

PENGOPERASIAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DARI CATU DAYA SATU FASA (*FORWARD-REVERSE*) MENGGUNAKAN KAPASITOR DENGAN PENGONTROLAN FREKUENSI DAN SUDUT FASA

Hasan Mahfudhi^{*)}, Tejo Sukmadi, and Agung Nugroho

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} E-mail: hasan.mahfudhi@gmail.com

Abstrak

Motor induksi tiga fasa adalah jenis motor listrik yang paling banyak digunakan dalam industri, baik kecil, menengah atau besar. Motor induksi memiliki konstruksi sederhana dan dapat diproduksi sesuai dengan kebutuhan. Banyak orang tidak dapat mengoperasikan motor induksi tiga fasa pada industri di pedesaan karena tidak adanya sumber listrik tiga fasa di daerah pedesaan. Jadi perlu adanya perancangan alat untuk mengoperasikan motor induksi tiga fasa pada sistem satu fasa. Dalam rangka mengoperasikan motor induksi tiga fasa pada sistem tegangan satu fasa, maka menggunakan kapasitor sebagai pembentuk sudut fasa. Kapasitor yang diusulkan memiliki nilai tetap dan diparalel dengan kapasitor yang dikontrol dengan rangkaian PWM IC TL494. Rangkaian ini diharapkan menghasilkan sudut fasa 120°. Hasil pengujian pengoperasian motor induksi tiga fasa pada sistem tegangan satu fasa menunjukkan bahwa mengendalikan sudut fasa dengan perubahan frekuensi tidak berpengaruh pada keseimbangan fasa. perubahan besarnya tegangan *input* dan atau besarnya nilai kapasitor memiliki efek yang lebih baik untuk membuat keseimbangan fasa selama pengoperasian dengan sumber satu fasa. Pengoperasian motor induksi tiga fasa pada sistem tegangan satu fasa dapat dioperasikan secara *forward-reverse*. Efisiensi yang diperoleh dari perhitungan slip menunjukkan indikasi yang baik dari efisiensi yang ideal.

Kata Kunci : Motor induksi tiga fasa, Catu daya satu fasa, Kapasitor, IC TL494.

Abstract

Three-phase induction motor is an electric motor types that is most widely used in the industry. Induction motor has a simple construction and it is possible to be produced according to the request. Many people can not operate three-phase induction motor in the industry in the countryside because of the absence of three-phase power supply in the rural areas. So it is necessary to design the tools to operate a three-phase induction motor on single-phase system. In order to operated three phase induction motor in single phase system, a capacitor is proposed to be used to form phase angle. The proposed of capacitor has a fixed value and they are made in parallel connection. The control circuit for parallel is based on PWM IC TL494. This control circuit is expected to produce 120° of phase angle. The results of testing the operation three-phase induction motor from a single phase power supply showed that controlling the phase angle and frequency circuit control have no effect on the balance of the phase. The change of input voltage and or capacitor value has more effect to make a balance phase during single phase motor operation. Three-phase induction motor in a single-phase voltage can be operated in forward-reverse. Efficiency obtained from slip calculation presents good indication of ideal efficiency.

Keywords: Three-phase induction motor, single-phase power supply, capacitor, IC TL494

1. Pendahuluan

Dewasa ini banyak sekali perkembangan industri baik skala kecil maupun besar, di desa maupun di kota. Dalam dunia perindustrian maka akan kerap sekali menjadi permasalahan awal yaitu bagaimana dapat memproduksi dengan tenaga manusia yang terbatas namun bisa

memproduksi dengan cepat dan banyak secara terus menerus.

Banyak peralatan pada jaman sekarang telah diproduksi guna memudahkan dalam kinerja perindustrian, seperti conveyor, mesin penggiling, mesin pengaduk dan lainnya. Dari semua alat itu rata-rata menggunakan mesin listrik motor induksi tiga fasa. Namun sampai saat ini sumber

tegangan tiga fasa masih terbatas, artinya tidak tersedia di semua tempat di seluruh Indonesia. Apalagi di daerah pinggiran yang mulai saat ini digencarkan untuk dikembangkan menjadi tempat perindustrian menengah ke bawah. Hal ini akan membutuhkan peralatan listrik untuk mempermudah dalam produksi..

Karena motor induksi tiga fasa tidak dapat dioperasikan secara langsung pada catu daya satu fasa karena tidak adanya fasa pembeda dan performa motor induksi satu fasa kurang cukup untuk memenuhi kebutuhan ini maka diperlukan suatu rancangan guna untuk mengubah fasa agar terjadi beda fasa pada pengoperasian motor induksi tiga fasa.

Beda fasa yang akan diciptakan ini meninjau pada motor induksi satu fasa yaitu motor tersebut terdapat beda fasa dikarenakan adanya kapasitor yang tertanam dalam motor induksi satu fasa. Oleh karena itu dengan metode yang sama maka motor induksi tiga fasa dapat dioperasikan dengan catu daya satu fasa.

Pemasangan kapasitor ini dikontrol secara elektrik menggunakan rangkain IC TL494 yaitu untuk perubahan besarnya kapasitansi dengan harapan dapat sesuai dengan yang diinginkan guna keseimbangan tegangan masukan pada motor dengan pengaturan frekuensi.

Tujuan dari penyusunan Penelitian ini adalah :

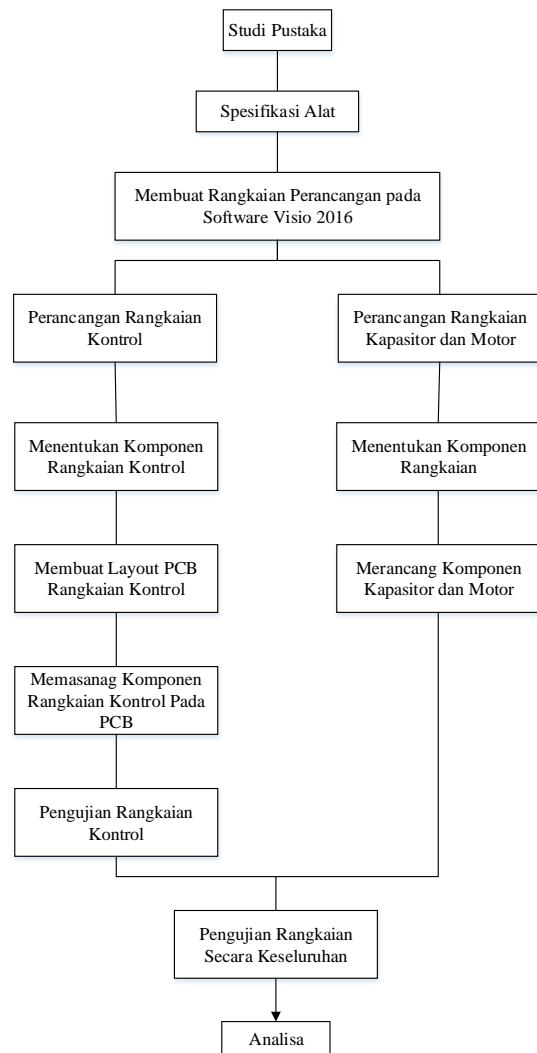
1. Merancang alat untuk mengoperasikan motor induksi tiga fase dengan sistem tegangan satu fase.
2. Mengetahui pengaruh kapasitor terhadap pengoperasian motor induksi tiga fasa dari catu daya satu fasa.
3. Mengetahui pengaruh rangkaian kontrol TL494 terhadap pengoperasian motor induksi tiga fasa dari catu daya satu fasa.
4. Mengetahui pengaruh tegangan input terhadap pengoperasian motor induksi tiga fasa dari catu daya satu fasa.
5. Mengoperasikan motor induksi tiga fase pada sistem satu fase secara *forward-reverse*.
6. Mengetahui perbandingan efisiensi motor induksi tiga fasa jika dioperasikan dalam sistem satu fasa dan tiga fasa.

2. Metode

Perancangan pada pengoperasian motor induksi tiga fasa pada sistem tegangan satu fasa ini dibagi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan dalam pengadaan komponen dan spesifikasinya serta dalam proses pembuatannya. Adapun tahapan perancangan alat dapat dilihat di Gambar 1. berikut.

Pada Gambar 1. Merupakan alur pembuatan alat pengperasian motor induksi tiga fasa pada sistem

tegangan satu fasa menggunakan kapasitor sebagai pembentuk sudut fasa.

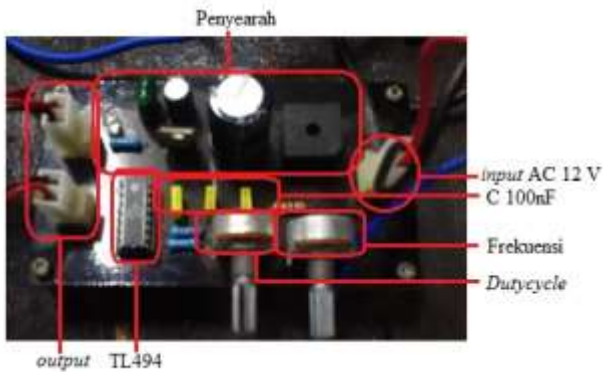


Gambar 1. Diagram alur perancangan hardware

2.1. Perancangan Rangkaian Kontrol

Perancangan blok kontrol ini terdiri dari suplai AC 220 V di searahkan dengan rangkaian penyearah kemudian keluaran tegangan DC ini digunakan sebagai inputan pada rangkaian kontrol yang akan dibuat menggunakan IC TL494 untuk pensaklaran MOSFET. Rangkaian penyearah dan rangkaian kontrol ini dibuat pada satu PCB menggunakan trafo step-down 3A. Tegangan AC 220 V diturunkan menggunakan trafo step-down menjadi 12 V kemudian disearahkan.

Hasil keluaran dari rangkaian kontrol TL494 akan digunakan untuk pensaklaran MOSFET guna pembuatan variabel kapasitansi pada kapasitor kontrol. MOSFET yang digunakan adalah MOSFET IRFP460.



Gambar 2. Rangkaian kontrol IC TL494

2.2. Perancangan Blok Motor

Motor induksi tiga fasa yang digunakan adalah motor induksi merk Branco dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi motor induksi tiga fasa

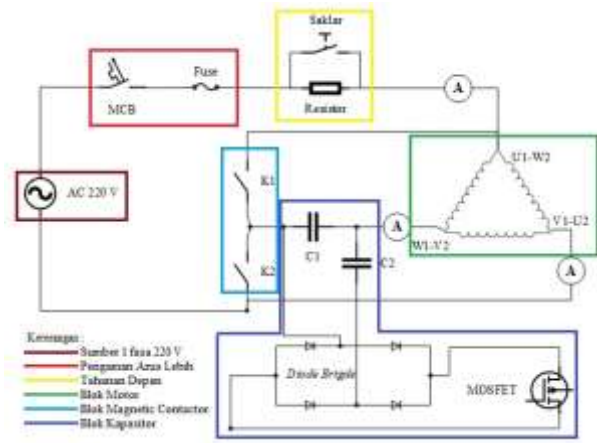
Motor Induksi Tiga Fasa	
Merk	: Branco
Model	: BA 7124
Daya	: 0,5 HP/ 0,37 kW
Tegangan	: 380 V/ 220 V
Arus	: 1,17 A/ 2,02 A
Kec. Putar	: 1500 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Hubung Motor	: Y/ Δ
IP	: 55
Berat	: 7 Kg

Pada perancangan blok motor terdiri dari beberapa bagian, yaitu meliputi bagian sumber, pengaman arus lebih, tahanan depan, hubung motor dan pengoperasian motor secara *forward-reverse* menggunakan *magnetic contactor*.

Sumber yang digunakan pada penelitian ini adalah sumber PLN satu fasa 220 V dan tiga fasa 220 V. sumber satu fasa digunakan untuk suplai pada rangkaian control dan motor induksi yang dioperasikan pada sistem tegangan satu fasa, sedangkan sumber tiga fasa digunakan untuk mengetahui parameter motor dengan cara pengujian secara langsung.

Pengaman arus lebih yang digunakan pada alat ini yaitu MCB dan *fuse*. Sedangkan tahanan depan menggunakan resistor batu sebesar 20 W 15 Ohm yang bertujuan untuk membagi tegangan yang masuk pada motor saat *starting*. Karena *starting* motor induksi tiga fasa ini akan menghasilkan arus yang sangat tinggi yaitu 5 sampai 7 kali lipat arus nominal.

Sedangkan untuk pengoperasian motor secara *forward-reverse* menggunakan *magnetic contactor*. Rangkaian ini untuk merubah koneksi kapasitor yang di pasang sehingga motor dapat beroperasi secara *forward* ataupun *reverse*.



Gambar 3. Rangkaian perancangan alat

Pada Gambar 3. Merupakan rangkaian perancangan alat secara lengkap mulai dari sumber yang digunakan, pengaman arus, tahanan depan, hubung motor, rangkaian kapasitor dan kontaktor serta rangkaian kontrolnya.

Motor induksi tiga fasa yang digunakan pada penelitian ini adalah motor induksi merk Branco dengan spesifikasi sebagai berikut :



Gambar 4. Realisasi alat

Pada Gambar 4. merupakan tampak depan dari perancangan alat pengoperasian motor induksi tiga fasa dari sistem tegangan satu fasa.

3. Hasil dan Analisa

Dari alat yang telah dirancang maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

3.1. Pengujian Motor Induksi 3 fasa

Tabel 2. Hasil pengujian parameter motor induksi 3 fasa

Sudut (°)			Tegangan (V)			Arus (A)		
U ₁	U ₂	U ₃	V ₁	V ₂	V ₃	I ₁	I ₂	I ₃
0	-120,2	119,1	218,8	221,3	220,6	1,28	1,32	1,48

Tabel 2. (lanjutan)

Daya (Watt)	Cosφ	Kec. (rpm)	THD (%)		
			U ₁	U ₂	U ₃
90	0,170	1495	3,1	3,1	2,9

Dari Tabel 1. dapat dicari efisiensi dengan persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

- s : Slip motor
- N_s : Kecepatan sinkron
- N_r : Kecepatan rotor

Sehingga,

$$s = \frac{1500 - 1495}{1500} \times 100\%$$

$$s = 0,3 \%$$

$$= 0,003$$

Dengan diketahuinya nilai slip motor maka dapat dicari rugi-rugi motor, yaitu :

$$P_{losses} = s \times P \quad (2)$$

Dimana :

- P_{losses} : Rugi-rugi
- P : Daya input

Sehingga,

$$P_{losses} = 0,003 \times 90$$

$$P_{losses} = 0,3 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan di atas maka dapat dicari efisiensi motor induksi 3 fase.

$$\eta = \frac{P - P_{losses}}{P} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana :

- η : Efisiensi (%)

Sehingga,

$$\eta = \frac{90 - 0,3}{90} \times 100\%$$

$$= 99,6 \%$$

Dari data pengujian dan perhitungan maka didapatkan efisiensi motor yaitu 99,6 %.

3.2. Pengujian dengan Variasi Frekuensi dan Duty Cycle

Pada pengujian dengan variasi frekuensi ini menggunakan tegangan input 220 V dan kapasitor tetap 30 uF, sedangkan kapasitor kontrol sebesar 1 uF. pengujian pada variasi frekuensi *duty cycle* di *setting* 50% sedangkan pada variasi *duty cycle* maka frekuensi di *setting* 5 KHz.

Tabel 3. Hasil pengujian dengan variasi frekuensi

Frekuensi	Sudut (°)			Arus (A)		
	U ₁	U ₂	U ₃	I ₁	I ₂	I ₃
5 KHz	0	-113,1	117,2	2,14	0,87	2,46
15 KHz	0	-113,7	117,0	2,14	0,90	2,43
25 KHz	0	-113,7	117,5	2,13	0,91	2,43
35 KHz	0	-114,1	116,9	2,13	0,91	2,44
45 KHz	0	-114,2	116,7	2,02	0,84	2,39

Tabel 3. (lanjutan)

Frekuensi	Tegangan (V)			THD Tegangan (%)		
	V ₁	V ₂	V ₃	U ₁	U ₂	U ₃
5 KHz	216,0	246,3	254,2	2,0	3,2	2,6
15 KHz	215,4	245,2	252,9	1,6	2,9	2,7
25 KHz	215,1	245,0	252,4	1,6	3,1	2,8
35 KHz	215,5	245,8	253,0	1,7	2,7	2,4
45 KHz	210,3	243,4	248,2	1,6	2,9	2,6

Tabel 3. (lanjutan)

Frekuensi	P (Watt)	Cosφ	Kecepatan (rpm)
5 KHz	160	0,213	1491
15 KHz	160	0,216	1494
25 KHz	160	0,217	1492
35 KHz	160	0,218	1494
45 KHz	160	0,219	1491

Dari Tabel 3 diatas dapat dilihat pengaruh perubahan nilai frekuensi terhadap parameter yang diukur. perubahan frekuensi berpengaruh terhadap sudut, tegangan, THD, dan cosphi. sedangkan pada daya dan kecepatan tidak berpengaruh. karena disini memang frekuensi berfungsi sebagai alat kontrol untuk merubh nilai kapasitansi pada kapasitor kontrol.

Untuk mengetahui besarnya efisiensi motor, dengan melihat persamaan (1), (2), dan (3), maka didapat data sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil perhitungan efisiensi motor

Frekuensi	Slip (%)	Plosses (watt)	Efisiensi (%)
5 KHz	0,60	0,96	99,40
15 KHz	0,40	0,64	99,60
25 KHz	0,53	0,85	99,46
35 KHz	0,40	0,64	99,60
45 KHz	0,60	0,96	99,40

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4. diatas dapat dilihat rugi-rugi daya sangat kecil yaitu berkisar antara 0,64 sampai 0,96 watt, sehingga efisiensi motor didapat antara 99,40 sampai 99,60. Prosentase efisiensi seperti ini merupakan efisiensi yang baik.

Dari Tabel 5. diatas dapat dilihat pengaruh perubahan *duty cycle* terhadap parameter yang diukur. Perubahan *duty cycle* hanya berpengaruh pada nilai cosphi, yaitu semakin diperbesar prosentase *duty cycle* maka nilai cosphi semakin naik. dan juga karena *duty cycle* pada penelitian ini bukan merupakan parameter penting dalam variasi percobaan.

Tabel 5. Hasil pengujian dengan variasi duty cycle

Duty Cycle	Sudut (°)			Arus (A)		
	U ₁	I ₁	I ₂	I ₃	U ₂	U ₃
10 %	0	2,15	0,90	2,44	-114,0	117,1
30 %	0	2,14	0,91	2,44	-114,0	117,1
50 %	0	2,14	0,92	2,44	-113,9	117,0
70 %	0	2,15	0,93	2,45	-114,3	116,8
90 %	0	2,12	0,93	2,43	-114,0	116,9

Tabel 5. (lanjutan)

Duty Cycle	Tegangan (V)			THD Tegangan (%)		
	V ₁	V ₂	V ₃	U ₁	U ₂	U ₃
10 %	216,0	246,0	253,7	1,6	2,8	2,6
30 %	215,8	246,3	253,6	1,6	2,8	2,5
50 %	216,1	246,6	253,7	1,7	2,8	2,5
70 %	216,6	247,0	254,2	1,6	2,8	2,5
90 %	215,2	246,3	252,9	1,7	2,9	2,6

Tabel 5. (lanjutan)

Duty Cycle	P (Watt)	Cosφ	Kecepatan (rpm)
10 %	160	0,215	1494
30 %	160	0,217	1494
50 %	170	0,219	1494
70 %	170	0,219	1494
90 %	160	0,220	1493

Untuk mengetahui besarnya efisiensi motor, dengan melihat persamaan (1), (2), dan (3), maka didapat data sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil perhitungan efisiensi motor

Duty Cycle	Slip (%)	Plosses (watt)	Efisiensi (%)
10 %	0,40	0,64	99,60
30 %	0,40	0,64	99,60
50 %	0,40	0,68	99,60
70 %	0,40	0,68	99,60
90 %	0,46	0,74	99,53

Dari hasil perhitungan pada Tabel 6. diatas dapat dilihat rugi-rugi daya sangat kecil yaitu berkisar antara 0,64 sampai 0,74 watt, sehingga efisiensi motor didapat antara 99,53 sampai 99,60. Prosentase efisiensi seperti ini merupakan efisiensi yang baik.

3.3. Pengujian dengan Variasi Kapasitor Tetap

Pada pengujian dengan variasi kapasitor tetap ini untuk mengetahui pengaruhnya terhadap parameter yang diukur. Dengan dibuat frekuensi sebesar 5KHz, *duty cycle* 50% dan tegangan terminal 220 V.

Tabel 7. Hasil pengujian dengan variasi kapasitor

Kapasitor	Sudut (°)			Arus (A)		
	U ₁	U ₂	U ₃	I ₁	I ₂	I ₃
12 uF	0	-114,4	127,3	1,74	1,28	0,86
15 uF	0	-113,7	125,7	1,81	1,19	1,12
20 uF	0	-113,1	123,0	1,91	1,04	1,54
25 uF	0	-113,1	120,5	2,02	0,95	1,93
30 uF	0	-113,5	117,8	2,19	0,94	2,45

Tabel 7. (lanjutan)

Kapasitor	Tegangan (V)			THD Tegangan (%)		
	V ₁	V ₂	V ₃	U ₁	U ₂	U ₃
12 uF	217,1	195,2	224,3	2,1	3,6	2,1
15 uF	218,7	205,1	232,4	2,1	3,3	2,4
20 uF	218,1	219,0	241,3	2,2	3,0	2,6
25 uF	217,4	230,8	247,5	2,1	2,8	2,6
30 uF	217,4	246,3	255,1	2,2	2,7	2,7

Tabel 7. (lanjutan)

Kapasitor	P (watt)	Cosφ	Kecepatan (rpm)
12 uF	90	0,194	1494
15 uF	100	0,187	1495
20 uF	110	0,187	1495
25 uF	130	0,196	1494
30 uF	170	0,214	1493

Untuk mengetahui besarnya efisiensi motor, dengan melihat persamaan (1), (2), dan (3), maka didapat data sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil perhitungan efisiensi motor

Kapasitor	Slip (%)	Plosses (watt)	Efisiensi (%)
12 uF	0,40	0,64	99,60
15 uF	0,33	0,53	99,67
20 uF	0,33	0,57	99,60
25 uF	0,40	0,68	99,60
30 uF	0,46	0,75	99,53

Dari hasil perhitungan pada Tabel 8. diatas dapat dilihat rugi-rugi daya sangat kecil yaitu berkisar antara 0,53 sampai 0,75 watt, sehingga efisiensi motor didapat antara 99,53 sampai 99,67. Prosentase efisiensi seperti ini merupakan efisiensi yang baik.

3.4. Pengujian dengan Variasi Tegangan Sumber

Pada pengujian dengan variasi tegangan sumber ini untuk mengetahui pengaruhnya terhadap parameter yang diukur. Dengan dipakai kapasitor tetap sebesar 30 uF, kapasitor kontrol 1 uF, frekuensi sebesar 5KHz, dan *duty cycle* 50%.

Tabel 9. Hasil pengujian dengan variasi tegangan sumber

Vin	Sudut (°)			Arus (A)		
	U ₁	U ₂	U ₃	I ₁	I ₂	I ₃
50 V	0	-158,5	165,3	1,21	1,06	0,27
75 V	0	-119,3	105,2	0,38	0,49	0,87
100 V	0	-117,6	106,5	0,64	0,57	1,19
125 V	0	-116,8	107,9	0,87	0,62	1,49
150 V	0	-115,9	109,7	1,12	0,65	1,77

Tabel 9. (lanjutan)

Vin	Tegangan (V)			THD Tegangan (%)		
	V ₁	V ₂	V ₃	U ₁	U ₂	U ₃
50 V	46,9	20,3	28,9	4,1	9,7	1,3
75 V	72,8	99,4	89,9	2,8	2,7	1,0
100 V	97,9	134,0	124,1	2,8	2,7	1,2
125 V	122,4	164,5	154,8	2,7	2,6	1,4
150 V	147,5	192,4	184,4	2,6	2,4	1,8

Tabel 9. (lanjutan)

Tegangan	P (watt)	Cosφ	Kecepatan (rpm)
50 V	40	0,830	0
75 V	40	0,606	1477
100 V	50	0,301	1486
125 V	70	0,268	1489
150 V	90	0,249	1490

Dari Tabel 9. diatas dapat dilihat pengaruh perubahan besarnya tegangan input terhadap parameter yang diukur. Dari perubahan tegangan yang semakin naik berpengaruh terhadap semua parameter yang diukur, namun pengaruh pada $\cos\phi$ berbanding terbalik[15].

Untuk mengetahui besarnya efisiensi motor, dengan melihat persamaan (1), (2), dan (3), maka didapat data sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil perhitungan efisiensi motor

Vin	Slip (%)	Plosses (watt)	Efisiensi (%)
50 V	1,00	40,0	0,00
75 V	1,53	0,61	98,47
100 V	0,93	0,47	99,07
125 V	0,73	0,51	99,27
150 V	0,67	0,60	99,33

Dari hasil perhitungan pada Tabel 10. diatas dapat dilihat bahwa tegangan berbanding lurus dengan efisiensi, semakin besar tegangan maka efisiensi semakin baik, namun pada tegangan 50 V efisiensi 0% karena motor belum berputar.

3.5. Pengujian Forward-Reverse dengan Kapasitor 30uF

Pada pengujian ini yaitu *forward-reverse* merupakan pengujian dengan pengoperasian motor secara maju dan mundur. Perbedaan ini hanya penempatan posisi kapasitor terpasang. . Apakah paralel dengan kumparan V atau W pada motor. Pada pengujian ini menggunakan kapasitor tetap sebesar 30 uF dan kapasitor terkontrol sebesar 1 uF. Sedangkan untuk frekuensi sebesar 5 KHz, *duty cycle* sebesar 50 % dan tegangan sumber sebesar 220 VAC. Berikut Tabel 11. merupakan hasil pengujian pengoperasian motor induksi 3 fase dari satu daya 1 fase secara *forward* dan *reverse*.

Tabel 11. Pengujian pengoperasian forward-reverse

Operasi	Sudut (°)			Arus (A)		
	U ₁	U ₂	U ₃	I ₁	I ₂	I ₃
Forward	0	-113,5	117,8	2,19	0,94	2,45
Reverse	0	115,7	-116,3	0,95	2,13	2,39

Tabel 11. (lanjutan)

Operasi	Tegangan (V)			THD Tegangan (%)		
	V ₁	V ₂	V ₃	U ₁	U ₂	U ₃
Forward	217,4	246,3	255,1	2,2	2,7	2,7
Reverse	216,2	248,1	247,8	1,3	3,2	3,4

Tabel 11. (lanjutan)

Operasi	P (watt)	Cosφ	Kecepatan (rpm)
Forward	170	0,214	1493
Reverse	220	0,292	1500

Untuk mengetahui besarnya efisiensi motor, dengan melihat persamaan (1), (2), dan (3), maka didapat data sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil perhitungan efisiensi motor

Operasi	Slip (%)	Plosses (watt)	Efisiensi (%)
Forward	0,47	0,79	99,53
Reverse	0,27	0,79	99,73

Dari hasil perhitungan pada Tabel 12. diatas dapat dilihat dari dua variasi pengoperasian yaitu secara *forward* dan *reverse*. dapat dilihat efisiensinya relative baik yaitu 99,53% dan 99,73%.

3.6. Perbandingan Efisiensi Catu Daya Satu Fase dan Tiga Fase

Dari berbagai variasi dan didapatkan besar efisiensinya, maka pengoperasian motor induksi tiga fase dari satu daya satu fase dapat dibandingkan dengan satu daya tiga fase.

Tabel 13. Perbandingan efisiensi catu daya satu fase dan tiga

Sumber	P (watt)	Plosses (watt)	Efisiensi (%)
Tiga Fase	90	0,30	99,60
Satu Fase	160	0,96	99,40

Dari Tabel 13. diatas dapat dilihat bahwa perbandingan efisiensi dari motor induksi tiga fase jika dioperasikan dari sumber tiga fase dan sumber satu fase yaitu dari keduanya memiliki prosentase efisiensi yang relatif sama sebesar 99,60% dan 99,40%.

4. Kesimpulan

Motor induksi tiga fasa dapat dioperasikan pada sistem satu fasa dengan pemasangan kapasitor secara paralel pada salah satu kumparan stator. sudut yang terbentuk mendekati ideal sumber tiga fasa, faktor daya semakin baik karena adanya komponen kapasitif pada rangkaian. sedangkan untuk efisiensi apabila dibandingkan dengan sumber tiga fasa tidak berbeda jauh karena slip yang diperoleh juga kecil. penelitian ini dapat dikembangkan untuk hubung bintang motor dan sebagai konversi fasa.

Referensi

[1]. Anthony, Zuriman. “ Perancangan kapasitor jalan untuk mengoperasikan motor induksi tiga fasa pada system tenaga satu fasa” *jurnal momentum*, Vol. 8 No. 2, September 2008, hal 46-51.

[2]. Purnomo, Hery. “ Analisa pengaruh penempatan dan perubahan kapasitor terhadap unjuk kerja motor induksi 3-fasa bercatu 1-fasa”. *Jurnal EECCIS Vol. 3* No. 2, Desember 2009, hal 27-40.

[3]. Rashid, M. (1988). *Power Electronics Circuit, Device, and Application 2nd*, Prentice-Hall International Inc.

- [4]. Siswoyo, *Teknik Listrik Industri*, Depdiknas, Jakarta, 2008.
- [5]. Theraja, B.L. "*Technology Electrical. Volume II. AC & DC Machines*", New Delhi: Nirja Construction & Development Co, 1994.
- [6]. Wildi, Theodore. "*Electrical Machines, Drives, and Power Systems*". Prentice-Hall International, 2002.
- [7]. Anthony, Zuriman. "Mesin Listrik AC Bab 3 Motor Induksi". Agustus 2010, hal 61-91.
- [8]. Nugroho W, Febrian. "Perancangan Modul dan Perbandingan Starting dan Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3-Fasa". Laporan Penelitian, Maret 2015
- [9]. CD4047BC *Low Power Monostable/Astable Multivibrator*. Fairchild Semiconductor. 1999
- [10]. M. Rashid. *Power Electronics Circuit, Device, and Application 2nd. Prentice-Hall International Inc.* 1988
- [11]. Texas Instruments. "*TL494 Pulse-Width-Modulation Control Circuits Datasheet*". 2002
- [12]. Maulana, Eka. "Teori Dasar Mosfet", Universitas Brawijaya, 2014.
- [13]. Antonov, Natalinus. "Pengaruh Perubahan Tegangan Sumber Terhadap Karakteristik Faktor Daya Pada Lampu Hemat Energi". *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 2, No. 1, Januari 2013.
- [14]. Heripranoto, Eko. "Teknik Kelistrikan Motor" Dokumen PT. Mesindo Tekninesia, Jakarta. 2001.
- [15]. Yahya, Sofian. Tohir, Toto. "Rancangan Bangun Pengubah Satu Fasa ke Tiga Fasa dengan Motor Induksi Tiga Fasa". Seminar Nasional TEKNOIN. 10 November 2007, Yogyakarta.