

ANALISIS PENINGKATAN FAKTOR KERJA MOTOR INDUKSI 3 PHASA

Taufik Barlian¹, A. Faroda²

^{1,2}Lecturer, Electrical Engineering Study Program, Faculty Of Engineering,

Muhammadiyah University Palembang

e-mail: ¹taufikbarlian@umpalembang.ac.id

²faroda@umapalembang.ac.id

ABSTRACT

Following to the rapid industry, where many major industries using electric motors and other electrical equipment that is inductive, so that the reactive power consumption increase. For industrial low power factor cannot be avoided because each motors has variable load. Induction motors with a full load can provide high power factor, but when the motor is low, its power factor will decrease. Its condition can be overcome by using capacitors. Capacitors are mounted parallel to the motor can be used to improve the power factor. The value of the capacitors depends on the reactive power generated by the motor. Component reactive power inductive should be reduced and the reduction can be done by adding capacitor. The reduction process can occur because the load is inductive and capacitive its opposite direction due to its reactive power into a small and show that at 22 % load power factor improvement occurs 0.5151 into 0.5174.

Keyword : Induction Motor, Power Factor, Capacitor

1. PENDAHULUAN

Motor induksi adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandengan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor. Pada umumnya di pabrik- pabrik menggunakan motor listrik sebagai peralatan- peralatan pada pabrik dan terdapat kemungkinan bahwa mesin- mesin produksi dalam industri tersebut mensyaratkan motor listrik penggerak dengan tingkat kebisingan yang rendah dengan kondisi ramah lingkungan yang ada di industri tersebut. Motor induksi tiga fasa merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan pada perindustrian, motor inilah yang akan digunakan untuk memutar beban yang ada diperindustrian. Motor induksi tiga fasa keluaran besaran nya berupa torsi untuk menggerakkan beban. Jika torsi beban yang dipikul motor induksi tiga fasa terlalu kecil, maka ini dianggap sesuatu hal yang berlebihan (Rujiono,1997).

Motor induksi tiga fasa yang mempunyai efisiensi tinggi biasanya memiliki rotor tahanan yang kecil. Akibatnya motor ini akan menghasilkan torsi awal yang kecil dan menarik arus awal yang besar. Namun terkadang batangan yang rusak pada cangkang rotor dapat menyebabkan belitan motor yang tidak seimbang, yang memberikan pengaruh terhadap torsi dan putarannya. Perlu dilakukan analisa pengaruh tahanan rotor yang tidak seimbang pada motor induksi tiga fasa jenis rotor belitan.

Fungsi motor dalam penggunaan mesin –mesin adalah sebagai penggerak atau sumber energi mekanik. Hal ini berarti bahwa motor tersebut bertugas melayani kehendak dan kebutuhan bebannya agar seluruh sistem dapat beroperasi seseuai rencana. Bila motor yang disediakan ternyata tidak sesuai dengan karakteristik beban, maka tidak dicapai efektivitas dan efisiensi kerja dan seluruh sistem, yang berarti suatu kegagalan operasi dari suatu perencanaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Motor induksi merupakan arus bolak – balik (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif anatara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator. (Zuhal, 1991)

Biasanya motor induksi terdiri dari stator yang berbentuk cincin dengan kumparan primer dan celah lingkaran luarnya. Sedangkan kumparan primer ini biasanya dihubungkan dengan sumber tiga fasa. Berdasarkan bentuk rotornya, motor induksi dibagi menjadi dua :

1. Motor induksi dengan rotor belitan.
2. Motor induksi dengan rotor sangkar.

2.1 Konstruksi Motor Induksi

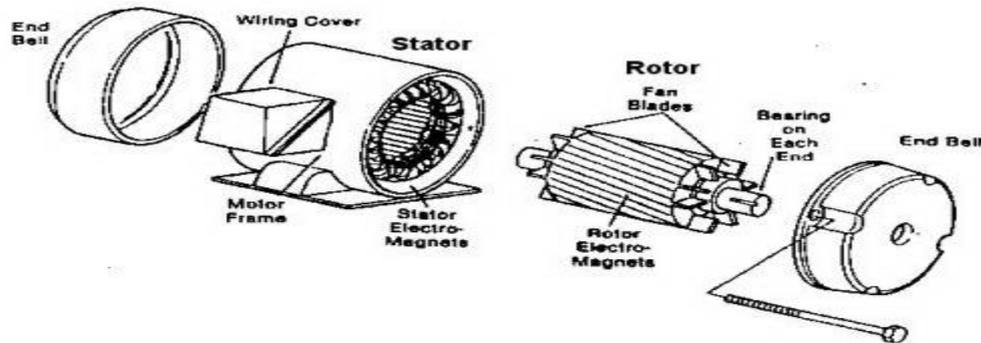
Motor Induksi pada dasarnya mempunyai 3 bagian penting sebagai berikut :

1. Stator Merupakan bagian yang diam dan mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik kepada kumparan rotornya.
2. Celah Merupakan celah udara, tempat berpindahnya energi dari stator ke rotor.

3. Rotor Merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang di induksikan kepada kumparan rotor.

Konstruksi stator motor induksi pada dasarnya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

1. Rumah stator (rangka stator) dari besi tuang.
2. Inti stator dari besi lunak atau baja silikon.
3. Alur, bahannya sama dengan inti dimana alur ini merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan stator).
4. Belitan (kumparan) stator dari tembaga.



Gambar 1. Konstruksi motor induksi

2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator ke kumparan rotor. Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul GGL atau tegangan induksi dan karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantaran (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan arah pergerakan medan induksi stator. (Susanto, 2012)

Jika pada belitan stator diberi tegangan 3 fasa, maka pada stator akan dihasilkan arus 3 fasa. Arus ini akan mengalir melalui belitan yang akan menimbulkan fluks dank karena adanya perbedaan sudut fasa sebesar 120o antara ketiga fasanya, maka akan timbul medan putar dengan kecepatan sinkron N_s .

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} (\text{rpm})$$

Dalam stator sendiri akan tegangan pada masing-masing fasa yang dinyatakan :

$$E_1 = 44,4 f N_1 \Phi_m (\text{Volt})$$

Dalam keadaan motor masih diam, medan putar stator akan memotong batang konduktor pada rotor. Akibatnya pada kumparan rotor timbul tegangan induksi (GGL) sebesar E_2 :

$$E_2 = 4,44 f N_2 \Phi_m (\text{volt})$$

Dimana :

E_2 = Tegangan induksi pada rotor saat rotor dalam keadaan diam (Volt)

N_2 = Jumlah lilitan kumparaan rotor

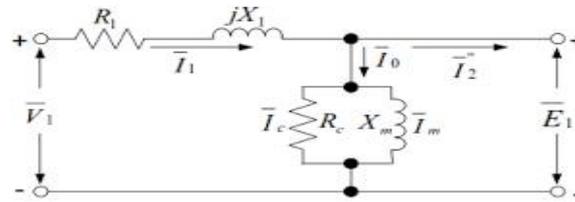
Φ_m = Fluks maksimum (Wb)

Karena kumparaan rotor membentuk rangkaian tertutup, maka GGL tersebut akan menghasilkan arus I_2 . Adanya arus I_2 di dalam kumparan rotor akan menghasilkan medan magnet rotor. Interaksi medan magnet rotor dengan medan putar stator akan menimbulkan gaya F pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya F cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah medan putar stator. Perputaran rotor akan semakin meningkat hingga mendekati kecepatan sinkron. Perbedaan kecepatan sinkron medan putar stator (n_s) dan kecepatan rotor (n_r) disebut Slip, dinyatakan dengan :

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

2.3 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi

Kerja motor induksi seperti juga kerja transformator adalah berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Oleh karena itu, motor induksi dapat dianggap transformator dengan rangkaian sekunder yang berputar. Rangkaian pengganti motor induksi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2 Rangkaian pengganti motor induksi

Untuk menentukan rangkaian ekuivalen dari motor 3 fasa pertama perhatikan keadaan pada stator. Gelombang fluks pada celah udara yang berputar sinkron membangkitkan GGL lawan 3 fasa yang seimbang di dalam fasa-fasa stator. Besarnya tegangan terminal stator berbeda dengan GGL lawan sebesar jatuh tegangan pada Impedansi (Z) bocor stator, sehingga dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$V_1 = E_1 = I_1 (R_1 + jX_1) \text{ Volt}$$

Dengan :

V_1 = Tegangan terminal stator (Volt)

E_1 = Ggl lawan yang dihasilkan oleh fluks celah udara resultan (Volt)

I_1 = Arus stator (Amper)

R_1 = Resistansi efektif stator (Ohm)

X_1 = Reaktansi bocor stator (Ohm)

Pada rotor belitan, belitan yang dililit sama banyaknya dengan jumlah kutub dan fasa stator. Jumlah lilitan efektif tiap fasa pada lilitan stator banyaknya a x jumlah lilitan rotor. Bandingkan efek magnetis rotor ini dengan yang terdapat pada rotor ekuivalen magnetic yang mempunyai jumlah lilitan yang sama seperti stator. Untuk kecepatan dan fluks yang sama, hubungan antara tegangan E_{rotor} yang diimbaskan pada rotor yang sebenarnya dan tegangan E_{2s} yang diimbaskan pada rotor ekuivalen adalah sebagai berikut :

$$E_{2s} = a E_{rotor}$$

Bila rotor-rotor akan diganti secara magnetis, lilitan amper masing-masing harus sama dan hubungan antara arus rotor sebenarnya I_{rotor} dan arus I_{2s} rotor ekuivalen haruslah :

$$I_{2s} = \frac{I_{rotor}}{a}$$

Akibatnya hubungan antara Impedansi (Z) bocor frekuensi slip Z_{2s} dari rotor ekuivalen dan impedansi bocor frekuensi slip Z_{rotor} yang sebenarnya haruslah sebagai berikut :

$$Z_{2s} = \frac{E_{2s}}{I_{2s}} = \frac{a^2 E_{rotor}}{I_{rotor}} = a^2 Z_{rotor} \text{ (ohm)}$$

Karena rotor terhubung singkat, hubungan fasor antara GGL frekuensi slip E_{2s} yang dibangkitkan pada fasa patokan dari rotor patokan dan arus I_{2s} pada fasa tersebut adalah :

$$\frac{E_{2s}}{I_{2s}} = Z_{2s} = R_2 + jsX_2$$

Dimana :

Z_{2s} = Impedansi bocor rotor frekuensi slip/fasa (ohm)

R_2 = Tahanan rotor (ohm)

X_{2s} = Reaktansi bocor patokan pada frekuensi slip (ohm)

2.4 Pengaturan Slip Motor Induksi

Motor induksi adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan gandingan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor. Untuk membangkitkan tegangan induksi E_{2s} agar tetap ada, maka diperlukan adanya perbedaan relative antara kecepatan medan putar

stator (ns) dengan kecepatan rotor (nr). Perbedaan antara kecepatan (nr) dengan (ns) disebut dengan slip (S) yang dinyatakan dengan persamaan :

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

Jika ns = nr tegangan akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada rotor, dengan demikian tidak ada torsi yang dapat dihasilkan. Torsi suatu motor akan timbul apabila ns ≠ nr dan dilihat dari cara kerjanya motor 3 fasa yang disebut juga dengan motor tak serempak (Kusuma, 2011).

2.5 Perhitungan Torsi Pada Motor Induksi 3 Fasa

Torsi mekanik (Td) dapat dihitung dengan membagi persamaan dengan kecepatan sudut poros (ωm).

$$T_d = \frac{Pd}{\omega_m} = \frac{(1-s)}{\omega_m} (121) \frac{R_2}{S} \qquad S = \frac{N_s - m}{m} = \frac{s - m}{s} = 1 - \frac{m}{s}$$

Dimana :

- ωs = Kecepatan sudut sinkron (radian/detik)
- ωm = Kecepatan sudut poros rotor (radian/detik)
- ωm = (1-s) ωs

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

2.6 Pengertian Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan dan arus listrik (Susanto, 2012). Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan:

1. Daya Aktif

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Adapun persamaan dalam daya aktif sebagai berikut :

- Untuk satu fasa P = V · I · Cos φ
- Untuk tiga fasa P = 3 · V · I · Cos φ

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

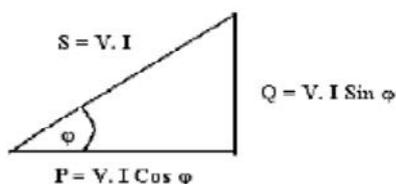
2. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

- Untuk satu fasa Q = V · I · Sin φ
- Untuk Tiga fasa Q = 3 · V · I · Sin φ

3. Daya Semu

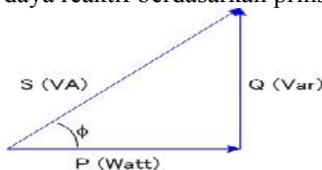
Daya Semu (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Satuan daya semu adalah VA.



Gambar 3 Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif dan semu

4. Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe - tipe daya yang berbeda antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri. (Handriyani, 2012)



Gambar 4 segitiga daya

Dimana berlaku hubungan :

$$S = V \cdot I$$

$$P = S \cdot \cos \phi$$

$$Q = S \cdot \sin \phi$$

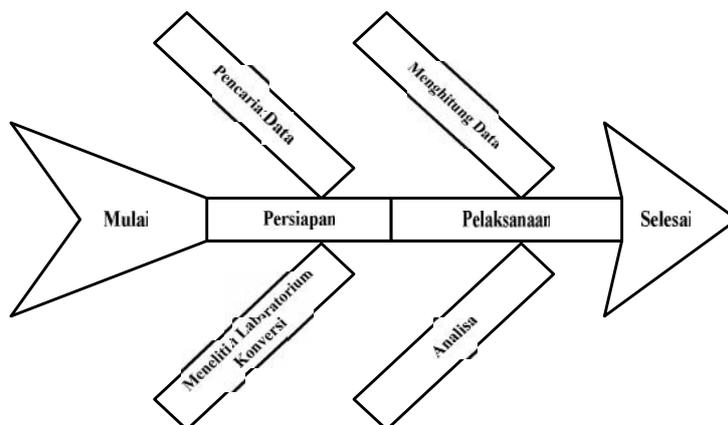
5. Faktor Daya

Faktor daya (Cos) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya semu (VA) yang digunakan dalam listrik arus bolak balik (AC) atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \phi$.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Fishbone Penelitian

Penelitian ini mengutamakan untuk memperoleh dan mengidentifikasi suatu masalah. Menghitung Data Analisis di Laboratorium Konversi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.



Gambar 5 Fish bone Penelitian

Gambar 5 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Persiapan

Persiapan awal yang harus dilakukan adalah dimulai dari persiapan pencarian data – data motor yang ada di Laboratorium Konversi Energi

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan akan dilakukan jika persiapan telah selesai. Apabila persiapan telah selesai maka langkah selanjutnya adalah menghitung faktor kerja, arus, tegangan, dan daya output motor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Motor

penyelesaian perhitungan menggunakan simulasi dengan bahasa pemrograman MATLAB . Untuk mengetahui besarnya faktor daya pada motor induksi ini dengan dilakukan dua tahap. Dalam tahap pertama di

dapat hasil pengukuran arus, daya output, efisiensi, dan daya motor sebelum menggunakan kapasitor. Tahap kedua didapat hasil dari pengukuran arus, daya output, efisiensi, dan daya motor setelah menggunakan kapasitor. Perhitungan ini diselesaikan dengan menggunakan data dari spesifikasi motor induksi 3 fasa sebagai berikut :

- Daya : 7460
- Frekuensi : 60 Hz
- Tegangan : 220 Volt
- Fasa : 3
- Arus : 23 A
- Power Faktor : 0.85

Data awal yang dibutuhkan pada perhitungan peningkatan faktor daya ini adalah sebagai berikut :

1. Tegangan (Volt)
2. Daya Aktif
3. Faktor daya sebelum perbaikan
4. Faktor daya yang diinginkan

Data diatas merupakan input program MATLAB yang digunakan untuk mendapatkan harga – harga dari seluruh besaran dalam perhitungan faktor daya.

4.2 Faktor daya Reaktif (Q1), (Q2), dan Kapasitas Var Kapasitor (Qc)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya reaktif (Q2) pada motor semakin kecil apabila faktor daya ditingkatkan. Hal ini disebabkan karena adanya kompensasi daya reaktif dari kapasitor yang dipasang pada motor. Jadi sebagian suplai daya reaktif (Q1) digantikan oleh suplai daya reaktif (Qc) yang berasal dari kapasitor dan bertindak sebagai sumber daya reaktif.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan daya reaktif dan Kapasitas Var kapasitor

Daya Reaktif (Q)		
Q1(Var)	Q2(Var)	Qc(Var)
4623	2452	2171

4.2.1 Perhitungan Daya Semu (S)

Hasil pemograman menunjukkan bahwa peningkatan faktor daya dapat menyebabkan besaran daya semu menjadi turun. Besarnya daya semu (S1) sebelum peningkatan faktor daya adalah 8776 kVA, namun setelah peningkatan menjadi 7853 kVA (S2) seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan daya semu

Daya Semu (S)	
S1 (VA)	S2 (VA)
8776	7853

4.2.2 Perhitungan Sudut daya (φ)

Jika dilihat dan diamati dari segitiga daya akan didapatkan perubahan sudut daya (φ) yang berbanding terbalik dengan perubahan besaran faktor daya (cos φ). Dalam hal ini semakin ditingkatkan faktor dayanya, maka sudut yang dihasilkan akan mengecil. Hasil tabel ini menunjukkan penurunan harga besar sudut daya setelah faktor daya ditingkatkan yaitu 31.79⁰ menjadi 18.19⁰.

Tabel 4.3 Perhitungan sudut daya (φ)

Sudut Daya (φ)	
φ1 (Derajat)	φ2 (Derajat)
31.79	18.19

4.2.3 Perhitungan Reaktansi Kapasitif (X_c) dan Ukuran kapasitor

Penentuan harga reaktansi kapasitif (X_c) dan pemilihan kapasitor yang tepat dapat memberikan hasil yang sesuai dengan besarnya faktor daya yang ingin ditingkatkan. Untuk perhitungan kapasitor harus diperhatikan dan dilakukan seteliti mungkin, agar besaran Var dari kapasitor yang dibutuhkan untuk peningkatan faktor daya. Pada tabel-tabel ini memberikan hasil perhitungan reaktansi kapasitif (X_c) dan ukuran kapasitor.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan reaktansi kapasitif

Reaktansi Kapasitif X_c (Ohm)
22.29

Tabel 4.5 Hasil perhitungan ukuran kapasitor

Ukuran Kapasitor C (μF)
0.0001190

4.3 Hasil Simulasi Pembebanan Motor

Hasil ini dilakukan guna untuk mendapatkan informasi tentang harga efisiensi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui batas pembebanan motor yang sesuai dengan kapasitas motor tersebut. Dalam mengoperasikan motor induksi perlu diperhatikan beberapa beban yang akan dihubungkan pada motor agar tidak terjadinya beban lebih dan penurunan efisiensi motor tersebut.

4.3.1 Hasil Perhitungan Efisiensi Terhadap Pembebanan

Simulasi motor tiga fasa ini dimulai dari tahap 1640 atau 22 % sampai beban 7490 atau 99 %. Hasil ini memberikan gambaran bahwa efisiensi motor bila dinaikkan secara bertahap seperti dalam tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.6 Data hasil pembacaan pada alat ukur sebelum menggunakan kapasitor

No	Faktor Kerja	P out	Beban %	Efisiensi	Arus
1	0.5151	1640	22	74.74	5.76
2	0.5626	1928	26	77.47	6.53
3	0.6045	2213	30	79.55	7.30
4	0.6414	2494	33	81.16	8.07
5	0.6736	2772	37	82.43	8.83
6	0.7019	3047	41	83.43	9.58
7	0.7266	3318	44	84.24	10.34
8	0.7482	3586	48	84.49	11.09
9	0.7671	3850	52	85.41	11.83
10	0.7838	4111	55	85.83	12.57
11	0.7984	4369	59	86.16	13.31
12	0.8113	4624	62	86.43	14.04
13	0.8227	4875	65	86.63	14.77
14	0.8328	5123	69	86.78	15.49
15	0.8417	5367	72	86.89	16.21
16	0.8497	5608	75	86.96	16.93
17	0.8568	5846	78	87.00	17.64
18	0.8632	6081	82	87.01	18.34
19	0.8688	6312	85	87.00	19.04
20	0.8739	6541	88	86.97	19.74
21	0.8785	6766	91	86.91	20.43
22	0.8826	6987	94	86.84	21.12
23	0.8863	7206	97	86.75	21.80
24	0.8896	7421	99	86.65	22.48

Perhitungan faktor daya :

Dilihat dari hasil pengamatan pada beban 22% di dapat data sebagai berikut :

$$V = 220 \text{ Volt}$$

$$I_1 = 23 \text{ Ampere}$$

$$P = 7460$$

Daya semu per fasa di dapat :

$$S = V \times I_1 = 220 \times 23 = 5060 \text{ VA}$$

Untuk hasil perhitungan faktor daya motor 3 fasa tanpa kapasitor, $\cos \phi_1$ adalah :

$$\cos \phi = \frac{P}{S \cdot 3} = \frac{7460}{876418} = 0.85$$

Untuk meningkatkan besarnya faktor kerja daya dari 0.85 menjadi 0.95, maka diperlukan dengan pemasangan kapasitas yang nilai nya di dapat lewat perhitungan sebagai berikut :

Hasil perhitungan tanpa kapasitor di dapat :

$$\cos \phi = 0.85, \text{ sehingga}$$

$$\phi_1 = \cos^{-1} 0.85$$

$$= 31.78$$

$$\sin \phi_1 = \sin 31.78$$

$$= 0.52$$

Arus reaktif yang diperlukan adalah :

$$I_{r1} = I_1 \times \sin \phi = 23 \times 0.52 = 11.96 \text{ A}$$

Jika di pasang kapasitor, maka untuk menghasilkan $\cos \phi_2 = 0.95$ maka motor akan mengkonsumsi arus sebesar :

$$I_2 = \frac{P}{3VC\cos\phi} = \frac{7460}{3220095} = 20.6 \text{ A}$$

Besarnya sudut $\phi_2 = \cos^{-1} 0.95 = 18.19$

$$\sin \phi_2 = \sin 18.19 = 0.312$$

Sehingga Arus reaktif yang diperlukan adalah :

$$I_{r2} = I_2 \times \sin \phi_2 = 20.6 \times 0.312 = 6.43 \text{ A}$$

Arus reaktif yang lewat di kapasitor :

$$I_C = I_{r1} - I_{r2} = 11.96 - 6.43 = 5.53 \text{ A}$$

Tahanan reaktif kapasitor :

$$X_C = \frac{V}{I_C} = \frac{220}{5.53} = 3978 \text{ ohm}$$

Sehingga kapasitas untuk kapasitor yang diperlukan adalah :

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2314 \cdot 397860} \times 10^6 = \frac{1}{14989104} = 0.667 \text{ F}$$

Tabel 4.7 Data hasil pembacaan pada alat ukur setelah menggunakan kapasitor

No	Faktor Kerja	P out	Beban %	Efisiensi	Arus
1	0.5174	1641	22	74.79	5.76
2	0.5657	1930	26	77.54	6.53
3	0.6084	2215	30	79.62	7.30
4	0.6461	2498	33	81.24	8.07
5	0.6792	2777	37	82.52	8.83
6	0.7082	3053	41	83.53	9.59
7	0.7337	3325	45	84.35	10.35
8	0.7561	3595	48	85.01	11.10
9	0.7757	3861	52	85.54	11.85
10	0.7930	4125	55	85.97	12.59
11	0.8083	4385	59	86.31	13.34
12	0.8218	4643	62	86.58	14.07
13	0.8338	4897	66	86.79	14.81
14	0.8444	5148	69	86.96	15.54
15	0.8539	5396	72	87.07	16.27
16	0.8624	5641	76	87.15	16.99
17	0.8700	5884	79	87.20	17.71
18	0.8768	6123	82	87.22	18.43
19	0.8829	6360	85	87.22	19.14
20	0.8884	6593	88	87.19	19.85
21	0.8934	6824	91	87.14	20.55
22	0.8979	7051	95	87.08	21.25
23	0.9020	7276	98	87.00	21.95
24	0.9057	7499	101	86.91	22.65

Ukuran kapasitor tergantung pada daya reaktif tanpa beban (VAR) yang ditarik oleh motor. Untuk memperbesar faktor daya yang rendah hal yang mudah dilakukan adalah memperkecil sudut ϕ , agar komponen daya reaktif (VAR) menjadi rendah. Komponen daya reaktif yang bersifat induktif harus dikurangi dan pengurangan bisa dilakukan dengan penambahan kapasitor. Proses pengurangan itu bisa terjadi karena kedua beban bersifat induktif dan kapasitif yang arahnya berlawanan akibatnya daya reaktif menjadi kecil. Pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada beban 22% terjadi perbaikan faktor daya 0.5151 menjadi 0.5167.

Pada tabel diatas menunjukkan bahwasannya variasi beban pada motor 3 fasa. Saat beban pada motor dinaikkan secara bertahap hingga mencapai harga maksimum 88% pada pembebanan 6.541 kW. Bila dinaikkan melebihi tingkatan diatas 88% efisiensi cenderung menurun. Pada saat motor dibebani mencapai tingkatan 99% atau 7.421 maka efisiensi terus menurun hingga mencapai 86.65%.

4.3.2 Hasil Perhitungan Arus Beban Terhadap Pembebanan

Dari hasil perhitungan arus beban terhadap beban antara 1640 atau 22% hingga 7.421 kW atau 99% bahwa meningkatnya arus beban bila terus ditambah. Diilhat dari tabel 4.1 diatas menunjukkan bahwasannya peningkatan arus beban akan semakin besar apabila bebannya diperbesar. Jika arus beban motor yang terendah pada 22% maka arus beban berada pada harga 5.76 Ampere. Arus beban motor akan terus meningkat pada saat motor dibebani dengan mendekati kapasitas 88% dan harga arus menjadi 19.74 Ampere. Dan saat beban dinaikkan hingga mencapai 99% maka harga arus dinaik dan berada pada harga 22.48 Ampere.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa peningkatan faktor daya motor dapat dilakukan dengan menggunakan kapasitor.

1. Setelah faktor daya ditingkatkan dari 0.85 menjadi 0.99 terlihat bahwa terjadi peningkatan daya 22% sehingga faktor daya mencapai 0.5174. Dari hasil perhitungan arus beban terhadap beban antara 1640

atau 22% hingga 7.421 kW atau 99% bahwa meningkat nya arus beban bila terus ditambah. Hal ini menunjukkan bahwasannya peningkatan arus beban akan semakin besar apabila bebannya diperbesar.

2. Jika arus beban motor yang terendah pada 22% maka arus beban berada pada harga 5.76 Ampere. Arus beban motor akan terus meningkat pada saat motor dibebani dengan mendekati kapasitas 88% dan harga arus menjadi 19.74 Ampere.
3. Dengan dilakukan pemasangan kapasitor terhadap motor dapat mengatasi rendahnya faktor daya, pemasangan kapasitor dapat dilakukan secara paralel. Pemasangan yang terlalu kecil tidak akan berarti apa – apa terhadap kinerja motor. Untuk itu dengan dipasang kapasitor sesuai dengan yang diharapkan dapat memperbaiki dan meningkatkan faktor kerja terhadap motor dan tidak terjadi suatu masalah kenaikan tegangan yang membahayakan motor tersebut.

5.2 Saran

Hasil analisis peningkatan faktor kerja pada penelitian ini dapat dilanjutkan dengan cara pemasangan kapasitor terhadap motor-motor induksi agar dapat mengetahui hasil peningkatan daya yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusuma, W. 2011. Sistem pengaturan kecepatan Motor Induksi Rotor Belitan Dengan Menggunakan DC Chooper
- Rujiono, Yon, Drs. 1997. Dasar Teknik Tenaga Listrik. Andi Offset, Yogyakarta
- Susanto, Tri. 2012. Analisa Efisiensi pada Motor Induksi 3 Phasa. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Sylvia Handriyani, Adi Soeprijanto, Sjamsjul Anam, 2012. Analisa Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Listrik Di Kuda Tani Mulyo Lamongan. ITS, Surabaya.
- Zuhal.1991. Dasar Teknik Listrik. PT. Gramedia Utama, Jakarta.