

PENGARUH HUBUNGAN SERI DAN PARAREL SISTEM KENDALI KECEPATAN TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN MATLAB

Firman Syah Hamra, Muhammad Haddin, Dedi Nugroho
Megister Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang 50112, Indonesia
e-mail : firmanisyahhamra@gmail.com, haddin@unissula.ac.id, dedinugroho@unissula.ac.id

Abstrak

The conventional method of setting the pace in first-phase induction motor is by setting the input voltage to the induction motor, by connecting in parallel control the speed of the primary coil. Induction motor single phase in its working principle is strongly influenced by the two coils, namely the coil Main and coils, so that when the speed control is connected in parallel terhadap primary coil it will greatly affect the performance of the induction motor, the relationship that control the voltage at the primary coil and coils will be in control or in other words the current on the primary coil, the coil current auxiliary, and the total current induction motor will not be disturbed, but it also will affect the torque and Cos Phi Motor, the different conditions when control speed are connected in series to the primary coil of the motor, because the speed control is connected in series only control one coil motor, so that the other coil will still work normally so that the motor can further improve its performance. Testing will be done under two conditions, the state of zero load and the load of the control of speed and control the speed of parallel connected in series to the primary coil of the induction motor. Flow analyze the response of the main coil, coil Bantu, the total current, electromagnetic torque and Cos Phi of induction motor using MATLAB Software. The result is the control circuit is coupled in parallel, the current total of 29.83 Ampere, Electromagnetic Torque 14.86 Nm, and Cos Phi 69.67. To control the speed of a series circuit Flow Total 19.45, Torque Electromagnetic 17.28 Nm, Cos Phi 87.97, with a percentage of the average value of current that is 31.77 to 72.45%, Torque electromagnetic improvements grades 10.58 until 16.28% and for the value of Cos Phi 26.26 to 27.42%.

Kata Kunci : Kendali Kecepatan, Motor Induksi, Seri, Pararel.

1. PENDAHULUAN

Motor Induksi adalah jenis motor yang banyak digunakan untuk aplikasi sehari – hari maupun untuk aplikasi industri [1]. Motor – Motor Induksi satu fasa ini banyak ditemukan pada kipas angin, pendingin, mixer, vacuum cleaner, mesin cuci, mesin photo copy, mesin pompa air dan lain sebagainya. Karena begitu besar manfaat yang dirasakan oleh msyarakat umum dan kalangan industri atas kehadiran Motor Induksi satu phasa, pekerjaan yang seharusnya dikerjakan secara manual dengan membutuhkan tenaga dan waktu yang relative lebih lama, tetapi dengan penerapan Motor Induksi semuanya dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih cepat. Dalam hal pekerjaan tertentu ada yang membutuhkan kecepatan

Motor Induksi dengan kecepatan yang dapat dikendalikan sehingga didapatkan kecepatan yang diinginkan.

Ada beberapa cara dalam pengendalian kecepatan Motor Induksi 1-Fasa dilakukan yaitu dengan cara mempararelkan sistem kendali dengan Kumparan Utama tetapi Metode ini Kumparan Utama dan Kumparan Bantu dari motor menjadi terkendali sehingga menjadikan unjuk kerja dari Motor Induksi 1-Fasa menjadi terganggu, cara kedua yaitu dengan cara mengserikan Kendali Kecepatan dengan Kumparan Utama.

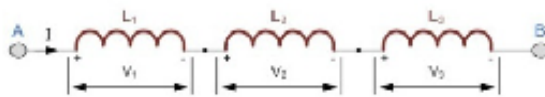
Dalam Penelitian ini nantinya akan dilakukan pengujian dari kedua Metode Pengendali Kecepatan yang digunakan tersebut dengan mengamati unjuk kerja dari Motor Induksi 1-Fasa yang meliputi dari Arus

Kumparan Utama, Arus Kumparan Bantu, Arus Total Motor, Torsi Elektromagnetik dan Cos Phi dengan melihat perubahan yang terjadi dari masing – masing metode Pengendali Kecepatan. Dengan harapan didapat performa yang lebih baik dengan Trend Solution menggunakan Software MATLAB.

2. DASAR TEORI

A. Induktor Yang Dirangkai Seri

Selain kapasitor dan resistor, induktor juga dapat dirangkai secara seri. Induktor yang dipasang seri maka induktansinya dapat dihitung sebagai berikut :[8]



Gambar 1. Induktor yang dipasang Seri

Sama seperti resistor bila induktor dirangkai secara seri, maka tidak terjadi pembagian arus listrik, karena tidak terdapat percabangan. Sehingga dapat ditulis :

$$i_{L1} = i_{L2} = i_{L3}$$

(1)

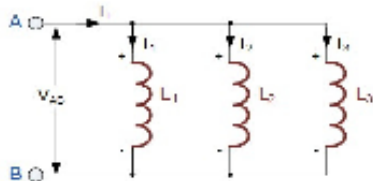
Tetapi terjadi penjumlahan tegangan dan total tegangan pada induktor dapat ditulis :[8]

$$V_T = V_{L1} + V_{L2} + V_{L3}$$

(2)

B. Induktor Yang Dirangkai Pararel

Rangkain induktor paralel dapat dilihat seperti pada Gambar berikut ini.



Gambar 2. Induktor yang dipasang Pararel

Induktor yang dirangkai secara paralel, maka tegangan tiap induktor akan sama tetapi terjadi pembagian arus listrik. Sehingga dapat ditulis :[8]

$$V_{AB} = V_{L1} = V_{L2} = V_{L3}$$

(3)

Dan

$$i_T = i_{L1} + i_{L2} + i_{L3}$$

(4)

C. Pengaturan Kecepatan Motor Induksi

Kecepatan serempak suatu motor induksi dapat diubah dengan cara (a) merubah banyaknya kutup atau (b) mengubah frekuensi jala-jala. Slip dapat diubah dengan (c) mengubah tegangan jala-jala, (d) mengubah tahanan rotor atau (e) menyisipkan tegangan dengan frekuensi yang sesuai kedalam rangkaian rotor[1].

Mengatur kecepatan dengan tegangan jala – jala dengan acuan persamaan dibawah ini.

Torsi pada motor induksi adalah sebagai berikut :

$$T \approx \frac{Pr}{\omega} \tag{5}$$

$$T \approx \frac{1}{\omega} \cdot \frac{s \cdot E_s^2 \cdot R_2}{(R_2)^2 + (s \cdot X_2)^2} \tag{6}$$

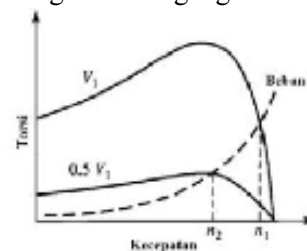
(6)

Bila impedansi stator sangat kecil, maka tegangan induksi di rotor E_2 hampir sama dengan tegangan sumber V_s , sehingga :

$$T \approx \frac{1}{\omega} \cdot \frac{s \cdot V_s^2 \cdot R_2}{(R_2)^2 + (s \cdot X_2)^2} \tag{7}$$

Dari persamaan 2.21 torsi motor induksi diatas diketahui bahwa kopel torsi sebanding dengan pangkat dua tegangan yang diberikan. Cara ini hanya menghasilkan pengaturan putaran yang terbatas (daerah pengaturan sempit).

Grafik karakteristik torsi terhadap kecepatan ditunjukkan pada Gambar 3 Jika beban memiliki karakteristik torsi terhadap kecepatan seperti yang ditunjukkan dengan garis putus – putus kecepatan akan berkurang dari n_1 ke n_2 saat tegangan yang masuk menjadi setengah dari tegangan semula[10].



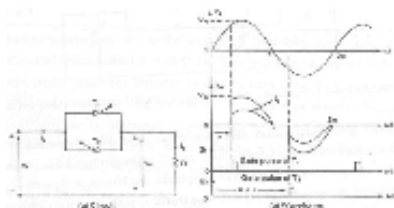
Gambar 3 Karakteristik torsi terhadap kecepatan dengan variasi tegangan

D. Pengaturan Tegangan Bolak – balik (AC Regulator)

Gambar 4 merupakan rangkaian ac regulator bidirectional satu-fasa dengan beban resistif dan bentuk gelombang hasil pengaturan. Komponen SCR T1 bekerja pada setengah periode pertama (0 sampai dengan π), dan komponen SCR T2 bekerja pada setengah periode kedua (π sampai dengan 2π). Jika SCR T1 dan T2 masing-masing dipicu sebesar α , maka nilai tegangan bolak-balik efektif (root mean square-rms), VL dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V_L = E_s \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{1/2} \quad (8)$$

Dari persamaan di atas dapat dinyatakan bahwa jika α diatur dari 0 sampai dengan π maka diperoleh hasil pengaturan VL dari Es sampai dengan nol.[9]



Gambar 4. SCR (a). Rangkaian AC Regulator bidirectional Satu Fasa Beban R (b). Bentuk gelombang hasil pengaturan

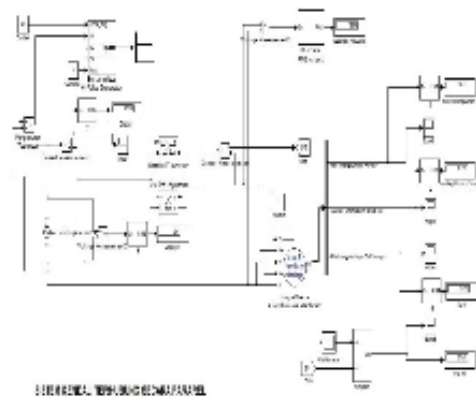
3. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Model Simulasi

Prinsip kerja dari perangkat lunak *Simulink* ini ialah penggabungan blok yang didasarkan pada persamaan matematik dari suatu system yang akan digambarkan respon sistemnya.[5]

B. Model Simulasi Sistem Kendali Terhubung Secara Pararel

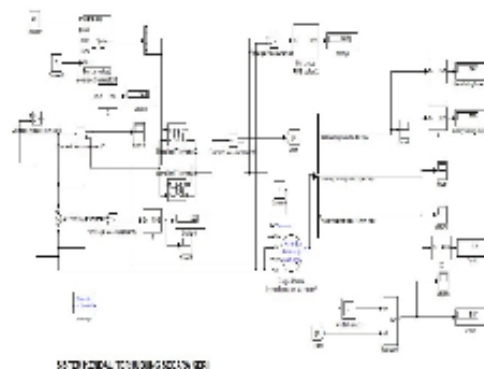
Gambar 5 adalah Model Blok sistem kendali kecepatan terhubung secara pararel terhadap kumparan Motor yang tersusun pada Matlab



Gambar 5 Model Blok Sistem Kendali Kecepatan Terhubung Secara Pararel

C. Model Simulasi Sistem Kendali Terhubung Secara Seri

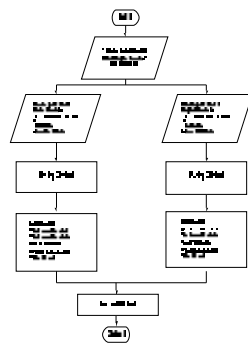
Gambar 6 adalah Model Blok sistem kendali kecepatan terhubung secara pararel terhadap kumparan Motor yang tersusun pada Matlab.



Gambar 6. Model Blok Sistem Kendali Kecepatan Terhubung Secara Seri

D. Alur Penelitian

Proses Pengambilan data akan dilakukan melalui alur penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Alur Diagram Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perubahan Hasil Simulasi Percobaan Rangkain Kendali Pararel ke Seri Motor Induksi Berbeban

Hasil simulasi kendali kecepatan yang dirangkai terhadap kumparan utama atau stator dari hubungan pararel ke hubungan seri menunjukkan perubahan Unjuk Kerja dari Motor Induksi 1-Fasa yang signifikan, baik Tegangan Kendali Kecepatan, Arus Kumparan Utama, Arus Kumparan Bantu, Arus Total, Torsi Elektromagnetik dan Cos Phi Motor, digambarkan dalam bentuk grafik. Hasil simulasi menggunakan MATLAB ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Perubahan Nilai Tegangan Sistem Kendali Motor Induksi Berbeban

No	Tegangan Kendali	Sistem Kendali Kecepatan		Torsi Mekanik (Nm)	Nilai Perubahan (%)
		Paralel (Volt)	Seri (Volt)		
1	Kendali Kecepatan	187.41	198.27	1	5.79

Tabel 2. Data Perubahan Nilai Arus, Motor Induksi Kondisi Berbeban

No	Arus (Amper)	Sistem Kendali Kecepatan	Beban Torsi Mekanik	Nilai Perubahan (%)
1	Arus Main	Paralel	1	70.67
2	Arus Auxilia	Seri	1	16.67
3	Arus Total	Paralel	1	53.36

		Paralel	Seri		
1	Arus Main Windin	20.43	11.97	1	70.67
2	Arus Auxilia Windin	12.23	10.50	1	16.67
3	Arus Total Motor	29.83	19.45	1	53.36

Tabel 3. Data Perubahan Nilai Torsi Elektromagnetik MI Berbeban

Torsi Elektromagnetik Motor Induksi	Sistem Kendali Kecepatan	Beban Torsi Mekanik	Nilai Perubahan (%)
	Paralel	Seri	
Torsi Elektromagnetik	14.86	17.28	16.28

Tabel 4. Data Perubahan Nilai Cos Phi Motor Induksi Berbeban

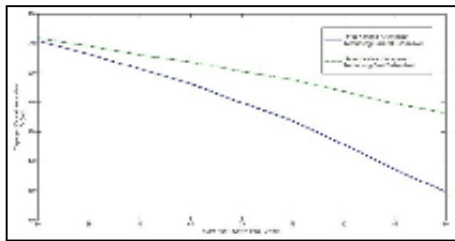
No	Cos Phi Motor Induksi	Sistem Kendali Kecepatan	Beban Torsi Mekanik	Nilai Perubahan (%)
		Paralel	Seri	
2	Cos Phi	69.67	87.97	26.26

B. Perubahan Grafik Tegangan Kendali Kecepatan

Hasil simulasi menunjukkan Tegangan pada kendali kecepatan mengalami perubahan ketika dihubungkan pararel ke rangkaian seri, dari nilai rata – rata tegangan kendali untuk kendali kecepatan terhubung secara pararel dengan nilai 187.41 Volt, untuk kendali kecepatan terhubung secara seri 198.27 Volt, data hubungan pararel beban nol dapat dilihat

pada Lampiran 2 Tabel 2.1 dan data untuk hubungan seri pada Lampiran 2 Tabel 2.2, sehingga dapat dikatakan ketika kendali kecepatan dirangkai secara seri nilai tegangan dapat dinaikkan sebesar $= \frac{198,27-187,41}{187,41} = 5.79 \%$, tabel perubahan tersebut ditunjukkan pada tabel 1

Nilai tegangan kendali tersebut mengalami perubahan atau perbaikan diakibatkan ketika kendali kecepatan dirangkai secara seri terjadi penjumlahan tegangan sesuai dengan persamaan 2 Perubahan nilai tegangan kendali kecepatan gambar grafiknya ditunjukkan pada gambar 8



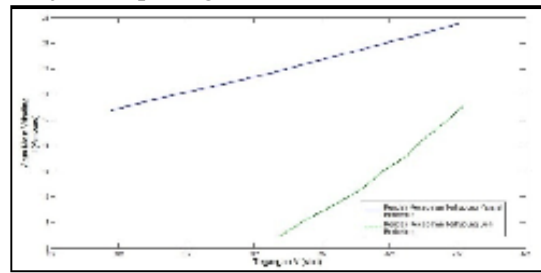
Gambar 8 Grafik Karakteristik Perubahan Nilai Tegangan Kendali Kecepatan Terhadap Sudut Picu Thyristor Dari masing-masing Model Rangkaian Kendali Berbeban

C. Perubahan Arus Kumputan Utama (Main Winding Current)

Hasil simulasi menunjukkan Arus Kumputan Utama mengalami perubahan ketika kendali kecepatan di rangkai paralel kemudian dirangkai secara seri, dari nilai rata – rata Arus Kumputan Utama untuk kendali kecepatan terhubung secara paralel dengan nilai 20.43 Ampere, untuk kendali kecepatan terhubung secara seri 11.97 Ampere, sehingga dapat dikatakan ketika kendali kecepatan dirangkai secara seri Arus Kumputan Utama dapat diturunkan sebesar $= \frac{20.43-11.97}{11.97} = 70.67 \%$, tabel perubahan tersebut ditunjukkan pada tabel 2

Nilai arus tersebut mengalami perubahan diakibatkan ketika kendali kecepatan dirangkai secara paralel terjadi penjumlahan arus sesuai dengan persamaan 4 sedangkan ketika kendali kecepatan dirangkai secara seri nilai arus akan sama sesuai dengan persamaan 1. Perubahan

nilai Arus Kumputan Utama gambar grafiknya ditunjukkan pada gambar 9

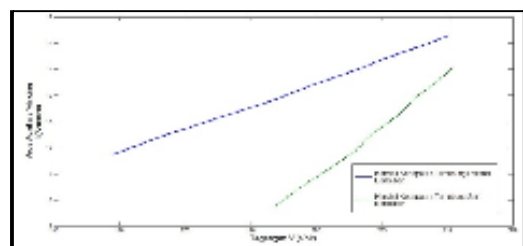


Gambar 9. Grafik Karakteristik Perubahan Nilai Arus Kumputan Utama Terhadap Tegangan Dari masing-masing Model Rangkaian Kendali Berbeban

D. Perubahan Grafik Arus Kumputan Bantu(Auxiliary Winding Current)

Hasil simulasi menunjukkan Arus Kumputan Bantu mengalami perubahan ketika kendali kecepatan di rangkai paralel kemudian dirangkai secara seri, nilai rata – rata Arus Kumputan Bantu untuk kendali kecepatan terhubung secara paralel dengan nilai 12.23 Ampere, untuk kendali kecepatan terhubung secara seri 10.50 Ampere, sehingga dapat dikatakan ketika kendali kecepatan dirangkai secara seri Arus Kumputan Bantu dapat diturunkan sebesar $= \frac{12.23-10.50}{10.50} = 16.47 \%$, perubahan tersebut ditunjukkan pada Tabel 3

Nilai arus tersebut mengalami perubahan diakibatkan ketika kendali kecepatan dirangkai secara paralel terjadi penjumlahan arus sesuai dengan persamaan 4 sedangkan ketika kendali kecepatan dirangkai secara seri nilai arus akan sama sesuai dengan persamaan 1. Perubahan nilai Arus Kumputan Utama gambar grafiknya ditunjukkan pada gambar 10.

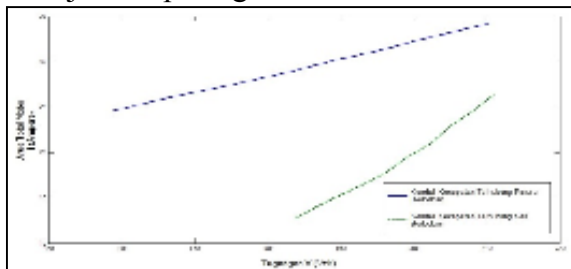


Gambar 10 Grafik Karakteristik Perubahan Nilai Arus Kumbaran Bantu Terhadap Tegangan Dari masing-masing Model Rangkaian Kendali Berbeban

E. Perubahan Grafik Arus Total

Dari uraian Arus Kumbaran Utama dan Arus Kumbaran Bantu tersebut menunjukkan, dari kendali kecepatan dirangkai secara paralel kerangkaian kendali kecepatan dirangkai secara seri mengalami perubahan sehingga arus listrik yang diserap oleh motor menjadi berkurang, dimana arus yang tinggi dalam sebuah konduktor dapat menimbulkan panas sehingga apabila motor menyerap arus listrik tersebut maka sangat berbahaya buat keamanan dari kumbaran motor tersebut baik panas yang yang ditimbulkan bahkan sampai terjadi kebakaran pada kumbaran dari motor. Untuk nilai perubahan Arus Total ditunjukkan pada Tabel 4

Nilai rata – rata arus total kendali kecepatan terangkai secara paralel 29.83 Ampere, untuk arus total kendali kecepatan terangkai secara seri 19.45 sehingga persentase penurunan nilai arus tersebut sebesar $= \frac{29.83-19.45}{19.83} = 53.36 \%$, Perubahan nilai Arus Total Motor gambar grafiknya ditunjukkan pada gambar 11.



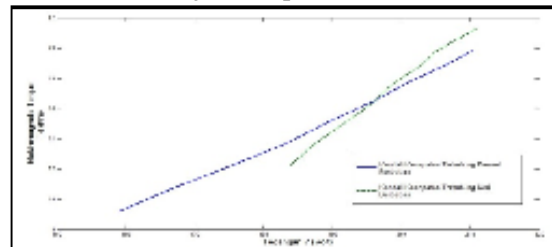
Gambar 11 Grafik Karakteristik Perubahan Nilai Arus Total Terhadap Tegangan Dari masing-masing Model Rangkaian Kendali Berbeban

F. Perubahan Grafik Torsi Elektromagnetik

Torsi Elektromagnetik menunjukkan peningkatan atau dapat memperbaiki nilai dari Torsi Elektromagnetik Motor ketika kendali kecepatan dirangkai secara paralel ke rangkaian kendali kecepatan dirangkai secara seri dengan

nilai rata – rata, untuk kendali kecepatan dirangkai secara paralel 14.86 Nm, untuk kendali kecepatan dirangkai secara seri 17.28 Nm, dengan persentase sebesar $= \frac{17.28-14.86}{14.86} = 16.28 \%$, seperti data yang ditunjukkan pada Tabel 5

Peningkatan nilai torsi sesuai dengan teori hubungan tegangan dengan torsi, besarnya torsi suatu Motor Induksi tergantung pada tegangan dan frekuensi yang diberikan kestator. Bila f dibuat tetap maka $T \approx V^2$ [12], juga bersesuaian dengan persamaan 2 ketika kendali kecepatan dirangkai secara seri maka terjadi penjumlahan nilai tegangan, bentuk grafik perubahan nilai torsi motor ditunjukkan pada Gambar 12.



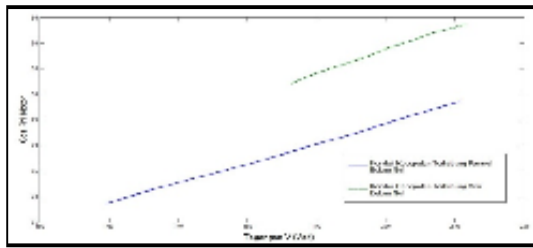
Gambar 12 Grafik Karakteristik Perubahan Nilai Torsi Elektromagnetik Terhadap Tegangan Dari masing-masing Model Rangkaian Kendali Berbeban

G Perubahan Grafik Cos Phi

Kendali kecepatan terhubung secara paralel kemudian dirubah kerangkaian kendali kecepatan terhubung seri menunjukkan perubahan nilai Cos Phi Motor Induksi, dengan nilai rata – rata 69.67 untuk kendali kecepatan terhubung paralel dan 87.97 untuk rangkaian kendali kecepatan terhubung seri, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Fungsi Grafik Tegangan terhadap Cos Phi Motor, memperlihatkan semakin kecil nilai pengaturan tegangan kendali semakin kecil nilai Cos Phi Motor begitupun sebaliknya, semakin besar nilai tegangan kendali maka semakin besar nilai Cos Phi. Grafik Kendali kecepatan ketika dirangkai secara seri nilai Cos Phi Motor Induksi menunjukkan perbaikan nilai lebih baik dengan persentase perubahan nilai Cos Phi Motor sebesar $= \frac{87.97-69.67}{69.67} = 26.26 \%$, dibandingkan kendali kecepatan terhubung

secara paralel, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Grafik Karakteristik Perubahan Nilai Cos Phi Terhadap Tegangan Dari masing-masing Model Rangkaian Kendali Berbeban

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian dari kendali kecepatan Motor Induksi yang terhubung secara paralel dan yang terhubung secara seri, maka dapat disimpulkan :

1. Nilai tegangan kendali kecepatan terhubung paralel menunjukkan perbaikan nilai tegangan sebesar 6.36 % untuk percobaan Motor Beban Nol, nilai tegangan kendali kecepatan terhubung paralel menunjukkan perbaikan nilai tegangan sebesar 5.79 % untuk percobaan Motor Berbeban.
2. Nilai Arus Kumbaran Utama Kendali kecepatan terhubung secara paralel ke hubungan seri menunjukkan arus dapat diturunkan 70.67 % untuk percobaan Motor Induksi Berbeban. Nilai Arus Kumbaran Bantu Kendali kecepatan terhubung secara paralel ke hubungan seri menunjukkan arus dapat diturunkan 16.47 % untuk percobaan Motor Induksi Berbeban. Nilai Arus Total Motor Induksi Kendali kecepatan terhubung secara paralel ke hubungan seri menunjukkan arus dapat diturunkan 53.36 % untuk percobaan Motor Induksi Berbeban.
3. Nilai Torsi Elektromagnetik Motor Kendali kecepatan hubungan paralel ke hubungan seri menunjukkan nilai Torsi Elektromagnetik Motor dapat dinaikkan sebesar 16.28 % untuk percobaan Motor Induksi Berbeban.
4. Nilai Cos Phi Motor Kendali kecepatan hubungan paralel ke hubungan seri

menunjukkan nilai Torsi Elektromagnetik Motor dapat dinaikkan sebesar 26.26 % untuk percobaan Motor Induksi Berbeban.

5. Dilihat dari data percobaan perubahan nilai dari unjuk kerja Motor Induksi Satu Fasa yang meliputi Arus pada Kumbaran Utama, Arus pada Kumbaran Bantu, Arus Total, Torsi Elektromagnetik, dan Cos Phi baik Sistem Kendali Kecepatan dirangkai secara paralel maupun Sistem Kendali Kecepatan dirangkai secara seri, maka ketika sistem Kendali Kecepatan yang dirangkai secara seri terhadap Kumbaran Utama menunjukkan perbaikan performa unjuk kerja Motor Induksi Satu Fasa.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Theraja, B.L., Text Book of Electrical Tecnology, New Delhi; Publication Division of Nirja Construction & Development, 1984.
- Rijono Y, “ Dasar Teknik Tenaga Listrik ”, edisi revisi, Penerbit ANDI Yogyakarta. 2004
- Manik,Andry Nico ; Dinzi Riswan,”Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Motor Induksi Satu Fasa Split-Phase Dan Motor Induksi Satu Fasa Kapasitor Start-Run Dengan Menggunakan Matlab Simulink”,Jurnal Singuda Ensikom Vol. 4 No 2, November 2013
- Ananda,Stephanus Antonius ; Witdono,”Analisa Perbandingan Efisiensi Dari Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Kapasitor Running Satu Fasa, 220 Volt, 30 Watt,1370 RPM, Yang Terhubung Pada Suplai Dengan Yang Terhubung Pada Main Winding”, Jurnal Teknik ElektroVol.2 No 1,Maret 2002
- Supari, Sutopo Bambang,” Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi Dengan Pengendali Thyristor AntiPararel”,<http://te.ugm.ac.id/bsutopo/pari2.pdf>, 12 Desember 2014 Pukul 21:05 WIB.

- Purnomo. H, “Analisis Pengaruh Penempatan dan Perubahan Kapasitor terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi 3-Fasa Bercatu 1-Fasa”.Jurnal EECCIS Vol. III, No.2, Desember 2009
- S Denny, Salu Tandi, Ir. Lisi Fielman, MT, Ir. Tumaliang Hans, MT, S Lily Patras, ST, MT. “ Sistem Pengaturan Kecepatan Motor AC Satu Fasa Dengan Menggunakan Thyristor”, e-journal Teknik Elektro dan Komputer 2013
- Rijono Y, “ Dasar Teknik Tenaga Listrik”, edisi revisi, Penerbit ANDI Yogyakarta.2004
- Djukarna,” Teori Dasar Induktor”, <https://djukarna.wordpress.com/2014/10/24/teori-dasar-induktor/> 1 Mei 2015, Pukul 20 : 55 WIB
- Djatmmiko Istanto Wahyu, “ Elektronika Daya “, Bahan Ajar, Kementerian Pendidikan Nasional, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta. 2010
- Zuhal. “ Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya “, Penerbit PT. Gramedia. Jakarta, 1988
- Fitzgerald, A.E Dkk, “ Mesin – mesin Listrik edisi keempat”. Penerbit Erlangga. Jakarta, 1986
- Isdiyarto. “ Dampak Perubahan Putaran Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Phasa Jenis Rotor Sangkar”, Jurnal Kompetensi Teknik Vol 1, No2, Mei 2010