

KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP FAKTOR DAYA MOTOR INDUKSI

Ahmad Rizal Sultan¹⁾, Ahmad Gaffar²⁾

^{1,2)} Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

An electric motor is an equipment that changes electromagnetic energy whose function is based on the force exerted between the electric current that enters with the generated magnetic field. Because of the principle of this function, the electric motor generally has a very high efficiency. The highest efficiency on a motor is achieved at a load of around 75% and drops drastically on a load below 30%. Inductive load induction motors generally have a low power factor. In this research, experimental research has been carried out on how to identify the types of loading and the value of the induction motor power factor. Based on the results of the analysis it can be concluded that the greater the value of the induction motor loading, the greater the power factor will be obtained. From the observations it can also be seen that when loaded with a generator, the induction motor power factor will be greater than when it is not loaded.

Keywords: *Induction motor loading, power factor*

1. PENDAHULUAN

Dalam sistem tenaga listrik, terdapat tiga jenis daya yaitu daya semu, daya aktif, dan daya reaktif. Kualitas daya yang baik dapat mengefisienkan proses distribusi tenaga listrik. Hal-hal yang mempengaruhi kebutuhan daya listrik dapat dipengaruhi oleh jumlah beban, jenis beban, jenis penghantar maupun jarak antara sumber listrik dengan beban. Semakin tinggi daya reaktif beban maka faktor daya akan semakin rendah begitupula ketika daya reaktif beban kecil maka faktor daya akan tinggi [1]. Untuk beban rumah tangga, kebutuhan daya reaktif masih kecil dan dianggap normal, sedangkan pada beban industri yang menggunakan banyak beban yang bersifat induktif seperti motor listrik. Kebutuhan daya reaktif untuk beban industri sangat besar karena kebanyakan bebannya adalah motor-motor listrik, sehingga menyebabkan faktor daya sistem menjadi rendah [2]. Untuk memperbaiki faktor daya tersebut, salah satu metode adalah dengan menambahkan kapasitor sebagai kompensator daya reaktif [3].

Penambahan kapasitor pada beban motor berperan sebagai penyuplai daya reaktif yang dibutuhkan oleh motor sehingga beban motor tersebut tidak lagi menarik banyak daya reaktif dari sistem. Daya reaktif pada sistem tenaga listrik tidak terpakai menjadi energi hanya dibutuhkan untuk membangkitkan fluks magnet pada beban induktif. Namun daya reaktif ini tetap menjadi beban bagi pembangkit listrik yang ketika nilainya besar, menyebabkan faktor daya sistem menjadi menurun. Penambahan kapasitor sebagai kompensator daya reaktif pada penerapannya, kebanyakan diletakkan dekat dengan beban yang membutuhkan kompensasi daya reaktif [4].

Pada penelitian sebelumnya [5] telah dilakukan pengujian nilai faktor daya untuk berbagai letak kapasitor sebagai perbaikan faktor daya pada instalasi motor. Pengaruh perbaikan faktor daya terhadap kualitas daya telah pula dibahas [6]. Hasil yang diperoleh belum dapat menunjukkan pengaruh yang signifikan disebabkan pengujian masih dilakukan pada kondisi motor tanpa beban. Pada penelitian eksperimental ini telah dilakukan pengujian lebih lanjut untuk berbagai pembebanan motor induksi terhadap nilai faktor daya dari motor tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, maka untuk penelitian ini dapat dirumuskan beberapa hal, yaitu bagaimana mengidentifikasi jenis-jenis pembebanan motor induksi, bagaimana mengidentifikasi nilai faktor daya untuk berbagai putaran motor induksi serta membandingkan pengaruh jenis pembebanan terhadap faktor daya pada motor induksi.

2. METODE PENELITIAN

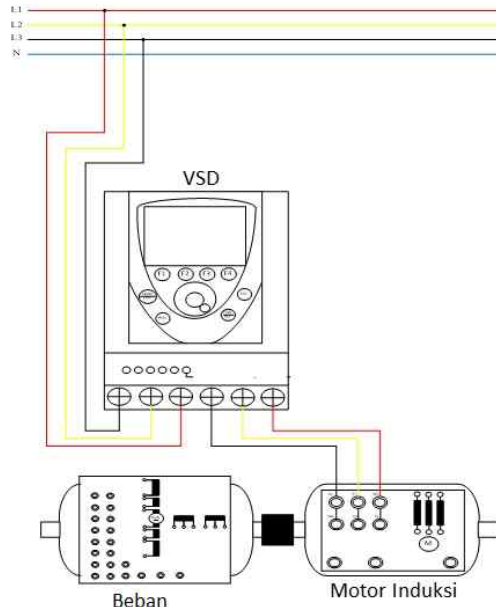
Pelaksanaan penelitian eksperimental ini dilakukan di Laboratorium Automasi Tenaga Listrik PS Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Kegiatan penelitian ini memanfaatkan waktu selama kurang lebih delapan bulan. Secara detail tahapan-tahapan penelitian ini yaitu tahap persiapan, pada tahap ini, semua

¹ Korespondensi penulis: Ahmad R.Sultan, Telp 08124123572, rizal.sultan@poliupg.ac.id

peralatan (*Variable Speed Drive (VSD)*, motor induksi, *power meter*, panel, kabel dan beban motor) dirangkai. Selanjutnya tahap pengujian, melakukan pengamatan pada alat ukur (arus, tegangan dan daya) untuk kondisi tanpa beban dan berbeban. Pengujian ini dilakukan juga untuk variasi putaran motor induksi yang berbeda serta akhirnya tahap analisis hasil pengujian. Pada tahap ini dilakukan analisis data hasil eksperimen nilai kondisi tanpa beban dan kondisi berbeban terhadap nilai faktor daya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian eksperimental ini dilaksanakan di Laboratorium Automasi Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pemodelan variasi putaran motor induksi dan jenis pembebanan dapat dilihat pada gambar 1. Dari gambar tersebut terlihat VSD dirangkai dengan motor induksi untuk kondisi tanpa beban dan keadaan berbeban. Pada kajian ekperimental ini, motor induksi dibebani dengan cara memutar sebuah generator.



Gambar 1. Skema Rangkaian motor induksi dengan VSD

Kegiatan eksperimental ini dilakukan untuk keadaan motor induksi tanpa beban dan motor induksi berbeban dengan variasi 1000 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm. Rangkaian dasar pengamatan serta model pembebanan motor induksi dapat dilihat pada Gambar 2.

4.1 Pengukuran motor induksi tanpa beban

Sebagai sampel, pengamatan data untuk konduksi motor induksi tanpa beban dilakukan dengan tujuh kali pengamatan. Untuk setiap kali pengamatan dilakukan selama lima menit sehingga total waktu pengamatan menjadi 30 menit. Hasil pengamatan untuk kondisi motor induksi tanpa beban dapat dilihat pada Tabel 1, 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Hasil pengamatan motor induksi tanpa beban (1000 rpm)

Data	P(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	I _a	I _b	I _c	V _{a-b}	V _{b-c}	V _{c-a}
1	-0.189	0.792	0.814	1.224	1.046	1.421	380.17	381.01	384.95
2	-0.170	0.806	0.824	1.282	1.027	1.437	378.90	379.67	383.97
3	0.029	0.096	0.100	0.163	0.147	0.148	378.28	378.81	383.10
4	-0.058	0.353	0.358	0.777	0.143	0.723	377.72	378.40	382.68
5	-0.104	0.465	0.477	1.044	0.150	0.985	379.15	379.30	383.68
6	-0.024	0.230	0.231	0.481	0.144	0.432	380.34	380.93	385.33
7	-0.069	0.348	0.355	0.767	0.146	0.708	380.90	381.02	385.38

Tabel 2. Hasil pengamatan motor induksi tanpa beban (2000 rpm)

Data	P(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	I _a	I _b	I _c	V _{a-b}	V _{b-c}	V _{c-a}
1	-0.069	0.348	0.355	0.767	0.146	0.708	380.90	381.02	385.38
2	-0.065	0.333	0.339	0.731	0.148	0.666	382.48	382.68	387.24

3	-0.038	0.229	0.232	0.489	0.147	0.426	381.47	381.79	386.36
4	-0.102	0.530	0.540	0.851	0.628	0.964	380.81	381.14	385.77
5	-0.108	0.427	0.440	0.791	0.420	0.794	379.11	379.56	384.26
6	-0.103	0.412	0.425	0.807	0.360	0.769	378.85	379.14	383.74
7	-0.125	0.565	0.579	1.026	0.513	1.106	377.69	378.17	382.63

Tabel 3. Hasil pengamatan motor induksi tanpa beban (3000 rpm)

Data	P(kW)	Q(kVA R)	S(kVA)	I _a	I _b	I _c	V _{a-b}	V _{b-c}	V _{c-a}
1	-0.162	0.739	0.756	1.142	1.078	1.182	383.82	383.57	387.85
2	-0.162	0.783	0.800	1.173	1.083	1.341	383.96	383.61	387.90
3	-0.177	0.836	0.854	1.267	1.100	1.482	383.32	382.93	387.12
4	-0.172	0.821	0.839	1.243	1.097	1.444	382.93	382.24	386.73
5	-0.173	0.840	0.858	1.282	1.091	1.499	382.24	381.91	386.41
6	-0.190	0.770	0.793	1.307	1.024	1.261	381.20	380.77	385.08
7	-0.185	0.777	0.799	1.310	1.003	1.319	380.21	379.67	385.56

Dari ketiga tabel di atas, dapat dilihat bahwa tegangan phasa-phaasa cenderung stabil dikarenakan hanya memutar motor tanpa beban dengan pada kisaran 379.67 V sampai 387,90 V. Demikian pula untuk arus tiap fasa juga tidak mengalami kenaikan yang signifikan dikarenakan beban yang disupplay tidak terlalu banyak. Untuk daya aktif, daya nyata, dan daya reaktif, terlihat pada daya aktif bernilai negatif dikarenakan menggunakan beban induktif.

4.2 Pengukuran motor induksi berbeban

Sebagai sampel, pengamatan data untuk motor induksi berbeban dilakukan dengan tujuh kali pengamatan dengan data setiap pengamatan selama lima menit dengan total waktu 30 menit. Hasil pengamatan untuk kondisi motor induksi berbeban dapat dilihat pada Tabel 4, 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Hasil pengamatan motor induksi berbeban (1000 rpm)

Data	P(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	I _a	I _b	I _c	V _{a-b}	V _{b-c}	V _{c-a}
1	0.030	0.098	0.103	0.162	0.149	0.154	382.96	381.96	386.48
2	-0.052	0.332	0.336	0.717	0.148	0.665	382.26	381.86	386.23
3	-0.053	0.270	0.275	0.584	0.150	0.520	383.03	382.92	387.08
4	-0.041	0.233	0.237	0.494	0.154	0.433	383.85	383.66	388.09
5	-0.052	0.282	0.287	0.605	0.151	0.543	385.19	384.94	389.15
6	-0.046	0.252	0.257	0.599	0.148	0.539	384.61	384.72	388.61
7	-0.062	0.329	0.335	0.714	0.155	0.652	384.11	384.38	388.08

Tabel 5. Hasil pengamatan motor induksi berbeban (2000 rpm)

Data	P(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	I _a	I _b	I _c	V _{a-b}	V _{b-c}	V _{c-a}
1	-0.087	0.335	0.346	0.735	0.166	0.66	385.67	385.55	389.79
2	-0.145	0.549	0.568	1.169	0.255	1.13	384.57	384.53	388.51
3	-0.087	0.344	0.355	0.744	0.185	0.68	383.96	383.99	388.01
4	-0.143	0.536	0.554	1.112	0.296	1.09	384.00	383.94	388.02
5	-0.080	0.374	0.383	0.743	0.255	0.72	384.33	384.49	388.55
6	-0.074	0.306	0.315	0.634	0.204	0.58	385.69	385.81	389.93

Tabel 6. Hasil pengamatan motor induksi berbeban (3000 rpm)

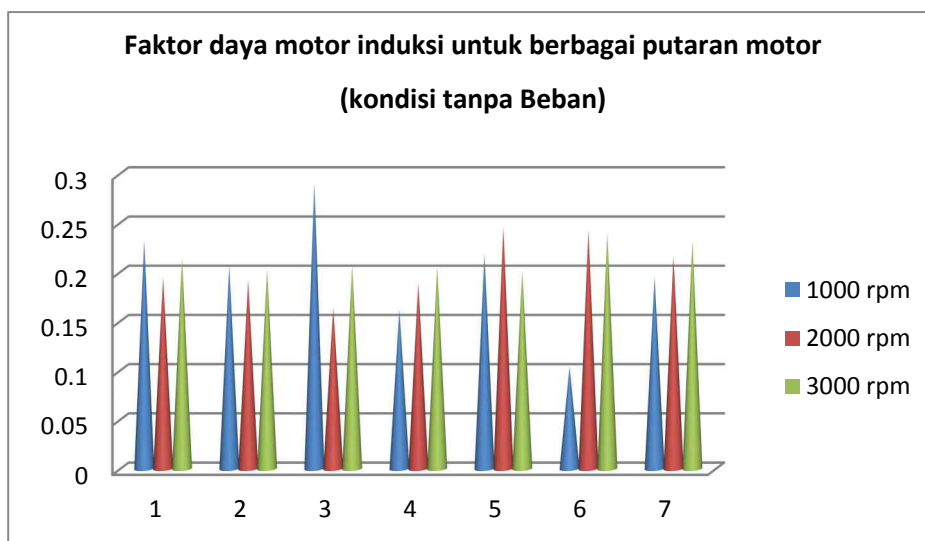
Data	P(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	I _a	I _b	I _c	V _{a-b}	V _{b-c}	V _{c-a}
1	0.003	0.138	0.138	0.264	0.150	0.212	383.83	383.70	388.45
2	-0.207	0.779	0.806	1.293	0.839	1.498	383.63	383.47	388.04
3	-0.217	0.805	0.834	1.419	0.762	1.567	384.36	384.19	388.92
4	-0.170	0.550	0.575	1.042	0.469	1.078	383.79	383.76	388.48
5	-0.190	0.629	0.658	1.283	0.400	1.279	383.19	383.19	387.62

6	-0.206	0.676	0.707	1.311	0.521	1.349	383.87	383.51	387.87
7	-0.161	0.644	0.664	1.051	0.732	1.205	383.70	383.45	388.04

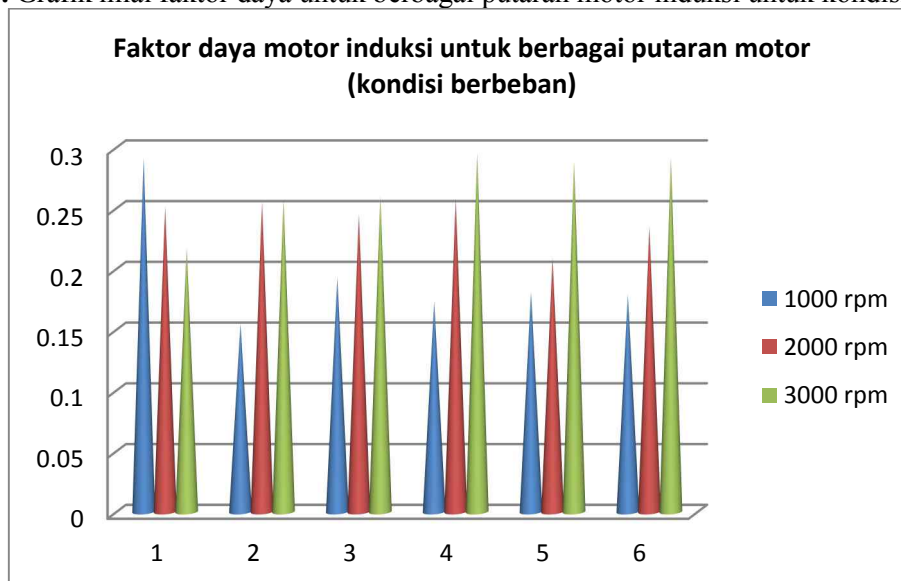
Pada pengukuran keadaan motor induksi berbeban dengan memutar generator sebagai beban, dapat dilihat bahwa tegangan phasa-phaa cenderung lebih besar dibandingkan dengan kondisi tanpa beban. Nilai tegangan phasa-phaa berada pada nilai 383,19 V sampai 388,92 V. Untuk Arus tiap fasa juga tidak mengalami kenaikan yang signifikan dikarenakan beban yang disupplay tidak terlalu besar. Untuk daya aktif, daya nyata, dan daya reaktif, terlihat pada daya aktif bernilai negatif meskipun nilainya lebih besar dibandingkan pengukuran tanpa beban dikarenakan motor induksi telah dikopel dengan beban generator DC.

4.3 Pengaruh pembebanan terhadap nilai faktor daya

Dari pengamatan motor induksi untuk kondisi berbeban dan tidak berbeban terlihat bahwa nilai faktor daya semakin besar untuk kenaikan putaran motor listrik. Kondisi ini terjadi untuk kedua kondisi berbeban dan tidak berbeban, tetapi nilai faktor daya untuk kondisi berbeban akan menjadi lebih besar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai faktor daya untuk berbagai putaran motor induksi untuk kondisi tanpa beban



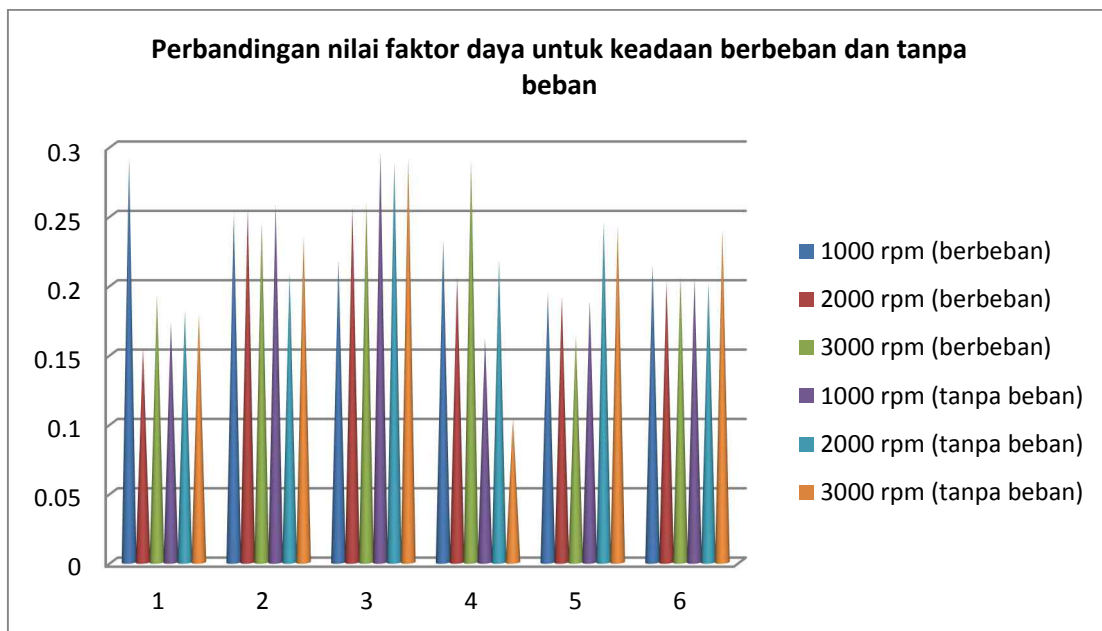
Gambar 5. Grafik nilai faktor daya untuk berbagai putaran motor induksi untuk kondisi berbeban

Dari hasil ekperimental ini, nilai rata-rata faktor daya untuk kondisi berbeban dan tak berbeban dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan nilai rata-rata faktor daya untuk variasi putaran dan kondisi motor induksi

No	Kondisi tanpa beban		Kondisi berbeban	
	Putaran (rpm)	Faktor daya	Putaran (rpm)	Faktor daya
1	1000	0.201	1000	0.194
2	2000	0.206	2000	0.242
3	3000	0.215	3000	0.265

Dari Tabel 7 terlihat bahwa makin besar nilai pembebanan motor induksi, maka didapatkan faktor daya yang makin besar. Dari pengamatan terlihat bahwa pada saat dibebani dengan generator, faktor daya akan makin besar dibandingkan pada saat tidak berbeban. Hal ini juga terjadi pada saat putaran mendekati nilai putaran nominal, maka nilai faktor daya menjadi lebih besar pula. Perbandingan nilai faktor daya untuk kondisi berbeban dan tidak berbeban dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan nilai faktor daya untuk berbagai putaran motor induksi untuk kondisi berbeban dan tak berbeban

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis maka dapat disimpulkan bahwa makin besar nilai pembebanan motor induksi, maka didapatkan faktor daya yang makin besar. Dari pengamatan terlihat pula bahwa pada saat dibebani dengan generator, faktor daya motor induksi akan makin besar dibandingkan pada saat tidak berbeban. Hal ini juga terjadi pada saat putaran mendekati nilai putaran nominal, maka nilai faktor daya menjadi lebih besar pula.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thompson, F.G.1992. “ *Electrical Installation and Workshop Technology*”, Longman Scientific & Technical
- [2] Nasar, Syed H. 1990. *Electric Power Sistem*. USA. Mc Graw-Hill Book Co.
- [3] Grainger, J John dan William D Stevenson. 1994. *Power Sistem Analysis*. Singapore. Mc Graw-Hill Book Co

- [4] Parmar, Jignesh. 2013. Defining Size and Location of Capacitor in Electrical Sistem. *Technical Article*, (Online). (<http://electrical-engineering-portal.com>), diakses 7 Desember 2016).
- [5] Sultan, Ahmad Rizal; Gaffar A, ” *Pengaruh Letak Kapasitor terhadap perbaikan faktor daya pada instalasi motor listrik*” Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian SNPM 2017, Makassar.
- [6] Sultan, Ahmad Rizal; Gaffar A, ” *Analisis kualitas daya pada perbaikan $\cos \phi$ instalasi motor untuk berbagai letak kapasitor*” Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian SNPM 2018, Makassar.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik*.
- [8] Harten, P.V. 1991., “*Instalasi Listrik Arus Kuat II*”. Bina Cipta, Bandung

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang atas pendanaan melalui DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksana Penelitian Nomor : 019/PL10.13/PM/2019, tanggal 1 April 2019. Terima kasih juga disampaikan kepada anggota *Power Energy System-Research Group*, Jurusan Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang atas kerjasamanya sehingga kegiatan penelitian ini berjalan dengan baik.