

KENDALI PROPORSIONAL INTEGRAL DIFERENSIAL DAN MONITORING KARAKTERISTIK MOTOR INDUKSI TIGA FASA BERBASIS LabVIEW

Eko Budi Wahyono¹, Figel Desanto Tokan²

¹Dosen Fakultas Teknik Universitas Darma Persada

²Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Darma Persada

Abstrak

Motor induksi tiga fasa merupakan peralatan penggerak yang cukup banyak dipergunakan dalam industry karena ciri khasnya konstruksi yang kuat dan sederhana perawatan yang mudah serta harganya yang relatif murah. Dalam penggunaannya motor induksi tiga fasa memerlukan sebuah inverter sebagai alat yang berfungsi untuk mengatur kecepatan motor dengan jalan mengubah frekuensi. Untuk mengatur nilai frekuensi yang diinginkan pada inverter dibutuhkan sebuah kontroler, dan salah satu kontroler yang sederhana adalah kontroler PID. Nilai parameter control yang ada pada kontroler PID sangat berpengaruh terhadap respon kecepatan motor untuk mencapai seting point. Membuat Sebuah Sistem Kendali Motor Induksi tiga fasa berbasis PID yang bertujuan mengoptimisasi kerja pada Motor. Pada saat motor menerima beban maka yang terjadi ialah adanya lonjakan daya dimana membutuhkan waktu tertentu untuk kembali ke keadaan normal. Dimana semakin besarnya gangguan yang di berikan terhadap motor mengakibatkan semakin besarnya lonjakan Daya yang di konsumsi motor induksi. Oleh sebab itu pentingnya akses memonitor dan mengontrol dengan Laptop(Virtual Instrument) terhadap instrumen Inverter sangat di butuhkan untuk memudahkan dalam memperoleh data karakteristik motor.

Kata kunci : Motor induksi, Kontrol PID, Inverter, Virtual Instrument

1. Pendahuluan

Pada dunia industri penggunaan Motor Induksi tiga fasa sering di jumpai. Konstruksinya yang Kokoh Perawatan yang Mudah serta harganya yang relatif Murah menjadikan Motor Induksi salah Satu Motor yang sering di jumpai pada berbagai macam industri kecil, menengah, maupun besar. Namun di samping keunggulannya Motor Induksi juga memiliki beberapa kelemahan yaitu kecepatan, Motor induksi Biasanya digunakan pada kecepatan putaran tetap atau sukar untuk di kendalikan. Sedangkan konsumsi daya pada motor dengan kecepatan konstan lebih besar dibanding dengan motor kecepatan variabel untuk berbagai kondisi atau kebutuhan beban[1].

Metode pengontrolan Motor Induksi dengan PID. PID ialah Proporsional, Integral, dan Differensial, terdapat kekurangan dan kelebihan dari masing – masing kontrol P, I, D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler Proporsional di tambah Integral serta di tambah Differensial. Elemen-elemen kontrol P, I, dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mengatasi masalah yang terjadi saat Start awal Motor dan Agar Nilai Error tidak lebih dari 3% dari Target yang ingin di capai (*Sett Point*). Keluaran kontrol PID merupakan penjumlahan dari keluaran Kontroller Proporsional, Integral dan Differensial. Pengaturan konstanta Kp, Ki dan Kd akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing- masing elemen oleh sebab itu di butuhnya nilai input Kp, Ki, dan Kd yang Tepat dengan kondisi beban yang di terima oleh Motor[2].

Estimasi dan pengambilan keputusan yang tepat di butuhkan, agar peran PID menjadi sesuai dengan kondisi dan respons setabil yang di terima oleh Motor. Sifat stabil di sinilah yang akan membuat kerja motor optimal dan terhhidar dari kegagalan sistem.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat SCADA (*supervisory control and data acquisition*) menggunakan LabVIEW dimana didalamnya terdapat Kendali PID yang selanjutnya akan di terima oleh Inverter dan Inverter akan mengubah Frekuensi tetapan PLN dengan Frekuensi yang di inginkan(*Frekuensi Command*). Metode yang di pergunakan untuk mencari Konstanta Proporsional, Konstanta Integral, dan Konstanta Derivatif untuk mencapai kesetabilan sistem menggunakan Metode Traill dan Error. Waktu tempat penelitian, pembuatan SCADA, Konfigurasi, alat penelitian serta jalannya penelitian akan diuraikan berikut ini:

Metode pembuatan sistem pengendali kecepatan putar motor induksi tiga fasa dengan pengaturan Nilai frekuensi Tertentu dalam penelitian skripsi ini dilakukan dengan cara merancang sistem kontrol berbasis perangkat lunak LabVIEW dimana perangkat lunak ini sangat mudah untuk di pahami dan dipelajari sebagai Virtual Instrument dimana bertujuan mengkonfigurasi apa yang di miliki oleh Inverter. Setelahnya akan ditentukan Konstanta PID yang tepat dan membuat Monitoring Konsumsi daya motor induksi tiga fasa ketika di beri beban. Maka dari itu adapun beberapa tahap pengerjaan antara lain :

1. Pertama ialah dengan membangun Sistem Kontrol dan monitoring berbasis computer / *identification system*.
2. Berikutnya setelah menyelesaikan pembangunan sistem kontrol, proses menentukan nilai Konstanta Proporsional (K_p), Konstanta Integral (K_i), dan Konstanta Derivatif (K_d) melakukan pembebanan terhadap motor.
3. Setelah menyelesaikan penentuan nilai K_p , K_i , dan K_d , dilanjutkan dengan Membangun Data logging .
4. Selanjutnya membangun *supervisory control and data accusation*(SCADA).
5. Terakhir ialah Memverifikasi data dan Analisa data.

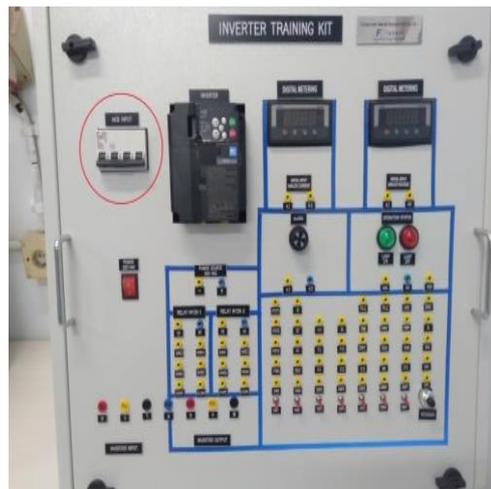
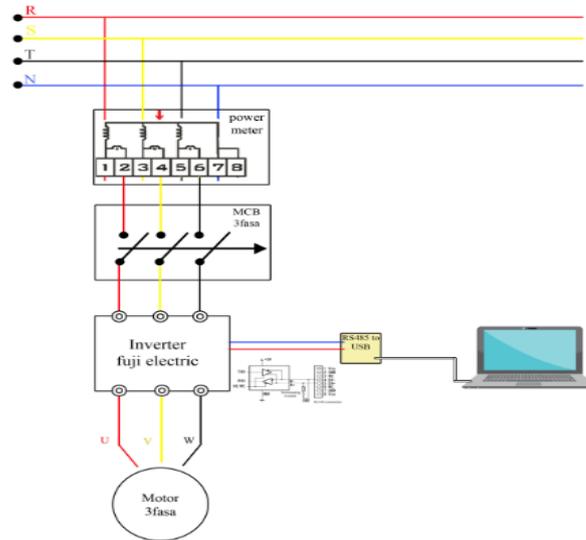
Analisa kerja dari Sistem Kendali PID ini akan dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian, meliputi analisa kinerja alat dengan memberikan beban yang bervariasi pada motor induksi tiga fasa sehingga diketahui kinerja alat dalam mengontrol kecepatan motor dapat mencapai Titik targer/ *sett point* dengan baik dan membandingkan kontrol PID menguji kesetabilan Sistem.

Instrument sistem yang digunakan dalam perancangan Sistem kendali motor tiga fasa berbasis PID :

1. Sumber tegangan 380V/50 Hz.
2. Mcb tiga fasa FujiElektrik 400V.
3. Inverter FujiElectric Frenic-Ace.
4. Motor induksi tiga fasa OMEGA MOTORI.
5. Port RS485 dan Converter to USB
6. Kabel connector.
7. Mini conveyor.
8. Dan lainnya.

Pada pembuatan kendali adaptif ini pentingnya memahami skema sistem. Skema sistem di butuhkan sebagai pemodelang jaringan kabel terhadap kontrol dimana skema sistem ini di dapat dan di pelajari melalui observasi datasheet dan

melihat name plate maupun pengamatan secara langsung. Adapun skema sistem dapat di lihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 : Diagram system SCADA Gambar 2.2 MCB tiga fasa

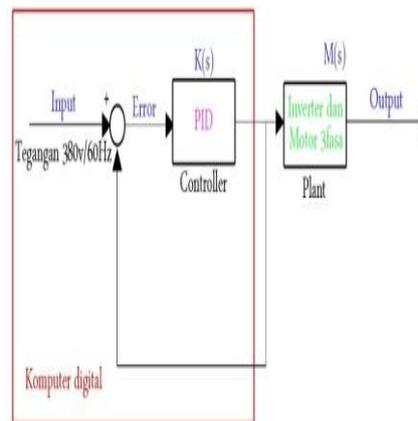
Garis berwarna merah : merupakan Koneksi jaringan R atau fasa R, Garis berwarna Kuning : merupakan Koneksi jaringan S atau fasa S, Garis berwarna Hitam : merupakan Koneksi jaringan T atau fasa T ,Garis berwarna Biru : merupakan Koneksi jaringan N atau Netral.

Dalam proses perancangan tugas akhir ini terdapat beberapa penggunaan perangkat keras. Adapun beberapa Hardware yang akan di pakai ialah :

- a. Sumber tegangan tiga fasa Dapat di ketahui bahwa penggunaan perangkat tiga fasa membutuhkan suplai tegangan 380V dan frekuensi bawaan yang di gunakan di Indonesia yaitu 50Hz. Sumber tegangan ini di dapat dari PLN (perusahaan listrik negara) ketetapan ini di dapat sebagai mana telah di atur melalui Regulasi SNI 04-0225-2000 mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) mengenai Persyaratan Dasar ayat 2.4.2.2 Tegangan dan 2.4.2.4 Frekuensi. Dimana sumber tegangan ini selanjutya akan di hubungkan ke panel *Inverter Training Kit* menggunakan Kabel connector.
- b. Mini Circuit Breaker / MCB yang di gunakan sudah terdapat di dalam panel *Invereter Training Kit* pada rangkaian ini type Fuji Auto Breaker BC63E1CG dengan nilai batas arus 5A tegangan Operasional 400V dan kapasitas Breaking MCB 6000. MCB ini memiliki empat pin input dengan empat pin output dimana bila terjadi hubung singkat antar fasa dengan fasa maupun antar fasa dengan netral maka MCB akan bekerja dengan memutus aliran listrik dari sumber tegangan sehingga mencegah kerusakan pada sistem pada sisi output. Dimana sumber tegangan PLN selanjutya akan di hubungkan ke MCB menggunakan Kabel connector.
- c. Inverter yang di pakai menggunakan type FRNO. 75E2S-4J Fujielectric yang sudah terdapat pada panel *Invereter Training Kit* dengan keterangan :

Flowchart Sistem

Untuk mendukung proses pembuatan Sistem Kendali adaptif kontrol PID motor induksi tiga fasa untuk megoptimalisasi konsumsi daya pada penelitian ini, maka di jelaskan dimana. Di tunjukan dengan Flow Chart sebagai berikut :



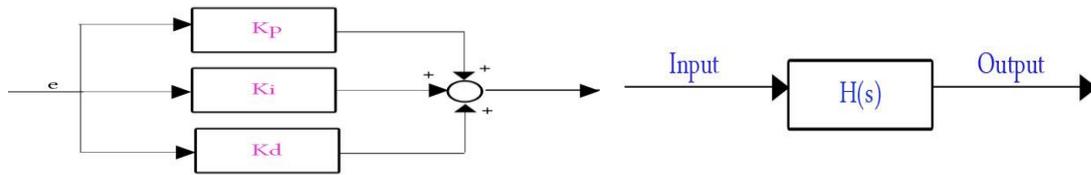
Gambar 2.3 Flowchart Penelitian. Gambar 2.4 Loop tertutup

Fungsi Alih sistem Kontrol Dengan model matematika sistem :
 Sistemkontrol di atas di sebut juga SISO : Single Input Sigle Output Dimana sesuai dengan Sistem Faktor

$$\text{Output} = M_{(s)} \cdot K_{(s)} \cdot \text{Error} \tag{1}$$

$$\text{Error} = \text{Input} - \text{Output} \tag{2}$$

Pada bagian ini tinjauan PIG Dimana $K_{(s)}$ adalah fungsi alih dari paralel kendali PID (*pararell PID controller*) dimana berisikan:



Gambar 2.5 Loop PID. Gambar 2.6 Loop terbuka

$$u(s) = K_p e(s) + \frac{K_p}{T_i} \frac{1}{s} e(s) + K_p T_d s e(s)$$

$$u(s) = \left[K_p + \frac{K_p}{T_i s} + \frac{K_p T_d s}{T_i f s + 1} \right] e(s) = H(s) \tag{3}$$

Maka ditemukan :

$$\frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{M(s) \cdot K(s)}{1 + M(s) \cdot K(s)} = H(s) \tag{4}$$

Dimana $H(s)$ merupakan sistem kontrol Open loop.

3. Hasil Penelitian

Konstanta K_p , K_i , dan K_d yang di uji coba menggunakan Trail dan Error di lihat dari frekuensi yang di inginkan/setpoint (Hz) terhadap frekuensi sebenarnya/actual condition(Hz). Setelah nya melihat respon dari keduanya dengan memperhatikan kesetabilan sistem. Data akan tersimpan di Datalogging dan Termonitor.

Mencari konstanta Proporsional dengan range acuan : 0.020 - 1

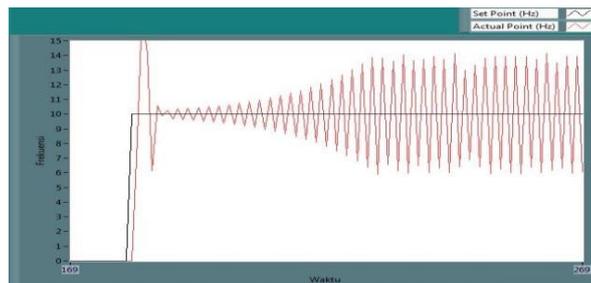
Mencari konstanta Integral dengan range acuan : 0.003 – 1

Mencari konstanta Derivatif dengan range acuan : 0 – 0.007

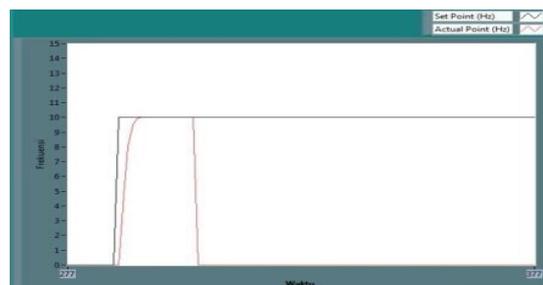
Hasil Uji PID

a. Percobaan 1

Dilakukan dengan merubah : (K_p dengan : 0.900, K_i dengan : 0.005, K_d dengan : 0.001)



Gambar 3.1 PID percobaan 1



Gambar 3.2 PID percobaan 2

Dari proses penelitian di atas di dapat respon sitem.

Table 3.1 hasil data PID percobaan 1

Stady state (s)	Settling time (s)	Over shot (%)
1	2.5	50

b. Percobaan 2

Dilakukan dengan merubah (Kp dengan : 0.200, Ki dengan : 0.005, Kd dengan : 0.001)

Dari proses penelitian di atas di dapat respon sitem.

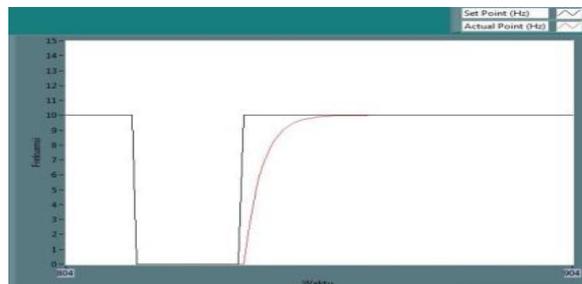
Table 3.2 hasil data PID percobaan 2

Stady state (s)	Settling time (s)	Over shot (%)
1.5	1.5	0

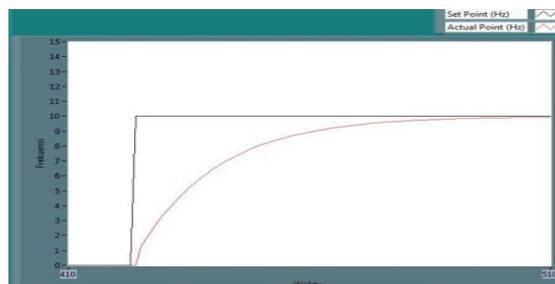
Diperoleh dari dua uji coba perubahan Konstanta Proposional / Kp dapat di lihat, pengaruh Kp terhadap Overshot dimana semakin besar Kp maka respon Stadystate semakin cepat dan dapat menyebabkan Overshot dari sebelumnya 50 % menjadi 0% .

c. Percobaan 3

Dilakukan dengan merubah (Kp dengan : 0.090, Ki dengan : 0.005, Kd dengan : 0.001)



Gambar 3.3 PID percobaan 3.



Gambar 3.4 PID percobaan 4

Dari proses penelitian di atas di dapat respon sitem.

Table 3.3 hasil data PID percobaan 3

Stady state (s)	Settling time (s)	Over shot (%)
2	2	0

d. Percobaan 4

Dilakukan dengan merubah (K_p dengan : 0.090, K_i dengan : 0.020, K_d dengan : 0.001)

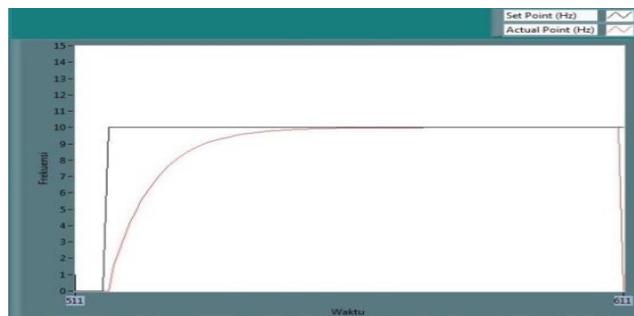
Dari proses penelitian di atas di dapat respon sitem.

Table 3.4 hasil data PID percobaan 4

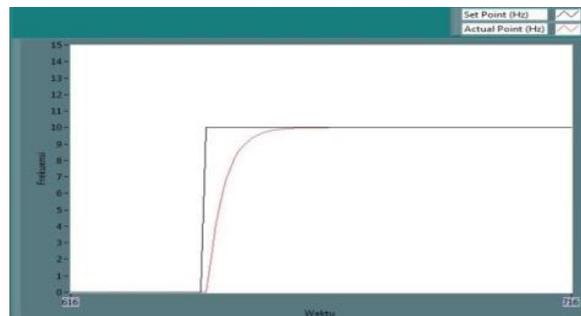
Stady state (s)	Settling time (s)	Over shot (%)
15	15	0

e. Percobaan 5

Dilakukan dengan merubah (K_p dengan : 0.090, K_i dengan : 0.010, K_d dengan : 0.001)



Gambar 3.5 PID percobaan 5.



Gambar 3.6 PID percobaan 6

Dari proses penelitian di atas di dapat respon sitem.

Table 3.5 hasil data PID percobaan 5

Stady state (s)	Settling time (s)	Over shot (%)
10	10	0

Dari percobaan 4 dan 5 pengubahan Konstanta integral dari 0.020 menjadi 0.010. Berpengaruh terhadap respon Stadystate dari yang sebelumnya 15s menjadi 10s. dengan semakin cepatnya respon Stadystate membuat kerja sistem semakin baik.

f. Percobaan 6

Dilakukan dengan merubah (K_p dengan : 0.090, K_i dengan : 0.005, K_d dengan : 0.007)

Dari proses penelitian di atas di dapat respon sitem.

Table 3.6 hasil data PID percobaan 6

Stady state (s)	Settling time (s)	Over shot (%)
5	5	0

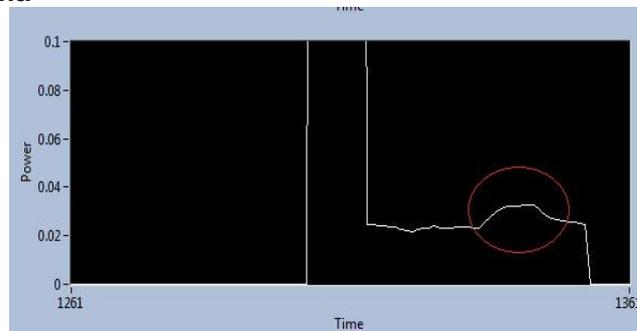
Dari percobaan 6 dengan mengubah Konstanta derivative / Kd terlihat semakin besar Kd maka mengurangi waktu Settlingtime. semakin cepat dari yang sebelumnya 10s menjadi 5s.

Hasil Uji Konsumsi Daya

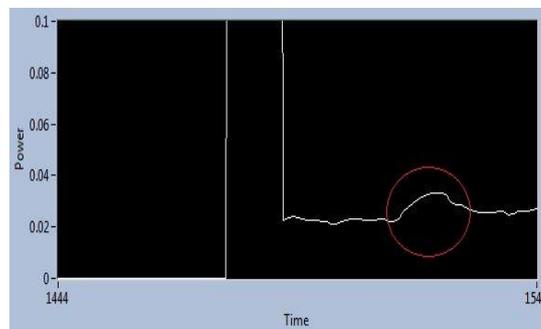
Dari proses penelitian di dapatkan hasil Konsumsi Daya(kW) dengan setpoin/ frekuensi command 10Hz dalam bentuk grafik di amati nilai lonjakan Konsumsi daya ketika di bebani sebagai berikut :

a. Beban 3.5Kg.

Percobaan pertama



Gambar 3.7 respon Daya aktif (kW) percobaan 1



Gambar 3.8 respon Daya aktif (kW) percobaan 2.

Dengan konstanta PID yang di berikan: ($K_p = 0.090$, $K_i = 0.001$, dan $K_d = 0.005$), dapat terlihat dari Grafik respon Daya bahwa daya Output motor yang di beri beban seberat 3.5Kg mengalami lonjakan daya saat conveyor di bebani.

Table 3.7 hasil data Logging percobaan pertama

Tanggal dan waktu	set point (Hz)	Actual kondisi (Hz)	Output Motor (kW)
7/1/2019 17:49	0	0	0
7/1/2019 17:49	10	5.81	0.66
7/1/2019 17:49	10	10.09	0.67
7/1/2019 17:49	10	10	0.02
7/1/2019 17:49	10	10	0.02
7/1/2019 17:49	10	10	0.02
7/1/2019 17:49	10	10	0.03
7/1/2019 17:49	10	10	0.03
7/1/2019 17:49	10	10	0.02

Percobaan kedua

Dengan konstanta PID yang di berikan: ($K_p = 0.090$, $K_i = 0.001$, dan $K_d = 0.005$)
 Dapat terlihat dari Grafik respon Daya bahwa daya Output motor yang di beri beban seberat 3.5kg mengalami lonjakan daya saat conveyor di bebani.

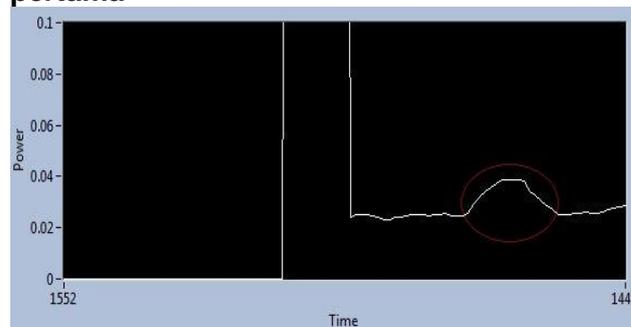
Table 3.2 hasil data Logging percobaan kedua

tanggal dan waktu	set point (Hz)	Actual kondisi (Hz)	Output Motor (kW)
7/1/2019 18:03	0	0	0
7/1/2019 18:03	10	8.72	1.31
7/1/2019 18:03	10	10.01	1.33
7/1/2019 18:03	10	10	0.02
7/1/2019 18:03	10	10	0.02
7/1/2019 18:03	10	10	0.02
7/1/2019 18:03	10	10	0.03
7/1/2019 18:03	10	10	0.03
7/1/2019 18:03	10	10	0.03

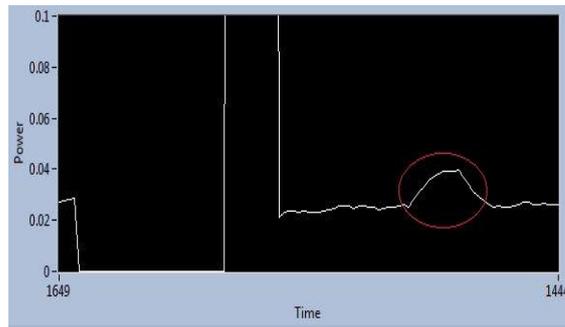
Dari dua kali percobaan di atas dapat kita peroleh bahwa lonjakan Daya Aktif yang di konsumsi motor di akibatkan pemberian beban sebesar 3.5kg senilai 0.01kW

b. Beban 7Kg.

Percobaan pertama



Gambar 3.9 respon Daya aktif (kW) percobaan 1.



Gambar 3.10 respon Daya aktif (kW)

Dengan konstanta PID yang di berikan: ($K_p = 0.090$, $K_i = 0.001$, dan $K_d = 0.005$), dapat terlihat dari Grafik respon Daya bahwa daya Output motor yang di beri beban seberat 7kg mengalami lonjakan daya saat conveyor di bebani.

Table 3.3 hasil data Logging percobaan pertama

tanggal dan waktu	set point (Hz)	Actual kondisi (Hz)	Output Motor (kW)
7/1/2019 18:14	0	0	0
7/1/2019 18:14	10	10.18	1.32
7/1/2019 18:14	10	10	0.68
7/1/2019 18:14	10	10	0.02
7/1/2019 18:14	10	10	0.02
7/1/2019 18:14	10	10	0.03
7/1/2019 18:15	10	10	0.04
7/1/2019 18:15	10	10	0.04
7/1/2019 18:15	10	10	0.03

Percobaan kedua

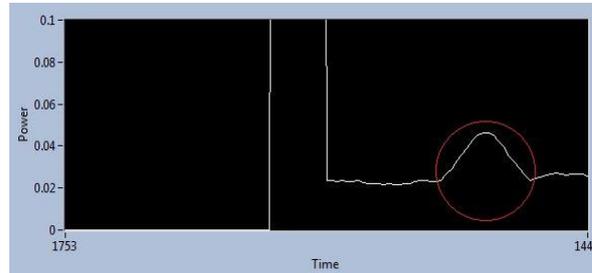
Dengan konstanta PID yang di berikan: ($K_p = 0.090$ $K_i = 0.001$ dan $K_d = 0.007$) Dapat terlihat dari Grafik respon Daya bahwa daya Output motor yang di beri beban seberat 7kg mengalami lonjakan daya 0.1 kW saat conveyor di bebani.

Table 3.4 hasil data Logging percobaan kedua

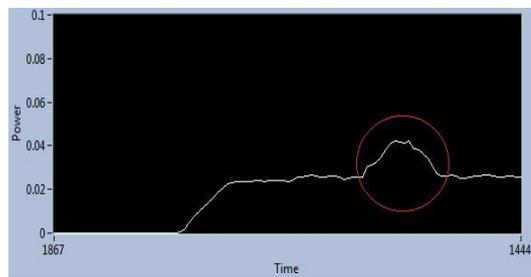
tanggal dan waktu	set point (Hz)	Actual kondisi (Hz)	Output Motor (kW)
7/1/2019 18:20	0	0	0
7/1/2019 18:20	10	10.13	0.66
7/1/2019 18:20	10	10	0.02
7/1/2019 18:20	10	10	0.02
7/1/2019 18:20	10	10	0.03
7/1/2019 18:20	10	10	0.02
7/1/2019 18:20	10	10	0.03
7/1/2019 18:20	10	10	0.04
7/1/2019 18:20	10	10	0.04
7/1/2019 18:20	10	10	0.03

Dari dua kali percobaan di atas dapat kita peroleh bahwa lonjakan Daya Aktif yang di konsumsi motor di akibatkan pemberian beban sebesar 7kg senilai 0.01kW.

**c. Beban 10.5Kg.
Percobaan pertama**



Gambar 3.11 respon Daya aktif (kW) percobaan 1



Gambar 3.12 respon Daya aktif (kW) percobaan 2

Dengan konstanta PID yang di berikan: ($K_p = 0.090$ $K_i = 0.001$ dan $K_d = 0.005$) Dapat terlihat dari Grafik respon Daya bahwa daya Output motor yang di beri beban seberat 10.5kg mengalami lonjakan daya 0.03 kW saat conveyor diberi beban.

Table 3.5 hasil data Logging percobaan pertama

tanggal dan waktu	set point (Hz)	Actual kondisi (Hz)	Output Motor (kW)
7/1/2019 18:24	10	0	0
7/1/2019 18:24	10	10.15	0.66
7/1/2019 18:24	10	10.01	0.67
7/1/2019 18:24	10	10	0.02
7/1/2019 18:24	10	10	0.02
7/1/2019 18:24	10	10	0.03
7/1/2019 18:25	10	10	0.04
7/1/2019 18:25	10	10	0.05
7/1/2019 18:25	10	10	0.04
7/1/2019 18:25	10	10	0.02

Percobaan kedua

Dengan konstanta PID yang di berikan: ($K_p = 0.090$, $K_i = 0.001$, dan $K_d = 0.005$) Dapat terlihat dari Grafik respon Daya bahwa daya Output motor yang di beri beban seberat 10.5kg mengalami lonjakan daya saat conveyor diberi beban.

Table 3.6 hasil data Logging percobaan kedua

tanggal dan waktu	set point (Hz)	Actual kondisi (Hz)	Output Motor (kW)
7/1/2019 18:29	10	0	0
7/1/2019 18:29	10	10.14	0.01
7/1/2019 18:29	10	10.01	0.02
7/1/2019 18:29	10	10	0.02
7/1/2019 18:29	10	10	0.03
7/1/2019 18:29	10	10	0.04
7/1/2019 18:29	10	10	0.04

Dari dua kali percobaan dengan beban 10.5kg dapat kita peroleh bahwa lonjakan Daya Aktif yang di konsumsi motor di akibatkan pemberian beban senilai 0.02kW. Dari hasil uji Konsumsi Daya motor induksi tiga fasa ketika di beri pembebanan 3.5Kg, 7Kg, 10.5Kg. Terlihat kenaikan Daya motor sebesar 0.01kW, 0.02kW, dan 0.02kW. meningkatnya Konsumsi Daya berjalan berbanding Lurus dengan Arus.

Sebagaimana Rumus Daya :

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}$$

Dimana : (P adalah Daya aktif, V adalah Tegangan, $\cos\phi$ adalah Faktorn daya, $\sqrt{3}$ adalah konstanta ketika sumbertegangan tiga fasa). Dari rumus Daya di atas terlihat pengaruh besaran arus dan tegangan ikut andil dalam menentukan Nilai daya yang terukur.

4. Kesimpulan

Semakin besar konstanta proposional semakin cepat respon Stadystate dicapai, Semakin besar konstanta integral semakin lambat respon Stadystate dicapai, Semakin besar konstanta derivative maka akan semakin cepat respon Stadystate dicapai. Dari pembebanan motor ketika beban 3.5 kg, 7kg, dan 10.5kg. Terdapat kenaikan Daya motor, sebesar 0.01kW, 0.02kW, dan 0.02kW.

Daftar Pustaka

1. Fatih MW, ErmanuAH, Diding S, 2016, **Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa**, KINETIK-Vol 1 Mei 2016, ISSN 2503-2259, E-ISSN 2503-2267
2. Suharto, 1985, **Teknik Sistem Kontrol**, Djambatan,