizontal tube connecting the exit and the primary cyclone did not. The decrease of the diameter of abrupt exit tube increased the solids holdup significantly (Zhao, Zhou, Wang & Li, 2015). Adamczyk et.al. In their researchs on air-fuel combustion process using simulations found that distribution of pressure and temperature were comparable to measured data (Adamczyk et al., 2015). While Zi et.al. found that the

distribution of solid influenced by slugging formation (Zi et al., 2017). Still many researches have been done regarding with fluidized bed or specifically fluidized bed boiler, such as done by Daryus et.al., Adamczyk et.al. Shi et.al., and others (Daryus et al., 2018; Adamczyk et al., 2018; Shi, Komkrakova & Nikrityuk, 2019). But there are still many subjects needed to be explored to understand more on the phenomena of flow in fluidized bed.

This research aims to investigate the influences of air flow velocity and amount of excess air of CFB boiler on the solid particles dynamics for optimum performances using simulation methods.

2 METHODS

2.1 Combustion Model

The Westbrook-Dryer one-step model is used for combustion. It gives a good estimation of indicator of the expected temperature levels. The Finite Rate and Eddy Dissipation model is used to model the process of the turbulent non-premixed combustion. In this model, the reaction rates are assumed to be controlled by the turbulence, avoid the complex Arrhenius chemical kinetic calculations.

Coal is used in this CFB boiler. The chemical reaction of combustion is:



2.2 Turbulence model

To simplify the complexity of the Navier Stokes equations for fluid flows, the Reynolds Average Navier Stokes (RANS) principle is developed and results 6 additional stresses to the Navier Stokes equations called Reynolds stresses. Some models are then developed for RANS equations to obtain the simpler calculations.

One of the RANS turbulence models is $k-\varepsilon$, where it is simple (only needs the input of boundary condition only), stable, widely validated, and suitable for industrial problems solutions. This model uses the Boussinesq formula to find the Reynolds stresses, i.e. [12]:

$$\tau_{ij} = -\rho \overline{u_i' u_j'} = \mu_t \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) \quad (2)$$

Where ρ is the density, u' and U is the fluctuating and mean velocity vector respectively, and μ_t is the turbulent or eddy viscosity. The turbulent viscosity determined by:

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (3)$$

Where C_μ is constant, k is the transport of kinetic energy, and ε is the transport of dissipation. The transport equation of kinetic energy is formulated as (Versteeg, Malalasekara, 2007):

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \text{div}(\rho k \mathbf{U}) = \text{div} \left[\frac{\mu_t}{\sigma_k} \text{grad } k \right] + 2\mu_t E_{ij} \cdot E_{ij} - \rho \varepsilon \quad (4)$$

While the transport equation of dissipation is:

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \text{div}(\rho \varepsilon \mathbf{U}) = \text{div} \left[\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \text{grad } \varepsilon \right] + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} 2\mu_t E_{ij} \cdot E_{ij} - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (5)$$

Where \mathbf{U} is the velocity vector, E_{ij} is the mean rate of deformation, if i or $j = 1$ corresponds to the x -direction, and i or $j = 2$ to the y -direction, C_μ , σ_k , σ_ε , $C_{1\varepsilon}$, and $C_{2\varepsilon}$ are constants.

Constants used in the numerical calculations are $C_\mu = 0.09$; $\sigma_k = 1.00$; $\sigma_\epsilon = 1.30$; $C_{1\epsilon} = 1.44$ dan $C_{2\epsilon} = 1.92$.

2.3 Geometry and Meshing

The geometry of CFB boiler and the 2D structured mesh model are shown on Figure 1. The mesh consists of 42x162 cells.

2.4 Boundary Conditions

In this geometry model, the primary air (inlet 1) is located on the bottom of the boiler, while the secondary air (inlet 2 and 3) are located in the right and the left of boiler. The rate of coal assumed to be 14.4 t h^{-1} , equivalent to 25 MW power output of generator, driven by the steam produced by the boiler. Based on the stoichiometry calculations, the air mass flow needed for the combustion is 20.10 kg s^{-1} . The velocity of air for the inlets for various value of excess air can be seen on Table 1.

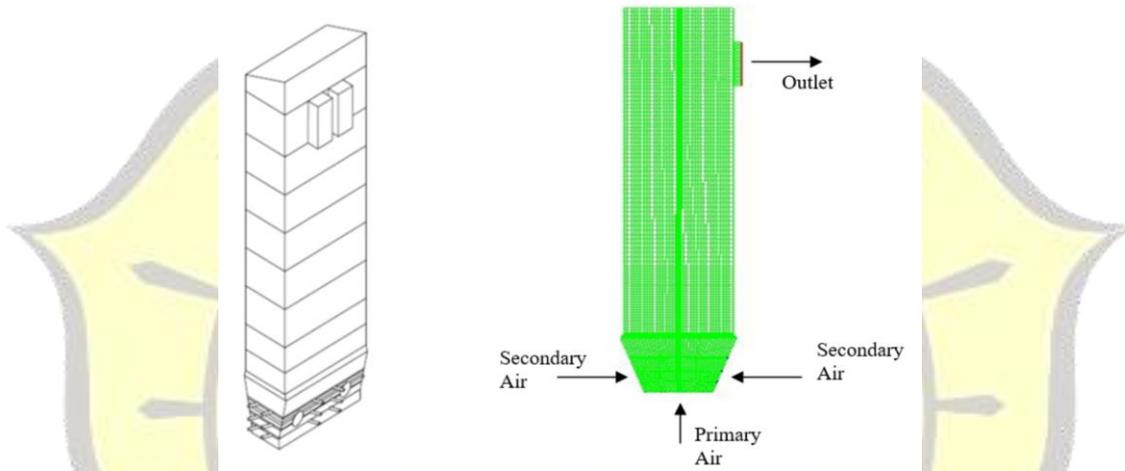


Figure 1: CFB Boiler geometry (left) and 2D mesh model of CFB Boiler (right).

Table 1. The value of inlet velocities.

Excess Air (%)	Air Flow (kg s^{-1})	Inlet 1 (m s^{-1})		Inlet 2 (m s^{-1})		Inlet 3 (m s^{-1})	
		v	u	v	u	v	
0	20.10	12.7	-12.4	-12.4	13.1	-13.1	
10	22.22	12.7	-14.5	-14.5	15.2	-15.2	
15	23.14	12.7	-15.5	-15.5	16.2	-16.2	
20	24.05	12.7	-16.5	-16.5	17.2	-17.2	
25	25.03	12.7	-17.5	-17.5	18.3	-18.3	
30	26.03	12.7	18.6	18.6	19.4	-19.4	

3 RESULTS AND DISCUSSION

It has been conducted the fluid flow simulations in various excess air value, i.e. 0 % (air mass flow 20.1 kg s^{-1}), 10 % (air mass flow 22.22 kg s^{-1}), 15 % (air mass flow 23.14 kg s^{-1}), 20 % (air mass flow 24.05 kg s^{-1}), 25 % (air mass flow 25.03 kg s^{-1}), and 30 % (air mass flow 26.03 kg s^{-1}). The results of simulations presented here are taken on 35

second of operation, because it is assumed that the flow of fluid at this time has reached the stable condition.

To validate the model, the measured and simulation data will compared. The data compared is the pressure difference between inlet boiler (primary inlet) and outlet for various total air flow rate and the result is shown on Figure 2. It can be seen that the simulation results close to the field data.

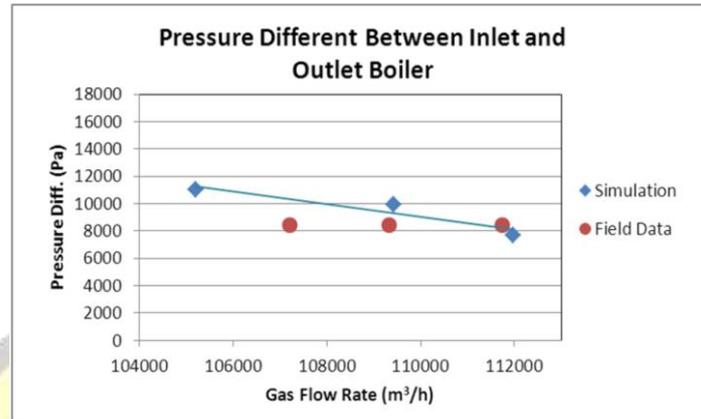


Figure 2: Pressure difference between inlet and outlet boiler.

The contour of solid volume fraction for various excess air values is shown on Figure 3. It can be seen that for the low value of excess air (0 % of excess air), the solid particles are existing around the bottom of boiler, and for the higher value of excess air, the solid particles move upward, proportional with the value of excess air. This upward movement was driven by kinetic energy of air. For the value of excess air of 0 % to 15 %, the height of solid movement does not exceed the height of fire brick (sloping wall or elbow on the figure), but above of 20 % of excess air, its height exceed it. When the solid particle height exceeds the firebrick, it will hit the boiler tube and will cause abrasion and in the long term can create the leak. This situation is not preferable. Hence, the best results of solid particle height are found at 0 % to 20 % of excess air.

Figure 4 shows the contour of solid velocity in various values of excess air. For the excess air below 20 %, the situations are safe, because the solid particle exists in the firebrick area. But for the excess air of 20 % and above, the situations began to worry because the solid particles reach the wall tube area and their velocity is more than 5 m s^{-1} , these conditions can cause the abrasion on the wall tubes. It is also shown that the flow of particles is deflected to the left side, resulting in the left wall tube will experience more abrasion than the right one. The optimum results are achieved by excess air below 20 %.

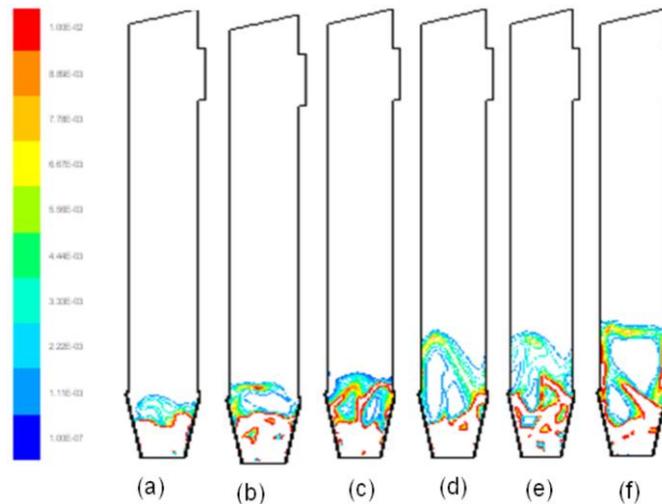


Figure 3: Contour of volume fraction at $t=35$ s for various excess air. (a) 0 %; (b) 10 %; (c) 15 %; (d) 20 %; (e) 25 %; and (f) 30 %.

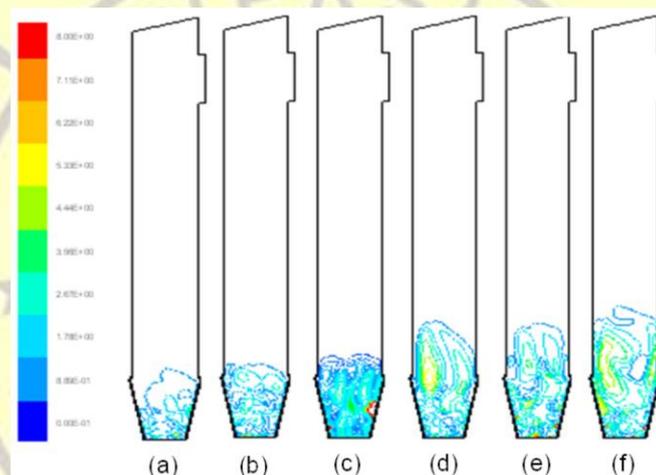


Figure 4: Contour of velocity of particle (m s^{-1}) at $t=35$ s for various excess air. (a) 0 %; (b) 10 %; (c) 15 %; (d) 20 %; (e) 25 %; and (f) 30 %.

Figure 5 shows the contour of solid particle temperature for various values of excess air. For small value of excess air, the distribution of high temperature concentrated on left wall and extended to the near of right wall. The right wall has lower temperature than that of left wall. When the value of excess air increased, the high temperature area moves from the right to the left and from the bottom to the top. But, as shown on Figure 4 and Figure 5, the most of the solid particles exist on the bottom area for all the value of excess air, resulting in the coal will be burnt efficiently (the white colour in the bottom area is the high speed solid particle zone, the contour or colour cannot be seen because its value exceed the limit of velocity scale).

The simulation results for pressure difference between inlet (bottom) and outlet (top) is shown on Figure 6. These values are the average values of pressure difference for 30 s and 35 s. The pressure is constant for the value of excess air of 0 % to 10 % but then decrease and minimum on the value of excess air of 15 %. Above 15 %, its values increase and maximum on the value of the excess air of 20 % and then decrease slowly

afterwards. The best values of the pressure differences exist between the values of excess air of 0 % to 17 %.

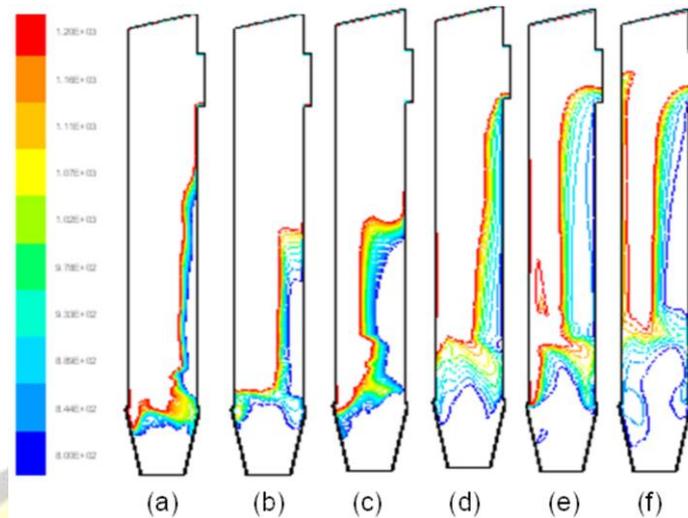


Figure 5: Contour of temperature of particle (K) at $t=35$ s for various excess air. (a) 0 %; (b) 10 %; (c) 15 %; (d) 20 %; (e) 25 %; dan (f) 30 %.

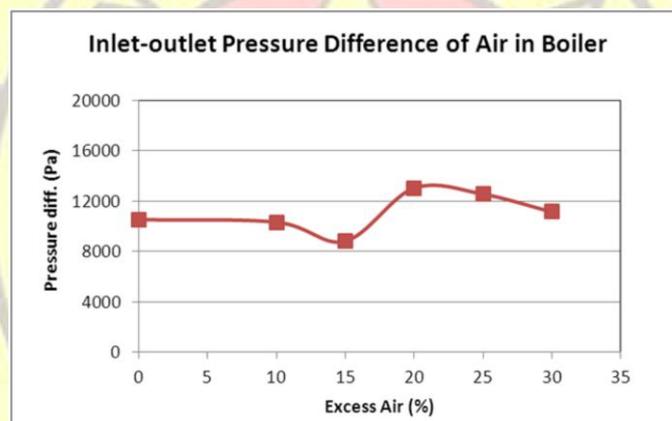


Figure 6: Pressure difference curve in the boiler from simulation results.

Meanwhile, the efficiency changes of wall tube heat absorbing is shown on Figure 7. It measures efficiency changes of heat quantity absorbed by wall tube (negative sign means that the efficiency of heat absorbed by wall tube is drop). It can be seen that the efficiency decreases when the value of excess air increases, except for the value of excess air below 10 %. But this efficiency drop is negligible since less than 1 %.

We come to the conclusion. From the contour of the volume fraction, and the velocity of solid particles, the optimum value of excess air is 0 % to 20 %, while from the contour of the temperature is 0 % to 30 %. From the pressure difference in the boiler, the best results of excess air are found to be 10 % to 17 %, but from wall tube heat absorbing efficiency the results are negligible. The conclusion, the recommended value of excess air for this boiler is 10 % to 20 %.

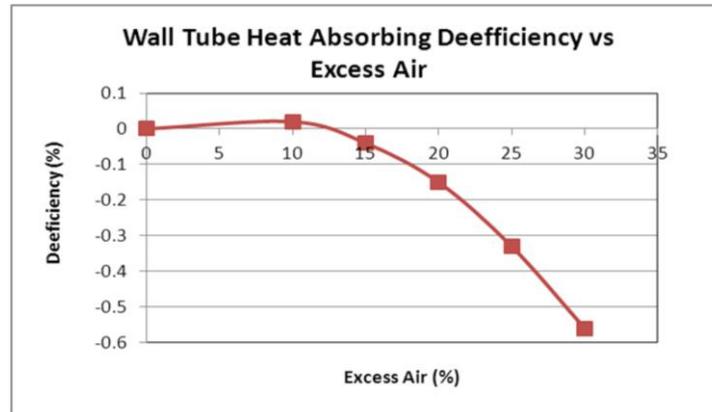


Figure 7: Wall tube heat absorbing deefficiency.

4 CONCLUSION

The simulations of combustion and fluid flow in 25 MW Circulating Fluidized Bed (CFB) Boiler have been done to find the optimum value of excess air using CFD. The simulations were done using 2D geometry. The turbulence model used for fluid flow was $k-\epsilon$, while for the combustion model was Eulerian. From the contour of the volume fraction and the velocity of solid particles, the contour of the temperature of air, the pressure difference of the air in the boiler and from the wall tube heat absorbing efficiency found that the optimum value of excess air was 10 % to 20 %.

5 ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thanks DRPM University of Indonesia for funding this research through "Hibah Penelitian Disertasi Doktor (PDD) 2018, number 015/KM/PNT/2018" and to PT. CCIT Group Indonesia for CFDSoft® software license.

REFERENCES

- Adamczyk, W.P., G. Węcel, M. Klajny, P. Kozołub, A. Klimanek, R.A. Białecki, 2014, **Modeling of Particle Transport and Combustion Phenomena in a Large-scale Circulating Bed Boiler Using a Hybrid Euler-Lagrange Approach**, *Journal of Particuology*, 16(2014): p. 29-40.
- Adamczyk, W.P., P. Kozołub, A. Klimanek, R.A. Białecki, M. Andrzejczyk, M. Klajny, 2015, **Numerical Simulations of the Industrial Circulating Fluidized Bed Boiler Under Air- and Oxy-fuel Combustion**, *Applied Thermal Engineering*, 87(2015): p. 127-136.
- Adamczyk, W.P., K. Myöhänen, E.U. Hartge, J. Ritvanen, A. Klimanek, T. Hyppänen, R.A. Białecki, 2018, **Generation of data sets for semi-empirical models of circulated fluidized bed boilers using hybrid Euler-Lagrange technique**, *Energy*, 143: p. 219-240.
- Bakshi, A, C. Altantzis, L.R. Glicksman, A.F. Ghoniem. Gas-flow Distribution in Bubbling Fluidized Beds, 2017, **CFD-based Analysis and Impact of Operating Conditions**, *Powder Technology*, 2017.
- Daryus, A., A.I. Siswantara, S. Darmawan, G.G.R. Gunadi, R. Camalia, 2016, **CFD Simulation of Turbulent Flows in Proto X-3 Bioenergy Micro Gas Turbine Combustor Using STD $k-\epsilon$ and RNG $k-\epsilon$ Model for Green Building Application**, *International Journal of Technology*, 7(2): p. 204-211.

6. Daryus, A., A.I. Siswantara, Budiarmo, G.G.R. Gunadi, H. Pujowidodo, 2018, **Simulasi pengaruh kecepatan gas terhadap karakteristik fluidisasi pada fluidized bed menggunakan metode CFD**, [Simulation of the gas velocity effect on the fluidization characteristics of the fluidized bed using the CFD method]. *Jurnal Poros*, 16(1): p. 54-63.
7. Ngoh, J., E.W.C. Lim, 2016, **Effects of Particle Size and Bubbling Behaviour on Heat Transfer in Gas Fluidized Beds**, *Journal of Applied Thermal Engineering*, 105(2016): p. 225-242.
8. Shi, H., A. Komrakova, P. Nikrityuk, 2019, **Fluidized beds modeling: Validation of 2D and 3D simulations against experiments**, *Powder Technology*, 343: p. 479-494.
9. Siswantara, A.I., A. Daryus, S. Darmawan, G.G.R. Gunadi, R. Camalia. (2016). CFD Analysis of Slurry Flow in an Anaerobic Digester. *International Journal of Technology*, 7(2): p. 197-203.
10. Zhao, B., Q. Zhou, J. Wang, J. Li, 2015, **CFD Study of Exit Effect of High-density CFB Risers with EMMS-based two-fluid Model**, *Chemical Engineering Science*, 134(2015): p. 477-488.
11. Zi, C., J. Sun, Y. Yang, Z. Huang, Z. Liao, J. Wang, Y. Yang, G. Han, 2017, **CFD Simulation and Hydrodynamics Characterization of Solids Oscillation Behavior in a Circulating Fluidized Bed with Sweeping Bend Return**, *Chemical Engineering Journal*, 307(2017): p. 604-620.
12. Versteeg, H., W. Malalasekara, 2007, **An Introduction to Computational Fluid Dynamics, the Finite Volume Method, 2nd ed**, Essex, London: Pearson Educational Ltd.

ANALISIS LAMPU PENERANGAN RUMAH TINGGAL BERDASARKAN LUX DAN INTENSITAS KONSUMSI ENERGI

Aldi Nurhidayat¹, Yendi Esye^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

*Koresponden : yendiesye@yahoo.com

ABSTRAK

Untuk lampu yang terpasang (neon) intensitas cahaya penerangan ruangan rata-rata sudah memenuhi standar PUIL 2000, walaupun masih ada ruangan tertentu yang masih dibawah standar PUIL 2000 seperti ruangan dapur kamar mandi da dapur. Dan intensitas konsumsinya sudah sangat efisien yaitu sebesar 1,61 kWh/m²/bulan, dan sudah memenuhi standar PUIL 2000 yaitu sebesar 1,67-2,5 kWh/m²/bulan.

Kata Kunci : PUIL 2000, intensitas cahaya, intensitas Komsumsi Enegi

1. PENDAHULUAN

Penerangan adalah unsur yang sangat penting dalam suatu instalasi listrik pada suatu bangunan. Suatu bangunan dengan bangunan lainnya berbeda-beda kebutuhan penerangannya sesuai Intensitas Konsumsi Enegi yang diperbolehkan, dan kuat penerangan (iluminasi) yang ditetapkan berdasarkan PUIL 2000.

Beban penerangan terus meningkat karena disadarinya perlu tingkat iluminasi yang cukup untuk kesehatan dan kenyamanan. Selain harus memberikan penerangan yang cukup juga mempunyai fungsi dekoratif.

Tidak ada perbedaan yang signifikan antara teras depan, ruang makan, kamar tidur, kamar mandi, serta dapur, yang seharusnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan perbedaan iluminasi atau penerangan dengan satu ruangan dan ruangan lainnya. Diasumsikan bahwa penerangan setiap ruangnya membutuhkan lampu yang iluminasinya sesuai standar PUIL 2000.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan pengerjaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan-tahapan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Observasi, mengamati secara langsung ditempat penelitian dan mencatat data-data yang diperlukan untuk dianalisis
2. Studi pustaka, mempelajari masalah penerangan yang diperlukan tentang masalah atau bahan yang akan dianalisis.
3. Tahap Pengolahan Data.

3. TEKNIK PENERANGAN

3.1 Cahaya

Cahaya adalah jenis energi yang dilepaskan oleh luminer atau sumber cahaya lainnya sebagai gelombang elektromagnetik. Cahaya memiliki panjang gelombang tertentu dan merupakan gelombang elektromagnetik yang dapat dilihat.

Cahaya merupakan prasyarat bagi penglihatan manusia, terutama untuk mengenali lingkungan dan melakukan aktivitas. Cara kita melihat dan kerawanan terhadap lingkungan sangat bergantung pada pencahayaan yang digunakan, pencahayaan terdiri dari :

3.1.1 Pencahayaan alami

Matahari merupakan sumber cahaya alami. Untuk menghadirkan cahaya alami ke dalam ruangan, dibutuhkan jendela besar atau dinding kaca. Sumber cahaya alami kurang efisien dibandingkan dengan pencahayaan buatan, karena intensitas cahaya tidak tetap dan menimbulkan panas terutama pada siang hari. Agar pemanfaatan cahaya alami dapat menguntungkan, beberapa elemen harus diperhatikan, antara lain:

1. Fluktuasi intensitas cahaya matahari
2. Sebagai penanda waktu
3. Letak geografis dan penggunaan bangunan
4. Mendukung pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup di bumi

3.1.2. Pencahayaan buatan

Pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami disebut sebagai pencahayaan buatan. Saat mendapatkan pencahayaan alami sulit karena lokasi ruangan, diperlukan pencahayaan buatan. Apakah digunakan sendiri atau bersamaan dengan cahaya alami, pencahayaan buatan melayani tujuan utama sebagai berikut:

1. Rancang ruang di mana orang dapat memperhatikan detail halus dan melakukan aktivitas dan fungsi visual dengan tepat dan mudah.
2. Memungkinkan pergerakan yang mudah dan aman bagi penumpang.
3. Hindari menaikkan suhu udara di kantor terlalu tinggi.
4. Sediakan pencahayaan dengan intensitas konstan, tanpa kedipan, tanpa silau, dan tanpa bayangan.
5. Tingkat kenyamanan lingkungan visual yang dapat meningkatkan kinerja.

Faktor-faktor berikut juga harus diperhitungkan saat memutuskan cara menggunakan pencahayaan di tempat kerja selain yang tercantum di atas:

1. Sejauh mana pencahayaan buatan mendukung dan meningkatkan pencahayaan alami?
2. Intensitas pencahayaan yang diinginkan, baik untuk penerangan umum maupun penerangan kantor yang diperlukan untuk tugas visual tertentu.
3. Penyebaran dan keragaman pencahayaan interior, baik tersebar maupun terfokus dalam satu arah.
4. Arah cahaya harus menonjolkan individualitas dan desain area, apakah itu diterangi atau tidak.
5. Warna yang digunakan dalam ruang dan bagaimana rona cahaya mempengaruhi ruang.
6. Kecerahan lingkungan atau objek yang diterangi, apakah tinggi atau rendah.

Masalah penggunaan energi sistem pencahayaan dipertimbangkan selain dua masalah yang disebutkan sebelumnya. Sistem pencahayaan yang baik bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi dan biaya pemeliharaan selain untuk meningkatkan kenyamanan dan estetika ruangan.

3.1.3. Satuan - satuan

Satuan yang digunakan dalam teknologi pencahayaan, yaitu:

1. Unit Intensitas Cahaya : Candela (Cd)

2. Unit fluks bercahaya : Lumen (Lm)
3. Unit intensitas penerangan/iluminasi : Lux (Lx)
4. Sudut ruangan : steradian

Intensitas Cahaya

Istilah "intensitas cahaya", yang diukur dalam satuan candela, mengacu pada jumlah energi radiasi yang memancarkan cahaya ke arah tertentu (cd).

Flux Cahaya

Seluruh jumlah cahaya yang dilepaskan oleh sumber cahaya selama satu detik dikenal sebagai fluks bercahaya.

Intensitas Penerangan

Jumlah cahaya yang jatuh pada area seluas 1 m² menentukan seberapa terang atau terangnya suatu bidang. Satuan pengukuran intensitas pencahayaan adalah lux (lm) dan lambangnya adalah E dan 1 lux = 1 lumen/m²

Intensitas rata-rata di suatu bidang adalah :

$$E_{\text{rata-rata}} = \phi/A \text{ lux} \quad (1)$$

Dimana :
E = intensitas penerangan (lux)
 ϕ = flux cahaya (lumen)
A = luas permukaan (m²)

3.1.3 Luminasi

Ukuran kecerahan objek adalah pencahayaannya. Terlalu banyak cahaya akan membutakan mata, seperti bola lampu pijar tanpa angker.

Intensitas cahaya dibagi dengan luas permukaan untuk menentukan pencahayaan (L) dari sumber cahaya atau permukaan reflektif.

$$L = I / A_s \text{ cd/cm}^2 \quad (2)$$

Dimana :
L = luminasi (cd/cm²)
I = intensitas cahaya (cd)
A_s = luas permukaan (cm²)

3.2 Perhitungan Penerangan Dalam Ruangan

Pertama-tama, pencahayaan di tempat kerja tidak membuat mata lelah. Karena perbedaan pencahayaan yang berlebihan diantara permukaan kerja dan sekelilingnya harus dapat dihindari, penyesuaian mata diperlukan.

Tidak semua fluks cahaya lampu mencapai area kerja. Dinding dan langit-langit sebagian diterangi oleh aliran cahaya ini. Ruangan sebagian diterangi oleh fluks cahaya yang hilang, atau sebagian diserap oleh dinding, langit-langit, tirai, dll.

3.2.1 Efisiensi Penerangan

Untuk menentukan fluks cahaya yang diperlukan, efisiensi harus diperhitungkan dimana:

$$\eta = \phi_g / \phi_o \text{ dan } \phi_g = E \times A \text{ lm} \quad (4)$$

Maka didapat rumus flux cahaya :

$$\phi_o = E \times A / \eta \text{ lm} \quad (5)$$

Dimana :
A = Luas bidang kerja m²
E = Intensitas penerangan yang diperlukan di bidang kerja

3.2.2 Tabel Penerangan

Berdasarkan PUIL 2000, Tabel 1 menentukan intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk penerangan yang efektif:

Tabel 1. Tabel Penerangan

Peruntukan	Nama Ruangan	Penerangan Lux
Perumahan	Tangga	60
	Teras rumah	60
	Ruang makan	120 – 250
	Ruang kerja	120 – 250
	Kamar tidur anak	120 - 250
	Kamar tidur orang tua	120 - 250
	Kamar mandi	250
	Dapur	250
	Gudang	60
	Ruang samping	60
	Ruang keluarga	250
	Ruang tamu	120-250

3.2.3 Intensitas Konsumsi Energi

Ungkapan "intensitas penggunaan energi," juga dikenal sebagai IKE (EUI) untuk listrik, digunakan untuk menghitung berapa banyak energi yang dikonsumsi oleh suatu sistem (bangunan). Intensitas Konsumsi Energi pada dasarnya adalah rasio konsumsi energi total selama waktu tertentu (satu bulan atau satu tahun) terhadap luas bangunan. kWh/m² per bulan adalah satuan IKE.

Tabel 2. Kriteria Dan Konsumsi Energi Diruang Non-AC

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/m ² /Bulan Ruangan Non-AC)
Sangat Efisien	0.84-1,67
Cukup Efisien	1,67-2,5
Boros	2,5-3,34
Sangat Boros	3,34-4,17

3.3 Penentuan Titik Pengukuran

Penentuan titik Pengukuran, berdasarkan dari Standar Nasional Indonesia - 16 – 7062-2004, yang berisi :

Standar Nasional Indonesia - 16 - 7062-2004 digunakan untuk menentukan titik-titik pengukuran dan meliputi:

- Penerangan lokal: benda kerja, seperti meja kerja dan perkakas. Pengukuran dapat dilakukan pada meja yang ada jika itu adalah meja kerja.
- Penerangan umum: titik di mana garis horizontal panjang dan lebar terhubung, satu meter di atas tanah, pada jarak tertentu.

Ukuran ruangan membedakan jarak sebenarnya:

- Ketika sebuah ruangan berukuran kurang dari 10 meter persegi, titik di mana panjang dan lebar ruangan bersilangan adalah setiap satu meter.

b. Untuk ruangan berukuran antara 10 dan 100 meter persegi, titik penghubung panjang dan lebar ruangan diberi jarak setiap tiga meter.

Dengan luas ruangan lebih dari 100 meter, garis horizontal panjang dan lebar ruangan menyambung setiap 6 meter.

4. ANALISA

4.1 Pengukuran Intensitas Penerangan

Luas ruangan adalah Panjang 800 cm dan Lebar 800cm, dan masing – masing ruangan panjang 200 cm dan lebar 400cm ,dengan jumlah adalah 8 titik lampu penerangan.

Untuk dimensi ruangan (p,l,t), warna dinding ruangan, jenis ruangan, jenis lampu yang digunakan untuk penerangan, dan daya lampu terpasang pada ruangan akan dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Data Penerangan Ruangan Lampu Neon

No.	Ruangan	Warna cat dinding	Lampu	Daya lampu (watt)	Dimensi ruangan (cm)		
					P	L	T
1	Gudang	Putih	Neon	22 W	200	400	270
2	Ruang tamu	Putih	Neon	44 W	200	400	270
3	Kamar anak	Putih	Neon	44 W	200	400	270
4	Ruang keluarga	Putih	Neon	44 W	200	400	270
5	Kamar Ortu	Putih	Neon	44 W	200	400	270
6	Ruang makan	Putih	Neon	44 W	200	400	270
7	Kamar mandi	Putih	Neon	22 W	200	400	270
8	Dapur	Putih	Neon	22 W	200	400	270

Setelah mengetahui data untuk pengukuran intensitas penerangan maka kita dapat melakukan pengukuran.

4.2. Pengukuran Intensitas Konsumsi Energi

Audit energi adalah proses yang digunakan untuk menentukan berapa banyak energi yang dikonsumsi oleh bangunan dan mencari solusi untuk menguranginya. Pembagian antara energi listrik yang digunakan oleh satuan luas suatu struktur selama periode waktu tertentu disebut intensitas konsumsi energi (IKE) listrik.

Pertama, ketahui beban pencahayaan yang terpasang, yang akan di hitung intensitas konsumsi energinya, untuk mengetahui beban pencahayaan lihatlah spesifikasi yang tertera pada beban atau lampu yang terpasang, setelah mengetahui beban terpasang maka hitung waktu pemakaian beban terpasang pada ruang tersebut, setelah mengetahui beban terpasang selama perharinya, tentukan beban terpasang selama satu bulan.

Kedua, menghitung luas bangunann atau ruangan, gunakan meteran untuk mengukur panjang dan lebar ruang. Dalam penelitian hanya menggunakan kriteria gedung non – AC saja, karena ini hanya mengacu pada beban pencahayaannya saja.

Tabel diatas menjelaskan tentang kriteria intensitas konsumsi energi pada bangunan non ac. Pada pengukuran ini menggunakan intensitas konsumsi energi pada bangunan non ac karena pada pengukuran ini hanya membahas kuat penerangannya saja tidak membahas pengaturan suhu (AC)

4.3 Data Untuk Pengukuran Intensitas Konsumsi Energi

Dari hasil pengamatan diperoleh data yang terdiri dari : jumlah lampu, daya setiap lampu, waktu pemakaian. Untuk waktu pemakaian asumsi dalam sehari pemakaian adalah 12 jam. Jumlah lampu, daya setiap lampu, total pemakaian perbulan akan dijelaskan pada table dibawah ini.

Tabel 4.. Data konsumsi energi Ruang Penerangan

Lampu	Jumlah lampu	Ruangan	Daya lampu (watt)	Daya total ruangan (watt)	Daya perbulan (kWh/bln)
Lampu Neon	8	Gudang	22 W	286 W	103 kWh/bln
		R. Tamu	44 W		
		K. Anak	44 W		
		R. Keluarga	44 W		
		K. Ortu	44 W		
		R. Makan	44 W		
		K. Mandi	22 W		
		Dapur	22 W		
		R. Tamu	19 W		
		K. Anak	19 W		
		R. Keluarga	25 W		
		K. Ortu	19 W		
		R. Makan	19 W		
		K. Mandi	25 W		
Dapur	25 W				

Dari tabel diatas masing-masing ruangan lampu menyala 12 jam/hari-nya, setiap ruangan memerlukan 8 buah lampu.

4.4 Perhitungan Intensitas Penerangan

Data dari pengukuran dibandingkan dengan standar intensitas penerangan yang ditetapkan PUIL 2000 diperlihatkan oleh tabel 4.

Untuk memperoleh jumlah rata-rata intensitas penerangan dari hasil pengukuran, yaitu dengan menjumlahkan seluruh intensitas penerangan (lux) pada setiap titik-titik pengukuran, intensitas penerangan dibagi dengan jumlah titik pengukuran.

Hasil pengukuran intensitas pencahayaan rata – rata pada setiap ruangan yang dibandingkan dengan PUIL 2000 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya

No.	Ruangan	Hasil Pengukuran rata-rata (Lux)	Standar PUIL 2000
1	Gudang	120,33	60
2	Ruang Tamu	260,33	120 - 250
3	Kamar Anak	260,33	120 - 250
4	Ruang Keluarga	260,33	250

5	Kamar Orang tua	260	120 – 250
6	Ruang Makan	260,33	120 – 250
7	Kamar Mandi	122,66	250
8	Dapur	122,66	250

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa intensitas penerangan ruangan dengan lampu neon sudah memenuhi standar PUIL 2000 untuk sebahagian besar ruangan, walaupun masih ada beberapa ruangan yang belum memenuhi dari standar intensitas penerangan ruangnya.

4.4. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi

Dari hasil pemahasan bab sebelumnya didapatkan nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) sebagai berikut :

$$IKE = \frac{103 \text{ kWh}/\text{bulan}}{64 \text{ m}^2} = 1,61 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$$

Tabel dibawah ini adalah tabel kriteria dan konsumsi energi digedung Non-AC untuk mengetahui kriteria penggunaan energi.

Tabel 5. Kriteria dan Konsumsi Energi Bangunan Non-AC,

No	Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik Ruang Tidak Ber-AC (kWh/m ² /bln)
1	Sangat Efisien	0,8-1,67
2	Cukup Efisien	1,67- 2,5
3	Boros	2,5-3,34
4	Sangat Boros	3,34-4,17

Dari hasil perhitungan ruangan menggunakan lampu neon diperoleh IKE sebesar 1,61 kWh/m²/bln jika merujuk dengan standar IKE yang ditetapkan PUIL 2000 tentang kriteria penggunaan energi bangunan non-AC, dapat dikatakan cukup efisien.

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan:

- Hasil pengukuran dilapangan pada intensitas penerangan menggunakan lampu neon setiap ruangan adalah :
 - Gudang 120,33 lux dimana standar adalah 60 lux
 - Ruang tamu 260,33 lux dimana standar adalah 120-250 lux
 - Kamar anak 260,33 lux dimana standar adalah 120-250 lux
 - Ruang keluarga 260,33 lux dimana standar adalah 250 lux
 - Kamar ortu 260 lux dengan standar 120-250 lux
 - Ruang makan 260,33 lux dimana standar adalah 120-250 lux
 - Kamar mandi 122,66 lux dengan standar 250 lux
 - Dapur 122,66 lux dimana standar adalah 250 lux

Terlihat bahwa hamper semua ruangan sudah memenuhi standar PUIL 2000 kecuali 2 ruangan dapaur dan kamar mandi yang masih dibawah standar.

- Besar IKE adalah 1,61 kWh/m²/bulan berdasarkan PUIL 2000 cukup efisien

3. Maka sebagian besar ruangan dengan menggunakan lampu neon sudah memenuhi standar PUIL 2000 yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional, 2000, **SNI 03-6196-2000, Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung,**
2. Badan Konservasi Nasional 2011, **SNI 6197:2011, Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan,**
3. P. Van Harten dan Ir.E. Setiawan, 1983, **Buku Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid 2,**
4. Agung Wahyudi Biantoro dan Dadang S. Permana, 2017, **Jurnal Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung AB, Kabupaten Tangerang, Banten**
5. Iyus Rusmana, 2013, **Jurnal Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik di Kampus STTNAS Yogyakarta**
6. Jati Untoro, Herri Gusmedi dan Nining Purwasih, 2014, **Jurnal Audit Energi dan Analisis Penhematan Konsumsi Energi Pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan UNILA.**
7. Muhammad Irfan S , Herri Gusmedi dan Dikpride Despa, **Jurnal Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Rektorat Universitas Lampung Dalam Rangka Konservasi Energi**
8. UNEP. Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri di Asia, **Chapter-Peralatan Energi Listrik : Pencahayaan.**
9. EECCHI. 2010. **Efisiensi dan Konservasi Energi di Indonesia. Jakarta : Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.**

ANALISA KARAKTERISTIK BAHAN THERMISTOR SEBAGAI SENSOR TEMPERATUR PADA PENGINDERAAN JARAK JAUH

Nur Hasanah^{1*}

¹Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

*Koresponden : nur.unsada60@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Thermistor jenis NTC (Negative Temperture Coeffisient) sebagai sensor transduser dengan batas 16 °C sampai 90 °C (289 K sampai 363 K). Perubahan tegangan transduser untuk setiap kenaikan 2 °C adalah sekitar 0,01 volt dengan frekuensi 0,01 KHz melalui pengubah tegangan ke frekuensi (voltage to frekuensi converter). Adapun proses pengamatan dilakukan melalui kalibrasi temperatur ke tegangan. Penginderaan jarak jauh dengan menggunakan rangkaian pemancar dan penerima. Pengamatan penguat daya yang cukup kuat dan stabil untuk memperoleh hasil pengamatan yang baik.

Kata kunci: Thermistor, Sensor, Transduser , converter dan Pengideraan jarak jauh

1. PENDAHULUAN

Saat ini Thermistor banyak digunakan sebagai sensor temperatur dengan pengideraan jarak jauh. Sehingga untuk mengukur temperatur pada lokasi yang jauh, sulit dijangkau dan sangat berbahaya tidak perlu mengukur secara manual dan dekat dengan sumber, karena dengan penginderaan jarak jauh kita dapat mengamati dari lokasi yang kita inginkan.

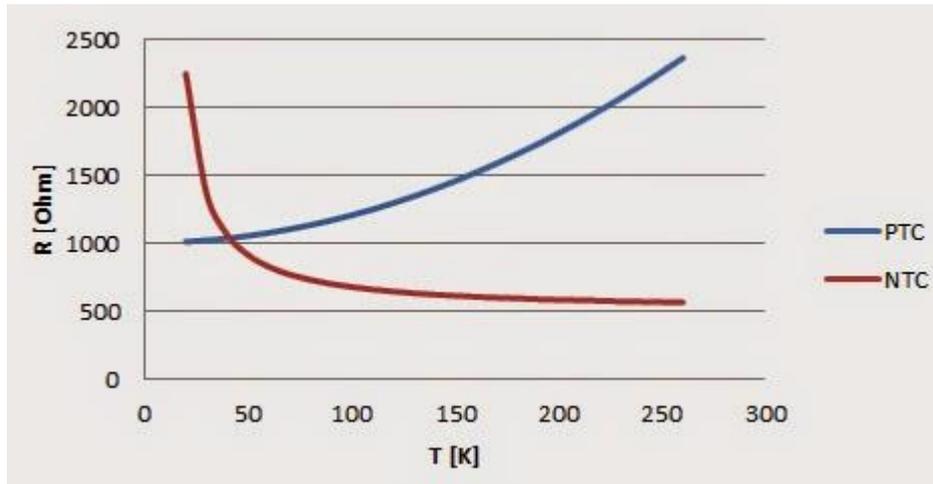
Transduser yang digunakan sebagai sensor adalah Thermistor jenis NTC (Negative Temperature Coeffisient). Untuk Penginderaan temperatur jarak jauh ini menggunakan beberapa rangkaian pendukung seperti rangkaian transduser, pengubah tegangan ke frekuensi (voltage to frekuensi converter), rangkaian pemancar dan penerima, pengubah frekuensi ke tegangan (frekuensi to voltage converter) dan pembaca temperatur yang telah dikalibrasi dengan tegangan.

Dengan demikian alat ini juga dapat digunakan untuk memahami karakteristik Thermistor sebagai sensor untuk mengukur temperature, prinsip kerja pengubah tegangan ke frekuensi dan frekuensi ke tegangan serta pemancar dan penerima sebagai pembawa informasi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Thermistor

Thermistor merupakan tahanan yang berkaitan dengan panas. Istilah *Thermistor* adalah singkatan dari *Thermal* dan *resistor*. Adapun jenis thermistor yaitu NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Nilai resistansi pada NTC akan turun jika temperature sekitarnya naik dan untuk nilai resistansi PTC naik jika temperaturnya naik. Pada umumnya bahan Thermistoe terbuat dari polimer atau keramik. Karakteristik Thermistor dapat digambarkan pada tabel dibawah ini



Gambar 1. Karakteristik Resistansi Thermistor Terhadap Temperatur



Gambar 2. Komponen Thermistor

2.2 Transduser

Transduser yang digunakan merupakan jenis yang tidak memerlukan daya dari luar. Dimana Transduser ini akan menghasilkan tegangan atau arus, jika diberi energi. Jenis Transduser :

- Termokopel
- Thermistor
- Termometer Tahanan

Dalam sistem pengukuran ini menggunakan Thermistor, maka akan dibahas selanjutnya mengenai Thermistor. Thermistor sangat baik untuk pengontrolan, pengukuran dan kompensasi secara presisi. Tiga karakteristik Thermistor yang bermanfaat untuk pengukuran, yaitu :

- Karakteristik temperatur terhadap tahanan
- Karakteristik tegangan terhadap arus
- Karakteristik arus terhadap waktu

Karakteristik temperatur terhadap tahanan, dimana Thermistor memiliki koefisien temperatur negatif yang tinggi. Temperatur sangat mempengaruhi pita konduksi yang hubungannya adalah sebagai berikut :

$$\sigma = enu = \text{konstanta} \times e^{-E_0/2kT} \quad (1)$$

σ = pita konduksi
 e = jumlah muatan electron dalam pita konduksi
 n = jumlah electron per m^3 pada pita konduksi
 u = mobilitas electron
 E_o = energi pada pita valensi
 k = konstanta Boltzman
 T = temperatur dalam Kelvin

Hubungan antara resistansi Thermistor dan konduktifitasnya sebagai berikut :

$$R = \frac{L}{A\sigma} \quad (2)$$

Dimana , L = tebal bahan Thermistor dan A = Luas penampang Thermistor

Dari persamaan (2.1) dan (2.3) diperoleh :

$$R = \frac{L}{A\sigma} e^{E_o/kT} \quad \text{atau} \quad R = R_{\infty} e^{B/T}$$

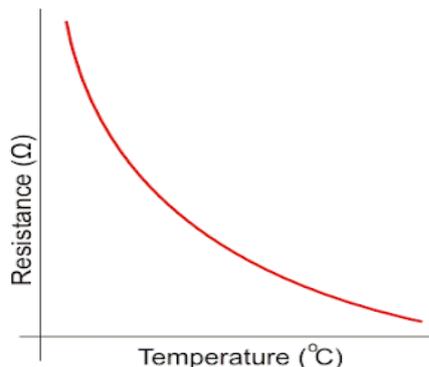
Dimana R_{∞} adalah konstanta yang tergantung pada sifat bahan Thermistor per luas penampang. Untuk $B = E_o/2k$, sehingga diperoleh :

$$\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} = (-B)/T^2 \quad \text{atau} \quad R_T = R_{\infty} e^{-\alpha T}$$

2.3 Hubungan antara Resistansi dan Temperatur pada Thermistor

Hubungan antara temperatur dan tahanan thermistor berubah secara eksponensial. Rumus yang terkait adalah sebagai berikut :

$$R_T = R_{\infty} e^{-\alpha T}$$



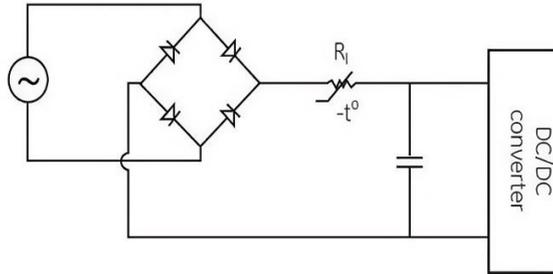
Gambar 3. Karakteristik Temperatur Terhadap Tahanan

Karakteristik tegangan terhadap arus pada thermistor, dimana tegangan turun terhadap kenaikan arus.

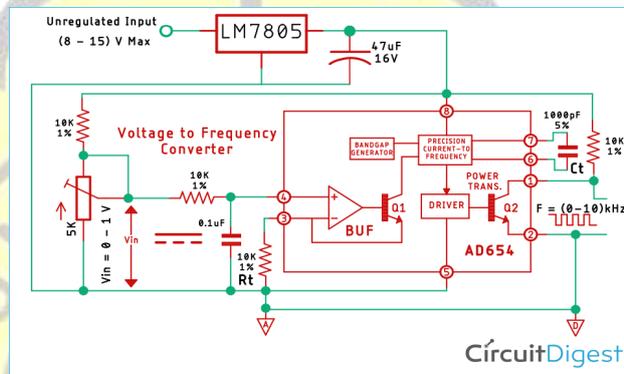
3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada pengukuran terdiri dari : Rangkaian Transduser, Pengubah tegangan ke Frekuensi, Pemancar, Penerima, Pengubah Frekuensi ke Tegangan dan Kalibrasi.

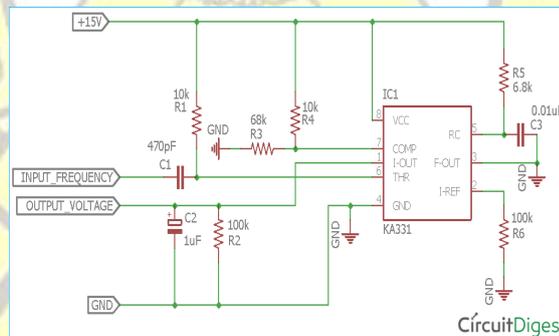
3.1 Rangkaian Transduser Yang Terdiri Dari Jembatan Wheastone Yang Dimana Salah Satu Lengan Tahanannya Diganti Dengan Menggunakan Thermistor.



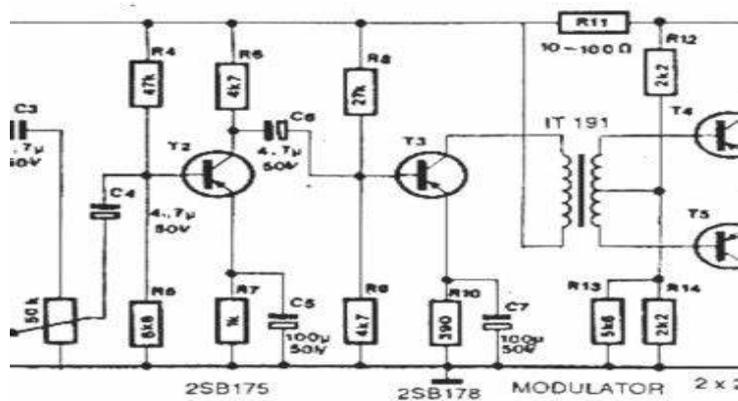
Gambar 4. Rangkaian Transduser



Gambar 5. Rangkaian Pengubah tegangan ke Frekuensi

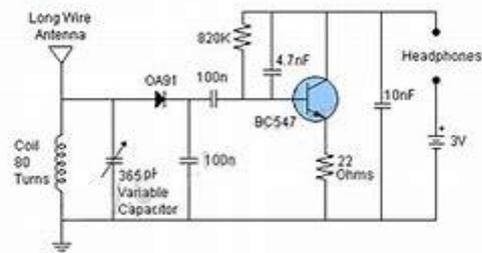


Gambar 6. Rangkaian Pengubah Frekuensi ke Tegangan

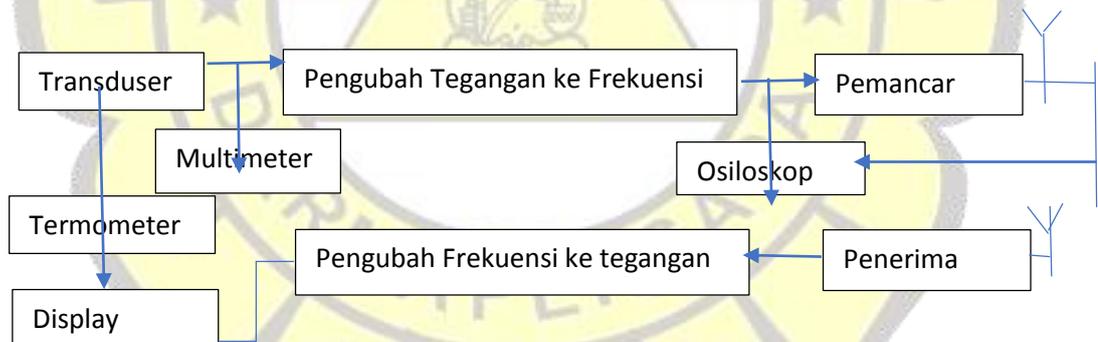


Gambar 7. Pemancar AM Sederhana

Simple AM Receiver



Gambar 8. Penerima AM Sederhana



Gambar 9. Skema Sistim Analisa Karakteristikthermistor Sebagai Sensor Temperatur pada Penginderaan Jarak Jauh.

4. ANALISA HASIL PENGAMATAN

Hasil pengamatan yang diperoleh kalibrasi temperatur dan tahanan Thermistor diperoleh sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Kalibrasi Temperature Dan Tahanan Thermistor

No	Temperatur (°C)	Temperatur (°Kelvin)	Tahanan (KOhm)
1	16	289	4,5
2	18	291	4
3	20	293	3,8
4	22	295	3,5
5	24	297	3
6	26	299	2,6
7	28	301	2,4
8	30	303	2,3
9	32	305	2,1
10	34	307	2
11	36	309	1,9
12	38	311	1,7
13	40	313	1,6
14	42	315	1,5
16	44	317	1,4
18	46	319	1,3
19	48	321	1,2
20	50	323	1,1
21	52	325	1
22	54	327	0,9
23	56	329	0,85
24	58	331	0,8
25	60	333	0,75
26	62	335	0,7
27	64	337	0,65
28	66	339	0,6
29	68	341	0,5
30	70	343	0,55
31	72	345	0,52
32	74	347	0,5
33	76	349	0,45
34	78	351	0,44
35	80	353	0,4
36	82	355	0,38
37	84	357	0,36
38	86	359	0,34
39	88	361	0,32
40	90	363	0,28

Tabel 2. Tabel Temperatur dan Tegangan Transduser

No	Temperatur (°C)	Temperatur (°K)	Tegangan (volt)
1.	16	289	10,4
2.	18	291	10,2
3.	20	293	10,1
4.	26	299	9,7
5.	30	303	9,5
6.	34	307	9,3
7.	38	311	9
8.	42	315	8,8
9.	46	319	8,5
10	50	323	8,4
11	54	327	8,3
12	62	335	7,8
13	66	339	7,7
14	70	343	7,4
15	72	345	7,3
16	74	347	7,1
17	78	351	7,1
18	80	353	6,9
19	86	359	6,8
20	90	363	6,6

Tabel 3. Tabel Temperatur dan Frekuensi pada Pengubah Tegangan ke Frekuensi

No	Temperatur (°C)	Temperatur (°K)	Frekuensi (Hz)
1	16	289	147
2	18	291	148
3	20	293	147
4	26	299	142
5	30	303	139
6	34	307	136
7	38	311	133
8	42	315	130
9	46	319	127
10	50	323	123
11	54	327	121
12	62	335	115
13	66	339	114
14	70	343	110
15	72	345	109
16	74	347	108
17	78	351	106
18	80	353	104
19	86	359	102
20	90	363	101

5.KESIMPULAN

1. Pemancar dan penerima ini untuk mengukur temperature jarak jauh dengan jangkauan temperature 16 °C sampai dengan 90 °C (289 K sampai 363 K. Perubahan transduser setiap 2 °C sekitar 0,01 volt. Sedangkan frekuensi yang dihasilkan sebesar 0,01 KHz.
2. Perubahan tegangan ke frekuensi yang masuk dan keluar dari rangkaian pemancar sangat mempengaruhi, tergantung catu daya yang digunakan. Catu daya yang rendah akan mempengaruhi frekuensi pemancar dan akan sulit diterima oleh rangkaian penerima.
3. Frekuensi yang dikirim melalui rangkaian pemancar dan diterima oleh rangkaian penerima yang diamati melalui osiloskop. Oleh karenanya sebaik gunakan penguat daya yang lebih kuat dan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cooper, William D, 1985, *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*, , Penerjemah Papahan Sahat, Edisi kedua, penerbit Erlangga, Jakarta
2. Holman J,1985, *Metode pengukuran Teknik*, Penerjemah Jasifi E, Penerbit Erlanga, Jakarta
3. Millman, Jacob, 1987, *Mikroelektronika*, Penternjemah Susanto, Penerbit Erlangga, Jakarta
4. Plant Malcom, Stuart Jan, 1985, *Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi*, Penerjemah Hartog Ignatius, Penerbit PT Gramedia, Jakarta
5. William, Athur B, 1984, *Designer's Handbook of Integrate Circuits*, Mc Graw Hill, New York



PENGARUH BEBAN PUNCAK TERHADAP EFISIENSI TRAFODAYA

Husein Arif¹, Eko Budi Wahyono²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

*Koresponden : ekobudiwahyono9@gmail.com

ABSTRAK

Fungsi transformator mentransmisikan daya tegangan tinggi menjadi tegangan menengah (step-down) atau sebaliknya mentransmisikan tegangan menengah ke tegangan tinggi (step-up), dalam proses transformasi daya tersebut ada nilai efisiensi yang mewakili kualitas transformator. Efisiensi merupakan perbandingan antara daya masuk dan daya keluar dari sebuah transformator. Besar kecil nilai efisiensi transformator dipengaruhi oleh besarnya pembebanan, besarnya beban dapat menghasilkan panas dan menyebabkan rugi-rugi. Total rugi-rugi ini menyebabkan sebagian daya hilang, semakin besar daya hilang maka nilai efisiensi semakin kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beban puncak terhadap efisiensi transformator, dilakukan di PLN UPT Cawang. Efisiensi tertinggi 99,50 % dengan daya 18.8 MW, dan efisiensi terendah sebesar 99,35 % dengan daya 35.9 MW (Transformator 1). Dan efisiensi tertinggi 99,49 % dengan daya 22.2 MW dan efisiensi terendah 99,33 % dengan daya 37.9 MW (Transformator 2). Maka pengaruh beban puncak terhadap nilai efisiensi transformator adalah sebagai berikut, semakin besar beban puncak maka efisiensi semakin menurun.

Kata kunci : Beban puncak, Rugi-rugi, dan Efisiensi Transformator

1. PENDAHULUAN

Dalam bidang pembangkitan tenaga listrik, trafo dapat digunakan untuk step up maupun step down, dan dihubungkan dengan beban-beban. Daya keluaran pada sebuah transformator dengan beban tidak selalu 100% karena adanya rugi-rugi selama proses pengalokasian. Rugositas ini terdiri dari rugositas arus pusar pada inti besi dan rugi arus yang mengalir pada kawat tembaga, yang mencegah daya naik bersamaan dengan daya keluar trafo (Djufri, Idham A-2021).

Di lingkungan industri, beban yang melekat pada trafo biasanya tidak konstan dan selalu berubah, yang mengakibatkan kerugian dan variasi efisiensi trafo ketika beban pada trafo berubah (Sudiarta, 2012).

Gardu induk merupakan sistem penyaluran transmisi tenaga listrik yang fungsinya untuk mentransformasikan daya listrik. Untuk menjaga penyaluran listrik diperlukan sistem ketenagalistrikan yang baik di UPT setempat, untuk itu pembebanan perlu diperhatikan. Dua buah transformator di UPT Cawang mempunyai besaran beban yang berbeda yang mempengaruhi kinerja trafo terhadap efisiensi dan rugi-rugi. Untuk itu perlu dilakukan pengujian untuk menghitung rugi-rugi dan efisiensi transformator daya pada saat pembebanan, guna meneliti "Pengaruh Beban Puncak Terhadap Efisiensi Transformator Daya". Dengan mengatur keseimbangan beban pada kedua transformator tersebut diharapkan efisiensi akan lebih baik.

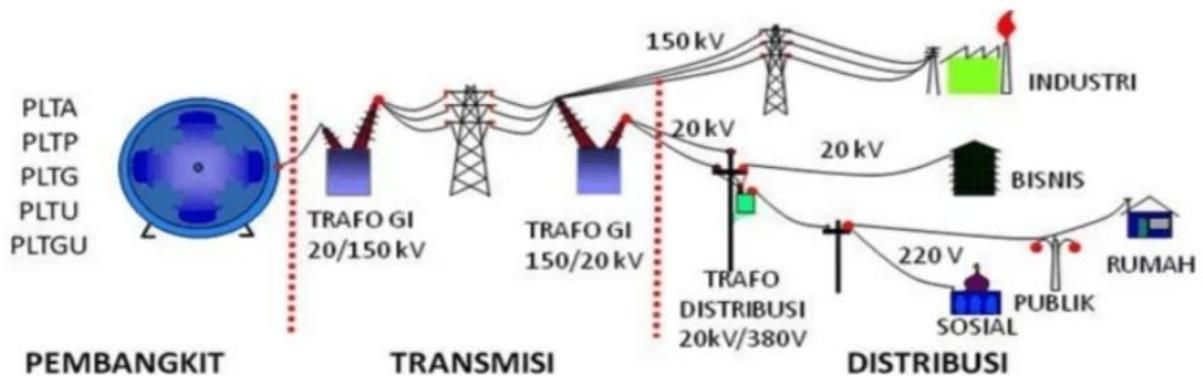
2. TEORI

2.1 Referensi

Beberapa peneliti telah menuliskan penelitiannya pada Jurnal Nasional diantaranya Seto Pamungkas yang berjudul “ Pengaruh Beban Puncak Terhadap Efisiensi Transformator 60 MVA 150/20 KV pada GI 150 KV ‘Kaliwungu’, dengan hasil yang didapat adalah sebagai berikut : Beban Puncak siang 25,6 MW efisiensi 95,6 % Beban Puncak 42,6 MW efisiensi 93,27 % dan pada Beban Puncak malam beban 37 MW efisiensi 94,46 % dan beban 40,7 MW efisiensi 93,23 %. Dan untuk transformator unit 2 pada beban puncak siang dengan beban 8,7 MW efisiensi 96,24 % beban 11,2 MW efisiensi 95,41 % dan pada beban puncak malam dengan beban 8,9 MW efisiensi 96,41 % beban 10,7 MW efisiensi 96,23 %. Kesimpulannya semakin tinggi beban efisiensi trafo semakin menurun.¹

2.2 Saluran Transmisi

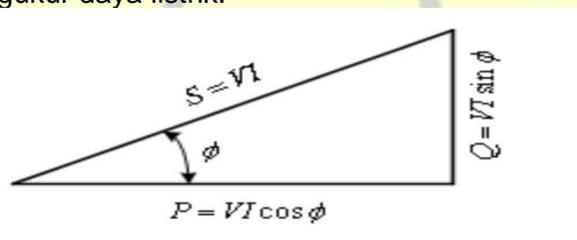
Mengirimkan listrik dari fasilitas penghasil tenaga ke gardu induk dikenal sebagai transmisi tenaga listrik. Jaringan transmisi daya adalah rute yang saling berhubungan yang memungkinkan transmisi ini. Listrik dikirim jarak jauh pada tegangan tinggi antara 70 dan 500 kV untuk mengurangi kerugian daya. Saluran listrik udara biasanya digunakan untuk mengangkut listrik karena saluran listrik bawah tanah lebih mahal untuk dibangun tetapi lebih murah untuk dirawat. Biasanya, transmisi bawah tanah terjadi di daerah perkotaan dan daerah lingkungan yang rentan.¹



Gambar 1. Saluran Transmisi Listrik

2.3 Daya Listrik

Energi yang digunakan selama bekerja disebut sebagai daya. Kuantitas energi listrik yang digunakan untuk operasi dalam sistem tenaga listrik disebut sebagai daya. Watt digunakan untuk mengukur daya listrik.



Gambar 2. Segitiga Daya

$$P = V \times I$$

Terdapat 3 macam daya yaitu :

1. Daya aktif (P) daya terpakai untuk melakukan usaha $P = V I \cos \varphi$
2. Daya Reaktif (Q) adalah daya yang disuplai oleh komponen reaktif, satuan daya reaktif adalah VAR.
 $Q = V I \sin \varphi$
3. Daya semu (S) daya yang dihasilkan dari perkalian antara tegangan efektif(V) dan arus efektif(I).
 $S = V I$

Daya semu juga biasa disebut daya total dan biasa ditulis dalam 'name plate' suatu peralatan listrik dengan satuan volt amper (VA)

2.4. Beban Puncak

Saat konsumen mencapai WBP (Waktu beban Puncak), konsumsi daya listriknya sudah mencapai level maksimal. Periode beban puncak ini sudah ditetapkan PLN mulai pukul 17.00 hingga 22.00 WIB. Pada kenyataannya, WBP bervariasi berdasarkan wilayah. Beban puncak yang melebihi daya suplai pembangkit menyebabkan WBP.⁵

2.5. Transformator

Transformator adalah bagian dari peralatan listrik yang menggunakan kopleng magnet untuk mengubah tingkat tegangan arus bolak-balik. Bagian utama dan sekunder transformator terdiri dari dua gulungan kawat yang terpisah satu sama lain. memiliki inti besi yang sama dengan aslinya. berdasarkan prinsip induksi magnetik, yang menurutnya rasio tegangan antara sisi primer dan sekunder berbanding lurus dengan rasio jumlah belokan dan rasio arus.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{i_p}{I_s} \quad (1)$$

Dimana, V_p = Tegangan primer, V_s = Tegangan sekunder, N_p = Jumlah lilitan primer; N_s = Jumlah lilitan sekunder, I_p = Arus primer; I_s = Arus sekunder.

2.5. Efisiensi Transformator

Walaupun tidak bergerak, trafo tetap mengalami rugi-rugi, meskipun lebih kecil dibandingkan dengan yang dialami oleh peralatan listrik lainnya seperti mesin atau mesin penggerak lainnya. Efisiensi minimal 95%.³

Rasio daya output dan daya input dikenal sebagai efisiensi transformator, dan dinyatakan secara matematis sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + R_{ugi2}} \times 100 \% \quad (2)$$

Dan untuk mencari rugi-rugi total dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Sigma R_{ugi2} = P_{cu} + P_i \quad (3)$$

Dimana : ΣR_{ugi2} = Rugi Total; η = efisiensi; P_{out} = Daya keluar(watt); P_{in} = Daya Masuk(watt); P_{cu} = Rugi tembaga; P_i = Rugi besi. (Standar SPLN(1997:67) untuk efisiensi transformator adalah 99.57%).

3. METODE

3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni dengan metode kuantitatif. Dalam penelitian ini dilakukan pengkajian data-data pada transformator 150 KV. Data-data tersebut diolah untuk mendapat kan beban puncak dan kemudian menghitung efisiensi transformator.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Dilakukan penelitian terhadap dua buah transformator 60 MVA pada gardu induk 150 KV UPT Cawang, pada bulan September 2022.

3.3 Transformator Daya di GI UPT Cawang

Pada Gardu Induk (GI) UPT Cawang terdapat dua buah trafo daya yang digunakan untuk penyaluran daya dari tegangan 150 KV ke tegangan distribusi 20 KV, transformator tersebut mempunyai data-data sebagai berikut :

A. Transformator daya 1	B. Transformator daya 2
Merek : HYUNDAI	Merek : PAUWELS TRAF0
Year Manufacture : 1988	Year Manufacture : 1997
Standard : IEC-76	Standar : IEC60076
Rating Power : 60 MVA	Rating Power : 60 MVA
Voltage Primer : 150 KV	Voltage Primer : 150 KV
Voltage Sekunder : 20 KV	Voltage Sekunder : 20 KV
Current Primer : 231 A	Current Primer : 231 A
Current Sekunder : 1732 A	Current Sekunder : 1732 A
Type of Colling : ONAN/ONAF	Pendingin : ONAN/ONAF
Frequency : 50 Hz	Frequency : 50 Hz
Phases : 3	Phases : 3
Vector Group : TnynO (d11)	Vector Group : YnynO (d11)
Kabel fasa (R S T) : NYY 06 400 mm ² dengan resistansi sebesar 0,0610 Ω /km	

3.4. Data Pembebanan

Data pembebanan Transformator Daya 1 dan 2 di Gardu Induk 150 KV UPT Cawang pada bulan September 2022. Data diambil pada Beban Puncak Terendah(Biru) dan Beban Puncak Tertinggi(Merah).

Tabel 1. Tabel Beban Puncak pada bulan September untuk Transformator 1 (Terendah dan Tertinggi)

Tanggal	TRANSFORMATOR I						DAYA (MW)
	TEGANGAN (V)			ARUS (A)			
	R-S	S-T	R-T	R	S	T	
4	20.1	20.3	20	547,01	547.01	551,99	18.8
11	20.2	20.3	20.1	1039	1029	1034	35.9

Tabel 2. Tabel Beban Puncak pada ulan September untuk Transformator 2
(Terendah dan Tertinggi)

Tanggal	TRANSFORMATOR II						DAYA (MW)
	TEGANGAN (V)			ARUS (A)			
	R-S	S-T	R-T	R	S	T	
4	20.1	20.3	20	646,47	641,5	646,74	22.2
5	20.2	20.3	20.1	1089	1089	1089	37.9

4. HASIL DAN PEMBAHAAN

4.1 Arus Rata-Rata

Untuk menghitung arus rata-rata beban trafo tersebut dengan contoh beban tertinggi pada tanggal 5 September pada transformator 2 adalah sebagai berikut :

$$I \text{ rata-rata} = \frac{IR+IS+IT}{3}; I \text{ rata-rata} = \frac{1089+1089+1089}{3}; I \text{ rata-rata} = \frac{3267}{3} = 1089$$

4.2 Menghitung Daya Semu

Berdasarkan data beban puncak tertinggi tanggal 5 September 2022 dapat dihitung daya semu sebagai berikut :

Tabel 3. Daya Semu

Tanggal	TRANSFORMATOR II						DAYA (MW)
	TEGANGAN (V)			ARUS (A)			
	R-S	S-T	R-T	R	S	T	
5	20.2	20.3	20.1	1089	1089	1089	37.9

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I; S = \sqrt{3} \cdot 20.2 \cdot 1089; S = 38,1 \text{ MVA}$$

Guna mendapatkan Cos Phi, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Cos } \Phi = \frac{P(W)}{S(VA)}; \text{Cos } \Phi = \frac{37,9}{38,1} = 0,99$$

4.3 Perhitungan Rugi Tembaga

Rugi tembaga disebabkan karena arus beban listrik yang mengalir pada kawat tembaga berikut analisa rugi-rugi pada transformator 2. Data diambil pada data tanggal 5 September 2022 dari tabel diatas, dan dibawah ini adalah perhitungan rugi-rugi tembaga.

$$\begin{aligned} P_{cu} &= iR^2 \cdot R + iS^2 \cdot R + iT^2 \cdot R \\ &= (1089)^2 \cdot 0,0610 + (1089)^2 \cdot 0,0610 + (1089)^2 \cdot 0,0610 \\ &= 217,02 \text{ kw. (Rugi tembaga pada tanggal 5 September 217,02 kw)} \end{aligned}$$

4.4 Rugi-rugi Total

Rugi-rugi Total terdapat dalam rumus Efisiensi Transformator, sehingga guna menghitung efisiensi kita hitung terlebih dahulu Rugi-rugi Total (Σ Rugi2).

$$\begin{aligned} \Sigma \text{Rugi2} &= P_{cu} + P_i \\ &= 217,02 \text{ kw} + 38 \text{ kw} \\ &= 255,02 \text{ kw} \end{aligned}$$

4.5 Efisiensi Transformator

Masukkan hasil Rugi-rugi Total diatas dalam rumus Efisiensi Transformator ebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \Sigma R_{ugi2}} \times 100 \% = \frac{37900}{37900 + 255,02} \times 100 \% = \frac{37900}{37900} \times 100 \% = 99,33 \%$$

Jadi efisiensi transformator 2 pada beban 37.900 MVA adalah 99,33 %

4.6 Hasil Perhitungan Kedua Tranformator

Dalam perhitungan diatas ditampilkan hanya pada Transformator 2 pada tanggal 5 September 2022, dalam tabel berikut ditampilkan baik hasil Transformator 1 maupun Transformator 2 untuk Beban Puncak Terbesar dan Beban Puncak Terkecil.

Tabel 4. Tabel hasil hitungan efisiensi transformator 1 dan 2.

Tanggal	TRANSFORMATOR I							
	Tegangan (KV)	DAYA		Arus (A)	Cos Phi	Pcu (kw)	Rugi Total(kw)	Efisiensi %
		MW	MVA					
4	20.1	18.8	19.1	548,67	0.98	55,08	93,08	99,50
11	20.2	35.9	36.2	1034	0.99	195,65	233,65	99,35

Tanggal	TRANSFORMATOR II							
	Tegangan (KV)	DAYA		Arus (A)	Cos Phi	Pcu (kw)	Rugi Total(kw)	Efisiensi %
		MW	MVA					
4	20.1	22.2	22.4	644,9	0.99	76,10	114,1	99,49
5	20.2	37.9	38.1	1034	0.99	217,02	255,02	99,33

Dengan SPLN untuk Efisiensi Transformator sebesar 99,57 %, nampak hasil perhitungan efisiensi Transformator 1 maupun Transformator 2 tidak terlalu jauh dari SPLN.

5. KESIMPULAN

Untuk GI 150 KV PLN UPT Cawang hail perhitungan efisiensi Transformator 1 sebesar (99,35 – 99,50) % untuk beban (35,9 – 18,8) MW, sedang kan untuk Tranformator 2 ebesar (99,33 – 99,49) % untuk beban (37,9 – 22,2) MW. Semakin besar Beban Puncak Efisiensi semakin turun, namun demikian penurunan efisiensi transformator tersebut tidak terlalu jauh dari SPLN 99,57 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pamungkas Seto, *Analisis Pengaruh Beban Puncak Terhadap Efisiensi Transformator 60mva 150/20 KV Unit 1 dan 2 di Gardu Induk Kaliwungu*
2. Oktaviani Ledi, 2021, *Analisis Pengaruh Beban Puncak Terhadap Efisiensi Trafo Daya di Gardu Induk 150 KV Purbalingga*
3. Erwanto, Agung Warsito, and Karnoto, 2011, *Analisa Berlangganan Listrik Antara Tegangan Menengah, Tegangan Rendah dan Analisa Efisiensi Trafo dalam Rangka Konservasi Energi Kampus Undip Tembalang*, Diss Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip
4. Djufri Idham A, 2021, *Transformator*, Depublish

5. Mulyadi Agus, Zulfikar, and Zulhelmi, "Desain Sistem Transfer Beban Otomatis dari Sumber PLN ke PLTS pada Waktu Beban Puncak(WBP).", Jurnal Komputer Informatika Teknologi dan Elektro 2.4, 2017.



ANALISIS KECELAKAAN KAPAL BERDASARKAN PUTUSAN MAHKAMAH PELAYARAN TAHUN 2015 – 2019 MENGGUNAKAN FORMAL SAFETY ASSESSEMENT (FSA)

Uut Krismianto¹, Danny Faturachman^{2*}, Mohammad Danil Arifin², Aldyn Clinton Partahi Oloan², Shahrin Febrin².

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada

²Dosen Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada

*Koresponden: fdanny30@yahoo.com

ABSTRAK

Kecelakaan kapal merupakan hal yang tidak diinginkan dan sebisa mungkin dihindari bagi seluruh pengguna transportasi laut di Indonesia. Untuk itu perlu dilakukan analisa kecelakaan kapal untuk keselamatan dan keamanan pada pelayaran di Indonesia di tahun-tahun mendatang. Analisa menggunakan Metode Formal Safety Assesement (FSA) yang merupakan rekomendasi dari Organisasi Internasional IMO secara umum untuk mengidentifikasi dan analisis peristiwa potensial (masa depan) yang dapat berdampak negatif pada individu, aset dan atau lingkungan (identifikasi bahaya) serta membuat keputusan atas resiko berdasarkan analisa resiko yang mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi. Dalam hal ini pihak yang berwenang untuk menangani dan mengadili peristiwa kecelakaan kapal di Indonesia yaitu Mahkamah Pelayaran Direktorat Jendral Kementerian Perhubungan Laut.

Kata kunci : Kecelakaan Kapal, Formal Safety Assesement (FSA), IMO, Mahkamah Pelayaran.

1. PENDAHULUAN

Indonesia telah diketahui sebagai Negara Maritim yang terdiri dari kurang lebih 17 ribu pulau dengan area lautnya yang begitu luas. Dimana daratan Indonesia memiliki luas 1.904.569 km² dengan luas lautnya 3.288.683 km² yang membentang dari sabang sampai merauke dan terletak antara benua Australia dan Asia [1]. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah daratan lebih sedikit dibandingkan dengan wilayah lautan, dimana di Indonesia terdapat 5 (lima) pulau besar dan ratusan pulau-pulau kecil lainnya. Pada dasarnya laut merupakan penghubung antara pulau-pulau yang satu dengan yang lain [2]. Banyaknya terjadinya kecelakaan kapal di lautan Indonesia seperti tenggelam (*sunk*), terbakar (*fire*) dan lain-lain seperti terdampar, tabrakan, ledakan adalah permasalahan-permasalahan yang sangat terkait dengan aspek keselamatan dan keamanan (*safety of ship*) transportasi laut. Dalam meningkatkan kemandirian dan keselamatan pelayaran, Dirjen Perhubungan Laut telah mengeluarkan sebuah kebijakan sebagai usaha untuk pencegahan kecelakaan kapal dengan mengeluarkan dan membuat maklumat pelayaran tentang peningkatan pengawasan untuk keselamatan pelayaran nasional Indonesia terutama untuk kapal penumpang. Selain itu juga membuat aturan dan maklumat mengenai kondisi cuaca di wilayah perairan Indonesia seperti telegram terkait dengan kesiapan cuaca buruk di laut. Pada dasarnya, aspek keselamatan pelayaran nasional adalah hal yang sangat penting dan fundamental dan menduduki posisi sentral dan utama dalam segala aspek di dunia

pelayaran [3]. Terdapat beberapa aspek yang selalu melekat pada keselamatan pelayaran meliputi: karakteristik nilai, sikap, serta aktivitas mengenai pentingnya keterlaksanaan persyaratan keselamatan dan keamanan yang menyangkut angkutan di perairan.

Seiring dengan banyaknya kecelakaan kapal (*ship accident*) di perairan Indonesia, maka pada penelitian ini dilakukan analisa kecelakaan kapal berdasarkan putusan Mahkamah Pelayaran Indonesia dengan menggunakan *Formal Safety Assessment* (FSA) sehingga dapat mengetahui nilai resiko atau konsekuensi dari kecelakaan yang terjadi serta dapat memberikan rekomendasi mengenai upaya-upaya peningkata keselamatan pelayaran transportasi laut di Indonesia [4]. Kecelakaan pada umumnya memiliki beberapa karakteristik antara lain:

- Kecelakaan didefinisikan sebagai kejadian langka
- Kecelakaan didefinisikan sebagai peristiwa yang tidak dapat diprediksi
- Kecelakaan didefinisikan sebagai peristiwa yang dipengaruhi beberapa faktor



Gambar 1. Kecelakaan Kapal

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data Yang Digunakan

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

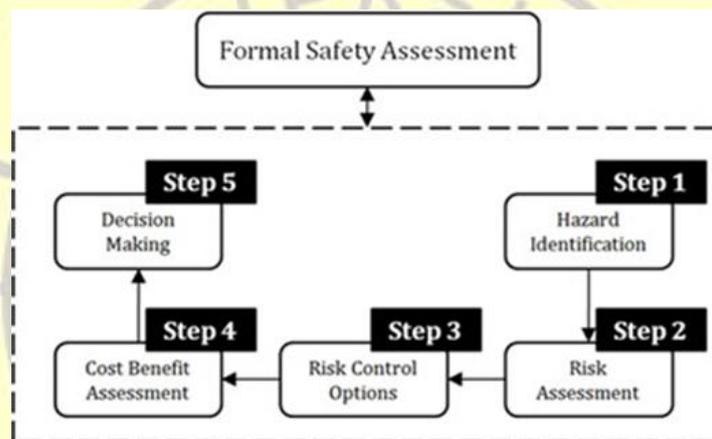
- a. Metode penelitian pada penelitian ini adalah kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan data yang berupa angka. Kemudian data-data tersebut diolah dan dianalisa guna mendapatkan informasi ilmiah di balik angka-angka tersebut [5].
- b. Penelitian *cross-sectional* (satu waktu). Tipe penelitian inilah yang paling banyak dilakukan. Proses analisa data pada penelitian ini berdasarkan urutan sebagai berikut [6]:
 - Langkah 1 Identifikasi Bahaya
 - Langkah 2 Penilaian Resiko
 - Langkah 3 Pemilihan Pengendalian Resiko
 - Langkah 4 Rekomendasi Untuk Pengambilan Keputusan.

c. *Formal Safety Assessment*

Formal Safety Assessment (FSA) didefinisikan sebagai suatu cara dan metodologi sistematis yang memiliki tujuan untuk dapat meningkatkan keamanan maritim. Keamanan maritim yang dimaksud adalah termasuk masalah perlindungan hidup di laut, kesehatan penumpang, serta berbagai macam peralatan-peralatan lain yang banyak digunakan di dalam bidang kemaritiman [7].

Analisa resiko pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan FSA dengan tidak melakukan atau mempertimbangkan masalah biaya. Pada dasarnya FSA dapat dijadikan sebagai metode atau cara untuk membantu regulator didalam melakukan evaluasi dari regulasi baru yang telah dibuat terutama yang peruntukkan untuk meningkatkan keamanan maritim dan perlindungan lingkungan kemaritiman dan atau untuk membandingkan antara beberapa aturan yang sudah dan yang baru akan ditetapkan atau dikeluarkan.

FSA adalah suatu produk *International Maritime Organization (IMO)* yang dibuat pada tahun 2002 yang mana berisikan tentang metodologi sistematis yang memiliki tujuan untuk peningkatan keamanan dan keselamatan di insdustri kemaritiman, termasuk di dalamnya menyangkut aspek lingkungan dan properti, perlindungan jiwa, dengan menggunakan analisa risiko dan *cost benefit assessment* [8].



Gambar 2. Formal Safety Method

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Akhir Analisis SPSS Berdasarkan Jenis Kecelakaan

Tabel 1. Jenis kecelakaan kapal

Tahun	Tenggelam	Kandas	Tubrukan	Terbakar	Lain-Lain
2015	8	3	4	3	1
2016	12	10	6	3	0
2017	5	8	5	8	0
2018	7	9	6	5	0
2019	1	7	5	2	0

3.2. Hasil Akhir SPSS Berdasarkan Wilayah Kecelakaan

Tabel 2. Wilayah kecelakaan kapal

Tahun	Indonesia Barat	Indonesia Tengah	Indonesia Timur
2015	12	5	2
2016	18	10	3
2017	18	8	0
2018	17	9	1
2019	13	2	0

3.3. Hasil Akhir SPSS Berdasarkan Jumlah Korban

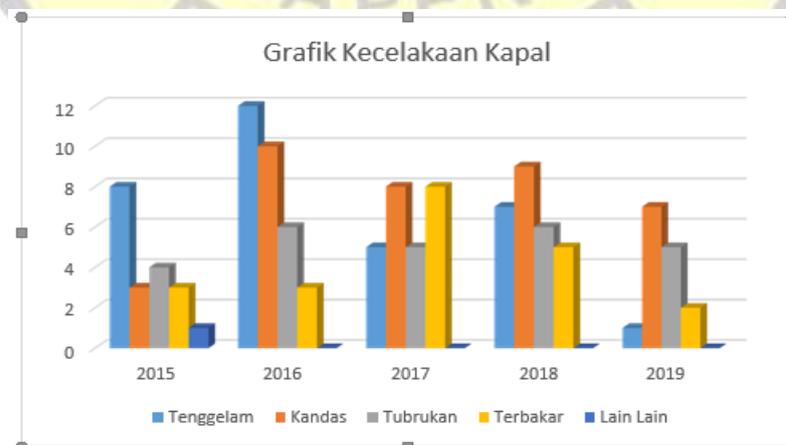
Tabel 3. Jumlah korban kecelakaan kapal

Tahun	Meninggal	Hilang	Luka	Selamat
2015	4	10	0	25
2016	79	15	2	121
2017	33	7	48	322
2018	1	8	0	46
2019	7	1	0	118

3.4 Analisa Resiko Kecelakaan Dengan FSA

Langkah 1 Identifikasi Bahaya:

Tujuan pertama dapat dilalukan dengan kombinasi kreatif dan analisa yang bertujuan untuk mengidentifikasi semua bahaya yang relevan. Dalam proses ini, tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi sebab dan akibat kecelakaan dan bahaya [9].



Gambar 3. Grafik kecelakaan kapal

- Langkah 2 Penilaian Risiko:

Penilaian risiko adalah elemen terpenting metodologi FSA. Untuk pembangunan sistem keamanan terpadu, total risiko harus diketahui. Metodologi FSA memperhitungkan informasi rinci tentang keadaan sistem dan karakteristik kecelakaan dan memberikan estimasi risiko kuantitatif. Dari sudut pandang penilaian risiko, sistem-keadaan berbahaya (atau kejadian) harus diidentifikasi dan ditunjukkan dalam model risiko. Untuk subjek ini, risiko total harus ditentukan secara kuantitatif [10].

Tabel 4. Matriks Penilaian Risiko

Tingkat Keparahan	Tingkat Kemungkinan					
	1	2	3	4	5	6
1						
2			1 Kapal	43 Kapal	7 Kapal	
3			15 Kapal	12 Kapal		
4				2 Kapal		
5		1 Kapal	5 Kapal	44 Kapal		
6			1 Kapal	1 Kapal		

Kriteria :

1. Tidak dapat diterima : 18 - 36
2. Tidak diinginkan : 10 - 16
3. Dapat diterima dengan kontrol : 5 - 9
4. Dapat diterima : 1 - 4

- Langkah 3 Pemilihan Pengendalian Risiko:

Tabrakan kapal kapal dapat diminimalisir dengan cara memperketat area pelabuhan. Kebakaran kapal dapat diminimalisir dengan cara pelatihan dan sertifikasi pelaut. Lain-lain yang dapat mengancam jiwa dan harta dapat di minimalisir dengan patroli rutin di sekitar area pelabuhan atau alur pelayaran. Kapal tenggelam dan kandas dapat diminimalisir dengan memperketat ijin berlayar sehingga akan tetap berlayar pada alur atau daerah yang telah ditentukan [11].

Tabel 5. Tabel Pengendalian Risiko

No	Pemilihan Kontrol Risiko	Deskripsi	Kecelakaan	Kategori
1	Meninjau Kembali Kecakapan Nahkoda	Melakukan pengecekan surat Kelayak Lautan Nahkoda	Tenggelam	Personal
2	Pemasangan Alat Ukur Pasang Surut	Tata cara penggunaan alat pasang surut agar hasil akurat	Kandas	Perlengkapan / Peralatan
3	Pelatihan dan Sertifikasi	Peningkatkan kemampuan teknik melalui pelatihan	Tubrukan / Kecelakaan karena	Operasional

		(<i>training</i>) bagi perwira kapal dan ABK guna memberikan pemahaman secara utuh mengenai peraturan pencegahan kecelakaan kapal	kurang cakap dalam Berlayar	
4	Meningkatkan Inspeksi Berkala	Membuat Jadwal yang lebih sistematis untuk perawatan mesin secara periodik. Adanya peninjauan secara rutin oleh surveyor	Terbakar / karena kerusakan mesin	Operasional
5	<i>Quality Control</i> (Pengawasan Mutu)	Pengawasan kendali mutu terhadap suku cadang (<i>sparepart</i>) dan hasil perawatan /perbaikan	Lain –Lain / kerusakan spare part	Operasional

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat ditetapkan beberapa kesimpulan, sebagai berikut: Jenis kecelakaan kapal yang paling banyak di Indonesia adalah Kandas dengan persentase 31 % dari keseluruhan kecelakaan kapal di Indonesia, dilanjutkan dengan Tenggelam dengan persentase 27 %, lalu Tubrukan dengan persentase 22%, lalu Terbakar dengan persentase 17% dan Lain-Lain 0,8%. Dimana dampak yang ditimbulkan dengan kecelakaan tertinggi adalah kerusakan lingkungan dan korban luka. Selain itu, berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan metode FSA maka untuk menilai besarnya resiko kecelakaan kapal adalah pada tingkat keparahan tertinggi dengan tingkat kemungkinan tertinggi yang menyebabkan 44 kapal dengan kejadian kecelakaan yang tidak dapat diterima. Oleh karena itu, langkah dan upaya yang bisa dilakukan untuk mengurangi kecelakaan kapal dimasa mendatang adalah dengan Peraturan yang lebih ketat dari Pemerintah serta pihak berwenang lainnya agar kejadian-kejadian kecelakaan bisa diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

1. Iwan, 2020, ***Sejarah Indonesia Negara Maritim***
2. <http://dephub.go.id/post/read/transportasi-laut-penghubung-daerah-terdepan,-terluar,-dan-tertinggal> diakses pada tanggal 1 Februari 2021
3. <https://oceanpulse.id/sejarah-perkembangan-wilayah-perairan-indonesia/> diakses tanggal 10 Februari 2021
4. PT. Trans Asia, 2010, ***Laporan Akhir KNKT 2009***
5. <http://mahpel.dephub.go.id/> diakses pada tanggal 5 Desember 2020
6. https://pusdiklat.bps.go.id/diklat/bahan_diklat/ diakses pada tanggal 5 Desember 2020
7. International Maritime Organization (IMO), 2002, ***Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) For Use in The IMO Rule-Making Process***, Maritime Safety Commite, London
8. Kemenhub, 2017, ***Kebijakan dan Strategi Transportasi Laut di Indonesia***
9. Y. Arya Dewanto, Danny Faturachman, 2017, ***Analisis Kecelakaan Kapal Laut Di Indonesia Tahun 2003 – 2013: Vol V***, 2017

10. <https://darilaut.id/berita/kapal-tanker-mt-sea-rider-kandas-di-perairan-pulau-sambu> diakses pada tanggal 14 Februari 2020
11. https://www.beritajakarta.id/read/15571/kapal-kelebihan-muatan-diberikan-peringatan#.YCiMnY_7TDc diakses pada tanggal 14 Februari 2020
12. Mohammad Danil Arifin, 2021, ***Pembuatan Sads (Ship Accident Database) Sebagai Upaya Peningkatan Keselamatan Pelayaran Di Indonesia***, Prosiding Seminar Hasil Penelitian Semester Ganjil 2020/2021. Vol 8 No. 1
13. Mohammad Danil Arifin, 2021, ***Pemanfaatan Maritime Big Data Untuk Pembuatan SADS (Ship Accident Database)***, Jurnal Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada. Vol 10 No. 3



ANALISA K3 PADA GALANGAN X MENGGUNAKAN METODE JSA DAN AS/NZS 4360

Anugrah Gilang¹, Mohammad Danil Arifin², Danny Faturachman^{2*}, Fanny Octaviani³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Darma Persada

²Dosen Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Darma Persada

³Dosen Jurusan Teknik Perkapalan, Universitas Darma Persada

*Koresponden: danilarifin.mohammad@gmail.com

ABSTRAK

Penerapan dari aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada dasarnya merupakan suatu kebutuhan, baik dari segi pertimbangan efisiensi maupun safety, atau kepatuhan terhadap aturan-aturan yang masih berlaku guna menciptakan tanggung jawab sosial dari perusahaan. Faktor penyebab akan terjadinya kecelakaan di tempat kerja dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lingkungan kerja, peralatan kerja, dan pengaruh faktor manusia (SDM), diantaranya bergurau ketika bekerja, motivasi yang kurang dan keterampilan pekerja yang kurang juga menjadi unsur penyebab utama terjadinya kecelakaan kerja dari aspek SDM, begitu juga kedisiplinan yang kurang dalam melaksanakan aturan yang telah ditetapkan, terutama pemakaian APD. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisa potensi dan bahaya apa saja yang dapat diidentifikasi terkait dengan proses pekerjaan di Galangan X dengan menggunakan JSA serta mengetahui nilai risiko tiap-tiap proses pekerjaan di Galangan X menggunakan standar AS/NZS 4360. Berdasarkan fakta yang didapatkan dan di kumpulkan dilapangan bahwa insiden yang terjadi di Galangan X sebanyak dalam beberapa periode terakhir terdapat 27 kejadian dengan distribusi sebagai berikut: Kecelakaan kerja 16 kejadian, kebakaran 5 kejadian, peledakan 1 kejadian, hampir celaka 0 kejadian, penyakit akibat kerja 2 kejadian, dan insiden lainnya 3 kejadian. Dimana besarnya nilai risiko pada proses pekerjaan reparasi di Galangan X dengan nilai risiko tinggi sebesar 28% (16 pekerjaan), nilai risiko menengah 22% (13 pekerjaan), kemudian nilai risiko rendah sebesar 14% (8 pekerjaan), dan nilai risiko sangat rendah sebesar 36% (21 pekerjaan).

Kata kunci : K3, Job Safety Assessment, AS/NZS 4360

1. PENDAHULUAN

Perilaku dari para pekerja dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja (K3) karyawan (Pekerja) harusnya menjadi prioritas utama dikarenakan angka atau kejadian kecelakaan kerja yang masih tinggi. Tujuan dari perilaku ini untuk menjamin K3 para karyawan dengan cara melibatkan berbagai unsur seperti: unsur manajemen, unsur tenaga kerja, waktu, kondisi dan lingkungan kerja yang saling terintegrasi sebagai upaya untuk mengurangi angka dan mencegah terjadinya kejadian kecelakaan kerja serta timbulnya suatu penyakit sebagai dampak dari pekerjaan yang telah dilakukan.

Hal ini terlihat dari data data kecelakaan kerja yang mana memberikan dampak kerugian yang relatif besar, baik terhadap karyawan maupun kerugian material. Adanya risiko yang akan dihadapi inilah, maka perlu diterapkan pentingnya pemahaman terkait dengan K3 dengan cara menerapkan pola pencegahan atau preventif terhadap kecelakaan yang akan dan sudah terjadi.

Penerapan dari aspek K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) pada dasarnya merupakan suatu kebutuhan, baik dari segi pertimbangan efisiensi maupun safety, atau kepatuhan terhadap aturan-aturan yang masih berlaku guna menciptakan tanggung jawab sosial dari perusahaan. Pertimbangan lainnya adalah dengan adanya perdagangan bebas (*Free Trade Barrier*) yang menuntut kepedulian terhadap sertifikasi produk dan perilaku keselamatan dan kesehatan kerja (K3), sistem manajemen lingkungan dan sistem manajemen mutu. Bahkan untuk saat ini, dalam ISO 9000:2000. perilaku keselamatan dan kesehatan kerja sudah menjadi prasyarat yang harus dipenuhi.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan upaya didalam melindungi tenaga kerja dan orang lainnya di tempat kerja/perusahaan selalu berada di dalam keadaan baik, selamat dan sehat, serta agar dapat memastikan bahwa setiap sumber produksi dapat dipergunakan dan dijalankan secara efisien dan nyaman (Kepmenaker Nomor 463/MEN/1993). OHSAS 18001:2007 juga mendefinisikan bahwa, K3 merupakan suatu kondisi dan faktor yang sangat penting dan berpengaruh dalam menjamin keselamatan dan kesehatan kerja para pekerja di tempat kerja. Disebutkan dalam UU Ketenagakerjaan No.13 Tahun 2003 pasal 87, bahwa tiap-tiap perusahaan diwajibkan untuk menerapkan dan menjalankan sistem manajemen K3 yang saling terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan.

Adanya pekerja yang kurang memiliki kemampuan dan tanggung jawab didalam mematuhi aturan dan prosedur keselamatan pribadi seperti penggunaan alat pelindung diri (APD), serta kesadaran dan kewaspadaan diri pekerja atas posisi tidak aman (*unsafe human acts*) yang kurang, serta kesadaran dan kewaspadaan diri pekerja atas lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*) dan banyaknya angka kecelakaan kerja yang terjadi, serta dan tidak adanya suatu mekanisme atau prosedur pendataan terhadap kecelakaan kerja yang terjadi pada Galangan X pada beberapa tahun terakhir, hal ini menjadi factor penghambat didalam melakukan suatu evaluasi terhadap kecelakaan yang terjadi baik itu berdasarkan jenis kecelakaan, frekuensi, lokasi yang memiliki potensi kecelakaan yang paling terjadi selama diterapkannya sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisa K3 pada Galangan X Menggunakan metode JSA dan AS/NZS 4360.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penyusunan penelitian ini terdiri dari beberapa poin diantaranya:

- Identifikasi bahaya serta potensi terjadinya kecelakaan pada Galangan X.
Pada tahap ini, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan identifikasi bahaya dan identifikasi potensi-potensi dari kecelakaan kerja pada Galangan X. Tujuan dari Langkah ini adalah untuk mengidentifikasi bahaya yang terdapat pada Galangan X.
- Interview dengan penanggung jawab pada bidang K3 di Galangan X
Langkah ini bertujuan untuk mengidentifikasi sistem tata kelola yang diterapkan oleh perusahaan terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Selain itu, tujuan dari langkah ini yaitu untuk mengetahui acuan apa yang digunakan perusahaan dalam melakukan pencegahan dan penanganan sebagai upaya untuk mencapai produktifitas yang maksimal.
- Interview dengan pekerja pada Galangan X
Langkah ini dilakukan untuk memperoleh data-data tambahan seperti: ketersediaan SOP, dan JOBDESK dan untuk verifikasi bahaya Secara umum, data-data tersebut diperoleh dengan cara observasi dan wawancara langsung dengan pihak-pihak terkait di kantor K3L pada Galangan X dan juga didapatkan dari studi literatur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Kecelakaan Kerja di Galangan X

Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan baik dengan melakukan observasi langsung, wawancara dengan pihak perusahaan dan para pekerja, serta berdasarkan form berita acara maka didapatkan informasi terkait dengan kecelakaan yang terjadi pada beberapa divisi yang ada di Galangan X diantaranya adalah: kecelakaan kerja, kebakaran, peledakan, hampir celaka, penyakit akibat kerja, dan insiden lainnya. Dimana kejadian kecelakaan dari tahun 2008 hingga 2019 dapat dilihat dengan ilustrasi pada gambar 1 sebagai berikut:



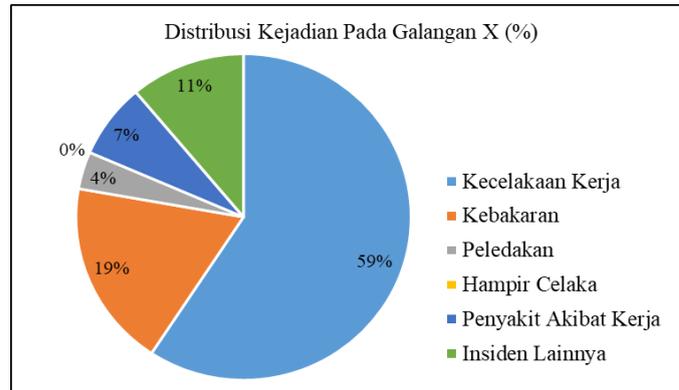
Gambar 1. Distribusi Kecelakaan Dari Tahun 2008-2019

Kemudian didapat rangkuman total kejadian dari beberapa divisi berdasarkan kejadian dilapangan, diantaranya adalah:

Tabel 1. Total kecelakaan digalangan X

No	Divisi	Jenis					Jumlah	
		Kecelakaan Kerja	Kebakaran	Peledakan	Hampir Celaka	Penyakit Akibat Kerja		Insiden Lainnya
1	Sarana Darat,Laut, Fasilitas	5					5	
2	Bengkel Pipa	4					4	
3	Bengkel kontruksi	2				1	3	
4	Outfitting	2					2	
5	Bengkel Mesin	1				1	2	
6	Bengkel Listrik	1					1	
7	Pemeliharaan	1					1	
8	Kejadian dikapal		5	1			6	
9	Lainnya						3	
TOTAL		16	5	1	-	2	3	27

Besarnya prosentase kejadian untuk tiap-tiap tipe kecelakaan yang terjadi pada Galangan X dapat diilustrasikan sesuai pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 2. Prosentase Kejadian Pada Galangan X

3.2. Analisa Potensi Kecelakaan Kerja

Berdasarkan atas hasil observasi yang telah dilakukan pada Galangan X, maka tahapan dari proses pekerjaan reparasi kapal dipilih untuk dibahas dan diidentifikasi dengan menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA). Berdasarkan pada tahapan tiap-tiap proses pekerjaan reparasi kapal ini, maka dapat diidentifikasi bahwa potensi kecelakaan kerja pada Galangan X adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Identifikasi sumber bahaya

No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak
1	2	3	4	5
1	Reparasi Kapal	Pengelasan & Pemotongan	Tersengat aliran listrik	Cidera ringan/berat/kematian
			Sinar Las	Cidera ringan/berat
			Terkena bara api	luka bakar ringan/berat
			Terkena material panas	luka bakar ringan/berat
			Debu / Asap las	Sesak nafas
			Sisa material	Menyebabkan luka pada kaki atau anggota badan lainnya
		Pekerjaan Gerinda Plat	Percikan api	luka bakar ringan/berat
			Tersengat aliran listrik	Cidera ringan/berat/kematian
			Percikan material gerinda	Cidera ringan/berat
			Sisa material	Menyebabkan luka pada kaki atau anggota badan lainnya
Flow Material	Berdebu	Sesak nafas		
		Material dari ketinggian	Tertimpah beban berat	

No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak		
			Kelalaian operator crane	Tertimpah beban berat/kematian		
			Kelalaian operasional alat	Cidera ringan/berat/kematian		
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat		
		Cutting Semi Otomatis		Kelalaian operasional alat	Cidera ringan/berat	
				Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	
				Kelalaian pekerja	Cidera ringan/berat	
				Percikan material panas	luka bakar ringan/berat	
2	Pembersihan Badan Kapal	Sekrap	Bekerja dibawah lambung kapal	Tertimpah beban berat/ringan		
			Bekerja diketinggian	Terjatuh dari ketinggian		
			Material jatuh	Tertimpah beban berat/ringan		
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat		
		Blasting		Bekerja dengan alat blasting	Menghirup pasir atau Terkena mata	
				Suara mesin blasting	Berkurangnya pendengaran	
				Bekerja di ketinggian	Terjatuh dari ketinggian	
				Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	
				Waterjet		Tekanan air tinggi
		Bekerja diketinggian	Terjatuh dari ketinggian			
		Tempat kerja licin	Cidera ringan/berat			
		Bekerja dibawah lambung kapal	Tertimpah beban berat/ringan			
				Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	
3	Pengecatan Badan Kapal			Pengecatan (lambung, Tangki-tangki bottom dll)	Bekerja di ketinggian	Terjatuh dari ketinggian
					Tempat kerja licin	Cidera ringan/berat
					Bekerja dibawah lambung kapal	Tertimpah beban berat/ringan
		Posisi bekerja	Cidera ringan/berat			
4	Kelistrikan	Pemasangan Instalasi Kabel	Percikan api arus pendek	Cidera ringan/berat		
			Gelombang elektromagnetik	Cidera ringan/berat		
			Arus Listrik	Cidera ringan/berat/kematian		
			Bekerja diketinggian	Terjatuh dari ketinggian		

No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak
5	Pemeriksaan Pemipaan		Oksigen terbatas	Sesak nafas
			Material dari ketinggian	Tertimpah beban berat/ringan
		Pengelasan & Pemotongan material pipa	Arus Listrik	Cidera ringan/berat
			Percikan api	luka bakar ringan/berat
			Sinar las	Cidera ringan/berat
			Sisa material (pipa)	Menyebabkan luka pada kaki atau anggota badan lainnya
			Material panas	luka bakar ringan/berat
			Asap las	Sesak nafas
			Bekerja diketinggian	Terjatuh dari ketinggian
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat
		Bongkar Pasang Valve Pipa	Tempat kerja licin	Cidera ringan/berat
			Kelalaian bongkar pasang peralatan kerja	Cidera ringan/berat
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat
			Bekerja diketinggian	Terjatuh dari ketinggian
		Pemasangan Pipa Ducting	Material dari ketinggian	Tertimpah beban berat/ringan
			Bekerja diketinggian	Terjatuh dari ketinggian
			Arus Listrik	Cidera ringan/berat
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat
		Install Pipping System dikapal	Tempat kerja licin	Cidera ringan/berat
			Sisa material berserakan	Menyebabkan luka pada kaki atau anggota badan lainnya
Bekerja di ketinggian	Terjatuh dari ketinggian			
Bekerja diruang terbatas	Cidera ringan/berat			
Gelap	Cidera ringan/berat			

Setelah risiko kecelakaan kerja telah teridentifikasi dengan (JSA), maka langkah selanjutnya dianalisa dengan menggunakan metode *Risk Assesment*. Risiko tersebut kemudian dinilai dan diberikan kemudian nilai skor resiko dari masing-masing proses dapat diketahui. Sehingga, nantinya berdasarkan skor resiko tersebut akan ditentukan proses mana yang akan menjadi prioritas untuk dimitigasi. Hasil penilaian risiko indeks akhir dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Penilaian risiko kerja

Kegiatan	No	Risiko	Indeks Kemungkinan	Indeks Konsekuensi	Rating Risiko	Nilai
2	3	4	5	6	7	8
Pengelasan & Pemotongan	1	Tersengat aliran listrik	4	5	T	9
	2	Sinar Las	2	1	S	3
	3	Terkena bara api	4	3	M	7
	4	Terkena material panas	3	1	S	4
	5	Debu / Asap las	2	1	S	3
	6	Sisa material	2	2	S	4
Pekerjaan Gerinda Plat	7	Percikan api	4	3	M	7
	8	Tersengat aliran listrik	4	5	T	9
	9	Percikan material gerinda	2	2	S	4
	10	Sisa material	2	2	S	4
	11	Berdebu	2	1	R	3
Flow Material	12	Material dari ketinggian	4	5	T	9
	13	Kelalaian operator crane	3	4	M	7
	14	Kelalaian operasional alat	3	5	T	8
	15	Posisi bekerja	4	3	M	7
Cutting Semi Otomatis	16	Kelalaian operasional alat	4	4	T	8
	17	Posisi bekerja	4	3	M	7
	18	Kelalaian pekerja	4	3	M	7
	19	Percikan material panas	4	3	M	7
Sekrap	20	Bekerja dibawah lambung kapal	2	2	S	4
	21	Bekerja diketinggian	4	4	T	8
	22	Material jatuh	3	3	R	6
	23	Posisi bekerja	4	3	M	7

Kegiatan	No	Risiko	Indeks Kemungkinan	Indeks Konsekuensi	Rating Risiko	Nilai
Blasting	24	Bekerja dengan alat blasting	4	5	T	9
	25	Suara mesin blasting	4	4	T	8
	26	Bekerja di ketinggian	4	5	T	9
	27	Posisi bekerja	4	5	T	9
Waterjet	28	Tekanan air tinggi	2	1	S	3
	29	Bekerja diketinggian	4	3	M	7
	30	Tempat kerja licin	3	1	S	4
	31	Bekerja dibawah lambung kapal	2	1	S	3
	32	Posisi bekerja	2	1	S	3
Pengecatan (lambung, Tangki-tangki bottom dll)	33	Bekerja di ketinggian	4	5	T	9
	34	Tempat kerja licin	3	2	R	5
	35	Bekerja dibawah lambung kapal	4	4	T	8
	36	Posisi bekerja	4	5	T	9
Pemasangan Instalasi Kabel	37	Percikan api arus pendek	3	5	T	8
	38	Gelombang elektromagnetik	3	1	S	4
	39	Arus Listrik	4	5	T	9
	40	Bekerja diketinggian	2	1	S	3
	41	Oksigen terbatas	2	1	S	3
	42	Material dari ketinggian	2	1	S	3
Pengelasan & Pemotongan material pipa	43	Arus Listrik	4	5	T	9
	44	Percikan api	3	2	R	5
	45	Sinar las	2	1	S	3

Kegiatan	No	Risiko	Indeks Kemungkinan	Indeks Konsekuensi	Rating Risiko	Nilai
	46	Sisa material (pipa)	2	1	S	3
	47	Material panas	3	2	R	5
	48	Asap las	3	2	R	5
	49	Bekerja diketinggian	3	3	R	6
	50	Posisi bekerja	2	1	S	3
Bongkar Pasang Valve Pipa	51	Tempat kerja licin	3	3	R	6
	52	Kelalaian bongkar pasang peralatan kerja	4	3	M	7
	53	Posisi bekerja	4	3	M	7
	54	Bekerja diketinggian	4	3	M	7
Pemasangan Pipa Ducting	55	Material dari ketinggian	3	1	S	4
	56	Bekerja disentangling	4	2	R	6
	57	Arus Listrik	3	4	M	7
	58	Posisi bekerja	2	1	S	3

Berdasarkan tabel diatas yang telah diberikan nilai menggunakan metode JSA, maka diperoleh gambaran pemetaan nilai resiko untuk masing-masing proses pekerjaan reparasi yaitu dengan pembacaan rating tingkat kemungkinan dan rating tingkat konsekuensi atau akibat diilustrasikan dalam bentuk matriks 6 x 6.

Tabel 4. Hasil Rangkuman Rating

		RATING TINGKAT AKIBAT / KONSEKUENSI					
		1	2	3	4	5	6
RATING TINGKAT KEMUNGKINAN	6	7 Moderat (M)	8 Tinggi (T)	9 Tinggi (T)	10 Sangat Tinggi (E)	11 Sangat Tinggi (E)	12 Sangat Tinggi (E)
	5	6 Rendah (R)	7 Moderat (M)	8 Tinggi (T)	9 Tinggi (T)	10 Sangat Tinggi (E)	11 Sangat Tinggi (E)
	4	5 Rendah (R)	6 Rendah (R) 56,	7 Moderat (M) 3,7,15,17,18,19, 23,29,52,53,54	8 Tinggi (T) 16, 21,25,35,	9 Tinggi (T) 1,8,12,24,26,2 7, 33,36,39,43,	10 Sangat Tinggi (E)
	3	4 Sangat Rendah (S) 4,30,38,55	5 Rendah (R) 34,44,47,48,	6 Rendah (R) 22,49,51,	7 Moderat (M) 13,57,	8 Tinggi (T) 14,37,	9 Tinggi (T)
	2	3 Sangat Rendah (S) 2,5,11,28,31,32,40 41,42,45,46,50,58	4 Sangat Rendah (S) 6,9,10,20,	5 Rendah (R)	6 Rendah (R)	7 Moderat (M)	8 Tinggi (T)
	1	2 Sangat Rendah (S)	3 Sangat Rendah (S)	4 Sangat Rendah (S)	5 Rendah (R)	6 Rendah (R)	7 Moderat (M)

Pengidentifikasi risiko beserta Penilaian Risiko berdasarkan Tabel yang telah dibuat diatas, maka di tanggulangi dengan Mitigasi Risiko untuk menghindari atau memperkecil kemungkinan ataupun akibat dari risiko dari tiap-tiap pekerjaan yang dilakukan. Maka contoh hasil mitigasi dari tiap pekerjaan ada didalam tabel berikut

Tabel 5. Mitigasi Risiko

No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak	Mitigasi Risiko
1	2	3	4	5	6
1	Reparasi Kapal	Pengelasan &	Tersengat aliran listrik	Cidera ringan/berat/kematian	Sarung tangan

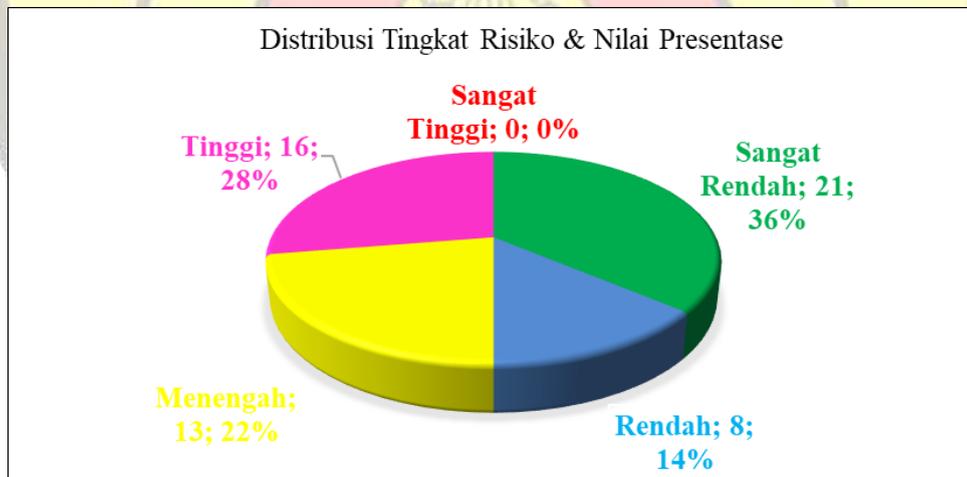
No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak	Mitigasi Risiko
		Pemotongan	Sinar Las	Cidera ringan/berat	Welding full mask
			Terkena bara api	luka bakar ringan/berat	Rompi las, Sarung tangan, Sepatu safety
			Terkena material panas	luka bakar ringan/berat	Sepatu safety, safety line
			Debu / Asap las	Sesak nafas	Masker, Kacamata safety
			Sisa material	Menyebabkan luka pada kaki atau anggota badan lainnya	Sepatu safety
		Pekerjaan Gerinda Plat	Percikan api	luka bakar ringan/berat	Wearpack, Pembahasan lokasi kerja, APAR
			Tersengat aliran listrik	Cidera ringan/berat/kematian	Sarung tangan, Sepatu safety
			Percikan material gerinda	Cidera ringan/berat	Kacamata, Sarung tangan, Katelpak, Masker
			Sisa material	Menyebabkan luka pada kaki atau anggota badan lainnya	Sepatu safety
			Berdebu	Sesak nafas	Masker, Kacamata safety
		Flow Material	Material dari ketinggian	Tertimpah beban berat	Helm safety, Safety line, Sirine
			Kelalaian operator crane	Tertimpah beban berat/kematian	Safety line
			Kelalaian operasional alat	Cidera ringan/berat/kematian	Safety line
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	Rotasi Kerja
		Cutting Semi Otomatis	Kelalaian operasional alat	Cidera ringan/berat	Intruksi kerja, Sarung tangan
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	Rotasi Kerja
			Kelalaian pekerja	Cidera ringan/berat	Intruksi kerja, Sarung tangan

No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak	Mitigasi Risiko	
			Percikan material panas	luka bakar ringan/berat	Intruksi kerja, Sarung tangan, Wearpack	
2	Pemberihan Badan Kapal	Sekrap	Bekerja dibawah lambung kapal	Tertimpah beban berat/ringan	Rotasi Kerja	
Bekerja diketinggian			Terjatuh dari ketinggian	Safety Belt		
Material jatuh			Tertimpah beban berat/ringan	Safety glasses		
Posisi bekerja			Cidera ringan/berat	Intruksi kerja		
Blasting		Bekerja dengan alat blasting	Menghirup pasir atau Terkena mata	Masker, Kacamata safety		
		Suara mesin blasting	Berkurangnya pendengaran	Ear plug, Rotasi kerja		
		Bekerja di ketinggian	Terjatuh dari ketinggian	Safety Belt		
		Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	Rotasi Kerja		
Waterjet		Tekanan air tinggi	Cidera ringan/berat	Rotasi Kerja		
		Bekerja diketinggian	Terjatuh dari ketinggian	Safety Belt		
		Tempat kerja licin	Cidera ringan/berat	Sepatu safety		
		Bekerja dibawah lambung kapal	Tertimpah beban berat/ringan	Rotasi Kerja		
		Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	Intruksi Kerja		
3		Pengecatan Badan Kapal	Pengecatan (lambung, Tangki-tangki bottom dll)	Bekerja di ketinggian	Terjatuh dari ketinggian	Safety Belt
Tempat kerja licin				Cidera ringan/berat	Sepatu Safety	
Bekerja dibawah lambung kapal				Tertimpah beban berat/ringan	Helm, Safety Glasses	
Posisi bekerja	Cidera ringan/berat			Rotasi kerja		
4	Kelistrikan	Pemasangan	Percikan api arus pendek	Cidera ringan/berat	Sarung Tangan, Wearpack	

No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak	Mitigasi Risiko
5		Instalasi Kabel	Gelombang elektromagnetik	Cidera ringan/berat	Intruksi kerja
			Arus Listrik	Cidera ringan/berat/kematan	Sarung tangan
		Bekerja diketinggian		Terjatuh dari ketinggian	Safety Belt
		Oksigen terbatas		Sesak nafas	Rotasi kerja, Blower
		Material dari ketinggian		Tertimpah beban berat/ringan	Helm, Sepatu safety
	Pemeriksaan Pemipaan	Pengelasan & Pemotongan material pipa	Arus Listrik	Cidera ringan/berat	Perawatan instalasi, Sarung tangan
	Percikan api		luka bakar ringan/berat	Sarung tangan, Sepatu safety, Wearpack	
	Sinar las		Cidera ringan/berat	Welding full mask	
	Sisa material (pipa)		Menyebabkan luka pada kaki atau anggota badan lainnya	Pembersihan, Sepatu safety	
	Material panas		luka bakar ringan/berat	Safety line, Katelpak, Sepatu safety	
	Asap las		Sesak nafas	Masker	
	Bekerja diketinggian		Terjatuh dari ketinggian	Safety Belt	
	Posisi bekerja		Cidera ringan/berat	Rotasi bekerja	
		Bongkar Pasang Valve Pipa	Tempat kerja licin	Cidera ringan/berat	Sepatu safety
	Kelalaian bongkar pasang peralatan kerja		Cidera ringan/berat	Sarung tangan	
Posisi bekerja		Cidera ringan/berat	Rotasi bekerja		
Bekerja diketinggian		Terjatuh dari ketinggian	Safety belt		
Pemasangan Pipa Ducting	Material dari ketinggian		Tertimpah beban berat/ringan	Helm safety, sepatu safety	
Bekerja diketinggian		Terjatuh dari ketinggian	Safety belt		

No	Tahapan Proses	Kegiatan	Risiko	Dampak	Mitigasi Risiko
			Arus Listrik	Cidera ringan/berat	Sarung Tangan
			Posisi bekerja	Cidera ringan/berat	Rotasi kerja

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan berbagai macam tingkat risiko dari kategori Sangat Tinggi, Tinggi, Menengah, Rendah hingga Sangat Rendah maka dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Grafik tersebut terlihat bahwa jumlah risiko sangat rendah hingga rendah sudah cukup baik ditangani, namun pihak Galangan X perlu melakukan evaluasi tingkat keamanan dan keselamatan kerja dikarenakan masih adanya tingkat risiko kerja menengah hingga tinggi, dimana pekerjaan ini mempunyai risiko yang cukup membuat karyawan hingga perusahaan mengalami kerugian. Risiko pekerjaan yang masih tinggi ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kelalaian pekerja dalam memakai Alat Pelindung Diri (APD). Berdasarkan analisa dilapangan, kurangnya kesadaran dari pekerja serta pengawasan dari pihak kantor membuat beberapa pekerjaan memiliki risiko yang masih tergolong cukup tinggi. Maka perbaikan yang dilakukan paling baik adalah dengan cara pelatihan K3 untuk semua karyawan, serta pengawasan pemakaian Alat Pelindung Diri, dimana APD ini tidak lain bertujuan untuk melindungi karyawan dari kecelakaan ringan hingga kematian yang berakibat merugikan pekerja maupun perusahaan



Gambar 1. Distribusi Tingkat Risiko dan Nilai Persentase (%)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan fakta yang didapatkan dan di kumpulkan dilapangan bahwa insiden yang terjadi di Galangan X sebanyak dalam beberapa periode terakhir terdapat 27 kejadian dengan distribusi sebagai berikut: Kecelakaan kerja 16 kejadian, kebakaran 5 kejadian, peledakan 1 kejadian, hampir celaka 0 kejadian, penyakit akibat kerja 2 kejadian, dan insiden lainnya 3 kejadian. Dimana besarnya nilai risiko pada proses pekerjaan reparasi di Galangan X dengan nilai risiko tinggi sebesar 28% (16 pekerjaan), nilai risiko menengah 22% (13 pekerjaan), kemudian nilai risiko rendah sebesar 14% (8 pekerjaan), dan nilai risiko sangat rendah sebesar 36% (21 pekerjaan). Mengacu pada besarnya nilai risiko,

maka perlu dilakukan mitigasi resiko. Dimana, mitigasi disesuaikan dengan mempertimbangkan jenis dampak akibat serta bahaya yang terjadi. Misalnya agar tidak tersengat aliran listrik harus menggunakan sarung tangan, agar tidak terkena percikan api harus menggunakan wearpack.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdullah, Kharis, and Budie Santosa, 2019, ***Analisis Kekuatan Konstruksi Graving Dock Gate Menggunakan Metode Elemen Hingga***, Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan 16(2):41–48. doi: 10.14710/kapal.v16i2.19157.
2. Amiruddin, Wilma, Dwi Winanto, Hari Fantio, 2013, ***Perancangan Floating Dock Untuk Daerah Perairan.*** 10(2):88–97, Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro
3. Ardana, I Komang, dkk, 2012, ***Manajemen Sumber Daya Manusia.*** Graha Ilmu, Yogyakarta
4. AS/NZS4360, 2004, ***Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004***, Nature 428(6983):592–592.
5. Dainur, 1993, ***Materi-Materi Pokok Ilmu Kesehatan Masyarakat***, Widya Medika, Jakarta
6. F. Keifer GEffenberger, 1967, “**濟無**No Title No Title No Title.” *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. 6–27.
7. Fitria, 2013, “**濟無**No Title No Title.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689–99.
8. Flippo, Edwin B, 1995, ***Manajemen Personalia Edisi VI Jilid 2***, Erlangga, Jakarta
9. Gunara, Santoso, 2017, ***Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja***, Occupational Health and Safety Guidebook 1:1–152.
10. Hadiningrum, Kunlestiowati, 2003, ***Keselamatan Dan Kesehatan Kerja***, Politeknik Negri Bandung, Bandung
11. Husni, Lalu, 2003, ***Hukum Ketenagakerjaan Indonesia***, PT.Raja Grafindo Persada, Jakarta
12. International Safety Equipment Association, 2015, ***Personal Fall Protection Equipment – Anchor Devices***, Use and Selection Guide (1):1–28.
13. Kuswana, W, 2014, ***Ergonomi Dan K3 Kesehatan Keselamatan Kerja***, PT. Remaja Rosdakarya, Bandung
14. Mathis, R.L & Jackson, J. 2006, . ***Manajemen Sumber Daya Manusia***, Salemba Empat, Jakarta
15. Moekjizat, 2004, ***Manajemen Lingkungan Kerja***, Mandar Maju, Bandung
16. Mondy, R. W, 2008, ***Manajemen Sumber Daya Manusia. 10th ed***, Erlangga, Jakarta
17. Rizki, Kiki, Amir Roehan, and Arie Desrianty, 2014, ***Usulan Perbaikan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assesment (HIRA)***, 02(02).
18. Sipil, Fakultas Teknik, and Jakarta Pusat. n.d, ***Metode Pelaksanaan Konstruksi ‘ Alat Pelindung Diri Dalam K3 ’ Alat Alat Pelindung Diri Dalam K3***
19. Sucipto, Cecep Dani, 2014, ***Keselamatan Dan Keselamatan Kerja***, Gosyen Publishing, Yogyakarta
20. Suma'mur, 1981, ***Keselamatan Kerja Dan Pencegahan Kecelakaan***, Gunung Agung, Yogyakarta
21. Mohammad Danil Arifin, Fanny Octaviani, 2022. ***Occupational Health and Safety Analysis Using HIRA and AS/NZS 4360:2004 Standard at XYZ Shipyard***, International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. Vol 7. No. 3 pp 145-152.

ANALISA PENGHEMATAN ENERGI PADA KAPAL PENUMPANG-BARANG (CARGO – PASSENGER) 850 DWT DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERUBAHAN RATING PADA GENERATOR

Aldyn Clinton Partahi Oloan^{1*}, Mohammad Danil Arifin², Ayom Buwono³

^{1,2,3}Dosen Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada

*Koresponden : clintonaldyn19@gmail.com, aldyn_clinton@ftk.unsada.ac.id

ABSTRAK

Kapal adalah Kendaraan pengangkut Penumpang di laut pada semua daerah yang mempunyai perairan tertentu. Saat ini kebutuhan bahan bakar untuk operasional kapal sangat tinggi sekitar 45% - 67% dari total biaya operasional perusahaan. Hal ini menyebabkan biaya kebutuhan untuk konsumsi bahan bakar menjadi tinggi. Saat ini sudah banyak perusahaan pelayaran, dan pelabuhan yang membuat metode untuk melakukan penghematan energi, tapi belum ada metode yang jelas untuk menganalisa potensi penghematan energi di Kapal. Oleh Sebab itu saat ini Perusahaan Pelayaran mendesak agar dibuatkan Metode yang tepat untuk melakukan Potensi Penghematan Energi di Kapal. Pada Penelitian kali ini akan membahas mengenai Potensi penghematan energi pada kapal Khususnya Kapal Cargo Passenger 850 DWT dengan menggunakan metode perubahan rating pada generator. Dari segi kelistrikan kapal ini menghasilkan daya yang cukup besar sehingga mengakibatkan tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk konsumsi bahan bakar, oleh sebab itu kebutuhan kelistrikan pada Kapal – Kapal diatas akan di klasifikasikan menjadi 4 Keadaan : Keadaan Kapal Saat Berlayar, Keadaan Kapal Saat Keluar Masuk Pelabuhan, Keadaan Kapal saat Bongkar Muat, dan Keadaan Kapal saat sedang Berlabuh. Setelah dilakukan Analisa Potensi Penghematan Energi pada Kapal dapat diketahui Efisiensi Energi saat Kapal sedang berlayar adalah 14,64%, Saat sedang Keluar Masuk Pelabuhan 23,53%, Saat Sedang Bongkar Muat 22,14%, dan Saat Sedang Berlabuh adalah 22,28%.

Kata kunci : Kapal, Efisiensi Energi, Rating Generator.

1. PENDAHULUAN

Kapal Penumpang - barang atau kapal Cargo - Passengers adalah kapal yang membawa Penumpang, dan barang dari suatu pelabuhan ke pelabuhan lainnya[1]. Kapal Cargo Passengers pada umumnya didesain khusus untuk tugasnya, melayani penumpang – barang pada pelayaran pantai (Perintis) dilengkapi dengan crane dan mekanisme lainnya untuk bongkar muat. Saat ini industri perkapalan sedang melakukan peningkatan efisiensi energi[2]. Meskipun demikian, perusahaan pelayaran tampaknya enggan untuk mengadopsi langkah-langkah teknis dan operasional yang dapat menghemat biaya ini, yang bertujuan mengurangi biaya energi[3]. Fenomena seperti ini nampaknya tidak spesifik untuk industri perkapalan dan biasanya disebut sebagai kesenjangan efisiensi energi[4]. Belum ada dasar yang dapat digunakan untuk menunjukkan keberhasilan atau kegagalan mengenai

peningkatan efisiensi secara keseluruhan[5]. Saat ini, konsep efisiensi energi atau optimalisasi energi di kapal telah menjadi salah satu masalah utama di seluruh dunia. Untuk itu guna meningkatkan efisiensi energi pada kapal dapat dilakukan perubahan operasional misalnya, pengurangan kecepatan kapal. Hal tersebut dapat mengurangi biaya untuk operasional kapal[6]. Meskipun efek pengurangan biaya dari beberapa teknologi baru tersebut telah cukup baik, namun nampaknya perusahaan masih enggan untuk berinovasi meskipun ada keuntungan finansial dan sosial[7]. Untuk itu metode ini diharapkan dapat meyakinkan pihak perusahaan untuk dapat melakukan penghematan energi di kapal[8].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data Yang Digunakan

Metode yang digunakan adalah Metode Perubahan Rating Pada Generator dengan data survey dari lapangan.



Gambar 1. Kapal Penumpang Barang 850 DWT

Data Utama Ukuran Kapal

- Panjang Keseluruhan Kapal (*LOA*) : 61,48 m
- Panjang Garis Tegak Kapal (*LBP*) : 54,90m
- Sarat air (*T*) : 3,40 m
- Lebar Kapal (*B*) : 12,41 m
- Tinggi Kapal (*H*) : 5,01 m
- Tonnase Bobot Mati Kapal : 297 ton
- Kecepatan Kapal : 12 *Knots*

2.2 Metode Penelitian

2.2.1. Metode Perubahan Rating Pada Generator

Metode ini adalah Metode yang akan dikembangkan pada penelitian Kali ini yaitu dengan cara mengubah Generator yang sudah ada dikapal sesuai dengan Peringkat Beban yang sesuai. Seperti telah dijelaskan sebelumnya sudah banyak Metode yang dibuat untuk Potensi Penghematan Energi pada Kapal dan Industri Perkapalan tapi belum ada Metode yang Jelas yang mampu memberikan dampak yang signifikan untuk

Potensi Penghematan Energi di Kapal. Berikut adalah langkah – langkah untuk Melakukan Metode Penghematan Energi dengan cara Mengubah Rating Generator.

Langkah – Langkah tersebut diantaranya :

1. Mengumpulkan Data Primer Kapal (*General Arrangement, Main Switchboard Single Line Plant, Wiring Diagram*).
2. Mengumpulkan Data Besaran Listrik di Kapal.
3. Menghitung Kapasitas Ruangan untuk Sistem Penerangan di Kapal.
4. Menghitung Kapasitas Ruangan untuk Sistem Pendingin Kapal.
5. Menghitung Kapasitas Peralatan Peremesinan kapal
6. Menghitung Peralatan Akomodasi & Kipas Ventilasi Udara
7. Menghitung Peralatan Listrik untuk Navigasi & Komunikasi
8. Membagi Kelompok Permesinan menjadi 4 Keadaan : Keadaan Saat Berlayar, Keadaan Saat Keluar Masuk Pelabuhan, Keadaan Saat Bongkar Muat, dan Keadaan saat Berlabuh
9. Mengelompokkan Komponen Permesinan Berdasarkan Rating Pada Generator.
10. Menghitung Potensi Penghematan Energi pada Kapal.

2.2.2. Rumus Perhitungan

a. Kebutuhan Lampu di Kapal

Untuk menentukan jumlah unit lampu yang digunakan di Kapal maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times A}{\text{lumen} \times UF \times LLF} \quad (1)$$

Dimana :

N = Jumlah Pencahayaan Lampu yang dibutuhkan setiap ruangan.

E = Standar iluminasi berdasarkan tipe ruangan (Lux)

A = Luas Area (m²)

Lumen = Keluaran Cahaya sesuai dengan spesifikasi lampu

UF = Faktor Utilisasi

LLF = Faktor Rugi – Rugi Cahaya.

b. Perhitungan Daya Mesin di Kapal

Daya Mesin di Kapal adalah daya yang dibutuhkan oleh *Main Engine* untuk menggerakkan Kapal (memutar baling – baling). Untuk Menghitung Daya Mesin pada Kapal digunakan Rumus :

$$\text{BHP} = \text{SHP} + (\text{Kerugian Letak Kamar Mesin (3-5)\%} + \text{Kerugian Gear Box (2-3)\%} + \text{Sea Margin (10-15)\%}) \quad (2)$$

c. Kebutuhan Bahan Bakar di Kapal

Pada mesin diesel, bahan bakar yang digunakan adalah HFO (*Heavy Fuel Oil*).

Untuk menghitung Konsumsi Bahan Bakar pada Kapal digunakan Rumus [11] :

$$W_{fo} = 2 \times \text{BHP} \times \text{SFOC} \times t \times 10^{-6} \times (1,3 \sim 1,5) \text{ (ton)} \quad (3)$$

$$t = S/V_s$$

Dimana :

BHP = Daya Mesin Kapal

SFOC = Kebutuhan Bahan Bakar pada Kapal

t = waktu tempuh

S = Radius Pelayaran

V_s = Kecepatan Kapal

Faktor 1,3 – 1,5 adalah faktor cadangan untuk : *Fuel Rest in Tanks, Wind, Seaway, waiting time*.

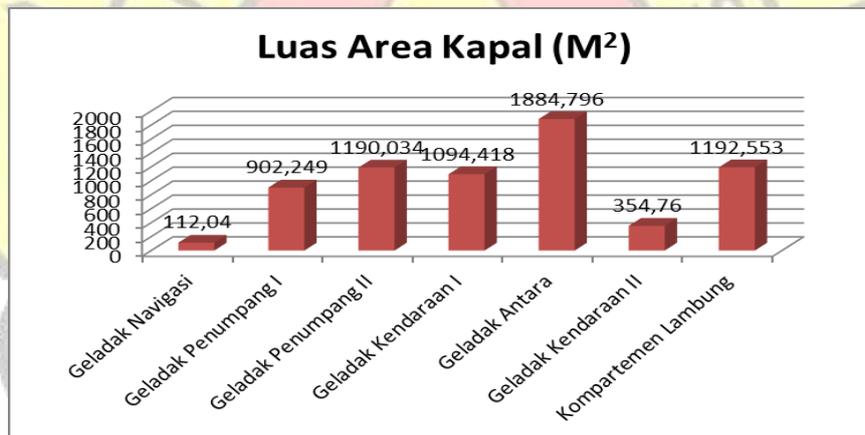
- d. Untuk menghitung Daya Total di Kapal dapat menggunakan Rumus :
 Daya Total = $CL + (Factor\ diversity \times IL)$ (4)
 Dimana :
 CL = *Continuous Load* (KW)
 IL = *Intermiten Load* (KW)
 Faktor Diversity = Diambil 0,7
- e. Untuk Menghitung Efisiensi Energi di Kapal dapat Menggunakan Rumus :
 Dimana : Daya Total = $Continuous\ Load + 0,7 \times Intermiten\ Load$ (5)
 CL = *Continuous Load* (KW)
 IL = *Intermiten Load* (KW)
 Faktor Diversity = Diambil 0,7
- f. Untuk Menghitung Daya Total di Kapal dapat Menggunakan Rumus:
 $Efisiensi\ Energi = \frac{Potensi\ Penghematan\ Energi}{Daya\ Total} \times 100\ %$ (6)
 Dimana : Daya Total : $Continuous\ Load + 0,7 \times Intermiten\ Load$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Beban Listrik Sistem Penerangan

a. Luas Area Kapal

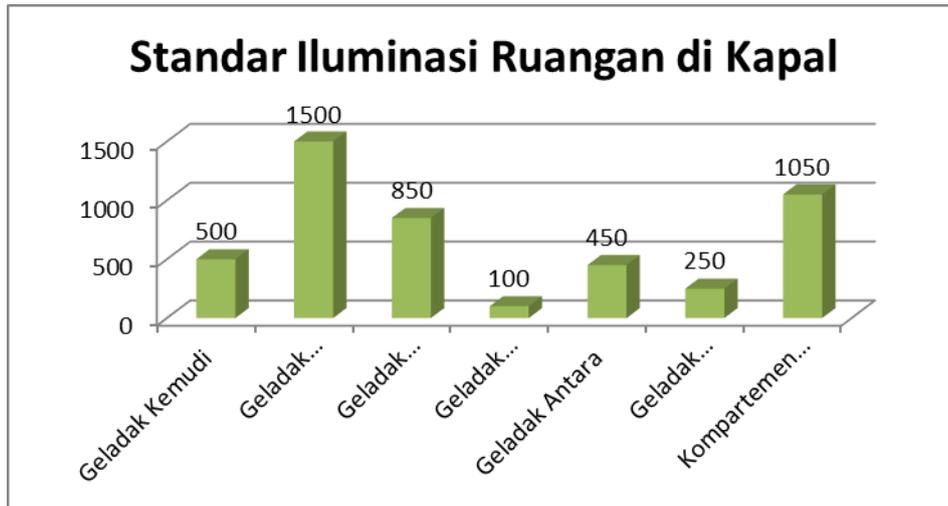
Data-data Luas Area Kapal didapat dari Panjang x Lebar dari Setiap Ruangannya di Kapal.



Grafik 1. Luas Area Kapal

b. Standar Iluminasi Ruangannya di Kapal

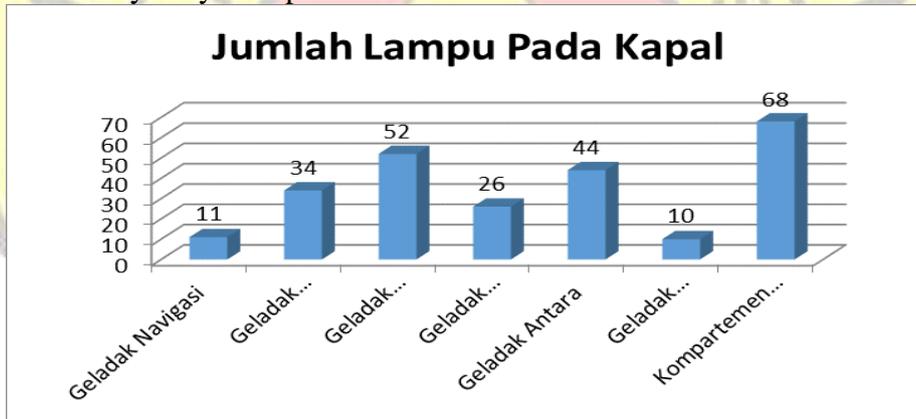
Total iluminasi yang dibutuhkan dalam setiap ruangannya di kapal adalah sebagai berikut :



Grafik 2. Standar Iluminasi Ruangan di Kapal

c. Jumlah Lampu Pada Kapal

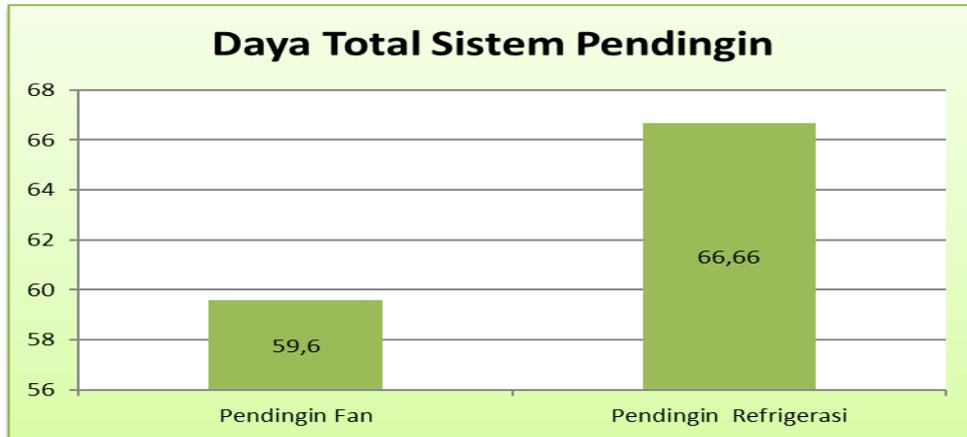
Cahaya keluaran dari luminary akan berkurang seiring dengan bertambahnya usia pemakaian karena terjadinya akumulasi debu dan kotoran pada lampu. Faktor ini berkisar 0,8 – 0,9. Diasumsikan faktor rugi cahaya = 0,8 jarak minimum antara luminary diatur berdasarkan besarnya daya lampu tersebut.



Grafik 3. Jumlah Lampu di Kapal

3.2 Daya Total Sistem Pendingin

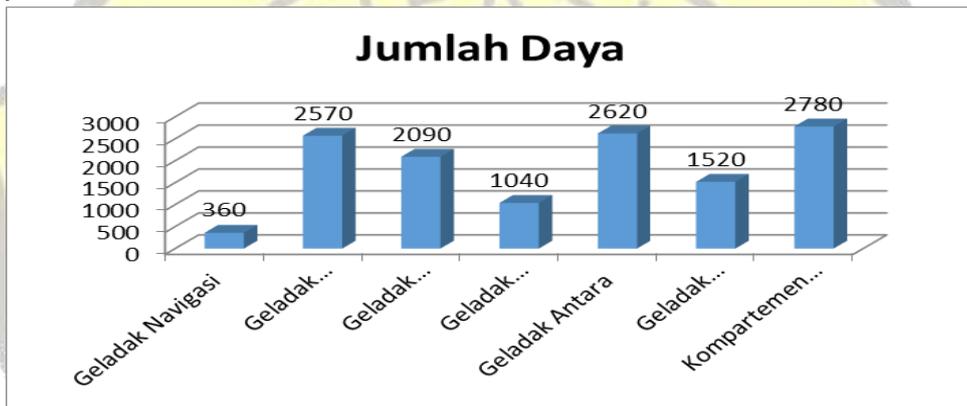
Untuk Total Daya Komponen – Komponen Sistem Pendingin di Kapal adalah Sebagai Berikut :



Grafik 4. Daya Total Sistem Pendingin di Kapal

3.3. Jumlah Daya Tiap Geladak

Dari Hasil Perhitungan Total Jumlah Daya pada setiap geladak adalah sebagai berikut :



Grafik 5. Jumlah Daya di Kapal

3.4 Perhitungan Perencanaan Generator

Berdasarkan *Rules BKI* [15]. Setiap kapal harus memiliki minimum 2 (dua) buah *independent generating set*. Perhitungan kapasitas dari generating sets dihitung dimana apabila salah satu *generating set* rusak, *generating set* lainnya mampu mensuplai kebutuhan seperti:

- Kondisi Normal Pelayaran dan Keselamatan Kapal
- Kondisi minimum kenyamanan dalam kapal meliputi :
 1. Penerangan yang cukup
 2. Refrigerasi
- Ventilasi memadai dan sanitari serta penyediaan air minum.

Daya yang di Butuhkan Pada Berbagai Kondisi Kapal :

➤ Kondisi Saat Berlayar

$$\text{Daya Total} = CL + (\text{Factor diversity} \times IL)$$

Dimana :

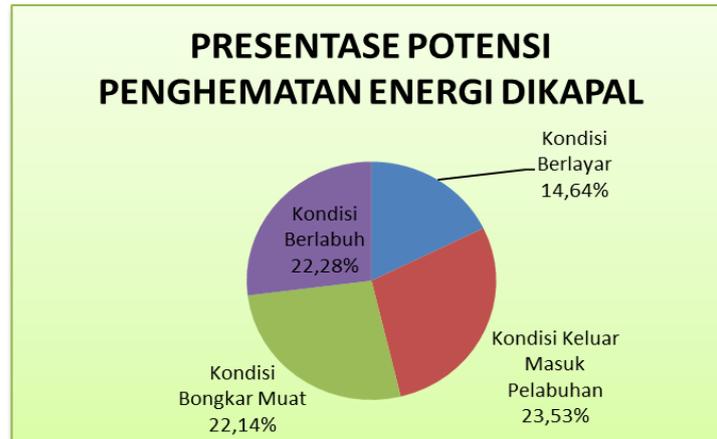
$$CL = \text{Continuous Load (KW)}$$

$$IL = \text{Intermiten Load (KW)}$$

- Faktor Diversity* = Diambil 0,7
Maka :
Daya Total = $84,04 + (0,7 \times 250)$
= 259,04 KW
- Kondisi Saat Keluar Masuk Pelabuhan
Daya Total = $CL + (Factor\ diversity \times IL)$
Dimana :
CL = *Continuos Load (KW)*
IL = *Intermiten Load (KW)*
Faktor Diversity = diambil 0,7
Maka :
Daya Total = $84,04 + (0,7 \times 246,6)$
= 256,66 KW
- Kondisi Saat Bongkar Muat
Daya Total = $CL + (Factor\ diversity \times IL)$
Dimana :
CL = *Continuos Load (KW)*
IL = *Intermiten Load (KW)*
Faktor Diversity = diambil 0,7
Maka :
Daya Total = $140,96 + (0,7 \times 261)$
= 323,66 KW
- Kondisi Saat Berlabuh
Daya Total = $CL + (Factor\ diversity \times IL)$
Dimana :
CL = *Continuos Load (KW)*
IL = *Intermiten Load (KW)*
Faktor Diversity = diambil 0,7
Maka :
Daya Total = $19,55 + (0,7 \times 2,94)$
= 21,608 KW

3.5 Hasil Potensi Penghematan Energi

Setelah dilakukan Metode Perubahan Rating pada Generator Maka di dapatkan Potensi Penghematan 4 Keadaan pada kapal sebagai berikut :



Grafik 6. Potensi Penghematan Energi

4. KESIMPULAN

1. Banyak metode yang dibuat untuk potensi penghematan energi di pelabuhan, maupun di kapal tapi belum ada Metode yang membahas secara detail tentang Metode Potensi Penghematan Energi di Kapal.
2. Metode Perubahan Peringkat Beban Pada Generator terdiri dari 10 Langkah, dan dapat digunakan untuk menghemat potensi energi di Kapal.
3. Dari Hasil Analisa dapat disimpulkan Kebutuhan Listrik terbesar dikapal adalah saat Keadaan Kapal Hasil sedang Bongkar Muat karena pada saat Bongkar Muat mengaktifkan seluruh komponen peralatan mesin termasuk crane - crane.
4. Dari Hasil Analisa Potensi Penghematan terbesar yang dapat dilakukan adalah saat kapal keluar masuk pelabuhan.
5. Dengan menggunakan Metode Perubahan Rating Generator Efisiensi Energi yang di dapat saat Kapal sedang berlayar adalah 14,64%, Saat sedang Keluar Masuk Pelabuhan 23,53%, Saat Sedang Bongkar Muat 22,14%, dan Saat Sedang Berlabuh adalah 22,28%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fransesco Baldi, 2014, *Energy Analysis Of Ship Energy Systems - The Case of A Chemical Tanker*. The 6th International Conference on Applied Energy - ICAE
2. W. Haribowo, E. S. Hadi, F. Teknik, and U. Diponegoro, *Analisa Hambatan Pada Variasi Bentuk Lambung Kapal Ikan Tradisional Catamaran dengan Metode CFD*, vol. 4, no. 1, pp. 64–73.
3. Gaguk Suhardjito, 2016, *Tentang Rencana Umum Kapal*.
4. P. J. Ballou, 2013, *Ship Energy Efficiency Management Requires A Total Solution Approach*, Mar. Technol. Soc. J., vol. 47, no. 1, pp. 83–95
5. [5] H. Johnson and K. Andersson, 2016, *Barriers To Energy Efficiency in Shipping*, *WMU J. Marit. Aff.*, vol. 15, no. 1, pp. 79–96
6. [6] Ramy El Geneidy, 2016, *Increasing Energy Efficiency in Passenger Ships by Novel Energy Conservation Measures*. Journal of Marine Engineering and Technology, ISSN:2046-4177
7. [7] C. Faitar and I. Novac, 2017, *Basic Aspects And Contributions to The Optimization Of Energy Systems Exploitation Of A Super Tanker Ship*, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 227, no. 1

8. C. Spandonidis, N. Themelis, G. Christopoulos, and C. Giordamalis, 2018, **Evaluation of Ship Energy Efficiency Predictive and Optimization Models Based on Noon Reports and Condition Monitoring Datasets**, *DATA Anal. 2018, Seventh Int. Conf. Data Anal. Athens, Greece*, no. November, pp. 103–108
9. C. L. Su, M. C. Lin, and C. H. Liao, 2013, **A Method For Evaluating Energy Efficiency to Justify Power Factor Correction in Ship Power Systems,** *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 49, no. 6, pp. 2773–2782
10. Z. Bazari, 2007, **Ship Energy Performance Benchmarking/Rating: Methodology And Application,** *Proc. Inst. Mar. Eng. Sci. Technol. Part A J. Mar. Eng. Technol.*, vol. 4177, no. 9, pp. 11–18
11. Y. Sharifi, H. Ghassemi, and H. Zanganeh, 2017, **Various Innovative Technologic Devices in Shipping Energy Saving and Diminish Fuel Consumption,** *Int. J. Phys.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–29
12. T. Smith, 2012, **Technical energy efficiency, its interaction with optimal operating speeds and the implications for the management of shippings carbon emissions,** *Carbon Manag.*, vol. 3, no. 6, pp. 589–600
13. Michele Achiaro, **Energy Management In Seaports : A New Role For Ports Authorities.**The kuhne logistic University, grofser grassbrook 17, Hamburg, Germany.
14. Sepideh Jafarzadeh, 2014, **A Frame Work to Bridge the energy efficiency gap in shipping,** Departement of Marine Technology, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), No 7491
15. BKI Rules 2019

THE EFFECT OF USING MULTI LAYER MATERIAL ON DIESEL ENGINE SOUND ABSORBER CASE

Shahrin Febrian^{1*}, Ayom Buwono¹, Muswar Muslim¹, M. Danil Arifin¹, Aldyn Clinton P.O¹

Marine Technology Faculty – Ship System Engineering Majors, University of Darma Persada, Jakarta

*Koresponden : shahrin_febrin@ftk.unsada.ac.id

ABSTRACT

Indonesia as a maritime and archipelagic country, makes ships the only option for people to travel outside their territory to meet their daily needs. Ship routes that operate are usually from morning to evening with an average sailing time of 2-3 hours each way where these ships are generally small in size so that the engine and passengers seem to be in the same room. As a result, like it or not, the noise generated by engine noise cannot be avoided and the noise that arises will certainly greatly affect people's health if this noise exceeds a predetermined threshold value if it occurs continuously for a long time. The threshold value (NAV) of noise (caused by engine noise etc.) has been determined by local standards, namely the Regulation of the Minister of Manpower and Transmigration Number PER.13/MEN/X/2011 concerning Threshold Values for Physical and Chemical Factors in the Workplace and The Indonesian National Standard (SNI 16-7063-2004) concerning the Threshold Value of Noise and IMO Resolution of 85 decibel A (dBA). Based on the provisions above, an experiment was carried out to make Diesel engine casing from Plywood and Polyurethane and Glasswool capable of meeting the standards with an average total noise reduction of 5.5 dBA from before but an average temperature increases of 2.3 °C.

Keywords: Threshold Value, Casing, Noise, Polyurethane, Glasswool

1. INTRODUCTION

The threshold value of noise (mostly caused by engine noise) has been determined by local standard, namely the Regulation of the Minister of Manpower & Transmigration Number PER.13/MEN/X/2011 concerning Threshold Values for Physical & Chemical Factors in the Workplace and The Indonesian National Standard (SNI 16-7063-2004) concerning the Threshold Value of Noise is 85 decibel A (dBA). Meanwhile, from international standard, namely IMO Resolution MSC.337(91) for ships that have a weight of 1,600 to 10,000 GT exceed 10,000 GT then the limit is 110 dBA, but due to size of the engine used on the small ship is equivalent to a Diesel engine in the Lab, so the number is adjusted to 85 dBA.

Polyurethane (PU) is a polymeric material which is produced from a mixture of 2 types of chemicals namely Polyol and Isocyanate so that a reaction occurs and forms foam. The function of PU is as temperature insulation material but also functioned as sound absorbing material.

Glasswool is an insulating material made of fiberglass fibers that goes through a certain process so that it has a texture like wool/fleece. The function of glasswool is to

reduce the sound intensity of the resonance panel that reaches the ear. The working principle is to change the energy of motion (vibration) into heat energy due to the collision of molecules in the sound absorbing field. Sound absorbing materials are generally soft and porous materials such as foam, glasswool, rockwool and the like.

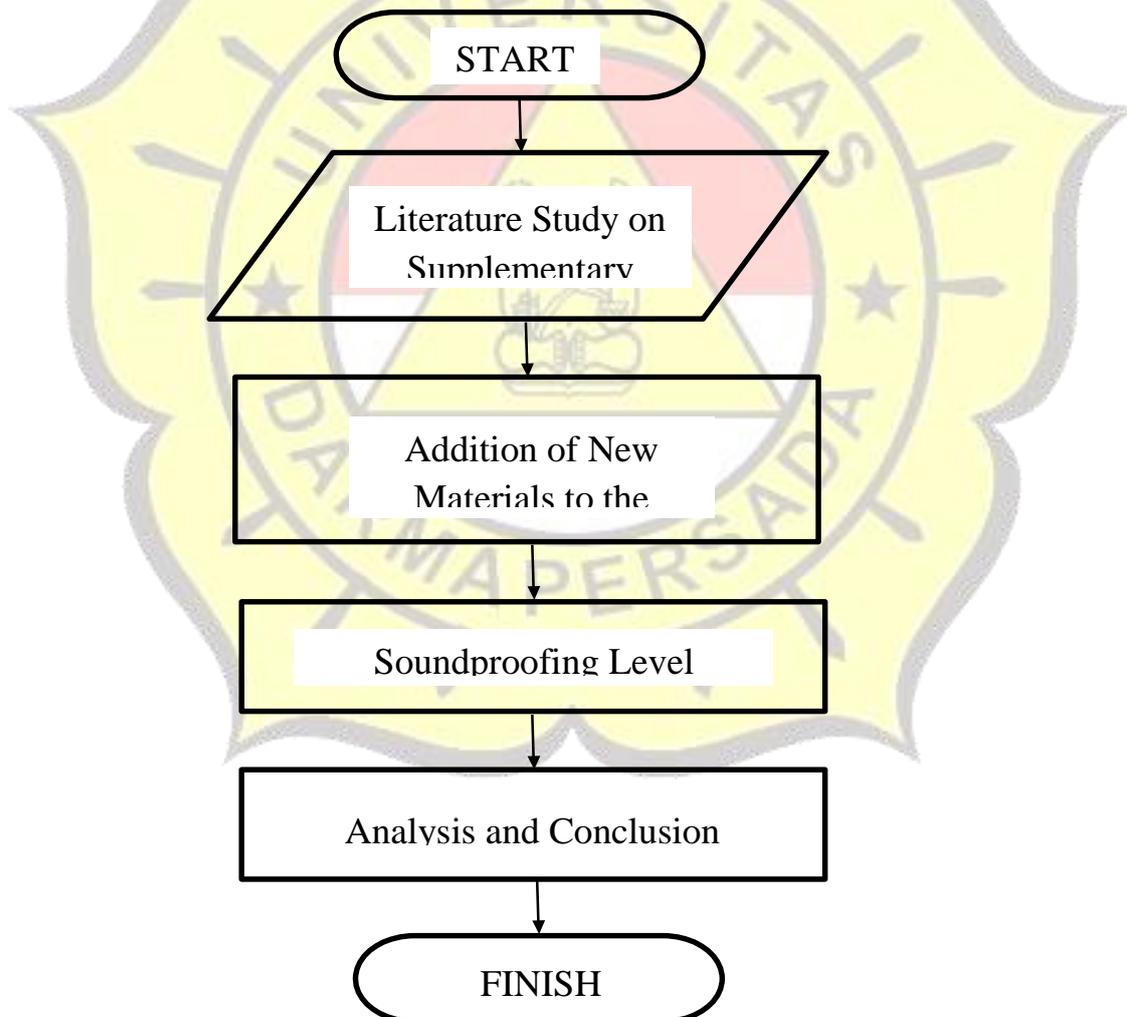
2. METHODOLOGY

These are several condition that must be implemented in order to meet the standard:

1. Measurement is conducted at range of 1 - 3 meters from noise source (machine).
2. Measurement height is between 1.2 - 1.6 meters from surface.
3. Measurement interval is 60 secs with the final measurement being the 5th minute.

In addition, measurement conditions are specified to facilitate analysis as follows:

- 1st Condition: noise source is not present (the engine is not operating)
- 2nd Condition: the engine is operating without damper case
- 3rd Condition 3: the engine is operating with damper case

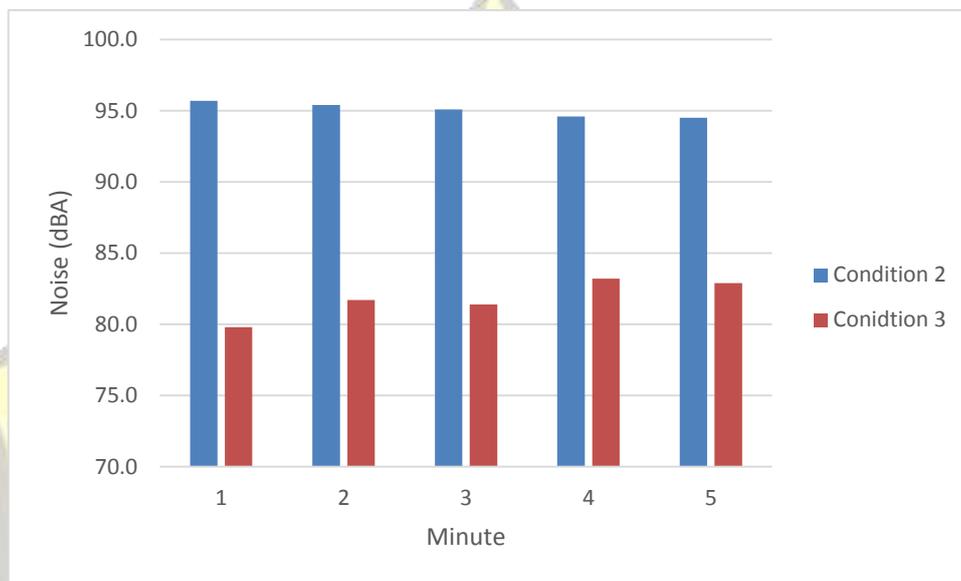


3. ANALYSIS

Measurement results can be found on tables below:

Table 1. Measurement at a distance of 1 meter (dBA)

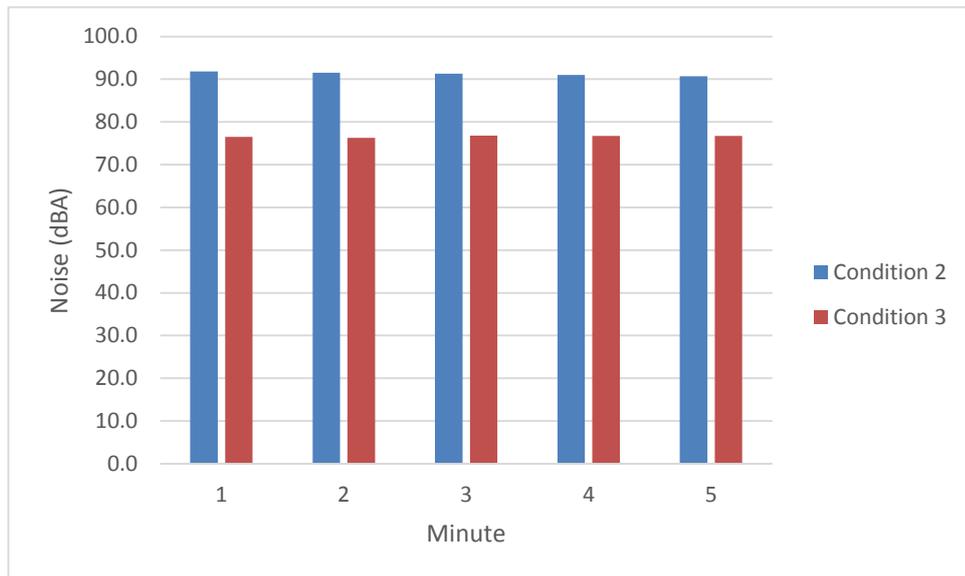
Condition	1 st Minute	2 nd Minute	3 rd Minute	4 th Minute	5 th Minute	Average
1	42.1	45.1	44.8	50.9	50.6	46.7
2	95.7	95.4	95.1	94.6	94.5	95.1
3	79.8	81.7	81.4	83.2	82.9	81.8



Pic 1. Noise Measurement at a Distance of 1 Meter

Table 2. Measurement at a distance of 2 meter (dBA)

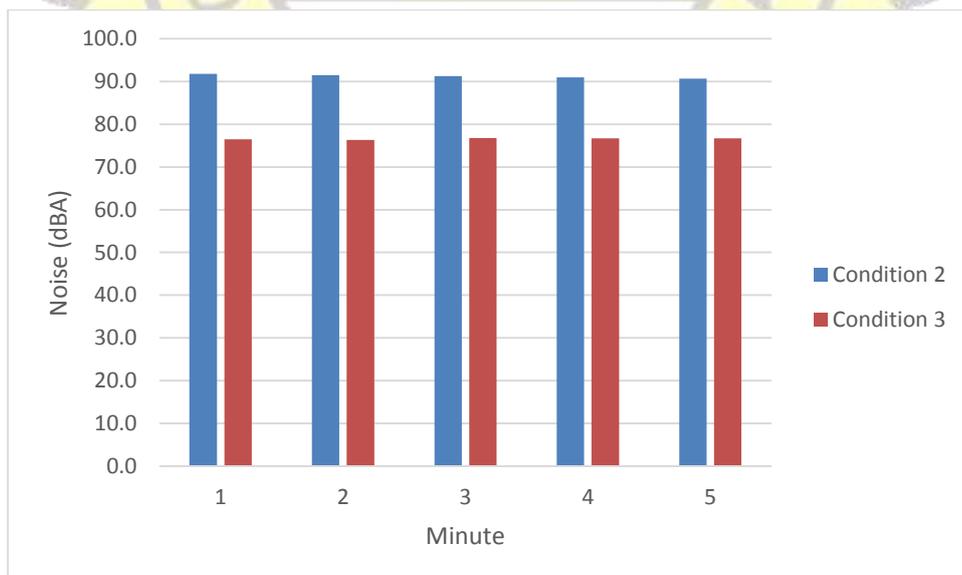
Condition	1 st Minute	2 nd Minute	3 rd Minute	4 th Minute	5 th Minute	Average
1	50.3	50.0	49.8	49.5	54.2	50.8
2	93.7	93.4	93.8	92.8	92.5	93.2
3	82.6	82.3	82.2	83.5	83.2	82.8



Pic 2. Noise Measurement at a Distance of 2 Meter

Table 3. Measurement at a distance of 3 meter (dBA)

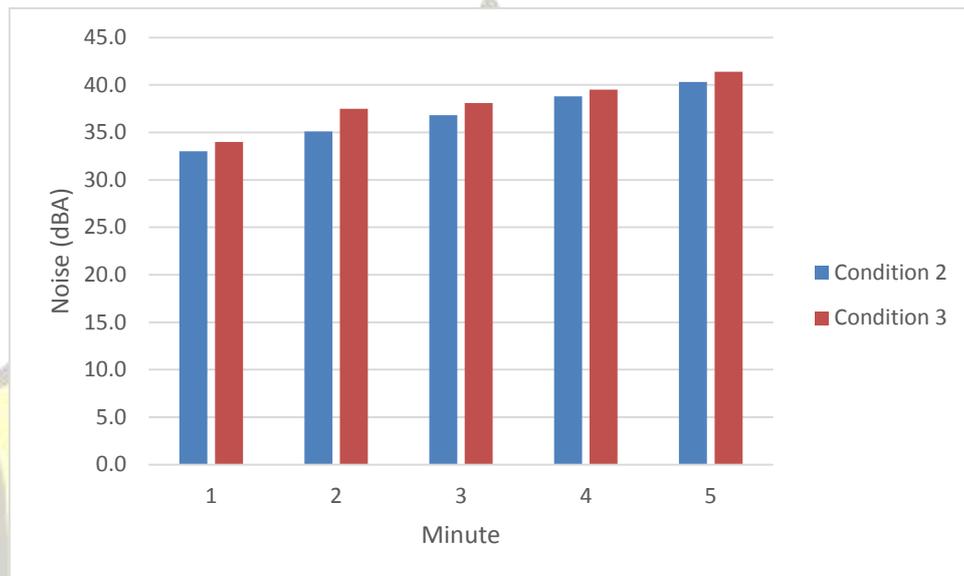
Condition	1 st Minute	2 nd Minute	3 rd Minute	4 th Minute	5 th Minute	Average
1	59.6	55.3	55.0	54.8	54.5	55.8
2	91.8	91.5	91.3	91.0	90.7	91.3
3	76.5	76.3	76.8	76.7	76.7	76.6



Pic 3. Noise Measurement at a Distance of 3 Meter

Table 4. Diesel Engine Operating Temperature Measurement

Condition	1 st Minute	2 nd Minute	3 rd Minute	4 th Minute	5 th Minute	Average
2	33.0	35.1	36.8	38.8	40.3	36.8
3	34.0	37.5	38.1	39.5	41.4	38.1



Pic 3.4 Diesel Engine Operating Temperature Measurement Chart

At a distance of 1 meter where condition 2 (the engine is running without a casing) it can be seen that the average difference with condition 3 (the casing is installed when the engine is running) is 13.3 dBA, while at 2 meters distance, difference is 10.5 dBA and at 3 M distance difference is 14.7 dBA so that the total average noise reduction as a whole is 12.83 dBA. The anomaly of the measurement at a distance of 2 M is caused by the presence of external sound intervention so that the increase in the absorption rate does not run linearly while the difference in operating temperature of the Diesel engine only increases by 1.3 °C so it is not significant enough

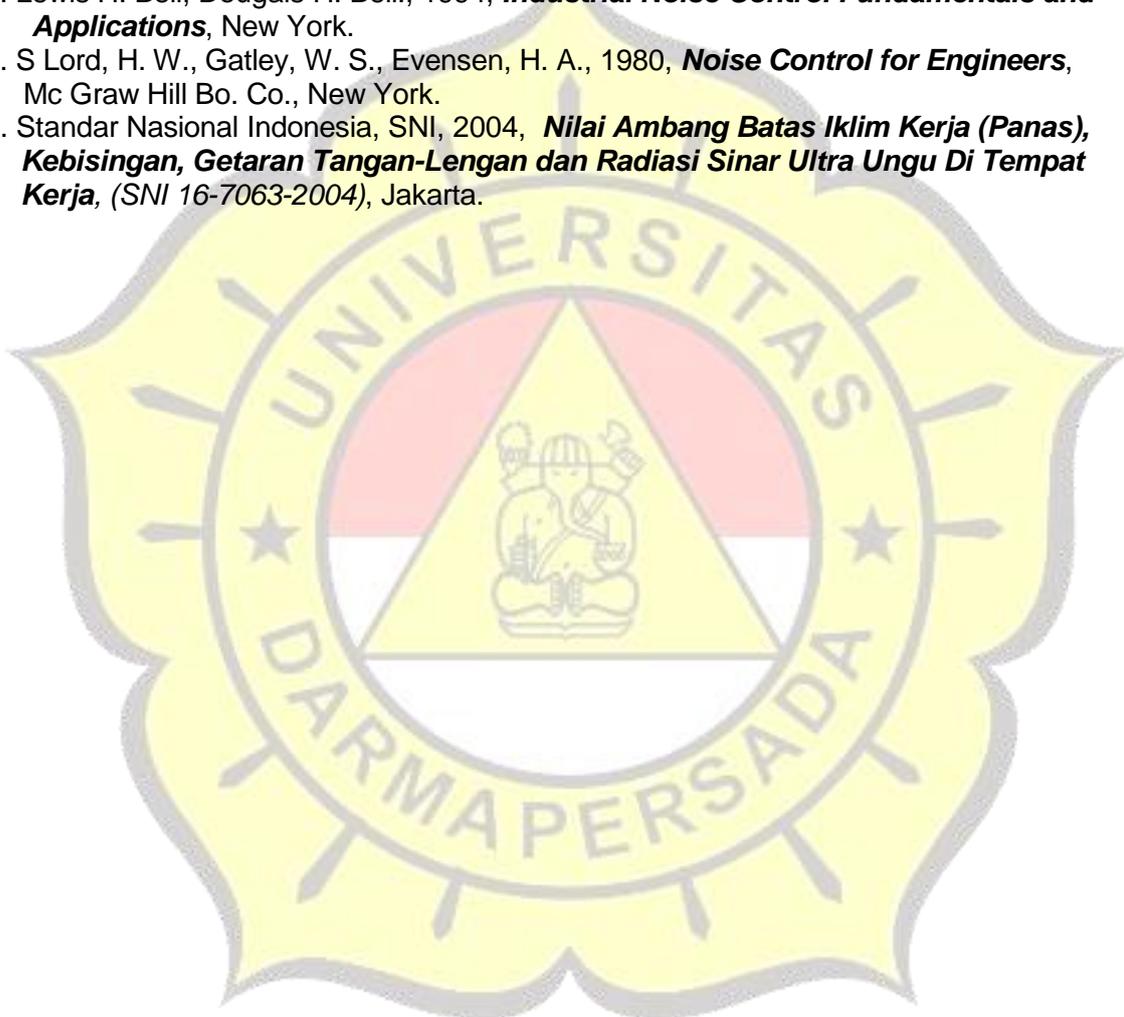
4. CONCLUSION

From the experiments carried out, it can be seen that there is a decrease in the average noise level as a whole to meet the applicable standards (IMO, SNI and MENAKER Regulations) namely 85 dBA so that in the future Polyurethane material can be used as an alternative sound absorber in Diesel engines of small passenger ships .

REFERENCES

1. Asfahl, C. Ray, 1999, *Industrial Safety and Health Management*, Prentice Hall, New Jersey.

2. F. Alton Everest & Ken Pohlman, 2009, **Master Handbook of Acoustics, 5th Edition**, Digital Edition
3. Jailani M, Nor M, Jamaludin N, Tamiri FM, 2004. **A Preliminary Study of Sound Absorption Using Multi-Layer Coconut Coir Fibers**. Electronic Journal "Technical Acoustics"
4. Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP-51/MEN/1999 *Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*, 1991, Jakarta.
5. Lawrence E. Kinsler, Austin R. Frey, Alan B. Coppens and James V. Sanders 1982, **Fundamentals of Acoustics, 3rd Edition**. John Wiley & Sons.
6. Lewis H. Bell, Dougals H. Bell., 1994, **Industrial Noise Control Fundamentals and Applications**, New York.
7. S Lord, H. W., Gatley, W. S., Evensen, H. A., 1980, **Noise Control for Engineers**, Mc Graw Hill Bo. Co., New York.
8. Standar Nasional Indonesia, SNI, 2004, **Nilai Ambang Batas Iklim Kerja (Panas), Kebisingan, Getaran Tangan-Lengan dan Radiasi Sinar Ultra Ungu Di Tempat Kerja, (SNI 16-7063-2004)**, Jakarta.



ESTIMASI BIAYA PENGGUNAAN PANEL SURYA PADA KAPAL WISATA DI LABUAN BAJO

Putra Pratama^{1*}, M Syukri Nur²

¹ Dosen Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada

² Dosen Jurusan Teknik Energi Terbarukan, Pasca Sarjana Energi Terbarukan Universitas Darma Persada

*Koresponden : Putrapratama811@yahoo.com

ABSTRAK

Di era perkembangan teknologi yang sudah semakin maju, konsumsi bahan bakar yang semakin tinggi dan polusi udara yang tinggi. Membuat kita harus mencari jalan alternatif ke energi lain yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini dibahas tentang energi panel surya yang digunakan sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pada penelitian sebelumnya desain panel surya untuk kapal wisata di labuhan bajo surya ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan navigasi pada kapal rancangan yang sudah di desain. Di penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi biaya yang diperlukan untuk pembuatan panel surya dengan jumlah energi dan panel surya yang digunakan. Pada penelitian sebelumnya jumlah panel surya yang digunakan adalah 104 Unit pada bagian atap luar dan 78 unit pada bagian dalam atap yang difungsikan ketika kapal tersebut bersandar, sehingga total panel surya yaitu 182 unit. Jenis panel surya yang dipakai adalah Monocrystalline dengan kapasitas 100 wp yang memiliki nilai efisiensi 12 % sampai 15 %. Harga per Panel Surya 100wp yaitu Rp 698.000,- .Total harga panel surya adalah Rp 127.036.000,- .

Kata kunci : *Teknologi, Panel Surya, Harga Panel Surya*

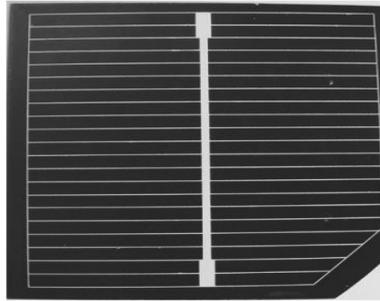
1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari "proses alam yang berkelanjutan", seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air proses biologi, dan panas bumi. Energi terbarukan merupakan alternatif utama di era modernisasi ini dikarenakan sumber bahan bakar energi fosil yang terus menipis dan akan habis dalam jangka waktu tertentu. Pada penelitian ini, peneliti akan menganalisis angkutan transportasi yang berbasis energi terbarukan. Dimana kapal wisata yang akan beroperasi pada daerah penelitian ini full menggunakan listrik. Energi listrik yang dihasilkan berasal dari baterai, dimana baterai tersebut di charge dengan memanfaatkan energi surya. Di era perkembangan teknologi yang sudah semakin maju, konsumsi bahan bakar yang semakin tinggi dan polusi udara yang tinggi. Membuat kita harus mencari jalan alternatif ke energi lain yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini dibahas tentang energi panel surya yang digunakan sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pada penelitian sebelumnya desain panel surya untuk kapal wisata di labuhan bajo surya ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan navigasi pada kapal rancangan yang sudah di desain. Di penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi biaya yang diperlukan untuk pembuatan panel surya dengan jumlah energi dan panel surya yang digunakan.

Panel Surya yang umum digunakan dan tersedia di pasaran adalah sebagai berikut:

a. *Monocrystalline Silicon*

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi [1]. Menurut [2] sel surya monokristalin menunjukkan efisiensi versi tertinggi dari semua sel surya silikon, tetapi produksi wafer silikon *monocrystalline* membutuhkan dana investasi terbesar. Berikut adalah gambar Panel Surya *Monocrystalline* :



Sumber : Szindler, Marek.2013

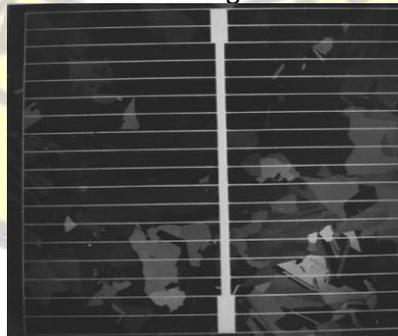
Gambar 1. Panel Surya *Monocrystalline*

Spesifikasi *Monocrystalline* 100 wp :

- *Voltage at Pmax* (V_{pm}) = 18,0 V
- *Current at Pmax* (I_{mp}) = 5,56 A
- *Weight* = 7,75 kg
- *Dimension* = 1.200 x 550 x 35 mm
- *Efficiency* = 16% - 19%

b. *Polycrystalline*

Merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah menurut [1]. Menurut [3] *Polycrystalline* terbuat dari batangan persegi besar blok silikon cair didinginkan dan dipadatkan. Poli-Si sel lebih murah untuk diproduksi daripada single crystal silicon cells, tetapi kurang efisien. Berikut adalah gambar Panel Surya *Polycrystalline* :



Sumber : Szindler, Marek.2013

Gambar **Error! No text of specified style in document..** Panel Surya *Polycrystalline*

Spesifikasi *Polycrystalline* 100 wp :

- *Voltage at Pmax* (V_{pm}) = 17,5 V
- *Current at Pmax* (I_{mp}) = 5,71 A

- *Weight* = 7,55 kg
 - *Dimension* = 1.085 x 675 x 25 mm
 - *Efficiency* = 13% - 17%
- c. *Thin Film Solar Cell* (TFSC)
Thin Film Solar Cell (TFSC) / Sel surya film tipis adalah pendekatan yang menjanjikan untuk terestrial dan ruang *Photovoltaic* dan menawarkan berbagai pilihan dalam hal desain dan perangkat pembuatan [4]. Menurut [5] sel surya film tipis menawarkan opsi yang paling menjanjikan untuk secara substansial mengurangi biaya *Photovoltaic* sistem. Senyawa film tipis semikonduktor seperti paduan berbasis $CuInSe_2$, dan sel surya film tipis CdTe. Kemajuan luar biasa dalam kinerja perangkat telah dibuat di sebagian besar teknologi ini, dan banyak upaya dicurahkan untuk komersialisasi teknologi ini.



Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Thin-film_solar_cell
Gambar 2. Panel Surya *Thin Film Solar Cell*

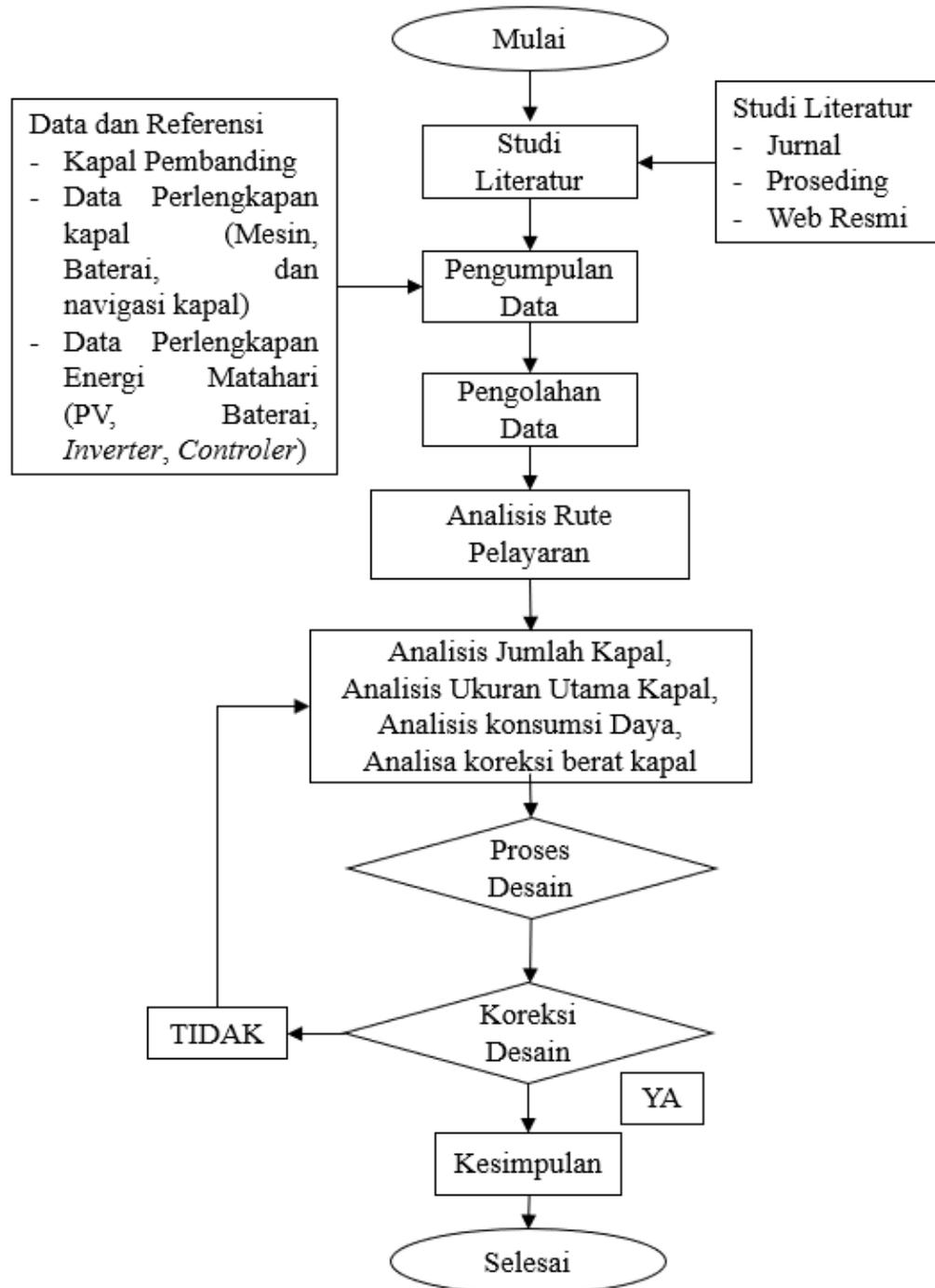
Spesifikasi *Thin Film Solar Cell* 100 wp :

- *Voltage at Pmax* (V_{pm}) = 18,0 V
- *Current at Pmax* (I_{mp}) = 6,1 A
- *Weight* = 2,5 kg
- *Dimension* = 864 x 563 mm
- *Cell Efficiency* = 18,56 %

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Metode Yang Digunakan

Penelitian ini dilakukan secara bertahap dari penelitian sebelumnya. Adapun alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Flowchart penelitian

2.2. Metode Trial and Error

Pada penelitian ini dalam merencanakan jumlah dan biaya yang diperlukan untuk total panel surya yang digunakan adalah dengan perancangan desain dan tata letak ruang muat. Sehingga dapat diketahui muatan dan tata letak panel surya yang paling maksimal. Dari jumlah total panel surya yang dapat digunakan tersebut dapat diketahui total biaya yang dibutuhkan untuk semua panel surya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Ukuran Panel Surya

Optimasi yang dilakukan yaitu dengan pengoptimalan beberapa tipe *Photovoltaic* yang akan digunakan untuk keperluan navigasi kapal untuk mengetahui tipe *photovoltaic* apa yang paling optimal dapat digunakan.

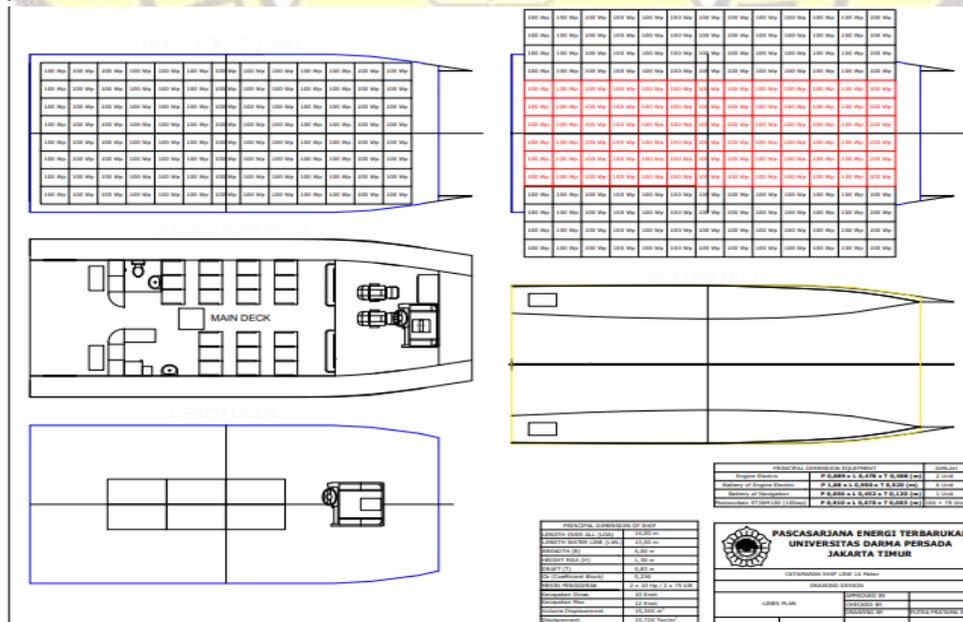
Tabel 1 Optimasi penggunaan *Photovoltaic* 100 wp untuk navigasi kapal

No	Item	Monocrystalline	Polycrystalline	Thin-Thickness Film		
		X1	X2	X3		
1	Daya	72	58,5	83,25	≥	799,9 watt
2	Luas	0,66	0,732375	0,486432	≤	65 m ²
3	Berat	7,75	7,5	2,5	≤	600 kg
4	Harga	1500000	750000	2000000		

Dari pengelompokan data diatas berdasarkan daya, luas PV, berat dan harga PV. Maka dilanjutkan dengan perhitungan untuk kebutuhan yang sudah ditentukan berdasarkan data yang sudah didapat pada tabel

3.2. Desain Kapal

Adapun desain yang dapat dirancang sebagai tata letak panel surya adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Desain tata letak Panel Surya

3.3. Total Biaya

Dari hasil desain tata letak panel surya, didapatkan jumlah panel surya yaitu 104 unit pada bagian luar dan 78 unit pada bagian dalam yang dioperasikan ketika kapal bersandar.

1. Harga panel surya *monocrystalline* : Rp 698.000,-
2. Total panel surya *monocrystalline* : 182 Unit, 100wp

Total biaya : Rp 698.000,- x 182 unit = Rp 127.036.000,-

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perhitungan dan analisis, didapatkan jenis panel surya yang digunakan yaitu tipe *Monocrystalline* dengan jumlah 182 Unit. Total biaya yang diperlukan untuk pembelian 182 unit panel surya dengan kapasitas 100 wp yaitu Rp 127.036.000,- .

DAFTAR PUSTAKA

1. Purwoto, Bambang Hari, 2018, *Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif*, Vol.18 No. 1.
2. Dobrzanski, Laszek Adam, 2012, *Monocrystalline Silicon Solar Cells Applied in Photovoltaic System*, Volume 53 ; Issue 1.
3. Szindler, Marek, 2013, *Electrical Properties Mono- And Polycrystalline Silicon Solar Cells*. Volume 59 ; ISSUE 2.
4. Paulson, Puthur, 2004, *Thin-Film Solar Cells : an Overview*, Prog. Photovolt: Res. Appl. 2004; 12:69–92
5. Deb, S. K, 1996, *Thin-Film Solar Cells: an Overview*, Renewable Energy, 8(1-4), 375–379. doi:10.1016/0960-1481(96)88881-1

ANALISA SETTING KATUP 75 % DAN HEATER 80 °C PADA ALIRAN FLUIDA KERJA PADA PEMBANGKIT LISTRIK SISTEM ORGANIC RANKINE CYCLE

Muswar Muslim¹, Ayom Buwono¹, M. Danil Arifin¹, Shahrin Febrian¹, Aldyn Clinton P.O¹, Moch. Ricky Dariansyah²

¹Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

²Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

Koresponden : muswar_2000@yahoo.com

ABSTRAK

Seiring perkembangan zaman akan kebutuhan listrik maka semakin tumbuh pesat pula akan kebutuhan listrik pada umumnya baik itu kebutuhan listrik pada rumah tangga, sekolah, komersial, industri dan lain-lain. Namun sementara energi listrik yang bersumber pada energi fosil semakin hari semakin menipis cadangannya di perut bumi. Untuk itu perlu ada energi alternatif untuk konsumsi listrik tersebut yaitu energi terbarukan. Dari berbagai energi terbarukan yang ada seperti misalnya energi matahari, energi laut, energi biomassa, geothermal yang dapat di eksplorasi untuk dimanfaatkan sebagai listrik pada outputnya. Pada penelitian kami ini ingin menerapkan dari salah satu energi terbarukan yang dapat menghasilkan energi listrik yaitu dengan menggunakan teori dasar sistem Organic Rankine Cycle (ORC). Dari beberapa hasil penelitian yang kami lakukan dalam bentuk eksperimen sistem ORC ini melakukan ujicoba peralatan eksperimen kami ini dengan melakukan setting katup dan heater yang terpasang pada eksperimen sistem ORC ini. Salah satu settingan tersebut adalah melakukan setingan katup 75% pada bukaan katup aliran fluidanya antara kondensor dan pompa kerja dan heater 80 °C. Selanjutnya tujuan kami ini ingin mengetahui sejauh mana hasil putaran expander atau efisiensi ORC yang dialiri fluida kerja R-134a pada fasa uap untuk memberikan tekanan pada daun atau sudu expander dapat berputar yang terhubung dengan generator listrik.

Kata Kunci : *Expander, Kondensor, Pompa Fluida, R-134A, Organic Rankine Cycle*

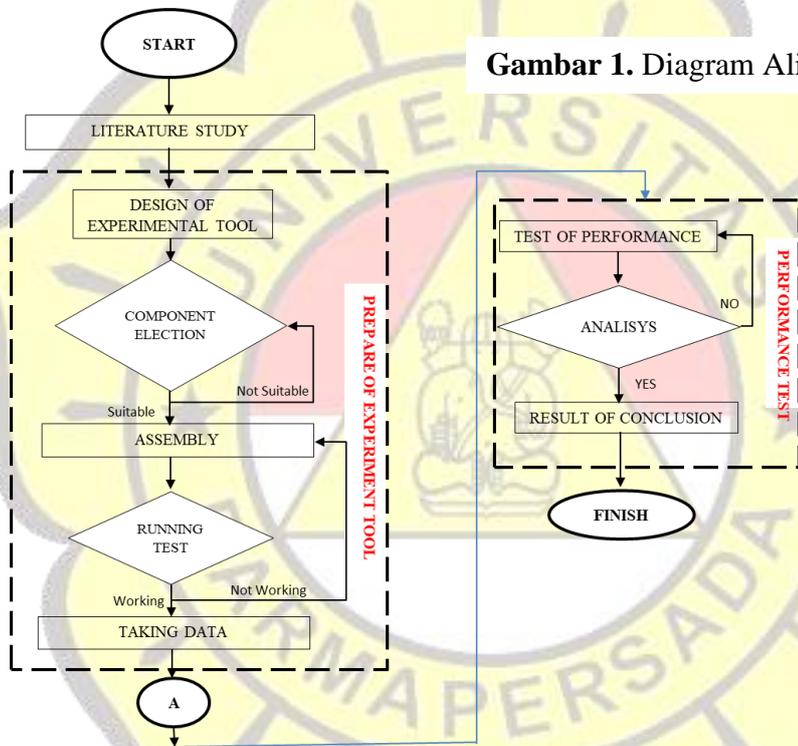
1. PENDAHULUAN

Dalam sebuah perencanaan pembangunan pembangkit listrik diperlukan persyaratan dan prosedur pada pemilihan spesifikasi komponen-komponen utamanya yang sesuai. Untuk penelitian ini dirancang sebuah pembangkit listrik dengan media bahannya yang ramah lingkungan dan berskala kecil. Pembangkit listrik ini digerakkan oleh system organic rankine cycle (ORC). Ada beberapa peneliti yang juga meneliti pembangkit listrik menggunakan system ORC ini antara lain Sebastian Declaye [1] yang menggunakan media R245fa dan HFE7000 dengan menggunakan temperatur pemanas antara 150 °C dan 200 °C. Kemudian peneliti Enre Oralli [2] dengan efisiensi siklus ORC pada 18 % pada temperatur pemanas 100 °C dengan menggunakan media R134a. Selanjutnya pada peneliti Stefano Clente [3] dengan menggabungkan model satu dimensi dari mesin scroll dengan model termodinamika pada sistem ORC secara menyeluruh menggunakan fluida kerja R-245fa dan sumber panas dari radiasi matahari melewati kolektor termal surya dengan temperatur antara sekitar 50 – 55 °C. Selain itu peneliti

Pardeep Garg [4] penelitiannya pada komponen utamanya menggunakan turbin konvensional yang menggunakan media fluidanya antara lain R-134a, R-152a, R245ca, R245fa dan Isobutane dengan menghasilkan daya ORC antara 1-50 kWe.

2. METODOLOGI PENELITIAN

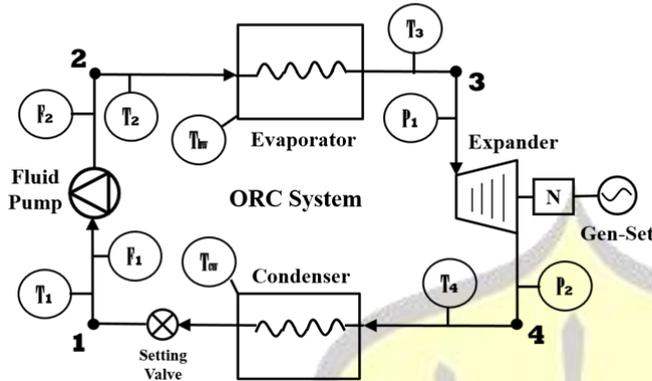
Pada metode penelitian ini menjelaskan proses pengoperasian peralatan eksperimen ORC yaitu Kondensator, evaporator, expander dan pompa fluida, Kemudian terpasang peralatan alat ukur temperatur, tekanan, flow meter dan proximity yang terhubung dengan software data aquisisi yang akan diolah dan dianalisa. Adapun proses penelitian ini disetting aliran fluida terpasang katup antara kondensator dan pompa fluida kerja dengan settingan 75% dan heater 80°C. Kemudian proses kerjanya di ilustrasikan dalam sebuah diagram alir seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, kemudian untuk diagram proses ORC dan peralatan eksperimennya ditunjukkan pada gambar 2 dan 3 dibawah ini.



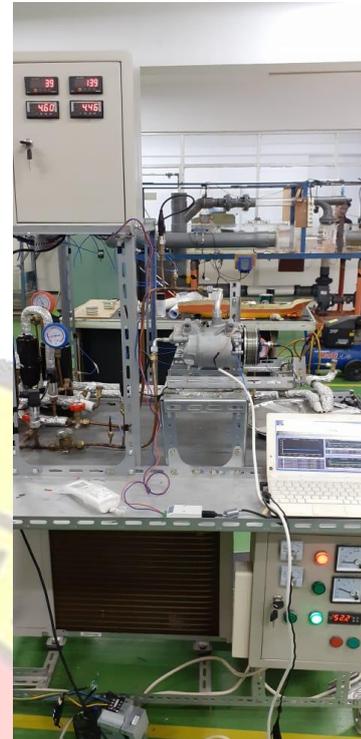
Gambar 1. Diagram Alir ORC

Gambar 1. Diagram Alir ORC

Organic Rankine Cycle



Gambar 2. Diagram Proses ORC



Gambar 3. Peralatan Eksperimen ORC

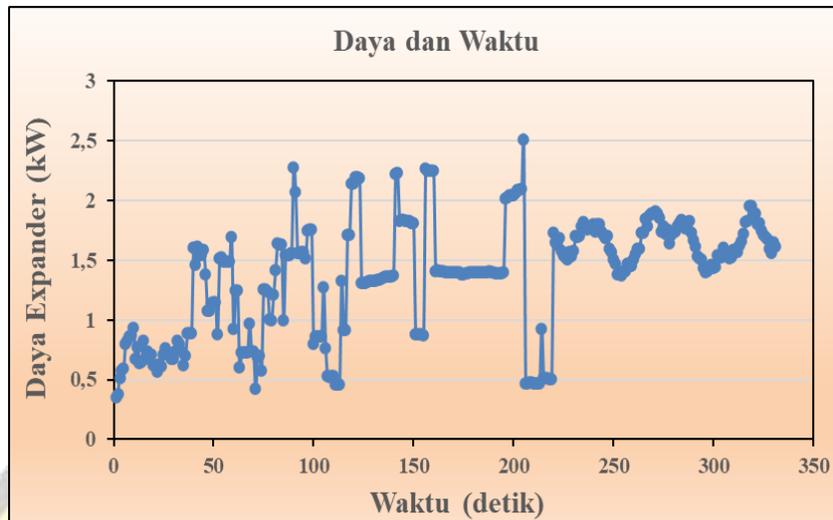
3. PEMBAHASAN DAN HASIL

Untuk penelitian ini media yang dipilih adalah R-134a sebagai media yang ramah lingkungan. Kemudian hasil eksperimen ini dengan settingan katup 75% dan heater 80°C yang terpasang antara kondensator dan pompa fluida dengan aliran fluida kerja di sistem ORC menghasilkan data yang muncul pada alat data aquisition dan hal ini terjadi proses perubahan putaran expander yang terhadap daya gen-set. Kemudian dari proses putaran expander tersebut yang menghasilkan putaran yang terbaca pada alat proximity dengan olahan data yang berfluktuasi dan menyentuh di angka 2500 rpm pada gen-set mencapai 650 watt seperti ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini.



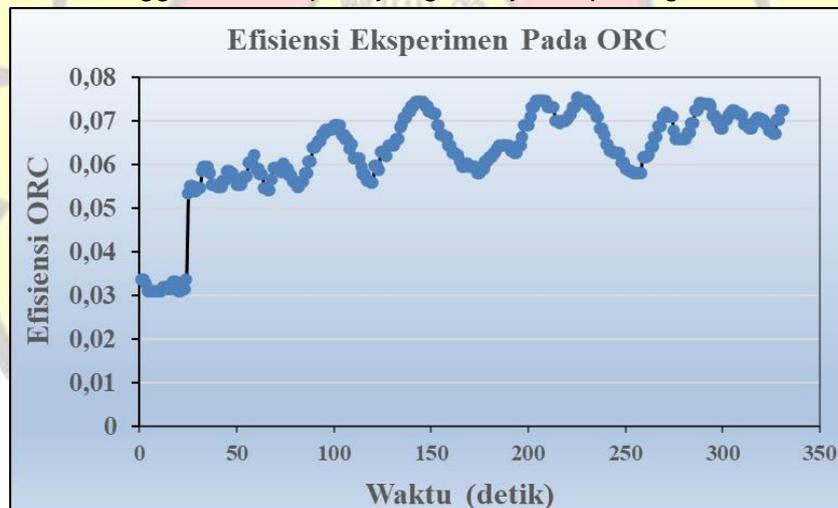
Gambar 4. Putaran Expander ORC dan Daya Gen-Set

Selanjutnya dari proses eksperimen ini juga diolah perhitungan pada daya expander yang dihasilkan secara fluktuasi hingga dapat menyentuh 2.5 kw pada detik 205 seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Daya Expander dan Waktu

Dan yang terakhir adalah olahan data didapat hasil berdasarkan hasil perhitungan dengan menghasilkan efisiensi pada sistem organic rankine cycle (ORC) ini secara fluktuasi antara 0.03 hingga 0.075 seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Efisiensi ORC dan Waktu

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini bahwa pada settingan katup aliran fluida kerja yang terpasang antara kondensator dan pompa fluida kerja pada settingan 75% dan temperatur heater 80 °C menghasilkan putaran expander yang tertinggi mencapai 2500 rpm dengan olahan perhitungan kalkulasi daya dapat mencapai 650 watt. Sementara efisiensi sistem organic rankine cycle (ORC) antara 0.03-0.075 dengan daya expander hingga mencapai 2.5 kW.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sébastien Declaye, Sylvain Quoilin, Ludovic Guillaume, Vincent Lemort, 2013, ***Experimental Study On An Open-Drive Scroll Expander Integrated Into An ORC (Organic Rankine Cycle) System With R245fa As Working Fluid***, Energy, Volume 55, 15 June 2013, Pages 173 – 183.
2. E. Oralli, Md. Ali Tarique, C. Zamfirescu and I. Dincer., et al. 2011. ***A Study On Scroll Compressor Conversion Into Expander For Rankine Cycles***. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, Volume 6, pp.200 – 206.
3. Stefano Clemente, Diego Micheli, Mauro Reini, Rodolfo Taccani, et al. 2012, ***Energy Efficiency Analysis Of Organic Rankine Cycles With Scroll Expanders For Cogenerative Applications***, Applied Energy, Volume 97, pp. 792 – 801.
4. Pardeep Garg, G.M. Karthik, Prashant Kumar, Pramod Kumar, et. al. 2016, ***Development Of A Generic Tool To Design Scroll Expanders For ORC Applications***, Applied Energy Engineering, Volume 109, pp. 878 – 888.
5. Muswar Muslim, Muhammad Idrus Alhamid, Nasruddin, Dieter R, Zaky S, Edi M 2017; ***Design of One Combination Package Between Heat Exchangers and Heater For Organic Rankine Cycle Power Plant***, 2nd International Tropical Renewable Energy Conference (i-TREC UI), Bali, Indonesia.
6. Muswar Muslim, Muhammad Idrus Alhamid, Nasruddin, Muhamad Yulianto, Edi Marzuki, et. al, 2019. ***Cycle Tempo Power Simulation of the Variations in Heat Source Temperatures for an Organic Rankine Cycle Power Plant using R-134A Working Fluid***, International Journal of Technology, Volume 5, pp, 979 – 987.
7. Muswar Muslim, Muhammad Idrus Alhamid, Nasruddin, Budi Ismoyo, 2020. ***Analysis of the Scroll Compressor Changing into an Expander for Small Scale Power Plants Using an Organic Rankine Cycle System***, *Evergreen Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy* Volume 7, Issue 4, pp, 615 – 620, December 2020, Kyushu University, Japan.

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENGAWASAN PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD PADA MAK UNGGULAN INFORMATIKA JAKARTA

Eka Yuni Astuty², Salman Al Farisyi¹

¹Dosen Program Studi Sistem Informasi, Universitas Darma Persada

²Mahasiswa Program Studi Sistem Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : Eka.y.astuty@gmail.com, salmanalfarisyi398@gmail.com

ABSTRAK

Model pembelajaran berbasis project-based learning (PBL) menekankan kepada pembelajaran yang memberdayakan siswa di dalam pembelajaran yang berpusat pada siswa, pembelajaran kolaboratif, dan penilaian pembelajaran berdasarkan pekerjaan proyek siswa sehingga hal ini membantu meningkatkan perhatian siswa terhadap proses pembelajaran.

Permasalahan yang dihadapi pada model pembelajaran PBL ini adalah pada tahapan pengawasan pembelajaran masih menggunakan Microsoft Excel sehingga proses pendataan kemajuan proyek belum terintegrasi dan belum adanya basis data untuk menyimpan data proyek penting dan proses pelaporan proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan sistem informasi untuk memantau proses model pembelajaran PBL yang memungkinkan melakukan perekaman proses pemantauan dan pelaporan kemajuan proyek dalam satu sistem sehingga membuat proyek menjadi transparan bagi semua pengguna yang terlibat.

Critical Path Method (CPM) diterapkan untuk memaksimalkan proses perencanaan, pemantauan, dan pemecahan tugas proyek. CPM pada dasarnya adalah metode yang sensitif terhadap waktu, artinya CPM diakhiri dengan waktu.

Berdasarkan penelitian ini dibuat suatu sistem informasi pengawasan pembelajaran PBL untuk memudahkan pelaksanaan dan pelaksanaan proses pembelajaran sesuai dengan metode CPM dan memantau semua proses di sistem tersebut dengan waktu sebenarnya pada MAK unggulan Informatika Jakarta.

Kata Kunci: sistem; informasi; pengawasan; pembelajaran; CPM;

1. PENDAHULUAN

Menurut (Thomas, 2000) Model pembelajaran berbasis proyek (PBL) menekankan pembelajaran yang berfokus kepada siswa, pembelajaran kolaboratif, dan penilaian pembelajaran berdasarkan hasil kerja proyek siswa. Hal ini dapat meningkatkan perhatian siswa terhadap proses pembelajaran itu sendiri. Model pembelajaran PBL ini berguna bagi meningkatkan pembelajaran siswa dalam mempersiapkan dirinya untuk terjun ke lingkungan kerja profesional. (Fernandes, 2014).

Peran guru pada model PBL sebagai pengarah pembentukan pengetahuan siswa sehingga siswa mampu mengarahkan pembelajarannya sendiri yang berfokus kepada kegiatan pembelajaran yang terstruktur dan terfasilitasi agar keberhasilan pembelajaran yang berfokus kepada siswa dapat tercapai dengan cara semua kegiatan siswa harus dipantau dengan cermat melalui kemajuan tahapan proyek pembelajaran (Thomas, 2000).

Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK) Unggulan Informatika adalah MAK di DKI Jakarta dan termasuk kedalam Madrasah Vokasi yang menerapkan model pembelajaran PBL. Model pembelajaran PBL dapat berlangsung di sekolah atau madrasah, lingkungan keluarga, dan masyarakat. Model pembelajaran PBL dikembangkan bersama oleh pihak madrasah dan masyarakat serta digunakan sebagai wahana untuk memenuhi kebutuhan peserta didik dan memberikan kontribusi kepada dunia usaha atau industri dalam upaya pengembangan pendidikan di MAK.

Pengawasan pembelajaran dibutuhkan dalam penilaian proyek untuk dapat menilai kinerja siswa dengan penilaian autentik yang mengutamakan penilaian proses namun tidak mengabaikan penilaian akhir. Terdapat sistem telah dikembangkan untuk membantu guru dalam melakukan penilaian secara autentik. (Chatwattana dan Nilsook, 2017) telah membuat sistem pembelajaran berbasis *web* bernama *web-based learning system* dengan mengimplementasikan dan mengkolaborasikan model pembelajaran *project-based learning* dan *imagineering* ke dalam sistem.

(Utku Kose, 2010) pun telah membuat suatu sistem berbasis *web* untuk membantu aktifitas *project-based learning* pada pelajaran *web design* dan *programming*. Sistem tersebut bernama *Project Based Learning System* yang bertujuan untuk membantu siswa dalam mempelajari *web design* dan *programming* dengan membuat *website* menggunakan alat lanjutan. Namun, kedua sistem *web* tersebut tidak menampilkan tahapan model pembelajaran PBL secara utuh dan hanya terbatas pada mata pelajaran tertentu.

Perumusan masalah adalah (1) Pemantauan proyek yang dilakukan saat ini masih manual yaitu menanyakan langsung kepada siswa yang terlibat dalam proyek tersebut. (2) Pencatatan hasil proyek yang dilakukan saat ini masih manual menggunakan kertas kerja yaitu *Microsoft Excel* yang dibuat secara berkala. (3) Pengguna PBL mengalami kesulitan dalam memantau ulang dan mengakses data pada saat yang sama, karena masih belum ada basis data untuk menyimpan data penting dalam pekerjaan proyek. (4) Membangun sistem pengawasan pembelajaran pada model pembelajaran PBL berdasarkan metode *critical path* yang sesuai dengan prosedur dan permasalahan di MAK Unggulan Informatika Jakarta.

Tujuan penelitian adalah (1) Membangun Aplikasi sistem pengawasan pembelajaran pada model pembelajaran PBL menggunakan metode *critical path* pada MAK Unggulan Informatika Jakarta. (2) Memiliki sebuah sistem informasi *monitoring* proyek yang dapat membantu proses pembelajaran pada model pembelajaran *project based learning* mulai dari pemantauan menggunakan basis data yang dapat diolah sehingga proses pemantauan proyek menjadi lebih baik. (3) Mengimplemetasikan sistem pengawasan pembelajaran pada model pembelajaran PBL berdasarkan metode *critical path* yang sesuai dengan prosedur dan permasalahan di MAK Unggulan Informatika Jakarta

Manfaat penelitian adalah (1) Membantu guru dan siswa MAK Unggulan Informatika Jakarta dalam melaksanakan model Pembelajaran PBL. (2) Mendapatkan hasil yang terbaik dalam mengerjakan proyek. (3) Terwujudnya sistem informasi monitoring yang berfungsi dengan baik dalam membantu proses pembelajaran pada model pembelajaran PBL di MAK Unggulan Informatika Jakarta.

Ruang lingkup penelitian adalah (1) Subjek pada penelitian ini adalah Kepala Madrasah, Project Manager, Pembimbing PBL dan Siswa. (2) Objek pada penelitian ini adalah prosedur sistem Pengawasan pembelajaran pada model pembelajaran PBL di MAK Unggulan Informatika Jakarta, mulai dari pengawasan proyek, pembagian tugas dan jadwal proyek, pencatatan kemajuan proyek sampai rekapitulasi laporan akhir proyek. (3)

Data proyek yang diambil adalah data proyek periode tahun 2021-2022. (4) Aplikasi ini dibuat dalam bentuk *website*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Sistem Informasi

Menurut (Marimin dkk., 2006) menyederhanakan pengertian sistem informasi. Artinya, komponen-komponen dalam suatu organisasi atau bisnis yang terlibat dalam proses pembuatan dan aliran informasi untuk digunakan oleh satu atau lebih pengguna.

Pengguna ini biasanya adalah anggota grup atau organisasi formal seperti departemen, atau hingga unit terkecil dari grup lain seperti direktorat, departemen, atau bagian.

Sistem informasi mengandung banyak informasi penting tentang orang, tempat, dan segala sesuatu di dalam atau di sekitar organisasi. Informasi menggambarkan suatu organisasi, apa yang terjadi di masa lalu, sekarang dan apa yang mungkin terjadi pada organisasi di masa depan.

2.2 Sistem Pendukung Keputusan

Menurut (Wiji Setyaningsih, 2015) sistem pendukung keputusan adalah sistem informasi khusus yang dirancang untuk membantu manajemen dalam mengambil keputusan yang efektif dan efisien terkait dengan masalah semi terstruktur, dan tidak menggantikan fungsi pengambil keputusan dalam pengambilan keputusan.

2.3 Model pembelajaran *Project-Based Learning* (PBL)

Berdasarkan kriteria umum yang diterbitkan oleh SCANS (Secretary Committee for Achieving the Required Skills) sehubungan dengan perubahan lingkungan abad ke-21 bahwa (1) Siswa harus mampu bertanggung jawab terhadap diri sendiri dan masyarakat, dapat berpikir kritis, merencanakan, bernalar, serta menjadi kreatif. (2) Siswa memiliki keterampilan komunikasi yang baik; toleran terhadap perbedaan budaya. (3) Siswa dapat membuat keputusan dan memvisualisasikan masalah, kapan dan bagaimana menggunakan teknologi (Educational Technology Division Ministry of Education, 2006).

2.4 *Critical path Method* (CPM)

Critical Path Method adalah metode analisis jalur kegiatan atau kegiatan yang menunjukkan total waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek terpendek dengan memprediksi total durasi waktu proyek (U. Nahdlatul, 2021).

Diartikan sebagai CPM atau metode jalur kritis pada hakekatnya adalah metode yang berorientasi pada waktu yang diakhiri dengan penentuan total waktu. Metode ini mengidentifikasi jalur kritis aktivitas, yang menentukan ketergantungan antar aktivitas. Kegiatan adalah tugas tertentu dengan hasil yang dapat diukur dengan durasi pekerjaan. (R. Brando, 2017) menyatakan deskripsi metode jalur kritis menggunakan simbol-simbol berbentuk kotak atau lingkaran. Di bawah ini adalah contoh deskripsi metode jalur kritis kegiatan pekerjaan.



Gambar 1. Deskripsi metode jalur kritis kegiatan Pekerjaan

Keterangan:

- Lingkaran atau simpul menandai awal atau akhirnya suatu pekerjaan.
- Garis panah menunjukkan pekerjaan dan arah panah ke simpul menunjukkan urutan antar pekerjaan.
- $EETa$: waktu paling awal untuk mulai bekerja
- $EETb$: waktu menyelesaikan pekerjaan secepat mungkin
- $LETa$: Waktu terakhir mulai bekerja
- $LETb$: Waktu selambat-lambatnya pada akhir pekerjaan
- Durasi : Lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan
- N : Nomor pengenalan node

Rumus Perhitungan

- Perhitungan Maju (*Forward Pass*) : $EET_j = EET_i + \text{Durasi}$ (1)
- Perhitungan Mundur (*Backward Pass*) : $LET_i = LET_j - \text{Durasi}$ (2)
- Total *Float* (TF) : $TF = LET_j - \text{Durasi} - EET_i$ (3)

Handoko (2000) istilah berikut yang digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis:

a. **Earliest Start Time (ES)**

Waktu paling awal (tercepat) untuk suatu aktivitas dapat ditentukan dengan melihat waktu aktivitas dan persyaratan alur kerja.

b. **Latest Start Time (LS)**

Waktu terakhir untuk memulai suatu kegiatan tanpa menunda keseluruhan proyek.

c. **Earliest Finish Time (EF)**

Waktu paling awal aktivitas dapat diselesaikan, atau $ES +$ waktu aktivitas yang diharapkan.

d. **Latest Finish Time (LF)**

Waktu terlama yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan tanpa menunda penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan $LS +$ waktu kegiatan yang diharapkan.

e. **Float**

Float adalah toleransi penundaan untuk memulai kegiatan dengan start lebih awal (LS), tetapi tidak mengubah tenggat waktu proyek secara keseluruhan.

Kerangka kerja metode jalur kritis mengikuti enam langkah dasar yang perlu dijalankan saat digunakan (Heizer dan Render ; 2014) adalah :

- 1) Tentukan proyek dan buat struktur rincian kerja.
- 2) Membangun hubungan antar kegiatan. Putuskan kegiatan mana yang harus dilakukan terlebih dahulu dan mana yang harus dilakukan setelah yang lain.
- 3) Jelaskan jaringan yang menghubungkan semua kegiatan.
- 4) Tentukan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk setiap kegiatan.
- 5) Hitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini disebut jalur kritis. Langkah kelima menentukan jalur kritis. Inilah inti dari penjadwalan dalam metode CPM. Ini karena aktivitas pada jalur kritis merupakan tugas yang akan menunda seluruh proyek jika tidak dapat diselesaikan tepat waktu.
- 6) penggunaan jaringan untuk perencanaan, perencanaan dan pengelolaan proyek;

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

1. Observasi : kegiatan pengamatan langsung mengenai proses yang terjadi pada sistem pengawasan pembelajaran pada model pembelajaran PBL untuk memahami dengan detail prosesnya di MAK Unggulan Informatika Jakarta.
2. Wawancara

Kegiatan wawancara dan interaksi tatap muka baik langsung maupun secara daring dengan narasumber pada MAK Unggulan Informatika Jakarta yang bertanggung jawab dalam hal model Pembelajaran PBL, serta mengajukan beberapa pertanyaan yang sudah dipersiapkan sebelumnya untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan.

3. Studi Literatur

Kegiatan mengumpulkan berbagai informasi berupa referensi perihal pengetahuan secara teoritis dari berbagai sumber terkait model pembelajaran PBL, Pengawasan Proyek dan CPM.

3.2 Metode pengembangan sistem

Menurut Habibi, dkk (2019), Rapid Application Development (RAD), pendekatan berorientasi objek untuk pengembangan sistem yang mencakup metodologi pengembangan dan perangkat lunak (Kendall dan Kendall, 2002).

Selain itu, dalam bukunya Habibi, dkk (2019), Rapid Application Development (RAD) menjelaskan model proses pengembangan perangkat lunak sekuensial linier yang menekankan pada siklus pengembangan yang sangat singkat.

Model RAD merupakan adaptasi "cepat" dari model linear-sequential, menggunakan pendekatan desain berbasis komponen untuk pengembangan cepat (Hariyanto, 2004).

Jika persyaratan dipahami dengan baik, proses RAD memungkinkan tim pengembangan membuat "sistem yang berfungsi penuh" dalam waktu yang sangat singkat (sekitar 60-90 hari). RAD digunakan untuk membangun aplikasi sistem yang menekankan pada fase. Dengan demikian, RAD memiliki tiga fase (Kendall dan Kendall, 2008)

1. Tahapan Perencanaan Kebutuhan

Proses pengembangan sistem dimulai dengan menganalisa masalah yang dihadapi dalam proses model Pembelajaran PBL di MAK Unggulan Informatika Jakarta. Masalah yang timbul yaitu Pemantauan proyek yang dilakukan saat ini masih manual yaitu menanyakan langsung kepada siswa yang terlibat dalam proyek tersebut, pencatatan hasil proyek yang dilakukan saat ini masih manual menggunakan kertas kerja yaitu *Microsoft Excel* yang dibuat secara berkala dan pelaporan hasil proyek masih menggunakan *software* yang berbeda-beda.

2. Tahapan Design Workshop

Tahap ini dilakukan perencanaan terkait kebutuhan yang telah dibuat pada tahap perencanaan persyaratan, kemudian dilanjutkan ke tahap perancangan data dan perancangan proses.

Perancangan data dilakukan dengan membuat model *Entity Relationship Diagram* (ERD) yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan struktur basis data yang digunakan pada sistem informasi pengelolaan Arsip ini. Basis data yang digunakan menggunakan *MySQL* dan menggunakan *HeidiSQL* sebagai *Database Management Software* (DBMS).

Tahap perancangan proses dan arsitektur sistem informasi Pengawasan pembelajaran PBL dibangun. Sistem informasi pengawasan pembelajaran PBL dibangun berbasis *web* dengan menggunakan *web browser* sebagai sarana menjalankan sistem tersebut dan *XAMPP* sebagai *web server*.

3. Fase Kontruksi

Tahap selanjutnya dibuat *script pemograman* dengan menggunakan PHP sebagai *editor Sublime Text*. Pembuatan sistem informasi pengawasan pembelajaran ini diwujudkan dalam bentuk *prototipe* yang dapat dilakukan pengecekan dan kesesuaian

perancangan yang telah dibuat sebelumnya, dan memastikan informasi tersimpan dalam basis data sesuai dengan yang diharapkan.

4. Tahap Implementasi

Tahapan konstruksi yang telah dilakukan kemudian menghasilkan *prototype* sistem informasi dan tahapan selanjutnya adalah tahap implementasi yang digunakan untuk menguji aplikasi yang telah dibuat dan dilakukan pengecekan kesesuaian dengan kebutuhan yang diinginkan.

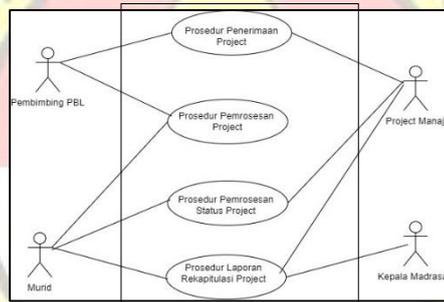
Implementasi dilakukan dari mulai proses *login* dengan menggunakan *username* dan *password* yang telah diberikan dengan kesesuaian informasi yang ada pada basis data. Selanjutnya setelah tahap *login*, tampilan akan diarahkan ke halaman beranda yang berisikan informasi berkaitan dengan menu pilihan sesuai dengan level hak akses pengguna.

Kegiatan yang dilakukan tahap desain dicek apakah telah berfungsi dan telah sesuai dengan yang diharapkan. Proses terakhir adalah lihat dan cetak laporan yang dapat dilakukan oleh kepala madrasah. Implementasi ini sangat penting untuk mendeteksi apakah terdapat ketidaksesuaian sistem informasi yang telah dibuat, jika ditemukan maka dapat segera dilakukan perbaikan.

4 ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

4.1 Analisis Sistem

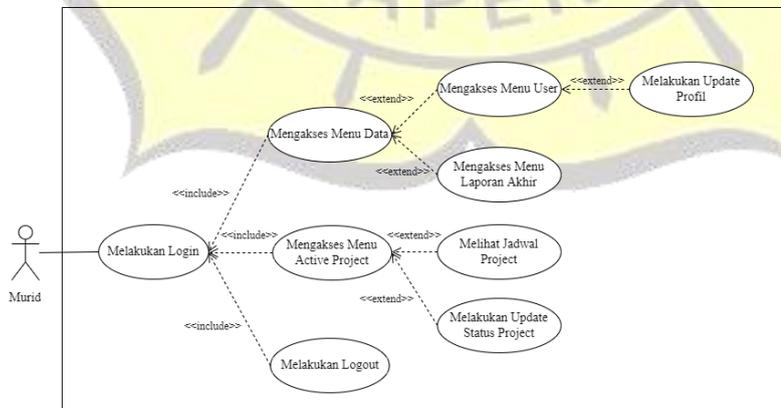
Sistem berjalan digambarkan menggunakan Usecase Diagram sebagai berikut :



Gambar 2 Usecase Diagram Sistem Berjalan

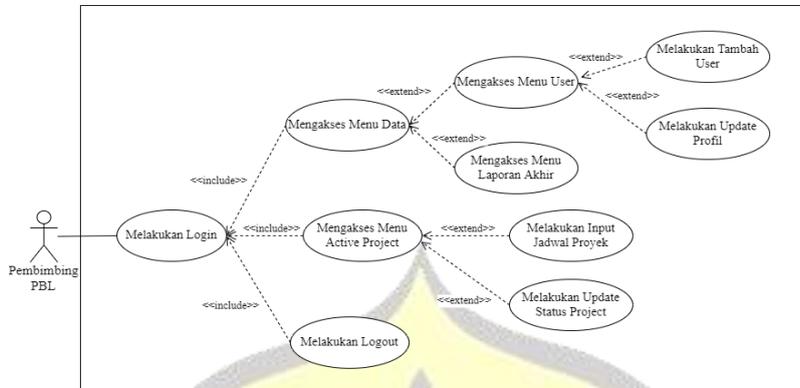
4.2 Perancangan Sistem

a. UseCase Diagram Hak Akses Murid



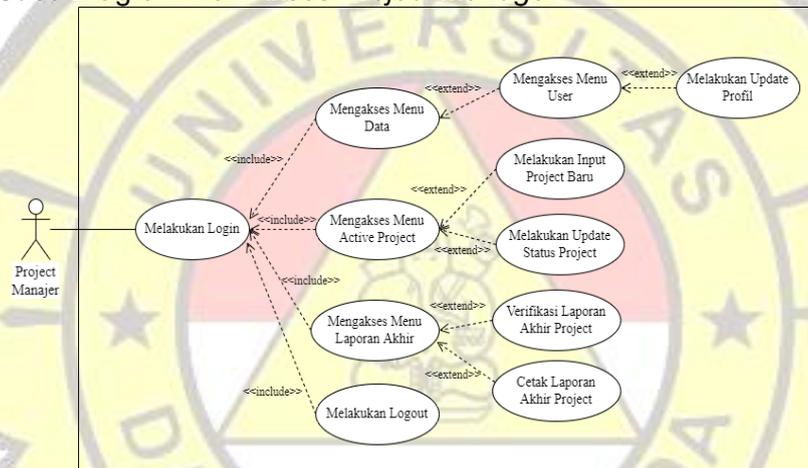
Gambar 3 Usecase Diagram Usulan Hak Akses Murid

b. UseCase Diagram Hak Akses Pembimbing PBL



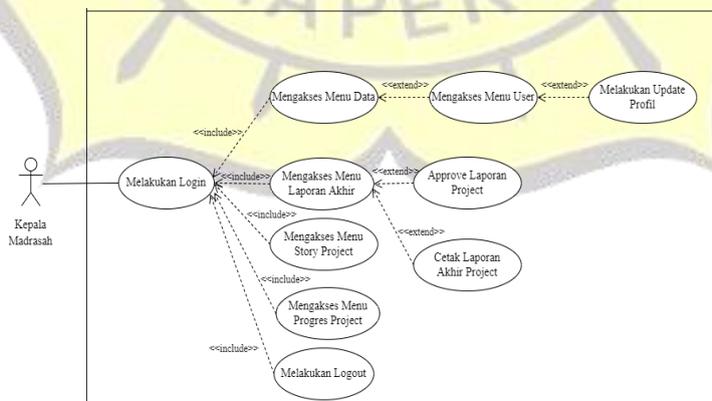
Gambar 4 Usecase Diagram Usulan Hak Akses Pembimbing PBL

c. UseCase Diagram Hak Akses Project Manager



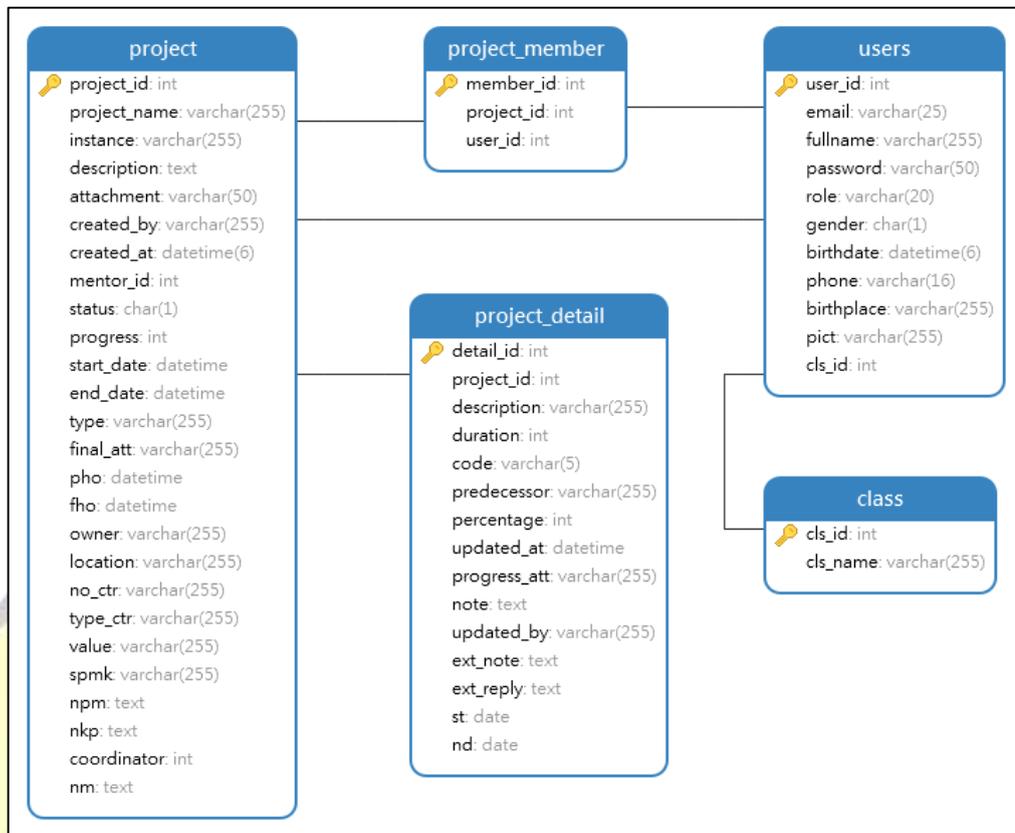
Gambar 5 Usecase Diagram Hak Akses Project Manager

d. UseCase Diagram Hak Akses Kepala Madrasah



Gambar 6 Usecase Diagram Hak Akses Kepala Madrasah

4.3 Rancangan Basis Data

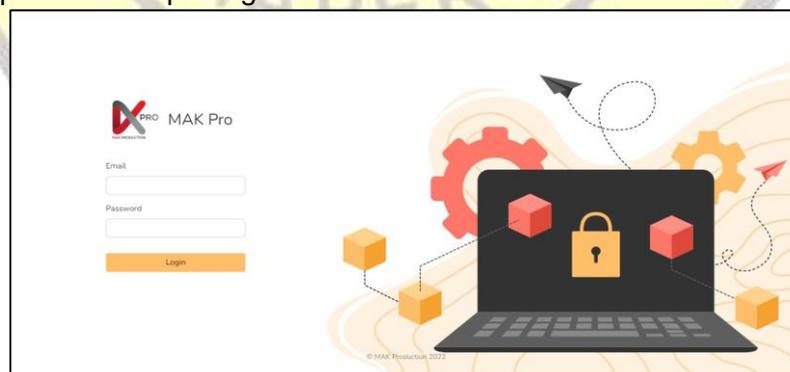


Gambar 7 Tampilan Rancangan Basis Data

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

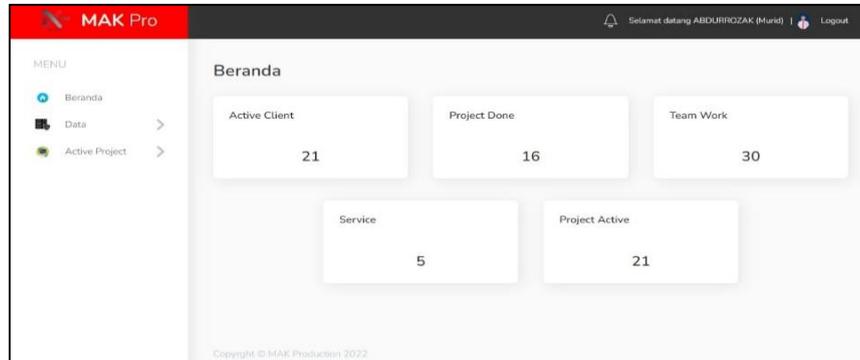
5.1 Tampilan Akses User pada Aplikasi Sistem Informasi Pengawasan Pembelajaran

1. Halaman *Login* adalah tampilan halaman yang pertama muncul saat mengakses sistem, dan pengguna dalam hal ini Pembimbing PBL, Murid, Project Manager dan Kepala Madrasah) harus menginput *username* dan *password* untuk login ke dalam aplikasi, tampilan terlihat pada gambar 8.



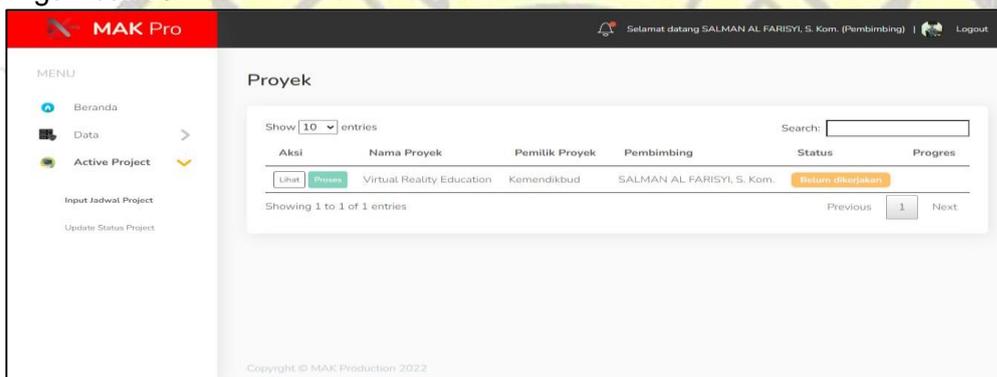
Gambar 8 Tampilan login untuk pembimbing PBL, Murid, Project Manager dan Kepala Madrasah

- Setelah berhasil login menggunakan hak user pembimbing PBL maka akan diarahkan ke tampilan halaman Beranda pembimbing PBL pada gambar 9.



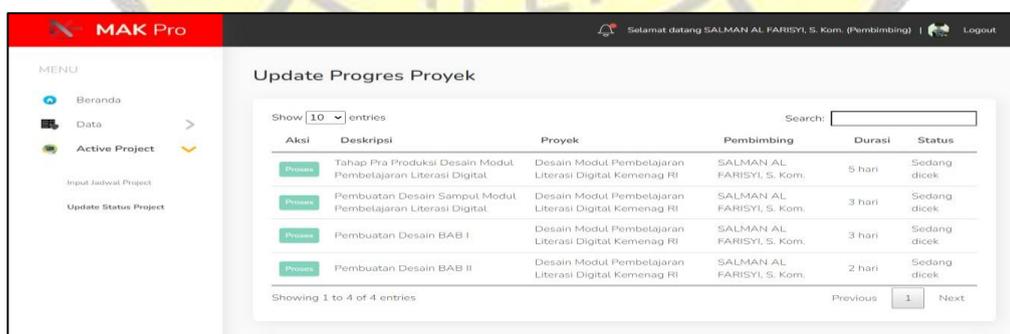
Gambar 9 Tampilan Menu Hak Akses Pembimbing PBL

- Bentuk input jadwal project klik menu "Active Project" kemudian pilih "Input Jadwal Project" dan selanjutnya akan diarahkan ke tampilan halaman data proyek terlihat pada gambar 10.



Gambar 10 Tampilan Menu Input Hak Akses Pembimbing PBL

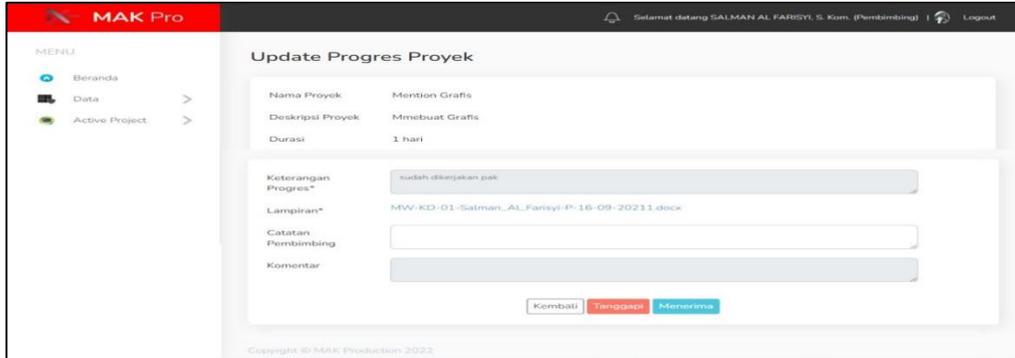
- Untuk update status project pilih menu "Active Project" kemudian pilih "Update Status Project" dan selanjutnya akan diarahkan ke tampilan halaman data Progres Proyek terlihat pada gambar 11.



Gambar 11 Tampilan Menu Pembaharuan Status Proyek Akses Pembimbing

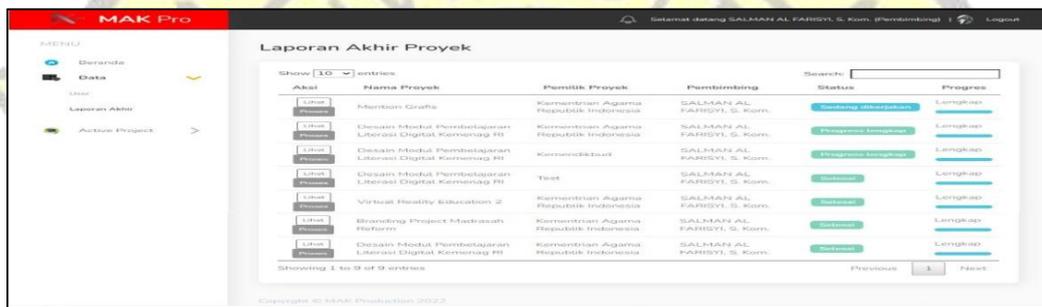
- Klik "Proses", melihat kemajuan dan menanggapi jika sudah sesuai maka

“Menerima” atau jika ada kekurangan/belum sesuai maka “Menanggapi” Jika batal dan kembali ke halaman Data Kemajuan Proyek pada gambar 12.



Gambar 12 Tampilan Menu Proses Kemajuan Proyek

- Untuk melihat laporan akhir murid klik menu “Data” kemudian pilih “Laporan Akhir” dan selanjutnya akan diarahkan ke tampilan halaman Laporan Akhir pada gambar 13.



Gambar 13 Tampilan menu Laporan Akhir Akses Pembimbing PBL

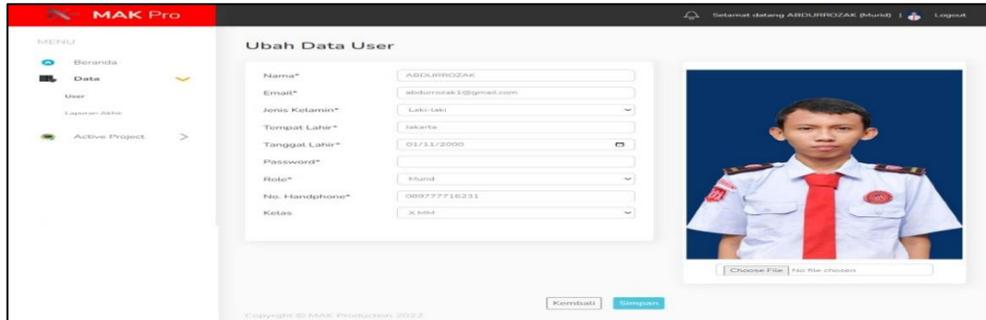
- Apabila telah selesai melakukan kegiatan akses pengguna dapat keluar dari sistem dapat klik Menu *Logout* pada menu kanan atas pada gambar 14.



Gambar 14 Tampilan menu Logout Akses Pengguna

5.2 Tampilan Hak Akses Murid

1. Untuk melihat data *user*, klik menu “Data” kemudian pilih “User” kemudian akan diarahkan ke tampilan halaman data *user* terlihat pada gambar 15.



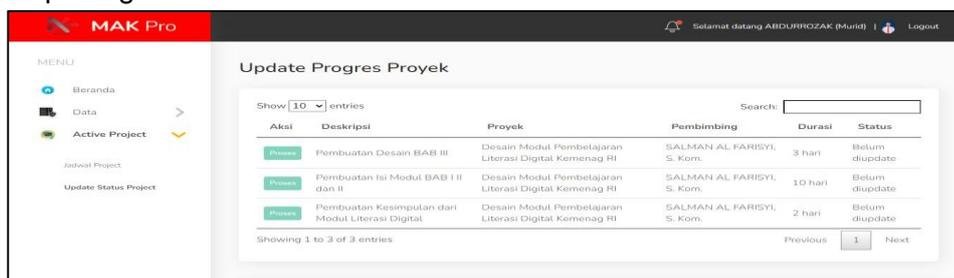
Gambar 15 Tampilan menu User hak Akses Murid

2. Untuk melihat jadwal proyek, klik menu “Active Project” kemudian pilih “Jadwal Project” maka akan diarahkan ke tampilan jadwal proyek pada gambar 16.



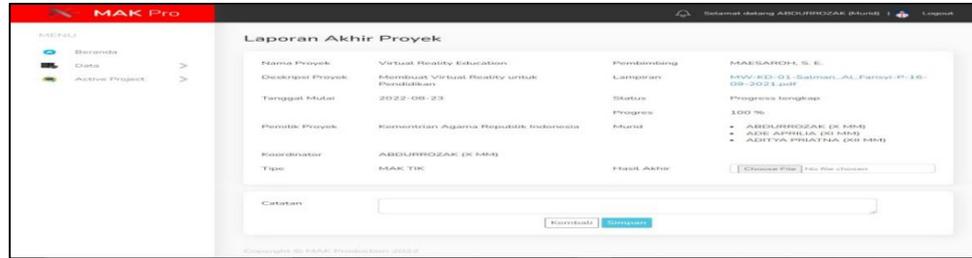
Gambar 16 Tampilan Menu Jadwal Proyek hak akses Murid

3. Untuk lapor pengerjaan progres proyek, klik menu “Active Project” kemudian pilih “Update Status Progres” maka akan diarahkan ke tampilan data kegiatan kegiatan proyek pada gambar 17.



Gambar 17 Tampilan Menu Status Pembaharuan Proyek Hak akses Murid

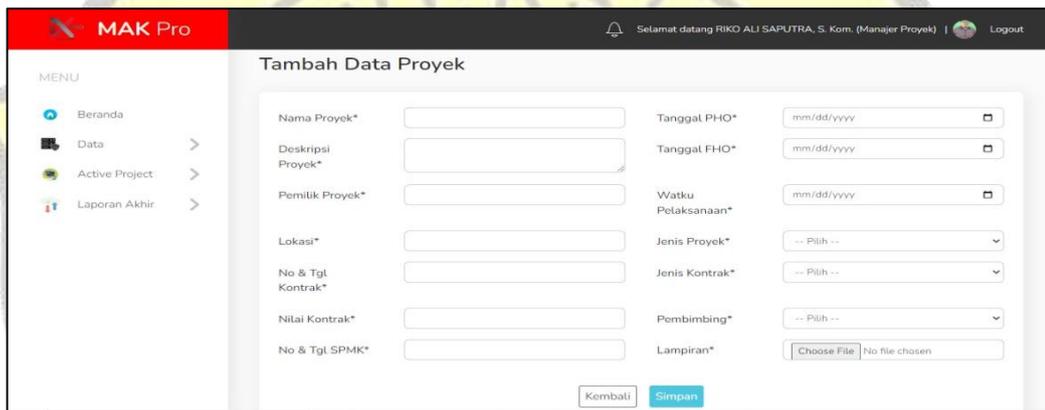
4. Untuk memproses laporan akhir klik menu “Data” kemudian pilih “Lapran Akhir” lalu klik “Proses” dan selanjutnya akan diarahkan ke tampilan halaman Laporan Akhir pada gambar 18.



Gambar 18 Tampilan Menu Laporan Akhir Proyek Hak Akses Murid

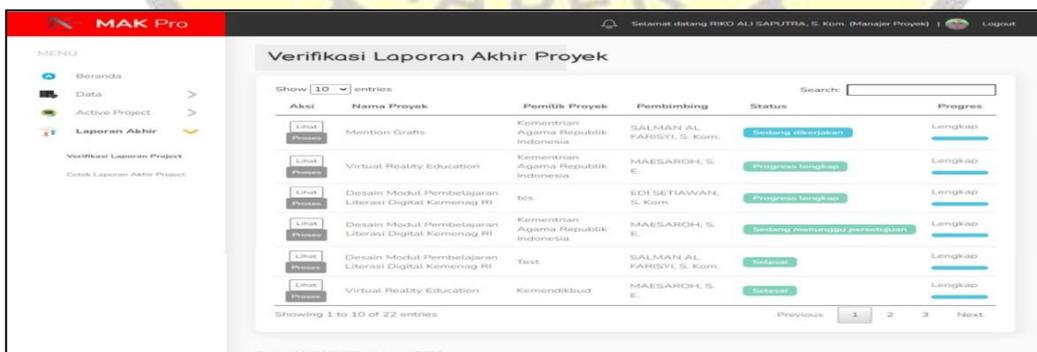
5.
5.3 Tampilan Hak Akses Project Manager

1. Untuk proses *input project* baru, pilih menu “Active Project” kemudian pilih “Input Project Baru” lalu klik Tambah Data maka akan diarahkan ke tampilan *Input Data Proyek Baru* terlihat pada gambar 19.



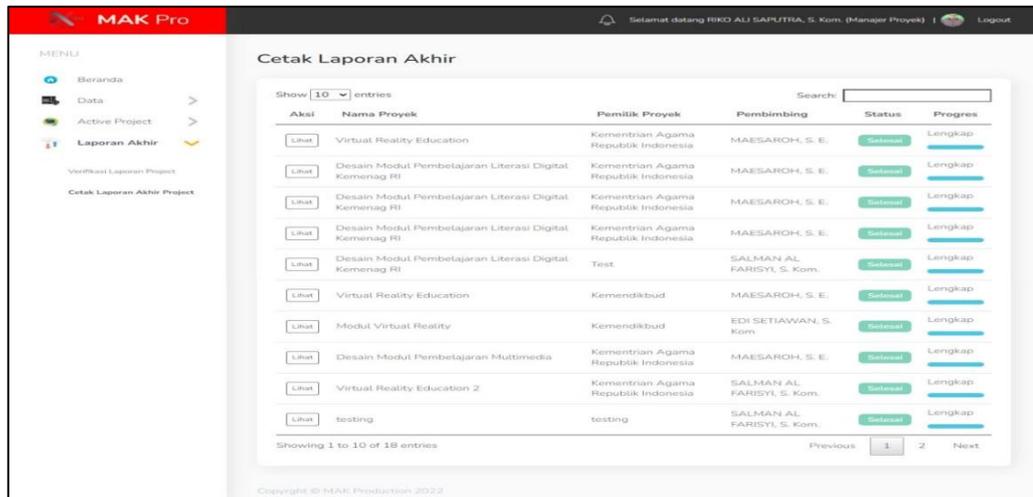
Gambar 19 Tampilan Menu Input Data Proyek baru Hak Akses Project

2. Untuk verifikasi laporan pilih menu “Laporan Akhir” kemudian klik Verifikasi Laporan Project” maka akan diarahkan ke tampilan verifikasi laporan *project* pada gambar



Gambar 20 Tampilan Menu verifikasi Laporan Akhir Proyek hak Akses Project
20.

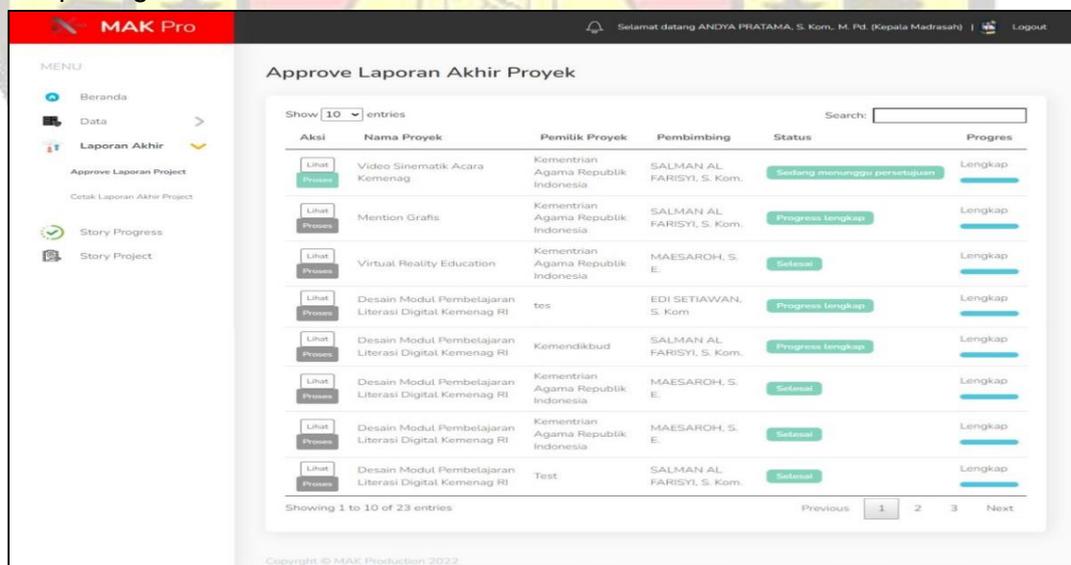
3. Untuk cetak laporan akhir *project*, pilih menu “Laporan Akhir” kemudian pilih “Cetak Laporan Akhir *Project*” maka akan diarahkan ke tampilan cetak laporan pada



Gambar 21 Tampilan Menu Cetak Laporan Akhir Proyek Hak Akses Manager gambar 21.

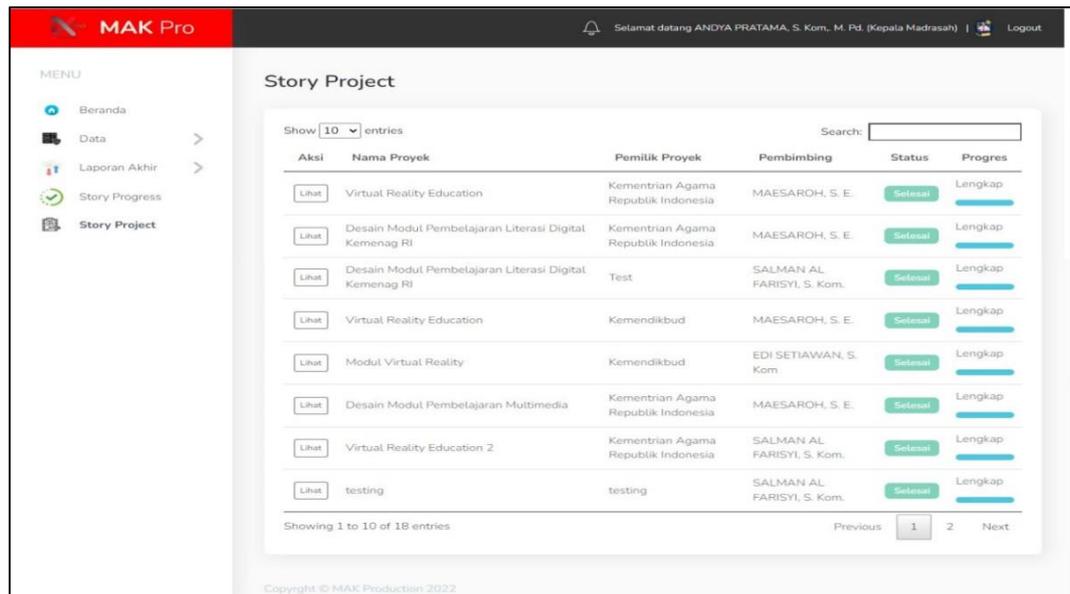
5.4 Tampilan Hak Akses Kepala Madrasah

1. Untuk *approve* laporan pilih menu “Laporan Akhir” kemudian pilih “Approve Laporan *Project*” dan selanjutnya akan diarahkan ke tampilan halaman *approve* laporan *project* terlihat pada gambar 22.



Gambar 22. Tampilan Menu Persetujuan Laporan Akhir Proyek hak akses kepala

2. Untuk melihat *story project*, pilih menu “Story Project” dan selanjutnya akan diarahkan ke tampilan halaman *story project* pada gambar 23.



Gambar 23 Tampilan Menu Story Project Hak Akses Kepala Madrasah

6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Aplikasi sistem informasi pengawasan Pembelajaran Pada Model Pembelajaran PBL dengan CPM ini dapat membantu dengan permasalahan yang terjadi di MAK Unggulan Informatika Jakarta. Aplikasi Sistem Informasi ini berbasis *web* yang dapat diakses oleh beberapa *user* dan dengan pengelolaan data proyek menggunakan basis data, pelaporan setiap kemajuan proyek serta pengolahan laporan akhir proyek juga semakin mudah dan efisien.

Adanya sistem informasi monitoring pembelajaran pada model pembelajaran PBL dengan CPM memudahkan dalam memonitor proyek yang sedang berjalan, sehingga penyelesaian proyek menjadi lebih cepat, mudah, dan efisien. Pimpinan juga dapat melihat informasi secara langsung dan akurat tentang proyek yang sedang berjalan.

6.2 Saran-Saran

Sistem informasi pengawasan pembelajaran pada model pembelajaran PBL ini masih dapat dilakukan pengembangan sistem, dengan menerapkan sistem informasi yang bisa diakses melalui perangkat *mobile*, menambahkan fitur *searching*, perlu adanya penyederhanaan proses tahapan di sistem agar sistem mudah dipelajari dan mudah diingat. Mengembangkan sistem agar bisa di akses oleh pengguna supaya nantinya pengguna mengetahui secara langsung kemajuan proyek mereka dan dapat langsung mengakses laporan akhir di sistem.

Selain itu sistem dapat diberikan fitur tambahan seperti *email* pemberitahuan kepada *user* yang terlibat dalam proyek jika ada daftar kerja yang baru sehingga dapat menjadi sebuah sistem yang dapat mengelola dan memonitoring proyek lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chatwattana, P., & Nilsook, P, 2017, ***A Web - based Learning System using Project-based Learning and Imagineering***. *iJET*, 12(5), 4-22.

2. *Educational Technology Division Ministry of Education, 2006,. Project Based Learning Handbook "Educating The Millennial Learner".* Kuala Lumpur: Pesiaran Bukit Kiara.
3. Fernandes, S. R, 2014, *Preparing Graduates For Professional Practice: Findings From a Case Study af Project-Based Learning (PBL).* *Social and Behavioral Sciences* 139, 219-226.
4. Kose, U, 2010, *A Web Based System for Project-Based Larning Activities in "Web Design And Programming" Course.* *Procedia Soscial and Behavioral Sciences* 2, 1174-1184.
- I. Sommerville, 2011, *Software Enggineering, 9th ed.* Addison-Wesley
5. Marimin, Tanjung H, Prabowo H, 2006, *Sistem Informasi Manajemen Sumber Daya Manusia.* Jakarta: Grasindo.
6. PMI. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 5th ed,* 2013, *Project Management Institute*
7. Setyaningsih, Wiji, 2015, *Konsep Sistem Pendukung Keputusan,* Yayasan Edelweis, Malang
8. Thomas, J. W, 2000, *A Review of Research on Project-Based Learning.* 94903(415).



APLIKASI MUTU LAYANAN ATAS KEPUASAN PASIEN MENGUNAKAN METODE SERVQUAL PADA PUSKESMAS TRIDAYASAKTI

Endang Ayu Susilawati^{1*}, Fadhil Azhar Taqiyuddin²

¹Dosen Sistem Informasi Universitas Darma Persada

²Mahasiswa Sistem Informasi Universitas Darma Persada

*Koresponden : endangdosensi@gmail.com

ABSTRAK

Puskesmas Tridayasakti adalah Pusat Kesehatan Masyarakat yang berada di Desa Tridaya Sakti, berdiri sejak tahun 2019 dibawah Dinas Kesehatan Kabupaten Bekasi terdiri dari berbagai jenis pelayanan yang tersedia. Saat ini pihak puskesmas belum memiliki umpan balik dan masukan mengenai kualitas pelayanan terhadap pasien sehingga pihak manajemen Puskesmas Tridayasakti belum dapat mengetahui dan mengevaluasi penilaian pelanggan terhadap jasa pelayanan kesehatan. Pada aplikasi yang dibangun menggunakan Metode Servqual dengan menentukan variable, menentukan dimensi, membuat kuisisioner, mengolah data hasil kuisisioner, menganalisis data hasil pengolahan kuisisioner. Hak akses yang dibuat dalam Aplikasi terdapat dua hak akses yaitu sebagai administrasi dan sebagai pasien. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu pihak manajemen puskesmas dalam menentukan nilai kualitas pelayanan kesehatan serta menjadi refrensi untuk meningkatkan kualitas pelayanan.

Kata kunci : Kualitas Layanan, Metode Servqual

ABSTRACT

Tridayasakti is a Public health center located in Tridaya Sakti Village, established in 2019 under the Bekasi District. This Health center consisting of various types of services available. At present the Tridayasakti do not yet have feedback and input regarding the quality of service to patients so that the management of the Tridayasakti has not been able to know and evaluate customer ratings of health services. In applications built using the Servqual Method by determining variables, determining dimensions, creating questionnaires, processing questionnaire results data, analyzing data processing results of questionnaires. This application consists of two access rights, namely administration and patients. This application is expected to help the puskesmas management in determining the value of the quality of health services and become a reference for improving service quality.

Keywords: Service Quality, Servqual Method

1. PENDAHULUAN

Puskesmas Tridayasakti adalah Pusat Kesehatan Masyarakat yang berada di Desa Tridaya Sakti, berdiri sejak tahun 2019 dibawah Dinas Kesehatan Kabupaten Bekasi terdiri dari berbagai jenis pelayanan yang tersedia. Saat ini pihak puskesmas belum memiliki umpan balik dan masukan mengenai kualitas pelayanan terhadap pasien sehingga pihak

manajemen Puskesmas Tridayasakti belum dapat mengetahui dan mengevaluasi penilaian pelanggan terhadap jasa pelayanan kesehatan.

Pada aplikasi yang dibangun menggunakan Metode Servqual dengan menentukan variable, menentukan dimensi, membuat kuisisioner, mengolah data hasil kuisisioner, menganalisis data hasil pengolahan kuisisioner. Rancangan Aplikasi terbagi menjadi dua akses login sebagai administrasi serta pasien.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data

a. Pengamatan

Pengamatan secara langsung ke puskesmas Tridayasakti untuk mengamati segala hal yang berkaitan dengan pelayanan pasien

b. Wawancara Langsung

Wawancara dilakukan kepada petugas, pasien, dan kepala puskesmas untuk mendapatkan data

c. Literatur Pustaka

Literatur pustaka di dapat dengan membuka internet sesuai tema penelitian

2.2 Metode yang digunakan pada pengembangan sistem

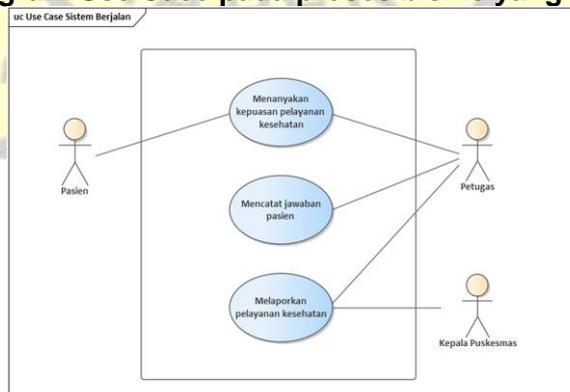
Metode Agile adalah metode yang digunakan karena melihat Tridayasakti puskesmas sangat dinamis dalam operasionalnya. Urutan langkah dikerjakan sebagai berikut :

1. Menyusun perencanaan sistem sesuai dengan kebutuhan tridayasakti sehingga aplikasi dapat digunakan terutama membantu dalam peningkatan kinerja pelayanan pasien.
2. Perancangan dalam pembuatan Database dan aplikasi
3. Tahapan testing setelah aplikasi selesai dikerjakan yang meliputi pengujian structural, valisadi dan fungsi.
4. Membuat dokumentasi secara keseluruhan
5. Melakukan implementasi aplikasi untuk digunakan
6. Penjagaan kualitas dari aplikasi dengan melakukan pemeliharaan

3. RANCANGAN SISTEM

3.1 Langkah yang dilakukan dalam membuat sistem yang berjalan

3.1.1 Pembuatan Diagram Use Case pada proses bisnis yang saat ini digunakan



Gambar 1 Usecase Sistem Berjalan

3.1.2 Rancangan Bagan Skenario

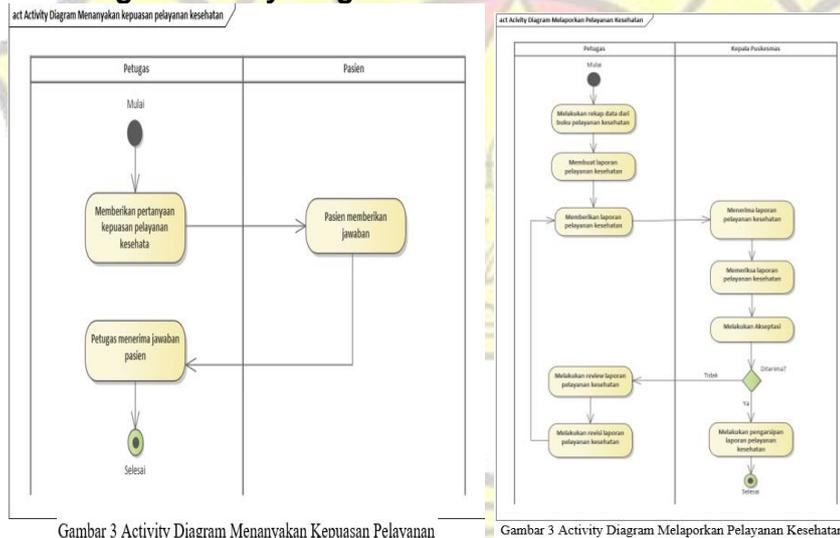
Tabel 1 Skenario Use Case Menanyakan Kepuasan Pelayanan

Use Case Name	: Menanyakan Kepuasan Pelayanan Kesehatan	UniqueID	: 1
Area	: Pasien, dan Petugas		
Actor(s)	: Pasien, dan Petugas		
Description	: Petugas menanyakan kepuasan pelayanan kesehatan kepada pasien		
Triggering Event	: Petugas menanyakan kepuasan pelayanan kesehatan		
Step Performed	Information for Step		
1. Petugas memberikan pertanyaan pelayanan kesehatan kepada pasien	Buku pelayanan		
2. Pasien memberikan jawaban	Buku pelayanan		
3. Petugas menerima jawaban pasien	Buku pelayanan		
Pre-condition	: Petugas memberikan pertanyaan kepuasan pelayanan kesehatan kepada pasien		
Post-condition	: Petugas menerima jawaban pasien		
Assumption	: Petugas sudah menerima jawaban pasien		
Requirement Met	: Petugas menerima jawaban pasien		
Outstanding Issues	: Pasien tidak mau menjawab		
Priority	: Tinggi		
Risk	: Tinggi		

Tabel 2 Skenario Use Case Mencatat Jawaban Pasien

Use Case Name	: Mengisi Kuisioner	UniqueID	: 2
Area	: Petugas		
Actor(s)	: Petugas		
Description	: Petugas Mencatat jawaban pasien		
Triggering Event	: Petugas Mencatat jawaban pasien		
Step Performed	Information for Step		
1. Petugas Mencatat jawaban pasien ke buku pelayanan	Buku pelayanan		
2. Petugas menyimpan buku pelayanan	Buku pelayanan		
Pre-condition	: Petugas sudah menerima jawaban pasien		
Post-condition	: Petugas menyimpan buku pelayanan		
Assumption	: Petugas sudah mencatat jawaban pasien		
Requirement Met	: Petugas menyimpan buku pelayanan		
Outstanding Issues	: Petugas tidak Mencatat jawaban pasien		
Priority	: Tinggi		
Risk	: Tinggi		

3.1.3 Rancangan Activity Diagram

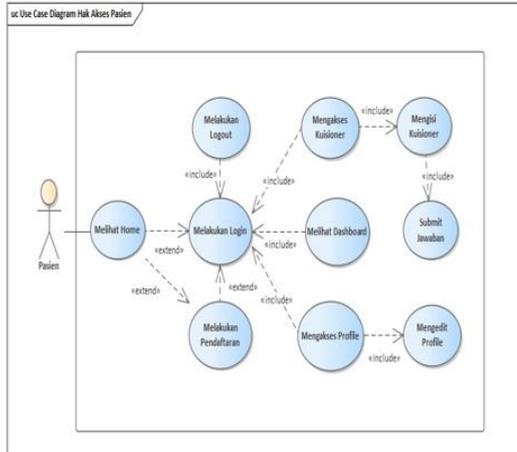


Gambar 3 Activity Diagram Menanyakan Kepuasan Pelayanan

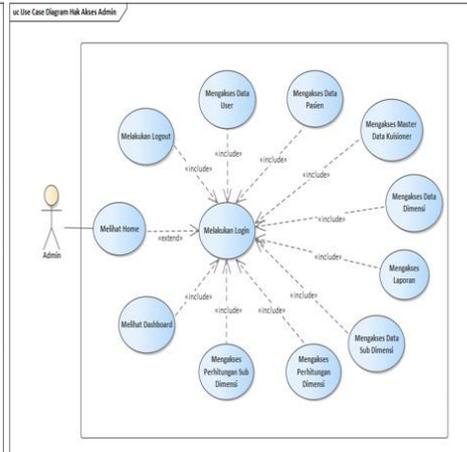
Gambar 3 Activity Diagram Melaporkan Pelayanan Kesehatan

3.2 Perancangan Aplikasi Mutu Layanan

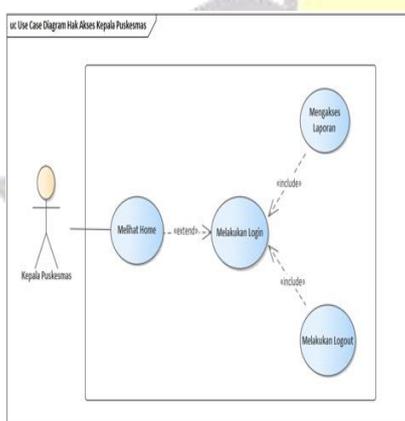
A) Use Case dan Activity Diagram Mutu Layanan



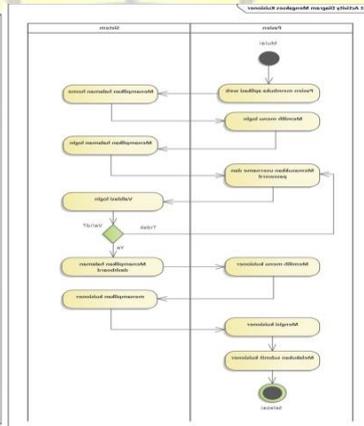
Gambar 4 Use Case Hak Akses Pasien



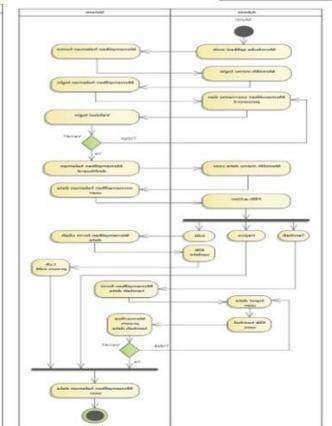
Gambar 5 Use Case Hak Akses Admin



Gambar 6 Use Case Hak Akses Kepala Puskesmas



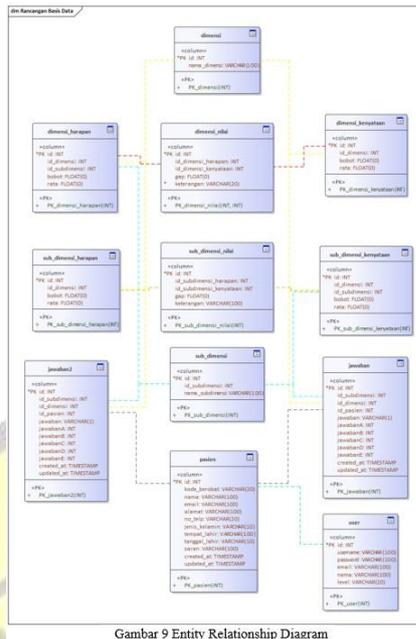
Gambar 7 Aliriah Diagram Pengakses Admin



Gambar 8 Aliriah Diagram Pengakses Data User

B) Perancangan Basis Data

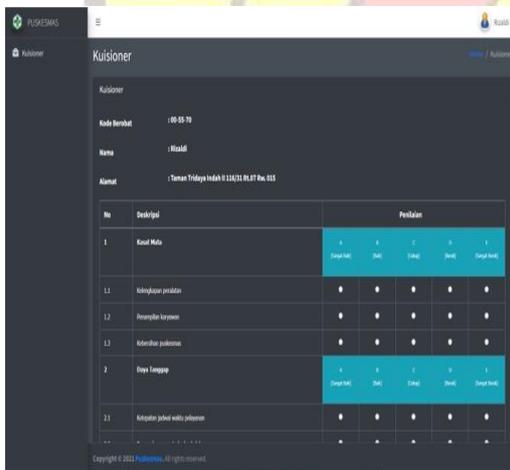




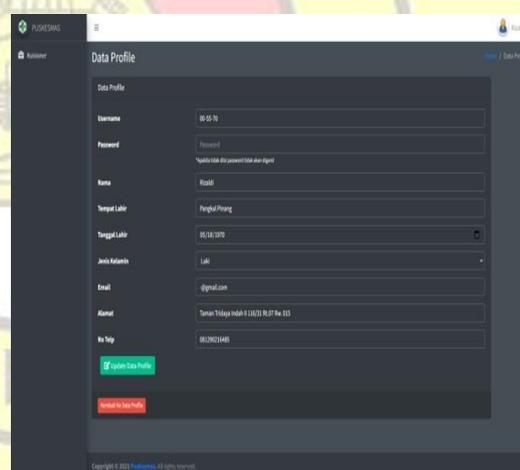
Gambar 9 Entity Relationship Diagram

4. PERANCANGAN YANG DIHASILKAN

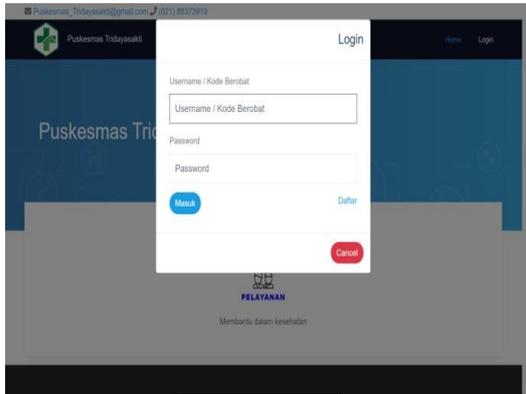
4.1 Perancangan untuk login sebagai Pasien



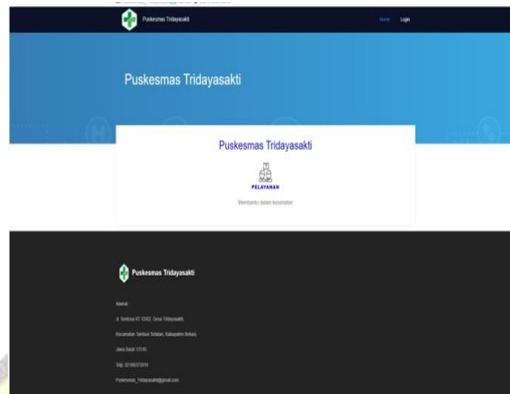
Gambar 10 Halaman Kuisisioner Pasien



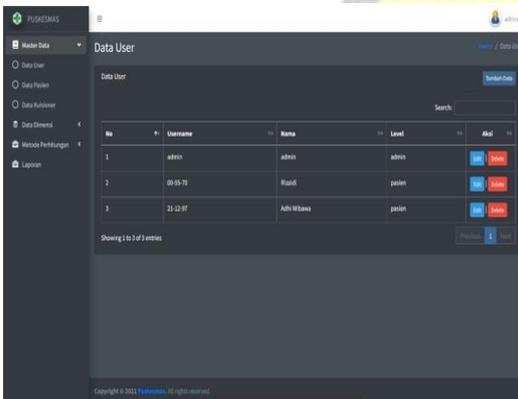
Gambar 11 Halaman Profile Pasien



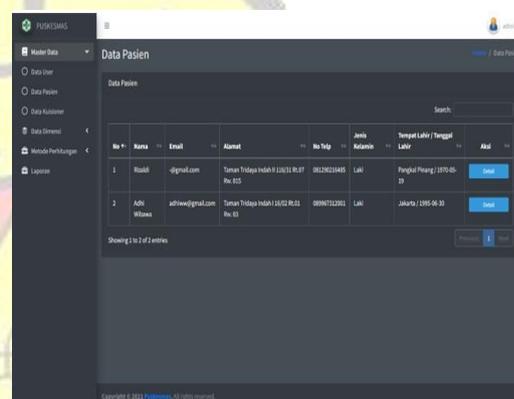
Gambar 12 Halaman Login



Gambar 13 Halaman Home

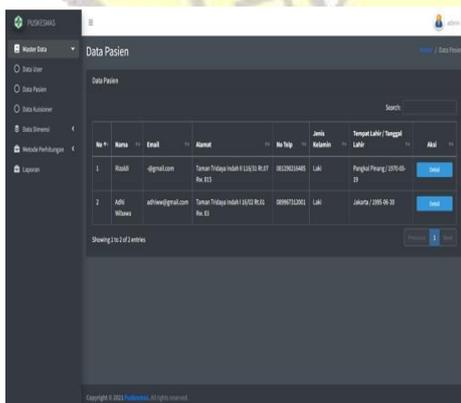


Gambar 14 Halaman Data User

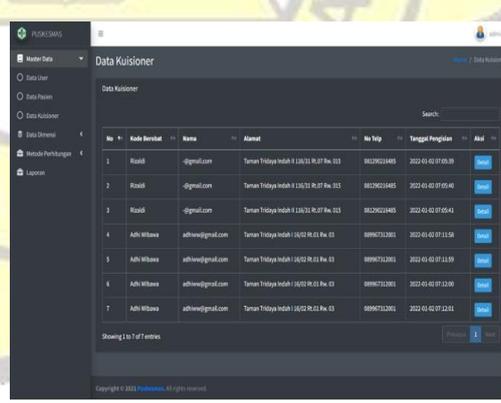


Gambar 15 Halaman Data Pasien

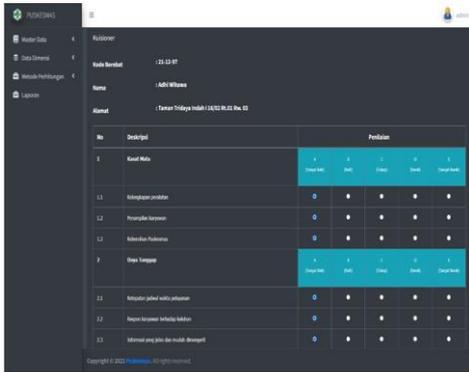
4.2 Perancangan untuk login sebagai Administrator



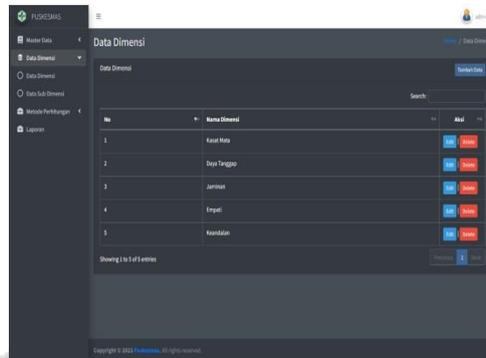
Gambar 15 Halaman Data Pasien



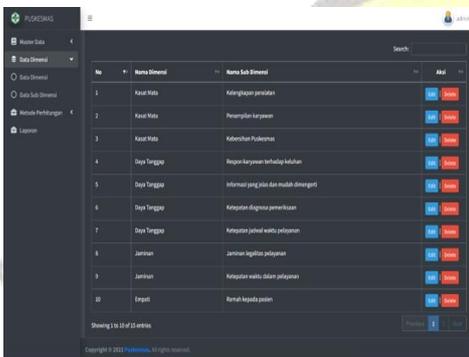
Gambar 16 Halaman Data Master Kuisisioner



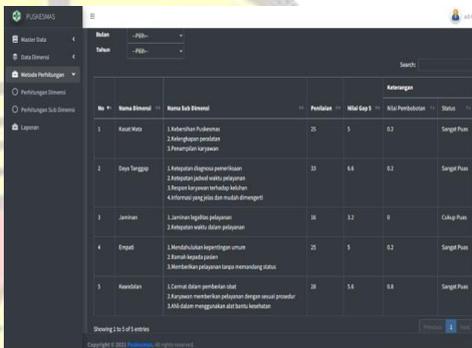
Gambar 17 Halaman Detail Data Master Kuisisioner



Gambar 18 Halaman Data Dimensi

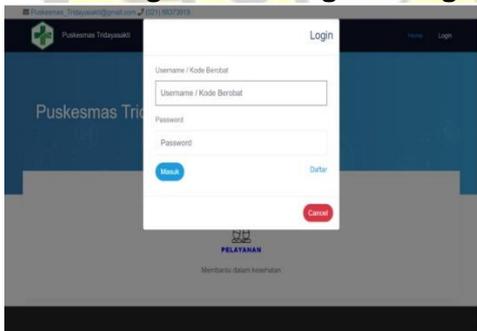


Gambar 19 Halaman Data Sub Dimensi

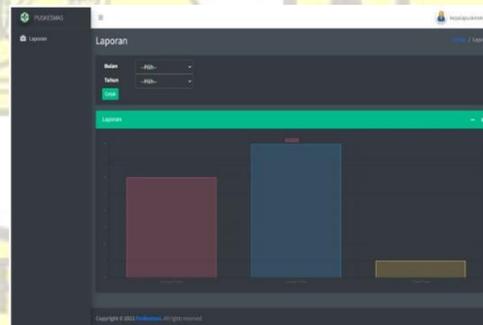


Gambar 20 Halaman Perhitungan Dimensi

4.3 Perancangan untuk login sebagai Kepala Puskesmas



Gambar 21 Halaman Login



Gambar 22 Halaman Laporan Kepala Puskesmas

4.4 Pengujian dari Aplikasi Mutu Layanan

Aplikasi yang dihasilkan dilakukan pengujian dengan menggunakan uji coba terdiri antara lain adalah pengujian secara struktural, pengujian secara fungsional, serta pengujian dalam validasi.

4.4.1 Pengujian Struktural

Pengujian ini dikerjakan melalui perbandingan kesamaan hasil tampilan yang diusulkan dengan hasil akhir aplikasi.

Tabel 3 Uji Coba Struktural

FORM / HALAMAN	Dijalankan di web browser
Home	Sesuai
Pendaftaran	Sesuai
Login	Sesuai
Dashboard	Sesuai
Kuisisioner	Sesuai
Profile	Sesuai
Data User	Sesuai
Tambah Data User	Sesuai
Edit Data User	Sesuai
Hapus Data User	Sesuai
Data Pasien	Sesuai
Data Master Kuisisioner	Sesuai
Data Dimensi	Sesuai

4.4.2 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional akan memastikan semua komponen dari sistem dapat berjalan sesuai apa telah dirancang.

Tabel 4 Uji Coba Fungsional

No	HALAMAN	Menu/Button	Dijalankan di Web Browser
1	Home (Admin, Pasien)	View	Berfungsi
2	Login (Admin, Pasien)	Login	Berfungsi
3	Register (Pasien)	Register	Berfungsi
4	Dashboard (Admin, Pasien)	View	Berfungsi
5	Data User (Admin)	Tambah	Berfungsi
		Edit	Berfungsi
		Delete	Berfungsi
6	Data Dimensi (Admin)	Tambah	Berfungsi
		Edit	Berfungsi
		Delete	Berfungsi
7	Data Sub Dimensi (Admin)	Tambah	Berfungsi
		Edit	Berfungsi
		Delete	Berfungsi

4.4.3. Pengujian Validasi

Pengujian ini dikerjakan dengan tujuan meyakinkan bahwa aplikasi dapat berfungsi dengan dilakukan pengisian data yang digunakan yaitu data yang sesuai harapan dan data tidak sesuai harapan.

5. KESIMPULAN

Sistem berjalan mutu layanan terhadap kepuasan pasien belum memiliki umpan balik dan masukan mengenai mutu pelayanan terhadap pasien, sehingga tidak dapat mengetahui faktor-faktor mana saja yang dapat dilakukan untuk peningkatan mutu pelayanan kepuasan pasien dalam berobat jalan, dari pihak manajemen Puskesmas Tridayasakti dengan penggunaan aplikasi mutu kepuasan pasien diharapkan dapat membantu pada saat menentukan nilai kualitas pelayanan kesehatan serta menjadi referensi untuk meningkatkan kualitas pelayanan

Dengan adanya hasil dari rancang bangun kualitas pelayanan terhadap kepuasan pasien pada Puskesmas Tridayasakti dengan menggunakan metode Servqual ini dapat digunakan oleh Puskesmas Tridayasakti untuk mendapatkan nilai dari kualitas pelayanan

sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas pelayanan pada Puskesmas Tridayasakti.

DAFTAR PUSTAKA

1. A Parasuraman, etc. 2019, ***Delivering QS: Balancing of Customer Perception and their Expectations***, The Free Press.
2. Hardiyansyah H. 2011, ***Kualitas Layanan Publik***, Gava Media, Yogyakarta
3. Sri M . 2016, ***Analisa Perancangan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit***, Penerbit Abdi Sistematika, Bandung



RANCANG BANGUN SISTEM PENUNDAAN PEMBAYARAN PERKULIAHAN PADA UNIVERSITAS DARMA PERSADA STUDI KASUS PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI

Yahya¹, Widiastuti², Eva Novianti¹, Muhammad Zaidan Giffary³

¹Dosen Program Studi Sistem Informasi, Universitas Darma Persada

²Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi, Universitas Darma Persada

³Mahasiswa Program Studi Sistem Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : yahya.unsada@gmail.com

ABSTRAK

Puncak pandemik yang telah terjadi selama 2 (dua) tahun dimulai sejak 2019 sampai dengan 2021 berdampak banyak hal dalam kehidupan sosial hingga perekonomian dunia, termasuk dalam dunia pendidikan. Dampak dari turunnya daya beli manusia, berdampak terhadap kemampuan mahasiswa untuk melakukan pembayaran di Perguruan Tinggi. Permasalahan utama yang muncul dalam proses pengajuan penundaan pembayaran perkuliahan diantaranya karena belum memiliki standar proses yang baku dalam kondisi pandemik dan masih manual pelaksanaan pengajuannya sehingga terjadinya ketidaksinkronan data dan komunikasi antar pihak Universitas dengan Mahasiswa sehingga mengganggu proses perkuliahan. Tujuan dari penelitian ini membantu proses pencatatan dan proses pengajuan penundaan pembayaran berbasis website sehingga dapat dilakukan mahasiswa tanpa harus ke kampus. Metode pengembangan website yang dilakukan menggunakan model waterfall yang sangat detail per-tahapan dan mengurangi potensi kesalahan. Hasil dari penelitian ini merupakan website yang menampilkan pengajuan penundaan, mengetahui progress pengajuan dan pengecekan di keuangan Universitas dan hasil pengajuan penundaan yang dapat dilihat di halaman mahasiswa, sehingga semua pengguna yang terkait memiliki alur yang jelas untuk penundaan pembayaran perkuliahan sehingga bisa tetap melaksanakan perkuliahan selama masa penundaan pembayaran.

Kata Kunci : Aplikasi, Penundaan Pembayaran, Sistem Informasi

1. PENDAHULUAN

Social-Discanting atau menjaga jarak menjadi salah satu alasan begitu pentingnya kita menggunakan teknologi informasi, Teknologi komputer, handphone dan alat komunikasi lainnya memiliki peranan yang sangat penting dalam pemecahan masalah pengolahan data khususnya dimasa pandemic. Kegiatan perkuliahan harus tetap berjalan tanpa terkendala, pendapatan yang menurun memungkinkan terjadinya keterlambatan pembayaran. Prosedur penundaan secara manual tidak memungkinkan lagi digunakan, disinilah peran teknologi informasi dapat menjembatani antara mahasiswa dan universitas untuk berkomunikasi mengenai penundaan pembayaran agar proses perkuliahan dapat berjalan dengan baik.

Perumusan Masalah adalah Mahasiswa masih kesulitan untuk mengajukan penundaan pembayaran sebab hanya dilakukan secara manual yaitu dengan mengirimkan pesan pribadi kepada pihak Tata Usaha Fakultas. Tujuan Penelitian adalah Merancang dan Membangun sistem penundaan pembayaran pada Universitas Darma

Persada Studi Kasus Program Studi Sistem Informasi.

Manfaat Penelitian adalah (1) Membuat sistem penundaan pembayaran yang terkomputerisasi. (2) Mempermudah mahasiswa dalam melakukan pengajuan penundaan pembayaran.

Ruang Lingkup adalah (1) Subjek pada penelitian ini adalah mahasiswa aktif Universitas Darma Persada. (2) Objek dari penelitian ini adalah tentang pengajuan penundaan pembayaran pada Universitas Darma Persada. (3) Subjek penelitian ini wadek menyetujui pengajuan penundaan jikalau mahasiswa mengisi semua form pengajuan sedangkan di tolak jika mahasiswa sudah melakukan pengajuan dan masih di proses lalu mahasiswa melakukan pengajuan tersebut di tolak. (4) Subjek penelitian ini bagian keuangan menyetujui pengajuan jikalau pengajuan mahasiswa disetujui oleh wadek.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Konsep Dasar Program

Konsep dasar program terdapat beberapa definisi yang berhubungan dengan pengertian aplikasi, pengertian manajemen keuangan, teknologi web, dan *database* (pengolahan data).

2.2. Pengertian Aplikasi

Aplikasi menurut Hendrayudi (2008:143) adalah kumpulan perintah program yang dibuat untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu (khusus). Sedangkan menurut Maryono dan Istiana (2008:8) aplikasi adalah program yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna dalam menjalankan pekerjaan tertentu.

2.3. Pengertian Manajemen Keuangan

Menurut Akdon, Dedy, dan Deni (2015: 28) berpendapat bahwa biaya pendidikan adalah semua pengeluaran yang memiliki kaitan langsung dengan penyelenggaraan pendidikan. Pengeluaran yang tidak memiliki kaitan langsung dengan penyelenggaraan pendidikan dapat disebut sebagai pemborosan, atau pengeluaran yang mestinya dapat dicegah.

2.4. Pengertian Web

Menurut Arief (2011:7) web adalah salah satu aplikasi yang berisikan dokumen-dokumen multimedia (teks, gambar, suara, animasi, video) didalamnya yang menggunakan protokol HTTP (*hypertext transfer protocol*) dan untuk mengaksesnya menggunakan perangkat lunak yang disebut browser.

3. METODOLOGI PENELITIAN

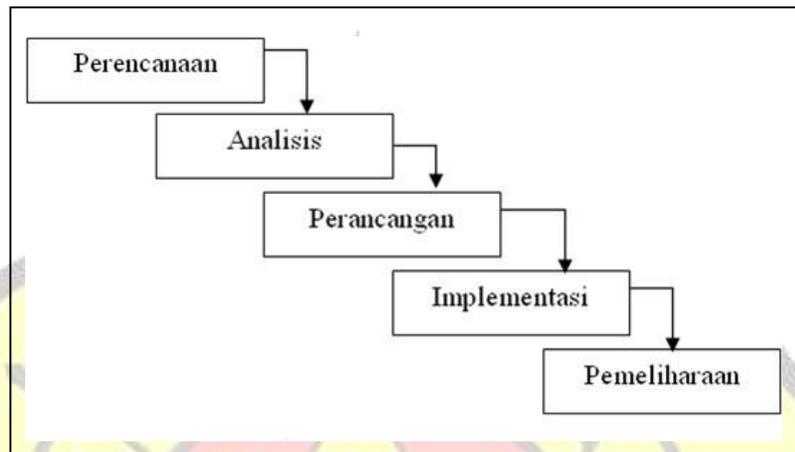
3.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam analisa sistem, teknik pengumpulan data merupakan faktor penting dalam keberhasilan analisa sistem. Metode pengumpulan data pada penelitian ini yaitu observasi di Program Studi Sistem Informasi Universitas Darma Persada, melakukan wawancara dengan pihak-pihak terkait (mahasiswa yang melakukan pengajuan penundaan pembayaran, Wakil Dekan II, dan pihak Keuangan Mahasiswa). Pengumpulan data dan dokumen mengenai proses pengajuan penundaan pembayaran melalui mahasiswa dan wawancara mengenai proses pengajuan penundaan pembayaran sampai dengan tahapan validasi dan pengesahan penundaan pembayaran.

3.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode rancang bangun yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode waterfall yang juga disebut model sekuensi linear atau alur hidup klasik. Pengembangan sistem dikerjakan secara terurut mulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian dan tahap pendukung.

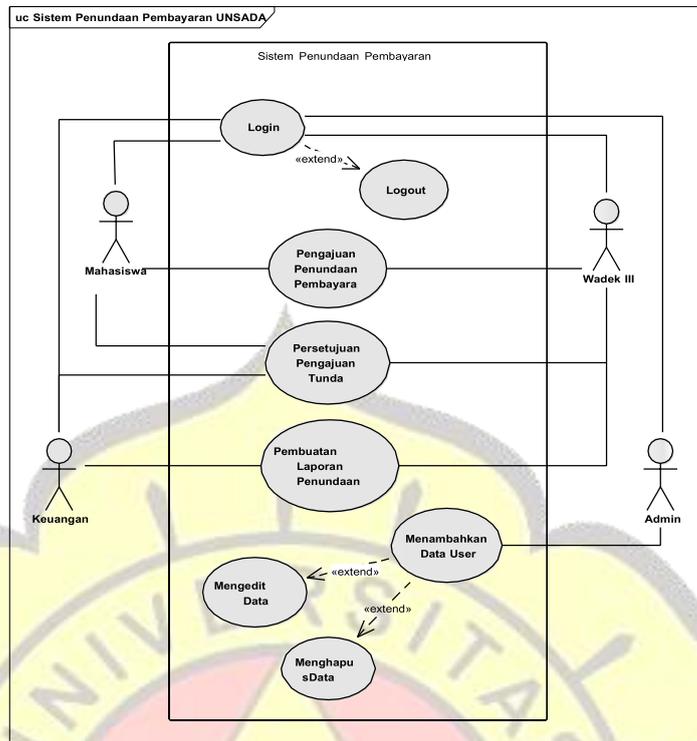
Tahapan pelaksanaan penelitian ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Metode Waterfall Pembuatan Sistem

4. ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Analisa Sistem Use Case Diagram Sistem Usulan



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Usulan

Pada Usecase diagram di Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pengguna sistem terdiri atas Wakil Dekan II, Admin, Keuangan dan Mahasiswa. Admin menambahkan data pengguna. Selanjutnya pengajuan dilakukan oleh Mahasiswa masuk ke sistem kemudian melakukan pengajuan dan diperiksa oleh Wakil Dekan II untuk disetujui, masuk ke laporan oleh Keuangan, Mahasiswa mendapat notifikasi mengenai progress pengajuan hingga persetujuan pengajuan.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Halaman Data Pengajuan

Pada halaman data pengajuan merupakan informasi tentang urutan data-data Mahasiswa yang sedang ataupun sudah melakukan pengajuan. Tabel tersebut berisi tentang No, NIM, Nama, Program Studi, No. HP, Nominal Penundaan, Sistem Pembayaran, Alasan Penundaan, Periode Semester, Status.

NO	NIM	NAMA	PROGRAM STUDI	NO. HP	NOMINAL PENUNDAAN	SISTEM PEMBAYARAN	ALASAN PENUNDAAN	PERIODE SEMESTER	STATUS
1	20182400410	Mahasiswa Ke 1	Sistem Informasi	08580410	Rp 2.500.000	3x Bayar	Ada Keperluan lain	Cenap 2021	Proses
2	2018240029	Muhammad Zaidan G	Teknik Informatika	08599990410	Rp 2.000.000	2x Bayar	Ada Keperluan lain	Cenap 2021	Proses
3	2018240101	Mahasiswa Ke 2	Teknik Informatika	004100	Rp 1.500.000	2x Bayar	ada keperluan lain	Cenap 2021	Ditolak
4	88	Mahasiswa Ke 2	Teknik Informatika	88	Rp 500.000	3x Bayar	kekurangan dana	Cenap 2021	Ditolak

Gambar 3. Halaman Data Pengajuan

2. Halaman Data Mahasiswa – Wakil Dekan II

Pada halaman Wakil Dekan II dapat melihat Mahasiswa yang butuh persetujuan penundaan pembayaran.

NO	NIM	NAMA	PRODI	ALAMAT	NO. HP
1	2018240029	Muhammad Zaidan G	Teknik Informatika	Jl. duren sawit	08559990410
2	20182400410	Mahasiswa Ke 1	Sistem Informasi	Jl. Srikiandi	08580410
3	2018240101	Mahasiswa Ke 2	Teknik Informatika	Jl. Raya	004100

Gambar 4. Daftar Pengajuan Mahasiswa

3. Halaman Persetujuan -Wakil Dekan II

Pada halaman ini Wakil Dekan II melihat progress pengajuan yang diterima atau ditolak dan progress Keuangan.

NO	NIM	NAMA	PRODI	NO. HP	ALASAN PENUNDAAN	PERIODE SEMESTER	NOMINAL PENGAJUAN	SISTEM PEMBAYARAN	TANGGAL PEMBAYARAN	AKSI
1	2018240029	Muhammad Zaidan Giffary	Sistem Informasi	08123456	Uang Terpakai kebutuhan lain	Ganjil 2021/2022	Rp 500.000	2x Bayar	2022-04-08	✔ ✖

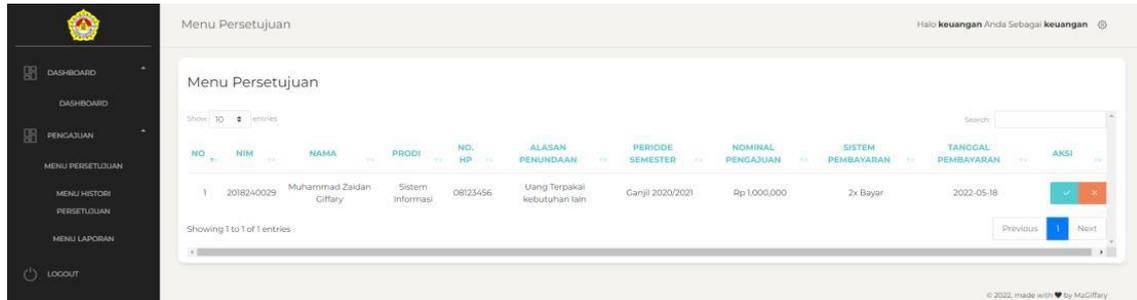
Masih Di Proses Keuangan

No data available in table

Gambar 5. Menu Persetujuan Pengajuan Penundaan Pembayaran

4. Halaman Persetujuan – Keuangan

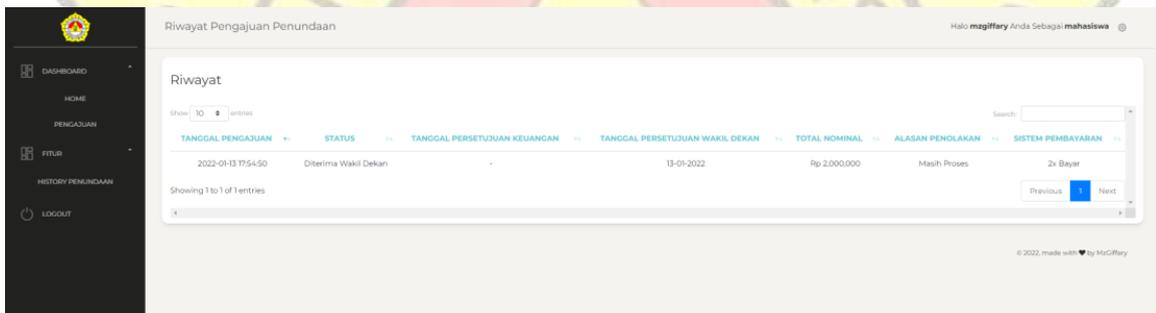
Pada halaman ini mirip dengan halaman pada Wakil Dekan II, namun perbedaannya status yang diajukan telah diterima oleh Wakil Dekan II untuk diproses di Keuangan.



Gambar 6. Halaman Persetujuan Pengajuan Penundaan Pembayaran di Keuangan

5. Halaman Riwayat Penundaan - Mahasiswa

Pada halaman ini, Mahasiswa dapat melihat Riwayat pengajuan dan progress pengajuan secara detail.



Gambar 7. Halaman Riwayat Pengajuan Penundaan di Mahasiswa

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

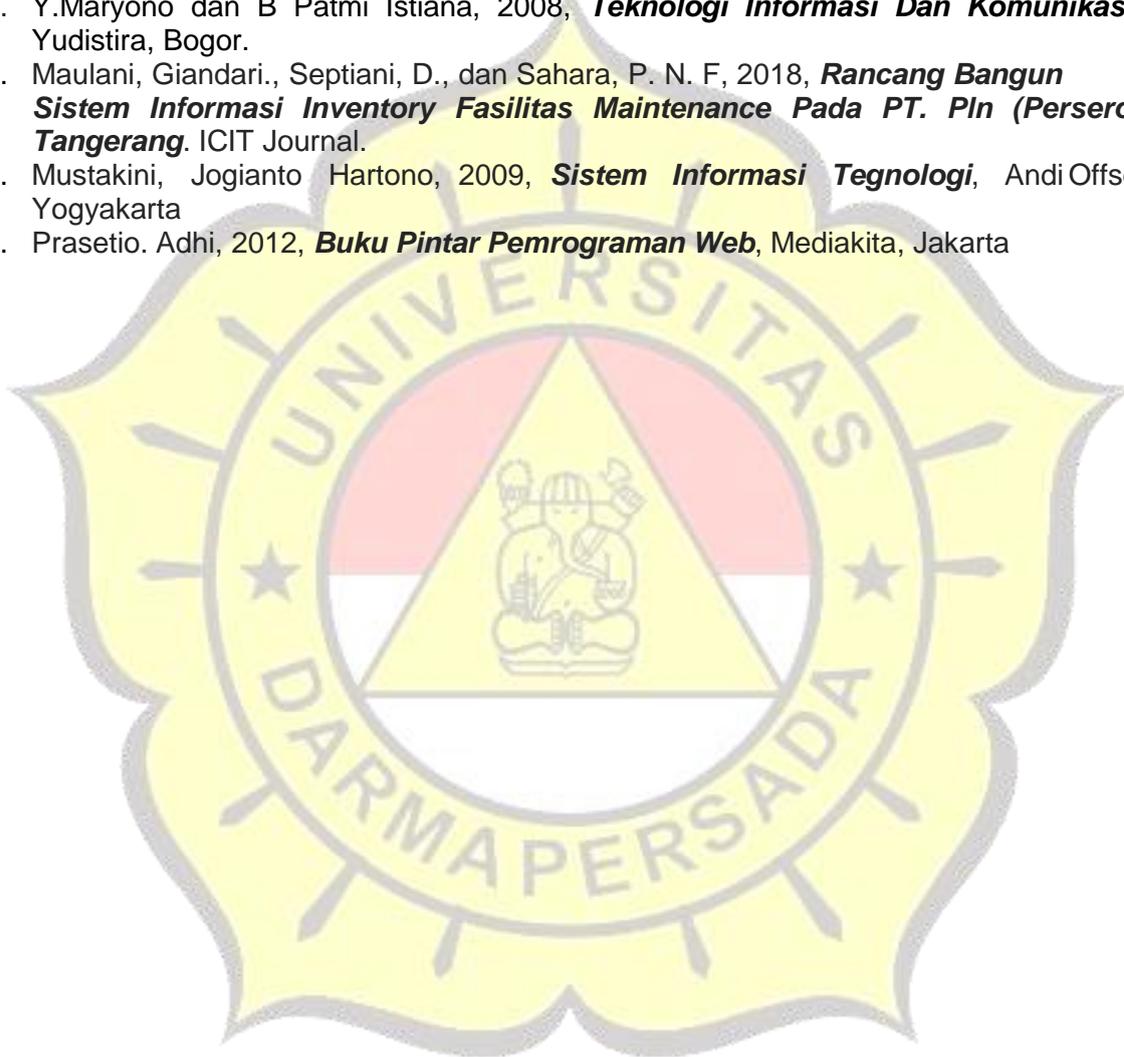
Berdasarkan hasil penelitian, Rancangan bangun sistem penundaan pembayaran pada universitas darma persada pada program studi sistem informasi ini dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem yang dibuat dapat membantu dan memudahkan mahasiswa, wakil dekan dan bagian keuangan dalam melakukan pengajuan penundaan pembayaran serta mahasiswa dapat mengetahui progres dari pengajuan yang telah dilakukan mahasiswa.

6.2. Saran

Saran dari penulis untuk pengembangan sistem berikutnya dan penelitian selanjutnya yaitu : Sistem yang telah dibangun dapat dikembangkan dengan penambahan fitur-fitur yang bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akdon., Dedy,A., & Deni, D, 2015, *Manajemen Pembiayaan Pendidikan*, Remaja Rosdakarya, Bandung
2. Arief. M. Rudyanto, 2011, *Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP & MySQL*, Andi., Yogyakarta
3. Enterprise, Jubilee, 2017, *PHP Komplet.*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
4. Hendrayudi, 2008, *Visual Basic untuk Berbagai Keperluan Pemrograman*, Elex Media Kompetindo, Yogyakarta
5. Hutahaeen, Japerson, 2015, *Konsep Sistem Informasi*, Deepublish, Yogyakarta
6. Y.Maryono dan B Patmi Istiana, 2008, *Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, Yudistira, Bogor.
7. Maulani, Giandari., Septiani, D., dan Sahara, P. N. F, 2018, *Rancang Bangun Sistem Informasi Inventory Fasilitas Maintenance Pada PT. Pln (Persero) Tangerang*. ICIT Journal.
8. Mustakini, Jogianto Hartono, 2009, *Sistem Informasi Tegnologi*, Andi Offset, Yogyakarta
9. Prasetio. Adhi, 2012, *Buku Pintar Pemrograman Web*, Mediakita, Jakarta



PENERAPAN HEURISTIK PADA ALGORITMA A-STAR UNTUK MENGOPTIMALKAN PENELUSURAN LOKASI DI SATU KAWASAN (STUDI KASUS KAWASAN UNIVERSITAS DARMA PERSADA)

Herianto¹, Muhammad Akbar²

^{1,2}Program Studi Teknologi Informasi Universitas Darma Persada

*Koresponden : heri.unsada@gmail.com

ABSTRAK

Penelusuran (*searching*) lokasi di suatu kawasan sangat penting untuk mempercepat penemuan jalan menuju ke lokasi tertentu, dalam konteks penelitian ini lokasinya terbatas di satu kawasan atau lingkungan yang terbatas. Secara umum sebenarnya sudah tersedia aplikasi map semacam google map yang dapat digunakan untuk menelusuri jalan dari satu titik lokasi ke lokasi lain. Tetapi aplikasi google map atau semacamnya digunakan untuk lingkup yang sangat luas dan seringkali kurang detail untuk daerah-daerah gedung dan ruang tertentu di suatu lingkungan atau kawasan tadi. Untuk itu dibutuhkan aplikasi khusus untuk membantu tamu atau orang baru saat berkunjung ke lingkungan baru (misal kampus) agar dapat mencapai titik/tempat tertentu (gedung dan ruang) dengan jalur perjalanan (*path*) yang paling efisien. Algoritma A* (*A-star*) adalah algoritma pencarian AI (*Artificial Intelligence*) yang dapat menelusuri path terbaik berdasarkan heuristik (nilai dari pengalaman) tertentu berdasarkan kasusnya. Pada penelitian ini dilakukan kajian untuk menemukan rumusan heuristic terbaik yang diterapkan pada algoritma A* untuk menelusuri dan mendapatkan jalur (*path*) terbaik dari satu titik lokasi ke lokasi lain pada lingkungan yang terbatas, dalam hal ini kasus yang digunakan adalah lingkungan kampus Universitas Darma Persada. Dari hasil kajian diperoleh rumusan heuristic yang dapat meningkatkan kinerja sebesar 23 %. Kinerja dihitung dengan membandingkan hasil pemanfaatan heuristic dengan tanpa memanfaatkan heuristic. Pada penelitian ini juga dibangun aplikasi yang bersifat *user-friendly* menggunakan Unity 3D berupa animasi dan simulasi perjalanan dari titik awal di kawasan kampus menuju titik tujuan.

Kata Kunci : *A-star, heuristic, Kawasan terbatas, AI search*

1. PENDAHULUAN

Mengutip (Herianto, 2022) bahwa Artificial intelligence dapat digunakan untuk membantu pencarian solusi masalah atau kasus pencarian (penelusuran) jalur dari titik masuk (*start*) ke titik keluar (*goal*) yaitu menggunakan metoda pencarian ruang keadaan (*state space searching*). Metoda pencarian ruang keadaan ini secara umum ada 2 (dua) jenis yaitu pencarian buta (*blind search*) dan pencarian heuristic (*informed search*).

Pada pencarian buta tidak digunakan informasi tertentu saat proses pencarian solusi terjadi, yang digunakan hanya mekanismenya saja, apakah proses pencarian mengutamakan daerah secara melebar (*Breadth First Search, BFS*) atau mengutamakan kedalamannya (*Depth First Search, DFS*).

Pada metode pencarian heuristic, saat proses penelusuran terjadi selain dengan mekanisme seperti pada *blind search*, juga mempertimbangkan (menggunakan) informasi khusus yang diharapkan dapat mempercepat penemuan solusi yang optimal. Contoh metoda ini adalah hill climbing, best first, A algoritma, A* algorithm, dan sebagainya.

Baik pada metoda blind search maupun heuristic search, struktur data yang digunakan adalah tree, dimana setiap titik dari tree disebut juga dengan node (simpul). Maka, proses pencarian adalah menelusuri setiap node dan menguji apakah node tersebut merupakan simpul tujuan (goal) atau tidak. Jika merupakan goal maka proses penelusuran berhenti, solusi ditemukan, dan jika node bukan goal maka proses penelusuran dilanjutkan dengan penentuan node berikutnya yang diuji tergantung pada pilihan algoritma yang digunakan. Jika yang dipilih adalah BFS maka node berikutnya adalah mengutamakan node yang se level di sampingnya, jika yang dipilih adalah DFS maka node berikutnya adalah yang berada di level berikut dari cabang yang sama. Metoda BFS dan DFS disebut buta karena tidak menggunakan informasi lain selain mekanisme di atas, tetapi cukup mudah diimplementasikan karena tidak perlu memikirkan fungsi heuristiknya. Sementara pada metoda pencarian heuristic (*informed search*) selain mekanisme juga dipertimbangkan nilai heuristic yang diperoleh dari rumus heuristic. Rumus heuristic ini tergantung pada kasusnya, karena kasus yang berbeda memiliki pertimbangan yang berbeda dalam menyatakan tujuan yang optimal (*optimal goal*). Misal pada kasus pencarian jarak terdekat (shortest path problem) maka kriteria optimalnya adalah nilai yang terkecil dari setiap path (jalur) yang dilalui, pada kasus perhitungan profit (keuntungan) penjualan maka kriteria optimal adalah keuntungan yang lebih besar, pada kasus travelling sales problem adalah jarak minimum mengunjungi semua node, dan begitu seterusnya untuk kasus-kasus lain. Jadi fungsi heuristic yang baik akan diperoleh dengan memahami domain permasalahan dan pilihan algoritma yang akan digunakan.

Pada sistem heuristic metoda state space search, ada 2 (dua) informasi khusus yang biasa digunakan. Yang pertama biasa disebut fungsi $g(n)$ yaitu nilai path yang sudah dilalui. Nilai ini sifatnya lebih pasti karena masa lalu atau sudah terjadi. Yang kedua adalah nilai $h(n)$, yaitu nilai prediksi, yaitu estimasi dari node saat ini berapa nilai path yang diperoleh untuk mencapai node tujuan. Algoritma state space search yang hanya mempertimbangkan nilai $g(n)$ disebut dengan dengan Uniform Cost Search (UCS), algoritma yang hanya mempertimbangkan nilai $h(n)$ disebut dengan A Algoritma, dan algoritma yang memperitimbangkan nilai $g(n)$ sekaligus $h(n)$ disebut dengan A* (dibaca A star) Algorithm.

Kasus penelusuran lokasi bertujuan memperoleh path dari satu titik lokasi ke titik lokasi lain (tujuan), tentu saja path yang dicari adalah yang paling optimal (paling kecil jarak tempuhnya). Untuk satu kawasan biasanya ada tempat-tempat yang lebih detail yang tidak ter-record pada jenis aplikasi *public-map* seperti google map dan sebagainya, sehingga ada tantangan untuk membangunnya secara mandiri. Tantangannya adalah menentukan algoritma penelusuran terbaik, mendesain rumus heuristic sesuai domain dan menyediakan user interface yang mudah digunakan oleh end-user seperti tamu atau pengunjung baru di Kawasan tersebut.

2. METODOLOGI

2.1 Struktur Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan struktur dan tahap seperti berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

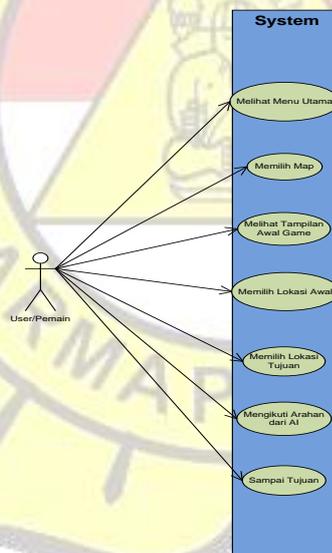
2.2 Metode Perancangan Sistem

Metode perancangan system menggunakan pemodelan UML (Unified Modeling Language) terutama Use Case Diagram dan activity diagram. Kedua diagram digunakan karena yang pertama (use case) dapat digunakan untuk merancang hubungan antara fungsional (fitur) sistem dan user yang menggunakan fitur tersebut, sedangkan yang kedua (activity) digunakan untuk memperlihatkan detail proses setiap fitur yang disediakan.

3. HASIL

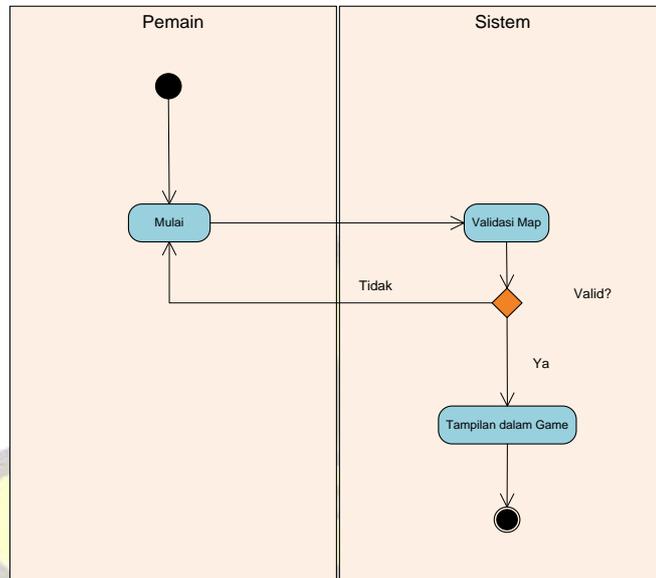
3.1 Perancangan Sistem

Rancangan Use Case Diagram

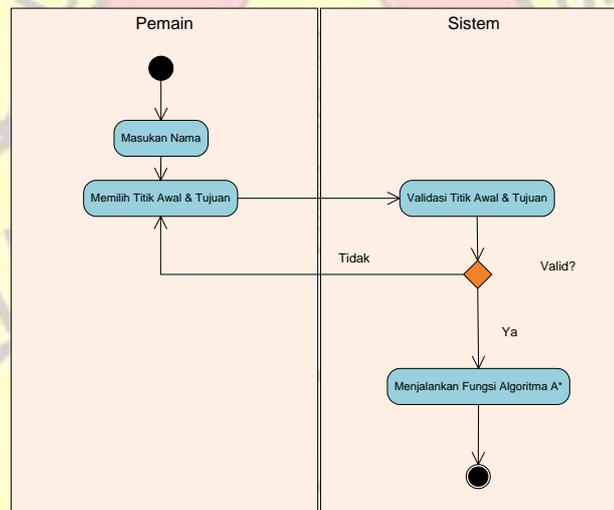


Gambar 2. Use Case Diagram

Rancangan Activity Diagram



Gambar 3. Activity Diagram Fitur Pengguna



Gambar 4. Activity Diagram Fitur Penelusuran

3.2 Interface Aplikasi

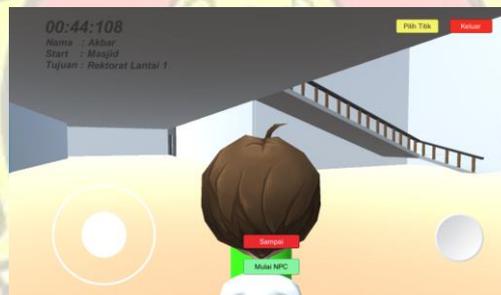
Interface utama Aplikasi :



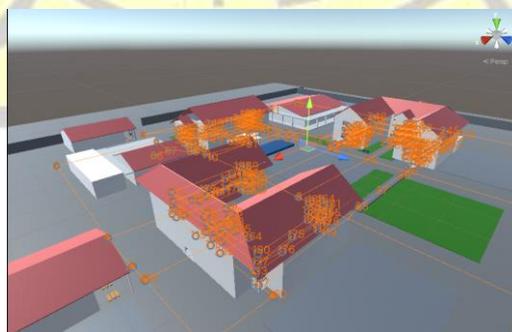
Gambar 5. Tampilan Menu Awal Fitur Penelusuran oleh User



Gambar 6. Tampilan GUI Saat Pengguna berada di titik Awal



Gambar 7. Tampilan GUI Saat Pengguna berada di titik tujuan



Gambar 8. Tampilan GUI Denah Kampus Unsada dalam satu kawasan

4. PEMBAHASAN

Sistem heuristic yang dirancang dapat dijelaskan melalui flow chart berikut :



Gambar 9. Flow chart Perhitungan Heuristik

Dari flow chart tampak bahwa system dimulai dengan menghitung jarak antar goal, kemudian masing-masing jarak tersebut ditambahkan dengan metode permutasi dari goal-goal yang ada sehingga menghasilkan susunan arah yang memiliki total jarak minimum. Setelah mendapatkan masing-masing susunannya sesuai dengan masing-masing goal, ditambahkan dengan jarak garis lurus dari node suksesor ke masing-masing goal. Setelah itu dipilih jarak yang paling kecil untuk di jadikan nilai heuristik. Untuk menentukan mana jalur yang selanjutnya akan dipilih adalah jalur yang berada di array Open dan memiliki f-cost minimum. Penghitungan f-cost dilakukan dengan mengkombinasikan jarak garis lurus dengan gambaran seperti berikut :

1	8 ↑ 2 3 5	8 ↑ 3 4 4	8 → 4 5 3	8 → 5 6 2	8 → 6 7 1	7
10 ↑ 8 3 7	6 ↑ 9 2 4	6 ↑ 10 3 3	11	8 ↓ 12 7 1	8 Tujuan 13 8 0	14
8 ↑ 15 2 6	6 ↑ 16 1 5	6 ↑ 17 2 4	18	19	20	21
8 ← 22 1 7	NPC 23	6 → 24 1 5	25	26	27	28
29	30	8 ↓ 31 2 6	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42

Gambar 10. Perhitungan Grid

Keterangan Gambar 10 :

- g = cost titik npc ke kotak sebelah (dapat bergerak ke atas, ke kiri, ke kanan, dan kebawah).
- h = perkiraan cost dari kotak sebelah ke titik tujuan dengan mengabaikan obstacle. Posisi nilai F , G , dan H

Pengujian Nilai Penemuan Path

Dari hasil membangun sistem di atas dilakukan beberapa pengujian seperti berikut :

Pengujian yaitu dengan mencatat waktu tempuh dan banyak node yang dilalui dari salah satu titik awal (misal dari titik Pos Satpam ke Lantai 1 Teknik/Kelautan). Sebagai pembandingan dan melihat pengaruh heuristic maka dilakukan dua kali pencatatan yaitu tanpa heuristic dan dengan heuristic. Hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel hasil pengujian pengaruh heuristic

Percobaan Ke-	Rute	Tanpa Heuristik	Dengan heuristic	Selisih	% Kinerja
1	Pos Satpam ke Lantai 1 Teknik/Kelautan	13	11	2	18 %
2	Kantin Sastra ke Kantin Teknik	15	12	3	25 %
3	Lantai 1 Rektorat ke Perpustakaan	10	10	0	0 %
4	Lantai 1 Teknik/Kelautan ke Ruang Dekan Teknik	9	6	3	50 %
5	Lantai 1 Teknik/Kelautan ke Grha Wira Bakti	8	6	2	33,3 %
6	Lantai 1 Teknik/Kelautan ke Kajur Teknik Perkapalan	10	6	4	66,6 %
7	Ruang Dekan Teknik ke Pasca Sarjana	11	9	3	33,3 %
8	Ruang MKU Lantai 1 Sastra Ekonomi ke Ruang Dekan Sastra	11	9	3	33,3 %

Dari tabel di atas tampak bahwa untuk semua pengujian diperoleh bahwa hasil dengan pemanfaatan heuristic selalu lebih optimal (jaraknya lebih kecil). Dari 7 (tujuh) kali percobaan rata-rata kinerja dari heuristic adalah total % kinerja dibagi dengan jumlah percobaan = 23%. Artinya penggunaan heuristic pada algoritma A-star untuk kasus pencarian jalur terdekat lokasi Kawasan kampus universitas Darma Persada dapat meningkatkan kinerja sebesar 23%.

5. KESIMPULAN

Algoritma A-star yaitu algoritma dengan heuristic dapat diimplementasikan untuk mengoptimalkan hasil penelusuran jalur dari satu titik ke titik lain di satu Kawasan terbatas

dalam hal ini lingkup kampus Universitas Darma Persada. Hasil pengujian dan perhitungan peningkatan kinerja untuk kasus ini sebesar 23%. Peningkatan kinerja penggunaan heuristik diperoleh berdasarkan domain permasalahan pada penelitian ini yang jika diterapkan ke domain permasalahan lain akan memiliki peluang besar juga terjadi peningkatan kinerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fiqih Fauzan Ar-rafi, Achmad Udin Zailani, 2021, **Rancang Bangun Game Edukasi Sejarah Berbasis Android Menggunakan Game Engine Unity 3D Android Based Historical Educational Game Design With Unity 3D Game Engine**, Prosiding Seminar Nasional Informatika Dan Sistem Informasi 3:277–86.
2. Ginting, Budi Serasi, and Fajar Ramadhan, 2018, **Perancangan Game Become a King Berbasis**, Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi 2(1):12–21.
3. H Subakti, I Romli, ST Nur Syamsiyah, AA Budiman, H herianto, 2022, **Artificial Intelligence**, Media Sains Indonesia
4. H Subakti, M Kraugusteeliana, RH Purabaya, S Pd Herianto, 2022, **Interaksi Manusia dan Komputer**, Media Sains Indonesia
5. Kustriawan, Noval, 2018, **Pembuatan Game Bamboo Menggunakan Aplikasi Unity 3D**, Journal Of Applied Multimedia and Networking Vol 2 No 2:3–7.
6. Rohmawati, Indah, 2019, **Pengembangan Game Edukasi Tentang Budaya Nusantara 'Tanara' Menggunakan Unity 3D Berbasis Android**, Jurnal SITECH : Sistem Informasi Dan Teknologi 2(2):173–84. doi: 10.24176/sitech.v2i2.3907.
7. Safira, Linda, Paulus Harsadi, and Sri Harjanto, 2021, **Penerapan Navmesh Dengan Algoritma A Star Pathfinding Pada Game Edukasi 3d Go Green**, Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKoSIN) 9(1):17. doi: 10.30646/tikomsin.v9i1.540.
8. Safitra, Wahyu, Ahmad Faisol, and Suryo Adi Wibowo, 2020, **Application of the Finite State Machine Method to Non Player Character (NPC) Action Strategy Game 'Ouroboros'**, JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika) 4(2):292–97. doi: 10.36040/jati.v4i2.2828.
9. Supardi, Reno, 2017, **Pembuatan Game Balap Kelinci Dengan Unity Berbasis Android**. Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi 7(1):10.
10. Zebua, Taronisokhi, Berto Nadeak, and Soni Bahagia Sinaga, 2020, **Pengenalan Dasar Aplikasi Blender 3D Dalam Pembuatan Animasi 3D**, Jurnal ABDIMAS Budi Darma 1(1):18–21

PERAMALAN PADA TOKO BANGUNAN “JAYA AGUNG” DENGAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DAN *SINGLE MOVING AVERAGE*

Suzuki Syofian¹, Akhbar Restu Saputra²

¹Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

²Mahasiswa Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : suzukiunsada@gmail.com

ABSTRAK

Peramalan sebagai alat bantu untuk melaksanakan rencana yang efisien dan efektif yang digunakan dalam semua jenis bisnis. Sebagai studi kasus di toko bangunan Jaya Agung yang merupakan tempat untuk menjual barang bahan bangunan. Toko ini telah memulai bisnisnya sejak 2012. Pengelolaan barang bangunan yang ada terkendala karena produk yang menumpuk dan produk yang tidak terjual dan banyak produk yang kosong dicari oleh konsumen. Hal ini menjadi hambatan bagi pemilik toko dalam menghitung jumlah barang yang saat ini diperlukan. Untuk itu diusulkan solusi untuk meminimalkan kendala yang terjadi pada toko jaya agung yaitu aplikasi peramalan yang dapat memperkirakan jumlah permintaan konsumen. Kedua metode yang digunakan yaitu Metode Double Exponential Smoothing dan Single Moving Average, akan dibandingkan untuk menemukan nilai paling akurat yang dekat dengan data aktual.

Kata kunci : Single Moving Average, Double Exponential Smoothing, Perbandingan, Peramalan

1. PENDAHULUAN

Gelombang revolusi industri 4.0 telah mengubah berbagai tatanan kehidupan di dunia. Ditandai dengan semakin berkembangnya kreativitas dan inovasi terhadap perusahaan dengan pemanfaatan teknologi informasi. Toko bangunan Jaya Agung merupakan toko yang menjual bahan bangunan, kendala yang dihadapi pada toko tersebut yaitu banyak produk yang menumpuk tidak terjual dan produk kosong yang dicari konsumen, sehingga pemilik sering mengalami kerugian pada barang yang tidak terjual.

Dengan permasalahan yang ada tersebut, maka penelitian ini akan menganalisis suatu perhitungan berbentuk aplikasi website yang dapat meramalkan penjualan barang di Toko Bangunan Jaya Agung berdasarkan riwayat penjualan sebelumnya. Hal ini akan membantu pemilik toko dalam mengambil suatu keputusan, dalam penambahan stok barang pada toko. Sistem peramalan yang digunakan dalam memprediksi jumlah persediaan stok yaitu *Double Exponential Smoothing* dan *Single Moving Average*. Kedua metode ini sama-sama melakukan perbandingan dengan melihat hasilnya mana yang lebih akurat.

Untuk pelaksanaan peramalan ini memberikan fasilitas ke manajer yang lebih mudah sehingga para manajer dapat memutuskan sesuatu. Sebagian atau hampir semua belum tepat memberikan kebijakan keputusan tepat dan akurat. Karena masih berdasarkan uji coba dan salah. Untuk perencanaan ke depan diperlukan sebuah kondisi

yang dapat memberikan indikasi keputusan. Karena keputusan yang diambil akan memberikan dampak pada organisasi.

1.2 Single Moving Average (SMA)

Metode single moving average salah satu model peramalan yang menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan dimasa yang akan datang. Metode rata-rata bergerak tunggal memiliki karakteristik khusus. Persamaan matematis single moving averages adalah sebagai berikut :

$$M_T = F_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n}}{n} \quad (1)$$

Keterangan :

- Mt : Moving Average periode t
 Ft+1 : Ramalan periode t + 1
 Xt : Nilai ril periode ke t
 n : Jumlah batas dalam moving average

1.2 Double Exponential Smoothing (DES)

Double exponential smoothing (DES) salah satu cara peramalan melalui proses perhitungan yang berulang dan terus-menerus dengan data masa lalu yang paling baru berdasarkan hasil perhitungan rata-rata penghalusan secara eksponensial. Estimasi harga disesuaikan dengan tren di plot data karena selisih keduanya ditambahkan ke harga SES. Alasan untuk pemulusan eksponensial linier Brown mirip dengan alasan untuk rata-rata bergerak linier karena nilai pemulusan tunggal dan ganda tertinggal di belakang data aktual. Setiap kali elemen tren hadir, perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan nilai pemulusan ganda dapat ditambahkan ke nilai pemulusan dan disesuaikan dengan tren. Rumus yang digunakan dalam implementasi pemulusan linier satu parameter ditunjukkan di bawah ini:

1. Pemulusan Tunggal $S^t = \alpha X^t + (1 - \alpha) S^{t-1}$ (2)

2. Pemulusan Ganda $S''^t = \alpha S^t + (1 - \alpha) S''^{t-1}$ (3)

3. Pemulusan Total $a_t = S^t + (S^t - S''^t) = 2S^t$ (4)

4. Pemulusan Tren $b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S^t - S''^t)$ (5)

5. Peramalan $F_{t-m} = a_t + b_t m$ (6)

Keterangan:

$S't$ = Nilai pemulusan tunggal

$S''t$ = Nilai pemulusan ganda

X_t = Data aktual pada waktu ke-t

αt = Pemulusan total

bt = Pemulusan Tren

F_{t-m} = nilai ramalan

m = periode masa mendatang

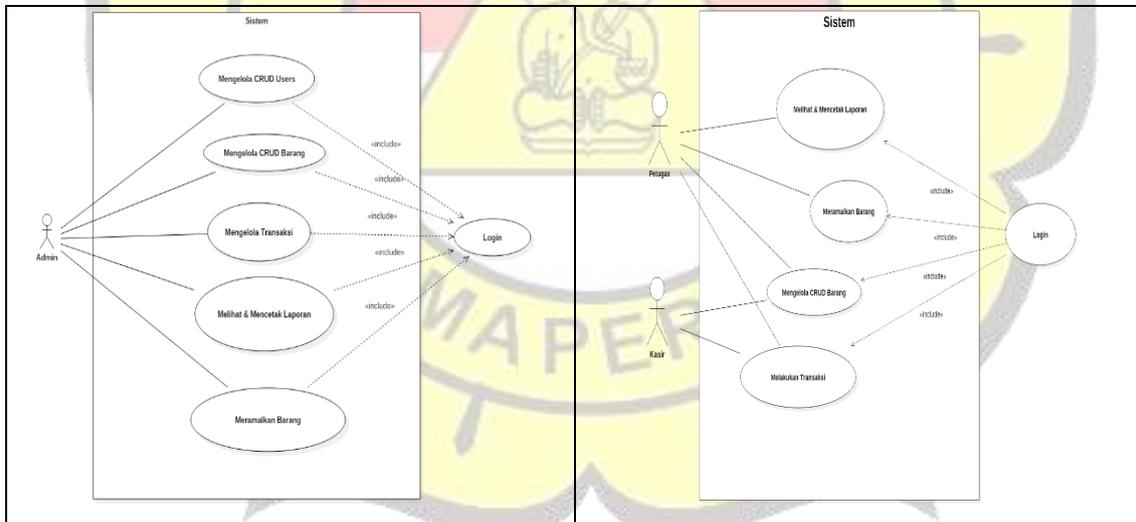
α = konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

2. PEMBAHASAN

Perancangan sistem yang dibuat menggunakan UML yang meliputi diagram : *use case, activity, dan sequence*.

2.1. Analisis User

Gambar 1 berikut ini menjelaskan aktor admin yang terhubung enam *use case* termasuk *login* yaitu mengelola CRUD *users*, mengelola CRUD barang, mengelola transaksi, melihat dan mencetak laporan dan peramalan. Aktor *user* yang terhubung lima *use case* termasuk *login* yaitu : mengelola barang, melakukan transaksi, meramalkan barang dan melihat & mencetak laporan pada gambar 2.

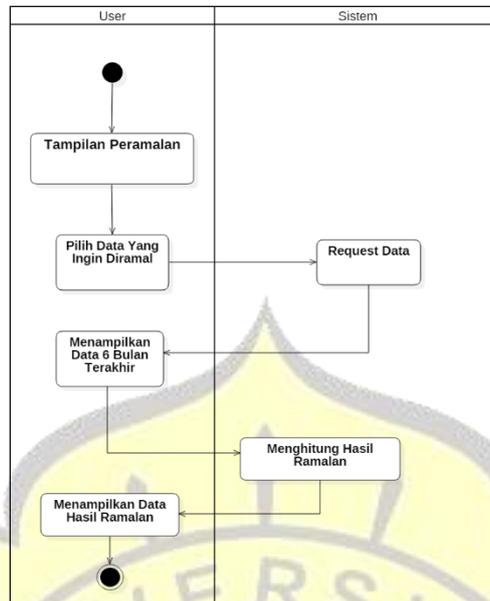


Gambar 1 Use Case Admin

Gambar 2 Use Case User

2.2. Activity Diagram Peramalan

Pada gambar 3 berikut ini merupakan aktivitas perhitungan untuk meramalkan barang. Pada awalnya ada tampilan peramalan pada user kemudian user diminta untuk memasukkan data (request data), sistem akan menampilkan data 6 bulan terakhir. Kemudian user meminta hitung hasil peramalan, sistem akan menampilkan hasilnya.



Gambar 3 Activity Peramalan

2.3. Perhitungan SMA

Setelah melakukan perhitungan pada *DES*, langkah selanjutnya adalah menerapkan perhitungan *SMA*. Tabel 1 berikut, merupakan perhitungan *SMA* dimulai dari bulan oktober sampai dengan bulan april.

Tabel 1 Perhitungan *SMA*

Bulan	Jumlah	<i>SMA</i>
Oktober	11	-
November	20	-
Desember	7	$Mt = (11 + 20) / 2$ $Mt = 15.5$
Januari	18	$Mt = (20 + 7) / 2$ $Mt = 13.5$
Februari	18	$Mt = (7 + 18) / 2$ $Mt = 12.5$
Maret	19	$Mt = (18 + 18) / 2$ $Mt = 18$
April	-	$Mt = (18 + 19) / 2$ $Mt = 18.5$

3. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan mulai dari input data sampai dengan hasil output dari data. Dari setiap halaman yang ada proses pada aplikasi juga dilakukan uji coba. Hasil uji coba bisa dilihat pada tabel 2 dan 3 berikut ini :

Tabel 2 Hasil Uji Coba Admin

No	Pengujian	Hasil
1	Halaman Login	✓
2	Halaman Mengelola User	✓
3	Halaman Master Barang	✓
4	Halaman Transaksi	✓
5	Halaman Laporan	✓
6	Halaman Laporan	✓

Tabel 3 Hasil Uji Coba Petugas

No	Pengujian	Hasil
1	Halaman Login	✓
2	Halaman Master Barang	✓
3	Halaman Transaksi	✓
4	Halaman Laporan	✓
5	Halaman Laporan	✓

3.1. Perhitungan DES

Data yang digunakan adalah data penjualan pada bulan Oktober sampai Maret. Data tersebut akan dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4 Data Pengeluaran Salah Satu Material

No	Periode	Jumlah
1	Oktober	11
2	November	20
3	Desember	7
4	Januari	18
5	Februari	18
6	Maret	19

Setelah data pada tabel 4 akan dimasukkan kedalam rumus *DES*. Proses peramalan dimulai pada bulan kedua. Hasilnya akan terlihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Perhitungan *DES*

Bulan	Jumlah	Forecast
Oktober	11	-
November	20	-
Desember	7	23.6
Januari	18	4.8
Februari	18	19.6
Maret	19	20.1
April	-	20.5

4.KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Aplikasi ini dapat menentukan hasil perkiraan pengeluaran material pada bulan yang akan datang. Dengan menggunakan sistem peramalan prediksi persediaan material ini dapat membantu TB. Jaya Agung dalam mengambil keputusan persediaan material yang terlalu besar kedepannya.
2. Dari hasil perbandingan, metode SMA adalah yang terbaik, dimana pada hasil perhitungan *error* untuk SMA memperoleh *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MEAN) lebih kecil dari metode DES. Maka untuk hasil peramalan untuk menentukan perkiraan pengeluaran material pada bulan berikutnya di TB. Jaya Agung yang lebih efektif dilakukan dengan metode SMA.

4.2. Saran

Berikut ini merupakan saran untuk mengembangkan aplikasi ini selanjutnya untuk meningkatkan penjualan, perlu adanya penambahan *user* pelanggan di aplikasi untuk bisa mengakses web, agar lebih memudahkan pelanggan dalam melakukan transaksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andaru, Andri, 2018, *Pengertian Database Secara Umum*, Section Class Content.
2. Rachman, Rizal, 2018, *Penerapan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing pada Peramalan Produksi Industri Garment*, Jurnal Informatika, Vol. 5, No. 1.
3. Yudaruddin, Rizky, 2019, *Forecasting Untuk Kegiatan Ekonomi dan Bisnis*, RV Pustaka Horizon.

SISTEM PAKAR DIAGNOSA DAN IDENTIFIKASI KERUSAKAN PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS WEB DENGAN METODE BAYESIAN DAN FP-GROWTH

Afri Yudha¹, Faris Sofyan Wiganda¹, Yosep Nuryaman², Ayuni Asistiyasari²

¹Program Studi Teknologi Informasi Universitas Darma Persada

²Sistem Informasi Universitas Bina Sarana Informatika

*Koresponden : ibnugazali@gmail.com, Fariswiganda99@gmail.com,
yosepnuryaman@gmail.com

ABSTRAK

Pemeriksaan dan diagnosa kerusakan kendaraan secara manual dapat meningkatkan waktu pemrosesan kendaraan dan mengurangi kepuasan pelanggan. Untuk menghemat waktu mekanik, diperlukan sebuah aplikasi yang membantu mekanik mendiagnosa kerusakan kendaraan listrik mereka. Sistem pakar sebagai pakar manusia atau program yang meniru pakar harus dapat melakukan apa yang dapat dilakukan pakar dengan metode Bayesian dan FP-Growth. Aplikasi ini dikembangkan untuk membantu mendiagnosa kerusakan mesin dan kerusakan lain pada kendaraan listrik. Desain form UI menggunakan sistem berbasis website, database dengan mysql. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem pakar yang dapat digunakan untuk memberikan informasi yang berguna untuk membantu dan mendorong mekanik dalam mendiagnosa kerusakan otomotif.

Kata kunci: Sistem pakar, kerusakan kendaraan bermotor, bayesian, FP-Growth

1. LATAR PERMASALAHAN

Sepeda motor adalah alat transportasi bermotor. Sepeda motor sering digunakan oleh berbagai kalangan untuk menuju tempat yang dituju. Baik di kota, di pinggiran kota, atau bahkan di pelosok daerah. Sepeda motor dibagi menjadi dua jenis: mesin 2-tak dan mesin 4-tak.

Namun kendaraan listrik seringkali mengalami kendala yang menyebabkan kerusakan atau menghambat pengendalian pengemudi. Hal ini disebabkan kurangnya pengetahuan tentang perbaikan kerusakan mesin pada kendaraan. Sebagian besar pengemudi cenderung menyerahkan kendaraannya kepada montir tanpa menyadari bahwa kerusakan adalah masalah sederhana atau rumit yang dapat diperbaiki. Menyerahkan kerusakan kendaraan kepada mekanik merupakan langkah praktis. Namun tidak semua mekanik memiliki pengetahuan yang luas untuk mengatasi masalah yang ada pada kendaraan listrik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pakar

Budi Harto dan Suhartono menjelaskan tentang definisi sistem pakar “merupakan salah satu dari beberapa domain masalah atau area dari *Artificial Intelligence* (AI) dan merupakan sebuah program computer pintar (*intelligent computer program*) yang memanfaatkan pengetahuan (*knowledge*) dan prosedur inferensi (*inference procedure*) untuk memecahkan masalah yang cukup sulit hingga membutuhkan keahlian khusus dari

manusia”. (Budi Harto & Suhartono : 2014).

Rosenelly juga menjelaskan mengenai sistem pakar adalah “sistem komputer yang ditujukan untuk meniru semua aspek (*emulates*) kemampuan pengambilan keputusan (decision making) seorang pakar. Sistem pakar memanfaatkan secara maksimal pengetahuan khusus sselayaknya seorang pakar memecahkan sebuah”. (Rosnelly : 2016)

2.2 PHP

PHP adalah “Bahasa pemrograman dalam pembuatan website dinamis karena berhubungan dengan server sebagai pengolahan datanya”. yang digunakan secara luas untuk membuat halaman web yang dinamis. Dalam hal ini diperkuat oleh Solichin (2016) yang menyatakan bahwa “PHP menjadi salah satu bahasa pemrograman yang digunakan sebagai pengembang website”. PHP dikembangkan oleh Rasmus Lerdorf di tahun 1994. Kadir (2013) menjelaskan tentang PHP adalah “ciri dari bahasa pemrograman interpreter yang bekerja dengan menerjemahkan instruksi pada saat programmulai di eksekusi”.

Versi PHP	Tahun
1. PHP 1.0	1994
2. PHP 2.0	1996
3. PHP 3.0	1998
4. PHP 4.0	2000
5. PHP 5.0	2004
6. PHP 6.0	2005
7. PHP 7.0	2015

Gambar 1 Perkembangan PHP (Kadir,2017)

2.3 MySQL

Sibero menjelaskan tentang *MySQL* adalah “*database management system* berbasis *OpenSource* yang paling populer dikembangkan, didistribusikan dan didukung oleh *Oracle Corporation* dan merupakan *database* relasional”. *MySQL* “adalah implementasi dari sistem manajemen basis data relasional yang didistribusikan secara bebas. Setiap pengguna bebas menggunakan *MySQL* dengan batasan bahwa perangkat lunak tidak digunakan sebagai produk turunan komersial” (Sibero, 2014).

2.4 Xampp

Bertha Sidik menjelaskan tentang *Xampp* adalah “software gratis yang mendukung banyak sistem operasi dan merupakan kumpulan dari beberapa program”. Menurut Sidik, “*Xampp* adalah server web *PHP* dan paket *database MySQL* paling populer dalam pengembangan web yang menggunakan *PHP* dan *MySQL* sebagai *database*”. “*Xampp* adalah salah satu paket terbaru, sehingga sangat ideal untuk pengembangan atau produksi” (Bertha Sidik. 2014).

2.5 Website

Sibero menjelaskan tentang *Website* adalah “suatu sistem yang mengacu pada dokumen yang digunakan sebagai sarana untuk menampilkan teks, gambar, multimedia dan lain-lain di Internet” (Sibero. 2014). *Website* adalah “sistem pengumpulan arsip penelitian yang diciptakan oleh Tim Burns-Lee untuk mempermudah mencari informasi yang anda butuhkan” (Hidayatullah, 2014).

2.6 UML

Rizkita menjelaskan tentang UML atau biasa dibleng *Unified Modelling Language* adalah “Teknik yang dapat mengembangkan sistem dengan menggunakan salah satu bahasa yaitu bahasa grafis sebagai alat pendokumentasian dan juga dalam melakukan spesifikasi sistem. UML memiliki banyak diagram dan diagram itu digunakan untuk melakukan pemodelan data maupun sistem” (Rizkita et al., 2018).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian seperti yang dikatakan Rahmadi adalah “prosedur atau materi yang berfungsi untuk mendeskripsikan bagaimana penelitian akan dilakukan” (Rahmadi, 2011). Tujuan dari metodologi yang dikutip oleh Calabrese (2006) “adalah untuk memberikan gambaran yang komprehensif, konsisten dan akurat mengenai prosedur penelitian supaya penelitian lain dapat mereplikasi penelitian yang dilakukan sertamenganalisis data yang dipakai” (Rahmadi, 2011).



Gambar 3 Metodologi

3.1 Metode Bayesian

Patil dan Sherekar menjelaskan tentang naïve bayes adalah “sebuah pengklasifikasian probabilistik sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan, dengan menggunakan teorema Bayes dan mengasumsikan semua atribut independen atau tidak saling ketergantungan yang diberikan oleh nilai pada variabel kelas” (Patil and Sherekar, 2013).

Bustami juga menjelaskan tentang naïve Bayes adalah “Pengklasifikasian dengan metode probabilitas dan statistik yang memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya”. Xamali mejelaskan bahwa “Naive Bayes Classifier dinilai bekerja sangat baik dibanding dengan model dimana Naive Bayes Classifier memiliki tingkat akurasi yg lebih baik dibanding model classifier lainnya (Bustami, 2013).

Perumusan dalam menggunakan algoritma naïve bayes dapat dilihat seperti dibawah ini.

$$P(H | E) = \frac{P(E | H) \cdot (P(H))}{P(E)} \quad (1)$$

Keterangan:

$P(H|E)$ = probabilitas hipotesis H memberikan bukti E

$P(E|H)$ = probabilitas terjadinya bukti E

$P(E)$ = probabilitas bukti E

3.2 Metode FP-Growth

Muhlis Tahir dan Nofrianto menjelaskan tentang FP-Growth adalah “salah satu alternatif algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan himpunan data yang paling sering muncul (*frequent itemset*) dalam sebuah kumpulan data”. “Algoritma *FP-Growth*

merupakan pengembangan dari algoritma *Apriori*. Sehingga kekurangan dari algoritma *Apriori* diperbaiki oleh algoritma *FP-Growth*” (Tahir dan Nofrianto, 2021).

FP-Growth menggunakan konsep membangun pohon saat mencari kumpulan item umum. Hal ini membuat algoritma FP-Growth lebih cepat dibandingkan dengan algoritma *Apriori*. Keunikan dari FP Growth Algorithm adalah struktur data yang digunakan adalah pohon yang disebut FP Tree.

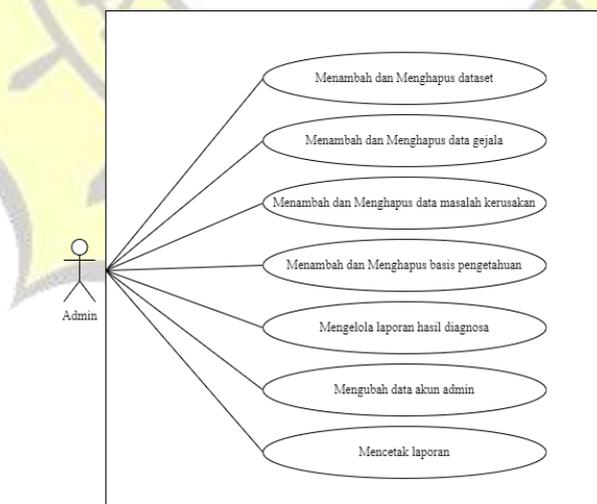
Proses dalam merumuskan FP-Growth dapat dibagi menjadi tiga tahap utama:

- Fase pembangkitan berbasis pola bersyarat. Basis pola bersyarat adalah sub-database yang berisi jalur awalan dan pola akhiran. Generasi berbasis pola bersyarat diperoleh dari pohon FP yang dibangun sebelumnya.
- Tingkat generasi bersyarat dari pohon FP. Pada tahap ini, jumlah dukungan untuk setiap elemen dijumlahkan untuk setiap pola bersyarat, dan setiap posisi di mana jumlah dukungan lebih besar dari jumlah minimum dukungan ξ dihasilkan menggunakan FP-tree bersyarat.
- Tingkat pencarian item umum. Jika pohon FP bersyarat adalah lintasan tunggal, kumpulan item umum diperoleh dengan menggabungkan item dari setiap pohon FP bersyarat. Pertumbuhan FP dihasilkan secara rekursif jika tidak dalam satu lintasan.

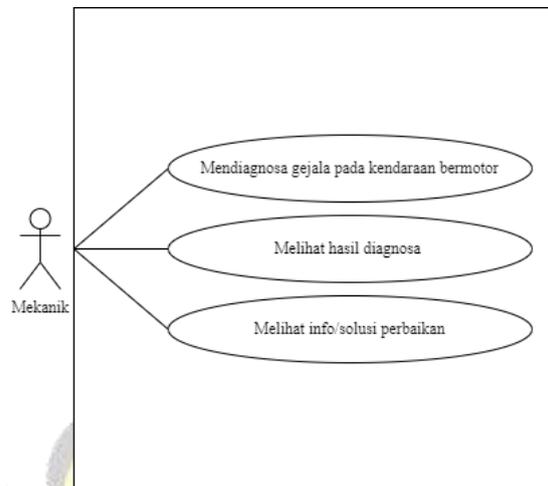
4. PEMBAHASAN

a. Use Case Diagram

Sistem yang akan dibuat terdapat dua entitas eksternal yaitu entitas pakar dan entitas mekanik. mekanik berperan sebagai pengguna yang hanya dapat menjalankan proses diagnosa kerusakan pada objek kendaraan. Pakar dalam hal ini seorang administrator memiliki akses penuh ke sistem untuk mengedit dan menghapus data teknisi dan ahli, kerusakan kendaraan, gejala kerusakan, aturan kerusakan, dan melakukan proses diagnostik. Teknisi hanya dapat memasukkan data, tetapi melakukan konsultasi dan hasil diagnostik. Proses diagnosa kerusakan kendaraan bermotor dilakukan dengan menampilkan sekumpulan gejala umum pada kendaraan bermotor dan disimpan dalam database. Respon pengguna sistem terhadap pertanyaan tersebut digunakan untuk menentukan jenis kerusakan kendaraan yang menunjukkan gejala kerusakan.



Gambar 4. Use Case Diagram Admin



Gambar 5. Use Case Diagram Mekanik

b. Perancangan Database

Sistem Aplikasi yang dibuat sangat membutuhkan *Database* untuk penyimpanan data-datanya tidak terkecuali aplikasi sistem pakar yang penulis buat, dikarenakan banyaknya data-data yang harus disimpan agar bisa dilakukan pengolahan dan perumusan. Tabel yang penulis rancang dalam pembuatan aplikasi ini ada 5 tabel, yaitu:

1. tbl_user
2. tbl_hasil_diagnosa
3. tbl_kerusakan
4. tbl_perumusan
5. tbl_indikasi

c. Pembuatan Dataset

Para Ahli banyak menjelaskan tentang definisi dataset adalah “sekumpulan data yang disusun secara terstruktur”. Umumnya dataset banyak dalam bentuk tabel, yang umum berisi banyak baris dan banyak kolom. Variabel-variabel data yang digunakan biasanya akan diisi didalam baris dan kolom yang telah disediakan. Dengan kata lain, fungsi dataset adalah memperhatikan hubungan antar variabel. Apalagi ketika jumlah data dan variabel yang diteliti sangat bervariasi.

1. Jenis kerusakan

Penulis telah mengklasifikasi Jenis kerusakan yang sangat umum terjadi di setiap kendaraan bermotor yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Jenis Kerusakan

Tabel Probabilitas Kerusakan			
ID Rekomendasi/Hipotesa	Daftar Kerusakan	Bobot	Jumlah Muncul
H1	Rusak pada bagian sistem pendingin	0,2	2
H2	Rusak pada bagian sistem perkabelan	0,2	2

H3	Rusak pada bagian Sistem pengisian	0,1	1
H4	Rusak pada bagian sistem pembakaran	0,3	3
H5	Rusak pada bagian sistem pengereman	0,2	2
Total		1	10

2. Tabel Gejala

Penulis juga mengklasifikasi banyak indikasi atau gejala yang sering terjadi pada saat akan terjadi kerusakan pada kendaraan bermotor, seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 2 Gejala Kerusakan

Tabel Gejala	
IDGejala	Daftar Gejala
G1	Performa mesin berkurang
G2	Radiator cepat kering/kehabisan air
G3	Indikator suhu temperatur menyala
G4	Mesin overheat berlebih
G5	Mesin tiba-tiba mati saat sedang jalan
G6	Mesin tidak dapat menyala
G7	Kelistrikan mati total
G8	Voltase pada aki tidak normal/tidak mengisi
G9	Lampu sering kali putus
G10	Kiprok tidak bekerja normal
G11	Busi tidak memercikan bunga api
G12	Hilang kompresi
G13	Rem terasa blong saat handle ditekan

d. Pembuatan User Interface

User Interface yang dibuat ini digunakan sebagai akses user admin (*pakar*) dan mekanik ke dalam aplikasi, menampilkan dashboard status terkini (*realtime*), menampilkan *Performance Report*.



Gambar 6 Tampilan Utama Sistem

Pada tampilan utama sistem yang dibuat ini muncul background motor dengan menu yang dapat diakses oleh user admin dan mekanik.



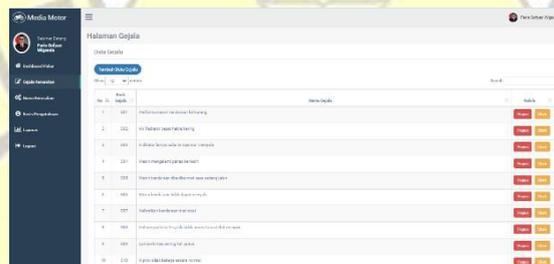
Gambar 7 Halaman Login

User saat membuka sistem harus melakukan verifikasi melalui login terlebih dahulu, dan apabila user belum mempunyai akun dapat melakukan registrasi di menu buat akun.



Gambar 8 Halaman Dashboard Admin

Setelah User melakukan login, akan memunculkan menu dashboard sistem yang dapat melihat banyak card mengenai jumlah data gejala kerusakan, data total jenis kerusakan dan basis pengetahuan juga laporan data yang dapat digunakan oleh mekanik.



Gambar 9 Halaman Gejala Kerusakan

Master gejala kerusakan dimana user admin (pakar) dapat melakukan olah data dari tambah, delete, edit atau pun view data juga jumlah record data yang telah disimpan.

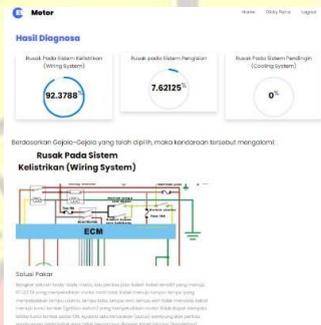
Halaman ini menampilkan bagian dashboard mekanik setelah mekanik melakukan



registrasi/login.

Gambar 14 Halaman Form Diagnosa

Pada halaman form diagnosa mekanik melakukan pendiagnosaan yang terjadi pada kendaraan bermotor yang akan diperbaiki dengan menceklis beberapa gejala yang



terjadi pada motor tersebut.

Gambar 15 Halaman Hasil Diagnosa

Pada halaman hasil diagnosa menampilkan hasil kesimpulan dari form diagnosa yang telah di rumuskan. Hasil diagnosa diketahui berdasarkan nilai probabilitas yang ada.

e. Implementasi Penerapan Metode

Algoritma ini menggunakan metode probabilistik dan statistik yang diciptakan oleh ilmuwan Inggris Thomas Bayes. Algoritma Naive Bayes digunakan karena merupakan teknik peramalan probabilistik sederhana berdasarkan penerapan teorema Bayes (aturan Bayes) dengan asumsi independensi yang kuat (sederhana).

1. Jenis Kerusakan Kendaraan Bermotor

Penulis melakukan klasifikasi kerusakan jenis kendaraan bermotor berdasarkan data yang didapatkan dari bengkel Media di Jakarta Utara, diapatkan 5 klasifikasi utama dari jenis kerusakan yang didapatkan yaitu dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Tabel Jenis KerusakanMotor

Kode Kerusakan	Jenis Kerusakan
H1	Sistem Pendingin
H2	Wiringsystem

H3	Sistem pengisian
H4	Sistem pembakaran
H5	Sistem pengereman

Jenis kerusakan pada tabel 3 diatas dikategorikan berdasarkan gejala umum yang diverifikasi oleh para ahli dan referensi dari beberapa jurnal ilmiah. Di dapatkan 5 kategori kerusakan dan total kerusakan termasuk komponen sukucadang kendaraan yang paling banyak digunakan. gejala sebelum terjadi kerusakan kendaraan bermotor telah penulis data di bengkel media di Jakarta Utara. Hal ini dapat dilihat dari tabel gejala kerusakan yang ada dibawah.

Tabel 4 Tabel Gejala Kerusakan Motor

IDGejala	Daftar Gejala
G1	Performa mesin berkurang
G2	Radiator cepat kering/kehabisan air
G3	Indikator suhu temperatur menyala
G4	Mesin overheat berlebih
G5	Mesin tiba-tiba mati saat sedang jalan
G6	Mesin tidak dapat menyala
G7	Kelistrikan mati total
G8	Voltase pada aki tidak normal/tidak mengisi
G9	Lampu sering kali putus
G10	Kiprok tidak bekerja normal
G11	Busi tidak memercikan bunga api
G12	Hilang kompresi
G13	Rem terasa blong saat handle ditekan

Tabel 4 diatas merupakan kode gejala yang penulis klasifikasi pada kerusakan kendaraan bermotor. Gejala-gejala ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menjelaskan indikasi-indikasi yang terjadi pada kerusakan. Daftar gejala kerusakan yang penulis dapatkan pada tabel diatas dikumpulkan dari bengkel media di Jakarta Utara.

2. Identifikasi Kerusakan Berdasarkan Gejala

Penentuan kerusakan ini berdasarkan pengamatan ahli terhadap gejala yang ditentukan selama pelaksanaan perbaikan kendaraan. Tabel berikut mencantumkan jenis kerusakan dan gejala yang terjadi.

Tabel 5. Tabel Identifikasi Kerusakan

No	Dataset	Gejala	Rekomendasi Pakar
1	Uji 1	G1,G2,G3,G4	H1

2	Uji 2	G5,G9	H2
3	Uji 3	G8,G9,G10	H3
4	Uji 4	G1,G6,G11,G 12	H4
5	Uji 5	G13	H5

3. Solusi Kerusakan

Penyelesaian pada kerusakan yang terjadi pada kendaraan adalah tujuan dari penelitian ini. Hasil berupa solusi yang didapatkan untuk perbaikan sangat bermanfaat bagi mekanik. Jika terjadi kerusakan pada kendaraan bermotor yang dialami, kami memberikan solusi untuk penyelesaian semua masalah yang terjadi. Data solusi kerusakan yang didapatkan terjadi setelah mengumpulkan data dan gejala kerusakan, dengan solusi kasus kerusakan yang diperoleh dari para profesional atau mekanik yang berpengalaman. Para mekanik yang telah berpengalaman dapat membuat keputusan untuk menentukan kerusakan dan solusi berdasarkan gejala kendaraan.

4. Probabilitas

- Kerusakan H1 (Sistem Pendingin) $G1 = 1,00$ $G3 = 1,00$ $G2 = 0,50$ $G4 = 0,50$
- Kerusakan H2 (*Wiring system*) $G5 = 1,00$ $G9 = 1,00$
- Kerusakan H3 (Sistem pengisian) $G8 = 1,00$ $G10 = 0,00$ $G9 = 0,00$
- Kerusakan H4 (Sistem pembakaran) $G1 = 0,33$ $G11 = 0,33$ $G6 = 0,00$ $G12 = 0,00$
- Kerusakan H5 (sistem pengereman) $G13 = 1,00$

5. Analisa hasil $P(A/B) = (p(B \cap A)) / (P(B))$

- Kerusakan pada H1 (sistem pendingin) $G1 = p(E|H1) = 0,05$
- Kerusakan pada H2 (*Wiring system*) $G2, G9 = p(E|H2) = 0,10$
- Kerusakan pada H3 (sistem pengisian) $G8, G9, G10 = p(E|H3) = 0,10$
- Kerusakan pada H4 (sistem pembakaran) $G11 = p(E|H4) = 0,03$
- Kerusakan pada H5 (sistem pengereman) $G13 = p(E|H5) = 0,20$

6. Menjumlahkan nilai probabilitas dari setiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data sampel. Diketahui: $\sum p(F|H_k) \times p(H_k)$

- Kerusakan H1 (sistem pendingin) $p(H1|E) + p(H5|E) = 0,05$
- Kerusakan H2 (*wiring system*) $p(H1|E) + p(H5|E) = 0,10$
- Kerusakan H3 (sistem pengisian) $p(H1|E) + p(H5|E) = 0,10$
- Kerusakan H4 (sistem pembakaran) $p(H1|E) + p(H5|E) = 0,03$
- Kerusakan H5 (sistem pengereman) $p(H1|E) + p(H5|E) = 0,20$

5. PENGUJIAN

Setelah aplikasi dibuat, maka penulis melakukan pengujian yang akan dilakukan pengujian user-user yang berkompeten dibidangnya untuk memastikan fungsionalitas, kelengkapan menu, dan tampilan aplikasi. Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan dengan menguji setiap tombol dan hyperlink juga form pengisian yang digunakan. Hasil pengujian menunjukkan kesesuaian sistem yang dibuat, seperti terlihat pada Tabel dibawah ini

Tabel 6. Uji Fungsionalitas Aplikasi

Halaman	Aktivitas	Hasil Pengujian
1	Login admin	Sukses
2	Login mekanik	Sukses
3	Daftar mekanik	Sukses
4	Admin melakukan pengeditan dan update	Sukses
5	Mekanik melakukan diagnosa	Sukses
6	Mekanik mendapatkan solusi perbaikan	Sukses

6. KESIMPULAN

Penelitian dan pembahasan yang telah penulis lakukan menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

- a. Aplikasi ini dibuat untuk mengetahui kerusakan pada kendaraan bermotor khususnya kendaraan bermotorberkapasitas dibawah 155CC dengan pengaplikasian website dan menggunakan metode Bayes dan FP-Growth.
- b. Sistem pakar ini dapat mengidentifikasi dan mendiagnosa kerusakan berdasarkan gejala-gejala dari yang telah diinput oleh mekanik berdasarkan dengan ketentuannilai probabilitas yang ditentukan.
- c. Aplikasi ini mempermudah mekanik junior (belum berpengalaman) dalam mendiagnosa dan memperbaiki kendaraan bermotor, aplikasi inipun dapat diakses dimanapun dan kapanpun melalui website sehingga dapat memudahkan mekanik dalam mengaksesnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Kadir, 2013, *Pengertian PHP. Tersedia dalam: Buku Pintar Programmer Pemula PHP*, MediaKom, Yogyakarta
2. Alexander F. K. Sibero, 2014, *Kitab Suci Web Programming*, MediaKom, Yogyakarta.
3. Budiharto, W., & Suhartono, D., 2014, *Artificial Intelligence Konsep dan Penerapannya*, Andi Offset, Yogyakarta
4. Bertha Sidik, 2014, *Pemrograman Web dengan PHP*. Santika Kencana. Solo
5. Rizkita et al, 2018, *Perancangan Sistem Berorientasi Objek dengan UML (Unified Modeling Language)*, Informatika Bandung, Bandung
6. Rahmadi, 2011, *Pengantar Metodologi Penelitian*, Antasari Press, Banjarmasin
7. Patil, T. R., dan Sherekar, 2013, *Performance Analysis of Naive Bayes and J48 Classification Algorithm for Data Classification*, International Journal Of Computer Science And Applications, 6(2), 256–261
8. Bustami, 2013, *Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Mengklasifikasi Data Nasabah Asuransi*, TECHSI: Jurnal Penelitian Teknik Informatika, Vol. 3, No.2, Hal. 127-146
9. Muhlis Tahir, Noferianto Sitompul, 2021, *Penerapan Algoritma Fp-Growth Dalam Menentukan Kecenderungan Mahasiswa Mengambil Mata Kuliah Pilihan*, Jurnal Ilmiah NERO Vol. 6 No. 1

PHYSICAL COMPUTING : IMPLEMENTASI COMPUTATIONAL THINKING MELALUI INTEGRASI STEM DI SEKOLAH MENENGAH ATAS PADA PROGRAM IEEE PRE-UNIVERSITY

Andi Susilo^{1*}

¹Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : andi_susilo@ft.unsada.ac.id

ABSTRAK

Hasil survei PISA tahun 2018 terhadap siswa-siswa sekolah Indonesia berumur 15 tahun menunjukkan skor yang rendah dalam membaca, matematika, dan sains di bawah rata-rata skor OECD yang akan berdampak permasalahan kompetensi global sumber daya manusia di masa depan. Kerangka kerja konseptual pembelajaran STEM terintegrasi dapat menjadi solusi dalam meningkatkan daya saing global. Taksonomi computational thinking dengan empat kategori utama dan proses dan dimensi physical computing berbasis proyek perlu dikombinasikan sebagai subjek dengan program IEEE Pre-University. Hasil studi ini diharapkan dapat diterapkan pada tingkat sekolah menengah atas dan vokasi sebagai praktik terbaik

Kata kunci: Physical Computing, STEM, Computational Thinking, Pre-University

ABSTRACT

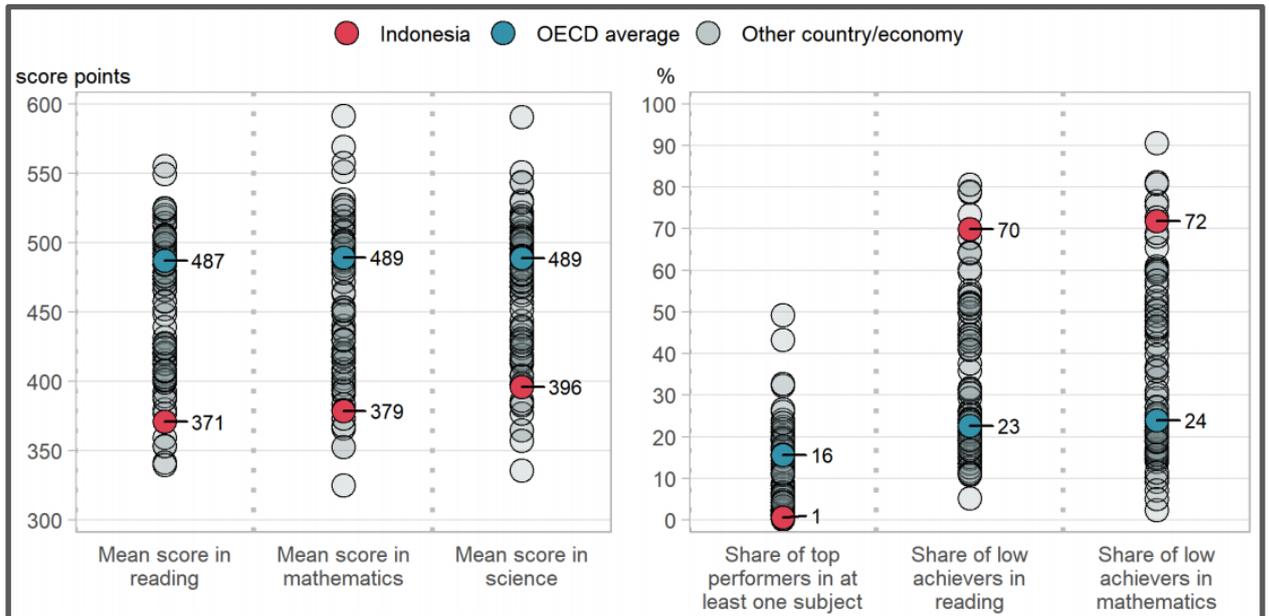
The results of the 2018 PISA survey of 15-year-old Indonesian school students showed low scores in reading, math, and science below the OECD average score which will have an impact on global human resource competency issues in the future. An integrated STEM learning conceptual framework can be a solution in increasing global competitiveness. A computational thinking taxonomy with four main categories and process and project-based dimensions of physical computing needs to be combined as a subject with the IEEE Pre-University program. The results of this study are expected to be applied at the senior high school and vocational levels as best practice

Keywords: Physical Computing, STEM, Computational Thinking, Pre-University

1. PENDAHULUAN

Hasil survei (gambar 1) terhadap siswa-siswa Indonesia berumur 15 tahun yang berpartisipasi dalam PISA (*Programme for International Student Assessment*) di dalam laporan tahun 2018 (Markus, 2019) menemukan bahwa

- Siswa-siswa Indonesia memiliki skor rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata skor dari OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*) mencakup kemampuan membaca skor 371 (rata-rata OECD: 487), kemampuan matematika skor 379 (rata-rata OECD: 489), dan kemampuan sains skor 396 (rata-rata OECD: 489).
- Dibandingkan dengan rata-rata OECD, terdapat proporsi yang lebih kecil dari siswa-siswa Indonesia mencapai level keahlian tertinggi (level 5 atau 6) dalam setidaknya satu mata pelajaran, pada saat yang sama proporsi yang lebih kecil dari siswa-siswa mencapai level keahlian minimum (level 2 atau lebih tinggi) dalam setidaknya satu mata pelajaran.



Gambar 1 Kinerja dalam bidang matematika, sains, dan membaca dari OECD (Markus, 2019)

Laporan OECD juga mendeskripsikan iklim sekolah di Indonesia sebagai berikut

- 25% siswa-siswa di Indonesia (rata-rata OECD: 26%) di hampir setiap pelajaran guru membutuhkan waktu yang lama untuk menenangkan siswa-siswa yang membuat kegaduhan di kelas sehingga mendapatkan skor 28 poin lebih rendah dalam kemampuan membaca dibandingkan dengan siswa-siswa yang dilaporkan tidak pernah membuat kegaduhan atau hanya terjadi pada beberapa pelajaran saja, berdasarkan status sosial-ekonomi.
- Selama periode dua minggu sebelum tes PISA, 21% siswa membolos selama satu hari dan 52% siswa datang terlambat ke sekolah. Sekolah yang berkualitas akan mudah dalam menerapkan iklim kedisiplinan dan siswa juga mendapatkan dukungan emosional yang kuat dari orang tua sehingga kemungkinan siswa membolos sangat kecil.
- 88% siswa di Indonesia (rata-rata OECD: 74%) menyatakan sangat setuju bahwa guru mereka memperlihatkan antusiasme di dalam mengajar. Di banyak negara, siswa-siswa yang mendapatkan skor tinggi dalam membaca mereka merasakan guru mereka lebih antusias, terutama ketika guru mereka tertarik dengan mata pelajaran tersebut.

PISA dibentuk oleh OECD yang fokus menilai kinerja siswa dalam bidang kemampuan membaca, matematika, dan sains, karena bidang-bidang tersebut mendukung keberlanjutan Pendidikan siswa. PISA juga menghimpun informasi yang bernilai dari motivasi dan sikap siswa dan secara formal juga menilai kemampuan pemecahan masalah kolaboratif dan kompetensi global ("PISA - OECD," 2019). (Nugroho et al., 2021) menyatakan bahwa Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dapat menjadi solusi dari permasalahan kualitas daya saing sumber daya manusia. Pendidikan STEM sesuai dalam membentuk dan mengembangkan aspek-aspek

pengetahuan (*cognitive*), aspek-aspek sikap (*affective*), dan aspek-aspek keahlian (*psychomotor*) sehingga pencapaian operasional kurikulum 2013 dapat dioptimalkan. Siswa-siswa yang akan melanjutkan studi ke jenjang yang lebih tinggi seperti universitas memerlukan kinerja yang cukup dalam bidang membaca, matematika, dan sains sebagai cakupan dalam Pendidikan STEM.

Studi ini fokus kepada rencana implementasi pendidikan STEM di tingkat sekolah menengah atas dan sekolah menengah kejuruan (vokasi) melalui *Computational Thinking* dan *Physical Computing* yang dikolaborasikan dengan program IEEE Pre-University. Rencana implementasi pendidikan STEM juga mempertimbangkan keselarasan dengan kurikulum yang berlaku.

2. KAJIAN LITERATUR

(Kennedy and Odell, 2014) mengindikasikan program pendidikan dan kurikulum STEM yang berkualitas tinggi:

- Menyertakan kurikulum dan instruksi matematika dan sains yang ketat;
- Mengintegrasikan teknologi dan rekayasa ke dalam kurikulum sains dan matematika;
- Mempromosikan desain teknik dan pemecahan masalah yaitu proses mengidentifikasi masalah, solusi dari inovasi, prototipe, evaluasi, desain ulang;
- Mempromosikan keingintahuan yaitu proses mengajukan pertanyaan dan melakukan investigasi sebagai cara untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang alam dan dunia yang dirancang;
- Mengembangkan bahan yang sesuai situasi kelas dan mencakup pendekatan pembelajaran kolaboratif;
- Memberikan peluang mengkoneksikan guru-guru dan siswa-siswa dalam edukasi STEM dengan komunitas dan tenaga kerja profesional STEM yang lebih luas;
- Memberikan siswa sudut pandang interdisipliner, multikultural, dan multiperspektif untuk menunjukkan bahwa STEM melampaui batas-batas nasional memberikan siswa perspektif global;
- Menggunakan teknologi yang sesuai seperti pemodelan, simulasi, dan pembelajaran jarak jauh untuk meningkatkan pengalaman belajar dan investigasi Pendidikan STEM;
- Menyajikan pengalaman belajar formal dan informal;
- Menyajikan keseimbangan STEM dengan menawarkan konteks yang relevan untuk pembelajaran dan mengintegrasikan pengetahuan konten inti STEM melalui strategi misalnya pembelajaran berbasis proyek.

Kerangka kerja konseptual pembelajaran STEM

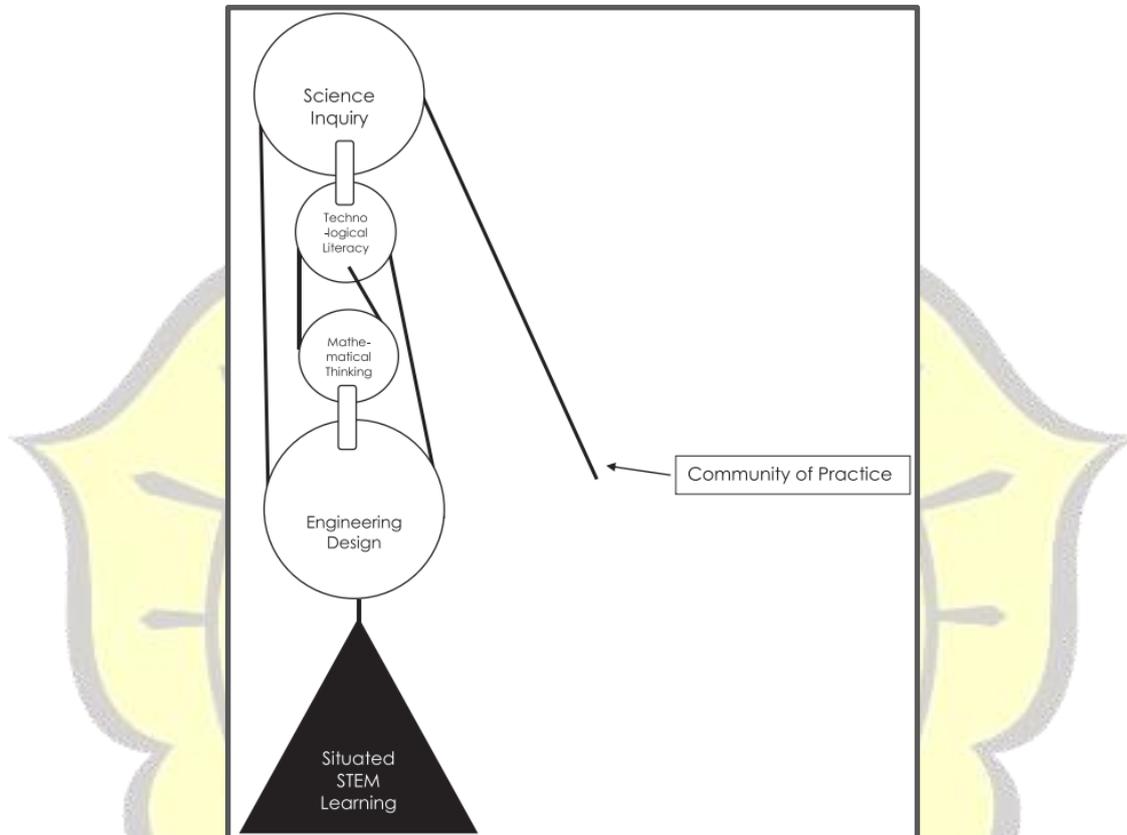
(Kelley and Knowles, 2016) mengajukan sebuah kerangka kerja konseptual pembelajaran STEM yang relevan untuk tingkat sekolah menengah atas.

Gambar 2 memperlihatkan sistem empat katrol yang memungkinkan secara mekanis mengangkat beban dalam hal ini bebannya adalah pembelajaran STEM (*Situated STEM Learning*). Ilustrasi tersebut mengkoneksikan situasi pembelajaran, desain Teknik, penelitian ilmiah, literasi teknologi, dan berpikir secara matematis.

Katrol 1: *engineering design*

Pendekatan *engineering design* dalam menyediakan pendidikan STEM merupakan titik awal yang ideal untuk memasukan praktik rekayasa ke kurikulum sekolah menengah.

Elemen analitis dari proses *engineering design* memungkinkan siswa menggunakan pengetahuan matematika dan sains dalam membuat dan melakukan percobaan yang akan menginformasikan siswa tentang fungsi dan kinerja dari solusi potensial sebuah desain sebelum prototipe akhir dibangun. Pendekatan ini juga memungkinkan siswa membangun desain berdasarkan pengalaman mereka sendiri dan memberikan kesempatan melakukan eksplorasi dengan ilmu baru dan pengetahuan matematika melalui analisis desain dan penyelidikan ilmiah.



Gambar 2 Kerangka kerja konseptual pembelajaran STEM (Kelley and Knowles, 2016)

Katrol 2: science inquiry

Science inquiry mempersiapkan siswa untuk berpikir dan bertindak seperti ilmuwan, mengajukan pertanyaan, membuat hipotesa, dan melakukan penelitian menggunakan praktik standar. Siswa dapat memegang kendali pada pembelajaran mereka sendiri ketika memperoleh peluang mengkonstruksikan pertanyaan-pertanyaan mereka sendiri kepada topik yang sedang mereka teliti.

Katrol 3: technological literacy

Menurut (Barak, 2012) di dalam (Kelley and Knowles, 2016) seorang teknokrat memiliki peran yang lebih besar dibandingkan dengan insinyur karena harus terlibat juga dalam pemecahan masalah dan pengembangan produk baru mencakup aspek ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan sesuai kebutuhan masyarakat. Baik teknologi dan rekayasa (teknik) memiliki kaitan yang erat sehingga harus diajarkan secara serempak dengan

Pendidikan teknologi dan guru mengajarkan sebagai sebuah mata pelajaran tersendiri misalnya *Engineering Technology Education* (ETE).

Katrol 4: *mathematical thinking*

Studi yang dilakukan oleh (Tillman et al. 2014) di dalam (Kelley and Knowles, 2016) memperlihatkan bahwa siswa-siswa akan lebih termotivasi dan memiliki kinerja yang lebih baik pada penilaian yang mengandung muatan matematika saat guru menggunakan pendekatan Pendidikan STEM terintegrasi. Studi terbaru juga menunjukkan bahwa siswa-siswa memperoleh performa lebih baik pada penilaian *post-test* dengan materi yang mengandung muatan matematika dan adanya kenaikan skor sikap pada STEM ketika mereka terlibat dalam aktivitas yang mencakup desain rekayasa solusi prototipe menggunakan teknologi pencetakan 3D.

Tali Katrol: *community of practice*

Konsep pembelajaran sebagai sebuah aktivitas tidak hanya memperkuat konteks pembelajaran, tetapi juga aspek sosial dari pembelajaran. Pendidikan STEM yang terintegrasi dapat membuat sebuah platform ideal yang dicampurkan dengan teori-teori pembelajaran tambahan dengan menyediakan sebuah komunitas praktis (*community of practice*) melalui wacana sosial. *community of practice* menyediakan peluang untuk melibatkan komunitas ahli lokal sebagai rekanan STEM misalnya ilmuwan, insinyur, dan teknokrat yang dapat membantu untuk fokus belajar dalam konteks penerapan STEM di aplikasi yang nyata terlepas dari pendekatan pedagogik.

Computational Thinking

NGSS (*Next Generation Science Standards*) menyatakan penggunaan matematika dan *computational thinking* (NGSS States, 2013):

“Although there are differences in how mathematics and computational thinking are applied in science and in engineering, mathematics often brings these two fields together by enabling engineers to apply the mathematical form of scientific theories and by enabling scientists to use powerful information technologies designed by engineers. Both kinds of professionals can thereby accomplish investigations and analyses and build complex models, which might otherwise be out of the question.” (NRC Framework, 2012, p. 65)

Siswa-siswa diharapkan menggunakan matematika untuk merepresentasikan variabel-variabel fisik dan relasinya, dan juga untuk membuat prediksi secara kuantitatif. Aplikasi lain dari matematika di dalam *science* dan *engineering* mencakup logika, geometri, dan di tingkat yang lebih tinggi yaitu kalkulus. Alat bantu digital dan komputer dapat meningkatkan potensi matematika dengan mengotomasi perhitungan, memperkirakan solusi-solusi kepada masalah-masalah yang tidak dapat dihitung secara tepat, menganalisa ketersediaan data yang besar untuk mengidentifikasi arti pola-pola di dalamnya. Siswa-siswa juga diharapkan menggunakan laboratorium yang dikoneksikan ke komputer untuk melakukan pengamatan, pengukuran, perekaman, pemrosesan data. Siswa-siswa juga diharapkan melibatkan *computational thinking* mencakup strategi-strategi dalam mengorganisasikan dan mencari data, menyusun algoritma, menggunakan

dan mengembangkan simulasi kepada sistem yang ada di alam dan sistem yang dirancang.

Matematika dan *computational thinking* didefinisikan oleh (NGSS States, 2013) untuk kelas 6-8 pada K-5 terutama mengidentifikasi pola-pola pada data yang berukuran besar dan menggunakan konsep matematika untuk mendukung penjelasan dan argumen sebagai berikut:

- Menggunakan alat bantu digital (misalnya komputer) untuk menganalisa data yang berukuran sangat besar yang diterapkan dalam melihat pola dan tren;
- Menggunakan representasi matematika untuk mendeskripsikan dan atau mendukung kesimpulan ilmiah dan mendesain solusinya;
- Membuat algoritma untuk memecahkan masalah;
- Menerapkan konsep-konsep dan atau proses-proses matematika (misalnya rasio, tarif, persentase, operasi dasar, dan aljabar sederhana) kepada pertanyaan-pertanyaan dan permasalahan-permasalahan ilmiah dan rekayasa;
- Menggunakan alat bantu digital dan atau konsep-konsep dan argumen-argumen matematika untuk menguji dan membandingkan solusi-solusi yang diajukan kepada permasalahan desain rekayasa.

IEEE Pre-University education

Organisasi IEEE terdepan dalam pendidikan teknik dan teknologi, menyediakan sumber daya untuk *pre-university*, universitas, dan pendidikan profesional berkelanjutan. IEEE menawarkan program pendidikan dan pengakuan STEM dan universitas yang inovatif untuk siswa dan guru, memfasilitasi akreditasi program teknik di tingkat universitas, dan menawarkan pendidikan profesional berkelanjutan yang berkelanjutan untuk praktisi dan fakultas teknik melalui platform seperti IEEE *Learning Network* (ILN).

IEEE dan IEEE EAB (*Educational Activities Board*) membentuk IEEE *Pre-University education* berkomitmen untuk menyediakan sumber daya pendidikan tingkat *pre-university* yang berkualitas bagi guru, orang tua, siswa, sukarelawan IEEE, dan masyarakat umum seperti TryEngineering dan STEM Portal. (EAB-IEEE, 2023)

3. METODOLOGI

(Weintrop et al., 2016) mengembangkan taksonomi *computational thinking* di dalam matematika dan sains (lihat gambar 3). Taksonomi ini terdiri dari empat kategori utama yaitu *data practices*, *modeling and simulation practices*, *computational problem solving practices*, and *systems thinking practices*. Kategori masing-masing dibagi lagi menjadi lima sampai tujuh penerapan praktis. Meskipun kategori diilustrasikan terpisah, secara praktis antar kategori sangat berkaitan dan saling ketergantungan.

Data Practices	Modeling & Simulation Practices	Computational Problem Solving Practices	Systems Thinking Practices
Collecting Data	Using Computational Models to Understand a Concept	Preparing Problems for Computational Solutions	Investigating a Complex System as a Whole
Creating Data	Using Computational Models to Find and Test Solutions	Programming	Understanding the Relationships within a System
Manipulating Data	Assessing Computational Models	Choosing Effective Computational Tools	Thinking in Levels
Analyzing Data	Designing Computational Models	Assessing Different Approaches/Solutions to a Problem	Communicating Information about a System
Visualizing Data	Constructing Computational Models	Developing Modular Computational Solutions	Defining Systems and Managing Complexity
		Creating Computational Abstractions	
		Troubleshooting and Debugging	

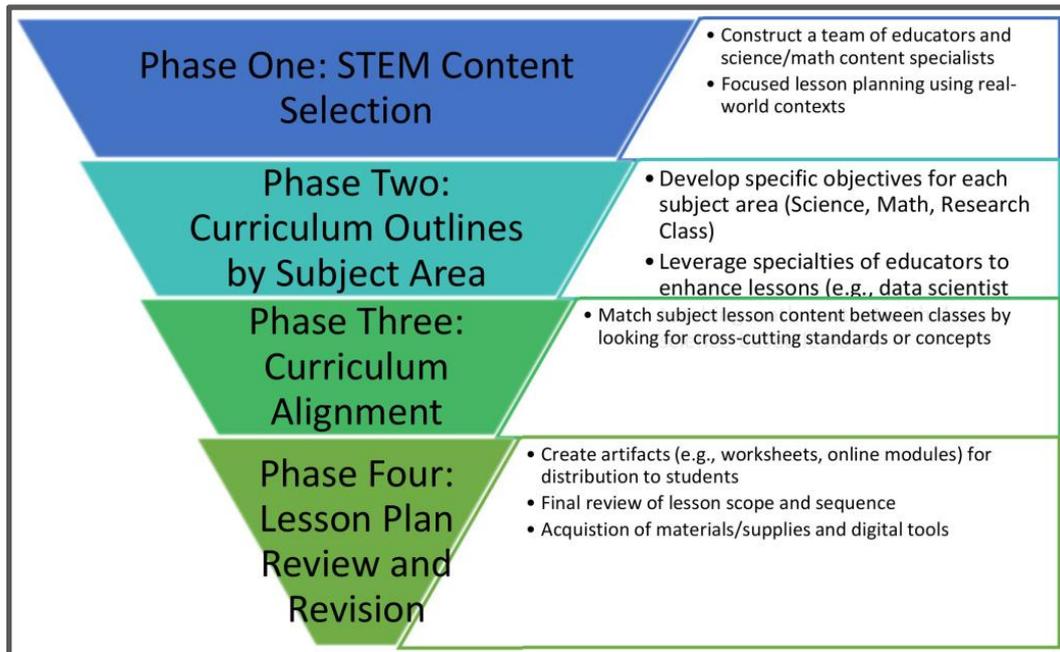
Gambar 3 Taksonomi *Computational Thinking* (Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille, and Wilensky, 2016)

Studi ini mengadaptasikan taksonomi *computational thinking* dari (Weintrop et al., 2016) dan fase perencanaan pembelajaran dari (Gilchrist et al., 2021).

4. IMPLEMENTASI

Gambar 4 mengilustrasikan empat fase perencanaan pembelajaran STEM. Fase pertama fokus kepada seleksi konten STEM yaitu *physical computing*. Inisiatif yang diarahkan mendukung program IEEE Pre-University. Aktivitas selanjutnya mengkonstruksikan tim guru dan spesialis konten matematika dan sains. Perencanaan pembelajaran sebagai alternatif mengadopsi dari IEEE Tryengineering dalam konteks pemecahan masalah di masyarakat.

Fase kedua adalah mendesain kurikulum. Tim guru dan instruktur IEEE Pre-University menyediakan area-area subyek. Diskusi fokus kepada tujuan spesifik dari aktivitas yang diajukan, keselarasan antara aktivitas dan tema, dan cakupan aktivitas. Instruktur IEEE Pre-University mengajukan konten dan aktivitas yang akan memperkenalkan siswa kepada *physical computing*, sensor, development board, dan perangkat lunak IDE.



Gambar 4 Fase perencanaan pembelajaran STEM (Gilchrist, Alexander, Green, Sanders, Hooker, and Reif, 2021)

Fase ketiga adalah penyelarasan kurikulum. Pertemuan diadakan antara guru dan instruktur untuk menjawab cakupan kurikulum yang dikaitkan dengan *science, technology, engineering, dan mathematics*. Materi pembelajaran perlu diselaraskan dengan standard dan konsep.

Fase keempat melaksanakan kajian terhadap pelajaran dan aktivitas. Pada fase ini guru dan instruktur menguji pelajaran dan seluruh aktivitas, meminta umpan balik, dan melakukan revisi dan dilanjutkan dengan kajian final sampai seluruh pelajaran dan aktivitas dinilai telah mencukupi.

Physical computing dari perspektif pendidikan ilmu komputer

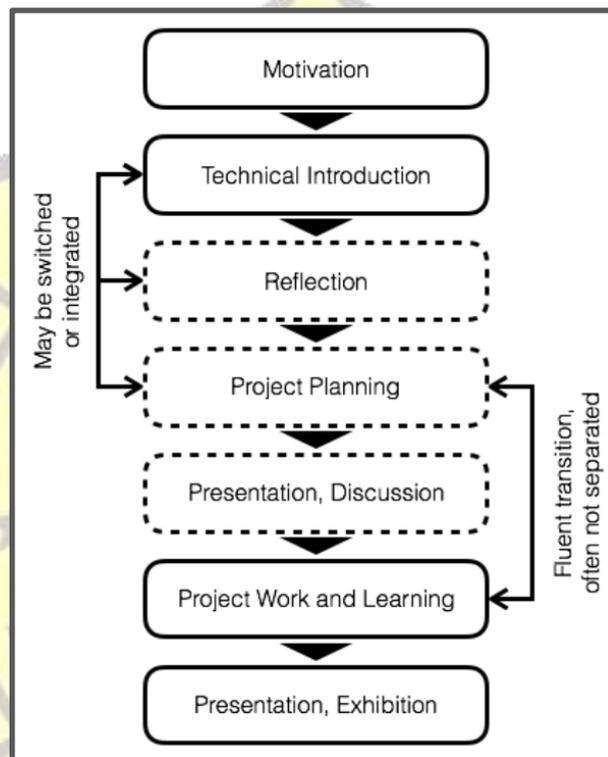
Dalam penerapan di sekolah (Przybylla and Romeike, 2017) mendefinisikan *physical computing* sebagai desain kreatif dan realisasi dari sistem-sistem atau objek-objek interaktif nyata yang diprogram. Media berkomunikasi dengan lingkungan menggunakan sensor dan aktuator.

Proses dalam konteks *physical computing* menekankan kepada desain yang dikaitkan kepada aspek-aspek *physical computing*. (Rusk et al., 2008) menunjukkan keberhasilan memperluas partisipan dalam memperkenalkan teknologi robot. Terdapat empat strategi yang terbukti berhasil menarik beragam partisipan yaitu fokus kepada tema, mengkombinasikan seni dan rekayasa, melengkapi *storytelling*, dan menyelenggarakan pameran dibandingkan perlombaan. Proses workshop memiliki struktur berikut:

1. **Setup:** panitia workshop mempersiapkan peralatan dan material
2. **Introduction and inspiration:** tema workshop, contoh proyek, dan memperkenalkan dasar-dasar pemrograman proyek

3. **Creating:** partisipan melakukan brainstorming ide-ide, mengeksplorasi materi, membentuk kelompok, dan merealisasikan proyek; instruktur workshop memberikan petunjuk dalam merangkai dan memprogram robot
4. **Sharing and Reflection:** Proyek dipresentasikan dan didokumentasikan; partisipan merefleksikan pengalaman mereka; masalah-masalah yang mereka harus selesaikan dan solusi-solusi yang mereka temukan.

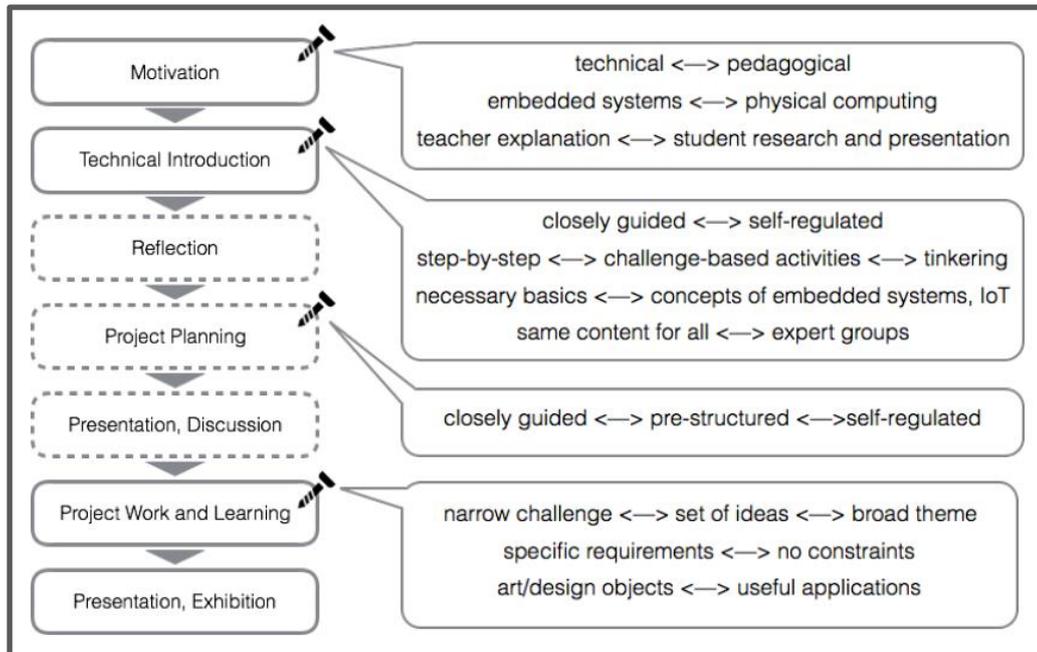
(Przybylla and Romeike, 2017) merangkum dan mengilustrasikan proses yang khas pada proyek-proyek *physical computing* yang diselenggarakan di sekolah (gambar 5) dan dimensi-dimensi pengaturan proyek-proyek (gambar 6).



Gambar 5 Proses khas dari proyek-proyek *physical computing* di sekolah (Przybylla and Romeike, 2017)

Garis putus-putus mengindikasikan frekuensi pemunculan proses yang rendah. Dimensi-dimensi pengaturan pada proyek-proyek *physical computing* diperlukan ketika proses diorganisasikan secara berbeda bergantung kepada kebutuhan individu dan situasi yang berbeda, mengidentifikasi komponen-komponen yang harus ada pada seluruh implementasinya.

Bagian “adjustment screws” memungkinkan guru-guru dapat mengubah urutan untuk mengadaptasikan proses yang mereka butuhkan. Misalnya bagaimana struktur aktivitas pembelajarannya atau bagaimana menyediakan materi pembelajaran yang cocok.



Gambar 6 Dimensi-dimensi pengaturan pada proyek-proyek *physical computing* di sekolah (Przybylla and Romeike, 2017)

5. KESIMPULAN

Studi ini menghasilkan desain dari fase perencanaan sampai rencana implementasi integrasi STEM yang sesuai diterapkan pada tingkat sekolah menengah atas dan vokasi. Pembelajaran fokus kepada *physical computing* dan mengadaptasikan taksonomi *computational thinking* di dalam matematika dan sains yang dikoordinasikan dengan program IEEE Pre-University dalam mempersiapkan siswa melaksanakan studi lanjut ke universitas dan kemampuan bersaing dalam kompetisi global.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gilchrist, P.O., Alexander, A.B., Green, A.J., Sanders, F.E., Hooker, A.Q., Reif, D.M., 2021, ***Development of a pandemic awareness stem outreach curriculum: Utilizing a computational thinking taxonomy framework***, Educ Sci (Basel) 11. <https://doi.org/10.3390/educsci11030109>
2. EAB-IEEE, 2023, ***IEEE Pre-University Education [WWW Document]***. URL <https://www.ieee.org/education/preuniversity/index.html> (accessed 1.29.23).
3. Kelley, T.R., Knowles, J.G., 2016, ***A Conceptual Framework for Integrated STEM Education***, Int J STEM Educ. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
4. Kennedy, T.J., Odell, M.R.L., 2014, ***Engaging Students In STEM Education***, Science Education International 25, 246–258.
5. Markus, S., 2019, ***Indonesia: The Programme for International Student Assessment (PISA)***, Results from PISA 2018.
6. NGSS States, 2013, ***APPENDIX F– Science and Engineering Practices in the NGSS***, Washington DC.
7. Nugroho, O.F., Permanasari, A., Firman, H., Riandi, R., 2021, ***The Importance of Stem Based Education in Indonesia Curriculum. Pedagonal*** : Jurnal Ilmiah Pendidikan 5, 56–61. <https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i2.3779>

8. PISA - OECD [WWW Document], 2019, **URL** <https://www.oecd.org/pisa/> (accessed 1.26.23).
9. Przybylla, M., Romeike, R., 2017, ***The Nature Of Physical Computing In Schools Findings From Three Years Of Practical Experience***, in: ACM International Conference Proceeding Series. Association for Computing Machinery, pp. 98–107. <https://doi.org/10.1145/3141880.3141889>
10. Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., Pezalla-Granlund, M., 2008, ***New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation***, J Sci Educ Technol 1–10.
11. Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Kemi, J., Trouille, L., Wilensky, U., 2016, ***Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms***, J Sci Educ Technol 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>



IMPLEMENTASI MARKER BASED TRACKING AUGMENTED REALITY UNTUK PENGENALAN MODA TRANSPORTASI BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS : PAUD NUSA INDAH A)

Aji Setiawan^{1*}, Febri Azhari²

¹Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

²Mahasiswa Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : aziesetiawan@gmail.com

ABSTRAK

Aplikasi interaktif dapat membantu anak usia dini dalam mengenal jenis-jenis kendaraan dengan tampilan yang lebih nyata dan menarik. Design aplikasi akan menyajikan informasi tentang setiap jenis transportasi yang dibahas. Fitur-fitur seperti Scalling, Rotate, dan Move juga disediakan untuk memungkinkan pengguna melihat tampilan objek dari berbagai sudut dan ukuran, disamping itu aplikasi dilengkapi dengan audio dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris untuk pengucapan nama masing-masing transportasi. Proses pembuatan aplikasi ini dimulai dari pengumpulan data tentang materi yang terkait dari berbagai sumber, kemudian dilakukan perancangan struktur navigasi, use case, storyboard, rancangan tampilan aplikasi dan penggunaan bahasa pemrograman C#. Pengujian dilakukan pada beberapa smartphone berbasis Android dan pengukuran jarak ideal, penelitian ini menyimpulkan bahwa aplikasi pengenalan transportasi mobile dengan augmented reality sudah sesuai harapan dan dapat digunakan pada lingkungan anak usia dini.

Kata kunci : Android, Aplikasi, Augmented Reality, Transportasi, Marker.

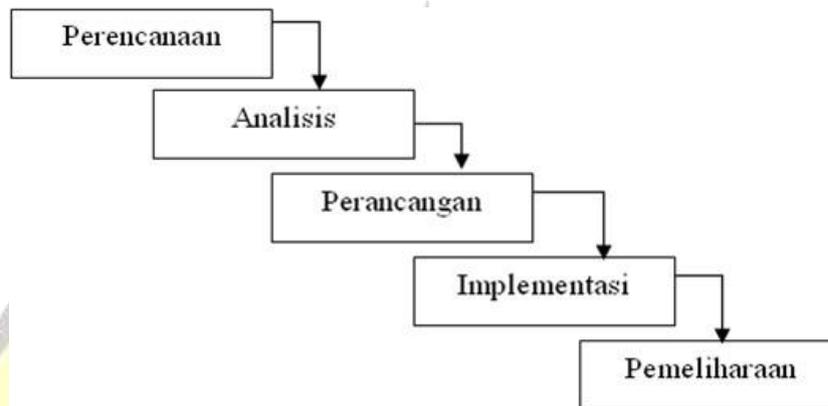
1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan teknologi informasi khususnya teknologi digital telah berkembang dengan sangat baik. Penerapannya telah meluas ke dalam berbagai bidang, salah satunya adalah teknologi *mobile*. Perkembangan teknologi *mobile* telah banyak diterapkan di beberapa bidang baik bisnis, jasa maupun pendidikan mulai dari pendidikan anak usia dini (PAUD) [1], sekolah dasar [2], menengah pertama [3], menengah atas atau kejuruan [4] hingga universitas [5] penggunaan teknologi *mobile* khususnya di bidang *augmented reality* (AR) dapat menjadi sarana dalam memudahkan transfer informasi dan penunjang di sektor pendidikan. Menurut Azuma (2001), Augmented Reality merupakan teknologi yang menggabungkan dunia nyata dan virtual yang dapat ditampilkan dalam bentuk animasi 3D [6].

Salah satu metode yang diterapkan dalam teknologi Augmented Reality saat ini adalah *Marker Based Tracking*, metode ini menggunakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Komputer dapat mengidentifikasi posisi dan orientasi marker, sehingga dapat menciptakan objek virtual 3D yang terdiri dari titik acuan (0,0,0) dan tiga sumbu, yaitu sumbu X, Y, dan Z. Marker Based Tracking dikembangkan sejak tahun 1980-an dan awal 1990-an untuk penggunaan dalam Augmented Reality.

2. METODE PENELITIAN

Dalam perancangan sistem ini, data yang dikumpulkan akan diproses dan dianalisis dengan menggunakan teknologi Augmented Reality sehingga menghasilkan aplikasi yang edukatif dan informatif. Implementasi sistem dilakukan dengan menerapkan rancangan aplikasi yang telah dibuat sebelumnya menggunakan bahasa pemrograman C#. Setelah itu, sistem diuji dengan melakukan pengujian pada sistem yang telah dibangun. Arsitektur pengembangan sistem menggunakan pendekatan waterfall, metode ini banyak digunakan karena pengembangan sistem menjadi lebih sistematis dan terukur [7].



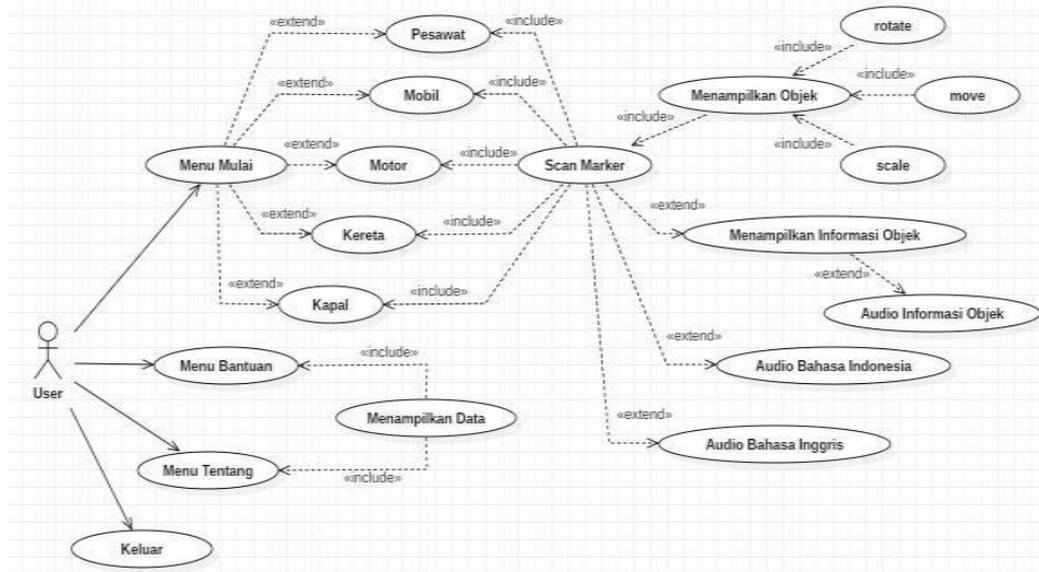
Gambar 1. Metode Waterfall

Dalam perancangan aplikasi pengenalan moda transportasi berbasis augmented reality bagi anak PAUD dimulai dengan melakukan analisis terhadap mekanisme kebutuhan anak didik yang telah dilakukan pada PAUD Nusa Indah A. Analisa Perancangan sistem informasi ini dibuat berdasarkan hasil pengamatan langsung dan juga wawancara yang dilakukan kepada para guru. Pembahasan wawancara yang dilakukan meliputi sistem informasi apa yang dibutuhkan untuk membantu pengenalan moda transportasi secara interaktif bagi anak usia dini.

Dari hasil wawancara dan analisa yang dilakukan, dapat dirancang aplikasi AR pengenalan moda transportasi bagi anak usia dini yang dibutuhkan PAUD Nusa Indah A. Perancangan aplikasi dirancang berdasarkan hasil observasi untuk kemudian dilakukan pembuatan aplikasi dan tahap akhir pengujian sistem, perancangan sistem yang dibuat meliputi *use case diagram*, flowchart dan storyboard aplikasi.

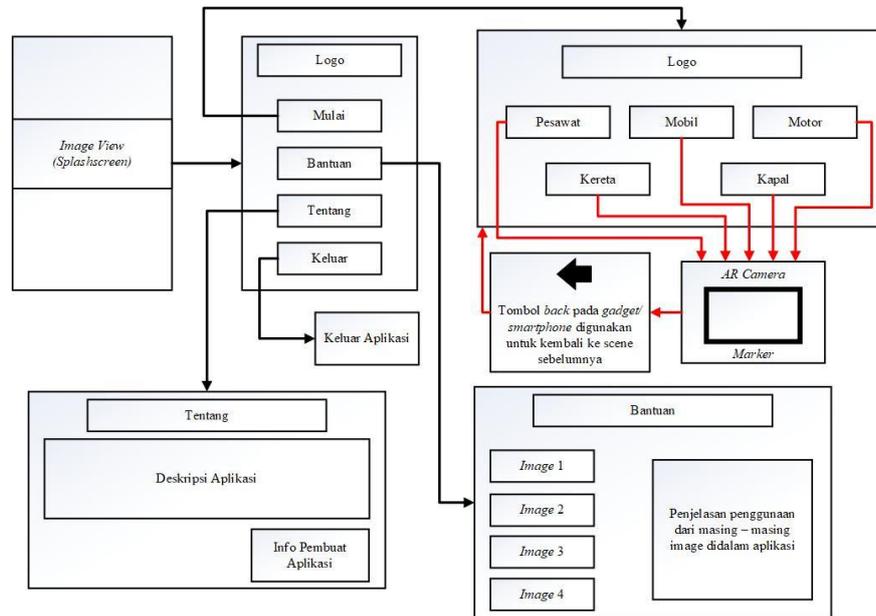
2.1 Use Case Diagram

Representasi grafis dari berbagai aktor, use case, dan interaksi antara mereka yang digunakan untuk menjelaskan sistem dapat disebut dengan use case diagram. Use case diagram fokus kepada "apa" yang dilakukan oleh sistem, bukan "bagaimana" cara kerjanya. Use case menjelaskan pola interaksi yang saling terkait antara aktor dengan sistem, dengan menggambarkan aktivitas seperti login ke sistem, maintenance user, dan lainnya. Gambar 2 menunjukkan aktivitas yang dilakukan oleh setiap aktor dalam aplikasi yang akan dibuat. Pengguna sebagai aktor dapat melakukan berbagai aktivitas seperti memilih menu, mengarahkan kamera perangkat pada marker, melihat objek, membaca dan mendengarkan informasi dari setiap objek.

Gambar 2. Use Case Diagram *Augmented Reality* Transportasi

2.2 Storyboard

Storyboard adalah hal penting dalam perancangan aplikasi karena menunjukkan hubungan antara halaman atau form yang berbeda dalam aplikasi. Storyboard aplikasi ditunjukkan pada gambar 3. Saat pertama kali menjalankan aplikasi, akan ditampilkan splash screen yang menampilkan logo aplikasi. Kemudian akan ditampilkan menu yang terdiri dari empat tombol, yaitu tombol mulai, bantuan, tentang, dan keluar. Ketika pengguna memilih tombol mulai, akan menuju submenu yang terdiri dari lima pilihan, yaitu pesawat, mobil, motor, kereta, dan kapal. Jika pengguna memilih salah satu dari lima pilihan tersebut, akan muncul kamera AR yang digunakan untuk menemukan marker dan menampilkan objek. Kemudian jika pengguna memilih tombol bantuan, akan ditampilkan penjelasan penggunaan dari setiap tombol dalam scene AR Camera. Ketika pengguna memilih tombol tentang, akan ditampilkan deskripsi aplikasi dan informasi singkat tentang pembuat aplikasi. Dan jika pengguna memilih tombol keluar, aplikasi akan langsung ditutup.



Gambar 3. Storyboard Augmented Reality Transportasi

3. METODE PENELITIAN

3.1 User Interface (Antar Muka Sistem)

Design antarmuka pada halaman utama merupakan halaman awal dari aplikasi yang dibangun, terdapat beberapa fungsi yang terdiri dari 4 tombol diantaranya tombol mulai, bantuan, tentang dan keluar.



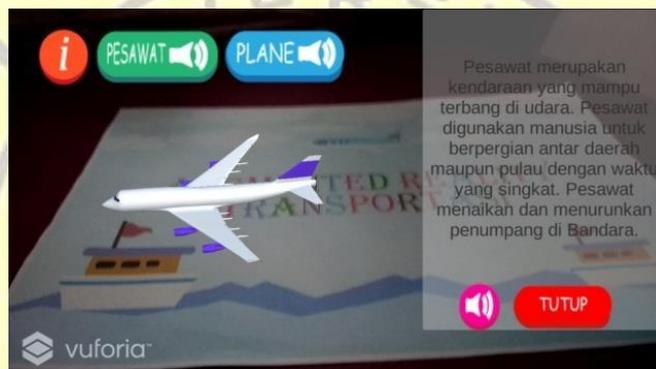
Gambar 4. Tampilan Halaman Utama

Halaman Menu adalah tempat di mana pengguna dapat melihat jenis-jenis transportasi yang tersedia. Pada halaman menu terdapat 5 tombol yaitu tombol Pesawat, Mobil, Motor, Kereta, dan Kapal.



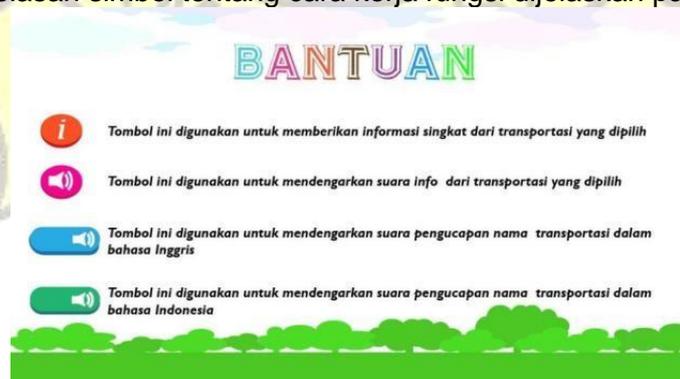
Gambar 5. Halaman Menu

Halaman informasi objek menampilkan moda transportasi yang dapat dipilih oleh pengguna. Pada halaman ini terdapat informasi objek yang dilengkapi dengan suara yang menyebutkan nama objek dan penjelasan mengenai objek tersebut.



Gambar 6. Tampilan Informasi Objek

Gambar 7 menampilkan halaman bantuan berupa icon atau simbol yang terdapat pada aplikasi, penjelasan simbol tentang cara kerja fungsi dijelaskan pada halaman ini.



Gambar 7. Halaman Bantuan

3.2 Pengujian

Dalam tahapan implementasi sistem yang ditawarkan menggunakan waterfall, tahap pengujian merupakan tahap akhir yang dilakukan. Tahapan ini bisa dikatakan sebagai tahap krusial untuk mengukur performa sistem yang dibangun, pada penelitian ini sistem penggunaan teknologi augmented reality yang akan diuji. Tujuan dilakukan pengujian sistem adalah untuk mengevaluasi kualitas sistem agar dapat dilakukan upaya perbaikan rancangan sistem dari yang ditawarkan sebelumnya. Penggunaan metode black-box testing dilakukan pada pengujian sistem yang dibangun dengan hasil terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Aplikasi Pada Device Berbeda

No	Telepon Genggam	Spesifikasi	Kelebihan	Kekurangan
1	Xiaomi 4A Prime	- Android v7.1.2 (Nougat) - RAM 2 GB, Internal memory 32 GB - Layar 5.0 inches	Aplikasi berjalan dengan baik dan tata letak dari komponen aplikasi seperti button dan teks terlihat rapi dan jelas.	Terdapat sedikit jeda saat masuk kedalam menu pilihan profesi.
2	Oppo F1S	- Android v5.1 (Lollipop) - RAM 3 GB, Internal Memory 32 GB - Layar 5.5 inchi	Aplikasi berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan.	Terdapat sedikit jeda saat masuk kedalam menu pilihan profesi, bentuk tulisan pada tampilan <i>PopUp</i> terlihat lebih besar.
3	Oppo A37F	- Android v5.1.1(Lollipop) - RAM 2 GB, Internal Memory 16 GB - Layar 5 inchi	Aplikasi berjalan dengan baik dan tata letak dari komponen aplikasi seperti button dan teks terlihat rapi dan jelas.	Terdapat sedikit jeda saat masuk kedalam menu pilihan profesi.
4	Oppo A71	- Android v7.1.1(Nougat) - RAM 3 GB, Internal Memory 32 GB - Layar 5.2 inchi	Aplikasi berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan.	Terdapat sedikit jeda saat masuk kedalam menu pilihan profesi.

Pada proses pengujian jarak marker dan kamera, dapat disimpulkan bahwa semakin dekat kamera dengan marker akan mengakibatkan objek 3D terlihat akan semakin besar. Tabel 2 merupakan hasil uji coba jarak deteksi marker dengan kamera.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Jarak

Jarak	Kemiringan Kamera	Hasil Tracking Marker
15 cm	45°	Tidak terdeteksi
15 cm	90°	Tidak terdeteksi
30 cm	45°	Terdeteksi baik
30 cm	90°	Terdeteksi baik
50 cm	45°	Terdeteksi baik
50 cm	90°	Terdeteksi baik
70 cm	45°	Terdeteksi baik
70 cm	90°	Terdeteksi baik
100 cm	45°	Tidak terdeteksi
100 cm	90°	Tidak terdeteksi

Secara kesimpulan teknis pengujian aplikasi dapat dijelaskan pada tabel 3 dengan beberapa model pengujian diantaranya blackbox, jarak, interface (tampilan), proses informasi objek, proses bantuan dan fungsi exit. Dari hasil pengujian black-box, disimpulkan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik, semua tampilan dan menu yang ada dalam aplikasi dapat berfungsi dengan baik ketika dijalankan pada perangkat smartphone pengguna.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Aplikasi

Nama Pengujian	Hasil Pengujian
Pengujian Terhadap <i>blackbox- testing</i>	Output aplikasi yang keluar berjalan dengan baik dan semestinya.
Pengujian Terhadap jarak aplikasi	Jarak kamera dengan market yang semakin dekat maka semakin besar pula objek 3D yang dihasilkan
Pengujian terhadap proses tampilan	Proses sudah berjalan dengan baik.
Pengujian terhadap proses informasi objek	Penyajian informasi objek sudah berjalan dengan baik.
Pengujian terhadap proses bantuan	Baik dan semestinya.
Pengujian terhadap proses keluar	Proses sudah berjalan dengan baik.

Setelah pengujian teknis selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap pengguna dengan tujuan melihat respon terhadap sistem ini apakah dapat memberikan kontribusi positif dalam aktivitas pengajaran. Jumlah pengguna yang dijadikan sampel dalam evaluasi ini adalah 20 orang, yang merupakan siswa PAUD dari Paud Nusa Indah. Tabel 4 menampilkan daftar pertanyaan-pertanyaan berkaitan dengan aplikasi yang dibangun.

Tabel 4. Pertanyaan Kuesioner

No	Pertanyaan	Jawaban			
		Sangat baik	Baik	Cukup	Kurang baik
1	Bagaimana Desain antar muka aplikasi?	15	5	0	0
2	Apakah aplikasi dapat menyajikan informasi dengan baik ?	14	5	1	0
3	Bagaimana kemiripan antara objek 3D dengan objek aktual ?	13	7	0	0
4	Bagaimana pelafalan bahasa indonesia dan inggris pada pengenalan transportasi	13	6	1	0
5	Apakah aplikasi mudah digunakan sebagai pengajaran murid paud ?	14	6	0	0
6	Bagaimana respon dan antusias peserta didik paud terhadap aplikasi?	15	5	0	0

Menurut Machfoedz (2007), perhitungan hasil kuesioner yang telah dilakukan dapat menggunakan persamaan 1.

$$Pk = \left(\frac{f}{N}\right) * lkb \quad (1)$$

Informasi :

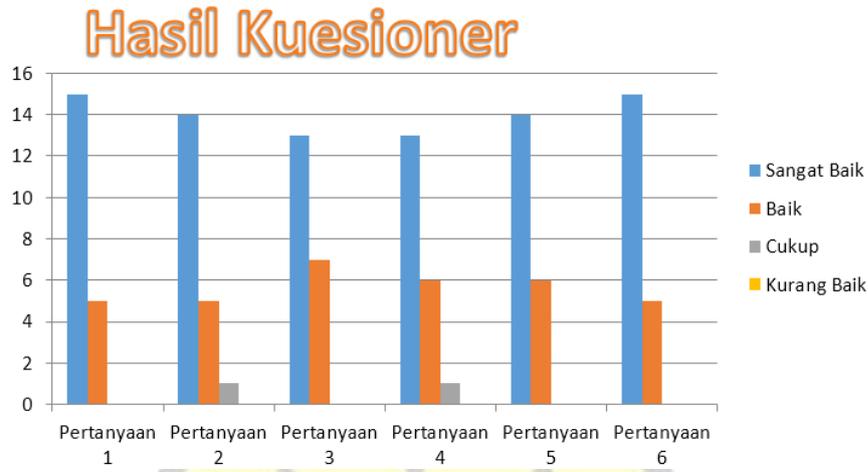
Pk = Nilai Persentase atribut kondisi kurang baik, cukup, baik, dan sangat baik

f = Total respons dalam kondisi k

N = Nilai jumlah total pertanyaan x total respons (6 x 20 = 120)

lkb = Penilaian konversi dengan atribut kurang baik 25%, cukup baik 50%, baik 75%, dan sangat baik 100%

Rumus ini digunakan untuk menentukan persentase kondisi yang diperoleh dari jawaban responden dalam kuesioner. Persentase tersebut digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik aplikasi yang diuji diterima oleh responden.



Gambar 8. Kesimpulan hasil kuesioner

Persentase hasil dari kuesioner dapat dihitung menggunakan rumus berdasarkan persamaan 1 sehingga untuk masing-masing kriteria diperoleh hasil berikut ini:

1. Kurang baik = $(0 / 120) * 25\% = 0,00\%$
2. Cukup baik = $(2 / 120) * 50\% = 0,83\%$
3. Baik = $(34 / 120) * 75\% = 21,25\%$
4. Sangat baik = $(84 / 120) * 100\% = 70\%$ Maka total persentase didapat dengan menjumlahkan Pkurang baik + Pcukup baik + Pbaik + Psangat baik, sehingga didapat nilai sebesar 92.08% yaitu kategori sangat baik. Diagram persentase hasil dari kuesioner dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Presentase Kategori

4. KESIMPULAN

Aplikasi pengenalan transportasi untuk anak-anak paud dengan augmented reality berbasis Android pada smartphone berhasil dibuat dengan menampilkan objek 3D dilengkapi dengan info, dan dua pilihan bahasa diantaranya bahasa indonesia dan bahasa inggris dalam menyebut setiap nama dari masing – masing moda transportasi. Jarak Ideal antara kamera smarhphone dengan marker yaitu 50 cm - 70 cm. Dalam bentuk apk

aplikasi ini memiliki ukuran 58,25 MB. Aplikasi ini dapat berjalan pada perangkat *mobile* dengan versi minimum OS android 4.1 (Jelly Bean), aplikasi ini juga dapat berjalan dengan lancar pada spesifikasi smartphone dengan RAM 3 GB dengan memori internal 32 GB.

Aplikasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut, seperti menambahkan lebih banyak objek dan animasi yang lebih menarik, serta penyempurnaan tampilan pada setiap handphone yang memiliki ukuran layar yang berbeda dan memperkecil ukuran file aplikasi. Hal tersebut dapat dijadikan acuan pengembangan dan penyempurnaan dari aplikasi ini agar lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Setiawan, T. Setyaningsih, and T. Triwibowo, 2018, "**Perancangan Mobile Application Berbasis Android untuk Menunjang Kemampuan Kognitif dan Psikomotorik Siswa Paud**, *Netw. Eng. Res. Oper.*, vol. 4, no. 1, 2018, doi: 10.21107/nero.v4i1.110.
2. M. A. Widiastika, N. Hendracipta, and A. Syachruji, 2020, "**Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning Berbasis Android pada Konsep Sistem Peredaran Darah di Sekolah Dasar**," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.31004/basicedu.v5i1.602.
3. D. Kusuma and A. D. Sapto, 2018, "**Pemanfaatan Mobile Learning Bernuansa Etnomatematika Dalam Menumbuhkan Rasa Cinta Tanah Air Pada Siswa Sekolah Menengah Pertama**, *Pros. Semin. Nas. Etnomatnesia Univ. Sarjanawiyata Tamansiswa*
4. I. A. Pamungkas and W. D. Dwiyojo, 2022, "**Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Mobile Learning Untuk Aktifitas Kesegaran Jasmani Siswa kelas X Sekolah Menengah Kejuruan**, *Sport Sci. Heal.*, vol. 2, no. 5, 2022, doi: 10.17977/um062v2i52020p272-278.
5. B. Tujni and F. Syakti, 2019, "**Implementasi Sistem Usability Scale Dalam Evaluasi Perspektif Pengguna Terhadap Sistem Informasi Akademik Berbasis Mobile**, *Ilk. J. Ilm.*, vol. 11, no. 3, 2019, doi: 10.33096/ilkom.v11i3.479.241-251.
6. R. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, 2001, "**Recent Advances in Augmented Reality**, *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 21, no. 6, 2001, doi: 10.1109/38.963459.
7. P. Handayani and A. Setiawan, 2019, "**Perancangan Sistem Informasi Warga Bintara Jaya berbasis Android dengan Waterfall Software Development Life Cycle**, *J. Inform. J. Pengemb. IT*, 2019, doi: 10.30591/jpit.v4i2.1380

PERANCANGAN SISTEM SELEKSI PENERIMA KJP PADA SMA MUHAMMADIYAH 12 JAKARTA DENGAN METODE FUZZY

Bagus Tri Mahardika^{1*}, Qalam Mauladi Muhammad²

¹Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

²Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : bagusunsada@gmail.com

ABSTRAK

Di Jakarta setiap siswa memiliki kesempatan untuk mendapatkan dana bantuan melalui Program Kartu Jakarta pintar yang diselenggarakan oleh pemprov DKI Jakarta, Pendidikan merupakan kebutuhan setiap warga negara, atas dasar itu pemprov DKI memberikan bantuan dana untuk meringankan dan meningkatkan kemampuan anak didik dalam sekolah di Jakarta dengan program kartu Jakarta pintar. Setiap siswa penerima akan dilakukan seleksi terlebih dahulu. Saat ini proses seleksi masih dilakukan secara manual sehingga menyulitkan untuk menentukan keputusan. Penelitian ini memiliki tujuan mendesain suatu sistem untuk dapat memberikan keputusan dalam menentukan penerima bantuan KJP di SMA Muhammadiyah 12 melalui pendekatan metode Fuzzy. Adanya penelitian ini dapat memberikan solusi atau inovasi dalam proses seleksi siswa untuk menentukan penerima KJP yang lebih akurat

Kata kunci: KJP, Fuzzy, inovasi, Seleksi

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

KJP atau Kartu Jakarta Pintar adalah suatu program yang dikeluarkan pemerintah pada tahun 2015 untuk memberikan bantuan bagi warga Jakarta dalam melakukan proses Pendidikan. Kartu Jakarta Pintar yang selanjutnya disingkat KJP adalah kartu yang disediakan Pemerintah Daerah bekerja sama dengan Bank DKI untuk diberikan kepada Peserta Didik dari Keluarga Tidak Mampu sebagai sarana pengambilan bantuan Biaya Personal Pendidikan”.

Beberapa Sekolah di Jakarta diberikan akses untuk melakukan seleksi penerima KJP dari pemerintah provinsi DKI Jakarta. Saat ini Proses seleksi masih dilakukan secara manual dengan proses pengecekan berkas siswa. Proses ini dianggap menyulitkan dan sering terdapat kesalahan yang muncul serta tidak akurat ”.

Atas dasar itu maka diperlukan suatu solusi dan inovasi untuk memperbaiki masalah ini. Dalam proses menyeleksi kelayakan, dengan metode Fuzzy SAW dapat memberikan solusi dalam mengolah data penerima KJP. Data siswa diolah dengan sistem keputusan menggunakan metode Fuzzy SAW yang diaplikasikan berbasis web merupakan solusi yang tepat. Karena dengan sistem ini untuk mengidentifikasi siswa mana yang berhak menerima KJP, serta siswa yang belum berhak menerima KJP atau Kartu Jakarta Pintar.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana Metode Fuzzy SAW melakukan pemilihan siswa penerimaan dana KJP?

1.3 Tujuan & Manfaat

1.3.1 Tujuan

1. Mempercepat proses pengambilan tindakan berdasarkan data yang tertera dalam aplikasi.
2. Membuktikan metode Fuzzy SAW untuk mengolah data Seleksi Penerimaan Kartu Jakarta Pintar (KJP)
3. Mengukur tingkat akurasi metode Fuzzy SAW dalam proses pendataan seleksi penerimaan KJP.

1.3.2 Manfaat

1. Dapat memberikan masukan dalam proses pendataan seleksi penerimaan KJP yang akurat dengan menggunakan metode Fuzzy SAW.
2. Menjadi sumber informasi dan referensi penelitian yang sejenis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pengambilan Keputusan

Sistem Pengambilan Keputusan merupakan suatu cara yang digunakan sebagai proses dalam menentukan keputusan yang bisa membantu tugas dalam pengambil keputusan. Komponen-komponen pembangun Sistem Pendukung Keputusan diantaranya yaitu, subsistem data yaitu tempat penyimpanan data dalam sistem, subsistem model adalah model keputusan yang diintegrasikan dengan data, dan subsistem dialog adalah antar muka pengguna sebagai sarana komunikasi antara pengguna dengan sistem secara interaktif. (Sibyan, 2017)

2.2 Sistem Informasi

“Sistem Informasi dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian komponen yang saling terkait dalam memproses, mengolah serta mendistribusikan suatu data atau informasi untuk mendukung dalam menentukan keputusan” (Romey dan Ardana (2016:5))

2.3 PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP adalah salah satu server side yang dirancang khusus untuk aplikasi web. PHP disisipkan diantara bahasa HTML dan karena bahasa server side, maka bahasa PHP akan dieksekusi di server, sehingga yang dikirimkan ke browser adalah hasil jadi dalam bentuk HTML, dan kode PHP tidak akan terlihat. PHP termasuk Open Source Product. Jadi, dapat diubah source code dan mendistribusikannya secara bebas. (Priyo Sutopo, dkk 2016),

2.4 MySQL

Menurut Wahyudi (2017), yaitu “MySQL bekerja menggunakan SQL Language (Structure Query Language), yang dapat diartikan bahwa MySQL merupakan standar penggunaan database di dunia untuk pengolahan data. Kelebihan yang dimiliki MySQL yaitu bersifat open source, yang memiliki kemampuan untuk dikembangkan lagi.”

2.5 Fuzzy SAW

Metode Fuzzy SAW atau kadang disebut metode penjumlahan terbobot. Merupakan Konsep dasar dalam mencari penjumlahan terbobot kemudian dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Metode ini diperlukan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. (Kusumadewi, 2010).

$$r_{ij} \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max } X_{ij}} \\ \frac{\text{Min } X_{ij}}{X_{ij}} \end{cases} \quad (1)$$

Dengan adanya r_{ij} merupakan rating kinerja yang di normalisasi

Keterangan:

r_{ij} = Rating ternormalisasi.

Max X_{ij} = Nilai terbesar setiap kriteria i.

Min X_{ij} = Nilai terkecil setiap kriteria i.

X_{ij} = Nilai atribut yang dimiliki setiap kriteria.

Benefit = Jika nilai terbesar adalah terbaik.

Cost = Jika nilai terkecil adalah terbaik.

Untuk pengujian data menggunakan rumus formula menggunakan rumus alternatif, yaitu :

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij} \quad (2)$$

Nilai Preferensi setiap alternatif (V_i) diberikan rumus:

Keterangan:

V_i = Ranking setiap alternatif.

W_j = bobot ranking (setiap kriteria).

r_{ij} = kinerja ternormalisasi.

Nilai V_i lebih besar mengindasikan alternatif A_i lebih terpilih.

3. ANALISIS DAN RANCANGAN

3.1 Analisis

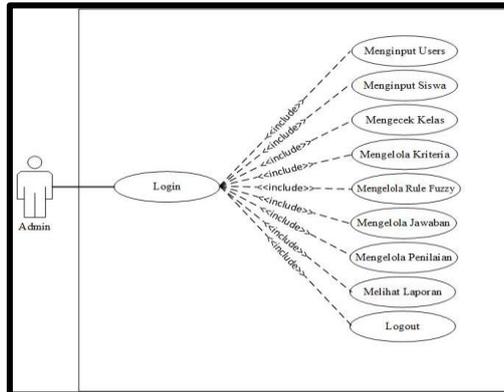
Proses Sistem Pendukung Keputusan dapat mempermudah pekerjaan, dengan sistem seleksi yang dibuat ini dapat mempermudah secara langsung seleksi penerimaan KJP, sehingga dapat menghemat waktu. Pemilihan penerimaan KJP saat ini menggunakan cara konvensional atau manual. Diperlukan suatu sistem untuk Proses seleksi secara terkomputerisasi.

3.2 Sistem Perancangan

Proses Perancangan menggunakan pendekatan Diagram UML antara lain diagram-diagram, *use case*, *activity*, *ERD*, *sequence*, dan *deployment*.

3.2.1 Diagram Use Case Admin

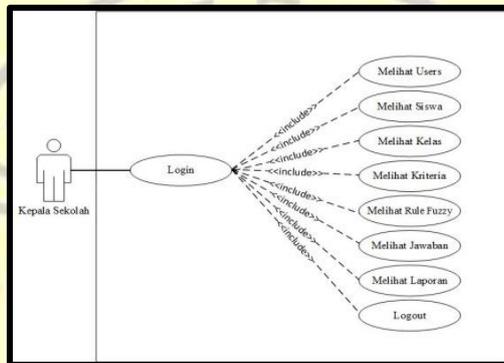
Use Case berikut ini menjelaskan interaksi yang dapat dilakukan oleh Admin ketika menjalankan sistem tersebut.



Gambar 1. Diagram Use Case untuk Admin

3.2.2 Diagram U Case Kepala Sekolah

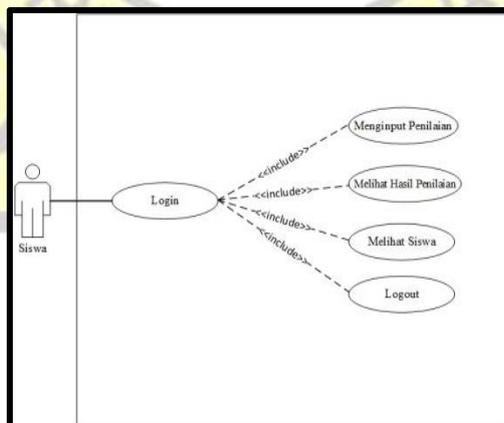
Diagram U Case ini menjelaskan interaksi yang dilakukan oleh Kepala Sekolah ketika menjalankan sistem tersebut.



Gambar 2. Diagram U Case Kepala Sekolah

3.2.3 Diagram U Case Siswa

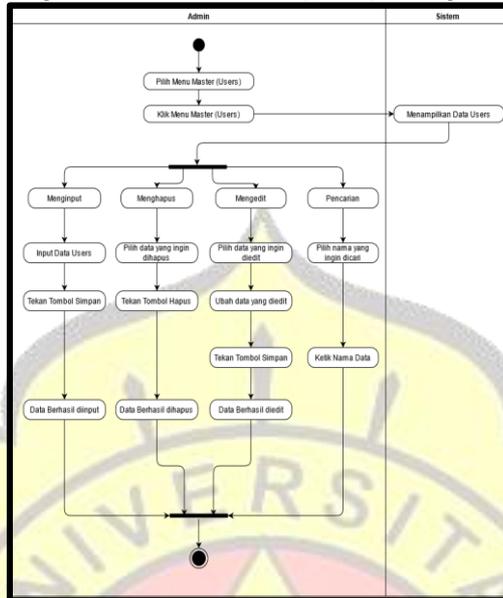
Use Case ini menjelaskan interaksi yang dilakukan oleh Siswa ketika menjalankan sistem tersebut.



Gambar 3. Diagram U Case Siswa

3.2.4 Diagram Activity Admin Data User

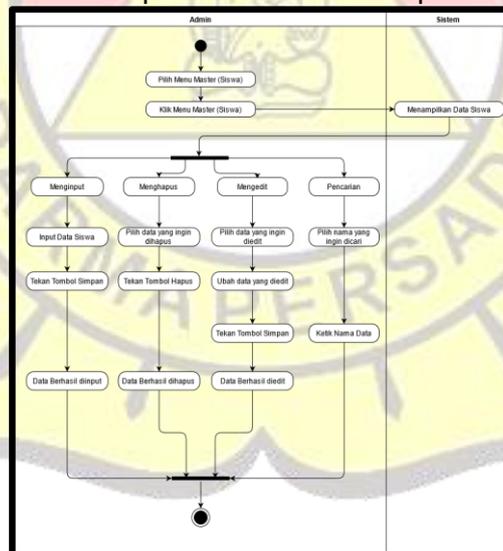
Diagram Activity ini admin data user untuk menginput dan mengedit data users. Activity diagram admin mengelola data users seperti pada gambar 3.4.



Gambar 4. Activity Admin Data User

3.2.5 Activity Admin Mengelola Data Siswa

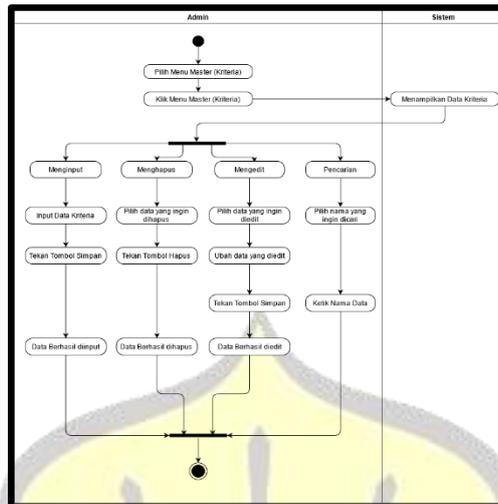
Diagram Activity ini menjelaskan user admin untuk menginput dan mengedit data siswa. Diagram Activity admin memproses data siswa seperti di bawah.



Gambar 5. Diagram Activity Admin proses data siswa

3.2.6 Diagram Activity Admin Mengolah Nilai Kriteria

Diagram Activity dibawah ini menjelaskan user admin untuk menginput dan mengedit data kriteria. Diagram Activity admin Mengolah data kriteria di bawah.



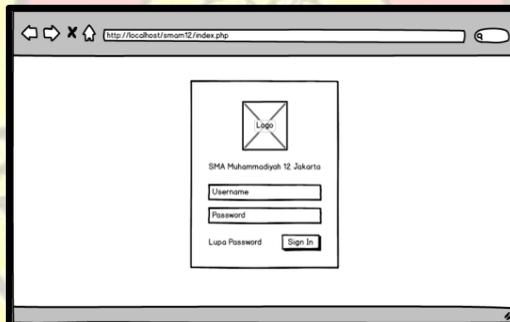
Gambar 6. Diagram Activity admin Mengolah nilai.

3.3 Rancangan Tampilan

Rancangan tampilan untuk Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerimaan SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu berisi tampilan admin yang merupakan tampilan melalui login Admin.

3.3.1 Rancangan Login Admin

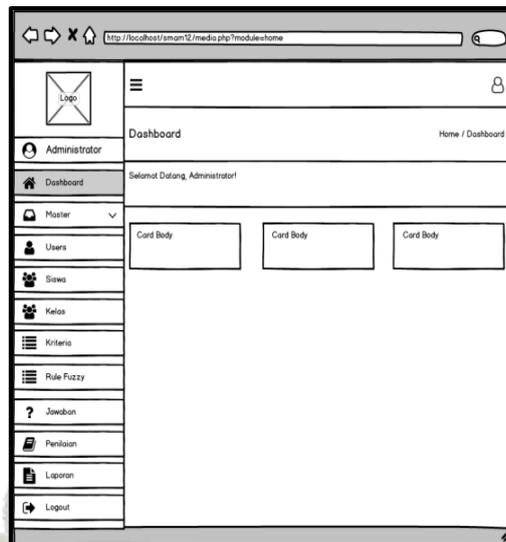
Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman depan dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta



Gambar 7. Login.

3.3.2 Dashboard

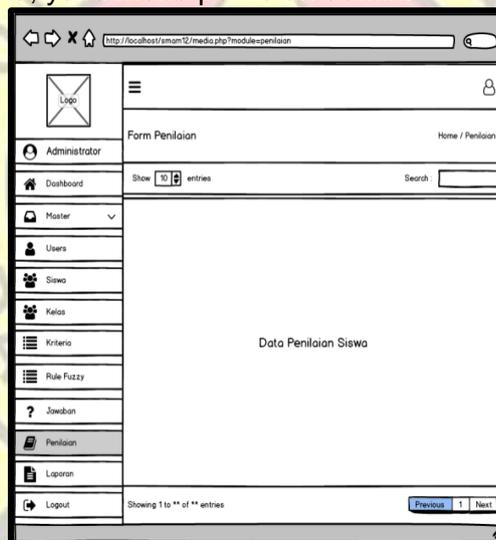
Dibawah ini adalah merupakan desain halaman depan dari Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu halaman depan.



Gambar 8. tampilan Dashboard.

3.3.3 Menu Penilaian Admin

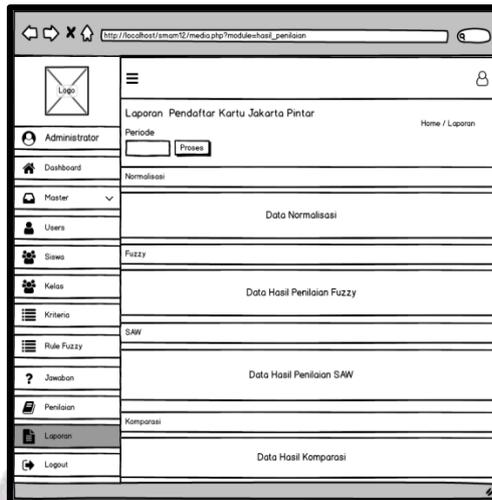
Berikut ini merupakan tampilan menu penilaian dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu menu penilaian admin.



Gambar 9. Tampilan Menu Penilaian Admin

3.3.4 Tampilan Menu Laporan Admin

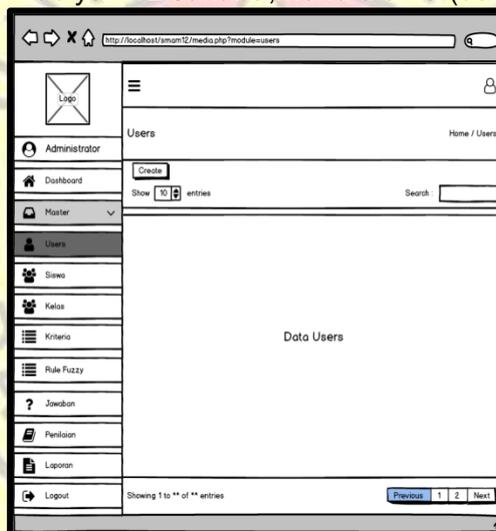
Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman hasil penilaian dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu halaman menu hasil penilaian admin.



Gambar 10. Halaman Menu Laporan

3.3.5 Halaman Menu Master (Users) Admin

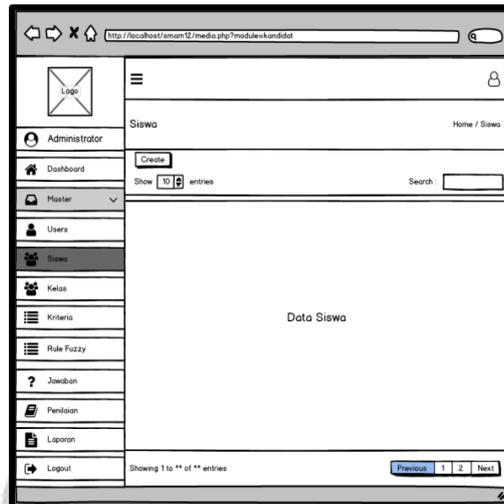
Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman menu master (users) dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, menu utama (users).



Gambar 11. Menu Master (Users)

3.3.6 Halaman Menu Master (Siswa) Admin

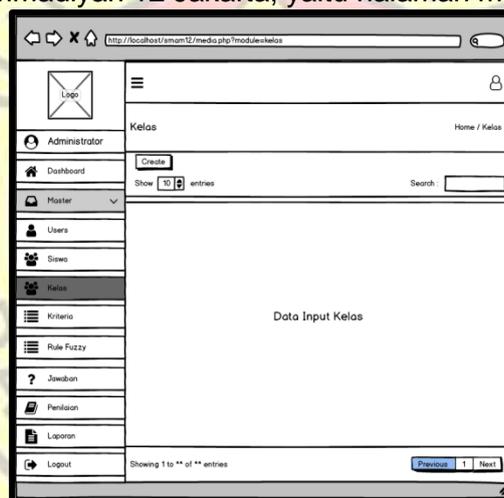
Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman menu master (siswa) dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu halaman menu master (siswa).



Gambar 12. Menu Master (Siswa) Admin

3.3.7 Halaman Menu Master (Kelas) Admin

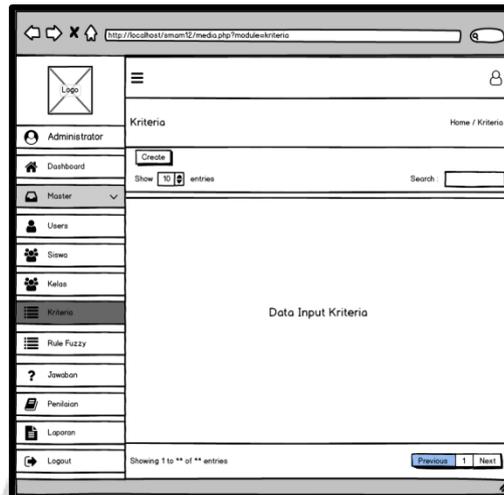
Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman master (kelas) dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu halaman master (kelas) admin.



Gambar 13. Menu Master (Kelas) Admin

3.3.8 Menu Master (Kriteria) Admin

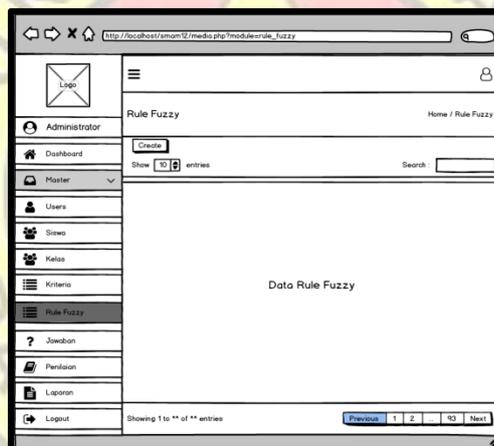
Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman menu master (kriteria) dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu halaman menu master (kriteria).



Gambar 14. Halaman Menu Master (Kriteria) Admin

3.3.9 Halaman Menu Master (Rule Fuzzy) Admin

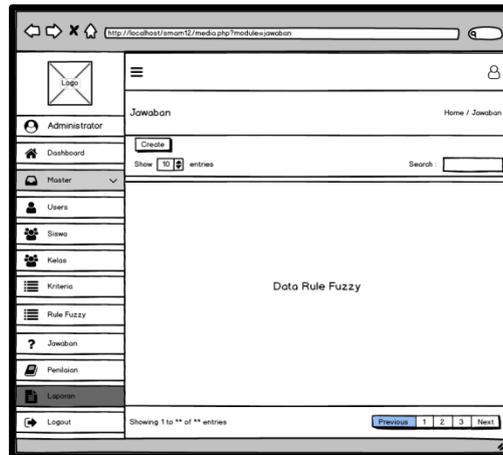
Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman menu master (rule fuzzy) dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta, yaitu halaman menu master (rule fuzzy).



Gambar 15. Halaman Menu Master (Rule Fuzzy) Admin

3.3.10 Halaman Menu Master (Jawaban) Admin

Dibawah ini adalah merupakan tampilan halaman menu master (jawaban) dari Sistem Seleksi KJP SMA Muhammadiyah 12 Jakarta,



Gambar 16. Menu (Jawaban)

3.4 Perancangan Metode

3.4.1 Penerapan Fuzzy SAW

penerapan Metode Fuzzy SAW

Misal, nilai awal :

Nama	Pekerjaan Orangtua (30)	Jumlah Saudara (10)	Jumlah Tanggungan (15)	Penghasilan Orangtua (25)	Tempat Tinggal (20)
Alditya Rakhman	100	10	10	75	70
Fardian Ramadhan	75	25	10	75	70
Prabu Denakara	25	50	25	10	20
Mervin Aldo	25	25	10	10	10

Hasil pembobotan :

$$\text{Hasil} = \text{Nilai Jawaban} \times \frac{\text{bobot}}{100}$$

Nama	Pekerjaan Orangtua (30)	Jumlah Saudara (10)	Jumlah Tanggungan (15)	Penghasilan Orangtua (25)	Tempat Tinggal (20)	Total	Hasil (Total > 60)
Alditya Rakhman	$100 \times \frac{30}{100} = 30$	$10 \times \frac{10}{100} = 1$	$10 \times \frac{15}{100} = 1.5$	$75 \times \frac{25}{100} = 18.75$	$70 \times \frac{20}{100} = 14$	65.25	Terima
Fardian Ramadhan	$75 \times \frac{30}{100} = 22.5$	$25 \times \frac{10}{100} = 2.5$	$10 \times \frac{15}{100} = 1.5$	$75 \times \frac{25}{100} = 18.75$	$70 \times \frac{20}{100} = 14$	59.25	Ditolak
Prabu Denakara	$25 \times \frac{30}{100} = 7.5$	$50 \times \frac{10}{100} = 5$	$25 \times \frac{15}{100} = 3.75$	$10 \times \frac{25}{100} = 2.5$	$20 \times \frac{20}{100} = 4$	22.75	Ditolak
Mervin Aldo	$25 \times \frac{30}{100} = 7.5$	$25 \times \frac{10}{100} = 2.5$	$10 \times \frac{15}{100} = 1.5$	$10 \times \frac{25}{100} = 2.5$	$10 \times \frac{20}{100} = 2$	16	Ditolak

Berdasarkan perhitungan hasil diatas, seleksi yang layak mendapatkan KJP adalah **Alditya Rakhman**.

4. IMPLEMENTASI HASIL

4.1. Implementasi hasil

Setelah proses desain dan uji coba kemudian penerapan dari hasil program tersebut antara lain

3.4.2 Tampilan Login

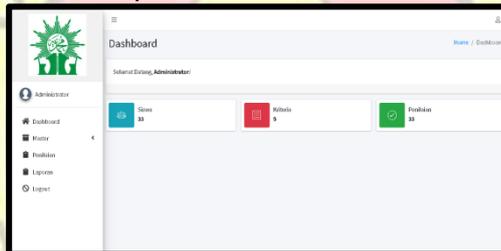
Pada tampilan Menu Login Admin mengisi username serta password sebelum login dalam sistem.



Gambar 17. Menu Login

3.4.3 Dashboard

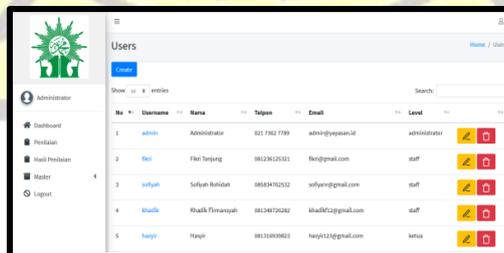
Tampilan Dashboard Menu pada Admin SMA Muhammadiyah 12 Jakarta.



Gambar 18. Halaman Dashboard

3.4.4 Menu Master (Users)

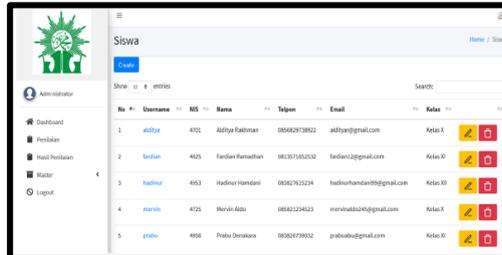
Pada Menu Master (User) didalam nya ada informasi data user seperti, No, Username, Nama, Telpon, Email, Level dan juga action untuk mengedit dan menghapus data user.



Gambar 19. Menu Utama (User)

3.4.5 Menu Utama (Siswa)

Menu Utama (Siswa) didalam nya terdapat informasi data siswa seperti, No, Username, NIS, Nama, Telpon, Email, Kelas dan juga action untuk mengedit dan menghapus data.

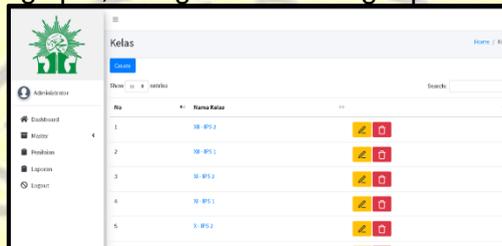


No	Username	NIS	Nama	Telpon	Email	Kelas
1	abdya	4101	Abdya Fahrhan	085629758132	abdya@gmail.com	Kelas X
2	bedan	4125	Fadlan Ramadhan	081307582132	bedan@gmail.com	Kelas XI
3	hadnur	4103	Hadnur Hamdani	085827613134	hadnurhamdani@gmail.com	Kelas XI
4	manvika	4125	Manvika ADO	085821234613	manvikaado@gmail.com	Kelas X
5	prabvo	4106	Prabvo Dewakara	083828759132	prabvo@gmail.com	Kelas XI

Gambar 20. Menu Utama (Siswa)

3.4.6 Tampilan Menu Utama (Kelas)

Tampilan Menu Master (Kelas) didalam nya terdapat informasi Nama Kelas Siswa dan juga action untuk menginput, mengedit dan menghapus data.

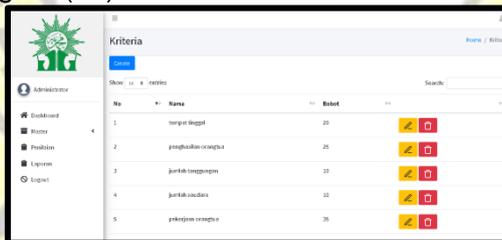


No	Nama Kelas
1	10-IPS.2
2	10-IPS.1
3	10-IPS.2
4	10-IPS.1
5	10-IPS.2

Gambar 21. Tampilan Menu Utama (Kelas)

3.4.7 Halaman Menu Utama (Kriteria)

Pada tampilan Menu utama (Kriteria) ini menampilkan nilai bobot kriteria seperti, tempat tinggal (20), penghasilan orangtua (25), jumlah tanggungan (15), jumlah saudara (10), dan pekerjaan orangtua (30).

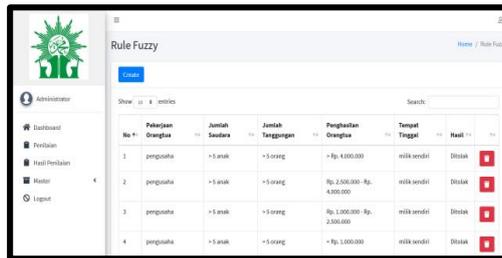


No	Nama	Bobot
1	tempat tinggal	20
2	penghasilan orangtua	25
3	jumlah tanggungan	15
4	jumlah saudara	10
5	pekerjaan orangtua	30

Gambar 22. Menu Utama (Kriteria)

3.4.8 Menu Utama (Rule Fuzzy)

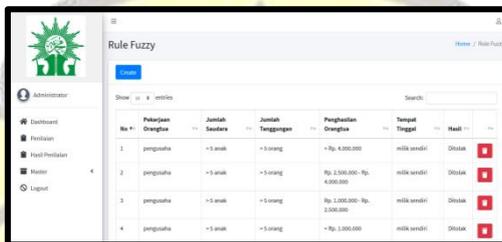
Di halaman Menu Master (Rule Fuzzy) ini menampilkan perhitungan logika fuzzy yang berisi kriteria dan alternatif, menginput dan menghapus nilai alternatif.



Gambar 23. Halaman Menu Master (Rule Fuzzy)

3.4.9 Menu Utama (Jawaban)

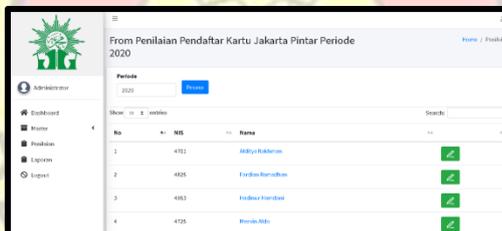
Di halaman Menu Master (Jawaban) ini menampilkan nilai alternatif dari kriteria yang sudah ditentukan.



Gambar 24. Tampilan Utama (Jawaban)

3.4.10 Menu Penilaian

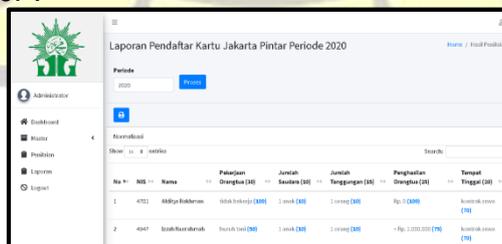
Pada fitur Penilaian didalamnya ada informasi data seperti No, NIS, Nama, dan juga inputan untuk penilaian siswa.



Gambar 25. Menu Penilaian

3.4.11 Menu Laporan

Pada Menu ini untuk memunculkan hasil perhitungan diterima atau ditolak pada kelayakan penerimaan KJP.



Gambar 26. Tampilan Menu hasil

5. KESIMPULAN SERTA SARAN

5.1. Kesimpulan

Atas dasar pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan adanya Sistem seleksi penyeleksian penerimaan kartu jakarta pintar dapat menyeleksi dengan efektif dan efisien.
2. Telah dibuat sebuah sistem untuk, klasifikasi penyeleksi penerimaan KJP menggunakan metode Fuzzy SAW sebagai metode untuk pencarian keputusan.
3. Setelah proses aplikasi selesai dapat disimpulkan bahwa admin menginput berupa kuesioner dengan menentukan nilai bobot untuk menyeleksi penerima kartu Jakarta pintar berhak atau tidak berhaknya menerima kartu Jakarta pintar dengan perhitungan metode Fuzzy SAW serta kriteria yang telah ditentukan oleh SMA Muhammadiyah 12 Jakarta.
4. Pengujian fitur menu aplikasi sistem seleksi penerimaan kartu Jakarta pintar bahwa pada fitur menu berjalan dan dapat digunakan sesuai kebutuhan

5.2. Saran

Berikut merupakan masukan untuk pengembangan kedepannya, antara lain:

1. Sistem ini dikembangkan dan digunakan tidak hanya untuk klasifikasi penerima Kartu Jakarta Pintar bisa juga untuk objek yang lain.
2. Dapat ditambahkan dengan metode yang lain agar lebih bervariasi
3. Dapat ditambahkan fitur-fitur lain sesuai dengan kebutuhan atas permasalahan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.S., Rosa., & Shalahudin, M, 2018, *Rekayasa Perangkat Lunak (Revisi ed.)*, Informatika Bandung, Bandung
2. Alatas, Husein, 2013, *Buku Responsive Web Design Dengan PHP & Bootstrap*,
3. Alexander F.K Sibero, 2013, *Web Programming Power Pack*, MediaKom, Yogyakarta
4. Aryanto, 2016, *Soal Latihan dan Jawaban Pengolahan Database MySQL Tingkat Dasar/Pemula*, Deepublish, Yogyakarta
5. Budiman, 2017, *Perancangan Dan Implementasi User Interface Pada Sistem Manajemen Dokumen AIPT Berbasis Web (Studi Kasus: Lembaga Penjaminan Mutu dan Audit Internal UKSW)*, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
6. Herlawati & Widodo, 2011, *Menggunakan UML*, Informatika, Bandung
7. Hidayatullah, Priyanto, dan Jauhari Khairul Kawistara, 2017, *Pemrograman WEB*, Informatika Bandung, Bandung
8. Kustiyaningsih, Yeni, 2011, *Pemrograman Basis Data Berbasis Web Menggunakan PHP dan MySQL*, Graha Ilmu, Yogyakarta
9. Kusumadewi, Sri, 2010, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta,
10. Marshall B. Romney, Paul John Steinbart, 2017, *Accounting Information System*, Pearson Education Limited.
11. Munzir, 2020, *Buku Sakti Pemrograman Web*, Anak Hebat Indonesia, Yogyakarta
12. Nofriansyah, D., 2017, *Multi Criteria Decision Making (MCDM) Pada Sistem Pendukung Keputusan*, Deepublish, Yogyakarta
13. Pressman, 2010, *Metode Waterfall*, p.39
14. Priyanto Hidayatullah, Jauhari Khairul Kawistara, 2017, *Pemrograman WEB Edisi Revisi*, Penerbit Informatika, Bandung.
15. Pudjo Widodo, Prabowo dan Herlawati , 2011, *Menggunakan UML*, Informatika, Bandung
16. R.H, Sianipar., 2015, *Pemrograman Database Menggunakan MySQL*, Yogyakarta

17. Rerung, R.R, 2018, ***Pemrograman Web Dasar***, Deepublish, Yogyakarta
18. Romney, Marshall B. dan Steinbart, 2015, ***Sistem Informasi Akuntansi, Edisi 13***, alihbahasa: Kikin Sakinah Nur Safira dan Novita Puspasari, Salemba Empat, Jakarta
19. Saputra, A, 2019, ***Buku Sakti HTML, CSS & JavaScript Pemrograman Web Itu Gampang***, Anak Hebat Indonesia, Yogyakarta
20. Siahaan, V., Rismon, H.S., 2020, ***Buku Pintar JavaScript***, Balige Publishing, Toba
21. Sopiah, Putra, E. K., & Hadiana, A. I, 2017, ***Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Guru Tetap Berdasarkan Data Guru Honorer Berprestasi Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) Dan Simple Additive Weighting (SAW)***, Seminar Nasional Teknologi Dan Multimedia, 79–84.
22. Supono and V. Putratama, 2018, ***Pemrograman Web dengan Menggunakan PHP dan Framework Codeigniter, 1st ed***, Deepublish., Yogyakarta
23. Wahyudiana dan Farikhah, Siti, 2018, ***Manajemen Pendidikan***, CV. Aswaja Presindo, Yogyakarta



REKOMENDASI PEMBELIAN FURNITURE DENGAN BANTUAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOUR

Timor Setyaningsih^{1*}, Nabella Gita Rahma²

¹Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

²Mahasiswa Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : tiyaningsih01@yahoo.com

ABSTRAK

Kebutuhan akan perlengkapan furniture sepanjang waktu akan selalu ada. Tidak hanya rumah tangga yang membutuhkan baran-barang furniture, tetapi sector lain juga tidak lepas dari kebutuhan akan furniture seperti perkantoran, sekolah, hotel dan juga bidang-bidang lain. Furniture juga merupakan penunjang gaya hidup masa kini yang sangat diminati oleh masyarakat. Furniture yang yang dijual dipasaran sangat beragam variasinya mulai dari jenis, bahan pembuat, harga, model, warna maupun dimensinya. Hal ini terkadang membuat konsumen kesulitan untuk menentukan pilihan yang sesuai dengan keinginan, kebutuhan, ruang yang dimiliki serta budget yang tersedia. Untuk itu diperlukan suatu system yang dapat membantu konsumen menentukan pilihannya. Sistem rekomendasi yang diusulkan pada penelitian ini menggunakan metode K-Nearest Neighbour. Metode ini akan melakukan perhitungan jarak dengan rumus Euclidean antara kriteria user. Kemudian jarak terdekat akan dijadikan rekomendasi.

Keyword: K- K-Nearest Neighbour, rekomendasi

1. PENDAHULUAN

Industri furniture dari waktu ke waktu terus berkembang seiring dengan kebutuhan masyarakat yang semakin bervariasi, Furnitur walaupun bukan merupakan kebutuhan pokok tetapi usaha furnitur tak lekang waktu. Dari tahun ke tahun, siapapun membutuhkan furnitur untuk melengkapi dan mempercantik rumah. Demikian juga untuk perkantoran, hotel dan bidang usaha lain membutuhkan furniture untuk melengkapi dan menunjang fasilitas yang ada.

Dengan beragamnya jenis furniture yang tersedia dipasaran membuat konsumen agak kesulitan menentukan pilihan sesuai dengan kebutuhan dan budget yang dimiliki. Pola belanja *furniture* melalui gawai atau belanja online semakin digemari. Hal ini membuat pengumpulan data konsumen dan barang secara digital menjadi mudah dilakukan. Data – data yang tersimpan dapat diolah untuk meningkatkan strategi pemasaran dan untuk membantu mengambil keputusan baik pihak management maupun konsumen itu sendiri. Sistem rekomendasi untuk konsumen adalah salahsatu contoh pemanfaatan data-data digital yang tersimpan didalam database. Sistem rekomendasi ini dapat membantu konsumen dalam menentukan furniture yang akan dibeli sesuai dengan kebutuhan dan budget yang dimiliki. Ada beberapa algoritma yang digunakan untuk merekomendasikan suatu keputusan kepada pengguna, salahsatunya adalah algoritma K-Nearest Neighbour (K-NN). Metode ini akan melakukan perhitungan jarak dengan rumus Euclidean antara kriteria yang diinginkan oleh konsumen. Kemudian jarak terdekat akan dijadikan rekomendasi.

2. K-NEAREST NEIGHBOUR

Metode k-nearest neighbor, atau metode kNN, adalah algoritma machine learning yang sederhana. Didasari pada pemikiran bahwa objek yang "dekat" satu dengan yang lain juga memiliki kemiripan sifat. Bisa juga dijelaskan dengan kata lain, jika kita mengetahui properti suatu objek, kita juga dapat memprediksi objek lain berdasarkan tetangga terdekatnya.

kNN adalah pengembangan lanjutan dari teknik klasifikasi *Nearest Neighbour*. Metoda ini bekerja dengan cara mencari sejumlah k pola yang terdekat dengan pola masukan, kemudian menentukan kelas keputusan berdasarkan jumlah pola terbanyak di antara k pola tersebut. (Suyanto, 2018). k adalah bilangan bulat positif, biasanya bilangan kecil. Metode klasifikasi kNN memprediksi kategori uji sampel menurut sampel pelatihan k yang merupakan tetangga terdekat dari sampel uji dan mengelompokkan ke kategori dengan probabilitas tertinggi.

Dalam pengenalan pola, algoritma kNN adalah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan contoh pelatihan terdekat dalam ruang fitur. Pada kNN fungsi hanya diperkirakan secara lokal dan semua perhitungan ditunda hingga klasifikasi.

Prinsip dasar dari metoda kNN adalah:

- a. Menentukan jarak dengan sejumlah tetangga terdekat (Nearest Neighbour)

Salah satu cara menentukan jarak terdekat adalah dengan menggunakan perhitungan *Euclidean distance*.

- b. Menentukan class

Class dapat diketahui dengan melihat mayoritas tetangga terdekat. Salah satu metoda yang sering digunakan adalah sorting. (Purnama, 2019)

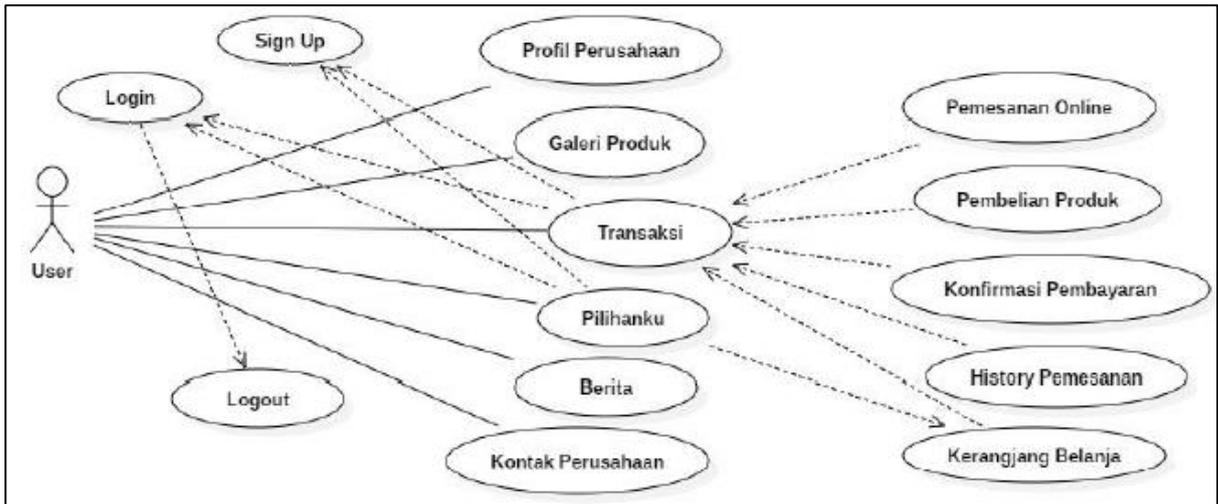
Untuk menemukan jarak kedekatan titik dengan tetangganya dihitung dengan menggunakan *Euclidean distance*. Rumus *Euclidean distance* adalah:

$$J(a, b) = \sqrt{\sum_{k=1}^{k_n} (a_k - b_k)^2} \quad (1)$$

$J(a, b)$ adalah jarak antara titik a dari kelas yang diketahui dan titik baru b. Jarak antara titik baru dan titik pelatihan dihitung, dan diambil sebanyak k buah titik terdekat. Titik baru direkomendasikan untuk masuk ke kelas dengan dengan klasifikasi kelompok terbanyak. (Pramesti, 2013)

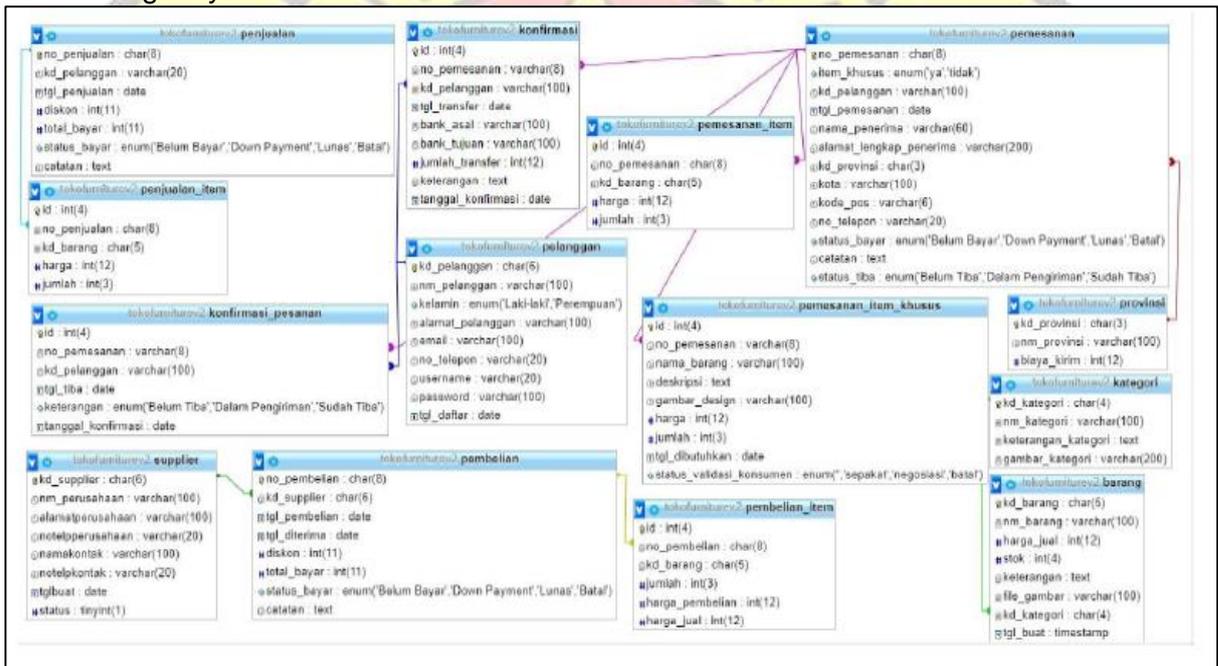
3. PERANCANGAN SISTEM

Sistem informasi penjualan agar penggunaan dan hasilnya sesuai dengan yang diharapkan maka perlu dibuat perancangan system terlebih dahulu. Perancangan system ini dibuat berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik usaha sehingga diketahui kebutuhan sistemnya. Berikut adalah gambaran interaksi antara konsumen dengan system aplikasi.



Gambar 1. Usecase Diagram Konsumen

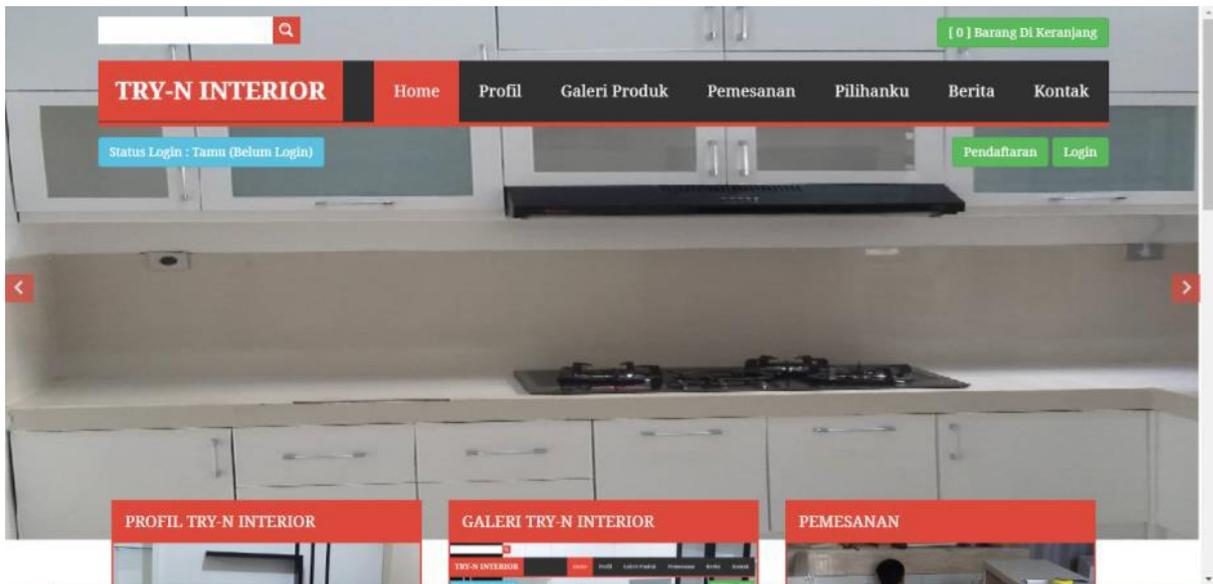
Agar data-data dapat tersimpan dengan baik dan mudah untuk diolah Kembali maka dibutuhkan perancangan database yang tepat, Berikut adalah table-table dalam database dan hubungannya.



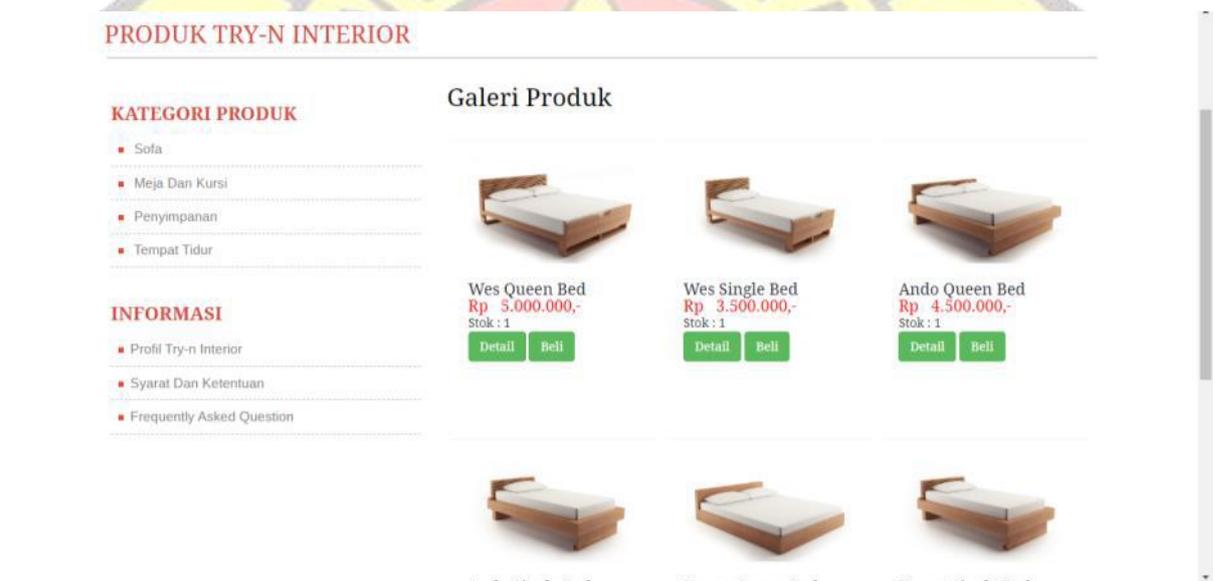
Gambar .2. Relasi antar Table Sistem Informasi Penjualan dengan Rekomendasi

4. IMPLEMENTASI

Implementasi dari system informasi penjualan didukung dengan system rekomendasi pemilihan barang untuk konsumen dapat dilihat tampilan awal seperti di bawah.



Gambar 3. Tampilan Awal Sistem Informasi Penjualan dengan Rekomendasi



Gambar 4. Galeri Produk

Gambar berikut dibawah adalah gambar tampilan halaman rekomendasi untuk pembeli berikut hasil rekomendasinya.

PILIHANKU TRY-N INTERIOR

TENTUKAN PILIHAN ANDA

Kategori
Sofa

Harga
1.500.000

Dimensi (cm)
Panjang: 150, Lebar: 50, Tinggi: 80

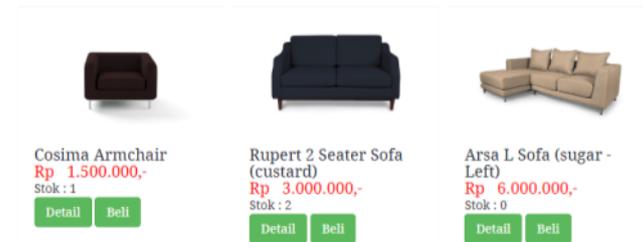
Bahan
block melaminto

Finishing
duco

Warna
abu

Pilih

Galeri Produk



Gambar 5. Halaman Rekomendasi Konsumen

PILIHANKU TRY-N INTERIOR

TENTUKAN PILIHAN ANDA

Kategori
Tempat Tidur

Harga
4.500.000

Dimensi (cm)
Panjang: 215, Lebar: 167, Tinggi: 57

Bahan
block melaminto

Finishing
duco

Warna
abu

Pilih

Galeri Produk



Gambar 6. Tampilan Hasil Rekomendasi untuk Pembeli

Hasil rekomendasi pada gambar diatas menunjukkan 3 hasil teratas, rekomendasi dengan menggunakan metode *kNN*, dengan perhitungan sebagai berikut dibawah ini, mendapatkan hasil rekomendasi seperti di atas.

1. Data Training

Data training yang digunakan disini memiliki max dan min untuk harga barang, panjang, lebar dan tinggi.

Tabel 1. Batas Data Training

	Harga barang	Panjang	Lebar	Tinggi
Max	5.000.000	223	183	84
Min	3.500.000	215	107	57

Berikut data training yang digunakan:

Tabel 2. Data Training

No	Tipe	Harga (Rp)	panjang	lebar	tinggi	bahan	finishing	warna
1	B0040	3500000	215	107	57	blockteak	melamik	cream
2	B0041	4500000	215	167	57	block melaminto	hpl	cream
3	B0042	3500000	223	123	78	block melaminto	tacosheet	cream
4	B0043	4500000	223	183	78	block melaminto	duco	cream
5	B0044	3500000	219	107	84	block melaminto	tacosheet	cream
6	B0045	5000000	219	167	84	block melaminto	hpl	cream

2. Rumus Min-Max Normalization

$$X' = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

Nama Produk	Tipe	Harga (Rp)	panjang	lebar	tinggi	bahan	finishing	warna
Kenna Single Bed	B0040	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	0
Kenna Queen Bed	B0041	0.667	0.000	0.789	0.000	0	0	0
Ando Single Bed	B0042	0.000	1.000	0.211	0.778	0	1	0
Ando Queen Bed	B0043	0.667	1.000	1.000	0.778	0	1	0
Wes Single Bed	B0044	0.000	0.500	0.000	1.000	0	1	0
Wes Queen Bed	B0045	1.000	0.500	0.789	1.000	0	0	0

Rumus Euclidean Distance

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_i - y_i)^2}$$

Peringkat	Jarak Euclidean Distance	K = 3
4	1.751	
1	0.000	B0041
6	1.840	
3	1.628	B0043
5	1.821	
2	1.167	B0045

5. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Metode *k-nearest Neighbour* yang terdapat pada sistem rekomendasi aplikasi ini juga memudahkan bagi pelanggan untuk menentukan pilihan produk sesuai keinginan.

4.2 Saran

Sistem rekomendasi yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode kNN untuk penelitian selanjutnya bisa digunakan metode-metode untuk rekomendasi yang lain, sehingga hasilnya bisa dibandingkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdullah Thamrin & Francis Tantri, 2016, **Manajemen Pemasaran**, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
2. Agus & Safitri, Yulia, 2015, **Pemanfaatan Sistem Informasi Berbasis Web**, IJSE – Indonesian Journal on Software Engineering. (volume 1 No1).
3. Muslihuddin & M Oktafianto, 2016, **Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Menggunakan Model Terstruktur dan UML**, Yogyakarta :Penerbit Andi Yogyakarta.
4. Pramesti, R.P.A. 2013, **Identifikasi Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Ekstraksi Fitur ICZ dan ZCZ dengan Metode Klasifikasi KNN**, Scientific Repository of Bogor Agricultural University.
5. Purnama, Bedy S.Si, MT, 2019, **Pengantar Machine Learning Konsep dan Pratikum Dengan Contoh Latihan Berbasis R dan Python**, Bandung: Penerbit Informatika
6. Suyanto, 2018, **Machine Learning tingkat Dasar dan Lanjut**, Bandung: Penerbit Informatika

PERANCANGAN MODEL DATA WAREHOUSE PADA LEMBAGA FILANTROPI XYZ

Yan Sofyan A.S^{1*}

¹Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : yansofyan@gmail.com

ABSTRAK

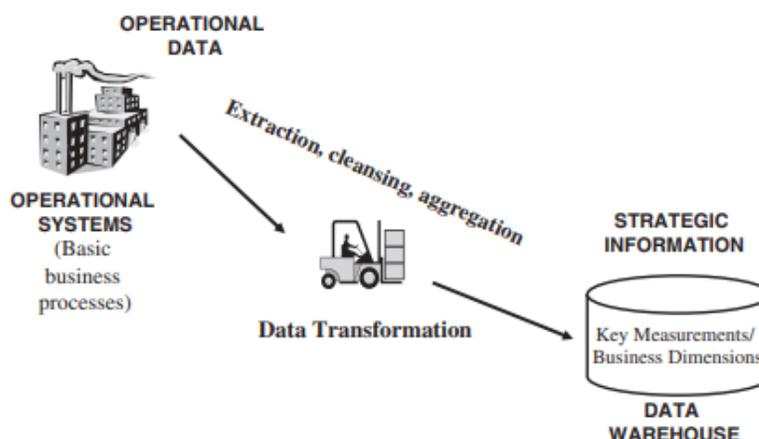
Data Warehouse merupakan wadah himpunan data yang diperlukan dalam proses pengambilan keputusan strategis. Saat ini *Data Warehouse* digunakan oleh berbagai organisasi termasuk lembaga filantropi untuk menguatkan daya saing dalam merealisasikan setiap proyek yang mereka miliki.. Tujuan penelitian ini adalah perancangan model *Data Warehouse* untuk yang digunakan oleh lembaga filantropi dalam penggalangan dana. Metode yang digunakan dalam perancangan model ini adalah metode yang dibuat oleh Kimbal dan Ross. Hasil penelitian menggambarkan proses perancangan model data warehouse ini memerlukan pemahaman tujuan dan target organisasi serta proses bisnis yang utuh dan menyeluruh dalam penggalangan dana, sehingga model yang dirancang, diharapkan mampu memenuhi kebutuhan proses bisnis lembaga filantropi dalam menggalang dana dari masyarakat. *Data Warehouse* ini bisa dimanfaatkan lebih lanjut untuk analisis kapasitas lembaga dalam menggalang dana dari masyarakat. Tergambar data-data yang dibutuhkan dalam pergerakan donasi dalam setiap aspek nya.

Kata kunci : *Data Warehouse*, Filantropi

1. PENDAHULUAN

Menurut laporan *The 2022 Global Philanthropy Environment Index*, pandemi Covid19 telah mendorong berbagai perubahan pada berbagai sektor. Salah satunya adalah transformasi digital pada sektor nirlaba. Penggalangan dana secara online saat ini sudah menjadi hal yang biasa di masyarakat Indonesia. Indonesia adalah negara yang termasuk mengalami perkembangan kapasitas organisasi nirlaba yang cepat. Lembaga-lembaga filantropi berlomba menyediakan layanan online untuk menggalang dana bagi proyek-proyek mereka.

Kemunculan istilah *Data Warehouse* dimulai tahun 1980an baik dilingkungan perusahaan yaitu IBM dan para peneliti diantaranya adalah Bill Inmon yang dianggap sebagai bapak *Data Warehouse* (Wardani, 2019). Menurut Inmon (2005), *Data Warehouse* merupakan himpunan data untuk mendukung keputusan strategis. Terdapat enam karakteristik yang dimiliki oleh data Warehouse, yaitu *time variant*, *subject oriented*, terintegrasi, *process oriented*, *non-volatile* serta mudah diakses.

Gambar 1. Tinjauan Umum *Data Warehouse*

Berbagai organisasi termasuk lembaga filantropi memanfaatkan *Data Warehouse* dalam proses bisnisnya untuk membuat analisis, rencana serta pengambilan keputusan strategis organisasi. Pada umumnya, organisasi memiliki data yang diperoleh dari operasi setiap lini bisnisnya. Contohnya data dari database penggalangan dana diolah ke *Data Warehouse*. Kemudian data tersebut akan diolah melalui *query* yang kompleks agar diperoleh informasi yang dibutuhkan oleh organisasi.

Dengan demikian bisa dikatakan *Data Warehouse* atau gudang data adalah lingkungan informasi yang (Ponniah, 2010) :

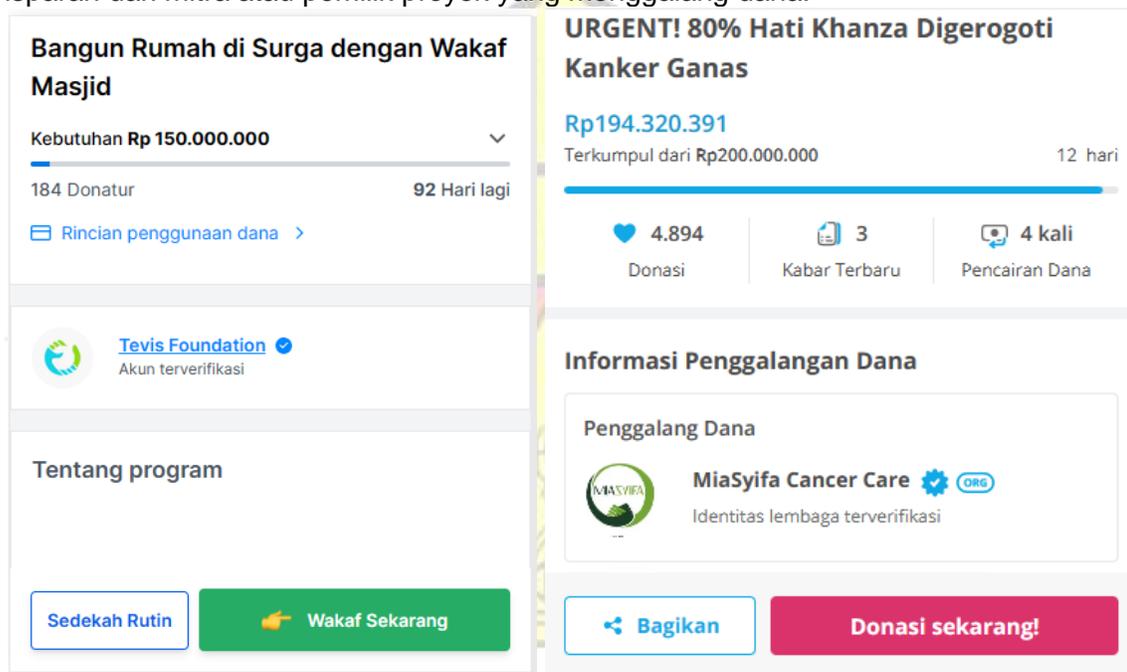
- Menyediakan cara pandang yang terintegrasi dan menyeluruh dari perusahaan atau organisasi
- Mampu dengan mudah memberikan informasi terkini dan rekam jejak perusahaan atau organisasi dalam pengambilan keputusan yang strategis
- Menyediakan data bagi sistem pendukung keputusan terpisah dengan sistem operasional.
- Mengolah data menjadi informasi organisasi secara konsisten.
- Menjadi sumber informasi yang strategis, lentur dan interaktif

Pada penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian mengenai perancangan model umum *Data Warehouse* yang bisa digunakan untuk lembaga filantropi dalam aktivitas utama mereka menggalang dana dari masyarakat. Pada penelitian ini, penulis melakukan observasi pada dua lembaga penggalangan dana yaitu *amalsholeh.com* dan *kitabisa.com*. Hasil observasi menjadi dasar bagi pembuatan model *Data Warehouse* bagi lembaga filantropi yang berupaya menggalang dana dari masyarakat.

Kita bisa adalah lembaga nirlaba yang berdiri sejak 2013. Lembaga ini bertujuan untuk menjembatani kebaikan dan wadah gotong-royong masyarakat Indonesia, melalui platform penggalangan dana di situs *kitabisa.com*. Sedangkan platform penggalangan dana *amalsholeh.com* dibuat oleh Yayasan Bersama Beramal Sholeh yang mulai berdiri tahun 2019. Lembaga ini bertujuan agar platform penggalangan dana *amalsholeh.com* menjadi media

yang menjamin donasi masyarakat Indonesia tersalurkan kepada orang-orang yang benar membutuhkan.

Kedua platform kitabisa.com dan amalsholeh.com memungkinkan setiap lembaga atau setiap orang untuk menggalang dana dari masyarakat. Donasi yang terkumpul digunakan untuk berbagai tujuan sosial dalam berbagai bidang, seperti kesehatan, pendidikan, bantuan kemanusiaan, pembangunan masjid dan lain sebagainya. Platform penggalangan dana ini mendapatkan sambutan yang baik dari masyarakat karena kemudahannya dalam berdonasi, diantaranya menyediakan berbagai pilihan pembayaran, kampanye serta laporan yang transparan dari mitra atau pemilik proyek yang menggalang dana.



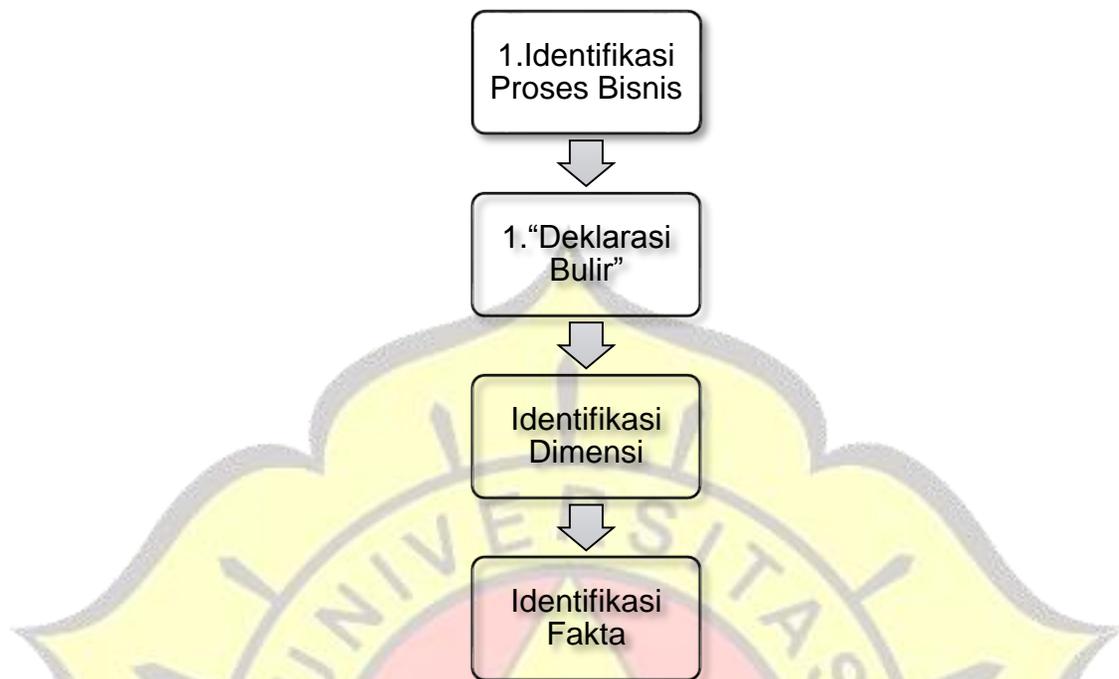
Gambar 2. Penggalangan Dana pada Kitabisa.com dan Amalsholeh.com

Penerapan model *data warehouse* bertujuan membantu lembaga filantropi penggalangan dana untuk menganalisis data sehingga bisa digunakan untuk pengembangan organisasi serta memberikan rekomendasi kepada lembaga mitra atau perorangan yang menggalang dana dalam berkampanye pada setiap proyek yang mereka miliki.

2. METODE

Pada penelitian diharapkan menghasilkan model *Data Warehouse* yang bisa menjadi tulang-punggung berbagai lembaga filantropi dalam mengambil keputusan-keputusan strategis khususnya terkait proses penggalangan dana dari masyarakat.

Metode yang digunakan dalam perancangan model *Data Warehouse* pada penelitian ini merujuk pada tahap-tahap yang dikembangkan oleh Kimball dan Ross (2013). Mereka mengusulkan beberapa tahapan efektif dalam perancangan model *Data Warehouse*. Setiap tahap terdiri dari berbagai tugas terpisah yang harus dilakukan untuk membuat model *Data Warehouse*, lihat gambar berikut ini.



Metode Perancangan Model Data Warehouse yang diusulkan Kimball dan Ross

1. Identifikasi Proses Bisnis

Pada tahap ini kita memilih subjek utama yang akan kita ubah menjadi struktur data. Subyek utama ini mengacu pada proses bisnis yang memiliki dampak utama pada keseluruhan proses bisnis.

2. "Deklarasi Bulir"

Di sini butir mengacu pada data yang dapat direpresentasikan dari tabel fakta. Tabel fakta adalah kumpulan data yang dituliskan ke dalam tabel yang berasal dari pemilihan proses utama dan memisahkannya dari noise atau data yang tidak diperlukan. Bulir atau Grain (istilah yang disebut Kimbal), adalah tingkat detail untuk pengukuran data. Sebagai contoh, jumlah pemesanan berhubungan dengan jumlah produk tertentu pada suatu pesanan, tanggal tertentu, untuk pelanggan spesifik dan diperoleh oleh seorang perwakilan penjualan spesifik tertentu.

3. Identifikasi Dimensi

Setelah kita memilih "bulir", selanjutnya kita membuat tabel dimensi yang berhubungan dengan fakta tabel. Pada langkah ini, "bulir" yang dipilih dari tabel fakta, juga mewakili bulir yang dipilih dari tabel dimensi

4. Identifikasi Fakta

Pada langkah ini kita menentukan tabel fakta mana yang akan kita buat berdasarkan pemilihan bulir pada tahap ke-2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Proses Bisnis

Proses bisnis yang sangat penting dari lembaga filantropi adalah penggalangan dana. Proses ini akan menentukan keberhasilan dari setiap proyek yang telah ditentukan oleh manajemen. Struktur data yang menjadi landasan pada perancangan model data warehouse ini disusun dari platform penggalangan dana online. Pada platform tersebut, penggalangan dana dimulai dari pembuatan proyek oleh mitra, kemudian setiap mitra melakukan kampanye kepada masyarakat. Masyarakat yang tertarik akan memberikan donasi sejumlah dana tertentu secara online pada proyek yang ditawarkan melalui berbagai pembayaran yang telah ditentukan. Penggalangan dana akan ditutup setelah donasi meraih total dana yang dibutuhkan.

2. “Deklarasi Bulir”

Berdasarkan proses bisnis yang dipilih pada tahap ke-1, diperoleh gambaran data yang dihasilkan dari proses penggalangan dana. Data yang dipilih sebagai bulir adalah jumlah donasi pada tanggal tertentu yang disumbangkan oleh donatur pada proyek tertentu yang dikampanyekan oleh Mitra. Selanjutnya bulir ini akan digunakan sebagai dasar sebelum membuat tabel fakta pada tahap ke-4.

3. Identifikasi Dimensi

Untuk memudahkan penentuan dimensi, dimulai dari pertanyaan, “Bagaimana manajemen mendeskripsikan data yang dihasilkan dari proses penggalangan dana?” . Pada tahap ini kita perlu mendekorasi tabel fakta dengan satu himpunan dimensi yang bisa merepresentasikan semua deskripsi yang mungkin menjelaskan nilai donasi dalam konteks penggalangan dana.

Dari hasil identifikasi, maka tabel dimensi yang berhubungan dengan tabel fakta meliputi:

Dimensi Tanggal
ID Tanggal (PK)
Tanggal
Hari
Bulan
Tahun
Tanda Jumat
Tanda Ramadhan

Dimensi Tanggal

Dimensi tanggal adalah dimensi khusus karena merupakan satu dimensi yang hampir dijamin berada di setiap model karena hampir setiap proses bisnis menangkap rangkaian waktu metrik kinerja. Pada penggalangan dana, dimensi ini menjelaskan kapan donasi bisa terkumpul. Terdapat atribut yang menggambarkan momen tertentu yang memiliki raihan donasi dana relatif meningkat dibandingkan waktu lainnya. Pada hari jumat dan bulan Ramadhan biasanya donatur memiliki semangat memberikan donasi yang lebih besar dibandingkan hari dan bulan lainnya.

Dimensi Pembayaran
ID Pembayaran (PK)
Deskripsi

Dimensi Pembayaran

Dimensi Pembayaran menggambarkan seluruh mekanisme pembayaran donasi yang bisa dilakukan oleh setiap donatur setelah mereka menentukan akan membantu proyek tertentu. Dimensi ini menjelaskan mekanisme yang dimiliki dan dianggap paling mudah oleh donatur dalam memberikan donasinya.

Dimensi Mitra
ID Mitra (PK) Nama Email No HP Akun Facebook Akun Twitter Akun Instagram Deskripsi Alamat

Dimensi Mitra

Dimensi Mitra menjelaskan setiap lembaga mitra yang memiliki proyek. Lembaga inilah yang menentukan kampanye proyek apa yang akan ditawarkan kepada masyarakat serta dana yang dibutuhkan untuk merealisasikan proyek tersebut.

Dimensi Program
ID Program (PK) Deskripsi

Dimensi Program

Dimensi ini menggambarkan program atau proyek yang dibuat oleh lembaga mitra penggalang dana. Deskripsi harus dibuat semenarik mungkin oleh lembaga mitra agar masyarakat mau terlibat pada proyek ini. Pada proyek ini juga ditentukan besaran dana yang dibutuhkan agar bisa terealisasi dan dirasakan manfaatnya oleh masyarakat.

Dimensi Tipe
ID Tipe (PK) Deskripsi

Dimensi Tipe

Dimensi ini menggambarkan jenis donasi pada setiap program atau proyek. Jenis donasi yang adalah, infak, wakaf dan zakat. Penentuan jenis donasi ini penting terkait komposisi penyaluran dana donasi, apakah seluruhnya adakan disalurkan atau ada sebagian yang bisa diambil untuk dana operasional proyek.

Dimensi Kategori
ID Kategori (PK) Deskripsi

Dimensi Kategori

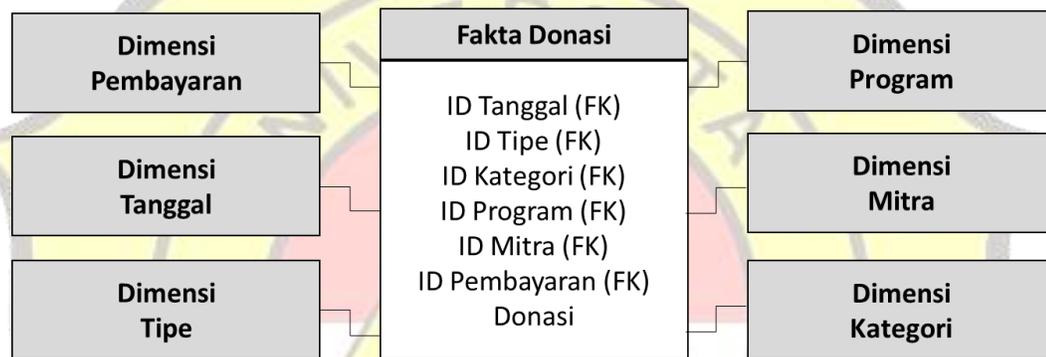
Dimensi ini menjelaskan kategori setiap program atau proyek. Kategori ini menggambarkan bidang atau sektor proyek dimana dana akan disalurkan. Ada beberapa kategori proyek diantaranya sektor pendidikan, kesehatan, bantuan kemanusiaan dan yang lainnya. Dimensi ini juga menggambarkan sektor tertentu yang menjadi kecenderungan pilihan donatur dalam berdonasi.

4. Identifikasi Fakta

Tabel fakta dibuat berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada tahap ke-2. Setelah mendapatkan bulir, tabel fakta yang dipilih adalah fakta donasi. Fakta donasi menjelaskan besaran donasi yang diberikan oleh setiap donatur pada waktu tertentu, melalui saluran pembayaran tertentu untuk proyek tertentu. Proyek yang dipilih juga menjelaskan jenis donasi dan kategori sektor yang menjadi pilihan para donatur.

Fakta Donasi
ID Tanggal (FK)
ID Tipe (FK)
ID Kategori (FK)
ID Program (FK)
ID Mitra (FK)
ID Pembayaran (FK)
Donasi

Kemudian setelah tabel fakta dipilih, digambarkan model data warehouse untuk penggalangan dana secara lengkap seperti pada gambar berikut ini. Pada gambar, model data warehouse menggunakan model skema bintang (*Star Schema*). Dikatakan skema bintang karena hubungan tabel fakta dan tabel dimensi menyerupai bintang. Keuntungan dari skema ini yaitu dapat meningkatkan kinerja data warehouse, pemrosesan query yang lebih efisien, dan waktu respon yang cepat.



4. KESIMPULAN

Berdasarkan tahap-tahap perancangan yang telah dilakukan, metode usulan Kimball dan Ross bisa digunakan dalam merancang model *Data Warehouse* untuk lembaga filantropi. Perancangan model *Data Warehouse* ini sangat membutuhkan pemahaman yang utuh dan menyeluruh pada tujuan atau target organisasi. Selain itu diperlukan juga pemahaman proses bisnis dan data yang dihasilkan pada setiap prosesnya, karena proses bisnis pada lembaga filantropi sangat berbeda dengan perusahaan atau organisasi yang berorientasi keuntungan. Pemahaman ini akan menjadi landasan dalam penentuan dimensi dan fakta model *Data Warehouse*. Sehingga model yang dihasilkan betul-betul bisa digunakan dalam proses analisis dan pengambilan keputusan strategis terkait penggalangan dana. *Data Warehouse* ini bisa dimanfaatkan lebih lanjut untuk analisis kapasitas lembaga dalam menggalang dana dari masyarakat. Tergambar data-data yang dibutuhkan dalam pergerakan donasi dalam setiap aspek nya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Breslin, Mary, 2004, *Data Warehousing Battle of the Giants: Comparing the Basics of the Kimball and Inmon Models*, Business Intelligence Journal Winter
2. Inmon, W.H, 2005, *Building The Data Warehouse, Fourth Edition*, John Wiley & Sons.

3. Kimball, Ralph & Ross, Margy, 2013, ***The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling, Third Edition***, John Wiley & Sons.
4. Ponniah, Paulraj, 2010, ***Data Warehousing Fundamentals For It Professionals***, John Wiley & Sons.
5. *The 2022 Global Philanthropy Environment Index*, Indiana University Lilly Family School of Philanthropy
6. Wardani, Niken H., Setiawan, Nanang Y., Wicaksono, Satrio A, 2019, ***Data Warehouse***, Universitas Brawijaya Press.



SYSTEM REQUIREMENT SOFTWARE APLIKASI MARKETPLACE PROPERTI NEGARA UNTUK PEMANFAATAN ASET NEGARA DALAM MENDUKUNG PENERIMAAN NEGARA BUKAN PAJAK (PNBP)

**Nur Syamsiyah^{1*}, Yahya¹, Eva Novianti¹, Shofwatul Aulia Putri²,
Mochamad Arief Al Tain²**

¹Dosen Program Studi Sistem Informasi Universitas Darma Persada

²Mahasiswa Program Studi Sistem Informasi Universitas Darma Persada

*Koresponden : nurs.syamsiyah@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan Barang Milik Negara (BMN) dalam rentang tahun 2020 sampai dengan 2022 tidak banyak terserap. Apalagi rencana pemerintah yang akan memindahkan pusat pemerintah ke IKN baru menjadi masalah baru. Lalu kemana aset yang sekarang akan digunakan. Oleh karena itu, dimanapun lokasi K/L berada, pemanfaatan aset negara dalam mendukung Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) melalui strategi pemasaran berbasis internet (marketplace properti negara), tetap dapat dilakukan. Menyewa, meminjam, penggunaan properti kooperatif, build-for-handover atau build-for-handover, dan penyediaan infrastruktur kooperatif adalah semua cara negara dapat menggunakan propertinya sendiri.

Dengan tujuan meningkatkan peluang untuk mengoptimalkan pemanfaatan BMN dengan strategi pemasaran melalui teknologi informasi berbasis internet menggunakan aplikasi marketplace. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah diawali dengan penangkapan kebutuhan pengguna yang berada di Pangkalan Bun Kalimantan Tengah. Kemudian penangkapan informasi kebutuhan tersebut dituangkan dalam Bagan System Request mencakup lima elemen: Project Sponsor, Business Need, Business Requirement, Business Value, dan Special Issues or Constrains. Penelitian ini akan menghasilkan bentuk prototype yang back-end dan from-end untuk user internal dan eksternal KPKNL yang berbasis desktop web based dan Android atau Apps. Dan luaran berupa jurnal yang akan dipublikasikan dalam jurnal nasional dan internasional, serta buku ajar.

Kata Kunci: System request, BMN, Marketplace, Web Base, Android.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan Laporan Keuangan Pemerintah Pusat tahun (audited) menyebutkan bahwa jumlah aset negara per 31 Desember 2020 sebesar Rp5.976,01 T. Penerimaan Negara Bukan Pajak tahun 2021 hanya Rp 336 M, dari pemanfaatan Barang Milik Negara (BMN) sebesar Rp 200juta. Sehingga disimpulkan 116 aset negara tidak dimanfaatkan dalam rentang tahun 2020 sampai dengan 2022.

Masyarakat ingin mendapatkan akses BMN tersebut melalui peran DJKN dalam pengelolaan aset negara. Namun, Perpindahan Kantor K/L, ke IKN baru menjadi masalah baru, akan kemana aset yang sekarang digunakan?

Saat pandemi melanda dunia dan Indonesia, masyarakat dipaksa untuk melek teknologi, mulai dari bekerja, memenuhi kebutuhan sehari-hari, Pendidikan, dan lain-lain, yang semula berlangsung secara offline berubah total menjadi online. Digital mindset sudah merubah perilaku konsumen dunia dan Indonesia. Oleh karena itu, dimanapun lokasi K/L berada, pemanfaatan aset negara dalam mendukung Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) melalui strategi pemasaran berbasis internet (*marketplace* properti negara), tetap dapat dilakukan. Menyewa, meminjam, kerjasama dalam penggunaan, membangun-untuk-serah atau membangun-untuk-serah terima, dan kerjasama dalam penyediaan infrastruktur adalah semua cara negara dapat menggunakan propertinya sendiri.

Tujuan dari penelitian ini, khususnya bagi Kantor Pelayanan Kekayaan Negara Lelang (KPKNL) Pangkalan Bun, adalah: 1) Meningkatkan Peluang untuk mengoptimalkan pemanfaatan BMN dengan strategi pemasaran melalui teknologi informasi berbasis internet; 2) Memberikan dampak positif bagi KPKNL sebagai pengelola BMN, satker K/L selaku pengguna BMN dan masyarakat; 3) Membangun trend positif kinerja BMN agar mampu berkontribusi dalam memberikan pendapatannya dari sektor non pajak untuk negara dalam membangun negeri.

Penelitian yang masuk ke dalam skim penelitian dasar ini sangat perlu untuk dilakukan karena berkenaan dengan pembangunan IKN baru di pulau Kalimantan yang mengharuskan kantor K/L pun berpindah, menyebabkan permasalahan baru pengelolaan pemanfaatan BMN untuk mendukung Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dengan memanfaatkan teknologi digital.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of The Art

Inventarisasi, penatausahaan, penggunaan, dan pengamanan barang milik negara merupakan sebagian tanggung jawab Kantor Pelayanan Kekayaan Milik Negara dan Lelang (KPNL). Prioritas utama Kantor Pelayanan Kekayaan Milik Negara dan Lelang (KPKNL) Jember adalah memberikan pelayanan yang prima dan profesional kepada masyarakat. Kehadiran layanan yang kompeten dan baik mungkin mengungkapkan kualitas kantor.

Pelayanan Permohonan Administrasi yang diberikan dalam bidang Pelayanan Kekayaan Milik Negara, Pelayanan Penilai, dan Pelayanan Lelang merupakan gambaran dari pelayanan ini. Tanpa satu area layanan, ketiga bidang tersebut saling bergantung dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Pasalnya, pelayanan tersebut harus dilakukan di Kantor Pelayanan dan Pelelangan Kekayaan Milik Negara dan harus melalui proses yang berlarut-larut dan melelahkan.³

Permasalahan Hibah Barang Milik Negara (BMN) eks asset Pertamina sebagaimana yang tertuang didalam Keputusan Menteri Keuangan Nomor KMK-247/MK.6/2019 tanggal 24 September 2019 tidak dapat dipindahtanggankan dari Pemerintah Kota Cirebon kepada pihak lain.

Isu penggunaan BMD bagi daerah untuk meningkatkan PAD yang tidak dilakukan sesuai mekanisme yang berlaku menimbulkan catatan bahwa Pemerintah Kota Cirebon kurang berintegritas, tidak profesional, tidak memihak, dan terindikasi KKN. Selain itu, pemerintah telah melanggar prosedur ASN (Aparatur Sipil Negara) dan melakukan tindakan melawan hukum, yang mengarah pada tindakan kriminal dengan pihak lain (Yayasan Pendidikan Swadaya Gunung Jati).

Berdasarkan analisis studi kasus terhadap aset BMN (Barang Milik Negara) eks

Pertamina yang digunakan oleh pihak lain, justifikasi hukum Hibah Barang Milik Negara (BMN) aset eks Pertamina kepada Pemkot Cirebon dirancang untuk digunakan oleh pihak lain dalam pelanggaran terhadap ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.⁴

Manfaat ketenagakerjaan, manfaat pendapatan daerah berupa pajak daerah yang dibayarkan, dan manfaat pendapatan pemerintah pusat berupa iuran tetap, bagi hasil, dan pajak penghasilan merupakan manfaat ekonomi yang ditimbulkan dari penggunaan Terminal BMN Wae Kelambu Serbaguna.

Sektor dengan pengganda pendapatan terbesar yaitu sektor listrik dan gas serta sektor industri pengolahan harus mendapatkan prioritas investasi jika tujuan strategi pembangunan ekonomi adalah untuk meningkatkan pendapatan keseluruhan dalam perekonomian. Prioritas investasi diarahkan pada sektor industri pengolahan serta sektor perbankan dan asuransi yang berdasarkan hasil analisis memiliki multiplier impact terbesar. Hal ini jika tujuan kebijakan pembangunan ekonomi adalah untuk meningkatkan jumlah lapangan kerja.²

2.2 Project Identification

Identifikasi sebuah proyek dalam organisasi dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan bisnis untuk sebuah sistem yang akan dibangun. Identifikasi ini dapat dilakukan di unit bisnis atau TI, berasal dari panitia pengarah yang memiliki tugas untuk mengidentifikasi peluang bisnis, atau berkembang dari rekomendasi yang dibuat oleh konsultan eksternal. Kadang kebutuhan muncul dari semacam kelemahan di dalam organisasi, seperti kejatuhan pangsa pasar, tingkat layanan pelanggan yang buruk, persaingan yang meningkat, atau kompetitif perusahaan tetap mengikuti perkembangan teknologi.^[1]

Project Identification mencakup lima elemen^[1]:

- a. *Project Sponsor* (Sponsor proyek) adalah seseorang yang mengenali kebutuhan bisnis yang kuat untuk sebuah sistem dan tertarik untuk melihat sistem berhasil. Selama proses pengembangan, sponsor proyek memastikan bahwa proyek bergerak ke arah yang benar dari perspektif bisnis. Biasanya, sponsor proyek berasal dari fungsi bisnis, seperti pemasaran, akuntansi, atau keuangan; namun, anggota area TI juga dapat mensponsori sebuah proyek.
- b. *Business Need* (Kebutuhan bisnis) mendorong persyaratan bisnis tingkat tinggi untuk sistem, berupa kemampuan yang dimiliki pada sistem dan menggambarkan manfaat nilai bisnisnya bagi organisasi
- c. *Business Requirement* (Persyaratan bisnis) adalah fitur dan kemampuan sistem informasi harus disertakan.
- d. *Business Value*. Sponsor proyek juga harus memiliki gambaran tentang nilai bisnis yang akan diperoleh dari proyek sistem tersebut, baik secara berwujud maupun tidak berwujud. Nilai berwujud dapat dikuantifikasi dan diukur dengan mudah (misalnya, pengurangan 2 persen dalam biaya operasi). Nilai tak berwujud dihasilkan dari intuisi keyakinan bahwa sistem memberikan manfaat yang penting, tetapi sulit diukur, bagi organisasi (misalnya, peningkatan layanan pelanggan atau posisi kompetitif yang lebih baik).
- e. *Special Issues or Constrains*. Setelah sponsor proyek mengidentifikasi proyek yang memenuhi kebutuhan bisnis yang penting dan mengidentifikasi persyaratan dan nilai bisnis sistem, sekarang saatnya untuk secara formal menentukan isu-isu khusus dan memulai proyek, serta menentukan tenggat waktu proyek akan selesai.

Permintaan sistem (system Request) adalah dokumen pertama yang memulai proyek. Permintaan sistem adalah pernyataan tertulis yang menguraikan prediksi manfaat sistem dan kasus bisnis untuk pengembangannya. Formulir ini digunakan sebagai komponen prosedur seleksi resmi organisasi untuk inisiatif sistem.

Sponsor proyek, persyaratan bisnis, kebutuhan bisnis, nilai bisnis, dan perhatian khusus adalah jumlah minimum komponen yang membentuk permintaan system. Permintaan sistem yang telah selesai disampaikan kepada komite persetujuan untuk ditinjau. Panitia memeriksa permintaan sistem dan, dengan menggunakan data yang disajikan, memutuskan terlebih dahulu apakah akan melihat ide tersebut atau tidak. Jika ya, melakukan analisis kelayakan akan menjadi langkah selanjutnya.

System Request—Name of Project	
Project Sponsor:	Name of project sponsor
Business Need:	Short description of business need
Business Requirements:	Description of business requirements
Business Value:	Expected value that the system will provide
Special Issues or Constraints:	Any additional information that may be relevant to the stakeholders

Sumber: Dennis, Wixom, & Tegarden. (2009)

Gambar 1. *System Request Template*

2.3 Marketplace

Menyediakan marketplace bagi pelaku bisnis untuk terlibat dalam B2B e-Commerce dan aktivitas e-Business lainnya, marketplace merupakan wadah komunitas bisnis elektronik yang interaktif.⁶ Pasar didukung oleh sejumlah elemen, antara lain⁷:

1. Pelanggan yang menggunakan Internet untuk menjelajah melakukannya dari seluruh dunia.
2. Di Internet, ada jutaan pengecer yang mempromosikan dan menyediakan berbagai macam barang.
3. Ada barang dan jasa dalam bentuk fisik dan digital.
Komoditas digital ini adalah barang yang diproduksi secara digital dan didistribusikan secara online.
4. Infrastruktur yang diperlukan untuk menguasai pasar meliputi perangkat keras, perangkat lunak, dan infrastruktur jaringan.
5. Front - end
Melalui front-end, penjual dan pembeli berkomunikasi di pasar. Portal penjual, katalog elektronik, kereta belanja, mesin pencari, dan mesin lelang semuanya termasuk dalam front-end ini.
6. Back - end
Di back - end, tugas-tugas seperti penempatan dan pemenuhan pesanan, kontrol inventaris, pengadaan pemasok, akuntansi dan keuangan, pemrosesan pembayaran, pengepakan, dan pengiriman diselesaikan.
7. Agen/intermediaries. Diantara vendor dan pelanggan yang bertindak sebagai pihak ketiga. Sebagian besar dioperasikan dengan komputer.

2.4 Barang Milik Negara

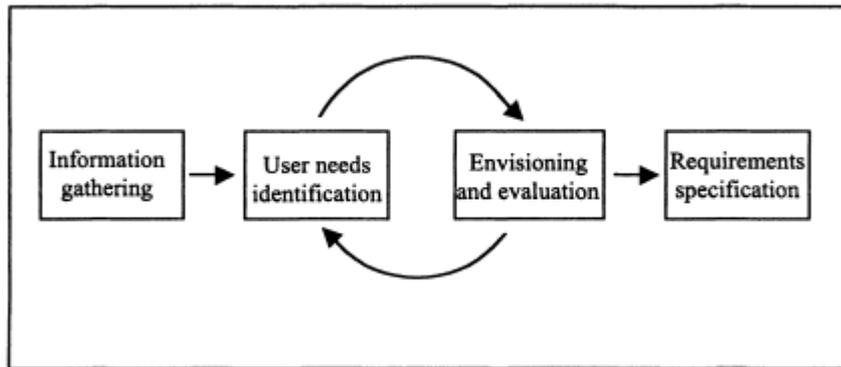
Semua barang yang diperoleh melalui Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara atau melalui akuisisi lain yang sah dianggap sebagai Barang Milik Negara. Pengelola

Barang Milik Negara (BMN) yang melapor kepada Menteri Keuangan dalam kedudukannya sebagai Bendahara Umum Negara memiliki wewenang dan tugas yang luas dalam pengelolaan BMN. Namun dalam kenyataannya, manajemen BMN dapat menugaskan beberapa pihak yang memiliki wewenang dan tugas melalui proses pendelegasian yang diatur dalam Peraturan Menteri Keuangan.⁵

3. METODOLOGI PENELITIAN

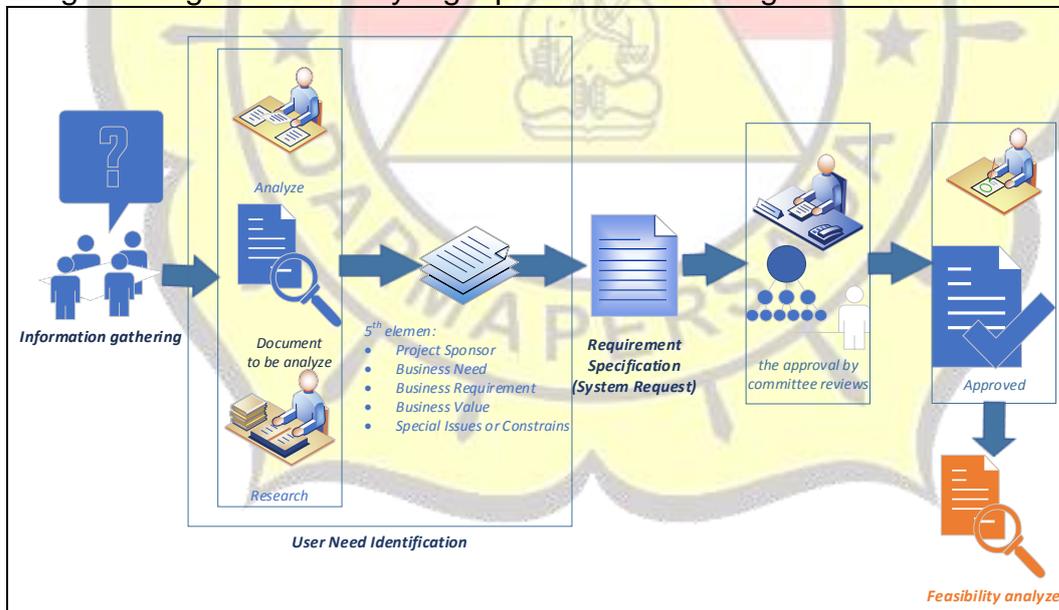
3.1 Kerangka Pemikiran

Secara umum metode kebutuhan user adalah proses yang sangat sederhana dengan empat Langkah seperti Gambar 2 berikut^[8]:



Gambar 2. Proses Analisis Kebutuhan User secara Umum

Adapun kerangka pemikiran dari solusi permasalahan ini mengadopsi pada Langkah-langkah tersebut yang diperlihatkan dalam gambar 3 berikut:



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

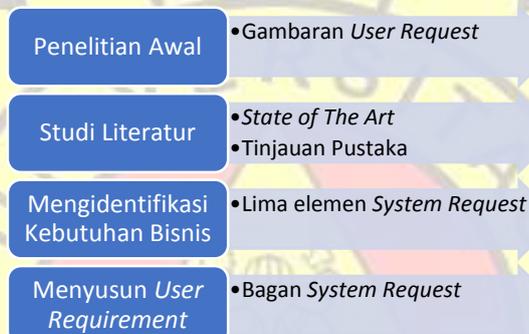
Informasi yang telah dikumpulkan dari user, dalam hal ini KPKNL Pangkalan Bun, kemudian dilakukan identifikasi melalui analisis dan riset dari berbagai sumber yang

berkenaan dengan pemanfaatan aset BMN. Hasil dari analisis awal ini kemudian dituangkan dalam dokumen inisiasi yang disebut *System Request*.

Formulir ini digunakan sebagai komponen prosedur seleksi resmi organisasi untuk inisiatif sistem. Permintaan sistem yang telah selesai disampaikan kepada komite persetujuan untuk ditinjau. Panitia memeriksa permintaan sistem dan, dengan menggunakan data yang disajikan, memutuskan terlebih dahulu apakah akan melihat ide tersebut atau tidak. Jika ya, melakukan analisis kelayakan akan menjadi langkah selanjutnya.

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian yang dilakukan diawali dengan penelitian awal untuk mencari permasalahan yang dialami oleh KPKNL Pangkalan Bun yang sudah dipaparkan dalam latar belakang, dan melakukan studi literatur dari artikel-artikel ilmiah yang membahas tentang Barang Milik Negara (BMN) maupun Barang Milik Daerah (BMD). Kerangka penelitian kami tuangkan dalam Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Kerangka Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 User requirement

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah diawali dengan penangkapan kebutuhan pengguna yaitu instansi KPKNL Dirjen Kekayaan Negara Kementerian Keuangan yang berada di Pangkalan Bun Kalimantan Tengah. Kemudian penangkapan informasi kebutuhan tersebut menjadi sebuah dokumen *System Request* yang dituangkan dalam Tabel 1, mencakup lima elemen: *Project Sponsor*, *Business Need*, *Business Requirement*, *Business Value*, dan *Special Issues or Constrains*.

Tabel 1. *System Request*

System request - Aplikasi Marketplace Properti Negara	
Project Sponsor	: Widiyantoro (Kepala KPKNL Pangkalan Bun)
Business Need	: Internal DJKN/KPKNL Pangkalan Bun
	1. Meningkatkan kepuasan dan kepercayaan pengguna layanan
	2. Mempunyai inovasi baru yang genuine Masyarakat
	1. Mendapatkan akses untuk memanfaatkan BMN secara mudah
	2. Peluang untuk mendapatkan tempat usaha (social ekonomi)

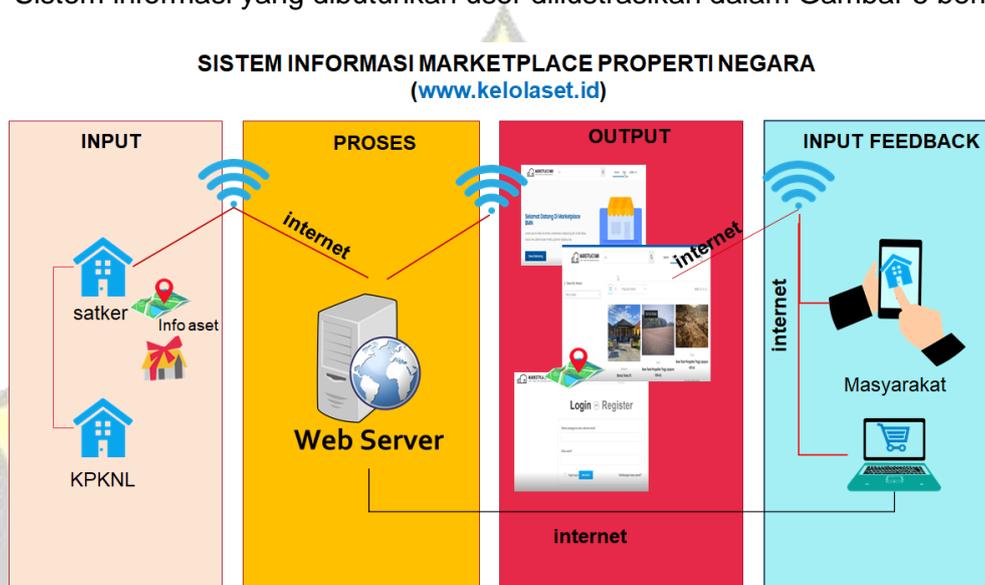
Business Requirement	<p>: Dengan aplikasi berbasis web dan Android, konsumen dapat mencari produk dan mengidentifikasi spesifikasi dari produk. Konsumen dapat berupa satuan kerja dari instansi manapun. Fungsi-fungsi yang harus dimiliki aplikasi ini sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyediakan akses online ke informasi dengan mendaftarkan identitas konsumen, baik satker maupun masyarakat 2. Kemampuan mencari produk oleh konsumen secara terperinci 3. Konsumen dapat melakukan transaksi secara online dengan persetujuan dari KPKNL 4. Menghasilkan laporan manajemen 5. Menyediakan fasilitas bagi administrator atau KPKNL untuk mengelola konten aplikasi
Business Value	<p>: Internal DJKN/KPKNL Pangkalan Bun</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan potensi pemanfaatan BMN 2. Meningkatkan potensi PNBPN 3. Meningkatkan peluang lelang hak menikmati 4. Mengimplementasikan HBU 5. Meningkatkan kepuasan dan kepercayaan pengguna layanan 6. Mempunyai inovasi baru yang genuine 7. Meningkatkan kolaborasi dengan Pemda 8. Mewujudkan DJKN menjadi Distinguished Aset Manager <p>Satker/Stakeholder</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peluang pemanfaatan BMN lebih baik untuk menambah PNBPN 2. Meningkatkan sinergi pengelolaan kekayaan negara, khususnya dalam pemanfaatan BMN dengan KPKNL/Kanwil/Kantor Pusat DJKN 3. Pemanfaatan BMN dapat lebih transparan dan akuntabel 4. Memberikan dampak pengamanan aset terutama aset idle <p>Masyarakat</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendapatkan akses untuk memanfaatkan BMN secara mudah 2. Peluang untuk mendapatkan tempat usaha (social ekonomi)

3. Memahami peran KPKNL/DJKN dalam pengelolaan aset BMN

Special Issues or : Semester I tahun 2023
Constrains

4.2 Rancangan Sistem Informasi

Sistem informasi yang dibutuhkan user diilustrasikan dalam Gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Rancangan Sistem Informasi

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. *System Request* minimal mencakup lima elemen: sponsor proyek, kebutuhan bisnis, persyaratan bisnis, nilai bisnis, dan isu-isu khusus.
2. Permintaan sistem yang telah selesai diajukan ke komite persetujuan untuk dipertimbangkan. Selanjutnya, panitia meninjau permintaan sistem dan membuat keputusan awal, berdasarkan informasi yang diberikan, apakah proposal tersebut akan diselidiki atau tidak. Jika demikian, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kelayakan.

5.2 Saran

1. Penelitian ini belum mencakup kepada kebutuhan software yang diharapkan dari pengguna.
2. *System Requirement* ini termasuk ke dalam tahapan *planning* berupa *Project Management*, maka alangkah sempurnanya apabila dapat dilengkapi dengan tahapan *planning* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dennis, Alan; Wixom, Barbara H.; Tegarden, David, 2009, **System Analysis Design UML Version 2.0 An Object-Oriented Approach. Third Edition**. John Wiley & Sons, Inc.

2. Firdaus, M. As'ad, Juni 2022, ***Analisis Manfaat Dan Dampak Ekonomi Sosial Atas Pemanfaatan Barang Milik Negara Pada Pelabuhan Multipurpose Wae Kelambu, Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur.*** Jurnal Manajemen Aset dan Penilaian (JMAP) Vol. 2 No. 1 hal. 16-24.
3. Jannah, Noer Lailatul, 2019, ***Laporan Praktek Kerja Nyata: Administrasi Pemanfaatan Barang Milik Negara Melalui Sewa Di Kantor Pelayanan Kekayaan Negara Dan Lelang (KPKNL) Jember,*** Program Studi Diploma III Administrasi Keuangan Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Jember
4. Suhardi, Heri, Sarip, 2021, ***Peran Serta Masyarakat Dalam Advokasi Tanah BMN (Barang Milik Negara),*** Jurnal De Jure Muhammadiyah Cirebon Vol. 5 No. 1.
5. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Barang Milik Negara/Daerah.
6. Brunn Peter, Jensen Martin, Skovgaard Jakob, 2002, ***e-Marketplaces: Crafting A Winning Strategy.*** European Management Journal Vol. 20, No. 3, pp. 286–298.
8. Apriadi, Deni, Saputra, Arie Y, 2017, ***E-Commerce Berbasis Marketplace Dalam Upaya Mempersingkat Distribusi Penjualan Hasil Pertanian,*** Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi) Vol. 1 No. 2 131–136 ISSN Media Elektronik: 2580-0760. <http://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI/article/view/36/20>.
9. Maguire, Martin; Bevan, Nigel, 2002, ***User Requirements Analysis: A Review of Supporting Methods.*** https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-35610-5_9.



ALGORITMA GENETIKA DALAM PEMBUATAN JADWAL PERKULIAHAN PADAPRODI TEKNOLOGI INFORMASI UNSADA

Allif Fajri¹, Adam Arif Budiman^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

²Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

*Koresponden : ariadam@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi informasi ini membawa dampak positif karena penggunaannya mendapatkan informasi berupa data yang dapat digunakan untuk kedepannya. Pada perkuliahan, bukan hanya pembelajaran yang menggunakan teknologi, tetapi untuk mengatur waktu perkuliahan juga sudah menggunakan teknologi. Dalam mengatur waktu perkuliahan atau yang disebut penjadwalan sering kali menjadi masalah yang mengakibatkan penjadwalan ini sulit dibuat. Penjadwalan ini membutuhkan waktu dalam pembuatannya, hingga akhirnya nanti didapatkan jadwal yang efisien. Dalam penyelesaian masalah ini, banyak pertimbangan untuk menyusun jadwal yang optimal, sehingga dibutuhkan algoritma yang tepat dalam membuat jadwal perkuliahan, diantaranya yaitu Algoritma Greedy dan Algoritma Genetika. Keduanya merupakan algoritma yang dapat menyelesaikan masalah optimisasi.

Kata kunci: Penjadwalan, Perbandingan, Algoritma Genetika

1. PENDAHULUAN

Portal UNSADA adalah sistem akademik yang mengintegrasikan proses bisnis kampus mulai dari pembayaran hingga perkuliahan. Dalam perkuliahan, sistem ini digunakan oleh mahasiswa untuk mengisi KRS dan melihat jadwal perkuliahan yang akan datang, serta sebagai absensi saat sedang melakukan perkuliahan. Mahasiswa juga bisa melihat nilai-nilai yang telah didapatkan pada semester-semester sebelumnya.

Akses dosen dalam siacad ini adalah untuk mengirim materi kepada mahasiswa yang diajarkan. Portal UNSADA yang sekarang merupakan portal yang digunakan mulai dari tahun 2016. Dalam mengatur waktu perkuliahan atau yang disebut penjadwalan sering kali menjadi masalah yang mengakibatkan penjadwalan ini sulit dibuat. Pekerjaan Ketua Jurusan yang kadang overload membuat pembuatan jadwal menjadi sulit dan tidak tepat waktu.

Penjadwalan ini membutuhkan waktu dalam pembuatannya, agar nanti didapatkan jadwal yang efisien. Untuk menyusun penjadwalan yang baik, dibutuhkan beberapa aspek diantaranya seperti jumlah mata kuliah.

Jumlah ruangan yang ada, jumlah dosen, waktu, dan yang lainnya yang memungkinkan dapat membantu menyelesaikan masalah ini. Dalam penyelesaian masalah ini, banyak pertimbangan untuk menyusun jadwal yang optimal, sehingga dibutuhkan algoritma yang tepat dalam membuat jadwal perkuliahan, diantaranya yaitu Algoritma Greedy dan Algoritma Genetika. Keduanya merupakan algoritma yang dapat menyelesaikan masalah optimisasi.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah teknik heuristik yang dibuat berdasarkan prinsip genetik dan proses seleksi alam teori evolusi Darwin, menurut Zainudin Zuhri (2014, hlm. 10). Proses pemilihan solusi atau penemuan solusi pada algoritma ini dianalogikan dengan proses pemilihan individu untuk bertahan dalam perjalanan evolusi.

2.2 Aplikasi berbasis web

Dalam pembuatan aplikasi berbasis web memerlukan tool programming PHP, MySQL, HTML, CSS dan Java Script.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Analisa Penjadwalan

Sistem penjadwalan mata kuliah ini, dapat mempermudah ketua jurusan untuk membuat jadwal mata kuliah. Sistem sebelumnya untuk membuat penjadwalan masih manual dengan mempertimbangkan kelas yang ada dan jumlah dosen sehingga menyebabkan proses pembuatan penjadwalan memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu sistem ini dibuat dengan tujuan untuk mempermudah dan mempersingkat waktu pembuatan jadwal perkuliahan.

3.2 Perancangan Penjadwalan

Populasi Awal, dibuat dalam bentuk dari kromosom yang akan dipakai dalam penjadwalan yaitu :

- Kuliah (mata kuliah, data dosen, data kelas) dengan simbol K.
- Ruang (ruang kelas) dengan simbol R.
- Waktu (waktu kuliah yang tersedia) dengan simbol T.

Tabel 1 Contoh Data Kuliah

Kode Kuliah	Kelas	Mata Kuliah	Dosen
K01	Semester 2-Kelas A	Basis Data	Bagus Tri Mahardika, S.Kom, MMSI
K02	Semester 2-Kelas A	Matematika Diskrit	Ir Eri Suherman, MT
K03	Semester 2-Kelas A	Pengembangan Aplikasi Game	M.Nur, S.Kom, MM.
K04	Semester 2-Kelas A	StrukturData	Suzuki Syofian, S.Kom, M.Kom

Tabel 2. Contoh Data Ruang

Kode Ruang	Nama Ruang
R01	K-301
R02	K-401

Tabel 3. Contoh Data waktu

Kode Waktu	Hari	Jam
T01	Senin	08:00
T02	Senin	10:00
T03	Senin	10:30
T04	Senin	13:30
T05	Selasa	08:00
T06	Selasa	10:00

Pemilihan orang terbaik melibatkan fungsi kebugaran. Hasilnya, kromosom dengan nilai fitness tertinggi digunakan untuk menghasilkan solusi terbaik. Susunan populasi acak pertama yang ditunjukkan di atas mengandung kesalahan karena gen 3 dan 4 pada kromosom 1 memiliki kesamaan dalam ruang (R01) dan waktu, menunjukkan bahwa susunannya tidak benar (T05). Hal yang sama berlaku untuk kromosom lainnya.

$$\text{Fitness Kromosom 1} = 1/(1+2) = 0,33$$

$$\text{Fitness Kromosom 2} = 1/(1+2) = 0,33$$

$$\text{Fitness Kromosom 3} = 1/(1+2) = 0,33$$

$$\text{Fitness Kromosom 4} = 1/(1+3) = 0,25$$

Menghitung fitness keseluruhan populasi adalah langkah pertama dalam proses seleksi.

Tabel 4 Nilai Fitness

Kromosom	Nilai Fitness
1	0.33
2	0.33
3	0.33
4	0.25
Total Nilai Fitness	1.25

Probabilitas setiap individu ditentukan pada langkah kedua dengan membagi nilai fitness total dengan nilai fitness masing-masing kromosom.

Tabel 5 Probabilitas Nilai Fitness

Kromosom	Probabilitas
1	$0,33 / 1,25 = 0,26$
2	$0,33 / 1,25 = 0,26$
3	$0,33 / 1,25 = 0,26$
4	$0,25 / 1,25 = 0,2$

Setelah itu, berikan nilai acak antara 0 dan 1 untuk setiap kromosom untuk sejumlah kromosom tertentu.

Tabel 6 Interval nilai Probabilitas

Kromosom	Interval Nilai
1	0 – 2,6
2	0,27 – 0,53
3	0,54 – 0,8
4	0,81 – 1

Angka yang dihasilkan, misalnya, adalah [0,2; 0,7; 0,4; 0,97]. Jelas dari data yang dihitung bahwa kromosom 0,2 adalah kromosom 1, yang memiliki rentang nilai 0 hingga 0,26. Karena nilai yang dihasilkan sama dengan nilai interval kromosom maka kromosom 1 tidak mengalami seleksi.

Selain itu, ketika kromosom memiliki nilai interval antara 0,54 dan 0,8, kromosom 3 dipilih menjadi kromosom 2, dan kromosom 2 dipilih secara otomatis dengan mengisi celah pada kromosom [4] = [K01, R01, T08], [K02, R01, T08], [K03, R01, T08], dan [K04, R02, T04].

3.3 Crossover

Nilai probabilitas crossover diatur ke 0,5. Lokasi titik persimpangan dipilih oleh bilangan bulat acak [1-N], di mana N adalah jumlah total gen pada satu kromosom. Kromosom 1 dan 3 masing-masing memiliki nilai 0,2 dan 0,4, karena lebih kecil dari nilai probabilitas yang telah ditentukan, dan dapat dilihat dari contoh bilangan acak yang disusun di atas, merekalah yang mengalami persilangan. Ketika posisi gen kedua adalah situs pemotongan yang dipilih, prosedur persilangan adalah sebagai berikut:

Kromosom[1] = [K01, R01, T01], [K02, R02, T04], [K03, R01, T05], [K04, R01, T05]

Kromosom[3] = [K01, R01, T02], [K02, R02, T03], [K03, R01, T06], [K04, R02, T03]

Hasil crossover kedua kromosom diatas adalah sebagai berikut:

Kromosom[1] = [K01, R01, T01], [K02, R02, T03], [K03, R01, T06], [K04, R02, T03]

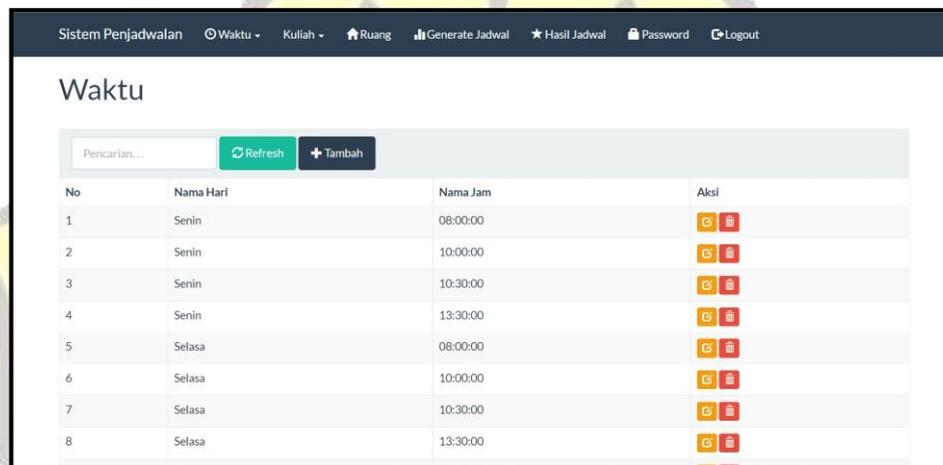
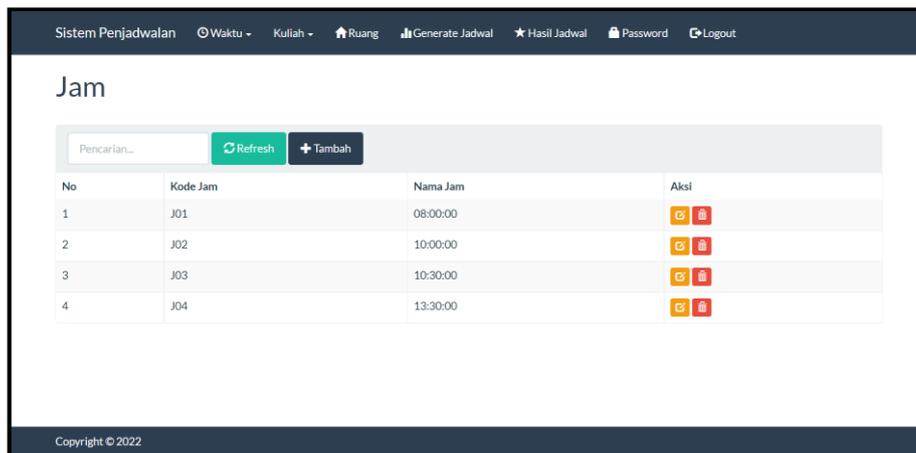
Kromosom[3] = [K01, R01, T02], [K02, R02, T04], [K03, R01, T05], [K04, R01, T05]

Setelah crossover, nilai kebugaran kedua kromosom adalah:

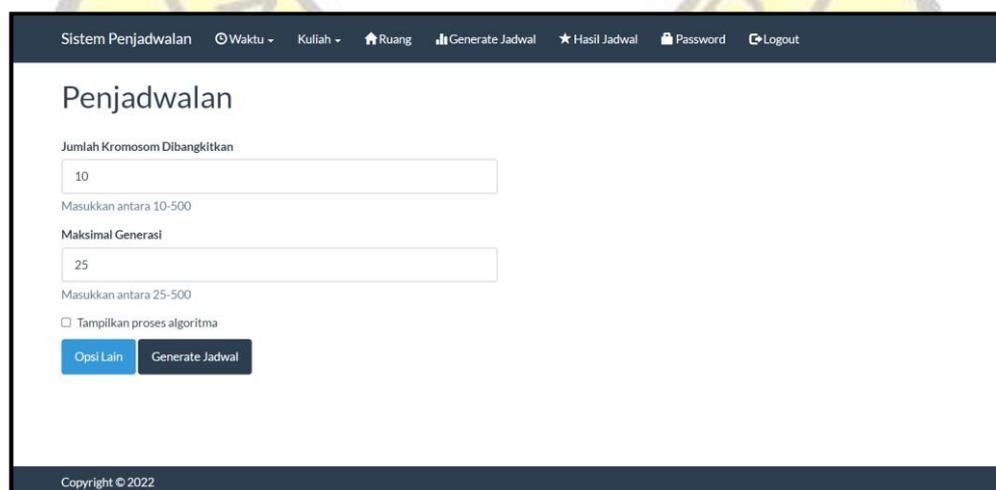
Fitness kromosom 1 = $1/(1+2) = 0,33$ Fitness kromosom 3 = $1/(1+2) = 0,33$

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dibuat penjadwalan perkuliahan dengan algoritma Genetika. Pada Program ini terdapat fitur tampilan Hari, Jam dan waktu serta tampilan untuk pembuatan jadwal yang telah dibuat



Gambar 1. Tampilan Menu membuat jadwal



Gambar 2. Tampilan menu jadwal yang telah terbentuk

Sistem Penjadwalan Waktu Kuliah Ruang Generate Jadwal Hasil Jadwal Password Logout

Jadwal Kuliah

Pencarian... Refresh Cetak

No	Hari	Jam	Mata Kuliah	SKS	Kelas	Ruang	Dosen
1	Senin	08:00 - 08:45	PRAK. MIKROPROSESSOR & BHS. RAKITAN	1	Semester 4 - Kelas E	K-405	ADAM ARIF BUDIMAN, ST, M.Kom
2	Senin	08:00 - 10:15	INTERAKSI MANUSIA DAN KOMPUTER	3	Semester 4 - Kelas D	T-304	PRASETYO ADI NUGROHO, ST., M.Kom
3	Senin	08:00 - 10:15	STATISTIKA	3	Semester 2 - Kelas A	T-403	ANTON ZULKARNAIN SIANIPAR, S.PD., M.PD., M.Pd
4	Senin	08:00 - 10:15	TEORI BAHASA DAN AUTOMATA	3	Semester 4 - Kelas A	K-406	ANIS ROHMADI, S. Kom., M. Kom.
5	Senin	08:00 - 10:15	TEORI BAHASA DAN AUTOMATA	3	Semester 4 - Kelas B	K-401	BAGUS TRI MAHARDIKA, S.Kom, MMSI
6	Senin	08:00 - 09:30	MOBILE COMPUTING	2	Semester 6 - Kelas A	T-206	GIATIKA CHRISNAWATI, ST, M.KOM

Jadwal Kuliah Algoritma Genetika

Waktu yang dibutuhkan Algoritma Genetika 58.09

No	Hari	Jam	Mata Kuliah	Semester	SKS	Kelas	Ruang	Dosen
1	Senin	08:00 - 08:50	PRAKTIKUM BASIS DATA LANJUT	Genap	1	SMT 6 - Kelas D	T-405	INDAH DWIJAWANTHI NIRMALA, S.Kom., M.Kom.
2	Senin	08:00 - 09:40	STRUKTUR DATA	Genap	2	SMT 2 - Kelas D	K-302	LUCI KANTI RAHAYU
3	Senin	08:00 - 09:40	BASIS DATA	Genap	2	SMT 2 - Kelas B	K-405	SYAHRIZAL DWI PUTRA, ST, M.Kom
4	Senin	08:00 - 10:30	MIKROPROSESSOR & BHS. RAKITAN	Genap	3	SMT 4 - Kelas D	K-301	WOWON PRIATNA, ST, MTI
5	Senin	08:00 - 10:30	PENGEMBANGAN APLIKASI GAME	Genap	3	SMT 2 - Kelas C	T-402	DONA KATARINA, S.Kom, M.Pd
6	Senin	08:00 - 09:40	BASIS DATA LANJUT	Genap	2	SMT 6 - Kelas B	K-403	AJI SETIAWAN, S.Kom, MMSI
7	Senin	08:00 - 08:50	PRAK. MOBILE COMPUTING	Genap	1	SMT 6 - Kelas A	T-101	GIATIKA CHRISNAWATI, ST, M.KOM
8	Senin	08:00 - 08:50	PRAK. MOBILE COMPUTING	Genap	1	SMT 6 - Kelas C	T-205	IKHWANNUL KHOLIS, ST, MT

5 KESIMPULAN

Telah dibuat program penjadwalan perkuliahan dengan menggunakan Algoritma Genetika. Dengan adanya program ini memudahkan Ketua jurusan membuat jadwal serta mempercepat proses pembuatan jadwal. Terhitung dalam proses generate jadwal ini memerlukan waktu 58,09 detik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Afandi, F. N., & Yulianis, M, 2018, *Implementasi Genetic Algorithms Untuk Penjadwalan Mata Kuliah Berbasis Website*, Jurnal Sistem Informasi dan Telematika, Volume 9, No. 01.
2. Akil, I, 20218, *Referensi dan Panduan UML 2.4 Singkat Tepat Jelas*. CV. Garuda Mas Sejahtera, Surabaya
3. Christian, R., & Donoriyanto, D. S, 2021, *Penerapan Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Mata Kuliah Program Studi Teknik Industri UPN "Veteran" Jawa Timur*, Journal of Industrial Engineering and Management, Vol.16 No.02.
4. Khader, Y. M., Nurhasanah, Y. I., & Kartika, A. D, 2018, *Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Greedy (Studi Kasus Penjaddwalan Semester Ganjil*

- 2017-2018 Informatika Itenas**, Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, Volume IV, No.03.
5. Oktaviandi, R. B., Hadi, M. T., Santoso, A. G., & Maidah, N. E, 2018, **Perbandingan Algoritma Genetika dengan Algoritma Greedy untuk Pencarian Rute Terpendek**. Infomatics Journal, Vol. 3 No.1.
 6. Tohari, H, 2014, **Astah : Analisis Serta Perancangan Sistem Informasi Melalui Pendekatan UML**, Andi, Yogyakarta
 7. Zukhri, Z, 2014, **Algoritma Genetika "Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi"**, Andi, Yogyakarta



PANDUAN PENULISAN NASKAH

1. Naskah merupakan karya asli yang belum pernah dipublikasikan dalam media cetak.
2. Naskah dicetak dengan tinta hitam pada kertas A4, tidak bolak balik. Setiap halaman diberi nomor, minimum 5 (lima) halaman dan maksimum 10 (sepuluh) halaman. Margin atas 4 cm, margin kiri dan kanan berturut-turut 3,5 dan 2,5 cm, margin bawah 3 cm harus bebas dari tulisan, kecuali nomor halaman, bagian terbawah catatan kaki (kalau ada) harus diatas margin bawah, badan naskah ditulis dalam 1 (satu) kolom.
3. Isi naskah ditulis dalam huruf Arial dengan ukuran 11 point dengan jarak antar baris satu spasi. Kecuali judul makalah, nama penulis, dan abstrak.
4. Abstrak ditulis satu spasi, dengan huruf arial 11 point italic (miring), tidak lebih dari 150 kata, diikuti dengan beberapa kata-kata kunci (*keywords*).
5. Judul utama karya tulis dicetak dengan huruf besar arial 14 point tebal, diletakkan dipinggir kiri, judul bagian dicetak tebal dengan huruf besar Arial 11 point tebal, judul sub-bagian dicetak tebal dengan huruf arial 11 point biasa.
6. Bahasa yang digunakan sesuai dengan bahasa Indonesian yang baik dan benar. Penggunaan istilah asing dicetak miring sebaiknya disertakan dengan benar. Penggunaan istilah asing dicetak miring sebaiknya disertakan dengan penjelasan dalam bahasa Indonesia.
7. Penggunaan singkatan dan tanda-tanda diusahakan untuk mengikuti aturan nasional atau internasional. Satuan yang digunakan hendaknya mengikuti sistem Satuan Internasional (SI). Persamaan atau hubungan matematik harus dicetak dan diberi nomor seperti :
$$F = m.a \quad (1)$$

Dalam teks, persamaan 1 dinyatakan sebagai "pers. (1) atau "Persamaan (1)"
8. Gambar diberi nomor dan keterangan dibawahnya, sedangkan tabel diberi nomor dan keterangan diatasnya. Keduanya sedapat mungkin disatukan dengan file naskah. Bila gambar atau tabel dikirimkan secara terpisah, harap dicantumkan dalam lembar tersendiri dengan kualitas cetakan yang baik.
9. Kepustakaan dicantumkan dengan urutan abjad nama pengarang dan diberi nomor.

ISSN 2088-060X



9 772088 060009