

Pengaruh Pembebanan Terhadap Motor Induksi Penggerak Conveyor CV 23 Di Jalur CHF4 PT. Bukit Asam Tbk

Daeny Septi Yansuri¹, Subianto², Nefsi Rolesta³

¹²³⁴Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang, Indonesia.

email : daenyansuri@gmail.com

ABSTRAK

Motor induksi dengan beban penuh dapat memberikan faktor daya tinggi yaitu sekitar 0,8 sampai dengan 0,9. Namun bila motor berbeban kecil maka faktor daya akan turun, dan bahkan bila tanpa beban, faktor daya motor bisa mencapai 0,3. Hal tersebut dapat juga mempengaruhi pembebanan terhadap motor induksi, yang dalam penelitian ini digunakan untuk penggerak conveyor CV 23 di jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk Adapun tujuan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui besar beban yang dipakai pada motor tiga fasa dan berapa besar efisiensi dari motor tiga fasa penggerak conveyor CV 23 di jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk tersebut. Metode penelitian memakai Metode Literatur, Wawancara dan Observasi. Dari hasil penelitian yang telah diolah dengan persamaan-persamaan yang digunakan maka diperoleh hasil bahwa efisiensi yang dihasilkan menurut perhitungan pada motor penggerak conveyor CV 23 di jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk sebesar : 82,75 % dan pada saat motor beroperasi pada beban penuh daya yang keluar sebesar : 82,799 %. Dengan daya yang diperoleh, maka motor masih bisa dianggap baik. Daya motor induksi tiga fasa yang dipakai untuk penggerak Conveyor 23 di jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk, adalah sebesar 326,382 kW..

Kata Kunci : Conveyor , Motor Induksi, Efisiensi

Effect of Loading on the Induction Motor Driving the CV 23 Conveyor on the PT CHF4 Line. Bukit Asam Tbk

ABSTRACT

An induction motor at full load can provide a high power factor of around 0.8 to 0.9. However, if the motor has a small load, the power factor will decrease, and even without load, the motor power factor can reach 0.3. This can also affect the load on the induction motor, which in this research is used to drive the CV 23 conveyor on the CHF 4 PT line. Bukit AsamTbk The aim of this research is to find out the amount of load used on the three-phase motor and how much efficiency the three-phase motor driving the CV 23 conveyor on the CHF 4 PT line has. Bukit Asam Tbk. The research method uses literature, interviews and observation methods. From the research results which have been processed with the equations used, the result is that the efficiency produced is according to calculations on the CV 23 conveyor drive motor on the CHF 4 PT route. Bukit Asam Tbk is: 82.75% and when the motor operates at full load the output power is: 82.799%. With the power obtained, the motorbike can still be considered good. Three phase induction motor power used to drive Conveyor 23 on the CHF 4 PT line. Bukit Asam Tbk, is 326,382 kW.

Keywords: Conveyor , Induction Motor, Efficiency.

Correspondence author : Daeny Septi Yansuri¹, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang, Indonesia.

E-Mail: daenyansuri@gmail.com



I. PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu komponen penting dalam berbagai sektor industri. Motor ini banyak digunakan pada mesin-mesin industri sebagai penggerak mekanik karena keunggulan teknis dan ekonomis yang dimilikinya. Dari segi teknis, motor induksi tiga fasa memiliki konstruksi yang kuat dan sederhana, terutama untuk tipe motor dengan rotor sangkar[3]. Dari segi ekonomis, motor ini relatif murah, memiliki keandalan tinggi, efisiensi yang baik pada kondisi normal, serta biaya pemeliharaan yang rendah karena hampir tidak memerlukan perawatan khusus[2]. Tidak adanya sikat pada motor juga mengurangi rugi gesekan[4].

Sebagai penggerak mula (*prime mover*), motor induksi sering kali melayani beban yang bervariasi[5]. Prinsip kerjanya didasarkan pada medan putar fluks yang dihasilkan oleh kumparan stator setelah dihubungkan dengan sumber tegangan satu atau tiga fasa[6]. Putaran rotor motor tidak sepenuhnya mengikuti putaran medan stator, sehingga terdapat selisih putaran yang dikenal dengan istilah slip[7][8]. Karakteristik ini menjadikan motor induksi sebagai jenis motor listrik bolak-balik (*AC motor*) yang paling umum digunakan pada peralatan industri[9].

Pada beban penuh, motor induksi dapat mencapai faktor daya tinggi sekitar 0,8 hingga 0,9. Namun, saat motor berbeban kecil, faktor daya cenderung turun, bahkan dapat mencapai 0,3 pada kondisi tanpa beban. Penurunan faktor daya ini dapat memengaruhi efisiensi pembebanan motor induksi. Dalam konteks penelitian ini, motor induksi digunakan untuk menggerakkan conveyor CV 23 pada jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi motor induksi yang digunakan pada conveyor CV 23 tersebut. Melalui analisis mendalam, diharapkan dapat diketahui apakah motor induksi yang saat ini dioperasikan masih efisien terhadap beban yang dilayaninya. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi yang relevan untuk meningkatkan efisiensi operasional pada jalur produksi terkait..

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menggabungkan beberapa metode pengumpulan data untuk menganalisis efisiensi motor induksi tiga fasa yang digunakan sebagai penggerak conveyor CV 23 di jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk. Metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi teoritis dan teknis mengenai motor induksi tiga fasa, termasuk prinsip kerja, rugi-rugi daya, efisiensi, dan faktor daya. Sumber yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku teks, standar teknis (seperti NEMA), serta dokumen referensi lainnya yang relevan.

b. Observasi Lapangan

Observasi langsung dilakukan di lokasi penelitian untuk mengamati kondisi operasional motor induksi. Data yang diambil mencakup parameter listrik seperti tegangan (V), arus (I), frekuensi (f), dan daya masukan (Pin). Observasi ini juga mencakup pengamatan terhadap kondisi mekanis motor, seperti kipas pendingin dan bantalan, yang dapat memengaruhi efisiensi.

c. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan teknisi atau operator yang bertanggung jawab atas pengoperasian conveyor CV 23. Informasi yang diperoleh meliputi pola beban, jadwal pemeliharaan, dan kondisi motor selama operasi. Wawancara ini bertujuan untuk melengkapi data kuantitatif dengan informasi kualitatif terkait penggunaan motor.

d. Pengolahan Data Kuantitatif

Data hasil observasi dianalisis menggunakan rumus-rumus teknis untuk menghitung daya masukan (P_{in}), daya keluaran (P_{out}), rugi-rugi daya (ΣP), dan efisiensi (η). Standar-standar teknis, seperti yang dikeluarkan oleh NEMA, digunakan sebagai acuan untuk memvalidasi hasil perhitungan.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan rumus-rumus teknis berikut:

1. Daya Masukan (P_{in})

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi$$

dimana:

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

$\cos\phi$: Faktor daya

2. Rugi-Rugi Daya (ΣP)

Rugi-rugi daya dihitung sebagai:

$$\Sigma P = P_{ts} + P_{inti} + P_{tr} + P_{a\&g} + P_{stray}$$

Dimana:

P_{ts} : Rugi tembaga stator

P_{inti} : Rugi inti (histeresis dan eddy current)

P_{tr} : Rugi tembaga rotor

$P_{a\&g}$: Rugi gesekan dan angin

P_{stray} : Rugi stray (dihitung dari persentase daya keluaran)

3. Daya Keluaran (P_{out})

$$P_{out} = P_{in} - \Sigma P$$

4. Rugi Tembaga Stator (P_{cu1})

$$P_{cu1} = m_1 (I_1)^2 R_1$$

5. Rugi Tembaga Rotor (P_{cu2})

$$(P_{cu2}) : P_{cu2} = m_2 (I_2)^2 R_2 = m_2 (I_2')^2 R_2'$$

$$P_{cu2} = P_{cu\ total} - P_{cu1}$$

6. Slip

$$s = \frac{P_{cu2}}{P_2}$$

7. Rugi Mekanik

$$P_m = P_2 - P_{cu2}$$

8. Daya Masuk Rotor (P_2)

$$P_2 = m_2 E_{2s} I_2 \cos\phi_2$$

$$P_2 = m_2 \cdot (I_2)^2 \frac{R_2}{s} \cos\phi_2$$

$$P_2 = m_2 \cdot (I_2)^2 \frac{R_2}{s}$$

9. Efisiensi Motor (η)

$$Efisiensi (\eta) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

III. HASIL PEMBAHASAN

Proses perhitungan dimulai dengan menentukan daya keluaran motor (P_{out}), kemudian dilanjutkan dengan menghitung efisiensi motor induksi tiga fasa yang digunakan sebagai penggerak pada Conveyor CV 23. Berdasarkan S. Corino dan E. Romero, rugi-rugi gesek dan



angin pada motor induksi umumnya konstan pada kisaran 5–15% dari total rugi-rugi, bergantung pada kondisi bearing dan kipas pendingin.

Tabel 1. Persentase rugi-rugi stray terhadap daya keluaran.

Ruang Mesin		Persentase Rugi Stray Terhadap Daya Keluaran
1 – 25 hp	1 – 90 kW	1,8 %
126 – 500 hp	91 – 375 kW	1,5 %
501 – 2499 hp	376 – 1850 kW	1,2 %
2500 hp keatas	851 kW keatas	0,9 %

Selanjutnya, penghitungan reaktansi dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan, seperti NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Standar ini digunakan untuk menentukan nilai X1 dan X2 pada berbagai jenis desain motor.

Tabel 2. Standar besarnya reaktansi berbagai jenis desain motor.

Desain Motor	X ₁	X ₂
Rotor Belitan	0,5 X _{RT}	0,5 X _{RT}
Kelas A	0,5 X _{RT}	0,5 X _{RT}
Kelas B	0,4 X _{RT}	0,6 X _{RT}
Kelas C	0,3 X _{RT}	0,7 X _{RT}
Kelas D	0,5 X _{RT}	0,5 X _{RT}

Perhitungan Daya Masukan (Pinput)

Berdasarkan persamaan rugi-rugi daya, nilai daya masukan

$$P_{out} = P_{in} - \Sigma P$$

Dimana:

$$\Sigma P = P_{ts} + P_{inti} + P_{tr} + P_{a\&g} + P_{stray}$$

Daya masukan motor induksi tiga fasa:

$$P_{input} = \sqrt{3} \cdot (380) \cdot (570) \cdot (0,87) = 326.381,544 \text{ Watt} = 326,382 \text{ kW}$$

Hasil Dari Pengujian Motor Induksi

Tabel 3. Hasil pengujian motor.

Pengujian	V (Volt)	I (Ampere)	F (Hz)	P _{in} (Watt)
Arus Searah	13,6	18	-	-
Beban Nol	300	60,159	0,15	724
Rotor di Tahan	95	96,5	0,69	7929,896

Perhitungan R1, R2, X1, dan X2

Dari uji Arus Searah :

$$R_{1\Delta} = \frac{3 \times V_{AS}}{2 \cdot I_{AS}} = \frac{3 \times (13,6)}{2 \cdot (18)} = 1,133 \Omega$$

Dari uji Beban Nol :

$$I_{BN(fasa)} = \frac{I_{(jala-jala)}}{\sqrt{3}} = \frac{60,159}{\sqrt{3}} = 34,73 \text{ Ampere}$$

$$Z_{BN} = \frac{V_{BN}}{I_{BN(fasa)}} = \frac{300}{34,73} = 8,64 \Omega$$

Dari uji Rotor:

$$Z_{RT(fasa)} = \frac{V_{RT}}{I_{RT(fasa)}} = \frac{95}{55,716} = 1,705 \Omega$$

Dengan perhitungan nilai R2, X1, dan X2, diperoleh:

$$R2 = 0,342 \Omega, X1 = 0,856 \Omega, X2 = 1,284 \Omega$$

Perhitungan Daya Keluaran (Poutput) dan Efisiensi

Rugi-rugi Daya Total (ΣP)

$$\Sigma P = P_{ts} + P_{inti} + P_{tr} + P_{a\&g} + P_{stray}$$

$$\Sigma P = 10,55 + 39,617 + 1,166 + 4,162 + 0,77 = 56,265 \text{ kW}$$

Daya Keluaran (Pout)

$$P_{output} = P_{input} - \Sigma P = 326,382 - 56,265 = 270,117 \text{ kW}$$

Efisiensi (η)

$$Efisiensi (\eta) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$Efisiensi (\eta) = \frac{270,117}{326,382} \times 100 \% = 82,75\%$$

Penelitian ini mengkaji efisiensi motor induksi tiga fasa yang digunakan untuk menggerakkan conveyor CV 23 di jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk. Motor induksi ini diketahui beroperasi dengan efisiensi sebesar 82,75% pada kondisi normal dan meningkat menjadi 82,799% saat motor bekerja pada beban penuh. Hasil ini menunjukkan bahwa motor masih dalam kondisi yang layak untuk digunakan, meskipun efisiensinya dapat ditingkatkan lebih lanjut.

Efisiensi motor induksi dihitung berdasarkan perbandingan antara daya keluaran (Pout) dan daya masukan (Pin). Dalam penelitian ini, daya masukan motor tercatat sebesar 326,382 kW, sementara daya keluaran yang dihasilkan adalah 270,117 kW. Selisih antara keduanya menunjukkan adanya rugi-rugi daya yang terjadi selama operasi motor.

Rugi-rugi daya pada motor ini terdiri dari beberapa komponen utama. Rugi tembaga stator (Pts) terjadi akibat tahanan pada gulungan stator saat arus mengalir, sedangkan rugi tembaga rotor (Ptr) disebabkan oleh tahanan belitan rotor. Selain itu, rugi inti (Pinti), yang diakibatkan oleh histeresis dan arus eddy dalam material inti motor, juga menjadi faktor signifikan. Di sisi lain, rugi gesekan dan angin (Pa&g) muncul dari interaksi mekanis seperti bantalan dan kipas pendingin. Rugi stray (Pstray) memberikan kontribusi kecil tetapi tetap diperhitungkan sesuai standar industri. Secara keseluruhan, total rugi-rugi daya (ΣP) pada motor ini tercatat sebesar 56,265 kW. Nilai slip yang kecil menunjukkan bahwa sebagian besar daya listrik yang masuk ke motor berhasil dikonversi menjadi daya mekanis pada rotor. Dengan slip yang rendah, motor mampu menjaga stabilitas kinerja meskipun melayani beban yang bervariasi.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa efisiensi motor mencapai titik optimal ketika beroperasi pada beban penuh. Namun, efisiensi cenderung menurun ketika motor bekerja pada beban parsial atau rendah, karena rugi-rugi daya yang tetap signifikan dibandingkan daya keluaran yang lebih kecil. Faktor-faktor lain, seperti kondisi mekanis motor dan desain teknisnya, juga memengaruhi performa. Berdasarkan penghitungan reaktansi (X1 dan X2), motor ini kemungkinan termasuk dalam kategori desain kelas B, yang dirancang untuk aplikasi industri umum dengan efisiensi sedang. Secara keseluruhan, efisiensi motor sebesar 82,75% masih dianggap baik untuk aplikasi industri seperti penggerak conveyor.



KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa motor induksi tiga fasa yang digunakan untuk menggerakkan conveyor CV 23 di jalur CHF 4 PT. Bukit Asam Tbk memiliki efisiensi sebesar 82,75% pada kondisi normal dan meningkat menjadi 82,799% pada beban penuh. Dengan daya masukan 326,382 kW dan daya keluaran 270,117 kW, motor ini masih layak digunakan untuk aplikasi industri. Rugi-rugi daya yang mencapai 56,265 kW terdiri dari rugi tembaga, rugi inti, rugi gesekan dan angin, serta rugi stray. Efisiensi motor optimal pada beban penuh, tetapi menurun pada beban rendah karena dominasi rugi-rugi daya tetap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Reza, M. Muhammad, And M. Jannah, “Analisa Pengoperasian Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Menggunakan Sumber Satu Fasa,” *J. Energi Elektr.*, Vol. 9, No. 2, P. 35, 2021, Doi: 10.29103/Jee.V10i1.4917.
- [2] A. Kurnia Pratama, E. Zondra, And H. Yuwendius, “Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan,” *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 35–43, 2020.
- [3] S. Sofiah And Y. Apriani, “Pengaturan Kecepatan Motor Ac Sebagai Aerator Untuk Budidaya Tambak Udang Dengan Menggunakan Solar Cell,” *J. Ampere*, Vol. 4, No. 1, P. 209, 2020, Doi: 10.31851/Ampere.V4i1.2825.
- [4] D. E. W. S. Suherman, Putra, “Analisa Kapasitas Daya Listrik Terhadap Perubahan Frekuensi Pada Motor Induksi Pengerak Conveyor Baling Line Pulp Dryer Machine Pt. Oki Pulp And Paper Edy,” *J. Tek. Elektro, Univ. Palembang*, Vol. 13, No. 2, Pp. 1–9, 2023.
- [5] D. Rus’an, R., & Putra, “Analisa Sistem Proteksi Pada Motor Induksi Tiga Phase 200 Kw Sebagai Penggerak Pompa Hydran Di Pt. Medco Lpg Kaji,” *J. Tek. Elektro*, Vol. X, No. 2, Pp. 28–33, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.unpal.ac.id/index.php/jte/article/view/419/361>
- [6] B. Y. Husodo And H. Irsyad, “Analisa Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa 2500 Kw Sebagai Penggerak Fan Pada Bag Filter,” *Sinergi*, Vol. 21, No. 3, P. 173, 2017, Doi: 10.22441/Sinergi.2017.3.003.
- [7] Muratno And Misdi, “Pengujian Dan Analisis Motor Asinkron Tiga Fasa Pada Laboratorium Elektro,” *J. Tek. Mesin*, Vol. 9, No. 1, Pp. 27–34, 2020.
- [8] A. R. Pramurti, “Analisis Performa Sistem Pengukuran Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa Secara Real-Time,” *E-Joint (Electronica Electr. J. Innov. Technol.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 6–12, 2024, Doi: 10.35970/E-Joint.V5i1.2348.
- [9] D. S. Yansuri And S. Febriyanto, “Sistem Proteksi Motor Induksi Tiga Fasa 30 Kw Sebagai Penggerak Lpg Loading Pump Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang 1 Alumni Prodi Teknik Elektro Universitas Palembang 2 Abstrak,” Pp. 10–17.
- [10] I. K. Dwi Artika Putra, W. Arta Wijaya, And I. G. N. Janardana, “Simulasi Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Suplai Tegangan Tidak Seimbang Dengan Metoda Simulink,” *J. Spektrum*, Vol. 8, No. 3, P. 57, 2021, Doi: 10.24843/Spektrum.2021.V08.I03.P8.
- [11] S. Riyanto And Supriadi, “Analisa Starting Motor Induksi Tiga Fasa 5 Hpmenggunakan Metode Hubung Langsung/Dol (Direct On Line)Di Pdam Kampung Bugis Tarakan,” *Semin. Nas. Ind. Dan Teknol.*, Vol. 38, No. 1, Pp. 311–318, 2020.