

PROTOTIPE KENDALI MOTOR INDUKSI SATU PHASA

Oleh

NH.Kresna

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang

Email : nh_kresna@yahoo.com

Abstrak

Penggerak utama beban mekanik yang ada di industri tetap pilihan utama jenis peralatan motor induksi, karena motor induksi lebih ekonomis dan perawatan yang mudah. Dalam operasinya perilaku putaran motor induksi tetap dijaga konstan walaupun beban mekanik berfluktuasi. Guna menjaga konstan putaran motor induksi diperlukan sebuah kendali kecepatan putar motor. Kemajuan teknologi dibidang semikonduktor yang melahirkan komponen mikrokontroler yang lebih mudah dan efisien penggunaannya. Penggunaan mikrokontroler saat ini sudah meluas keberbagai bidang, termasuk dalam kendali kecepatan motor. Dengan menggunakan mikrokontroler maka dapat memberikan otomatisasi kerja dari sebuah motor. Dari hasil pengujian peralatan prototipe memperlihatkan pengaturan kecepatan putaran motor induksi dengan kendali mikrokontroler maka kinerja kendali kecepatan putaran motor mendekati putaran konstan.

Kata Kunci : kendali putaran, mikrokontroler, motor induksi 1 phasa

Abstract

The main driver of the existing mechanical load of industry remains the primary choice of equipment type induction motor, induction motor as a more economical and easy maintenance. In the operating behavior of the induction motor rotation is kept constant despite fluctuating mechanical loads. In order to maintain a constant rotation required an speed induction motor control. Progress in the field of semiconductor technology which gave birth to the microcontroller components more easily and efficiently use. The use of microcontroller is now widespread every related field, including the control of motor speed. By using the microcontroller can provide automation of work of a motorcycle. From the test results show the prototype equipment rotation speed control of induction motor with microcontroller control the rotation speed of the motor control performance approaching constant rotation.

Keywords: speed control, microcontroller, 1 phase induction motor

1. Pendahuluan

Prinsip kerja dari sistem pengatur kecepatan motor induksi satu fasa dengan pengaturan PWM (Pulse Width Modulation) berbasis

pengendali mikro adalah dapat mengatur kecepatan motor yang diinginkan dan sebagai penstabil kecepatan. Sumber tegangan dari motor adalah tegangan keluaran dari rangkaian inverter berkendali dengan menggunakan transistor. Rangkaian

inverter ini yang akan mengatur tegangan motor. Tegangan keluaran dari inverter dapat divariasikan dengan mengatur trigger transistor pada rangkaian inverter. Dengan pengaturan penyalan transistor, tegangan keluaran inverter dapat diatur begitu juga dengan kecepatan motor.

Tacho generator yang dikopel dengan motor berfungsi sebagai umpan balik dan akan mendeteksi penyimpangan atau perbedaan antara set-poin terhadap sinyal umpan balik yang terjadi.

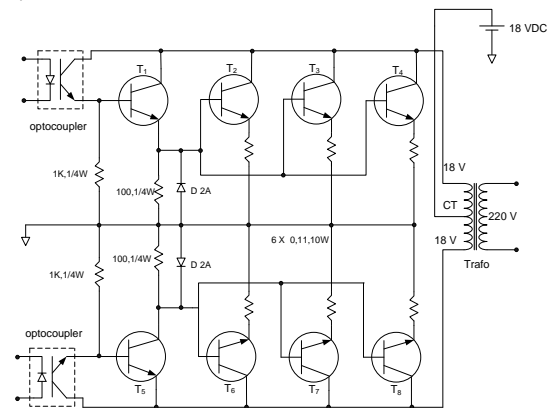
Kecepatan motor yang telah diset sesuai dengan kecepatan yang kita inginkan melalui pengaturan set-poin akan mengalami perubahan kecepatan apabila motor dibebani karena tegangan keluaran dari thyristor ikut berubah.

Tacho generator akan membangkitkan suatu tegangan yang sebanding terhadap kecepatan motor. Dengan berubahnya kecepatan motor tegangan yang dibangkitkan, maka tacho generator ikut berubah. Tegangan yang dihasilkan tacho generator diumpungkan ke pengendali mikro menggunakan ADC (Analog to Digital Converter). Antara set-poin dengan tegangan umpan balik terjadi penggabungan dan selisihnya (*error voltage*), yaitu tegangan masukan bagi rangkaian pengkondisian sinyal yang akan diolah oleh pengendali mikro. Tegangan *error* inilah yang akan sehingga outputnya sama dengan nilai yang disetting. Keluaran dari pengendali mikro dilanjutkan ke rangkaian isolasi sebelum masuk ke rangkaian inverter. Apabila terjadi error maka pengendali mikro akan otomatis melakukan pergeseran

sudut penyalan akan bertambah dan tegangan keluaran inverter akan bertambah pula. Penambahan tegangan keluaran inverter sebanding dengan penambahan beban motor, sehingga kecepatan motor kembali pada kecepatan semula.

2. Konsep Rangkaian kendali Inverter

Bagian terpenting dari pengaturan ini selain rangkaian kendali adalah inverter. Perancangan inverter menggunakan transistor daya AN 3055 yang berfungsi sebagai pensaklaran. Untuk meningkatkan daya keluaran dari inverter menggunakan transistor yang dirangkai secara paralel yang dihubungkan ke sisi primer sebuah transformator. Transformator yang digunakan dalam perancangan inverter ini pada sisi primer 18 V CT dan pada sisi sekunder 220V. Adapun bentuk rangkaian inverter dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1 : rangkaian inverter

Perubahan tegangan DC ke tegangan AC yang biasa disebut inverter berfungsi merubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC dengan amplitudo dan frekuensi yang bervariasi. Perubahan

tegangan keluaran dapat dicapai dengan pengaturan besarnya tegangan masukan inverter akan tetapi penguatan inverter tetap. Dilain hal apabila tegangan masukan tetap tidak dikendalikan, bervariasinya tegangan keluaran dapat dilakukan dengan pengaturan yang disebut dengan pengaturan lebar pulsa (PWM) yang terpasang pada inverter tersebut.

Gelombang keluaran tegangan inverter ideal berupa gelombang sinusoidal, akan tetapi gelombang keluaran yang sebenarnya tidak sinusoidal murni dan memiliki harmonisa. Untuk penggunaan daya rendah dan menengah akan terdapat gelombang tegangan persegi sedangkan untuk pemakaian daya besar distorsi gelombang sinusoidal yang dihasilkan dapat ditekan dengan menggunakan komponen semikonduktor dengan pensaklaran cepat. Harmonisa pada tegangan keluaran dapat diminimalkan secara signifikan dengan teknik pensaklaran.

Inverter dapat dibagi atas dua tipe yaitu, inverter satu phasa dan inverter tiga phasa. Teknik pengendalian inverter dengan PWM yang dirancang khusus untuk mengatur tegangan keluaran disebut Voltage Fed Inverter (VFI). Jika tegangan masukan inverter konstan. Sedangkan apabila arus masukan dibuat konstan dan keluarannya dapat dikendalikan dinamakan Current Fed Inverter (CFI).

2.1. Kendali Tegangan pada Inverter

Rangkaian DC dapat diperoleh dari rangkaian konverter tanpa kendali dan didapatkan V_{dc} yang konstan.

Pada sebuah sistem yang linier tegangan keluaran inverter V_O dapat dinyatakan oleh tegangan masukan V_{dc} dengan sebuah pengali m_a .

$$V_O(\theta) = m_a(\theta) \cdot V_1(\theta) \quad (1)$$

Blok rangkaian kontrol adalah pengaturan waktu penyalaan dan pemadaman transistor. Hal ini menunjukkan output frekuensi dari inverter yang ditentukan oleh variasi dari referensi osilator. Bila g_1 dan g_2 adalah sinyal untuk transistor, maka fungsi penyambungan adalah;

$$m_a(\theta) = g_1 - g_2 \quad (2)$$

$m_a(\theta)$ dapat dinyatakan dalam deret Fourier sebagai $m_a(\theta)$

$$= \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1,2,3,\dots}^p (A_n \cos n\theta + B_n \sin n\theta) \quad (3)$$

Bila p adalah banyak pulsa dalam seperempat siklus gelombang dan p adalah bilangan genap, maka :

$$A_n = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} m_a(\theta) n\theta d\theta \quad (4)$$

Karena simetri setengah gelombang maka, $A_0 = A_n = 0$ dan persamaan menjadi:

$$m_a(\theta) = \sum_{n=1,2,3,\dots}^{\infty} (B_n \sin n\theta) \quad (5)$$

$$= \frac{4}{\pi} \sum_{m=1,2,3,\dots}^p \left(\frac{1}{m}\right) \sin n\alpha_m \quad (6)$$

Jika gelombang sinusoidal mempunyai frekuensi ω_1 , maka tegangan keluaran adalah;

$$(V_0)_1 = V_{DC} \cdot m_a \cdot \sin \omega_1 t$$

3. Analisa dan pengujian

3.1. Proses Pengujian

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang baik, dilakukan melalui tahapan-tahapan:

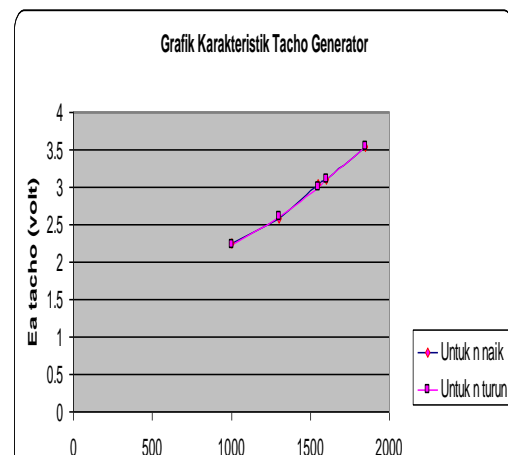
Pengujian tacho generator

Mendapatkan karakteristik tacho generator dapat dilakukan dengan cara mengopel tacho generator dengan motor induksi satu fasa. Motor induksi satu fasa diberi tegangan sumber. Tegangan sumber yang diberikan pada motor induksi satu fasa divariasikan untuk mendapatkan putaran yang bervariasi pula. Dengan putaran yang terjadi pada tacho generator tersebut yang dikopel dengan motor induksi satu fasa maka akan menghasilkan tegangan. Tegangan yang dihasilkan akan bervariasi pula sesuai dengan kecepatan motor induksi. Data dari tacho generator yang diambil adalah dari kecepatan maksimum sampai kecepatan minimum dan sebaliknya dari kecepatan minimum ke maksimum. ujuan dari pengambilan data tacho generator ini adalah untuk dapat melihat karakteristik dari tacho generator yang dipakai. Pengujian untuk mendapatkan karakteristik tacho generator dapat dilihat pada tabel 1,2 dan gambar 2

Tabel 1. Data untuk kecepatan putaran menaik

n (rpm)	V tacho (volt)	Vt (volt)	IL (A)
1850	3,55	100	0,55
1600	3,098	93	0,52
1550	3,04	78	0,50
1300	2,61	74	0,48
1000	2,23	68	0,44

Tabel 2. Data untuk kecepatan menurun



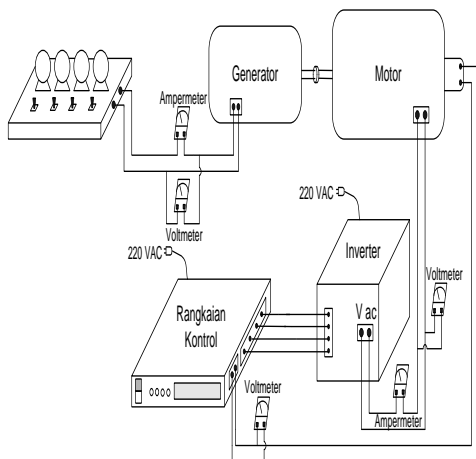
n (rpm)	V tacho (volt)	Vt (volt)	IL (A)
1000	2,24	65	0,42
1300	2,58	75	0,45
1550	3,04	80	0,49
1600	3,095	90	0,53
1850	3,55	100	0,55

Gambar 2. Karakteristik pengujian tachogenerator.

4. Data Hasil Pengujian

Untuk dapat memperoleh data dilakukan pengujian-pengujian untuk tacho generator, pengujian sistem loop terbuka, pengujian loop tertutup berpengendali PID. Pengujian sistem loop terbuka maupun sistem loop tertutup dilakuakn pengujian tanpa beban dan berbeban.

Pengujian langsung diberikan dengan lebar pulsa maksimum pada inverter. Pengujian dilakukan mulai dari beban nol dan penambahan beban. Sehingga dengan dilakukannya pengujian ini dapat dilihat pengaruh kecepatan motor terhadap pembebanan.

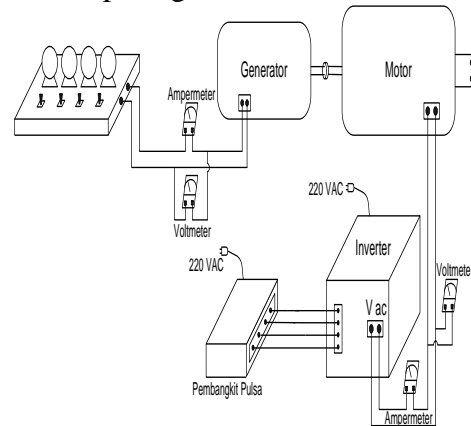


Gambar 3. Rangkaian pengujian prototipe

Pengujian Sistem Loop Terbuka

Pengujian loop terbuka dilakukan pengujian dengan cara pulsa trigger PWM diberikan maksimum dengan menggunakan rangkaian IC CD4047 dan op-amp. Hal ini dikarenakan rangkaian

kontrol tidak dirancang untuk kerja open loop. Gambar percobaan dapat dilihat pada gambar 5

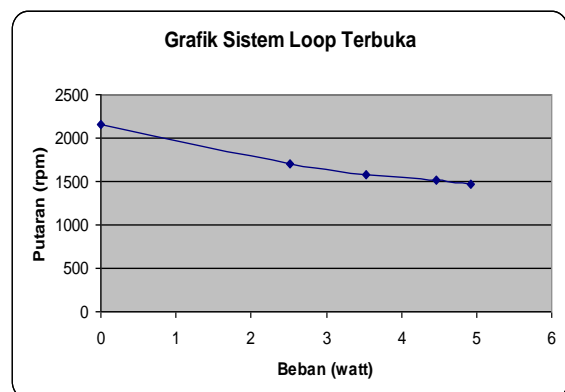


Gambar 4 : Gambar pengujian loop terbuka.

Dari pengujian sistem loop terbuka didapatkan data sebagai berikut

Tabel 3 : Data hasil pengujian loop terbuka

Vt (volt)	IL (A)	n (rpm)	V gen (V)	I gen (A)
150	0,58	2150	7,8	0
146	0,61	1710	6,8	0,37
138	0,67	1580	5,2	0,68
130	0,72	1520	4,7	0,95
125	0,83	1470	4,10	1,2



Gambar 5 Karakteristik pengujian pada loop terbuka

Pengujian Sistem Loop Tertutup

Sistem loop tertutup dilakuakn dengan pengujian tanpa beban dan berbeban serta melakukan penyetingan atau penalaan terhadap pengendali PID. Pada pengujian didapatkan data set poin terhadap putaran seperti tabel 4 berikut

Tabel 4 Data set-poin putaran dengan tegangan Ea tacho

Putaran (rpm)	Ea gen (V)
1000	2,25
900	1,75

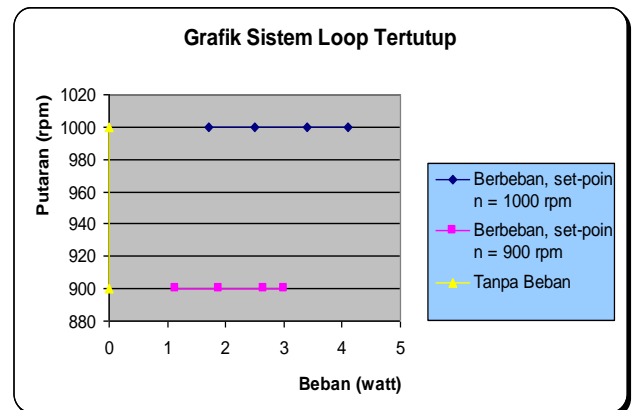
Untuk penyetingan atau penalaan konstanta PID digunakan metoda coba-coba (try and error). Metoda coba-coba masih didasari atas pendekan metoda Zeiger-Nichols, dimana saat penyetingan nilai-nilai yang didapatkan memungkinkan penunjukan keluaran pengendali mencapai keadaan respon yang baik.

Dikarenakan penyetingan nilai konstanta PID menggunakan nilai variasi tegangan yang diinputkan ke pengendali mikro yang sebelumnya dikonversikan dari tegangan analog (0 – 5 V) menjadi keluaran digital yang akan dibaca oleh pengendali mikro. Pada gambar 6 dan 7, 8 memperlihatkan set poin pada putaran 900 dan 1000 rpm hasil pengendalian mendekati set poin putaran atau konstan walaupun terjadi flutuasi beban.

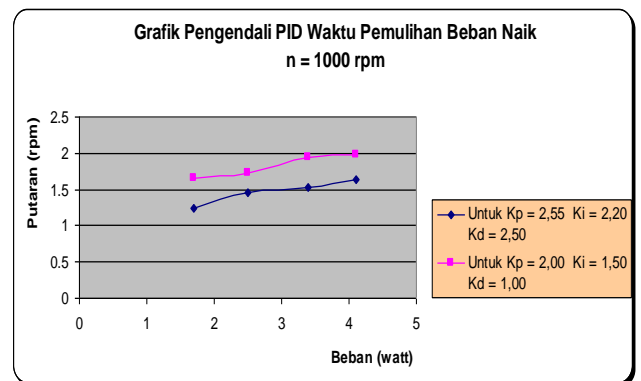
❖ Data hasil pengujian untuk nilai penyetingan $K_p = 2,55$ $K_i = 2,20$ $K_d = 2,50$ tanpa beban dan berbeda dapat dilihat tabel 5

Tabel 5. Data untuk tanpa beban

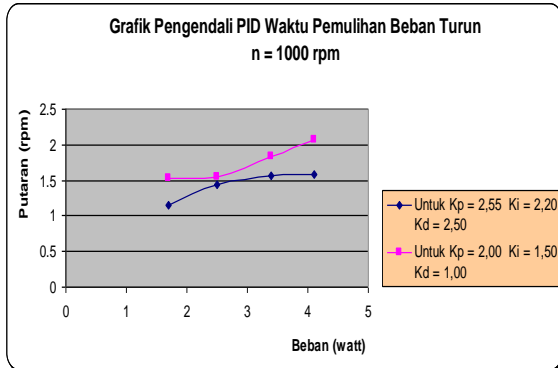
Putaran (rpm)	Vt (V)	IL (A)	Ea tacho (V)	Vgen (V)
1000	90	0,65	2,25	6,16
900	85	0,61	1,75	4,5



Gambar 6. : Karakteristik pembebanan terhadap putaran loop tertutup

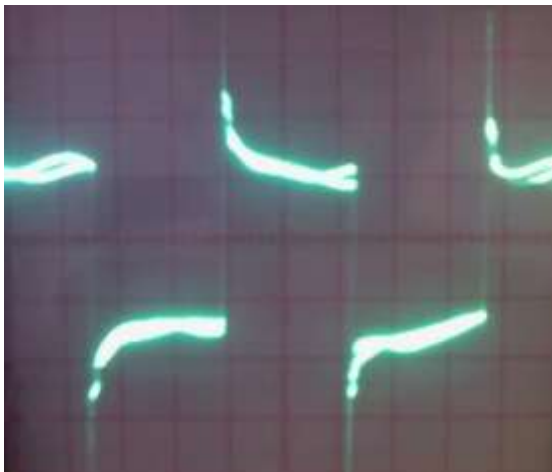


Gambar 7. Karakteristik waktu pemulihan terhadap pembebanan naik



Gambar 8 : Karakteristik waktu pemulihan terhadap pembebanan turun

Bentuk Prototipe Sinyal Inverter



Gambar 9 : Gambar sinyal PWM dengan penyalan minimum



Gambar 10 : Bentuk sinyal PWM dengan penyalan maksimum

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap peralatan yang dirancang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaturan kecepatan putaran motor induksi satu fasa dapat dilakukan dengan mengatur tegangan input motor melalui pengaturan lebar pulsa penyalan transistor daya padarangkaian inverter satu fasa.
2. Pengaturan lebar pulsa dilakukan dengan menggunakan sistem pengendalian PID yang dibangun menggunakan sebuah pengendali mikro dengan menggunakan LCD sebagai tampilan.
3. Pada perancangan ini menggunakan *Single Pulse width modulation*.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Arianto Widyatma, Haryono Eduard, Fredy**, "Belajar Mikroprosesor-Mikrokontroler Melalui PC", 1994.

2. **R. Sumarno, I. Satyoadi** “*Mengatur Kecepatan Motor DC Single Phase Menggunakan Personal Computer*”, Jurnal seminar Ke III Mesin Elektrik dan Elektronika Daya.
3. **J. Michel Jacob**,” *Industrial Control Electronics, Application and Design*,” Prentice Hall International, Inc.
4. **Zuhal**,” *Dasar Tenaga Listrik*,” ITB, Bandung.
5. **Batara Elektronik**,” *Dasar Pelatihan Mikrokontroler AT89XX*,”
WWW.Bataraelektrindo.com
6. **Fitzgerald**,” *Electrical Machinery*,” International student Edition.
7. **Suhata**,” *Aplikasi Mikrokontroler Sebagai Pengendali Peralatan Elektronik*,” PT. ElexMedia Komputindo, Jakarta, 2004.
8. **Muhammad H. Rasid** “*Power Electronics Circuit, Devices, and Applications* “ Prentice-Hall : 1996