



ISSN 2088-060X

Jurnal Sains & Teknologi
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Volume II. No. 2. September 2012

ANALISIS THERMAL MATERIAL PLAT STRUKTUR
MENGUNAKAN SINDA/G VERSI 2.5
Ahmad Fauzi

ANALISIS PENERAPAN METODE SIX SIGMA DALAM PROSES
PENGENDALIAN KUALITAS PLASTIK FILM LLDPE DI PT. SUPERNOVA
Budi Sumartono

KEKERASAN HASIL REDUKSI Pengerolan dan
Pengerjaan AGING LOGAM ALUMINIUM SERI 5052
Agus Pramono, Yuswono, Sudarso, Handi

ANALISIS KERUSAKAN PADA SUDU TURBIN GAS
Asyari

SIMULASI DAN ANALISIS PERPINDAHAN MUATAN PADA
BURIED-CHANNEL CHARGE COUPLED DEVICE (BCCD)
Nani Suryani

PENGUKURAN KECEPATAN ANGULAR PERMUKAAN DIFUSE
DENGAN PEREKAMAN OBYEK REFLEKSI MENGGUNAKAN
FOTOGRAFI SPEKEL
Deti Nurdiawati

IMPLEMENTASI DATAMINING UNTUK MENDAPATKAN POLA
PENGUNDURAN DIRI MAHASISWA STUDI KASUS MAHASISWA
TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS DARMA PERSADA
Suzuki Syofian

PERANCANGAN APLIKASI PENGADAAN SECARA ELEKTRONIK/E-PROCUREMENT
PADA DIRJEN PENGOLAHAN DAN PEMASARAN HASIL PERIKANAN (P2HP)
Adam Arif Budiman, Gun Bregandhi

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI PELAPORAN
KEY PERFORMANCE INDICATORS PADA
DIVISI INFORMATION SYSTEM PT. PAMA PERSADA NUSANTARA
Timor Setyaningsih, Arief Yanuar



Diterbitkan Oleh :
Fakultas Teknik Universitas Darma Persada
© 2012

1

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

Penasehat : Dr. Ir. Oloan P. Siahaan, M.Eng, MA

Penanggung Jawab : Ir. Agus Sun Sugiharto, MT

Pimpinan Redaksi : Yefri Chan, ST, MT

Redaksi Pelaksana : Drs. Eko Budi Wahyono, MT

Ir. Darsono, MT

Dimas Satria, M.Eng

Linda N. A, MSi

Adam, MSi

Mitra Bestari : Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU

Prof. Dr. Ir. Raihan

Dr. Ir. Lily Satari, MSc

Dr. Aep Saepul Uyun

Dr. Liska Waluyan

Dr. Hoga Saragih

Dr. Iskandar Fitri

Alamat Redaksi : **Fakultas Teknik**

Universitas Darma Persada

Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa, Jakarta Timur

Telp (021) 8649051, 8649053, 8649057

Fax (021) 8649052/8649055

E-mail : jurnalteknikunsada@yahoo.co.id

Pengantar Redaksi

Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada pada edisi Volume II. No 2. September 2012 hadir dengan menyuguhkan sembilan tulisan bidang teknologi. Tulisan tersebut ditulis oleh dosen – dosen Fakultas Teknik Universitas Darma Persada dua tulisan berasal dari Peneliti Bidang Bus Satelit – LAPAN dan dosen Fakultas Teknik Jurusan Metalurgi Untirta, Peneliti dari Department Metalurgi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia serta Dosen Teknik Mesin UBK yang tentu saja kami harap dapat menambah wawasan pembaca.

Edisi kali ini diawali dengan tulisan Analisis Thermal Material Plat Strukturb Menggunakan Sinda/g Versi 2.5. Penelitian ini akan membahas analisis derajat panas material plat struktur satelit dengan menggunakan perangkat lunak SINDA/G versi 2.5 yang hasilnya ditampilkan berupa grafik temperatur

Jurnal kali ini juga menyuguhkan beberapa kajian tentang : Analisis Penerapan Metode Six Sigma Dalam Proses Pengendalian Kualitas Plastik Film LLDPE di PT. Supernova. Tulisan berikutnya berturut-turut adalah . Kekerasan Hasil Reduksi Pengerolan dan Pengerjaan Aging Logam Aluminium Seri 5052, Analisis Kerusakan pada Sudu Turbin Gas , Simulasi dan Analisis Perpindahan Muatan pada *Buried-Channel Charge Coupled Device* (BCCD), Pengukuran Kecepatan Angular Permukaan Difuse dengan Perekaman Obyek Refleksi Menggunakan Fotografi *Spekel*, Implementasi Datamining untuk Mendapatkan Pola Pengunduran Diri Mahasiswa Studi Kasus Mahasiswa Teknik Informatika Universitas Darma Persada dan Perancangan Aplikasi Pengadaan Secara Elektronik/E-Procurement Pada Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan (P2HP).

Jurnal kali ini ditutup oleh tulisan Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Pelaporan *Key Performance Indicators* pada Divisi *Information System* PT. Pama Persada Nusantara. Dalam penelitian ini, dirancang dan akan diimplementasikan suatu aplikasi pelaporan KPI pada Divisi Information System PT Pamapersada Nusantara, Aplikasi ini dibangun berbasis web dengan menggunakan bahasa pemrograman *ASP.NET* dan *Microsoft SQL Server* sebagai databasenya

Akhirnya, selamat membaca dan kami berharap tulisan-tulisan ini dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan minat pembaca.

Redaksi Jurnal

DAFTAR ISI

	Halaman
1. ANALISIS THERMAL MATERIAL PLAT STRUKTUR MENGUNAKAN SINDA/G VERSI 2.5..... Ahmad Fauzi	1 - 9
2. ANALISIS PENERAPAN METODE SIX SIGMA DALAM PROSES PENGENDALIAN KUALITAS PLASTIK FILM LLDPE DI PT. SUPERNOVA Budi Sumartono	9 - 21
3. KEKERASAN HASIL REDUKSI Pengerolan dan Pengerjaan Aging Logam Aluminium Seri 5052 Agus Pramono, Yuswono, Sudarso, Handi	22 - 26
4. ANALISIS KERUSAKAN PADA SUDU TURBIN GAS Asyari	27 - 31
5. SIMULASI DAN ANALISIS PERPINDAHAN MUATAN PADA BURIED-CHANNEL CHARGE COUPLED DEVICE (BCCD) Nani Suryani	32 - 39
6. PENGUKURAN KECEPATAN ANGULAR PERMUKAAN DIFUSE DENGAN PEREKAMAN OBYEK REFLEKSI MENGGUNAKAN FOTOGRAFI SPEKEL ... Deti Nurdiawati	40 - 52
7. IMPLEMENTASI DATAMINING UNTUK MENDAPATKAN POLA PENGUNDURAN DIRI MAHASISWA STUDI KASUS MAHASISWA TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS DARMA PERSADA Suzuki Syofian	53 - 66
8. PERANCANGAN APLIKASI PENGADAAN SECARA ELEKTRONIK/E-PROCUREMENT PADA DIRJEN PENGOLAHAN DAN PEMASARAN HASIL PERIKANAN (P2HP) Adam Arif Budiman, Gun Bregandhi	67 - 69
9. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI PELAPORAN <i>KEY PERFORMANCE INDICATORS</i> PADA <i>DIVISI INFORMATION SYSTEM</i> PT. PAMA PERSADA NUSANTARA Timor Setiyaningsih, Arief Yanuar	70 - 80

ANALISIS THERMAL MATERIAL PLAT STRUKTUR MENGUNAKAN SINDA/G VERSI 2.5

Ahmad Fauzi¹

¹ Peneliti Bidang Bus Satelit – LAPAN

Abstrak

Satelit yang terdiri dari banyak subsistem, merupakan benda yang mengorbit pada bumi dengan kecepatan tertentu. Kondisi kerja satelit di lingkungan orbitnya mengalami deformasi pemanasan dari sinar matahari. Untuk mengendalikan panas tersebut perlu dianalisis besaran derajat panas masing-masing yang dibutuhkan oleh bagian struktur satelit. Subsistem termal merupakan bagian yang mengontrol derajat panas yang dibutuhkan oleh satelit. Dalam makalah ini akan dibahas analisis derajat panas material plat struktur satelit dengan menggunakan perangkat lunak SINDA/G versi 2.5 yang hasilnya ditampilkan berupa grafik temperatur.

Kata kunci : satelit, SINDA/G, plat, termal

I. PENDAHULUAN

SINDA/G (*System Improved Numerical Differencing Analyzer/Gaski*) telah dirancang untuk maksud penganalisis termal secara umum dan sudah digunakan oleh NASA dan banyak industri penerbangan sebagai perangkat lunak pemodelan *spacecraft*, roket dan *shuttle payload* pada pertengahan tahun 1960². SINDA terdiri dari sebuah *pre-processor* dan sebuah perintah eksekusi. *Pre-processor* membaca file input SINDA dan eksekusinya menggunakan *FORTRAN* sebagai *compiler* untuk penyelesaian dan penghitungan perpindahan panas (*heat transfer*). Aplikasi perangkat lunak ini sangat luas digunakan dalam mendesain sistem termal. Beberapa pemecahan masalah termal yang dapat dikerjakan dengan menggunakan perangkat lunak SINDA/G ini antara lain:

- Perangkat elektronik dari peralatan *discrete system* menjadi paket alat yang lengkap
- Sebagai alat proses silikon *wafer*
- Komponen mesin pada wahana gerak
- Rugi-rugi panas dari suatu gedung
- Sistem satelit
- Panas panel surya
- Fluids.

Analisis material plate struktur satelit dapat kita lakukan dengan 3 metode², yaitu :

1. secara analisis penelitian dengan menggunakan persamaan differensial matematika
2. secara numerik dengan penghitungan manual
3. dengan *running* simulasi SINDA/G

Dari ketiga metode tersebut disini akan dipaparkan penyelesaian analisis termal sebuah plat struktur secara simulasi dengan SINDA/G for PATRAN. Patran merupakan perangkat lunak yang cukup luas digunakan dalam industri. Biasanya patran menggunakan perangkat lunak lainnya seperti NASTRAN sebagai *radiation solver*-nya, namun pada perangkat lunak ini kita gunakan sebagai *radiation solver*-nya adalah SINDA/G dalam SINDA/G For PATRAN dengan menggunakan SINDA/G versi 2.5 dan Patran 2005.

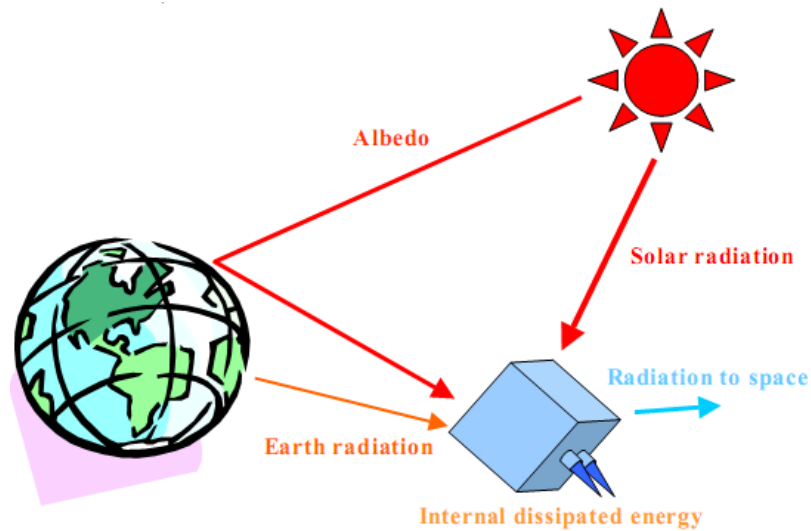
SINDA/G INPUT FILE

SINDA/G input file dikelompokkan dalam seksi-seksi yang dinamakan *block*. Setiap *block* dimulai dengan BCD dan diakhiri dengan END yang terdiri dari data *node*, yang dibuat oleh *translator* (penterjemah), *source* sebagai sumber panas dari beban panas standar, dan *conductor*, yang berkaitan dengan konduksi elemen². Data yang sering dibutuhkan dalam analisis ini adalah data *source* sebagai data sumber panas dari suatu benda yang dianalisis, yang dalam hal ini adalah sebuah plat struktur berupa Aluminium berdimensi 410 x 175 x 10 mm.

II. DASAR TEORI

Satelit terdiri dari banyak subsistem, diantaranya subsistem termal. Dalam subsistem ini bertujuan menjaga semua komponen satelit bersama dengan batasan-batasan temperatur selama mode operasi satelit ketika tidak terlindungi dari lingkungan panas (termal) sinar kosmik angkasa¹. Biasanya keberadaan konveksi atmosfer di angkasa, seluruh kendali termal pada satelit diorbitnya dicapai dengan keseimbangan antara energi yang dipancarkan oleh satelit sebagai radiasi inframerah terhadap energi yang dihamburkan oleh komponen *electric internal* ditambah energi yang diserap dari lingkungan angkasa seperti yang diperlihatkan pada Gambar. 1. Gambaran dari jenis-jenis perbedaan lingkungan panas adalah sebagai berikut¹ :

1. Radiasi matahari : radiasi matahari adalah sumber terbesar dari lingkungan panas yang terjadi pada satelit pada umumnya. Intensitasnya sekitar 1418 W/m².
2. Albedo : radiasi matahari yang dipantulkan oleh sebuah planet yang dikenal sebagai albedo. Energinya diperkirakan sekitar 30 persen dari radiasi matahari.
3. Radiasi bumi : bumi tidak hanya dipantulkan oleh sinar matahari, tapi juga memancarkan panjang gelombang radiasi infra merah. Bumi, seperti satelit, mencapai keseimbangan termal, dengan keseimbangan energi yang diterima dari matahari dengan energi yang dipancarkan kembali sebagai radiasi panjang gelombang infra merah. Intensitasnya sekitar 237 W/m².
4. Radiasi ke angkasa : intensitas tergantung pada temperatur dan daerah permukaan satelit dan kecepatan radiasi.



Gambar. 1 Lingkungan termal satelit di angkasa^{1,4}

III. METODOLOGI

Adapun metodologi yang digunakan dalam perangkat lunak SINDA/G For PATRAN dalam mendesain suatu analisis termal bagian struktur satelit seperti yang dilakukan disini yaitu sebuah plat struktur satelit berbentuk *rectangular* (segi empat) adalah sebagai berikut:

1. Desain engineering
2. mesh plat dengan elemen Quad
3. mengidentifikasi material isotropic
4. mendefinisikan properties 2D
5. menggunakan temperatur beban, panas flux beban dan convection ambient beban
6. perform analisis
7. mengimport hasil berupa file *.nrf* ke dalam Patran
8. menampilkan hasil
9. menguji file input dan hasil

Langkah-langkah metodologi tersebut nantinya akan digunakan dalam SINDA/G untuk menganalisis temperatur dari sebuah plat struktur satelit. Selain itu juga dalam perangkat lunak ini dapat ditampilkan animasi dari hasil analisis, namun disini dibatasi hanya ditampilkan dalam bentuk grafik temperatur saja.

IV. ANALISIS DAN HASIL

Ada 2 jenis analisis yang dapat kita lakukan pada plat struktur sebuah satelit dengan menggunakan perangkat lunak Sinda/G For Patran, yaitu analisis *steady state* dan analisis *transient state*. Selain itu, ketika perangkat lunak ini dijalankan (*di-run*) akan menghasilkan data statement dalam bentuk *text* file yang dinamakan SINDA/G input file. File ini dapat dihasilkan dengan processor kata (*word processor*) atau editor yang akan menghasilkan *text* file yang bersifat teoritis.

4. 1 Analisis Steady State

Proses simulasi analisis *steady state* dilakukan dengan menggunakan beberapa data spesifikasi teknik sebagai berikut:

- material plate Aluminium 6061T6 dengan dimensi 410 x 175 x 10 mm
- input properties k (thermal conductivity) : 167.9 W/m°C, cp (specific heat) : 267 J/kg°C, ρ (density) : 2770 kg/m³
- heat flux q : 5000 W/m², temperature ambient T_{amb} = 20°C, temperature beban T = 50°C dan convection coefficient h = 10 W/m²°C

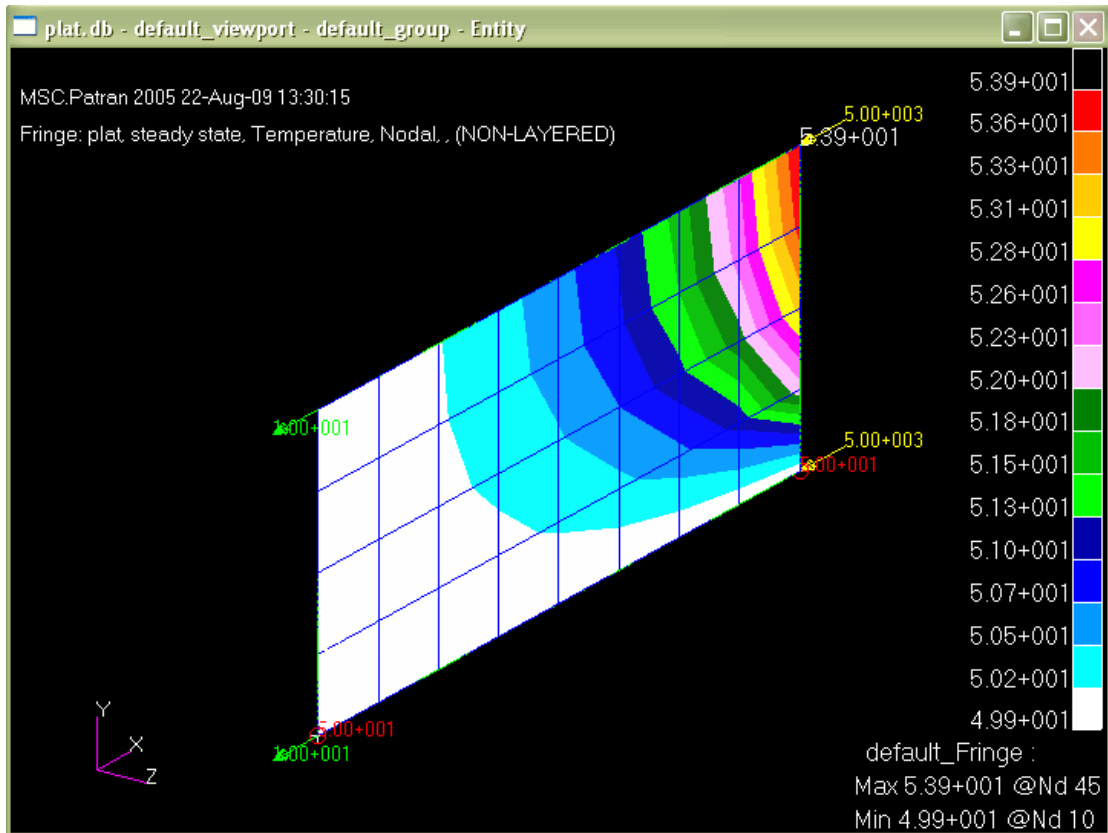
4.2 Analisis Transient State

Proses simulasi analisis *transient state* juga dilakukan dengan menggunakan beberapa data spesifikasi teknik sebagai berikut

- material plate Aluminium 6061T6 dengan dimensi 410 x 175 x 10 mm
- input properties, k (thermal conductivity) : 167.9 W/m°C, cp (specific heat) : 267 J/kg°C, dan ρ (density) : 2770 kg/m³
- heat flux q : 5000 W/m², temperature ambient T_{amb} = 20°C, temperature beban T = 50°C dan convection coefficient h = 10 W/m²°C
- Transient State Set up, TIMEND : 1000 sec, Output : 100 sec, direct time step specification, DTIMEI : 10 sec

4.3. Hasil Analisis

Dengan menggunakan data spesifikasi teknik tersebut kita dapatkan hasil analisis *steady state* dan analisis *transient state* sebagai berikut³:



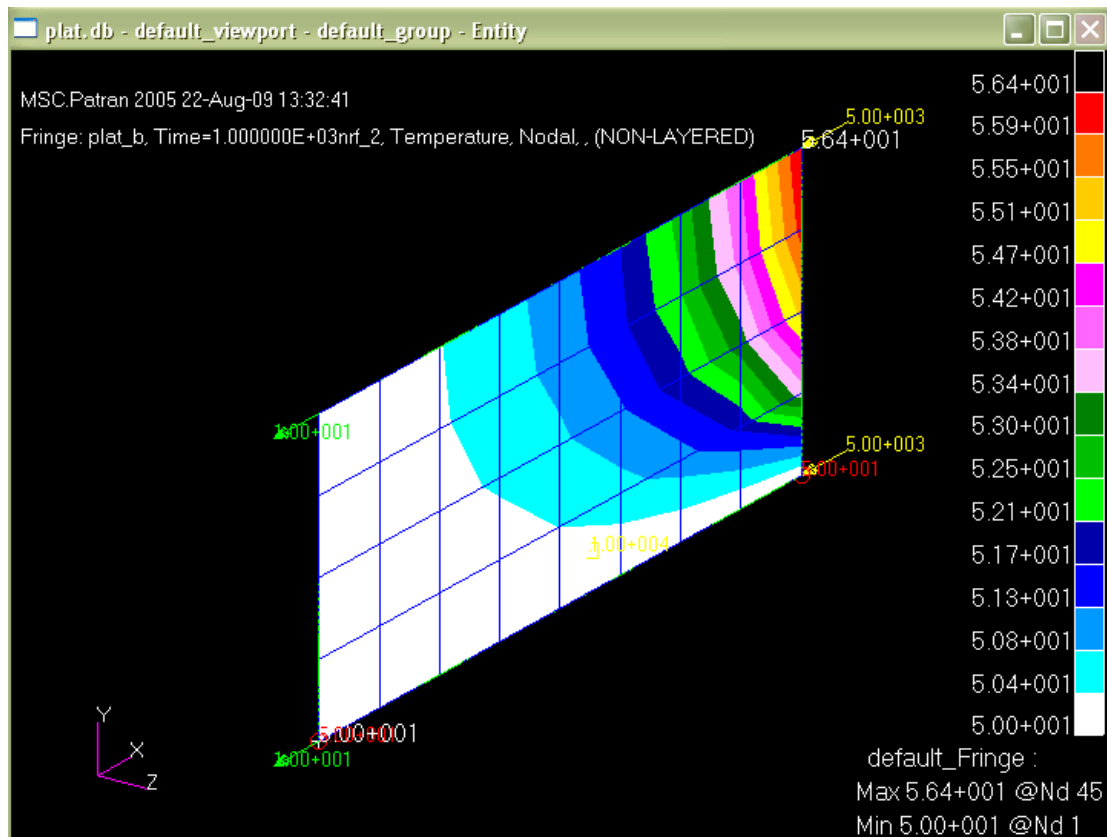
Gambar.2 Hasil analisis *steady state*

Setelah simulasi SINDA/G dijalankan (di-run), menghasilkan grafik temperatur dan juga dalam perangkat lunak ini dapat diketahui SINDA/G input file yang dihasilkan pada analisis steady state sebagai berikut²:

```

C SINDA/G input file created for problem name: plat
  BCD 3THERMAL LPCS
  BCD 9Sinda/G model from Patran/Nastran
  BCD 9 Model name = plat
  END
  BCD 3NODE DATA
    -1, 50.00000 , 0.000000
    -2, 50.00000 , 0.000000
    .
    .
    .
    45, 0.000000 , 4.146983
  C Boundary nodes created by the translator
    -46, 20.00000 , 0.000000
  END
  BCD 3SOURCE DATA
  C Heat sources from standard heat loads
    18, 2.187500
    27, 2.187500
    
```

```
36, 2.187500
45, 1.093750
END
BCD 3CONDUCTOR DATA
C Conductors due to element conduction
  1, 1, 2, 0.1497199
  2, 1, 10, 0.4169934
  .
  .
  .
  140, 44, 45, 0.1497198
C Conductors due to convection loads
  141, 10, 46, 0.4375000E-02
  142, 19, 46, 0.4375000E-02
  143, 28, 46, 0.4375000E-02
  144, 37, 46, 0.2187500E-02
END
BCD 3CONSTANTS DATA
  DRLXCA=0.1000000E-02
  ARLXCA=0.1000000E-02
  NLOOP=5000
  GRVCON=9.810000
  SIGMA=0.5669600E-07
  TMPZRO=273.1500
END
BCD 3ARRAY DATA
END
BCD 3EXECUTION
  SNSOR
END
BCD 3VARIABLES 1
END
BCD 3VARIABLES 2
END
BCD 3OUTPUT CALLS
  TPNTSN
  PATOUT
END
BCD 3END OF DATA
```

Gambar. 3 Hasil analisis *transient state*

Sedangkan SINDA/G input file yang dihasilkan pada analisis transient state sebagai berikut:

```
C SINDA/G input file created for problem name: plat_b
BCD 3THERMAL LPCS
BCD 9Sinda/G model from Patran/Nastran
BCD 9 Model name = plat_b
END
BCD 3NODE DATA
-1, 50.00000 , 0.000000
-2, 50.00000 , 0.000000
.
.
.
45, 50.00000 , 4.146983
C Boundary nodes created by the translator
-46, 20.00000 , 0.000000
END
BCD 3SOURCE DATA
C Heat sources from standard heat loads
SIT 14,A3, 0.5607135E-05
.
.
```

```

.
SIT 45,A2, 1.093750
END
BCD 3CONDUCTOR DATA
C Conductors due to element conduction
SIV 1, 1, 2,A1, 0.8917208E-03
.
.
SIV 139, 43, 44,A1, 0.8917230E-03
SIV 140, 44, 45,A1, 0.8917202E-03
C Conductors due to convection loads
141, 10, 46, 0.4375000E-02
142, 19, 46, 0.4375000E-02
143, 28, 46, 0.4375000E-02
144, 37, 46, 0.2187500E-02
END
BCD 3CONSTANTS DATA
DRLXCA=0.1000000E-02
ARLXCA=0.1000000E-02
NLOOP=5000
OUTPUT=100.0000
TIMEND=1000.000
DTIMEI=10.00000
GRVCON=9.810000
SIGMA=0.5669600E-07
TMPZRO=273.1500
END
BCD 3ARRAY DATA
C arrays from finite element model functions
1 $
0.000000 , 199.0000 , 50.00000 , 204.0000
100.0000 , 209.0000
END
2 $
0.000000 , 1.000000 , 10.00000 , 1.250000
30.00000 , 1.750000 , 50.00000 , 2.000000
100.0000 , 2.000000
END
3 $
0.000000 , 10000.00 , 10.00000 , 12000.00
30.00000 , 13000.00 , 50.00000 , 14000.00
100.0000 , 14000.00
END
END
BCD 3EXECUTION
SNDUFR
END
BCD 3VARIABLES 1
END

```

```
BCD 3VARIABLES 2
END
BCD 3OUTPUT CALLS
    TPNTSN
    PATOUT
END
BCD 3END OF DATA
```

V. KESIMPULAN

Dari pemaparan diatas tentang penggunaan perangkat lunak SINDA/G dalam menganalisis temperatur sebuah plat struktur satelit dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Secara umum metoda analisis dengan menggunakan jenis perangkat lunak seperti *SINDA/G For PATRAN* dapat dilakukan, namun keterbatasan penulis dalam mengimplementasikan masih kurang sempurna dikarenakan kendala support *software* yang digunakan terbatas masih *limited 100 nodes*.
2. Dalam penggunaan perangkat lunak ini dibutuhkan *FORTRAN* sebagai *compiler* agar hasil analisis lebih sempurna.
3. Grafik temperatur dapat menampilkan besaran maksimum dan minimum yang terjadi pada objek yang dianalisis, juga dapat diketahui input file dalam bentuk *.SIN File* dan Output dalam bentuk *.SOT File* dari hasil *running* simulasi SINDA/G.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. G. Gilmore. David. Spacecraft Thermal Control Handbook. Vol I: Fundamental Technologies. The Aerospace Press. AIAA. Reston, Virginia.
2. Sinda/G Thermal Analyzer – Introduction Version 2.5, March 2006, www.sinda.com
3. Sinda/G for Patran User's Guide, September 2006, www.sinda.com
4. Wiley J. Larson and James R. Wertz, Space Mission Analysis and Design, Third Edition, Microcosm Press and Kluwer Academic Publishers. 1999.

ANALISIS PENERAPAN METODE SIX SIGMA DALAM PROSES PENGENDALIAN KUALITAS PLASTIK FILM LLDPE DI PT. SUPERNOVA

Budi Sumartono¹

¹Dosen Teknik Industri Universitas Darma Persada

Abstrak

PT. Supernova menyadari bahwa telah terjadi adanya defect pada kualitas produk kemasan minyak goreng yang berbentuk *standing pouch*. Tuntutan terhadap kualitasnya sangat tinggi (*zero defect*) karena isinya yang berbentuk cair yang sangat rentan terhadap kebocoran. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas menggunakan Metode Six Sigma yang menggunakan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Metode Six Sigma dapat memberikan nilai DPMO dan level sigma terhadap kualitas dari produk. Selanjutnya dari nilai-nilai tersebutlah dapat dilakukan tindakan-tindakan perbaikan melalui tindakan "5W2H" dan pengendalian produksi. Hasil analisis Six Sigma, didapatkan nilai **DPMO** sebesar **58637** menjadi **753**, nilai tingkat **Level Sigma** awal sebesar **3.06** menjadi **4.67**, dan nilai Kapabilitas Proses (*Cp*) awal sebesar 0.65 menjadi 1.126, lalu % off-target 5,91% turun menjadi 1,24%. Maka terlihat adanya suatu perbaikan kualitas sebesar 47.6% terhadap probabilitas produk tanpa cacat yang dihasilkan pada proses produksi *blowing*. Faktor-faktor yang berpengaruh secara significant adalah Metode (38.2%), Mesin (30.6%) dan Manusia (27.0 %).

Keyword : *Plastics, Quality Control, DMAIC Method, Six Sigma*

I. Pendahuluan

PT. Supernova merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan *flexible packaging*, yaitu kemasan untuk pembungkus baik untuk makanan maupun yang *non food*, seperti makanan ringan, biskuit, coffee, margarine, minyak goreng, permen, detergent dan lain-lain. Diantara produk yang dihasilkan tersebut, kemasan untuk minyak goreng yang berbentuk *Standing Pouch* adalah yang paling banyak dihasilkan dan menuntut kualitas yang sangat tinggi karena isinya yang berbentuk cair yang sangat rentan terhadap kebocoran. Struktur kemasan untuk minyak goreng tersebut adalah Polyether/ Laminasi/ Nylon/ Laminasi/ LLDPE. LLDPE (*Linear Low Density Poly Ethylene*) adalah plastik film yang berfungsi sebagai *sealing layer* yang sangat menentukan bocor tidaknya suatu produk *standing pouch* yang dihasilkan. Kemungkinan terjadinya cacat dalam proses produksi dapat mempengaruhi produktivitas perusahaan dan kepuasan pelanggan.

Dalam rangka meningkatkan kualitas yang lebih baik secara terus-menerus dan berkesinambungan, maka perlu dilakukan tindakan pencegahan terjadinya cacat terhadap ketebalan plastik film pada LLDPE yang digunakan sebagai *sealing layer* pada kemasan *standing pouch*. Usaha tindakan tersebut diharapkan perusahaan dapat menekan tingkat cacat mengarah ke *zero defect* dan mampu meminimalkan cacat produk.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui *performance* hasil produksi dari mesin blowing dan seberapa besar produk yang dihasilkan berada diluar spesifikasi (*defect*) pada ketebalan plastik film 140 micron. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan kualitas atau mutu produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan berdasarkan penerapan metode Six Sigma. Sehingga diharapkan perusahaan mampu bersaing dengan perusahaan sejenis serta mempertahankan posisinya di mata pelanggan.

II. Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan mempelajari mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan masalah pengendalian kualitas dan Six Sigma. Adapun teori yang berkaitan dengan pengendalian kualitas adalah Pengendalian Kualitas Statistik (*Statistical Quality Control*), Pengendalian Proses Statistik (*Statistical Process Control*), Pengendalian Mutu Terpadu (*Total Quality Management*), dan berbagai alat dan teknik yang dapat digunakan dalam pengendalian kualitas: lembar pengecekan, diagram pencar, histogram, diagram pareto, diagram sebab akibat, peta kontrol, diagram stratifikasi, dan analisis kemampuan proses.

Selanjutnya dilakukan identifikasi masalah dengan melakukan pengamatan langsung ke perusahaan untuk memperoleh data umum dan data khusus yang berhubungan dengan permasalahan yang ada di perusahaan.

Data yang dikumpulkan adalah data kualitatif dan kuantitatif yang dilakukan melalui wawancara, survey (studi lapangan). Pengolahan data diawali dengan uji keseragaman data dan penentuan kecukupan data. Selanjutnya tahapan DMAIC, dimulai dengan tahap *Define* untuk mendefinisikan masalah, tahap *Measure* untuk menentukan target dan batas spesifikasi, menghitung kapabilitas proses dan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) selanjutnya dikonversikan untuk mengetahui nilai level sigma, tahap *Analyze* untuk analisis terhadap hasil yang telah diperoleh, lalu tahap *Improve* untuk melaksanakan peningkatan mutu atau kualitas *Six Sigma* dengan menggunakan metode 5W-2H, terakhir tahap *Control*.

Berdasarkan hasil perhitungan pada pengolahan data, kemudian akan diberikan solusi tindakan-tindakan pencegahan terjadinya cacat dilihat dari faktor-faktor yang mempengaruhi berdasarkan hasil brainstorming. Output dari pengolahan data tersebut, adalah nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) yang dikonversikan ke dalam nilai sigma, sebagai acuan perusahaan dalam mengambil tindakan terhadap cacat yang terjadi dan akhirnya dibuat kesimpulan.

III. Hasil dan pembahasan

A. Tahap Define

Permasalahan yang terjadi adalah adanya produk yang diluar spesifikasi (*defect*) pada ketebalan plastik film LLDPE 140 micron lebar 750 mm pada order Sunco 2000 mL. Apabila ketebalan plastik film tersebut melebihi atau kurang dari standard yang telah ditetapkan, maka akibatnya Sunco 2000mL yang dikemas dalam plastik tersebut ada potensi bocor. Hal ini dapat menurunkan produktivitas perusahaan dan menurunkan nama baik perusahaan dimata konsumen.

Pendefinisian ini dilakukan dengan melihat data hasil pengukuran yang dilakukan oleh bagian QC (*Quality Control*). Data yang bermasalah tersebut kemudian dibuat kedalam diagram IPO (*input-process-output diagram*), dan menentukan CTQ (*Critical To Quality*). Penentuan *Critical To Quality* (CTQ) adalah untuk mengetahui penyebab potensial cacat (*defect*) plastik film. CTQ membahas mengenai karakteristik kualitas dilihat dari persyaratan output produk, kebutuhan pelanggan dan matriks kinerja internal perusahaan, lihat tabel 4.1.

Tabel 1 Penentuan *Critical To Quality* (CTQ)

Persyaratan Output	Kebutuhan Pelanggan		Matriks Kinerja
	Dimensi	Karakteristik Kualitas (CTQ)	Internal
Produk Berkualitas	Pengoperasian	Mudah diproses di mesin form and fill customer	Desain produk yang teruji dimensi dengan ketelitian ukuran yang sesuai
	Ketahanan	Tidak bocor, produk dapat berdiri dengan baik	Desain produk yg tepat menggunakan material yg sesuai
	Visual	Penampilan produk (kualitas printing dan lamina-ting) yang baik	Proses inspecting yang tepat untuk memastikan tidak adanya defect printing/lamiating pada produk
	Tanggung Jawab	Mempunyai tanggung jawab thd ketepatan pengiriman dan mutu.	Penjadwalan pengiriman yang tepat sesuai dengan standard ISO 9001
	Harga	Harga Kompetitif	Proses produksi yg baik dan pengawasan yg tepat

B. Tahap Measure

Tahap pengukuran pada fase ini adalah dengan menentukan DPMO (*Defect Per Million Opportunity*), nilai sigma, menghitung nilai Kapabilitas Proses (Cp) dan menghitung prosentase produk di luar spesifikasi. Penentuan batas toleransi atas – bawah pengukuran tiap sumbu adalah 7 micron, yaitu 5% dari standar utama, nilai USL sebesar 147 micron dan LSL sebesar 133 micron. Target dari ketebalan plastik yang diharapkan adalah 140 micron.

Langkah selanjutnya menentukan nilai DPMO yang terdiri dari beberapa langkah :

1. Menghitung nilai S (standard deviasi),

Berdasarkan pada pengambilan data yang dilakukan tiap hari diambil 1 sampel, maka didapatkan 10 sampel obyek penelitian, lihat tabel 2.

Tabel 2 Resume Pengukuran Ketebalan Plastik Film

Sampel	\bar{X}	Range	Std. Dev
1	139.57	11	3.387
2	140.08	16	4.867
3	141.08	15	3.832
4	141.19	13	3.108

5	140.43	18	4.350
6	138.43	12	3.105
7	141.41	14	3.555
8	140.73	11	2.893
9	142.22	11	3.233
10	143.14	12	3.765
Jumlah	1408.27	133	36.09
Rata-Rata	140.83	13	3.61

2. Menghitung DPMO, kemudian konversikan nilai DPMO yang didapat dari tabel konversi nilai DPMO ke nilai Sigma berdasarkan konsep Motorola.

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO USL} &= (P \geq Z (\text{USL} - \bar{X})/S) \times 1.000.000 \\
 &= (P \geq Z (147-140.83)/ 3.61) \times 1.000.000 \\
 &= (P \geq Z (6.17)/ 3.61) \times 1.000.000 \\
 &= (P \geq Z (1.71)) \times 1.000.000 \\
 &= 1 - 0.956367 \times 1.000.000 \rightarrow \text{di tabel Z} \\
 &= 0.043633 \times 1.000.000 \\
 &= 43633
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO LSL} &= (P \leq Z (\text{LSL} - \bar{X})/S) \times 1.000.000 \\
 &= (P \leq Z (133-140.83)/ 3.61) \times 1.000.000 \\
 &= (P \leq Z (-7.83)/ 3.61) \times 1.000.000 \\
 &= (P \leq Z (-2.17)) \times 1.000.000 \\
 &= 0.015004 \times 1.000.000 \rightarrow \text{di tabel Z} \\
 &= 15004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO} &= 43633 + 15004 \\
 &= 58637
 \end{aligned}$$

$$\text{Sigma} = 3.06$$

3. Menentukan nilai kapabilitas proses

$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= \frac{(\text{USL} - \text{LSL})}{6S} \\
 &= \frac{(147 - 133)}{6 (3.61)} \\
 &= 0,65
 \end{aligned}$$

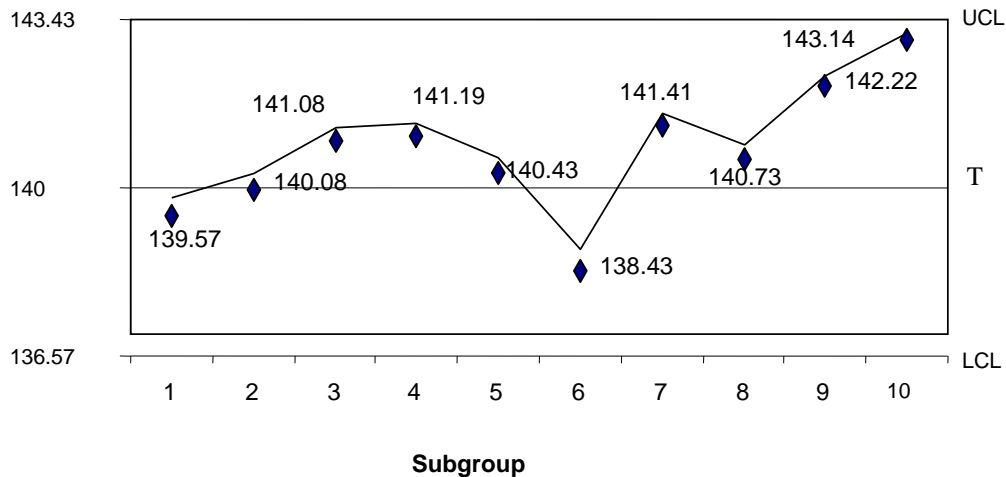
4. Menentukan nilai UCL dan LCL dengan terlebih dahulu menghitung nilai S maks.

$$\begin{aligned}
 \text{S maks} &= [1 / (2 \times \text{Sigma})] \times (\text{USL} - \text{LSL}) \\
 &= [1 / (2 \times 3.06)] \times (147-133) \\
 &= 2.29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{UCL} &= T + 1.5 \text{ S maks} \\
 &= 140 + 1.5 (2.29) \\
 &= 143.43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LCL} &= T - 1.5 \text{ S maks} \\
 &= 140 - 1.5 (2.29) \\
 &= 136.57
 \end{aligned}$$

5. Menggambarkan peta pengendali untuk periode pertama sebelum dilakukan perbaikan (lihat gambar 1).



Gambar 1. Peta Pengendali Periode Pertama

6. Perhitungan prosentase cacat di luar target (*%off-target*)

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Off-Target} &= (X\text{-bar} - T) / (USL - LSL) \times 100\% \\
 &= (140.83 - 140) / (147 - 133) \times 100\% \\
 &= 5.91\%
 \end{aligned}$$

Dari pengolahan data tersebut didapat nilai DPMO sebesar 58637, nilai sigma sebesar 3.06 dan nilai kapabilitas proses sebesar 0.65 yang mempunyai pengertian bahwa proses pembuatan plastik film (LLDPE) 140 micron ini dirasa kurang baik, dilihat dari nilai $CP < 1$. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian kualitas proses produksi plastik film tersebut, agar nilai kapabilitas proses menjadi diatas 1. Pada periode pertama ini didapat nilai prosentase cacat di luar target sebanyak 5.91%, hal ini berarti juga proses masih menyimpang dari nilai target sebesar 5.91%.

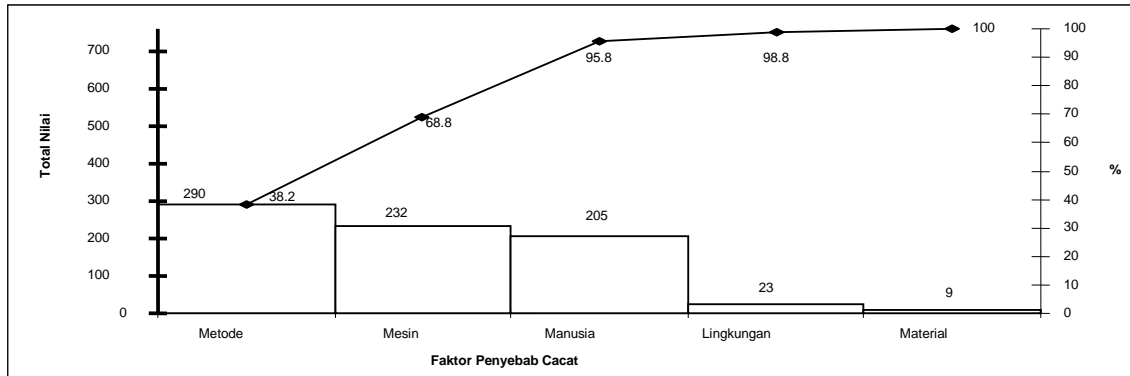
C. Tahap Analyze

Fase analyze, yaitu menganalisis data dengan menentukan faktor produksi yang paling berpengaruh terhadap adanya defect. Tahapan yang dilakukan adalah :

1. Membuat diagram Pareto untuk menentukan faktor yang paling sering terjadi cacat produk, hasil *brainstorming* dengan pihak-pihak yang bersangkutan dikelompokkan menjadi tiga regu, yaitu : Regu A, Regu B dan Regu C dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 2.

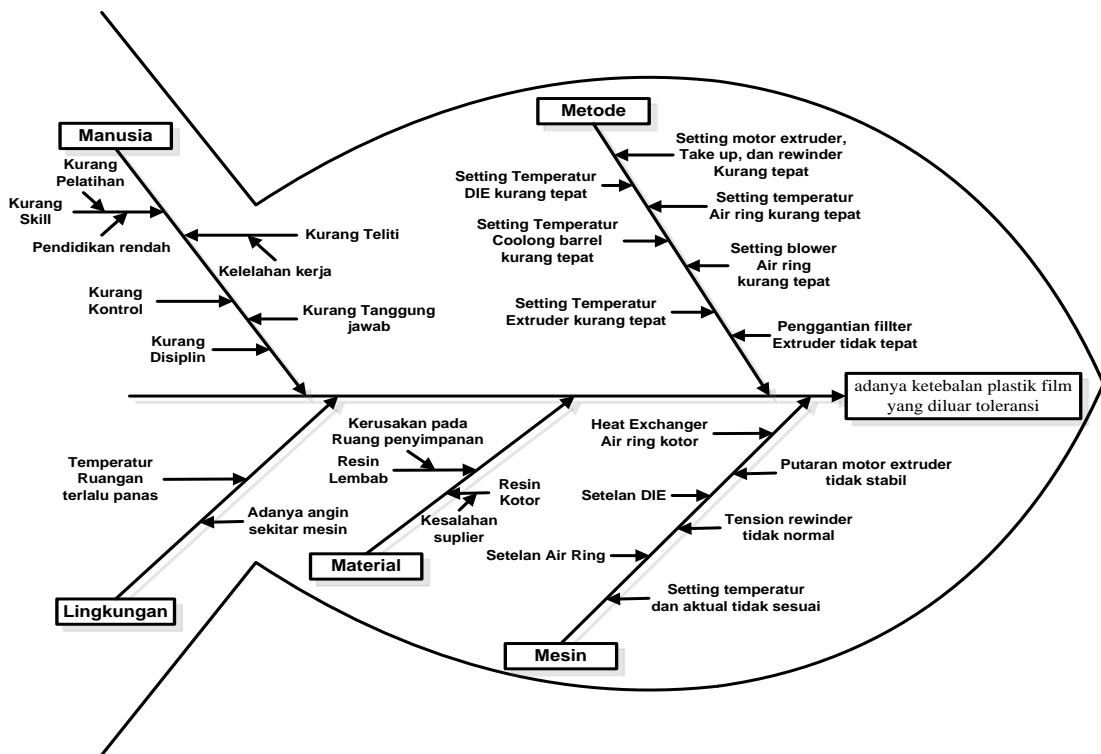
Tabel 3. Faktor – Faktor Penyebab Cacat Pada Ketebalan Plastik Film

Faktor	Sebab Cacat	Regu			Sub Tot	Tot	%
		A	B	C			
Manusia	Kurang kontrol	19	15	16	50	205	27.0
	Kurang teliti	15	13	14	42		
	Skill kurang	9	11	12	32		
	Kurang tgg. jawab.	14	14	15	43		
	Kurang disiplin	13	12	13	38		
Material	Resin lembab	2	1	2	5	9	1.2
	Resin kotor	1	2	1	4		
Mesin	Putaran motor ekstruder tidak stabil	7	8	10	25	232	30.6
	Tension rewinder tidak normal	8	9	11	28		
	Setting dan actual tempt. tdk sesuai	3	5	8	16		
	Heat exchanger air ring kotor	16	10	9	35		
	Setelan die	22	22	22	66		
	Setelan air ring	20	21	21	62		
Metode	Setting temperatur ekstruder tidak tepat	11	16	7	34	290	38.2
	Setting Cooling barrel tidak tepat	10	7	6	23		
	Setting temperatur Die tidak tepat	12	18	17	47		
	Setting motor ekstruder, dan rewinder tidak tepat	21	20	20	61		
	Setting temperatur air ring tidak tepat	17	17	18	52		
	Setting blower air ring tidak tepat	18	19	19	56		
	Penggantian filter ekstruder tidak tepat	6	6	5	17		
Lingkungan	Angin sekitar mesin	5	4	4	13	23	3.0
	Tempt. ruangan terlalu panas	4	3	3	10		



Gambar 2. Diagram Pareto Cacat Pada Plastik Film 140 micron

2. Membuat Diagram Sebab Akibat (*fishbone diagram*), untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk, lihat gambar 3.



Gambar 3. Gambar *Fishbone Diagram* pada Plastik Film 140 micron

D. Tahap Improve

Improve adalah suatu fase yang ditujukan untuk meningkatkan elemen - elemen sistem mencapai sasaran kinerja. Langkah yang dapat diambil adalah dengan melakukan pengembangan rencana tindakan perbaikan/ peningkatan kualitas dengan menggunakan metode 5W-2H, lihat tabel 4..

Tabel 4. Perbaikan Metode 5W-2H Proses Blowing Film

Jenis	5W-2H	Deskripsi / Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa) ?	1. Meningkatkan kualitas produk dengan memperhatikan faktor teknis dan non teknis yang mempengaruhi. a) Belum optimalnya kontrol dan tanggungjawab operator. b) Belum optimalnya kondisi mesin.
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)?	1. Kurang tepatnya setting parameter proses produksi. 2. Pelaksanaan preventive yang tidak tepat waktu.
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana) ?	Di mesin blowing Reifenhauer G2 Di seksi blowing.
Sekuens (Urutan)	<i>When</i> (Kapan) ?	Dilaksanakan secepatnya, karena dapat menyebabkan hasil film diluar toleransi yang ditetapkan.
Orang	<i>Who</i> (Siapa) ?	Operator, dan Supervisor Blowing.
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)?	Memberikan training yang intensive pada operator dan kordinator blowing.
Biaya/Manfaat	<i>How Much</i> (Berapa) ?	1. Menurunkan biaya yang dikeluarkan dengan menurunnya tingkat defect. 2. Menurunnya biaya yang dikeluarkan untuk pembelian parts untuk repair dengan preventive yang tepat waktu.

E. Tahap Control

Control adalah fase operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* untuk mengontrol kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul. Pengambilan sampel kembali untuk faktor-faktor produksi yang telah dilakukan perbaikan, baik manusianya atau tenaga kerjanya, dengan adanya pengawasan lebih ketat dan training, terutama pada faktor metode, mesin dan manusia. Langkah selanjutnya menentukan nilai DPMO sebai berikut :

1. Menghitung nilai S (Standard Deviasi),

Tabel 5. Pengukuran Ketebalan Plastik Film Setelah Perbaikan Faktor

Sampel	\bar{X}	Range	Std. Dev
1	140.41	8	2.242
2	139.35	10	2.176
3	140.95	9	2.345
4	140.89	7	1.997
5	140.30	9	2.146
6	140.22	8	1.974
7	139.51	9	2.479
8	138.92	6	1.639
9	140.38	9	1.738

10	140.81	7	1.970
Jumlah	1401.73	82.00	20.705
Rata-Rata	140.17	8.20	2.070

2. Menghitung DPMO

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO USL} &= (P \geq Z (\text{USL} - \bar{X})/S) \times 1.000.000 \\
 &= (P \geq Z (147-140.17)/ 2.070) \times 1.000.000 \\
 &= (P \geq Z (6.83)/ 2.070) \times 1.000.000 \\
 &= (P \geq Z (3.30) \times 1.000.000 \\
 &= 1 - 0.999517 \times 1.000.000 \rightarrow \text{di tabel Z} \\
 &= 0.000483 \times 1.000.000 \\
 &= 483
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO LSL} &= (P \leq Z (\text{LSL} - \bar{X})/S) \times 1.000.000 \\
 &= (P \leq Z (133-140.17)/ 2.070) \times 1.000.000 \\
 &= (P \leq Z (-7.17)/ 2.070) \times 1.000.000 \\
 &= (P \leq Z (-3.46) \times 1.000.000 \\
 &= 0.000270 \times 1.000.000 \rightarrow \text{di tabel Z} \\
 &= 270
 \end{aligned}$$

$$\text{DPMO} = 483 + 270 = 753$$

$$\text{Sigma} = 4.67$$

3. Menentukan nilai kapabilitas proses

$$\begin{aligned}
 C_p &= \frac{(\text{USL} - \text{LSL})}{6S} \\
 &= \frac{(147 - 133)}{6(2.070)} \\
 &= 1.126
 \end{aligned}$$

4. Menentukan nilai UCL dan LCL dengan terlebih dahulu menghitung nilai S maks.

$$\begin{aligned}
 \text{S maks} &= [1 / (2 \times \text{Sigma})] \times (\text{USL} - \text{LSL}) \\
 &= [1 / (2 \times 4.67)] \times (147-133) \\
 &= 1.50
 \end{aligned}$$

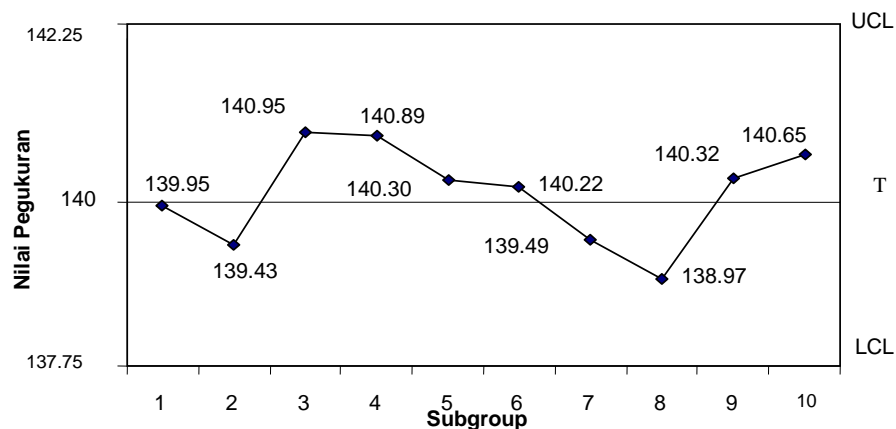
$$\begin{aligned}
 \text{UCL} &= T + 1.5 \text{ S maks} \\
 &= 140 + 1.5 (1.50) \\
 &= 142.25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LCL} &= T - 1.5 \text{ S maks} \\
 &= 140 - 1.5 (1.50) \\
 &= 137.75
 \end{aligned}$$

5. Menggambarkan peta pengendali untuk periode kedua setelah dilakukan perbaikan, dapat dilihat pada gambar 4.

6. Perhitungan prosentase cacat di luar target (*%off-target*)

$$\begin{aligned} \% \text{ Off-Target} &= (X\text{-bar} - T)/(USL - LSL) \times 100\% \\ &= (140.17-140)/(147-133) \times 100 \% \\ &= 1.24 \% \end{aligned}$$



Gambar 5 Peta Pengendali Periode Setelah Perbaikan

Pembahasan :

Alternatif tindakan perbaikan untuk masing–masing faktor, sebagai berikut :

1. Faktor Metode.

Faktor metode merupakan faktor yang paling banyak menyebabkan cacat, permasalahan yang menyebabkan cacat adalah :

- 1) Setting temperatur ekstruder tidak tepat, mengakibatkan proses melelehnya resin menjadi tidak sempurna.
- 2) Setting temperatur cooling barrel tidak tepat, mengakibatkan putaran screw ekstruder akan menjadi lebih berat.
- 3) Setting temperatur Die tidak tepat, mengakibatkan lelehan resin keluar dari die menjadi tidak seimbang.
- 4) Setting motor ekstruder, take up dan rewinder tidak tepat, mengakibatkan ketebalan film yang dihasilkan tidak stabil.
- 5) Setting temperatur air ring tidak tepat, mengakibatkan ketebalan film yang dihasilkan kurang baik serta output mesin akan turun.

Tindakan perbaikan untuk metode kerja itu sendiri adalah sebagai berikut :

- 1) Menetapkan temperatur setting untuk barrel, adapter dan die sehingga didapat hasil ketebalan dan tampilan film yang lebih baik, temperatur barrel: 135°C,140°C,145°C; adapter: 150°C,155°C,155°C dan die: 160°C,165°C.
- 2) Menetapkan temperatur *cooling barrel* pada motor *barrel ekstruder* sebesar 50°C agar putaran motor ekstruder tetap stabil.
- 3) Dilakukan pembersihan Die bila hasil plastik film terlihat bergaris yang berpengaruh terhadap ketebalan plastik film.

- 4) Menetapkan setting motor *extruder* 48 rpm, take up nip rol 11A dan rewinder 2A sehingga didapat ketebalan plastik film yang stabil dan output yang optimum.
- 5) Penggantian filter *extruder* dilakukan secara berkala setiap tiga hari, dengan tetap memantau tekanan maksimum *extruder* dan tampilan plastik film yang dihasilkan.

2. Faktor Mesin

Faktor mesin merupakan faktor kedua penyebab cacat, karena kondisi mesin tersebut dan pengaturannya. Permasalahan yang menyebabkan cacat adalah :

- 1) Putaran motor *extruder* tidak stabil, mengakibatkan ketebalan plastik film yang dihasilkan tidak stabil.
- 2) *Tension rewinder* tidak normal, mengakibatkan ketebalan plastik film yang dihasilkan tidak stabil dan hasil gulungan rol film tidak bagus.
- 3) Setting dan aktual temperatur tidak sesuai, mengakibatkan lelehan dari bijih plastik menjadi tidak sempurna.
- 4) Heat exchanger air ring kotor, mengakibatkan udara yang keluar dari air ring kurang dingin, sehingga ketebalan plastik menjadi kurang baik.
- 5) Setelan die yang akan mempengaruhi kerataan ketebalan plastik film yang dihasilkan.

Tindakan yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

- 1) Dilakukan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap fungsi mesin tersebut dan dilakukan perbaikan, sehingga didapat putaran motor *extruder*, take up nip rol dan rewinder yang stabil.
- 2) Dilakukan verifikasi terhadap temperatur setting dan actual yang didapat dengan penyimpangan tidak boleh lebih dari 5°C.
- 3) Pembersihan terhadap *Heat Exchanger* dilakukan secara berkala setiap enam bulan sekali dengan tetap memperhatikan temperatur air ring yang didapat.
- 4) Sebelum memulai, mesin harus diperhatikan kebersihannya dan apabila ternyata kotor pada air ring atau bagian lain, operator yang bertugas harap mengambil tindakan untuk membersihkan.
- 5) Pelaksanaan *preventive* mesin dijalankan sesuai jadwal dan dilakukan tepat waktu

3. Faktor Manusia,

Faktor manusia merupakan faktor utama namun tidak selamanya menjadi masalah utama apabila dilakukan tindakan antisipasi. Permasalahan yang menyebabkan cacat adalah :

- 1) Kurang kontrol seorang operator akan menyebabkan pengoperasian mesin blowing tidak sesuai dari *Standard Operating Procedur* (SOP) yang berlaku, sehingga hal terburuk yang dapat terjadi akan banyak terjadi cacat atau kerusakan mesin.
- 2) Kurang teliti seorang operator dapat menyebabkan kesalahan dalam menyetel parameter-parameter yang dibutuhkan mesin, seperti temperatur, kecepatan motor serta penyetelan alat ukur micrometer.
- 3) Skill kurang, kelalaian perusahaan dalam mengadakan pelatihan dapat menyebabkan kerusakan mesin, dapat selanjutnya terjadinya kecelakaan kerja.
- 4) Kurang tanggung jawab dari seorang operator, tidak hanya merugikan diri sendiri tapi bahkan orang lain, seperti apabila adanya suatu masalah tidak sesegera mungkin diselesaikan atau dilaporkan ke kordinator.

- 5) Kurang disiplin dari tiap operator dapat mengakibatkan kerugian terbesar dari segi financial bahkan nama baik perusahaan, seperti dari hal terkecil yaitu keterlambatan, tidak memenuhi produksi harian dan tidak patuh pada kordinator.

Tindakan yang dilakukan tersebut yaitu sebagai berikut :

- 1) Diadakannya pelatihan/ *training* dalam hal pengoperasian mesin blowing.
- 2) Koordinator melakukan *briefing* pada awal shift sebelum bekerja, mengontrol kinerja operator dan juga lebih menekankan pada ketelitian dan disiplin.
- 3) Untuk permasalahan tanggung jawab, supervisor mengadakan *briefing* dua minggu sekali, serta evaluasi tentang kualitas hasil kerja.

4. Faktor Lingkungan,

Faktor lingkungan merupakan tempat dimana dihasilkannya suatu produk tersebut, karena itu perlu diperhatikan unsur-unsur di dalamnya agar jalannya produksi tidak terhambat. Permasalahan yang menyebabkan cacat adalah :

- 1) Angin sekitar mesin akan mempengaruhi bentuk balon yang dihasilkan yang berpengaruh terhadap ketebalan plastik film.
- 2) Temperatur ruangan terlalu panas akan mengurangi output produksi dan seting mesin.

Tindakan yang dilakukan untuk faktor lingkungan adalah sebagai berikut :

- 1) Menutup area mesin yang terpengaruh oleh udara sekitar.
- 2) Dilakukan pembersihan ruangan sekitar mesin blowing.

5. Faktor Material,

Berkualitas atau tidaknya suatu produk dilihat juga dari unsur material penyusunnya. Permasalahan yang menyebabkan cacat adalah :

- 1) Resin lembab, mengakibatkan visual/ tampilan plastik film yang dihasilkan menjadi tidak baik (*fish eye*).
- 2) Resin kotor, mengakibatkan visual/ tampilan plastik film yang dihasilkan akan terkontaminasi.

Tindakan untuk menghasilkan produk terbaik yaitu dengan cara sebagai berikut :

- 1) Diadakannya pengecekan kualitas material sebelum masuk gudang.
- 2) Temperatur serta kebersihan gudang perlu dijaga dengan diadakannya piket pembersihan daerah sekitar penyimpanan bahan material.

IV. KESIMPULAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui performance produksi mesin blowing dalam menghasilkan produk plastik film 140 micron yang digunakan sebagai sealing layer untuk produk *standing pouch*, apakah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dengan analisis metode Six Sigma.

Berdasarkan tujuan tersebut dapat disimpulkan bahwa :

1. Faktor yang paling berpengaruh terhadap tingkat kecacatan produk dengan Diagram Pareto adalah metode kerja, sebesar 38.2%.
2. DPMO sebelum dilakukan penerapan six sigma untuk perbaikan produk plastik film LLDPE sebesar **58637**, konversi ke level nilai sigma yaitu **3.06**. Nilai kapabilitas prosesnya dibawah 1 yaitu sebesar **0.65**, hal ini menunjukkan bahwa prosentase produk cacat diluar nilai target ketebalan yang diinginkan yaitu 140 micron

mencapai **5.91%**. Setelah penerapan Six Sigma nilai DPMO menurun menjadi **753**, konversi ke level nilai sigma mencapai **4.67**. Nilai kapabilitas proses pun mengalami peningkatan menjadi **1.126**, dengan prosentase cacat yang muncul menurun menjadi **1.24%**.

V. DAFTAR PUSTAKA

Ariani, Dorothe Wahyu (1999), *Manajemen Kualitas*, Cetakan 1, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Gaspersz, Vincent (2002), *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Gaspersz, Vincent (2005), *Total Quality Management*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Gaspersz, Vincent (2008), *The Executive Guide To Implementing Lean Six Sigma*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hendradi C. Tri (2006), *Statistik Six Sigma dengan Minitab Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas 6 σ* , ANDI, Yogyakarta.

Novyanto, Okasatria (2007), *Teori Dasar Six Sigma Secara Sederhana*.

Pande, Peter S.; Neuman, Robert P. ; Cavanagh, Roland R.(2003), *The Six Sigma Way*, ANDI, Yogyakarta.

http://id.wikipedia.org/wiki/Six_Sigma

KEKERASAN HASIL REDUKSI Pengerolan dan Pengerjaan Aging Logam Aluminium Seri 5052

Agus Pramono¹, Yuswono², Sudarso², Handi³

¹ Fakultas Teknik Jurusan Metalurgi Untirta

² Department Metalurgi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

³ Dosen Teknik Mesin UBK

Abstrak

Aluminium seri 5052 dilakukan proses pengerjaan rol dingin (cold roll) dari 15% hingga 60%. Hasil rol menunjukkan bahwa spesimen tidak mengalami kegagalan rol akibat retak baik setelah pengerjaan rol maupun setelah pengerjaan aging menunjukkan bahwa makin tinggi nilai reduksi diikuti dengan peningkatan kekerasan. Tetapi nilai kekerasan sedikit menurun setelah dilakukan aging.

Kata kunci: Aluminium seri 5052, pengerolan, aging, kekerasan.

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan bahan aluminium dewasa ini sangat pesat perkembangannya, mulai dari perlengkapan rumah tangga hingga bahan-bahan konstruksi perumahan, pesawat terbang, kemasan dan kebutuhan elektronika. Pemanfaatan tersebut dalam berbagai macam bentuk dengan melalui bermacam-macam proses pengerjaan. Salah satu produk aluminium yang banyak digunakan adalah bentuk lembaran yang dihasilkan melalui proses pengerolan [Ramli Sinaga, 2000].

Pengerolan adalah proses untuk mengurangi ketebalan dari benda kerja dengan menggunakan gaya tekan yang berada pada rol tersebut. Sekitar 90% dari semua logam yang dihasilkan oleh proses pengerjaan logam dilakukan proses *rolling*, dan pertama kali berkembang pada akhir tahun 1500 an [Kalpakjian, 2000].

Suatu konstruksi dan komponen yang bergerak pada umumnya dibuat dari material baja. Tetapi konstruksi dan komponen yang bergerak diganti dengan material paduan aluminium maka dapat menghemat energi, karena sifat paduan aluminium lebih ringan dari pada baja

1.1 Aluminium Seri 5052

Paduan aluminium 5052 mengandung magnesium sebesar 2,5% & 0,25% krom. Aluminium seri 5052 ini memiliki mampu mesin yang baik, kekuatan statis yang sedang, kekuatan fatik tinggi, mampu las yang baik, dan ketahanan korosi yang sangat baik, terutama di atmosfer laut. Aluminium seri 5052 ini memiliki densitas yang rendah dan konduktivitas termal yang sangat baik umum untuk semua aluminium paduan. Hal ini biasanya digunakan dalam lembaran, pelat dan bentuk tabung.

Tabel Standar komposisi kimia aluminium paduan seri 5052
[ASM Handbook Vol 2, 1992]

Element	%	Element	%
Aluminium	Balance	Copper	0.10 max
Magnesium	2.2-2.8	Manganese	0.10 max
Chromium	0.15- 0.35	Zinc	0.10 max
Silicon	0.25 max	Others, each	0,05 max
Iron	0.40 max	Others, total	0.15 max

1.2 Laku Panas Paduan Aluminium

Proses yang disebut sebagai perlakuan panas ini bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik material seperti kuat tarik, elongasi, ketahanan impak, dan kekerasan. Tidak seperti pada logam *ferrous*, paduan logam *non ferrous* seperti aluminium hanya dapat dikeraskan secara signifikan melalui proses yang disebut sebagai *precipitation hardening*, yaitu proses tambahan yang bertujuan untuk menambah kekuatan material melalui pengerasan presipitat [Nurwe, 2009].

1.3 Aging

Paduan aluminium dapat dilakukan pengerjaan *aging*, maksudnya adalah unsur-unsur pepaduan yang awalnya terkandung di dalam matrik aluminium, pada saat pemanasan berdifusi bebas membentuk fasa *intermetalik*, sehingga sifat mekaniknya menjadi meningkat. Sifat logam paduan aluminium ini tidak dimiliki oleh logam lain, karena proses *aging* bisa berlangsung pada suhu kamar (*natural aging*). *Aging* buatan (*artificial aging*) pada logam paduan aluminium biasanya dilakukan pemanasan pada suhu relatif rendah dari 100 °C sampai dengan 300 °C, dengan waktu pemanasan yang relatif lama [Heine, 1967].

Pada umumnya paduan aluminium *non heat-treatable* mengalami pengerasan penuaan pada temperatur ruang setelah didinginkan. Kecepatan dan pengaruh pengerasannya bervariasi bergantung pada jenis paduannya. Perubahan struktur mikro yang terjadi seiring dengan lamanya waktu aging pada temperatur ruang dan sering tidak terdeteksi. Pada temperatur ruang proses pengerasan diawali dengan pengendapan secara lambat senyawa-senyawa terlarut. Umumnya yang terjadi memerlukan waktu yang cukup lama sebelum pengerasan yang diinginkan terjadi. Proses pengerasan paduan aluminium dapat dipercepat dengan memanaskan kembali paduan selama beberapa jam (*Artificial Aging*). Perubahan struktur pada temperatur tinggi mempunyai proses yang berbeda, dibandingkan dengan temperatur ruang. Perbedaan ini tercermin pada karakteristik sifat mekanik dan fisiknya. [Ramli Sinaga, 2000].

II. METODE PENELITIAN

Bahan Dan Proses Perlakuan Panas

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah paduan aluminium seri 5052 hasil proses roll dingin.

Sebelum proses pengujian kekerasan dilakukan, benda uji terlebih dahulu mengalami proses pengerolan. Proses pengerolan dilakukan pada empat sampel yang menggunakan persen reduksi yang berbeda. Sampel pertama dengan reduksi 15%, sampel kedua reduksi 30%, sampel ketiga reduksi 45%, dan sampel keempat reduksi 60%.

Setelah proses pengerolan selesai kemudian sampel dilakukan proses *aging* yaitu proses pemanasan sampel di dalam *muffle furnace* pada temperatur 220 °C selama 24 jam kemudian didinginkan di udara terbuka (temperatur kamar).

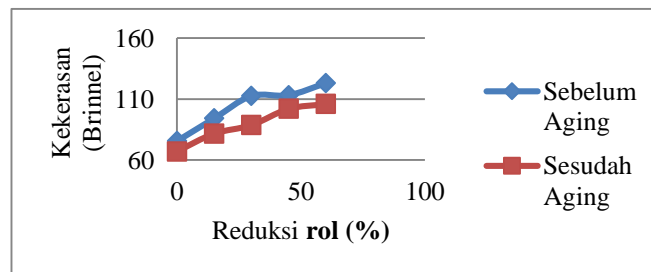
Sampel yang digunakan untuk pengujian kekerasan terlebih dulu di *mounting* dengan menggunakan resin. Selanjutnya dilakukan proses pengamplasan dan pemolesan dan diakhiri dengan proses etsa dengan menggunakan larutan etsa berupa 10 ml HCl + 10 ml HF (40%) + 10 ml air (aquades) atau dengan perbandingan 1:1:1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa peningkatan reduksi dari 15 % - 60% diikuti oleh peningkatan kekerasan (94,12 – 123HB). Peningkatan ini disebabkan karena logam aluminium seri 5052 mengalami deformasi plastis, baik terhadap logam matriknya maupun fasa intermetalik yang terbentuk. Peningkatan deformasi diikuti dengan meningkatnya cacat kristal logam, sehingga kekerasan. meningkat akan tetapi logam cenderung menjadi getas dan sifat elongasinya menurun. Terhadap masing-masing spesimen yang di rol kekerasannya menjadi sedikit menurun setelah dilakukan *aging*.

Hasil pengukuran kekerasan ditunjukkan bahwa kurva kekerasan setelah *aging* berada pada posisi dibawah kurva sebelum *aging*. Penurunan kekerasan dari 94,12 HB menjadi 81,60 HB dan 123 HB menjadi 105,96 HB.



Gambar Grafik nilai kekerasan terhadap persen reduksi antara sebelum dan sesudah perlakuan *aging*

Penurunan kekerasan ini disebabkan karena adanya:

1. Pemulihan cacat kristal akibat deformasi
2. Fasa intermetalik $MgAl_2$ yang terdekomposisi dan kemudian terbentuk kembali, sedemikian hingga fasa intermetalik tersebar merata didalam matriknya (hasil pengamatan struktur mikro reduksi 45% dan 60%).

Dengan penurunan kekerasan setelah *aging* dapat diprediksi bahwa logam menjadi lebih ulet dan dapat diprediksi adanya peningkatan elongasi. Hal ini berarti paduan aluminium seri 5052 mempunyai sifat *aging*, artinya setelah mengalami rol reduksi tinggi paduan aluminium yang awalnya getas menjadi ulet dalam waktu relatif lama tanpa laku panas (*natural aging*).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengaruh reduksi rol dingin dan pengerjaan *aging* pada aluminium seri 5052 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Paduan aluminium seri 5052 mempunyai mampu bentuk rol dingin yang bagus
2. Persen reduksi yang tinggi (60%) pada aluminium seri 5052 tidak mengalami kegagalan rol akibat retak
3. Paduan aluminium seri 5052 mempunyai sifat mampu *aging*
4. Peningkatan kekerasan terjadi setelah proses pengerolan dari reduksi 0%, 15%, 30%, 45%, dan 60% dari 75-123HB. Setelah proses *aging* kekerasan menurun dari 75 HB menjadi 67 HB dan 123 HB menjadi 106 HB.
5. Kekuatan dan kekerasan meningkat akibat terbentuknya fasa intermetalik $MgAl_2$ dan $CrAl_7$, sedangkan $FeAl_3$ kurang berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan dan kekerasan paduan aluminium seri 5052.

4.2. Saran

Hasil percobaan ini perlu diamati *aging* alamiah, yaitu pengamatan struktur mikro setelah spesimen di biarkan dalam kurun waktu relatif lama (± 1 tahun).

V. DAFTAR PUSTAKA

- Al Hasa, M.Husna. 2007. *Karakterisasi Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Paduan Intermetalik AlFeNi Sebagai Bahan Kelongsong Bahan Bakar*. Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN), BATAN - Kawasan Puspiptek Serpong.
- Aljufri. 2008. *Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Al-Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG*. Medan : USU.
- ASM Handbook Vol 2. 1992. *Properties and Selection Nonferrous Alloys And Special Purpose Materials*. ASM International.
- Dieter, E. George. 1978. *Mechanical Metallurgy*, International Student Edition. Mc. Graw-Hill Kogakusha Ltd. Tokyo, Auckland. Second Edition.
- Djaprie, Sriati. 1987. *Metallurgi Mekanik*. Jilid 1, edisi ketiga, Jakarta : Erlangga.
- Gunawarman, dkk. 2009. *Jurnal Teknika, Pengaruh Proses Kombinasi Cetak Tekan dengan Pengerolan Dingin Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium Komersil*, No. 30 Vol.2 Thn. XVI
- Heine, Richard W. 1967. *Principle of metal casting "The materials information society"*. Tata McGraw-Hill Publishing Ltd. New Delhi. Copyright 1967.
- Kopeliovich, Dimitri Dr. 2009. *Classification of aluminum alloys*. (On-line). Available at <http://www.substech.com>.
- Muchtar, Andanastuti. Dr. prof., & Yusof, Kamarudin Mohd. Prof. 2005. *Heat Treatment of Metal Alloys*. Adapted from notes by J. Ernesto Indacochea University of Illinois at Chicago Civil & Materials Engineering Dept.
- Nurwe. 2009. *Sekilas Tentang Aluminium Casting*. (On-line). Available at <http://nur-w.blogspot.com>.
- Nurwe. 2009. *Perlakuan Panas Aluminium*. (On-line). Available at <http://nur-w.blogspot.com>.
- Russel, Alan M.,& Lee, Kok loong. 2005. *Structure–Property Relations in Nonferrous Metals*. Wiley-interscience.
- Sinaga, Ramli. 2000. *Perlakuan Aging Pada Temperatur 210 °C Dengan Variasi waktu pada Al Hasil Ekstruksi*. Puslitbang KIM – LIPI.
- Suhariyani. 2008. *Aluminium*. (On-line). Available at <http://gabungan.teknik.wordpress.com>.

ANALISIS KERUSAKAN PADA SUDU TURBIN GAS

ASYARI¹

¹ Dosen Teknik Mesin Universitas Darma Persada

Abstrak

Tulisan ini meneliti kerusakan yang terjadi pada sudu turbin gas yang digunakan untuk pembangkit tenaga listrik. Material sudu adalah Inconel 617 yang merupakan material dengan bahan dasar Nikel. Material yang diamati telah beroperasi lebih dari 50.000 jam. Pemeriksaan dilakukan dengan metode pemeriksaan visual, pemeriksaan metalurgi yang mencakup pemeriksaan dengan mikroskop optik, mikroskop elektron scanning dan X-ray Fluorescence (XRF). Dari pengamatan visual ditemukan adanya logam oksida, sodium dan sulfur. Terlihat juga adanya gejala korosi dan erosi. Berdasarkan analisis struktur mikro, ditemukan adanya lapisan tipis karbida dan terbentuknya butir presipitasi γ' kasar yang menjadi penyebab menurunnya kekuatan sudu. Ditemukan juga rongga mikro yang menjadi titik awal terjadinya kegagalan creep.

Kata kunci: Turbin, Sudu, Inconel 617, Kerusakan Turbin, Creep.

I. PENDAHULUAN

Sebuah sudu turbin gas akan mengalami beban kerja yang berat yaitu berupa tegangan mekanik yang berat, lingkungan yang agresif dan suhu tinggi. Oleh sebab itu material yang digunakan untuk sudu turbin haruslah mampu menahan kondisi berat tersebut. Biasanya bahan yang banyak digunakan adalah bahan dengan logam dasar Nikel.

Dalam beroperasinya turbin, sering ditemui kegagalan yang dialami oleh sudu, baik retak ataupun pecah. Hal ini disebabkan karena terjadinya penurunan kualitas bahan akibat telah beroperasi dalam waktu yang lama dan dalam suhu tinggi (mencapai 850 °C). Oleh sebab itu, perlu diketahui kerusakan-kerusakan yang terjadi pada sudu turbin berikut mekanisme terjadinya. Berikut ini akan dijelaskan hasil penelitian mengenai kerusakan yang ditemui pada sudu turbin gas yang digunakan pada instalasi pembangkit tenaga listrik.

II. TEORI

Kegagalan pada sudu dapat disebabkan oleh berbagai mekanisme pada kondisi kerja turbin gas yang mempunyai suhu tinggi dan putaran tinggi. Pada umumnya, kegagalan pada sudu turbin gas dapat dikelompokkan atas dua kategori: (a) *fatigue*, mencakup fatigue siklus rendah dan siklus tinggi; dan (b) patah *creep*. (Naeem, 2008).

Material yang digunakan biasanya dibuat dari bahan dasar Nikel superalloy. Bahan ini merupakan material standar untuk beroperasi pada daerah suhu tinggi pada turbin gas, dimana sudu akan mengalami tegangan mekanik yang tinggi dan lingkungan yang agresif. Pada material Nikel superalloy, unsur Chrom merupakan unsur penting untuk menahan korosi pada suhu tinggi dan unsur lainnya sebagai unsur untuk meningkatkan kekuatan

bahan pada suhu tinggi. Unsur Aluminium dan Titanium diperlukan untuk membentuk fase presipitasi γ' selama perlakuan panas.

Gallardo, dkk. (2002) menemukan bahwa kegagalan yang dijumpai pada sudu turbin gas adalah: hilangnya lapisan proteksi dari ujung sudu karena pemakaian, dan timbulnya korosi panas karena hilangnya lapisan proteksi. Sementara Barella, dkk. (2011) menemukan kegagalan pada sudu turbin gas berupa retak, yang disebabkan oleh *fatigue* putaran tinggi. Naeem, dkk. (2008), menemukan bahwa kerusakan pada sudu turbin gas adalah berupa korosi dan erosi, terdapatnya rongga mikro, presipitasi karbida pada batas butir, dan degradasi fase paduan γ' . Ditemukan juga keretakan pada lapisan pelindung yang menjadi penyebab terjadinya retak *fatigue* termal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab-penyebab kegagalan material sudu pada beban siklik. Untuk mengidentifikasi hal tersebut, dilakukan investigasi metalurgi terhadap sampel sudu sebuah turbin gas yang beroperasi pada sistem pembangkit listrik tenaga gas (PLTG).

III. BAHAN DAN METODE

Bahan sudu yang diteliti adalah *Inconel 617* yang merupakan material berbasis Nikel. Sampel yang diamati adalah sampel yang diambil dari sudu turbin gas yang telah beroperasi lebih dari 50.000 jam. Spesifikasi bahan *Inconel 617* adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi kimia *Inconel 617* (Kutz, 1998).

Unsur	Ni	Cr	Co	Mo	Al	Ti	C
%	54,0	22,0	12,5	9,0	1,0	0,3	0,07

Kekuatan tarik : 738 MPa

Kekuatan luluh: 296,5 MPa

Elongasi : 70%

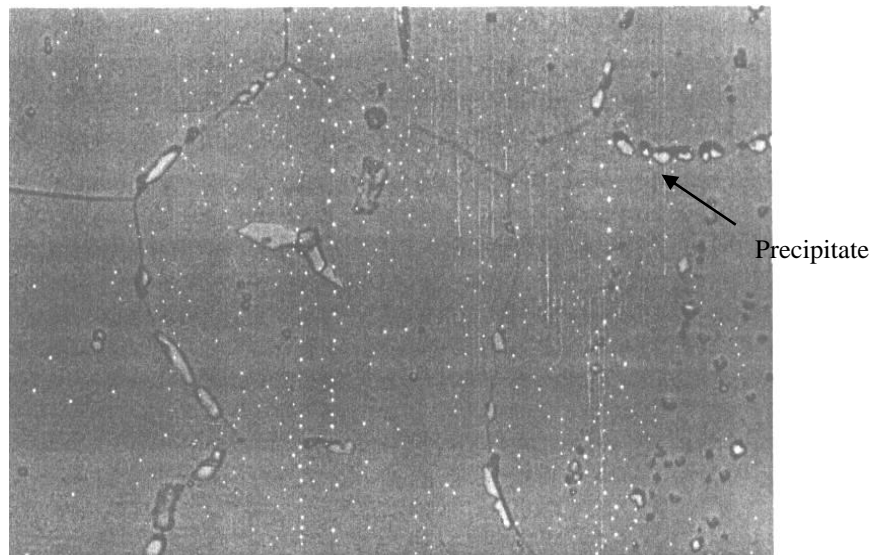
Investigasi dilakukan dengan menggunakan pemeriksaan visual, dan mikrostruktur. Pemeriksaan mikrostruktur dilakukan dengan mikroskop optik, mikroskop *scanning*, dan *X-ray fluorescence*.

IV. PEMBAHASAN

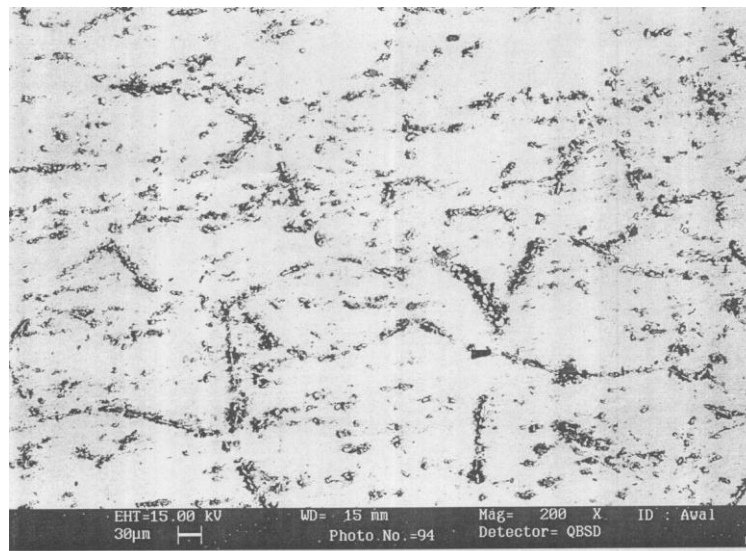
Berdasarkan pemeriksaan secara visual terhadap sampel, pada sisi sudu mempunyai kontur permukaan yang kasar dan warna yang berbeda, terutama warna kemerah-merahan, kehijauan, dan kecoklatan. Dengan menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) dan *X-ray Fluorescence* (XRF) diketahui bahwa warna-warna ini disebabkan oleh adanya senyawa oksida besi, Cr_2O , NiO , Na dan S . (Naeem, 2008).

Sampel yang diperiksa, pertama-tama diuji dengan mikroskop optik, dan selanjutnya diperiksa dengan mikroskop elektron *scanning* dengan dibantu oleh pengujian *XRF*.

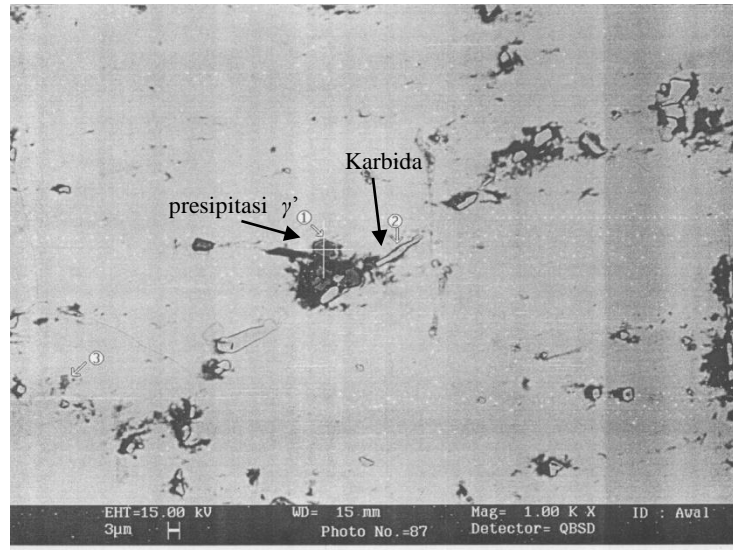
Pada gambar 1 terlihat terjadinya pengkasaran batas butir dan terbentuknya presipitasi, yang disebabkan oleh pemakaian. Gambar diambil menggunakan mikroskop optik.



Gambar 1. Foto sampel dengan menggunakan mikroskop optik. (500x).



Gambar 2. Foto sampel dengan menggunakan mikroskop elektron *scanning*. (200x)



Gambar 3. Foto sampel dengan menggunakan mikroskop elektron *scanning*. (1000x)

Dari gambar 2, terlihat banyak rongga mikro (porositas) yang merupakan *dekohesi intergranular* karbida. Rongga mikro akan menjadi titik awal mekanisme kegagalan *creep*.

Dari hasil uji XRF pada titik 1 (gambar 3), didapat bahwa titik ini dominan dengan unsur Ti (90,38%) sehingga titik ini merupakan fase presipitasi γ' yang berbentuk kasar. Analisis XRF pada titik 2 (gambar 3), menunjukkan bahwa daerah tersebut mempunyai konsentrasi Karbon yang tinggi yaitu: 1,58%, dimana seharusnya konsentrasinya adalah 0,07%. Presipitasi karbon ini hampir dijumpai pada semua batas butir (gambar 1 dan 2). Adanya presipitasi karbon ini akan menurunkan kekuatan material yang dapat mencapai 30% (Sugianto), dan pada akhirnya akan dapat dengan cepat merusak bahan. Titik 3 pada gambar 3 dominan dengan unsur Ni dan Cr yang merupakan presipitasi dari senyawa Cr dengan Ni.

Yang perlu dicermati adalah adanya lapisan karbida di batas butir. Pembentukan presipitasi karbida bersamaan dengan degradasi fase presipitasi γ' pada batas butir akan menyebabkan perapuhan bahan sehingga memicu terjadinya mekanisme *creep* dan mengakibatkan inisiasi dan perambatan retak *intergranular*. (Sugianto). Pembentukan senyawa karbida diakibatkan oleh sudu yang beroperasi pada suhu sangat tinggi di atas suhu normalnya (± 850 °C). Rybnikov (2005) menyebutkan bahwa pembentukan senyawa karbida timbul ketika suhu kerja sudu mencapai 1050 °C. Diperkirakan naiknya suhu kerja sudu disebabkan oleh terganggunya sistem pendinginan di pipa saluran yang disebabkan oleh tangkai berbahan keramik yang tak dapat dibuang, sisa-sisa pengecoran, kotoran-kotoran, dan sebagainya. Kenaikan suhu kerja di atas suhu normalnya akan secara drastis merusak ketahanan mekanik material, dan pada akhirnya akan menurunkan ketahanan fatigue logam sehingga logam dengan mudah dapat mengalami keretakan.

Untuk mencegah timbulnya presipitasi karbida pada batas butir, maka operator turbin harus selalu menjaga suhu kerja turbin dalam batas normal sehingga sudu turbin tidak cepat menjadi rusak.

IV. KESIMPULAN

Telah dilakukan analisis kerusakan sudu turbin yang terbuat dari bahan dasar Nikel yaitu Inconel 617. Sudu turbin yang diperiksa telah digunakan lebih dari 50.000 jam operasi. Pemeriksaan dilakukan dengan pemeriksaan visual dan analisis metalurgi.

1. Pemeriksaan visual menunjukkan bahwa terdapat senyawa besi oksida, Cr_2O_3 , NiO , Na dan S . Dan pada permukaan sudu terlihat kasar yang diakibatkan oleh terjadinya korosi dan erosi.
2. Pemeriksaan struktur mikro sudu menghasilkan adanya lapisan tipis karbida di batas butir dan presipitasi γ' yang berbentuk kasar yang mengakibatkan penurunan kekuatan material sudu.
3. Terdapat rongga mikro yang menjadi titik awal terjadinya kegagalan *creep*.
4. Diperkirakan bahwa kegagalan sudu dapat bertambah parah ketika terjadinya kontak/gesekan antara ujung sudu dengan *casing* karena sudu mengalami *creep* setelah beroperasi dalam waktu yang lama.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. American Society for Testing of Materials, 1995. *Annual Book of ASTM Standards, Section 3 – Metal Test Methods and Analytical Procedures*. Volume 03.01, ASTM, Philadelphia, USA.
2. ASM International, 1990. *Metals Handbook, ninth edition, Volume 3: Properties and Selection Stainless Steel, Tools Materials and Special Purpose Metals*. Ohio.
3. Barella S., M. Boniardi, S. Cincera, P. Pellin, X. Degive, S. Gijbels, 2011. *Failure Analysis of a Third Stage Gas Turbine Blade*. Journal of Engineering Failure Analysis, Vol. 18, Issue 1, pp. 386-393. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135063071000169X>)
4. Callister W.D. Jr, 1994. *Material Science and Engineering, an Introduction, 3rd edition*. John Willey & Sons, Inc.
5. Gallardo J.M., J. A. Rodriguez, E. J. Herrera, 2002. *Failure of Gas Turbine Blade*. Journal of Wear, Vol. 252, Issues 3-4, pp. 264-268. (<http://www.sciencedirect.com/science/pii/S0043164801008857>)
6. Kutz Myer, 1998. *Mechanical Engineers Hand Book, 2nd edition, Vol. 1*. John Willey & Sons, Inc.
7. Naeem M. T., S. A. Jazayeri, N. Rezamahdi, K. N. Toosi, 2008. *Failures Analysis of Gas Turbine Blades*. Proceed of the 2008 IAJC-IJME International Conference. (www.ijme.us/cd_08/PDF/120_ENG_108.pdf)
8. Rybnikov A.L., Getsov L.B., Lentiev S.A., 2005. *Failure Analysis of Gas turbin Blades*. Journal of Microsc Microanal 11(Suppl 2), pp. 222.

9. Sugianto A., R. J. Wardhana, N. Yulian, I Gede K. J. Wardana, M. Karokaro, H. Purwaningsih. *Failure Failure Analysis of a First Stage High Pressure Turbine Blade in an Aero Engine Turbine on PK-GSG Boeing B747-400*. (<http://digilib.its.ac.id/public/ITS/Undergraduate/15480/Paper/pdf>)

SIMULASI DAN ANALISIS PERPINDAHAN MUATAN PADA BURIED-CHANNEL CHARGE COUPLED DEVICE (BCCD)

Nani Suryani¹

¹ DosenTeknik Elektro, Universitas Darma Persada

ABSTRAK

Dalam penelitian ini dirancang suatu struktur CCD *jenis buried channel (BCCD) 3 gate*, menggunakan bahan silicon dengan gate dari bahan aluminium, yang dianalisis dan disimulasikan pada program perangkat lunak MATLAB. Hasil simulasi dan analisis menunjukkan bahwa perpindahan muatan medan elektrik yang ditimbulkan oleh *fringing field* lebih efisien dari pada perpindahan muatan yang ditimbulkan oleh *self-induced drift*, dan *thermal diffusion*.

Kata kunci : teknologi Mikro elektronik,,MOS, Channel,medan listrik,Transfer muatan

I.PENDAHULUAN

Charge Couple Device (CCD) pertama kali dikenalkan oleh Boyle dan Smith, dengan menggunakan kapasitor MOS atau diode MOS sebagai penyimpan dan perpindahan suatu muatan. Fenomena terpenting dalam CCD adalah perpindahan muatan yang meliputi banyaknya muatan yang dipindahkan, waktu perpindahan dan efisiensi.

Struktur dasar CCD yang pertama kali digunakan adalah jenis *Surface channel (SCCD)* kemudian dikenalkan jenis *Burried channel (BCCD)* untuk memperbaiki unjuk kerja dari SCCD, kelebihan dari BCCD adalah mempunyai karakteristik perpindahan muatan yang baik, dan juga dapat mengurangi noise.

II. TUJUAN

Menganalisis divais CCD jenis *buried channe Itiga gate* pada bahan silicon, dengan cara membuat simulasi menggunakan program MATLAB, untuk melihat perpindahan muatan yang terjadi.

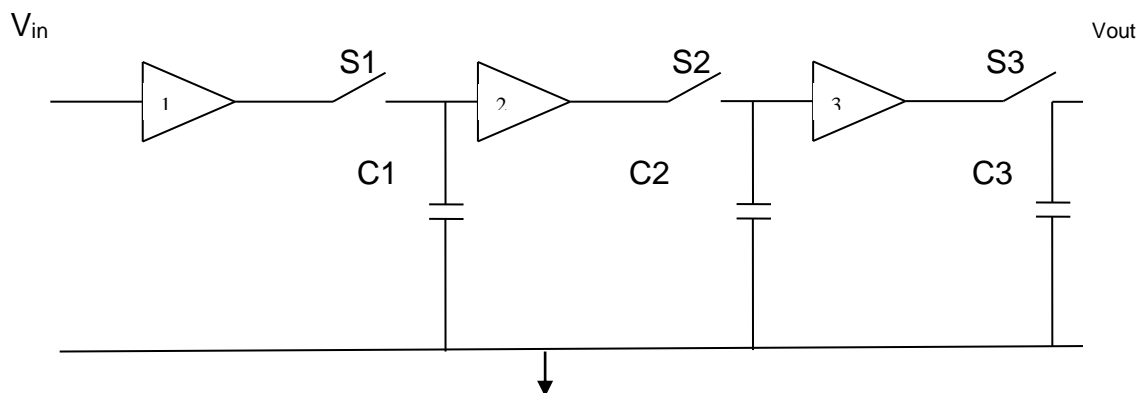
III.TEORI

Charge Coupled Devices pada dasarnya adalah sekumpulan (array) dari MOS diode atau MOS capasitor yang ditempatkan saling berdekatan. Didalam operasinya informasi di representasikan oleh sejumlah muatan elektrik atau disebut juga sebagai paket muatan, yang berbeda dari device yang konvensional, dengan tingkat arus dan tegangan yang dipergunakan secara umum. Pada penggunaan dengan pulsa tegangan clock dengan

urutan yang benar, sekumpulan MOS diode diberi bias di dalam kondisi *deep depletion*, dan paket muatan dapat disimpan dan dipindahkan secara terkontrol pada semikonduktor substrate.

3.1. Konsep transfer muatan

Transfer muatan yang terjadi dapat diterangkan/dianalogikan menggunakan rangkaian amplifiier dengan unity gain dan impedansi input tak hingga yang dihubungkan seri seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 sistem perpindahan muatan

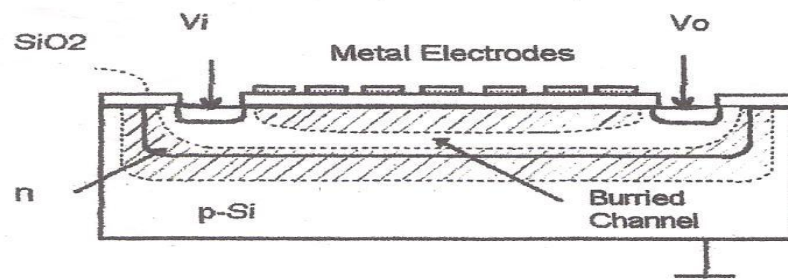
Jika diberi tegangan input V_{in} , kemudian saklar S_1 ditutup, maka kapasitor C_1 akan mengisi muatan sehingga sinyal input disimpan dalam bentuk paket muatan dalam kapasitor C_1 . Kemudian pada saat saklar S_2 ditutup, muatan yang disimpan pada kapasitor C_1 akan menyebabkan adanya tegangan pada input amplifiier kedua. Hal ini akan menyebabkan kapasitor C_2 mengisi muatan, sehingga sinyal input yang semula disimpan dalam bentuk muatan dalam kapasitor C_1 akan disimpan juga oleh kapasitor C_2 . Prosedur ini terus berlangsung sampai kapasitor terakhir mengisi muatan dan akhirnya sinyal input merambat dari terminal input ke terminal output.

Pada CCD, pembawa muatan minoritas disimpan pada sumur potensial yang dibangkitkan pada permukaan semikonduktor akibat adanya tegangan gate. Pembawa muatan ini dipindahkan melalui permukaan semikonduktor dengan pengosongan dan pengisian sumur potensial secara bergantian dengan pemberian level tegangan sinyal pewaktu. Berdasarkan jumlah fasa sinyal pewaktu, terdapat tiga macam struktur CCD, yaitu dua fasa, tiga dan empat fasa. Berdasarkan tempat terjadinya transfer muatan, terdapat dua macam struktur CCD, yaitu *Surface channel* CCD (SCCD) dan *Buried channel* CCD (BCCD). Dalam SCCD, paket muatan disimpan dan dipindahkan pada permukaan semikonduktor, sedangkan dalam BCCD doping dari semikonduktor substrate dimodifikasi sehingga penyimpanan dan perpindahan paket muatan ditempatkan dalam *bulk*

semikonduktor persis dibawah permukaan semikonduktor. Dalam penulisan ini digunakan BCCD, karena mempunyai keuntungan dalam mengatasi terjadinya interface traps (terjebaknya electron pada permukaan), yaitu dengan cara menempatkan muatan yang berpindah kedalam sebuah saluran type n yang terletak didalam *bulk*.

3.2 Buried Channel Couple (BCCD)

Bentuk umum dari skema penampang dari BCCD dapat dilihat pada gambar 2 yang terdiri dari sebuah lapisan semikonduktor tipe n pada sebuah substrate tipe p dengan dua n⁺ kontak disetiap ujung tiap channel.[6]



Gambar 2 Penampang muka BCCD

3.4. Effisiensi perpindahan (Transfer Efficiency)

Pada saat paket muatan bergerak sepanjang CCD, ada sebagian kecil muatan yang tertinggal. Bagian muatan yang dipindahkan dari satu sumur ke sumur lain disebut transfer efficiency (η). Sedangkan bagian muatan yang tertinggal disebut transfer inefficiency (ϵ). Makin lama waktu yang diberikan untuk melakukan transfer, makin banyak pula muatan yang dipindahkan. Definisi transfer inefficiency ϵ sebagai jumlah muatan yang tertinggal pada transfer gate setelah periode waktu t_T , dibagi oleh jumlah muatan mula-mula yang disimpan pada gate pada waktu $t=0$, seperti pada Persamaan (1) [7]

$$\epsilon = \eta(t=t_T) / n(t=0) \quad (1)$$

Transfer efficiency kemudian dapat dihitung dengan memakai persamaan (2)

$$\eta = 1 - \epsilon \quad (2)$$

Mekanisme yang memungkinkan terjadinya transfer muatan adalah disebabkan oleh : *self-induced drift*, *fringing field drift*, dan *thermal diffusion*.

Self-induced drift adalah dihubungkannya suatu medan yang disebabkan oleh variasi titik ke titik pada muatan elektrik selama terjadinya perpindahan. Mekanisme ini penting jika konsentrasi carriernya tinggi, yaitu selama periode awal dari perpindahan muatan. Suatu

analisis pada mekanisme ini mengarah pada suatu persamaan pendekatan untuk sebagian muatan yang tertinggal dalam *buried channel storage well* setelah waktu transfer t seperti pada persamaan (3) dan (4) [1],[4].

$$\varepsilon(t) = (1 + t/T_{si})^{-1} \quad (3)$$

$$T_{si} = \frac{2L^2 C_{eff}}{\pi \mu_n q N_0} \quad (4)$$

Dimana N_0 menunjukkan jumlah dari electron mula dalam *storage well* persatuan luas, L adalah panjang dari gate, μ_n rata-rata mobility electron dalam channel, dan C_{eff} effective storage capacitance per satuan luas. Untuk *buried channel devices*, effective storage capacitance besarnya mengikuti Persamaan (5)

$$C_{eff} = \frac{dox}{\varepsilon_{ox}} + \frac{dch}{\varepsilon_s} + \frac{N/ND}{2\varepsilon_s} \quad (5)$$

Karena *self-induced drift* sangat penting selama porsi mula pada perpindahan muatan, maka N yang diasumsikan pada persamaan (5) menjadi sama dengan N_0 .

Fringing field drift ditimbulkan dari perbedaan potensial yang keluar antara gate electrode yang berdekatan. Sementara *self-induced drift* mencirikan porsi mula dari perpindahan muatan, *fringing field drift* umumnya mendominasi porsi terakhir dari perpindahan. Persamaan pendekatan untuk sebagian muatan yang tertinggal dalam *storage well* setelah *transfer time* t yang disebabkan oleh *fringing field* seperti pada Persamaan (6),(7):

$$\varepsilon(t) = \exp\left(-\frac{t}{\tau_{ff}}\right) \quad (6)$$

$$\tau_{ff} \leq \frac{L}{\mu_n E_{ff}} \quad (7)$$

fringing field E_{ff} menunjukkan medan minimum antara elektrode dan mempunyai nilai pendekatan seperti pada Persamaan (8)

$$E_{ff} = \frac{2 \Delta V \pi \varepsilon_s}{3L^2 C_{eff}} \quad (8)$$

Dengan ΔV adalah perbedaan tegangan antara electrode yang berdekatan. Karena *fringing field drift* lebih efektif selama porsi yang terakhir dari perpindahan muatan, sehingga N mendekati nol, maka kapasitansi efektif pada gate dalam persamaan (5) menjadi seperti pada Persamaan (9)

$$C_{eff} = \left(\frac{dox}{\varepsilon_{ox}} + \frac{dch}{\varepsilon_s}\right)^{-1} \quad (9)$$

Thermal Diffusion : dalam ketidak beradaannya *self-induced drift* dan *fringing field drift*, perpindahan dari muatan electron bebas terjadi oleh *Thermal Diffusion*. Suatu persamaan

untuk sebagian dari muatan yang tertinggal dalam *storage well* setelah *transfer time* t yang disebabkan oleh thermal diffusion telah ditemukan melalui analisis Fourier.

Pernyataan itu seperti dapat dilihat pada Persamaan (10) dan (11)

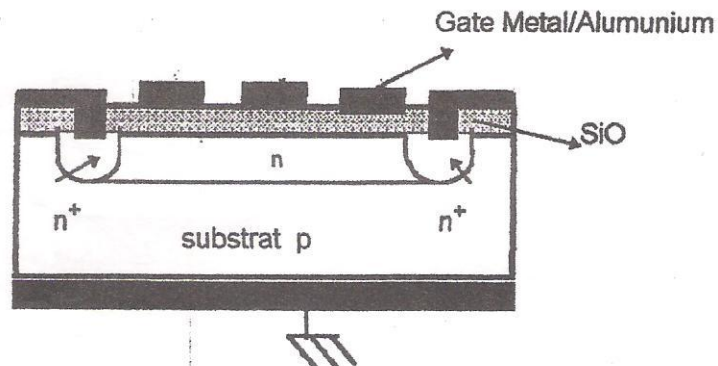
$$\epsilon(t) = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{t}{\tau_{th}}\right) \quad (10)$$

$$\tau_{th} = \frac{4L^2}{\pi^2 D_n} \quad (11)$$

IV. SIMULASI

4.1 Penentuan struktur BCCD

Struktur yang dibuat berdasarkan fasilitas alat dan bahan yang tersedia di laboratorium TELKOMA LIPI Bandung. Ukuran lateral divais terkecil yang dapat dicapai adalah 20 mikron, sehingga teknologi yang memungkinkan adalah teknologi difusi planar, seperti terlihat pada gambar 3, yaitu yang terdiri dari



Gambar 3 Bentuk rancangan BCCD

substrat tipe p, kemudian sebagai lapisan kanal/buried didifusi dengan phosphorus membentuk tipe n, sebagai source dan drain didifusi dengan konsentrasi tinggi membentuk tipe n+. Untuk gate dibuat dengan 3 buah gate menggunakan bahan aluminium/metal, serta kontak untuk *source-drain*. Sebagai contoh dapat dipakai struktur dua fasa, pulsa clock pertama diberikan pada gate pertama dan ketiga dan pulsa kedua diberikan pada gate kedua.

4.2 Simulasi perpindahan muatan

Untuk mensimulasikan transfer efisiensi divais BCCD dilakukan dengan menggunakan program perangkat lunak MATLAB. Sebagai dasar algoritmanya adalah persamaan matematika yang merupakan teknik mekanisme perpindahan muatan.

Algoritma program disesuaikan dengan aturan perangkat lunak MATLAB.

4.3. Simulasi Transfer *inefisiensi*

Algoritma program untuk *transfer inefisiensi* terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 4.

```
% Program MATLAB untuk simulasi
% Karakteristik e(t) terhadap t
etsi1 = [0];
etff1 = [0];
etth1 = [0];
tt1 = [0];
t1 = 0;
t2 = 0.001e-6;
t3 = 0.175e-6;
For t=t1:t2:t3
    Dn=un*k*T/q;
    Csi=(dox/eox + dch/es - (No/ND)/(2*es))^(2*-1);
    Tsi=(2*L^2*Csi)/(pi*un*q*No);
    Esti=(1+t/Tsi)^(-1)
    Cff=(dox/eox + dch/es)^(-1);
    % Eff=200;
    Eff=2*11*pi*es/(3*L^2*Cff);
    Tff=L/(un*Eff);
    etff=exp(-t/Tff);
    Tth=4*L^2/(pi^2*Dn);
    Etth=8/pi^2*exp(-t/Tth);
    If etff<=1e-8
        etff=1e-8;
    end
    etsi = [etsi1;etsi];
    etff1= [etff1;etff];
    etth1 = [etth1;etth];
    tt1 = [tt1;t];
end
semilogy(tt1,etsi1"w-","tt1,etff1,"w-","tt1,etth1,"w.");
title ("etsi,etff,etth vs.t");
xlabel ("t(det)");
ylabel ("etsi,etff,etth");.
```

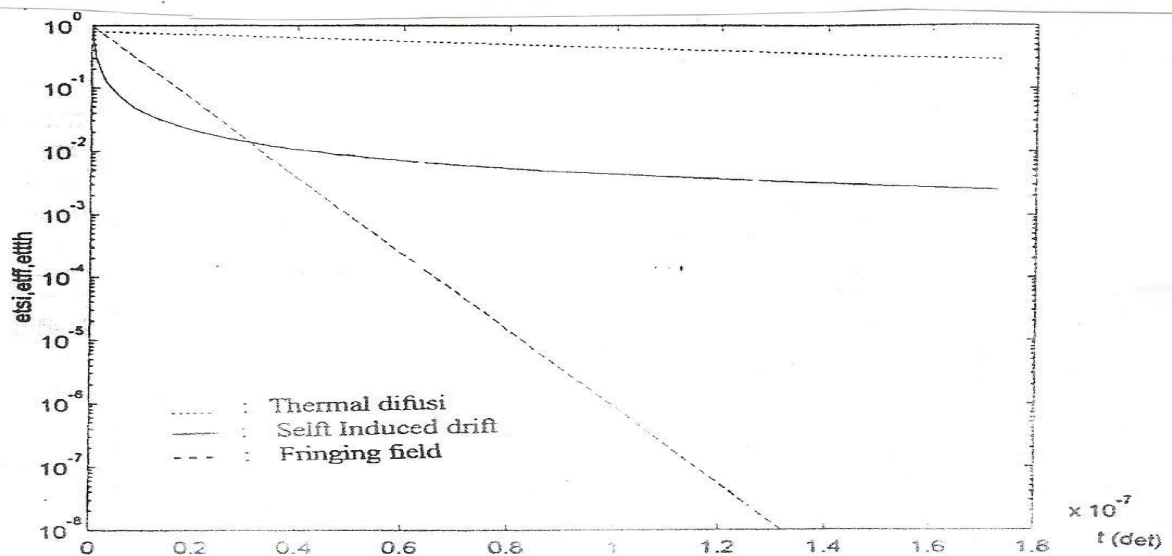
Gambar 4 Algoritma transfer inefisiensi terhadap waktu

Pada program ini dibuat untuk melihat perpindahan muatan yang disebabkan oleh tiga (3) medan elektrik yaitu yang disebabkan *self-induced drift*, *fringing field drift*, dan *thermal diffusion*, terhadap waktu. Perpindahan muatan ini untuk melihat dari ke tiga medan elektrik yang paling efisien.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil simulasi transfer inefisiensi

Hasil simulasi seperti dapat dilihat pada Gambar 5, yang menggambarkan mekanisme perpindahan muatan yang disebabkan oleh tiga medan elektrik yaitu Pada program ini dibuat untuk melihat perpindahan muatan yang disebabkan oleh tiga (3) medan elektrik yaitu yang disebabkan *self-induced drift*, *fringing field drift*, dan *thermal diffusion*, terhadap waktu



Gambar 5 Hasil simulasi transfer inefisiensi terhadap waktu

Dari hasil simulasi terlihat bahwa medan elektrik yang ditimbulkan pada *fringing field* turun dengan cepat, sehingga efisiensinya lebih besar, dibandingkan dengan medan elektrik yang disebabkan oleh disebabkan *self-induced drift*, dan *thermal diffusion*.

VI. KESIMPULAN

Hasil simulasi dan analisis menunjukkan bahwa perpindahan muatan medan elektrik yang ditimbulkan oleh *fringing field* lebih efisien dari pada perpindahan muatan yang ditimbulkan oleh *self-induced drift*, dan *thermal diffusion*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Edmund Banghart, K.Lavine.J.P., Trabka E.A., Nelson,ET.” A model for charge transfer in buried-channel charge. coupled devices at Low Temperature”, IEEE Trans.Elect.Dev.,vol.38, pp 1162-1174, No.5 Th 1997
2. Howes, M.J and Morgan, D.V.” Charge-coupled Device and System”, John Willey &Sons, 1998
3. Neamen,D.” Semiconductor Physics and Dev.Basic Principles”, Richard DI,Inc.,USA, 1992.
4. Pall,B.B;and Nelson,S.S,”Optoelectronic Charge Coupled Device (OECCD) using InP MIS Capacitor Array”, IEEE Trans.Elect.Dev.,vol40,pp.1878-1880, 1993.
5. Rio, dan M.Lida, “Fisika dan teknologi Semikonduktor”, Ass.For Int.Technical Promotion, Tokyo, Japan, 1980
6. Sze.S.M.” Physics of Semiconductor Devices”, 2ndED,John willey Sons.Inc.Canada,1997.
7. Sze, S.M.”Semiconductor Devices:Physics and Technology”, John Wiley&Son,Inc,Canada, 2001.
8. Yang,E.S., “Microelectronics Devices” , McGraw-Hill, Singapore, 2008.

PENGUKURAN KECEPATAN ANGULAR PERMUKAAN DIFUSE DENGAN PEREKAMAN OBYEK REFLEKSI MENGGUNAKAN FOTOGRAFI SPEKEL

Deti Nurdiawati ¹

¹ Dosen Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

Abstract

Telah dilakukan pengukuran kecepatan angular suatu permukaan difus dengan perekaman obyek refleksi menggunakan metode fotografi spekel dengan sistim optik sederhana dan penyinaran tunggal (single exposure). Informasi ini diambil dengan teknik pointwise filtering. Pola spekel terjadi ketika obyek difus disinari oleh cahaya koherent dan direkam oleh negatif film. Untuk pengukuran kecepatan angular saat pencahayaan, obyek difus berputar saat itu pola spekel juga berputar dan masing-masing spekel memanjang. Perpanjangan spekel menjadi celah (rectangular slit) sehingga terjadi pola difraksi yang memberikan informasi tentang obyek. Obyek difus yang digunakan pelat ground glas diameter 2,8 cm. Sumber cahaya Laser He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$), daya 30 mw. Kecepatan angular yang diberikan 2,3 deg/sec dan 1,36 deg/sec.

Keywords : _ Spekel, Frinji, Difuse, Difraksi, Interferensi

I. PENDAHULUAN

Pola-pola spekel Laser telah banyak digunakan untuk berbagai pengukuran di bidang sains dan industri. Sebagai salah satu aplikasinya adalah mengukur kecepatan dari obyek difuse yang bergerak. Metode-metode yang telah banyak dilakukan melibatkan teori yang sangat luas dan prosedur percobaan yang kompleks. Pada eksperimen ini untuk mengukur kecepatan angular dari obyek difuse transparan menggunakan teknik dan peralatan system optik yang sangat sederhana dan menggunakan single exposure. Sebagai informasi diambil ragam titik dan teknik filtering dari rekaman spekel yang diperoleh.

Salah satu metode untuk mengukur kecepatan angular, yaitu dengan perolehan pola frinji digunakan metoda fotografi konvensional. Metoda ini memberikan resolusi yang tinggi tetapi memerlukan waktu yang lama, karena diperlukan proses pengembangan, pencucian dan pengeringan.

Panjang gelombang masing-masing yang dihamburkan suatu permukaan mempunyai fase dan amplitudo relatif random. Sinar yang dihamburkan oleh permukaan tersebut akan saling berinterferensi dan menghasilkan bintik-bintik terang dan gelap. Bila pengamat bergerak, maka spekel nampak bergerak relatif terhadap obyeknya. Masing-masing spekel memberikan informasi tentang titik difus hemburannya. Gerakan spekel bergantung pada pergeseran obyeknya. Pelat kaca digunakan sebagai difus, disinari oleh cahaya koheren. Difuse diputar oleh motor dengan kecepatan putar di kontrol oleh kecepatan

motor yang tetap. Selama penyinaran putaran difus akan membuat setiap spekel yang direkam menjadi memanjang sehingga merupakan rectangular slit, karena melewati slit sehingga akan menghasilkan pola difraksi berupa pita terang dan gelap yang akan memberikan informasi mengenai obyek. Sistem filter pointwise akan menghasilkan frinji dengan besar dan arah sesuai gerakan spekel.

II. TUJUAN

Mengukur kecepatan angular dari obyek difuse dengan perekaman obyek refleksi

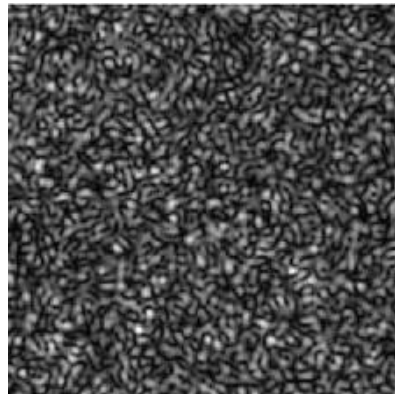
III. TEORI SPEKEL

3.1 Laser Spekel

Spekel merupakan pola bintik terang dan gelap yang sangat halus terdistribusi secara acak menyelimuti permukaan obyek. Spekel terjadi apabila suatu objek yang mempunyai permukaan difus disinari dengan berkas cahaya monochromatic dan koheren. Berkas cahaya koheren dari cahaya yang dipantulkan atau di transmisikan oleh setiap permukaan tersebut akan menyebabkan interferensi, dan menghasilkan bintik terang dan gelap.

Panjang gelombang masing-masing yang dihamburkan suatu permukaan mempunyai fase dan amplitudo relatif random. Sinar yang dihamburkan oleh permukaan tersebut akan saling berinterferensi dan menghasilkan bintik-bintik terang dan gelap. Bila pengamat bergerak, maka spekel nampak bergerak relatif terhadap obyeknya. Masing-masing spekel memberikan informasi tentang titik difus hemburannya. Gerakan spekel bergantung pada pergeseran obyeknya.

Detektor seperti film ditempatkan pada susunan optik akan mengamati pola frinji interferensi (spekel) secara random akibat permukaan yang kasar karena fase cahaya yang dihamburkan akan berubah dari titik ke titik sesuai permukaan. Pola spekel yang dihasilkan oleh cahaya laser yang dihamburkan oleh permukaan tersebut seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pola Spekel

3.2 Ukuran Spekel

Spekel disebabkan oleh interferensi dari masing-masing panjang gelombang yang dihamburkan oleh permukaan yang mempunyai fase dan amplitudo yang random. Pola spekel terlihat dalam seluruh ruang tiga dimensi disekitar hamburan obyek dan tergantung medium hamburan dan tingkat angular saat gelombang diterima oleh pengamat. Ada dua buah tipe dasar pola spekel yaitu, obyektif dan subyektif tergantung pada pengamatan pola tersebut. Pengamatan ukuran spekel secara obyektif adalah cahaya yang dihamburkan oleh obyek langsung pada layar atau fotodetektor tanpa melalui bayangan dari sebuah alat optik, pola spekel obyektif diamati pada layar. Pola spekel yang dibentuk pada bidang adalah superposisi dari pola frinji yang dibentuk oleh cahaya yang dihamburkan oleh setiap pasangan pada diffuser. Pada pengamatan pola spekel subyektif sebelum mengenai layar atau fotodetektor digunakan sistim optik, sehingga pola spekel yang diamatai pada layar merupakan bayangan dari sebuah lensa. Ukuran spekel dapat berubah tergantung besar celah yang digunakan. Selain itu perbedaan pola spekel adalah tergantung pada jarak terhadap layar dan kekasaran permukaan, spekel menjadi lebih kecil ketika permukaan menjadi kasar.

Pola spekel yang dibentuk pada bidang dengan jarak Z dari difuser adalah superposisi dari pola frinji yang dibentuk oleh cahaya dari setiap pasangan setiap tempat pada difuser. Setiap dua tempat yang dipisahkan oleh jarak L menimbulkan frinji pada frekuensi $L / (\lambda Z)$. Untuk jarak pisah L yang kecil, jumlah pasangan titik-titik akan bertambah sesuai frekuensi. Maka jumlah pasangan dari titik yang dipisahkan oleh L akan menjadi $(L-1)$.

Ketika permukaan difus di sinari oleh cahaya koheren, akan nampak spekel pada permukaan. Hasil spekel didistribusikan secara random dalam ruang dan ukuran tergantung karakteristik dari permukaan, pada suatu tempat berbeda dari satu titik ke titik yang lain. Ukuran spekel pada film ditentukan oleh resolusi lensa ideal (hanya pada diffraksi) diberikan oleh,

Spekel size pada bidang rekaman adalah :

$$d = 1.22 (z / D) \quad (1)$$

Dimana, D = diameter aperture lensa (mm)

z = jarak dari lensa ke bayangan / film (cm)

λ = panjang gelombang sinar laser (nm)

Panjang gelombang obyek ground glas transparan yang diputar dengan kecepatan tetap, direkam pada suatu negatif film. Untuk memperoleh spekel digunakan sistim pencahayaan tunggal (single exposure). Hasil perekaman pola spekel yang terjadi disebut spekelgram, disinari kembali (rekonstruksi) dengancahayakoheren,masing-masing pasangan spekel yang tergeser berfungsi sebagai pasangan celah seperti pada percobaan Young. Masing-masing pasangan celah menimbulkan pola diffraksi berupa pita terang dan gelap disebut frinji. Sehingga dari pola diffraksi yang dihasilkan dapat diperoleh informasi citra obyek. Salah satu metoda untuk memperoleh pola frinji yaitu metode fotografi konvensional.

Metode ini memberikan resolusi yang tinggi tetapi memerlukan waktu yang lama, karena diperlukan proses pengembangan, pencucian dan pengeringan.

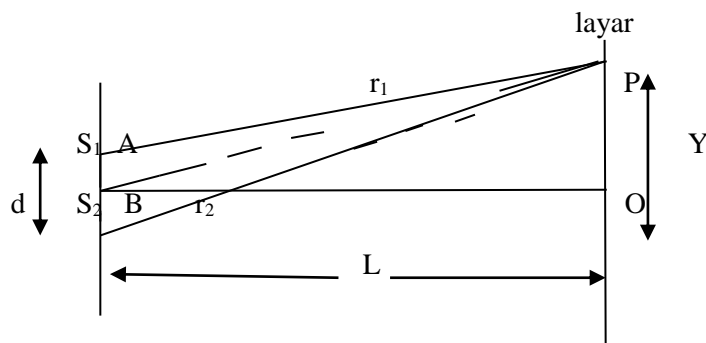
Spekel terjadi apabila suatu obyek yang mempunyai permukaan kasar (diffus) disinari dengan berkas cahaya koheren. Berkas yang dihamburkan oleh permukaan tersebut akan saling berinterferensi dan menghasilkan bintang terang dan gelap. Seberkas cahaya laser yang jatuh pada permukaan yang kasar dan acak akan dihamburkan melalui setiap titik pada permukaan obyek (gambar 2). Titik-titik yang berasal dari berkas hamburan obyek yang akan bersifat sebagai sumber cahaya baru yang koheren dengan fasa dan amplitudo yang berbeda satu dengan yang lain.

Untuk mencapai suatu titik pada layar, gelombang cahaya akan menempuh lintasan optik yang berbeda-beda. Akibatnya akan terjadi peristiwa interferensi, sehingga pada bidang citra akan terbentuk pola spekel. Pola difraksi pita terang dan gelap diamati dengan perangkat penapisan Fourer. Lebar pita terang, gelap dan posisinya tergantung pada jarak pasangan celah (pergeseran yang dialami spekel pada posisi tertentu dipermukaan obyek).

3.3 Interferensi

Interferensi adalah superposisi dua buah gelombang atau lebih. Fenomena interferensi pertama kali diteliti oleh Thomas Young. Seberkas cahaya laser yang jatuh pada permukaan yang kasar (difus) dan acak akan dihamburkan melalui setiap titik pada permukaan obyek. Titik-titik yang berasal dari berkas hamburan obyek yang akan bersifat sebagai sumber cahaya baru yang koheren dengan fasa dan amplitudo yang berbeda satu dengan yang lain.

Berkas cahaya yang melewati dua buah celah sempit S_1 dan S_2 . Kedua celah akan menjadi sumber cahaya baru. Superposisi amplitudo cahaya di titik P pada bidang pengamat menghasilkan pola terang dan gelap.



Gambar 3.1 Geometri Percobaan Young

L = jarak celah ke layar (m)

d = jarak kedua celah (mm)

Y = posisi sebuah titik terang atau gelap pada layar (mm)

Untuk mencapai suatu titik pada layar, gelombang cahaya akan menempuh lintasan optic yang berbeda. Akibatnya akan terjadi peristiwa interferensi, sehingga pada bidang citra akan terbentuk pola spekel. Masing-masing spekel mempunyai peranan penting yang memberikan informasi tentang titik difus hamburannya.

Dua buah sinar AP dan BP berinterferensi. Hasil interferensi pada layar bisa konstruktif (garis terang) dan destruktif (garis gelap), tergantung selisih panjang lintasan kedua sinar.

Fungsi gelombang (amplitudo cahaya kompleks) pada titik P adalah :

$$S(P) = S_1 + S_2 \quad (2)$$

Dimana : $S_1(r,t) = A_1 \cos(k_1 r_1 + \omega t - \epsilon_1)$

$$S_2(r,t) = A_2 \cos(k_2 r_2 + \omega t - \epsilon_2)$$

Dua buah sumber cahaya mempunyai frekuensi yang identik. Interferensi pada titik P disebabkan oleh superposisi gelombang S_1 dan S_2 yang memberikan intensitas,

$$\begin{aligned} I(p) &= \{ |S(p)|^2 \} = [S_1 + S_2][S_1 + S_2]^* \quad (3) \\ &= |S_1|^2 + |S_2|^2 + S_1^* S_2 + S_1 S_2^* \\ &= I_1 + I_2 + I_3 \end{aligned}$$

Dimana :

$$I_1 = \langle |S_1|^2 \rangle \quad \text{dan} \quad I_2 = \langle |S_2|^2 \rangle$$

$$I_{12} = S_1^* S_2 + S_1 S_2^*$$

$I_{12} = S_1 S_2 \cos \delta$ -----> δ adalah perbedaan fase diantara gelombang antara dua sumber

$$\delta = (kr_2 - \omega t - \epsilon_2) - (kr_1 - \omega t - \epsilon_1) \quad (4)$$

Intensitas cahaya pada titik P :

$$I(p) = I_1 + I_2 + 2 I_1 I_2^{1/2} \cos \delta \quad (5)$$

Jika kedua sumber mempunyai amplitudo yang sama, kemudian

$$I(p) = 2 I_0 + 2 I_0 \cos \delta = 2 I_0 (1 + \cos \delta) = 4 I_0 \cos^2 (\delta/2) \quad (6)$$

Dimana : $\delta = k(r_2 - r_1) = k \Delta$

untuk, $d \ll L$, $\Delta = d \sin \theta$ sehingga perbedaan fase menjadi

$$\delta = (2\pi / \lambda) d (Y/L) \quad ; \quad I(p) = 4 I_0 \cos^2 \{ (Y d / \lambda L) \pi \} \quad (7)$$

Pita terang (intensitas maximum) terjadi pada kondisi,

$$(Y d / \lambda L) \pi = 0 , \pm \pi , \pm 2\pi , \dots\dots$$

$$m \pi = (Y d / \lambda L) \pi \quad \text{-----> } m = 0 , \pm 1 , \pm 2 , \dots\dots\dots$$

$$d \sin \theta = Y d / L \quad \text{-----> } m \lambda = Y d / L$$

$$d \sin \theta = m \lambda \tag{8}$$

λ = panjang gelombang

$$\cos^2 (Y d / \lambda L) \pi = 1$$

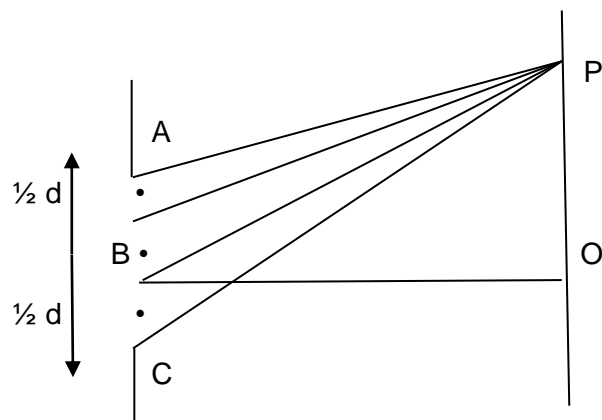
Jarak dari pita terang ke terang berikutnya atau dari pita gelap ke gelap berikutnya adalah :

$$\Delta Y = L \lambda / d \tag{9}$$

3.4 Difraksi (lenturan)

Difraksi gelombang cahaya dapat terjadi jika gelombang cahaya melalui celah sempit, dengan lebar celah lebih kecil dari panjang gelombang. Berkas cahaya sejajar yang datang menuju celah akan menyebar setelah melewati celah. Disepanjang celah itu, terbentuk sumber-sumber gelombang baru yang koheren yang selanjutnya akan berinterferensi. Jika didepan celah dipasang layar, maka akan terlihat pola terang dan gelap, yang disebut pola difraksi.

Pola difraksi pita terang dan gelap diamati dengan perangkat penapisan Fourier. Lebar pita terang , gelap dan posisinya tergantung pada jarak pasangan celah (pergeseran yang dialami spekel pada posisi tertentu dipermukaan obyek).



Gambar 3.2. Difraksi Celah Ganda

Selisih lintasan gelombang B dengan C adalah, $\delta = \frac{1}{2} d \sin \theta$

Selisih kedua gelombang = $\frac{1}{2} \lambda$, $\lambda \delta = \frac{1}{2} \lambda$

maka setiap pasangan menghasilkan interferensi destruktif (titik P gelap)

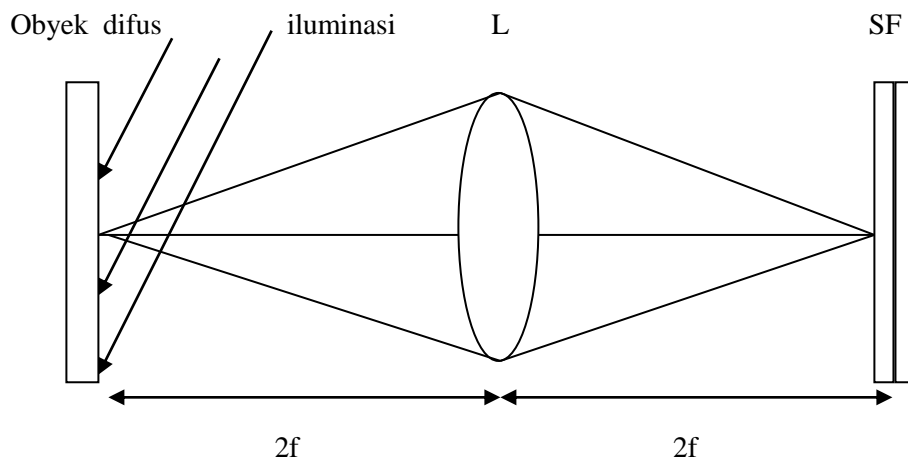
$$\delta = \frac{1}{2} \lambda \text{ -----> } d \sin \theta = n \lambda \text{ , } n = 1,2,3,\dots \quad (10)$$

dan terjadi interferensi konstruktif (titik P terang)

$$d \sin \theta = (2n - 1) \frac{1}{2} \lambda \text{ , } d = \text{lebar celah} \quad (11)$$

3.5 Spekel fotografi

Sebuah obyek difus berbentuk pelat datar, disinari dengan cahaya koheren, pola spekel yang dihasilkan oleh permukaan obyek direkam pada film. Prinsip dasar spekel fotografi seperti gambar 2.4.



Gambar 3. Perekaman Spekel

Bayangan spekel dari permukaan obyek dibentuk pada film yang disebut spekelgram dengan panjang focus f dan diameter aperture D . Bayangan yang dihasilkan pada bidang film akan diatur secara random sebagai pola spekel dengan karakteristik d yang ditentukan oleh aperture lensa. Ukuran spekel yang direkam adalah d . Untuk sistim bayangan adalah fokus pada jarak terhadap bidang $Z \approx f =$ panjang fokus lensa,

$$d = 1,22 (\lambda / D) 2 f \quad (12)$$

Susunan percobaan untuk merekam spekel fotografi untuk mengukur kecepatan angular. Dalam percobaan digunakan berkas cahaya laser He-Ne dengan panjang gelombang 632,8 nm, diameter 1 mm. Berkas cahaya diperbesar 20x. Diantara lensa pembesar dan

kolimator diletakkan lensa dengan pinhole 50 μm . Cahaya laser setelah melalui kolimator, diarahkan ke difuser. Pola spekel direkam oleh Fuji Minicopy Film Panchromate HR II resolusi tinggi.

Selama penyinaran, difuser berputar dan perpanjangan spekel wTR , dimana w = kecepatan angular. Perpanjangan spekel lebih panjang jika digerakkan dari pusat rotasi. Amplitudo kompleks yang direkam pada spekelgram adalah :

$$U(\xi, \eta) = D(x, y) \cdot \text{rect}(x/R\theta) \quad (13)$$

Dimana, $D(x, y)$ = amplitudo transmisi dari difuser pada bidang x, y Distribusi amplitudo pada bidang Fourier [andaikan bahwa transmisi dari spekelgram sebanding dengan $U(\xi, \eta)$

$$F\{U(\xi, \eta)\} = U(\mu_x, \nu_y) = D(\mu_x, \nu_y) R\theta \sin \pi R \mu_x \theta / \pi R \mu_x \theta. \quad (14)$$

Distribusi irradians dapat ditulis sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \{F[U(\xi, \eta)]\}^2 &= \{D(\mu_x, \nu_y) R\theta \sin \pi R \mu_x \theta / \pi R \mu_x \theta\}^2 \\ &= D^2(\mu_x, \nu_y) R^2 \theta^2 \text{sinc}^2 R\theta \mu_x \end{aligned} \quad (16)$$

Yang dimodulasi oleh sinc^2 frinji. Distribusi irradians minimum diperoleh pada

$$\pi R \mu_x \theta = m\lambda \quad \text{dan} \quad R\theta = \lambda z / x \quad (17)$$

Dimana, $R\theta = wTR$, sehingga

$$w = \lambda z / x RT \quad (18)$$

x = jarak diantara dua minimum yang berturutan (cm)

R = jari-jari dari sebuah titik (mm)

T = waktu penyinaran (sec)

W = kecepatan angular (deg/sec)

z = jarak lensa ke bayangan / film (cm)

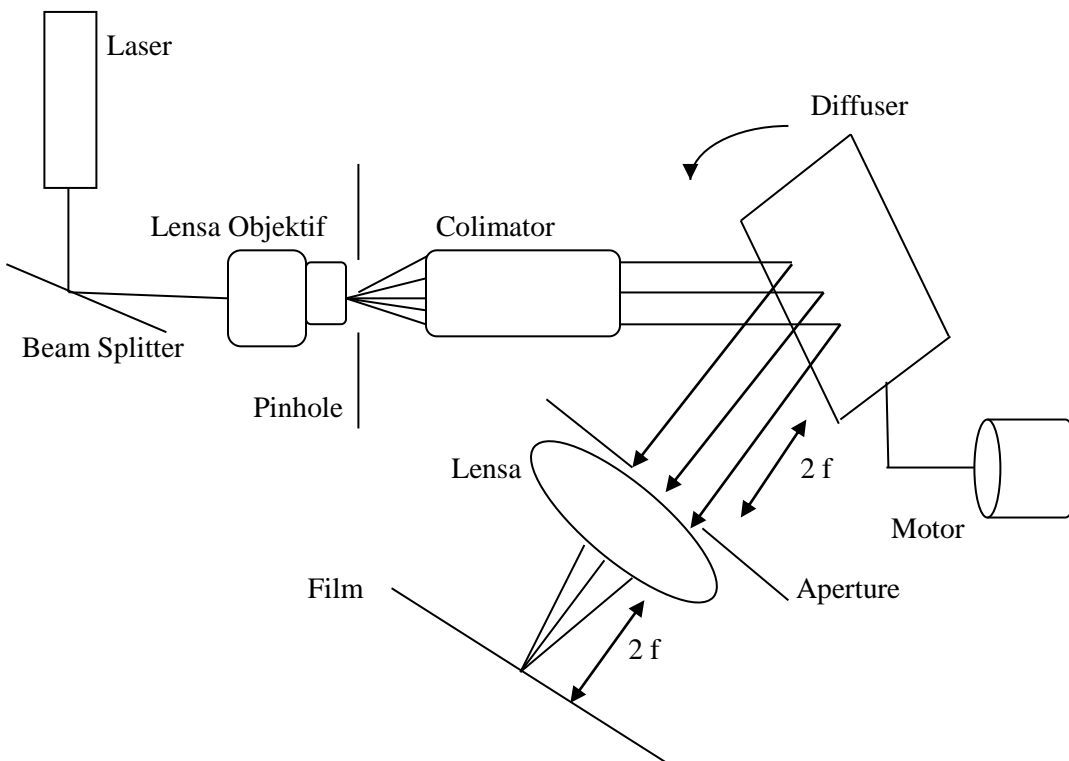
IV. PERCOBAAN

Susunan percobaan untuk merekam spekel fotografi pada pengukuran kecepatan angular (gambar 4.1 dan gambar 4.2). Dalam percobaan digunakan sumber cahaya laser He-Ne dengan daya 30 mwatt, panjang gelombang 632,8 nm. Obyek yang digunakan adalah ground glas dengan diameter antara 0,5 mm sampai 2,3 mm. Berkas cahaya diperbesar oleh lensa obyektif mikroskop dengan perbesaran 20x. Berkas laser dikolimasikan oleh lensa (Lensa kolimator), digunakan agar menghasilkan berkas yang paralel. Diantara

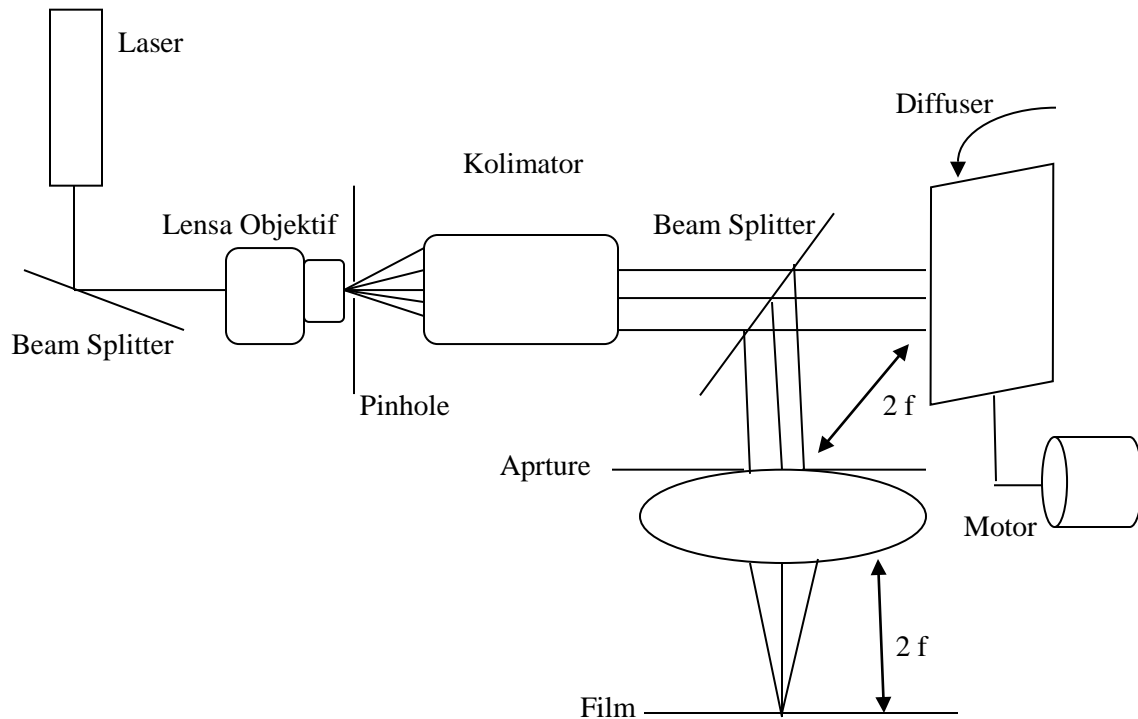
lensa pembesar dan kolimator diletakkan lensa dengan pinhole 50 μm . Cahaya laser setelah melalui kolimator, diteruskan ke difuser yaitu ground glas sebagai penghasil spekel. Objek diffuse (ground glas) diputar oleh motor dengan kecepatan tetap yang ditentukan oleh kecepatan dari motor. Pada penelitian ini dicoba untuk beberapa kecepatan rotasi difuser yaitu pada kecepatan 2,3 deg/sec dan 1,36 deg/sec.

Bayangan dari rotasi difuser direkam oleh film pada setiap periode T dengan perbesaran 1 ($M = 1$). Seperti putaran difuser pola spekel juga berputar. Setelah spekelgram disinari kemudian memfilter pointwise berbagai titik pada spekelgram untuk mendapatkan kecepatan angular. Setelah penyinaran, pola spekel direkam oleh Fuji Minicopy Film Panchromate HR II resolusi tinggi. Untuk menentukan kecepatan angular dari objek yang berputar dengan mengamati pola difraksi pada film dan dihitung sesuai dengan persamaan (18).

Susunan percobaan untuk mengukur kecepatan objek diffuse menggunakan spekel fotografi seperti pada gambar 3.



Gambar 4.1. Set-Up perekaman objek refleksi



Gambar 4.2. Set-Up perekaman objek refleksi dengan beam splitter

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan utama pada percobaan ini adalah menentukan kecepatan angular dari obyek yang berputar dengan mengamati pola difraksi. Pembacaan pola difraksi dan perhitungan hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 dan table 2.

Untuk kecepatan angular 2,3 deg/sec dan 1,36 deg/sec, daya laser 30 mw dan panjang focus 8 cm.

- a. Filter pada jarak (0,Y) mm dari sumbu
- b. Filter pada jarak (X,Y) mm dari sumbu

Pembacaan pola difraksi dan hasil perhitungan dari objek refleksi untuk kecepatan angular yang diberikan 2,3 deg/sec dan 1,36 deg/sec :

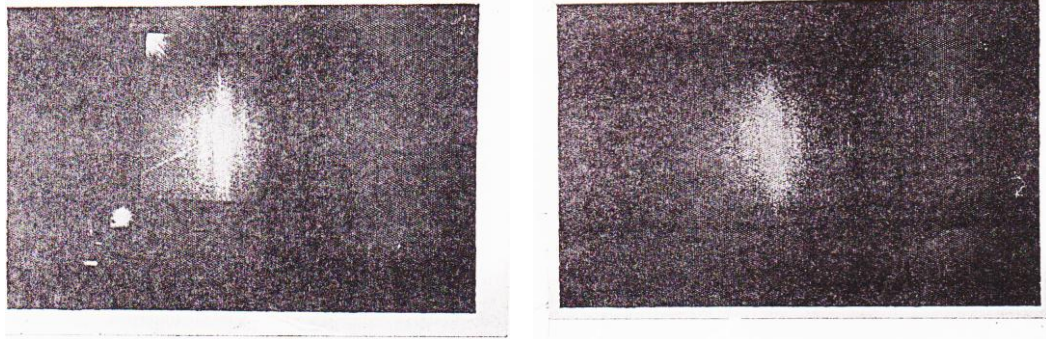
Tabel 1 :**Pembacaan dari pola difraksi dan hasil perhitungan obyek refleksi dengan beam splitter.**

No	Daya Laser (mW)	Pjg Fokus (cm)	R (mm)	X (cm)	Z (cm)	W _m (deg/sec)	W _g (deg/sec)	Error (%)	X*R	Rata-rata error	Kondisi
1	30	8	0,4	2,60	120	2,921	2,3	26,98	1,04	19,44	T=1/8 sec
			0,5	2,35	120	2,585	2,3	12,39	1,175		Apt = 5 mm
			0,6	2,00	120	2,531	2,3	10,05	1,2		
			0,8	1,80	120	2,109	2,3	8,29	1,44		
			1,5	1,30	120	1,558	2,3	32,28	1,95		
			2,0	0,90	120	1,687	2,3	26,63	1,8		
2	30	8	0,7	2,90	123	1,534	1,36	12,77	2,03	12,06	T=1/8 sec
			0,9	2,70	123	1,281	1,36	5,79	2,43		Apt = 5 mm
			1,2	2,30	123	1,128	1,36	17,06	2,76		
			1,3	2,00	123	1,197	1,36	11,95	2,6		
			1,8	1,40	123	1,235	1,36	9,16	2,52		
			2,2	0,90	123	1,572	1,36	15,62	1,98		

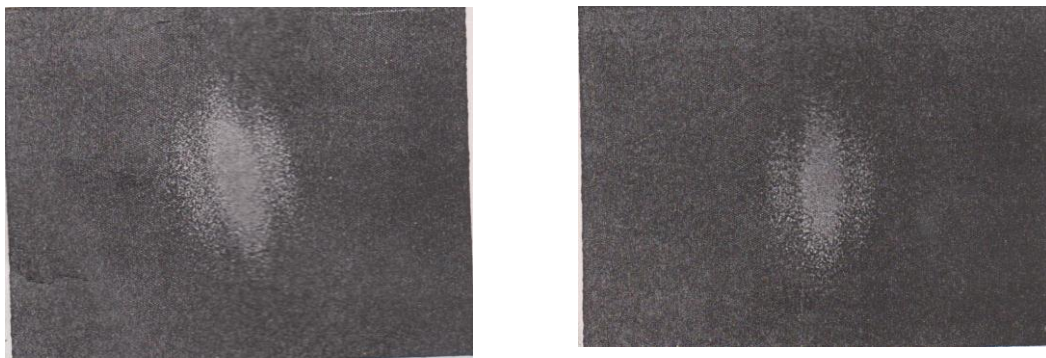
Tabel 2 :**Pembacaan dari pola difraksi dan hasil perhitungan obyek refeksi**

No :	Daya Laser (mW)	Panjang Fokus (cm)	W _g (deg/sec)	Kondisi
1	30	2,2	3,33	T = ¼ sec, Apt = 10 mm
2	30	2,2	2,30	T = ¼ sec, Apt = 7 mm
3	30	2,2	1,36	T = ¼ sec, Apt = 15 mm

Fotografi obyek refleksi yang diperoleh dengan pointwise filtering yang direkam spekelgram pada kecepatan 2,3 deg/sec (gambar 5.1a) dan pada kecepatan 1,36 deg/sec (gambar 5.1b), daya laser 30 mwatt dan panjang focus 8 cm.



Gambar. 5.1a



Gambar. 5.1b

VI. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan dari pengukuran obyek difus rotasi dengan spekel fotografi dengan perekaman obyek secara refleksi.

Secara eksperimen, penggunaan laser He-Ne pada daya 30 mW, panjang gelombang 632,8 nm, panjang fokus 8 cm dan kecepatan angular 2,30 deg/sec dan 1,36 deg/sec, diperoleh hasil rata-rata 2,232 deg/sec dan 1,324 deg/sec. Kesalahan terkecil diperoleh pada kecepatan angular 2,3 deg/sec. Pada metode ini tidak mengharuskan lokasi pusat rotasi, karena pada analisa menunjukkan setiap titik pada spekelgram dapat memberikan hasil kecepatan angular yang tidak terlalu jauh dengan kecepatan yang diberikan.

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. A. F. Fercher, "Velocity Measurement by First Order Statistics of Time-Differentiated Laser Speckles," *Opt. Commun.* 33,129-135 (1980)
2. C.S Narayana Murthy, "Measurement of angular velocity using speckel photography" *App.Opp.* Vol. 30. No. 22 (1991)
3. Jenkin F.A., H. EE. White, *Fundamental of Optics*, Mc Graw Hill (1957).J. D. Briers and I. G. Angus, "Speckle Photography Applied to the Measurement of In-Plane Rotation, " *Opt, Acta* 26(10), 1229-1231 (1079)
4. J. D. Briers and I. G. Angus, "Speckle Photography Applied to the Measurement of In-Plane Rotation, " *Opt, Acta* 26(10), 1229-1231 (1079)
5. J. Ohtsubo and T. Asakura, "Velocity Measurement by a Diffuse Object by Using Time – Varying Speckles, " *Opt. Quantum Electron.* 8, 523-529 (1976)
6. Max Born and Emil Wolf, *Principles of Optic*, (1993)
7. Rajpal S. Sirohi, *Speckle Metrology*, (1993)
8. S.G. Lipson, Ph.d and H. Lipson, F.R.S : *Optical Physics*, Cambridge University Press, USA, (1968)

IMPLEMENTASI DATAMINING UNTUK MENDAPATKAN POLA PENGUNDURAN DIRI MAHASISWA STUDI KASUS MAHASISWA TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Suzuki Syofian¹

¹ Dosen Teknik Informatika, Universitas Darma Persada

Abstrak

Program studi teknik informatika merupakan program studi yang baru berdiri di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada pada tahun 2002. Animo masyarakat cukup besar terhadap program studi ini, terbukti dari laporan bagian panitia pendaftaran mahasiswa baru (PPMB) minat calon mahasiswa urutan kedua setelah program studi sastra jepang yang ada di Universitas Darma Persada.

Tahun akademik berjalan, ada kecenderungan mahasiswa tersebut mengundurkan diri tidak melakukan registrasi ulang. Hal ini ada dua kemungkinan pertama mahasiswa tersebut cuti dan yang kedua mahasiswa tidak melanjutkan kuliah.

Penelitian ini membahas mahasiswa yang tidak melanjutkan kuliah dengan kata lain mengundurkan diri. Pola undur diri ini hampir terjadi tiap semester. Namun sangat di sayangkan mahasiswa yang mungkin berpotensi tidak mampu dipertahankan untuk belajar di program studi teknik informatika.

Tujuan dari penelitian ini mengimplementasikan algoritma apriori untuk mendapatkan pola pengunduran diri mahasiswa. Sebagai parameter tambahan yang dijadikan isian data kuesioner yaitu dari variable-variabel salah mengambil jurusan, biaya, lokasi, dosen, hubungan antar mahasiswa dan sarana perkuliahan yang dijadikan sebagai tolok ukur dari penyebaran informasi yang diolah. Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adanya aplikasi datamining yang dapat menampilkan informasi pola pengunduran diri mahasiswa teknik informatika.

Keywords : Datamining, Algoritma Apriori, registrasi, undur diri

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Awal berdiri program studi Teknik Informatika yang disingkat TIF di Universitas Darma Persada mendapat animo yang baik dari masyarakat. Tahun 2002 penerimaan mahasiswa baru sebanyak 49 orang. Sudah delapan tahun teknik informatika berdiri, tentunya berharap program studi ini lebih maju hendaknya. Sampai saat ini prodi ini masih di minati oleh masyarakat, terbukti tahun 2009 penerimaan mahasiswa baru sebanyak 110 orang.

Kalau dihitung sejak awal berdiri hingga sampai saat ini tahun 2010, jumlah mahasiswa teknik informatika sebanyak 500 orang belum dikurangi dengan mahasiswa yang sudah lulus. Namun dalam proses belajar mengajar mahasiswa yang aktif hanya mencapai 250 orang. Kurang lebih 50 % mahasiswa yang telah mendaftar bahkan sudah mengikuti perkuliahan di program studi TIF ini mengundurkan diri tanpa diketahui penyebabnya.

Melihat referensi bagaimana suatu prodi berhasil dalam mengolah mahasiswa tentunya rasio mahasiswa yang mendaftar dengan yang lulus minimal 5 berbanding 1, artinya mahasiswa yang masuk 5 orang dan yang lulus hendaknya 1 orang.

Kontradiksi dengan ketentuan yang di atas. Dalam program studi tif mahasiswa yang tidak registrasi kurang lebih 50%, bukan mahasiswa yang lulus. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian, bagaimana mendapatkan informasi dari masalah yang dihadapi oleh program studi TIF, sehingga diharapkan dengan penemuan pola atau kecenderungan dari 50% data yang mengundurkan diri dapat didefinisikan dengan jelas bagaimana bentuk informasi dari data mahasiswa yang tidak melakukan registrasi ulang alias yang mengundurkan diri tersebut.

Salah satu cara untuk melakukan analisis kemungkinan pengunduran diri seorang mahasiswa adalah dengan melakukan analisis asosiasi yang dikenal sebagai salah satu metode data mining yang menjadi dasar dari berbagai metode data mining lainnya. Aturan asosiasi memberikan informasi dalam bentuk hubungan if-then atau jika-maka. Aturan ini dihitung dari data yang sifatnya probabilistik. [5]

1.2 Perumusan Masalah

- Bagaimana mendapatkan pola pengunduran diri mahasiswa?
- Parameter apakah yang digunakan untuk menentukan pola pengunduran diri?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini mengimplementasikan algoritma apriori untuk mendapatkan pola pengunduran diri mahasiswa. Sebagai parameter tambahan yang dijadikan isian data kuesioner yaitu dari variable-variabel salah mengambil jurusan, biaya, lokasi, dosen, biaya, hubungan antar mahasiswa dan sarana perkuliahan yang dijadikan sebagai tolok ukur dari penyebaran informasi yang diolah. Hasil dari penelitian ini berupa aplikasi datamining untuk mengetahui pola pengunduran diri mahasiswa teknik informatika unsada.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Datamining merupakan analisis dari peninjauan kumpulan data untuk menemukan hubungan yang tidak diduga dan meringkas data dengan cara yang berbeda sebelumnya, yang dapat dipahami dan bermanfaat bagi pemilik data.[2]

Hubungan atau pola yang dicari dalam datamining dapat berupa pola antara dua atau lebih dalam satu dimensi. Sebagai contoh dalam dimensi produk kita dapat melihat keterkaitan pembelian suatu produk dengan produk yang lain. Selain itu, hubungan dapat dilihat antara dua atau lebih atribut dan dua atau lebih objek [3].

Datamining disebut juga *knowledge discovery in database* (KDD) adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data historis untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam set data berukuran besar. Keluaran datamining dapat digunakan untuk memperbaiki pengambilan keputusan di masa depan. [5]

Pengelompokan datamining berdasarkan tugas yang dapat dilakukan antara lain: deskripsi, estimasi, prediksi, klasifikasi, pengklusteran, dan asosiasi [2].

Algoritma untuk menemukan *frequent itemset* yang menjadi dasar pembacaan data dalam database adalah sebagai berikut: [4]

```

foreach item,
  ckcheck if it is afrequent itemset
  k=1
repeat
  foreach new frequent itemset  $I_k$  with  $k$  items
  Generate all itemset  $I_{k+1}$  with  $k+1$  items,  $I_k \subset I_{k+1}$ 
  Scan all transaction once and check if
  The generated  $k+1$  itemset are frequent
   $k = k+1$ 
until no new frequent itemsets are identified

```

Algoritma ini membagi beberapa tahap yang disebut iterasi. Tiap iterasi menghasilkan pola frekuensi tinggi dengan panjang yang sama dimulai dari pass pertama yang menghasilkan pola frekuensi tinggi dengan panjang satu. Di iterasi pertama ini, support dari setiap item dihitung dengan membaca data.

Algoritma apriori termasuk jenis aturan asosiasi pada datamining. Aturan yang menyatakan asosiasi antara beberapa atribut sering disebut affinity analysis atau market basket analysis. Analisis asosiasi adalah teknik datamining untuk menemukan aturan asosiatif antara satu kombinasi item. Dalam asosiasi terdapat istilah *antecedent* dan *consequent*, *antecedent* untuk mewakili bagian “jika” dan *consequent* untuk mewakili bagian “maka”. Dalam analisis ini, *antecedent* dan *consequent* adalah sekelompok item yang tidak punya hubungan secara bersama [5].

Metodologi dasar analisis asosiasi terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap analisis pola frekuensi tinggi dan tahap pembentukan aturan asosiasi. [2]

Tahap analisis frekuensi tinggi dengan mencari item yang memenuhi syarat *minimum* dari nilai *support* dalam data. Nilai *support* dari sebuah item diperoleh dengan rumus:

$$Support(A) = \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung A}}{\text{Total transaksi}} \dots\dots\dots(1)$$

Rumus untuk *support* dari 2 item yaitu :

$$Support (A,B) = P (A \cap B)$$

$$Support (A,B) = \frac{\sum \text{Transaksi mengandung A dan B}}{\sum \text{Transaksi}} \dots\dots\dots(2)$$

Tahap pembentukan aturan asosiasi, frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan asosiasi yang memenuhi syarat *minimum* untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan asosiatif $A \rightarrow B$. Nilai *confidence* dari aturan $A \rightarrow B$ diperoleh dari rumus berikut:

$$Confidence = P(B| A) = \frac{\sum \text{Transaksi mengandung A dan B}}{\sum \text{Transaksi mengandung A}} \dots\dots\dots(3)$$

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data sebagai berikut:

1. Metode wawancara

Melakukan wawancara dengan pihak yang berkaitan langsung dengan permasalahan yang dibahas. Metode ini dilakukan dengan panduan daftar pertanyaan yang telah disiapkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu cara untuk melakukan analisis kemungkinan pengunduran diri seorang mahasiswa adalah dengan melakukan analisis asosiasi yang dikenal sebagai salah satu metode data mining yang menjadi dasar dari berbagai metode data mining lainnya.

Analisis asosiasi dikenal sebagai algoritma apriori. Untuk menemukan pola frekuensi tinggi digunakan algoritma apriori. Pola frekuensi tinggi adalah pola-pola item di dalam suatu data yang memiliki frekuensi atau support di atas ambang batas tertentu yang disebut dengan istilah *minimum support* atau *threshold*. *Threshold* adalah batas *minimum* transaksi. Jika jumlah transaksi kurang dari *threshold* maka item atau kombinasi item tidak akan diikutkan pada perhitungan selanjutnya. Penggunaan *threshold* juga dapat mempercepat perhitungan.

Tabel 1 pada lampiran menjelaskan analisis pembentukan kategori yang diambil dari dari database akademik yang ada. Penentuan kategori ini digunakan berdasarkan mahasiswa ada yang hanya aktif semester satu, semester dua, semester tiga, semester empat, semester lima, semester enam, lebih dari semester enam. Dari data pada tabel 3 (lampiran) didapat kandidat Pertama. Ditetapkan *threshold*= 3. Maka kandidat dengan nilai kurang dari 3 akan dieliminasi. Dari tabel 5 pada lampiran dapat dihitung dengan rumus *support* dan *confidence* [2] dan [3]

$$Support S1, Ya= 4 / 10$$

Support S2,Tidak = 3 / 10

Confidence S1, Ya = 4 / 5

Confidence S2, Tidak = 3 / 3

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa alasan memutuskan kuliah pada semester ke 2 (S2) “bukan pada pola salah mengambil jurusan.”

Pada gambar 1 berikut ini merupakan tampilan awal aplikasi datamining. Ada beberapa fasilitas pada aplikasi ini antara lain: proses mining, sinkronisasi data, *cleaning* data, pengelolaan *user management*.



Gambar 1. Tampilan awal aplikasi

Gambar 2 berikut merupakan tampilan aplikasi untuk pengelolaan user. Bagi pengguna aplikasi ini wajib memasukkan user name dan password. Pada tampilan ini dapat juga untuk mengubah password yang sudah ada.

Gambar 2. Tampilan user managemen

Gambar 3. berikut merupakan form yang disediakan untuk memasukkan data atribut hasil kuesioner yang didapat.



NIM :

Jenis Kelamin :

Tempat / Tgl Lahir :

Alamat Sekarang :

Alamat Email :

No Telp / No HP : /

Asal Sekolah SMU / SMK :

Mengenal Unsada dari :

Masuk Kuliah Tahun :

Berhenti Kuliah Tahun : /

Gambar 3. Input Data Kuesioner

V. KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa aplikasi datamining dapat digunakan untuk menampilkan informasi pola pengunduran diri mahasiswa teknik informatika unsada. Berdasarkan informasi pada pembahasan sebelumnya mahasiswa yang mengundurkan diri atau memutuskan kuliah pada semester ke 2 (S2) “bukan pada pola salah mengambil jurusan”. Aplikasi datamining ini dapat digunakan sebagai kajian untuk mempertimbangkan keputusan yang akan datang.

VI. SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut aplikasi datamining dapat diarahkan untuk mencari pola atribut-atribut lainnya yang ada dalam database akademik.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Connolly Thomas. (2005) *“Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management”*, University of Paisley, Paisley, Addison Wesley.
- [2] Kusriani, dan Emha Taufik Luthfi, 2009, *“Algoritma Data Mining”*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3] Poniah, P, 2001, *“Datawarehouse Fundamentals: A Comprehensive Guide for IT Profesioanal”*, John Willey & Sons, Inc.
- [4] Ramakrisnan, Ragu, 2004, *“Sistem Manajemen Database”*, Edisi 3, Andi Offset, Yogyakarta.
- [5] Santosa, Budi, 2007, *“Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis”*, Graha Ilmu, Yogyakarta

VII. LAMPIRAN

Tabel 1. Kategori

Kategori	Keterangan
S1	Mahasiswa Aktif sampai semester satu
S2	Mahasiswa Aktif sampai semester dua
S3	Mahasiswa Aktif sampai semester tiga
S4	Mahasiswa Aktif sampai semester empat
S5	Mahasiswa Aktif sampai semester lima
S6	Mahasiswa Aktif sampai semester enam
S7	Mahasiswa Aktif sampai semester enam lebih

Tabel 2. Hubungan Kategori dengan Data Kuesioner

NIM	Kategori	Salah Jurusan
2010230018	S1	Ya
2010230054	S1	ya
2010230024	S1	Ya
2010230105	S1	Tidak
2010230084	S1	Ya
2005230021	S4	Tidak
2005230018	S5	Tidak
2010230027	S2	Tidak
2005230901	S2	Tidak
2010230001	S2	Tidak

Tabel 3. Hasil Eliminasi

Itemset	Jumlah
S1	5
S2	3
Ya	4
Tidak	6

Tabel 4. Kandidat kedua

Itemset	Jumlah
S1, Ya	4
S1, Tidak	1
S2, Ya	0
S2, Tidak	3

Tabel 5. Tabel Setelah Dieliminasi *Threshold* = 3

Itemset	Jumlah
S1, Ya	4
S2, Tidak	3

PERANCANGAN APLIKASI PENGADAAN SECARA ELEKTRONIK/E-PROCUREMENT PADA DIRJEN PENGOLAHAN DAN PEMASARAN HASIL PERIKANAN (P2HP)

Adam Arif Budiman¹, Gun Bregandhi²

¹ Dosen Teknik Informatika, Universitas Darma Persada

² Jurusan Teknik Informatika, Universitas Darma Persada

Abstrak

Masalah pengadaan barang/jasa tak pernah lepas dari masalah pelayanan administrasi, ketepatan dalam memilih penyedia/kontraktor dan kesulitan dalam penentuan pengambilan keputusan. Model pengembangan Aplikasi ini di buat dengan model Iterative Development yang memiliki empat tahapan yaitu insepasi,elaborasi, konstruksi, dan transisi, keempat tahap tersebut mewakili prosedur – prosedur dalam pengembangan suatu aplikasi. Aplikasi Pengadaan secara elektronik ini mampu untuk mengadministrasikan kebutuhan admin, melakukan input pengadaan terbaru panitia, dan dari sisi penyedia/kontraktor mampu untuk mendata profile perusahaan dan mendaftarkan perusahaan untuk mengikuti suatu lelang dan melakukan penawaran terhadap lelang tersebut.

Kata Kunci: *Teknologi Informasi, LPSE, Database, Lelang, Pengadaan, Barang/Jasa*

I. PENDAHULUAN

Dalam proses pengadaan barang diperlukan suatu proses yang transparan dan akuntable. Dengan adanya proses ini tersebut maka kecurigaan akan permainan atau tindak pidana korupsi dapat diminimalisir. Proses pengadaan secara elektronik yang disebut *e-procurement* juga meminimalisir penggunaan dokumen kertas karena dokumen yang dikirimkan adalah berupa file digital. Tentunya ini sesuai dengan semangat *green computing*. Respon yang cepat terhadap tanggapan dalam *e-proc* juga salah satu keunggulan menggunakan aplikasi *e-procurement*.

Berdasarkan observasi terhadap sistem Layanan Pengadaan Secara Elektronik yang telah ada dan hasil wawancara dengan pihak terkait, terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi didalam sistem yang sedang berjalan saat ini. Permasalahan tersebut diuraikan sebagai berikut

1. Kesulitan dalam pengisian dan pengiriman data registrasi penyedia barang dan jasa.
2. Kurangnya informasi pengadaan barang dan jasa secara luas
3. Kesulitan dalam memonitor perkembangan dan proses pengadaan karena kurangnya transparansi
4. Masih manualnya pembuatan laporan barang dan jasa. Serta keamanan dan akses data tidak terjaga.

II. TEORI

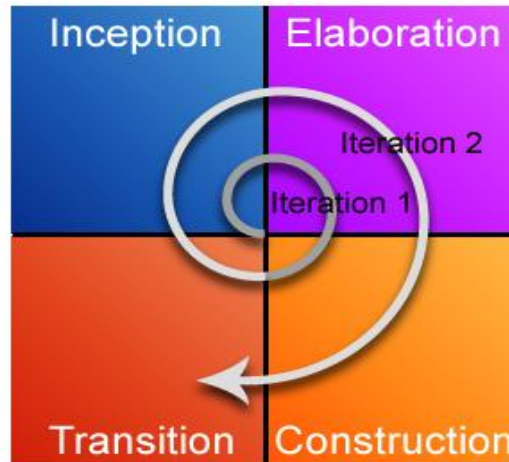
2.1 Definisi E-Procurement

Proses pengadaan barang atau dalam hal ini adalah *e-Procurement (e-Proc)* merupakan sebuah istilah dari pengadaan (*procurement*) atau pembelian secara elektronik, sistem lelang yang digunakan di pelelangan ini menggunakan sistem lelang yang di sebut *reverse auction*, merupakan kebalikan dari sistem lelang yang umum. Di mana lelang di sini mencari penawar terendah dari barang/jasa yang di lelang. *e-Proc* merupakan bagian dari *e-bisnis* dan digunakan untuk mendesain proses pengadaan berbasis internet yang dioptimalkan dalam sebuah perusahaan. *e-Proc* tidak hanya terkait dengan proses pembelian itu saja tetapi juga meliputi negosiasi-negosiasi elektronik dan pengambilan keputusan atas kontrak-kontrak dengan pemasok. Terdapat beberapa definisi *e-Proc* yaitu:

- a. Menurut Sigala, *e-procurement* adalah solusi teknologi internet yang memfasilitasi pengadaan barang melalui internet.
- b. Definisi dari Vaidya, Sajeev dan Callender menyebutkan bahwa *e-procurement* adalah penggunaan informasi berbasis Internet dan teknologi komunikasi untuk melakukan proses pengadaan/procurement termasuk pencarian/*searching*, negosiasi, pemesanan, penerimaan dan peninjauan setelah pembelian. (2006)

2.2 Model Pengembangan Sistem

Model yang digunakan untuk proses pembangunan aplikasi ini adalah model *Incremental Iterative / Iterative Development*. Seperti terdapat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1 Metodologi Iterative Development

Tahapan – tahapan dari model *iterative development* yang diimplementasikan pada pembuatan aplikasi ini sebagai berikut:

<p>Inception</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifikasi kebutuhan sistem - Identifikasi bussines rule system - Membuat tujuan sistem 	<p>Elaboration</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pembuatan model dari analisis - Merancang algoritma dan struktur data - Mendeskripsikan detail struktur dan hirarki sistem. - Merancang komponen user interface yang diperlukan
<p>Transition</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pengujian user interface - Pengujian data entry 	<p>Construction</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pembuatan user interface - Coding - Revisi dokumen pada tahap inception dan elaboration

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM APLIKASI

Pada aplikasi ini dirancang registrasi dilakukan secara *online* dengan mengisi form yang disediakan pada aplikasi dan berkas-berkas pendukung dikirimkan dengan menggunakan fitur upload. Dengan demikian pihak penyedia tidak perlu untuk datang ke tempat sekretariat pengadaan. Serta sistem menyediakan fitur print dokumen - dokumen yang diperlukan.

3.1 Analisa kebutuhan fungsional

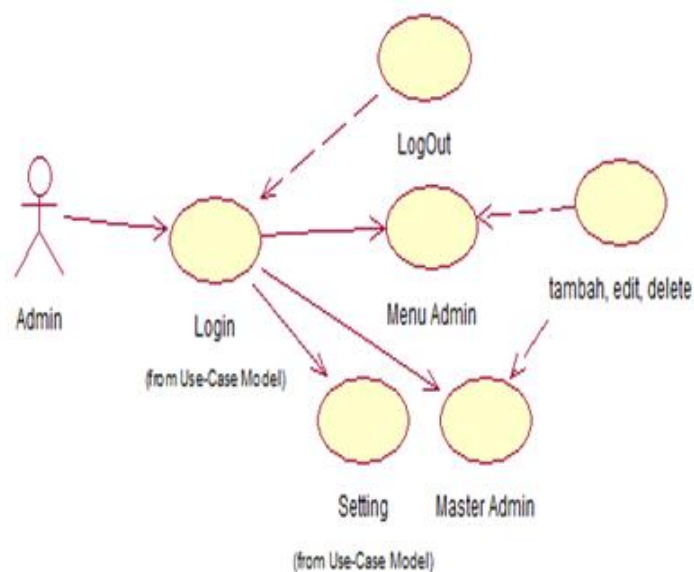
a. identifikasi aktor

Sistem ini dapat dipergunakan oleh semua instansi atau perusahaan dengan kebutuhan yang berbeda-beda. Berdasarkan kebutuhan, Aktor dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Aktor pertama ialah admin yang mempunyai akses untuk mengatur data master dan mengolah semua kegiatan pengadaan barang/jasa
2. Aktor kedua yang terlibat dengan sistem ini adalah panitia pelelangan atau panitia pengadaan barang/jasa
3. Aktor ketiga yaitu penyedia barang/jasa sebagai pengguna

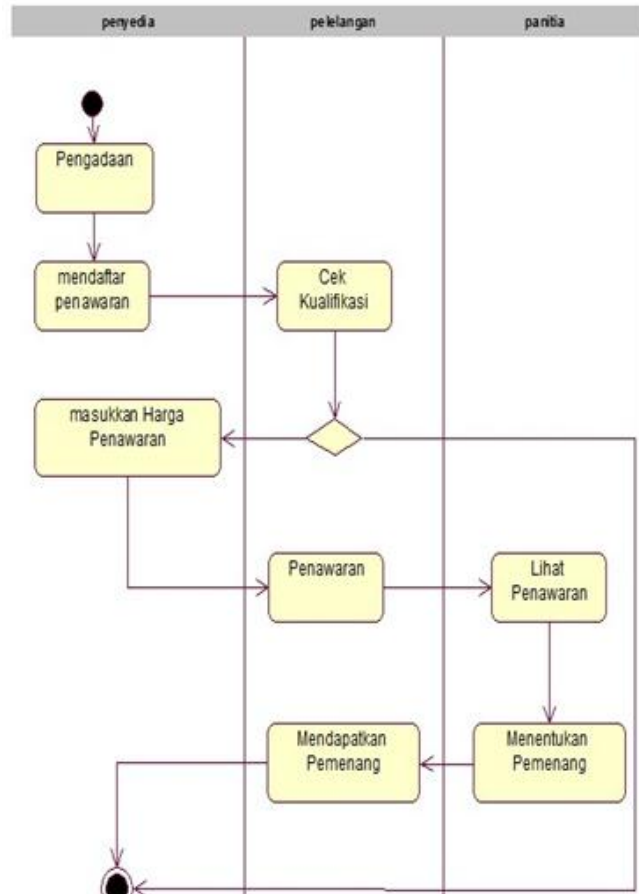
b. use case diagram system

Analisa perilaku dalam Aplikasi Layanan Pengadaan Secara Elektronik ini berupa analisa *Use Case*. Terdapat beberapa use case yang didalamnya mencangkup proses– proses yang ada dalam aplikasi Layanan Pengadaan Secara Elektronik. Secara garis besar, *Administrator*, Panitia, penyedia barang/jasa pengguna aplikasi Layanan Pengadaan Secara Elektronik ini dapat melakukan fungsi – fungsi seperti yang telah dijelaskan diatas. Fungsi – fungsi tersebut dapat digambarkan dengan use case diagram, activity diagram dan sequence diagram sebagai berikut:



Gambar 2. Use Case Diagram Admin

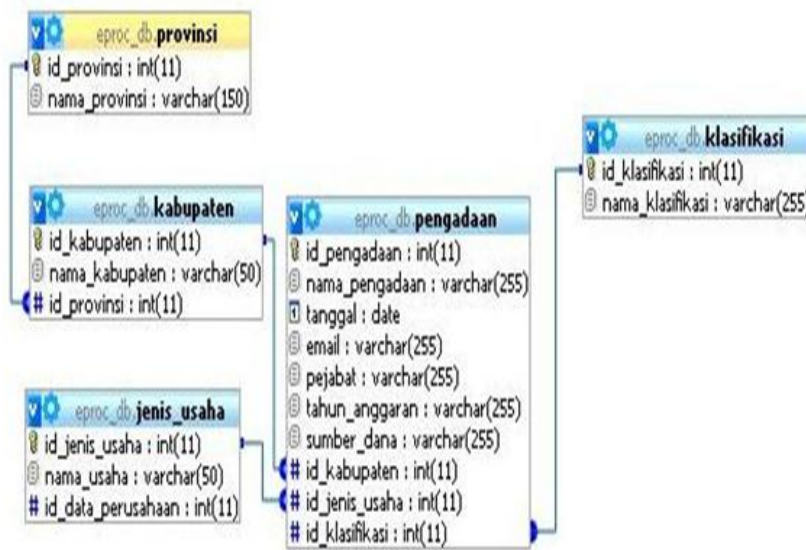
Alur bisnis pengadaan digambarkan pada activity diagram di bawah ini



Gambar 3 Activity Diagram Pelelangan

3.2 Perancangan database

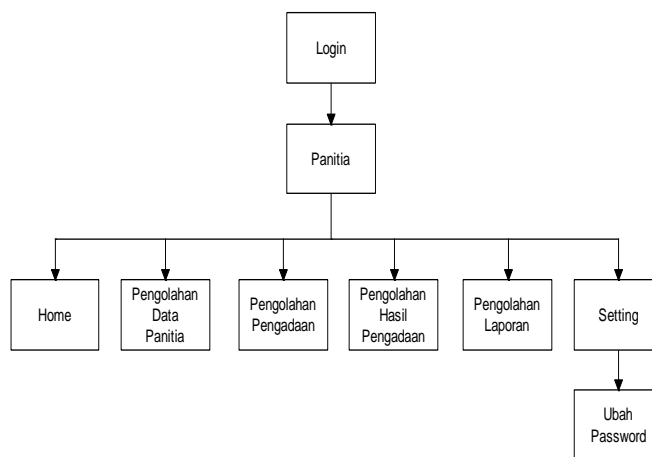
Perancangan data mentransformasi model kebutuhan sistem yang dibuat selama analisis ke dalam struktur data yang akan diperlukan untuk mengimplementasi perangkat lunak. Dengan relasi tabel seperti di bawah ini



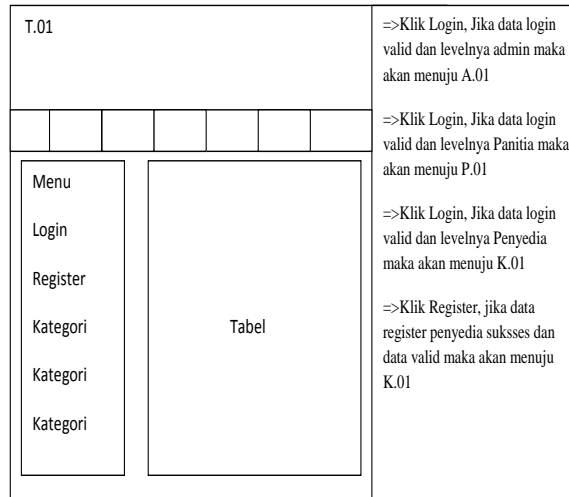
Gambar 4 relasi tabel database

3.3 Perancangan menu

Perancangan arsitektur merupakan hubungan di antara elemen-elemen struktural utama dari program. Perancangan arsitektur dapat memberikan gambaran mengenai struktur program. Berikut ini digambarkan mengenai struktur menu dalam aplikasi ini :



Gambar 5 perancangan menu panitia



Gambar 6 Perancangan Tampilan

IV. IMPLEMENTASI

Setelah sistem dianalisis dan didesain secara rinci, maka selanjutnya akan menuju tahap implementasi. Tujuan Implementasi adalah untuk mengkonfirmasi perancangan modul program pada para pelaku sistem sehingga pengguna dapat memberi masukan kepada *developer* sistem. Pembuatan basisdata dilakukan dengan menggunakan aplikasi *DBMS MySQL*

	Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	id_user	int(15)			No	None	auto_increment	[Icons]
<input type="checkbox"/>	password	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		[Icons]
<input type="checkbox"/>	email	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		[Icons]
<input type="checkbox"/>	level	int(15)			No	None		[Icons]
<input type="checkbox"/>	aktivasi	char(1)	latin1_swedish_ci		No	0		[Icons]

Gambar 7 implementasi tabel pada database

Implementasi antarmuka dilakukan dengan setiap halaman program yang dibuat dan pengkodeannya dalam bentuk file program. Berikut ini adalah implementasi antarmuka

yang dibuat dan dibedakan antara antar muka untuk Admin, Panitia, Penyedia setelah pengkodean. Pengujian data menggunakan data simulasi.



Gambar 10. Tampilan Utama



Gambar 11. Tampilan Admin

Tampilan Admin berisi menu Admin yang mengatur tampilan, data panitia, status lelang

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapat dalam penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Proses pengadaan menjadi lebih cepat karena penyediaan dokumen secara digital
- b. Aplikasi ini juga dapat membantu dalam proses pengolahan data-data penyedia.
- c. Aplikasi ini dapat memberikan informasi mengenai pengadaan barang yang akan dilaksanakan.
- d. Proses pengadaan/lelang menjadi lebih transparan
- e. Harga pengadaan jasa lebih kompetitif dan Mengindari penipuan

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Fathansyah,Ir.1999 .*Buku Teks Ilmu Komputer Basis Data* . Bandung: Penerbit Informatika.
2. Komputer, Wahana.2005. *Latihan Pemrograman PHP dan Mysql*. Jakarta:PT. Elex Media Komputindo.
3. Adam Griffiths.2010.*Code Igniter 1.7 Proffesional Development*.Birmingham: Packt Publishing
4. Larman Craig. 1996.*Applying UML And Patterns* . Prentice Hall
5. Antonio Dávila, Mahendra Gupta, Richard J. Palmer , *Moving Procurement Systems to the Internet: The Adoption and Use of E- procurement Technology Models*, 2003
6. Christopher G. Reddick, *The Growth of e-Procurement in American State Governments: a Model and Empirical Evidence*, *Journal of Public Procurement*, VOLUME 4, ISSUE 2, 151-176, 2004

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI PELAPORAN KEY PERFORMANCE INDICATORS PADA DIVISI INFORMATION SYSTEM PT PAMAPERSADA NUSANTARA

Timor Setyaningsih¹, Arief Yanuar²

¹Dosen Teknik Informatika, Universitas Dharma Persada

²Jurusan Teknik Informatika

Abstraksi

Pemanfaatan teknologi khususnya teknologi komputer telah membawa banyak perubahan di berbagai bidang. Perusahaan merupakan salah satu organisasi yang aktif memanfaatkan teknologi komputer untuk mendukung kegiatan usahanya sehingga menjadi lebih efektif dan efisien. Bentuk pemanfaatan tersebut antara lain dengan meng-online-kan setiap kegiatan yang sebelumnya harus dilakukan dengan keterbatasan ruang dan waktu. Dengan sistem online, segala bentuk kegiatan perusahaan dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja, tak terkecuali kegiatan pelaporan yang menuntut untuk bisa dilakukan setiap saat guna memonitoring performance yang telah dicapai. Dengan pertimbangan itulah, pembuatan aplikasi sistem pelaporan Key Performance Indicators (KPI) sangat perlu untuk dilakukan guna memastikan agar kinerja setiap bagian di perusahaan dapat terukur dengan baik.

Dalam penelitian ini, dirancang dan akan diimplementasikan suatu aplikasi pelaporan KPI pada Divisi Information System PT Pamapersada Nusantara. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan agar mempermudah divisi tersebut untuk melaporkan KPI-nya sehingga dapat termonitor dengan baik oleh pihak manajemen. Aplikasi ini dibangun berbasis web dengan menggunakan bahasa pemrograman ASP.NET dan Microsoft SQL Server sebagai databasenya.

Keywords : *key performance indicators, unified modelling language, web application*

I. PENDAHULUAN

Key Performance Indicators (KPI) pada suatu perusahaan sangatlah penting untuk menentukan ukuran kinerja di suatu bagian. Setiap bagian perusahaan pasti mempunyai target – target yang akan dicapai setiap awal tahun. Target yang ditentukan haruslah relevan serta sesuai dengan kemampuan dan kenyataan yang ada, dengan berbagai pertimbangan dan perhitungan, atau dari hasil pencapaian pada periode – periode sebelumnya.

Semakin baik hasil yang dicapai hingga melebihi target, berarti kinerja pada bagian tersebut sudah dianggap memuaskan, sebaliknya jika masih di bawah target maka berarti masih banyak hal – hal yang perlu dibenahi agar tujuan yang diinginkan dapat tercapai (bahkan lebih) pada periode berikutnya. Setiap target dan hasil yang telah dicapai harus selalu termonitor dengan baik, sehingga diperlukan adanya suatu aplikasi pelaporan KPI

yang terintegrasi. Aplikasi dengan teknologi terbaru berbasis *web* menjadi pilihan agar setiap saat dapat *update* dan *direview* tentang hasil pencapaian secara *real time* dan dapat dikirim dari berbagai wilayah.

Aplikasi ini sangat cocok diimplementasikan di PT Pamapersada Nusantara, yaitu suatu perusahaan yang bergerak di bidang *Mining Contractor* (Kontraktor Pertambangan), mengingat perusahaan tersebut berpatokan pada sistem KPI yang telah ditentukan di setiap awal tahun sebagai pedoman dalam merencanakan setiap aktifitas kerja pada tahun berjalan. Divisi yang akan menjadi tempat diimplementasikannya aplikasi pelaporan ini adalah pada Divisi *Information System (IS Division)*, yaitu suatu divisi penyedia fasilitas teknologi informasi beserta infrastruktur pendukungnya untuk menunjang kegiatan perusahaan. KPI yang dimiliki adalah mengenai tingkat ketersediaan (*availability*) dari asset perangkat teknologi informasi dan infrastruktur pendukung yang ada di semua *site* (kantor cabang) PT Pamapersada Nusantara, dalam periode tertentu (*Month To Date* (MTD) dan *Year To Date* (YTD)). Sistem perhitungan *availability* meliputi dua segi, yaitu *Physical Availability* (PA) dan *Use of Availability* (UA), artinya jika suatu asset terjadi kerusakan, maka nilai *Physical Availability* akan berkurang hingga waktu asset tersebut selesai diperbaiki dan berfungsi seperti sebelumnya. Pada kasus yang sama, nilai *Use of Availability* akan berkurang hanya hingga waktu asset tersebut digantikan sementara oleh *backup unit* yang ada, sehingga secara fungsi atas asset akan tetap terjaga.

Perangkat lunak yang digunakan yaitu Microsoft Visual Web Developer 2008 Express Edition dan Microsoft SQL Server 2008 Express Edition. Pertimbangannya adalah, selain gratis (*freeware*) dan lingkungan pengembangannya yang mudah dipelajari, juga karena di divisi IS PT Pamapersada Nusantara sudah memiliki standarisasi perangkat lunak dalam pengembangan aplikasi berbasis *web* beserta *databasenya*, yakni Microsoft Visual Web Developer dan Microsoft SQL Server.

II. LANDASAN TEORI

A. *Key Performance Indicators*

Key Performance Indicators (KPI) merupakan suatu pengukuran kinerja atau prestasi, yang mencerminkan faktor penentu keberhasilan pada suatu organisasi. Pengukuran tersebut biasanya digunakan untuk membantu organisasi dalam menentukan dan mengevaluasi sejauh mana kesuksesan telah diraih, serta dapat menjadi pedoman dalam menentukan tujuan jangka panjang.

KPI sering digunakan untuk mengukur nilai – nilai di antaranya besar keuntungan, tingkat layanan, kepuasan pelanggan, dan lain sebagainya. Dalam penentuan KPI haruslah mencerminkan tujuan – tujuan yang akan diraih oleh organisasi, menjadi kunci keberhasilan, dan harus dapat diukur.

Pada setiap organisasi, KPI yang digunakan berbeda – beda tergantung pada sifat dan strategi masing – masing organisasi tersebut. Suatu sekolah mungkin memfokuskan KPI-nya pada tingkat kelulusan siswanya. *Customer Services Development* biasanya memiliki

KPI mengenai seberapa cepat mereka merespon keluhan pelanggan, atau besarnya persentase penerimaan panggilan pelanggan pada menit pertama. Sedangkan KPI untuk organisasi pelayanan sosial kemungkinan adalah mengenai jumlah klien yang dibantu sepanjang tahun. Dengan adanya KPI diharapkan setiap organisasi memiliki tujuan yang jelas dan selalu berusaha memperbaiki diri meskipun target yang ditentukan telah tercapai.

B. *Availability*

Availability *Availability* atau ketersediaan merupakan probabilitas suatu alat atau sistem dapat berfungsi dengan baik pada satu titik waktu, ketika dioperasikan dan dirawat dengan benar. *Availability* suatu alat dapat dihitung dari dua sisi, antara lain :

- *Physical Availability* (PA) : perhitungan ketersediaan alat yang dapat digunakan untuk bekerja berdasarkan fisiknya.
- *Use of Availability* (UA) : perhitungan ketersediaan alat yang dapat digunakan untuk bekerja berdasarkan fungsi dan kegunaannya yang seharusnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai *availability* antara lain :

- *Breakdown* : tidak berfungsinya suatu alat yang disebabkan karena adanya kerusakan pada alat, sehingga alat tersebut tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.
- *Maintenance* : tidak berfungsinya suatu alat yang disebabkan karena adanya perawatan pada alat tersebut untuk mencegah terjadinya kerusakan di kemudian hari.

Semakin besar nilai *availability* suatu alat maka semakin baik pula kualitas dan perawatan dari alat tersebut.

C. *Month To Date* (MTD) Dan *Year To Date* (YTD)

Month To Date (MTD) merupakan suatu periode yang dimulai pada awal bulan berjalan dan berakhir pada hari yang diinginkan pada bulan tersebut. Sedangkan *Year To Date* (YTD) merupakan suatu periode yang dimulai pada awal tahun berjalan dan berakhir pada hari yang diinginkan pada tahun tersebut. MTD dan YTD digunakan dalam banyak konteks, terutama untuk merekam hasil dari aktivitas dalam jangka waktu satu bulan (MTD) atau satu tahun (YTD).

Dengan penggunaan MTD dan YTD, suatu hasil dari satu atau beberapa bulan/tahun terakhir pada tanggal yang sama, memungkinkan pemilik, manajer, *investor*, dan *stakeholder* lain untuk membandingkan kinerja perusahaan saat ini ke periode – periode sebelumnya. Dalam membandingkan pengukuran MTD dan YTD bisa saja menyesatkan jika banyaknya bulan/tahun yang dijadikan pembanding hanya sedikit, atau jika tanggal tidak jelas.

D. Basis Data (*Database*)

Menurut Abdul Kadir (2003:254) basis data adalah suatu pengorganisasian sekumpulan data yang saling terkait sehingga mempermudah aktivitas untuk memperoleh informasi. Basis data tersimpan dalam *hardware* komputer dan menggunakan *software* untuk melakukan manipulasi data (membuat atau menghapus tabel, menambah data ke dalam tabel, menghapus atau mengubah data pada tabel, dan berbagai operasi lainnya). Selain itu dikenal pula istilah SQL (*Structured Query Language*) yaitu sebuah bahasa yang digunakan untuk mengakses basis data yang tergolong relasional.

Beberapa alasan diperlukannya basis data antara lain :

- Basis data merupakan salah satu komponen penting dalam sistem informasi, karena merupakan dasar dalam penyediaan informasi.
- Basis data menentukan kualitas informasi : akurat, tepat pada waktunya, dan relevan. Informasi dapat dikatakan bernilai bila manfaatnya lebih efektif dibandingkan dengan biaya untuk mendapatkannya.
- Basis data mengurangi duplikasi data (*data redudancy*).
- Dengan mengaplikasikan basis data, hubungan data dapat ditingkatkan.
- Basis data dapat mengurangi pemborosan tempat pada simpanan luar.

E. *Web Application*

Sejarah *web* dimulai pada bulan Maret 1989 ketika Berner Lee yang bekerja di Laboratorium Fisika Partikel Eropa atau yang dikenal dengan nama CERN (Conseil Européen Pour la Recherche Nucléaire) yang berada di Genewa, Swiss, mengajukan protokol (suatu tata cara untuk berkomunikasi) sistem distribusi informasi *internet* yang digunakan untuk berbagi informasi diantara para Fisikawan. Protokol inilah yang selanjutnya dikenal dengan *World Wide Web* dan dikembangkan oleh World Wide Web Consortium (W3C) (Abdul Kadir, 2003).

Pada awalnya aplikasi *web* dibangun dengan menggunakan bahasa yang disebut HTML (*Hypertext Markup Language*) dan protokol yang digunakan adalah HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Pada perkembangan berikutnya, sejumlah skrip dan objek dikembangkan untuk memperluas kemampuan HTML. Pada saat ini banyak skrip seperti itu, antara lain yaitu PHP dan ASP, sedangkan contoh yang berupa objek antara lain adalah applet (Java).

Aplikasi *web* sendiri dapat terbagi menjadi :

– *Web* statis

Web statis dibentuk dengan menggunakan HTML saja. Kekurangan aplikasi seperti ini terletak pada keharusan untuk memelihara program secara terus – menerus untuk mengikuti setiap perubahan yang terjadi (Abdul Kadir, 2003). Kelemahan ini diatasi dengan model aplikasi *web* dinamis.

– *Web* dinamis

Dengan memperluas kemampuan HTML, yakni dengan menggunakan perangkat lunak tambahan, perubahan informasi dalam halaman – halaman *web* dapat ditangani

melalui perubahan data, bukan melalui perubahan program. Sebagai implementasinya, aplikasi *web* dapat dikoneksikan ke basis data. Dengan demikian perubahan informasi dapat dilakukan oleh *operator* atau siapapun yang bertanggung jawab terhadap kemutakhiran data, dan tidak menjadi tanggung jawab *programmer* atau *webmaster*.

F. Modelling Visual UML

UML (*Unified Modelling Language*) adalah salah satu alat bantu yang sangat handal di dunia pengembangan sistem yang berorientasi objek. Hal ini disebabkan karena UML menyediakan bahasa pemodelan visual yang memungkinkan bagi pengembang sistem untuk membuat cetak biru atas visi mereka dalam bentuk yang baku, mudah dimengerti serta dilengkapi dengan mekanisme yang efektif untuk berbagi dan mengkomunikasikan rancangan mereka dengan yang lain. (Munawar, 2004)

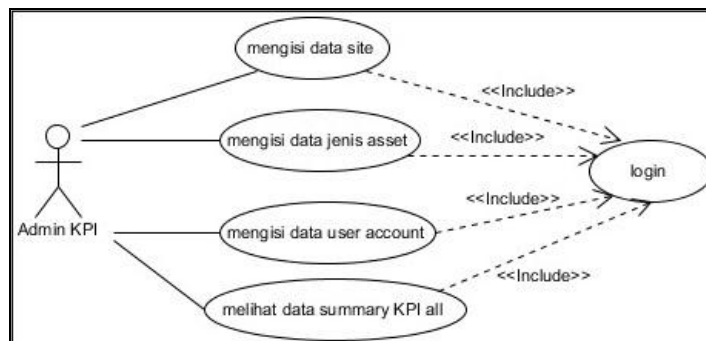
Beberapa diagram yang biasa digunakan antara lain :

1. *Use Case Diagram*
2. *Sequence Diagram*
3. *Activity Diagram*
4. *Collaboration Diagram*
5. *Component Diagram*
6. *Deployment Diagram*

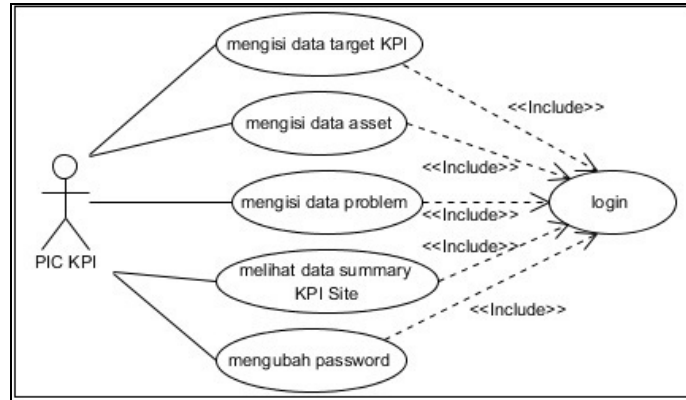
III. PERANCANGAN SISTEM

1. Use Case Diagram

Use case diagram mengidentifikasi fungsionalitas yang dimiliki oleh sistem (*use case*), *user* yang berinteraksi dengan sistem (aktor), dan asosiasi (keterhubungan) antara *user* dengan fungsionalitas sistem.



Gambar 3.1 Use Case Diagram Admin KPI



Gambar 3.2 Use Case Diagram PIC KPI

Penjelasan diagram di atas adalah pada aplikasi pelaporan ini terdapat dua orang aktor yaitu Admin KPI dan PIC KPI. Admin KPI memiliki hak penuh untuk mengontrol aplikasi. Adapun aktifitas yang dapat dilakukan oleh Admin KPI yaitu :

- G. mengisi data *site* (bisa *direview* dan *diupdate* jika ada perubahan)
- H. mengisi data jenis asset (bisa *direview* dan *diupdate* jika ada perubahan)
- I. mengisi data *user account* (bisa *direview* dan *diupdate* jika ada perubahan)
- J. melihat data *summary* KPI seluruh *site* (bisa dicetak atau *export to file*)

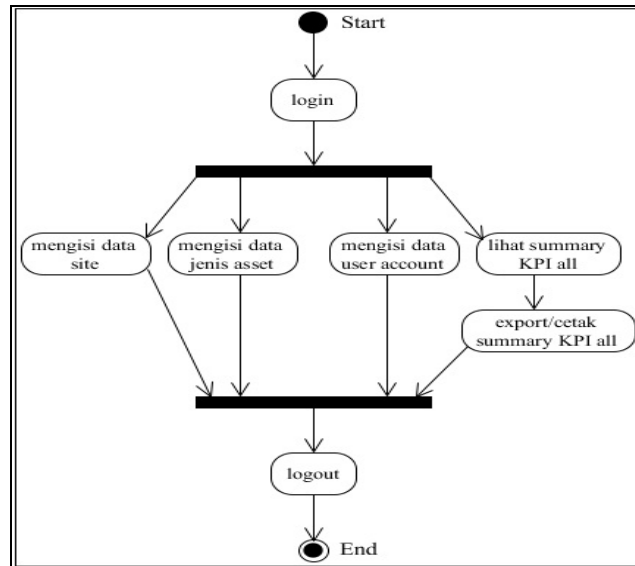
Sedangkan aktifitas yang dapat dilakukan oleh PIC KPI yaitu :

- K. mengisi data target KPI (bisa *direview*)
- L. mengisi data asset (bisa *direview* dan *diupdate* jika ada perubahan)
- M. mengisi data *problem* (bisa *direview* dan *diupdate* jika ada perubahan)
- N. melihat data *summary* khusus *sitenya* saja (bisa dicetak atau *export to file*)
- O. mengubah *passwordnya* jika ingin mengganti *password*.

Untuk dapat mengakses keseluruhan form, baik Admin KPI maupun PIC KPI diharuskan login terlebih dahulu ke dalam aplikasi.

2. Activity Diagram

Activity diagram digunakan untuk menunjukkan kegiatan – kegiatan dalam sebuah operasi. *Activity diagram* dapat mendukung kegiatan yang dilakukan secara paralel.

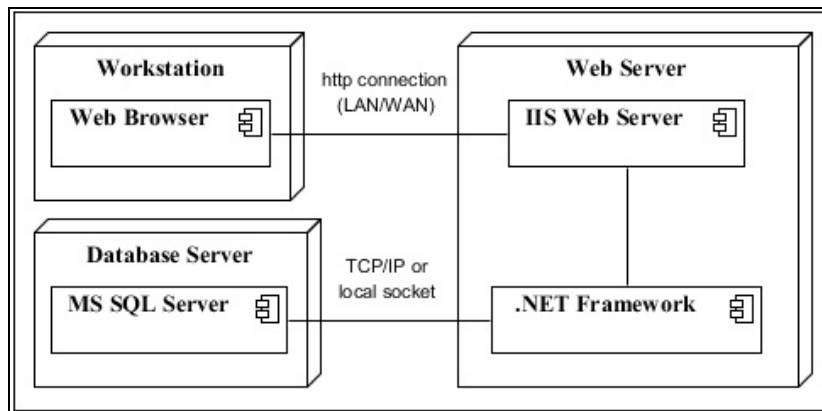


Gambar 3.3 Activity Diagram Admin KPI

Gambar di atas menunjukkan urutan kegiatan yang dilakukan oleh Admin KPI. Admin KPI harus *login* terlebih dahulu untuk dapat mengisi data *site*, mengisi data jenis asset, mengisi data *user account*, dan melihat *summary* KPI seluruh *site*. Setelah melihat *summary* KPI, maka Admin dapat melakukan *export* atau mencetak *summary* KPI, baik dalam bentuk *file* PDF, Excel, Word, maupun ke dalam media kertas. Jika Admin telah selesai melakukan semua kegiatan di atas, maka Admin bisa memilih *logout*.

3. Deployment Diagram

Deployment diagram digunakan hanya untuk menggambarkan bagian dari sistem aplikasi dan *database* yang digunakan dalam aplikasi ini, serta menginformasikan letak bagian tersebut di dalam komputer.

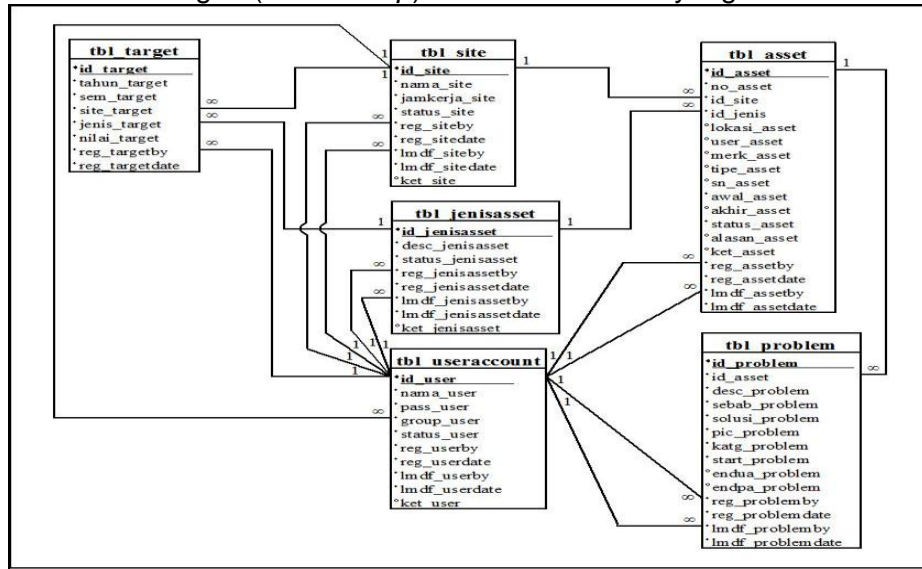


Gambar 3.4 Deployment Diagram

Gambar di atas menunjukkan *web browser* pada *node workstation* mengeksekusi IIS *web server* pada *node web server* melalui protokol *http* baik secara LAN maupun WAN. IIS *web server* membutuhkan komponen .NET Framework agar bisa tereksekusi. Komponen .NET Framework pada *node web server* terhubung dengan Microsoft SQL Server pada *node database server* melalui protokol *TCP/IP* atau *local socket*.

4. Hubungan Antar Tabel Dalam Database

Berikut ini adalah hubungan (*relationship*) antar tabel – tabel yang ada dalam *database* :



Gambar 3.5 Hubungan Antar Tabel Dalam Database

IV. HASIL APLIKASI

1. Tampilan Form Data Site

Form data site merupakan *form* yang di dalamnya menyangkut segala sesuatu tentang *site – site* (kantor cabang) yang ada di PT Pamapersada Nusantara. *Form* ini dibuat dalam bentuk *multiview* yang terdiri dari *view – view* antara lain :

- *View* utama *form data site* yang menampilkan daftar informasi seluruh *site* yang ada di PT Pamapersada Nusantara.
- *View* tambah data *site* yang digunakan untuk menambah data *site* baru.
- *View* detail *site* yang menampilkan informasi masing – masing *site* secara lengkap.
- *View* ubah data *site* yang digunakan untuk melakukan perubahan data *site*.

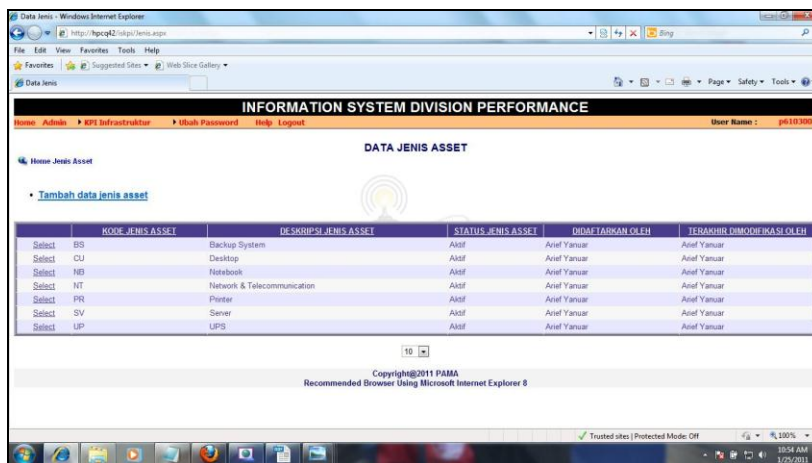


Gambar 4.1 View Utama Form Data Site

2. Tampilan Form Data Jenis Asset

Form data jenis asset merupakan form yang di dalamnya menyangkut segala sesuatu mengenai jenis – jenis asset yang akan dihitung ketersediaannya. Form ini dibuat dalam bentuk *multiview* yang terdiri dari *view – view* antara lain :

- View utama form data jenis asset yang menampilkan daftar informasi jenis – jenis asset.
- View tambah data jenis asset yang digunakan untuk menambah data jenis asset baru.
- View detail jenis asset yang menampilkan informasi masing – masing jenis asset secara lengkap.
- View ubah data jenis asset yang digunakan untuk melakukan perubahan data jenis asset.



Gambar 4.2 View Utama Form Data Jenis Asset

3. Tampilan Form Data Target KPI

Form data target KPI merupakan form yang di dalamnya menyangkut segala sesuatu mengenai nilai target yang akan atau telah dicapai setiap tahunnya. Form ini dibuat dalam bentuk *multiview* yang terdiri dari *view – view* antara lain :

- View utama form data target KPI yang menampilkan daftar informasi nilai target KPI.
- View tambah data target KPI yang digunakan untuk menambah data nilai target KPI.

TAHUN	NAMA SITE	JENIS ASSET	SEMESTER I (N)	SEMESTER II (N)
2010	ABKL	Desktop	99.50	99.50
2010	ABKL	Notebook	98.50	98.50
2010	ABKL	Network & Telecommunication	99.00	99.00
2010	ABKL	Printer	98.50	98.50
2010	ABKL	Server	98.50	98.50
2010	ABKL	LPTB	99.00	99.00
2010	MTRUJ	Desktop	99.00	99.50
2010	MTRUJ	Notebook	99.00	99.00
2010	MTRUJ	Network & Telecommunication	96.17	96.17
2010	MTRUJ	Printer	98.00	98.00

Gambar 4.3 View Utama Form Data Target KPI

4. Tampilan Form Report KPI

Form report KPI merupakan form yang di dalamnya menampilkan laporan KPI, baik dalam periode bulanan (*Month To Date*) maupun tahunan (*Year To Date*). Form ini dibuat dalam bentuk *multiview* yang terdiri dari *view – view* antara lain :

- View utama form report KPI yang menampilkan laporan KPI dalam bentuk nilai persentase. Nilai – nilai pada form laporan inilah yang akan selalu dimonitor oleh pihak manajemen.
- View laporan PICA yang digunakan untuk menampilkan informasi permasalahan dalam bentuk form PICA (*Problem Identification & Corrective Action*).

TAHUN	SITE	MTD/YTD	TARGET / ACTUAL	AVAILABILITY (%)						
				desktop	Network & Telecommunication	Notebook	Printer	Server	UPS	
2010	ABKL	Target	99.50	99.00	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	99.00
		Actual	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		Target	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	99.00	99.00	99.00
		Actual	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		Target	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	99.45	99.45	99.64
		Actual	100.00	100.00	99.98	99.98	98.50	99.98	99.98	99.98
Februari	Target	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	99.00	
	Actual	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Maret	Target	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	99.00	
	Actual	100.00	100.00	99.98	99.98	98.50	99.98	99.98	99.98	
April	Target	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	99.00	
	Actual	100.00	100.00	99.97	99.98	98.50	99.98	99.98	99.98	
Mei	Target	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	99.00	
	Actual	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Juni	Target	99.50	99.00	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	99.00	
	Actual	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Gambar 4.4 View Utama Form Report KPI

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari “Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Pelaporan *Key Performance Indicators* Pada Divisi *Information System* PT Pamapersada Nusantara” antara lain :

1. Sistem *monitoring* pencapaian KPI Divisi *Information System* sangat penting untuk dilakukan dalam mengukur kinerja divisi tersebut.
2. Aplikasi berbasis *web* dapat menjadi pilihan sebagai media sistem pelaporan mengingat berbagai kelebihannya yang lebih banyak dibandingkan dengan aplikasi *desktop*.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan aplikasi adalah ASP.NET untuk *layoutnya* dan VB .NET untuk *scriptnya*, serta Microsoft SQL Server 2008 sebagai *platform* sistem *databasenya*, sesuai standarisasi yang sudah ditetapkan oleh PT Pamapersada Nusantara dalam pengembangan perangkat lunak (*Software Development*).
4. Aplikasi pelaporan ini dapat memudahkan para PIC KPI dalam melaporkan semua asset dan *problem* yang terjadi sehingga laporan dapat *direview* tepat waktu dan menghasilkan informasi yang lebih akurat yang dibutuhkan oleh manajemen.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Herman Suyanto, Asep. 2007. “*Web Design Theory And Practices*”, Andi Offset, Yogyakarta.
- [2] Kadir, Abdul. 2003. “*Pengenalan Sistem Informasi*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3] Kadir, Abdul. 2007. “*Pemrograman Web mencakup : HTML, CSS, JavaScript & PHP*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [4] Munawar. 2004. “*Pemodelan Visual Dengan UML*”.

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. Marjin atas 4 cm, marjin kiri dan kanan berturut-turut 3,5 dan 2,5 cm, marjin bawah 3 cm harus bebas dari tulisan, kecuali nomor halaman, bagian terbawah catatan kaki (kalau ada) harus diatas marjin 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.

