

ANALISIS MOTOR INDUKSI SATU FASA DENGAN METODE CYCLOCONVERTER BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51

Muhammad Andang Novianta

Jurusan Teknik Elektro Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Kampus ISTA Jl. Kalisahak No. 28 Kompleks Balapan Yogyakarta
Telp 0274-563029, Fax 0274-563847, email : m_andang@akprind.ac.id

Abstrak

Motor induksi satu fasa dengan kapasitor banyak digunakan pada mesin-mesin seperti almari es, kompresor, pompa air dan mesin cuci. Konstruksinya sama dengan motor fasa belah, hanya ada penambahan satu atau lebih kapasitor yang terhubung seri dengan kumparan bantu. Motor kapasitor dapat memberikan gaya putar yang lebih besar dengan arus start lebih kecil daripada motor fasa belah. Dengan pemasangan kapasitor secara seri dengan kumparan bantu, maka beda fasa antara arus kumparan utama dan kumparan bantu akan menjadi besar (maksimum 90°). Akibat beda fasa (θ) yang besar ini, maka medan magnet putar yang dihasilkan oleh kumparan stator akan menjadi besar dan dengan sendirinya gaya putar rotor akan menjadi besar pula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan beda fasa (θ) yang semakin besar, maka medan magnet putar yang dihasilkan oleh kumparan stator akan menjadi besar dan dengan sendirinya gaya putar rotor akan menjadi besar pula. Beda fasa (θ) yang paling besar terjadi pada percobaan kapasitor dengan nilai paling kecil, sedangkan beda fasa (θ) yang paling kecil terjadi pada percobaan kapasitor dengan nilai paling besar. Semakin besar nilai kapasitor maka $\cos \phi$ akan semakin besar dan perubahan sudut penyulutan (α) dan waktu penyulutan (t) dapat mempengaruhi kecepatan putaran dan daya pada motor induksi satu fasa.

Kata kunci : motor induksi satu fasa, mikrokontroler AT89S51, cycloconverter

1. PENDAHULUAN

Motor satu fasa dengan kekuatan kurang dari 1 PK dewasa ini banyak digunakan dirumah tangga, kantor, pabrik, bengkel maupun perusahaan-perusahaan. Pada motor induksi tiga fasa dapat dilihat, bahwa fluks magnet yang terbentuk disekitar stator merupakan medan magnet yang berputar. Akan tetapi, lain halnya dengan medan magnet yang terbentuk pada motor satu fasa dimana fluks magnet hanya bergantian arah saja, sehingga menyukarkan bagi motor sewaktu mulai dijalankan. Untuk memperbesar daya bagi perputaran motor sewaktu *start*, diperlukan bantuan yang pada prinsipnya dengan jalan membentuk medan magnet baru yang berbeda arah dengan medan magnet utama. Dalam hal ini, berarti harus terdapat aliran listrik baru yang tidak sefasa dengan aliran listrik yang mengalir pada kumparan utama (*Main Winding*), yang berarti harus terdapat kumparan kedua yang terpisah dari kumparan utama [7].

Oleh karena itu sebenarnya pada motor *split phase* menggunakan listrik satu fasa, tetapi didalam lilitan stator terdapat arus listrik dua fasa, yang mengalir pada kumparan utama dan kumparan kedua. Kumparan kedua ini umumnya disebut kumparan bantu (*auxiliary winding*). Untuk membentuk adanya dua buah arus listrik yang berbeda fasa, digunakan sistem penggeser fasa, sehingga dari satu fasa listrik yang dimasukkan maka didalam motor terbentuk listrik dua fasa. Umumnya hal ini dapat dilaksanakan dengan memasang seri pada kumparan bantu sebuah rangkaian kumparan (induktor) maupun kapasitor.

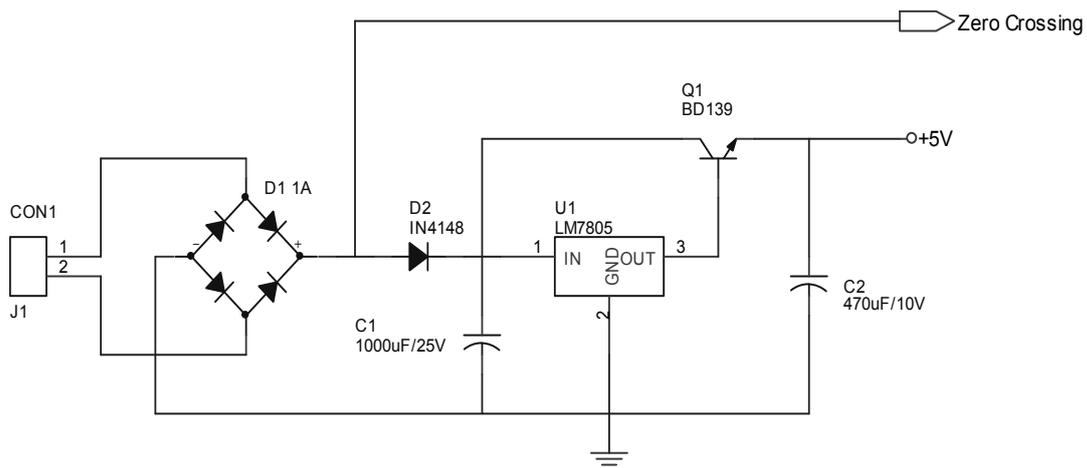
Secara umum motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Pada motor AC, kumparan rotor tidak menerima energi listrik secara langsung, tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada kumparan sekunder transformator. Oleh karena itu, motor AC dikenal dengan motor induksi. Sebenarnya motor induksi dapat diidentikkan dengan transformator yang kumparan primer sebagai kumparan stator, sedangkan kumparan sekunder sebagai kumparan rotor [3].

Disebut motor satu fasa, karena untuk menghasilkan tenaga mekanik, pada motor tersebut dimasukkan tegangan satu fasa. Di dalam praktek sering dijumpai motor satu fasa dengan lilitan dua fasa. Dikatakan demikian, karena di dalam motor satu fasa lilitan statornya terdiri dari dua jenis lilitan, yaitu lilitan pokok dan lilitan Bantu. Kedua jenis lilitan tersebut dibuat sedemikian rupa, sehingga walaupun arus yang mengalir pada motor adalah arus/tegangan satu fasa, akan mengakibatkan arus yang mengalir pada masing-masing lilitan mempunyai perbedaan fasa. Atau dengan kata lain, bahwa arus yang mengalir pada kumparan utama dan bantu tidak sefasa dan penyalaan TRIAC dilakukan dengan perbedaan urutan fasa 120° dengan mengatur sudut penyalaan α terhadap perpotongan sumbu nol sedemikian rupa, akan diperoleh suatu pengaturan antara $0 < V < V_{maks}$.

2. METODE PENELITIAN

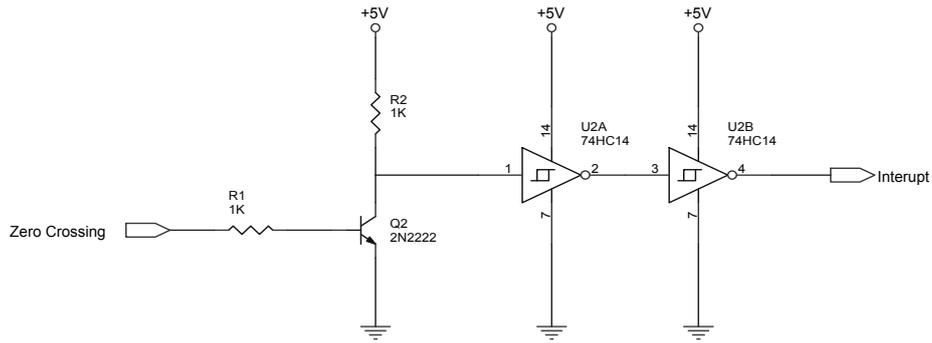
Peralatan penelitian yang digunakan terdiri dari:

- Motor induksi satu fasa (spesifikasinya; merk DAB, tegangan AC 220 volt, frekuensi 50 Hz, daya *output* 100 Watt, kapasitas maksimal 42 liter/menit, kecepatan 2850 rpm, *winding class* F, jumlah kutub utama 2 buah, \varnothing 35 mm², jumlah kutub bantu 2 buah, \varnothing 30 mm²).
- Rangkaian catu daya, alat ini bekerja pada tegangan 5 volt DC untuk mengubah tegangan 220 V AC menjadi tegangan 5 volt DC yaitu dengan menggunakan trafo penurun tegangan untuk menurunkan tegangan 220 V menjadi 12 V AC, kemudian disearahkan dengan menggunakan 4 buah dioda dan kapasitor sebagai tapis dan diregulasikan menjadi 5 V_{DC}, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

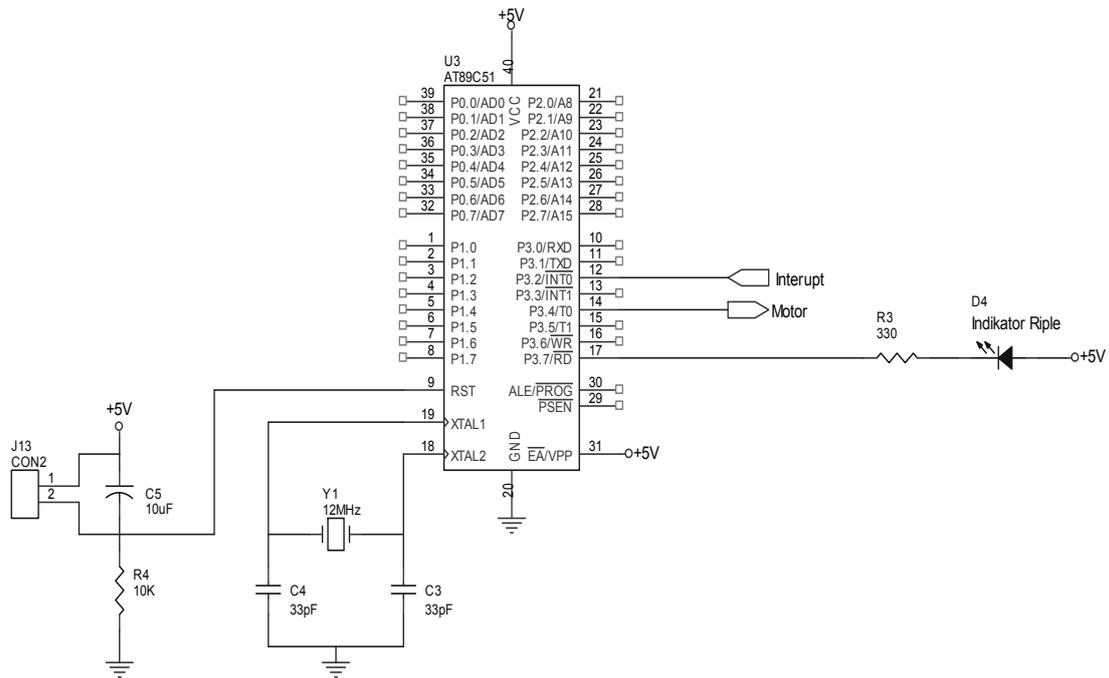


Gambar 1. Rangkaian catu daya

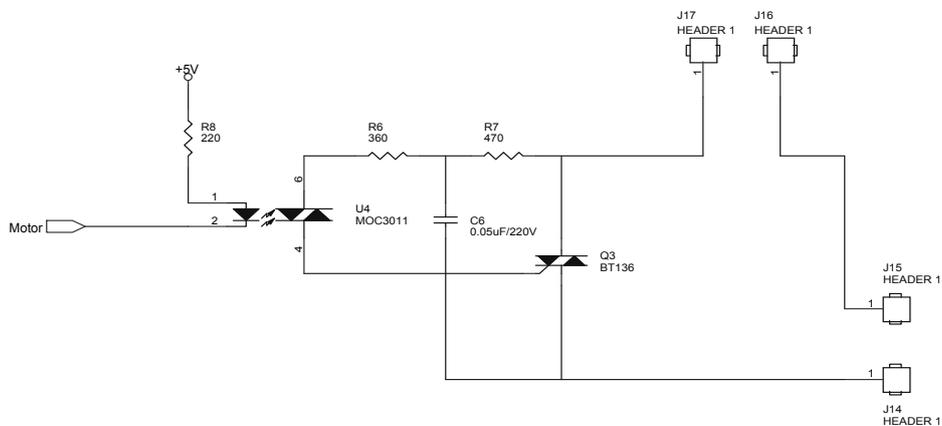
- Rangkaian TRIAC. Rangkaian ini bekerja sebagai pengatur daya. Daya yang disalurkan ke beban bisa diatur dengan mengatur waktu tunda (Δt) saat penyulutan TRIAC, terhitung mulai saat tegangan sinus jala-jala listrik mencapai titik nol. Teknik pengaturan waktu tunda penyulutan semacam ini dikatakan sebagai teknik *cycloconverter*.
- Rangkaian pengaturan frekuensi dengan teknik *cycloconverter* dengan mikrokontroler AT89C51 terdiri dari 4 bagian, yaitu:
 - 1) Bagian pertama sensor *zero crossing* (Gambar 2)
 - 2) Bagian kedua pengendali utama (Gambar 3)
 - 3) Bagian ketiga saklar elektronik pengatur daya (Gambar 4)
 - 4) Bagian keempat rangkaian display *7-segment* (Gambar 5)



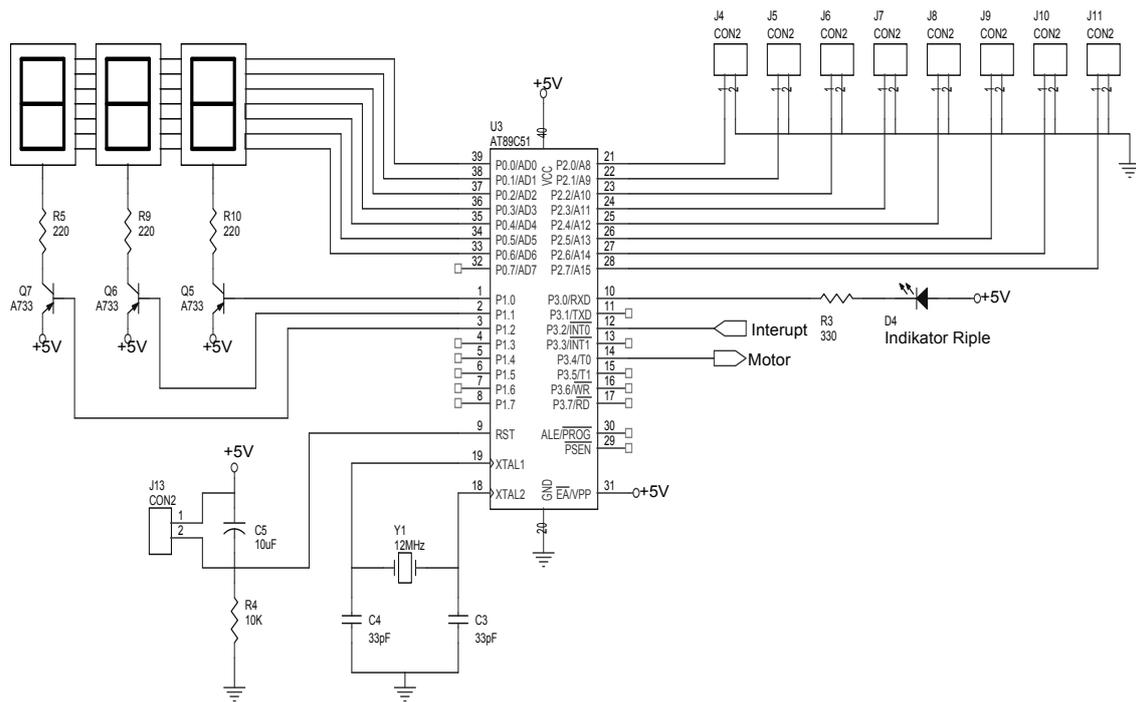
Gambar 2. Rangkaian Sensor Zero Crossing



Gambar 3. Rangkaian pengendali utama (Mikrokontroler AT89C51)



Gambar 4. Saklar elektronis pengatur daya



Gambar 5. Rangkaian display 7-segment

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan beda fasa (θ) dan faktor daya ($\cos \phi$) untuk frekuensi 50 Hz

Untuk perhitungan digunakan tahanan utama sebesar $22,5 \Omega$ dan tahanan bantu $51,3\Omega$

Tabel 1. Data hasil pengukuran untuk frekuensi 50 Hz

No.	Kapasitor (μF)	P (watt) (pengukuran)	Putaran (rpm)	V (beban)	I _{Utama} (A)	I _{Bantu} (A)
1.	4,5	61	2995	215	1,15	2,33
2.	6,5	64	2985	215	1,06	2,17
3.	8	69	2980	210	1,04	2,05
4.	10	80	2975	180	0,75	1,6
5.	12,5	86	2965	175	0,7	1,5

Tabel 2. Perbandingan $\cos \phi$ untuk frekuensi 50 Hz

No.	Kapasitor (μF)	$\cos \phi$ (perhitungan)	$\cos \phi$ (pengukuran)
1.	4,5	0,24	< 0,5 lagging
2.	6,5	0,28	< 0,5 lagging
3.	8	0,31	< 0,5 lagging
4.	10	0,59	0,76 lagging
5.	12,5	0,7	0,82 lagging

3.2 Perhitungan beda fasa (θ) dan faktor daya ($\cos \phi$) untuk frekuensi 93 Hz

Untuk perhitungan digunakan tahanan utama sebesar $22,5 \Omega$ dan tahanan bantu $51,3\Omega$

Tabel 3. Data hasil pengukuran untuk frekuensi 93 Hz

No.	Kapasitor (μF)	P (watt) (pengukuran)	Putaran (rpm)	V (beban)	I _{Utama} (A)	I _{Bantu} (A)
1.	4,5	40	2955	175	0,87	1,65
2.	6,5	44	2950	165	0,8	1,53
3.	8	54	2935	150	0,7	1,42
4.	10	60	2930	145	0,66	1,3
5.	12,5	63	2920	130	0,55	1,1

Tabel 4. Perbandingan Cos ϕ untuk frekuensi 93 Hz

No.	Kapasitor (μF)	Cos ϕ (perhitungan)	Cos ϕ (pengukuran)
1.	4,5	0,26	< 0,5 lagging
2.	6,5	0,33	< 0,5 lagging
3.	8	0,51	0,6 lagging
4.	10	0,62	0,86 lagging
5.	12,5	0,88	0,98 leading

3.3 Perhitungan beda fasa (θ) dan faktor daya (Cos ϕ) untuk frekuensi 167 Hz

Untuk perhitungan digunakan tahanan utama sebesar 22,5 Ω dan tahanan bantu 51,3 Ω

Tabel 5. Data hasil pengukuran untuk frekuensi 167 Hz

No.	Kapasitor (μF)	P (watt) (pengukuran)	Putaran (rpm)	V (beban)	I _{Utama} (A)	I _{Bantu} (A)
1.	4,5	7,5	2930	70	0,35	0,72
2.	6,5	9	2920	75	0,25	0,6
3.	8	11	2905	80	0,22	0,45
4.	10	12	2890	82	0,20	0,35
5.	12,5	13,5	2870	85	0,17	0,26

Tabel 6. Perbandingan Cos ϕ untuk frekuensi 167 Hz

No.	Kapasitor (μF)	Cos ϕ (perhitungan)	Cos ϕ (pengukuran)
1.	4,5	0,3	< 0,5 lagging
2.	6,5	0,48	0,55 lagging
3.	8	0,625	0,7 lagging
4.	10	0,73	0,94 leading
5.	12,5	0,93	0,98 leading

4. SIMPULAN

Dengan beda fasa (θ) yang semakin besar, maka medan magnet putar yang dihasilkan oleh kumparan stator akan menjadi besar dan dengan sendirinya gaya putar rotor akan menjadi besar pula. Beda fasa (θ) yang paling besar terjadi pada percobaan kapasitor dengan nilai paling kecil, sedangkan beda fasa (θ) yang paling kecil terjadi pada percobaan kapasitor dengan nilai paling besar. Semakin besar nilai kapasitor maka Cos ϕ akan semakin besar dan perubahan sudut penyulutan (α) dan waktu penyulutan (t) dapat mempengaruhi kecepatan putaran dan daya pada motor induksi satu fasa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blocher, Richard, "Dasar Elektronika", Andi Offset, Yogyakarta, 2003.
- [2] Budiharto, W., "Interfacing Komputer dan Mikrokontroler", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2005.
- [3] Frank D. Petruzella, "Elektronika Industri", Andi Offset, Yogyakarta, 2002.
- [4] Gregori, J.M., "Belajar Elektronika", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

- [5] Ibrahim, K.F., "**Teknik Digital**", Andi Offset, Yogyakarta, 1996.
- [6] Putra, E.A., "**Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55**", Gava Media, Yogyakarta, 2002.
- [7] Sumanto, "**Motor Arus Bolak-balik**", Andi Offset, Yogyakarta, 1989.
- [8] S. Wasito, "**Vademekum Elektronika**", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2001.
- [9] Zuhail, "**Dasar Tenaga Listrik**", Penerbit ITB, Bandung, 1991.