

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA *SCRAPER CONVEYOR* DI PT. CITRA SIWIT LESTARI

ANALYSIS OF THE EFFECT OF LOAD CHANGES ON THE PERFORMANCE OF 3 PHASE *SCRAPER CONVEYOR* INDUCTION MOTOR AT PT. CITRA SAWIT LESTARI

Linda Sartika¹, Abdul Muis Prasetya², Ishak Edison Nanda Nicholas³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan

³ishakedison93@gmail.com

Abstrak

Motor induksi 3 fasa sudah menjadi kebutuhan yang harus dimiliki oleh sebuah perusahaan atau industri. Kondisi dimana pabrik dalam keadaan beroperasi, memaksa motor induksi 3 fasa *scraper conveyor* yang ada di PT. Citra Sawit Lestari untuk terus memindahkan sawit hasil yang diangkut dari truk menuju perontok sawit. Proses ini terus berlangsung selama pabrik beroperasi. Dalam kondisi ini beban yang diperoleh motor induksi 3 fasa *scraper conveyor* berpengaruh pada kondisi dan kinerja motor induksi tersebut. Penelitian ini dilakukan pada motor induksi 3 fasa *scraper conveyor* menggunakan metode pendekatan kuantitatif yang memungkinkan perusahaan dapat mengetahui penyebab dari berkurangnya kinerja motor induksi 3 fasa dan mengetahui tindakan yang harus dilakukan agar kinerja motor induksi 3 fasa tetap maksimal. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perubahan beban dapat mempengaruhi kinerja motor induksi 3 fasa dan diperoleh nilai MAPE torsi motor sebesar 0,038%, daya motor sebesar 0,0008%, dan kecepatan putar sebesar 0,025%. Dengan rata-rata nilai presentase MAPE yang kurang dari 10% tersebut menandakan kinerja motor induksi 3 fasa masih sangat baik.

Kata kunci : Daya, Kecepatan Putar, Torsi, MAPE

Abstract

An organization or sector now needs to own a three-phase induction generator. The condition in which the factory was in operation forced the 3-phase scraper conveyor induction motor at PT Citra Sawit Lestari to continue to move the palm oil that is transported from the truck to the thresher. This process continues as long as the factory operates Under these conditions the load obtained by the 3-phase scraper conveyor induction motor affects the condition and performance of the induction motor This research was conducted on a 3-phase scraper conveyor induction motor using a quantitative approach that allowed the company to find out the causes of the reduced performance of 3-phase induction motors and find out the actions that must be taken so that the performance of 3-phase induction motors remains optimal Based on this research, it was concluded that changes in load could affect the performance of a 3-phase induction motor and the MAPE value of motor torque was 0.038%, motor power is 0.0008%, and rotational speed is 0.025%. With an average MAPE percentage value of less than 10%, this indicated that the performance of the 3-phase induction motor was still very good.

Keywords: Power, Rotational, Speed, MAPE

1. PENDAHULUAN

Motor induksi banyak dan menjadi pilihan untuk digunakan dalam dunia industri karena memiliki efisiensi yang tinggi, perawatan yang mudah, harga relatif murah dan juga handal [1]. Dalam dunia perindustrian salah satu komponen yang sangat berperan dalam menunjang pekerjaan yakni motor listrik yang dapat difungsikan sebagai penggerak alat-alat berat, conveyor, dan lain sebagainya [2]. Dengan adanya motor listrik sebagai penggerak dalam dunia perindustrian dapat menimbulkan dampak yang sangat besar bagi industri itu sendiri sehingga proses produksi cepat dan mempermudah karyawan dalam bekerja [3].

Pada keadaan motor yang terus beroperasi ini juga menimbulkan beberapa permasalahan seperti yang umum terjadi adalah turunnya kinerja motor serta kerusakan komponen-komponen pada motor induksi tersebut [4]. Hal ini tentunya mempengaruhi kecepatan dari motor induksi tersebut pada saat beban meningkat dan diperburuk oleh kurangnya menganalisa mendalam mengenai motor induksi, ketepatan sebagai upaya penghematan yang kurang, dan dari segi pemesinan yang kurang efisien [5].

Conveyor *scraper* Merupakan suatu sistem mekanik yang memiliki fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya [6]. PT. Citra Sawit Lestari merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan kelapa sawit yang berada di Bulungan, Kalimantan Utara. Dalam proses pengolahannya melibatkan motor induksi 3 fasa sebagai penggerak utama conveyor *scraper* untuk memindahkan kelapa sawit yang sebelumnya sudah dipanen dan dibawa oleh truk dari lahan kebun kelapa sawit. Dalam kondisi tersebut beban yang diperoleh motor induksi 3 fasa selalu berubah-ubah yang mana hal ini tergantung dari jumlah unit dumping sehingga mempengaruhi kondisi dan kinerja motor induksi tersebut [7].

Berdasarkan uraian di atas merupakan beberapa permasalahan umum yang terjadi dapat berdampak langsung pada motor induksi 3 fasa seperti kinerja motor induksi 3 fasa yang menurun dan diperlukannya tindakan dalam menjaga motor agar tetap stabil [8]. Perlu adanya kajian atau penelitian yang berkaitan dengan permasalahan diatas sehingga dapat menghasilkan solusi. Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan pada motor induksi 3 fasa yang ada di PT. Citra Sawit Lestari bertujuan menganalisa pengaruh perubahan beban terhadap kinerja motor induksi 3 fasa dan upaya dalam menjaga kestabilannya dalam beroperasi. Diharapkan oleh adanya penelitian ini menjadi tumpuan untuk para pengelola industri dalam menjaga kinerja dari motor induksi agar tetap maksimal. Adanya penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya dan sebagai acuan untuk penelitian berikutnya yang dapat berupa pengembangan menggunakan metode yang sudah ada atau menggunakan metode baru.

2. MATERIAL DAN METODOLOGI

2.1 Pengumpulan Data

2.1.1. Torsi Motor

Torsi motor induksi adalah kekuatan yang dapat menghasilkan rotasi sehingga dapat menyebabkan suatu objek untuk berputar. Torsi (*torque*) terdiri dari gaya yang bekerja pada jarak yang secara umum merupakan sebuah gaya yang dapat digunakan untuk menggerakkan suatu objek dengan jarak dan arah tertentu [9].

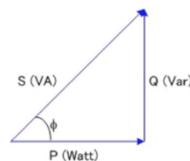
$$T_m = \frac{P_m}{\omega_r} \quad (1)$$

Untuk memperoleh sebuah nilai kecepatan sudut (mekanik) rotor dapat menggunakan rumus berikut:

$$\omega_r = \frac{2\pi nr}{60} \quad (2)$$

2.1.2. Daya Motor

Daya adalah banyaknya perubahan energi terhadap waktu dengan besaran tegangan dan arus. Daya listrik dapat dibagi menjadi 3 yakni daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S) [10]. Daya semu (S) sendiri merupakan hasil penjumlahan kuadrat dari komponen daya aktif (P) serta daya reaktif (Q) sehingga dapat disebut dengan hubungan segitiga daya yang dalam bentuk vektor dapat digambarkan beserta dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 1. Segitiga Daya

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \quad (3)$$

2.1.3. Kecepatan Putar motor

Berikut adalah cara kerja dari Motor induksi, listrik yang di supai ke stator akan menghasilkan sebuah medan magnet yang kemudian medan magnet tersebut akan bergerak di sekitar rotor secara sinkron. Arus pada rotor akan menghasilkan medan magnet kedua, yang akan berusaha melawan medan magnet pada stator sehingga dapat menyebabkan rotor yang berputar. Akan tetapi, pada praktiknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan yang lebih sinkron namun pada lebih kepada "kecepatan dasar" yang lebih rendah [11]. Adapun perbedaan yang terjadi antara dua kecepatan tersebut umumnya disebabkan karena adanya slip yang akan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya beban dan hanya terjadi pada motor induksi [12]. Untuk mengetahui slip dapat menggunakan persamaan berikut:

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% \quad (4)$$

untuk mengetahui kecepatan putar motor digunakan persamaan berikut:

$$N_r = N_s \times (1 - S) \quad (5)$$

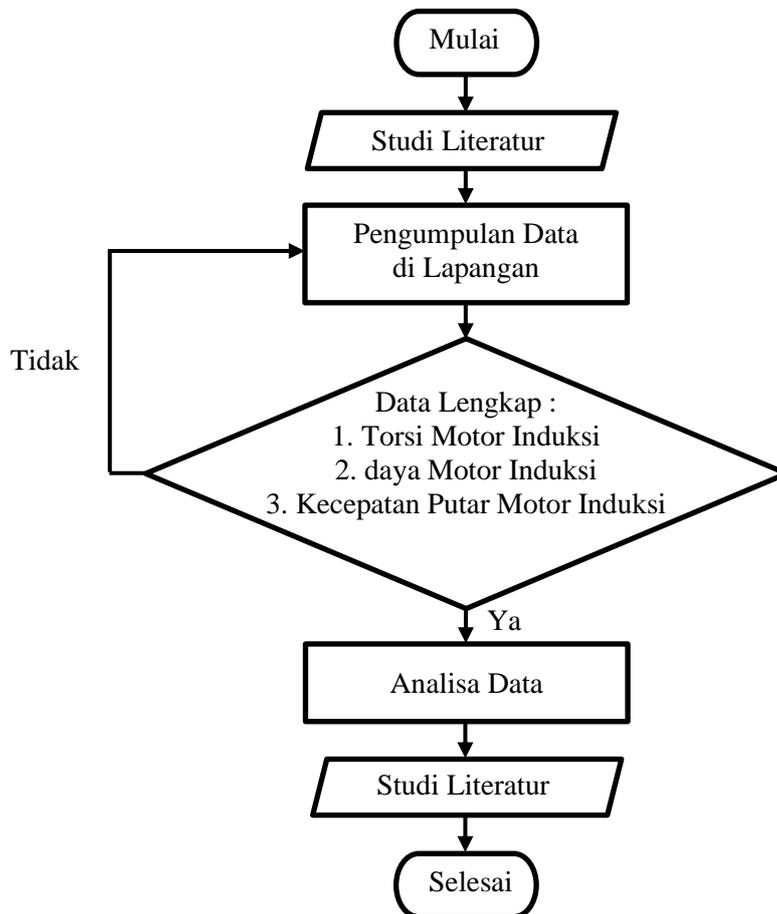
2.1.4. Mean Absolute Percentage Error

Mean absolute percentage error (MAPE) merupakan metode analisis statistik yang digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan data hasil perhitungan terhadap pengukuran [13].

Adapun rumus dari MAPE adalah sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{z_t - \hat{z}_t}{z_t} \right|}{n} \times 100 \% \quad (6)$$

2.2 Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. PEMBAHASAN

3.1. Motor Induksi 3 Fasa Scraper Conveyor

Pada Gambar 3 merupakan motor induksi 3 fasa yang digunakan sebagai penggerak utama *scraper conveyor*. Motor induksi 3 fasa terhubung langsung dengan *gearbox* dan hanya digunakan untuk menggerakkan satu conveyor *scraper conveyor* dengan *head gear* yang terletak diujung *scraper conveyor*. Setiap motor induksi memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada *name plate* yang biasanya terletak di bagian badan motor induksi 3 fasa.

Berdasarkan *name plate* motor induksi dapat diketahui spesifikasi motor induksi 3 fasa penggerak *chain scraper* dengan frekuensi 50 Hz dapat beroperasi dengan tegangan awal srart 220 V sampai 242 V dan pada saat running 380 V sampai 420 V, arus 8,60 A, daya maksimum 2,2 kW, faktor daya (*cos phi*) 0,81, dan rpm 1400 r/min. sedangkan dengan frekuensi 60 Hz beroperasi dengan pada tegangan awal srart 254 V sampai 277 V dan pada saat running 440 V sampai 480 V, arus 7,20

A, daya maksimum 2,2 kW, faktor daya ($\cos \phi$) 0,80, dan rpm 1720 r/min. Dalam pengoperasiannya, motor induksi yang ada di PT. Citra Sawit Lestari menggunakan Frekuensi 50 Hz.



Gambar 3. Motor Induksi Fasa *Scraper Conveyor*

Berdasarkan *name plate* terdapat *index protection* (IP) yang dimiliki motor induksi 3 fasa tersebut adalah 55 yang berarti memiliki ketahanan terhadap benda padat (debu) dan ketahanan terhadap benda cair (*jet water*).

3.2. Data Hasil Pengukuran

Tabel 1. Data hasil pengukuran kinerja motor induksi 3 fasa *scraper conveyor*.

	Torsi Motor (Nm)	Daya Motor (Watt)	Kecepatan Putar Motor (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos ϕ	Beban (kg)
Tanpa Beban	8,337	1.419	1.500	380	2,3	0,937	0
Dengan Beban	12,930	2.011	1.498	380	3,4	0,898	8.000

Berdasarkan tabel 1 data hasil pengukuran tersebut merupakan data yang diambil dari daya elektrik yang mengalir pada rangkaian motor induksi 3 fasa yang ada di PT. Citra Sawit Lestari, sehingga adanya daya elektrik yang mengalir pada motor dapat menghasilkan daya mekanik yang menghasilkan putaran yang digunakan sebagai penggerak conveyor.

3.3. Data Hasil Perhitungan

3.3.1 Torsi Motor

Dengan Beban (8.000 kg)

$$\begin{aligned}
 T_m &= \frac{P_e}{\omega r} \\
 &= \frac{P_e}{\frac{2\pi n r}{60}} \\
 &= \frac{2.011}{\frac{2 \times 3,14 \times 1.498}{60}} \\
 &= \frac{2.011}{156} \\
 &= 12,891 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

3.3.2 Daya Motor

Dengan Beban (8.000 kg)

$$P_m = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 3,4 \times 0,898$$

$$= 2.009 \text{ watt}$$

3.3.3 Slip

Dengan Beban (8.000 kg)

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

$$\text{Slip} = \frac{1.500 - 1.498}{1.400} \times 100\%$$

$$= 0,0013\%$$

3.3.4 Kecepatan Putar Motor

Dengan Beban (8.000 kg)

$$N_r = N_s \times (1 - S)$$

$$= 1.500 \times (1 - 0,0013)$$

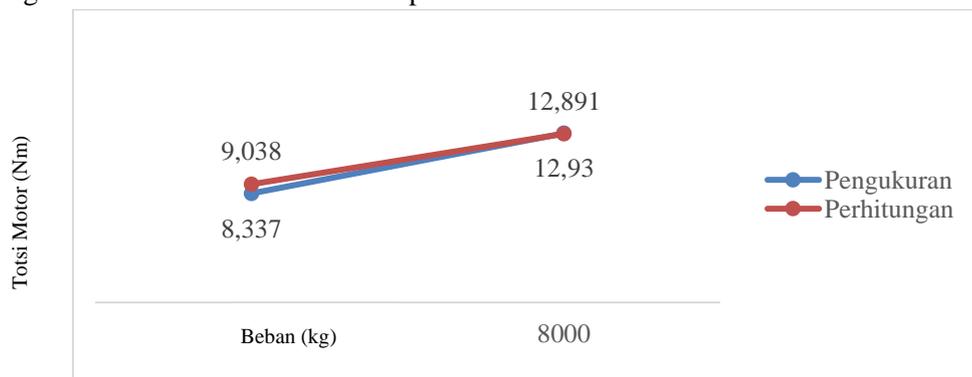
$$= 1.498,05 \text{ rpm}$$

Tabel 2. Data hasil perhitungan kinerja motor induksi 3 fasa *scraper conveyor*.

	Torsi Motor (Nm)	Daya Motor (Watt)	Kecepatan Putar Motor (rpm)	Slip (%)	Beban (kg)
Tanpa Beban	9,038	1.418	1.500	0	0
Dengan Beban	12,891	2.009	1.498,05	0,0013	8.000

3.4. Grafik Pengaruh Perubahan Beban Terhadap kinerja Motor Induksi 3 Fasa *Scraper Conveyor*

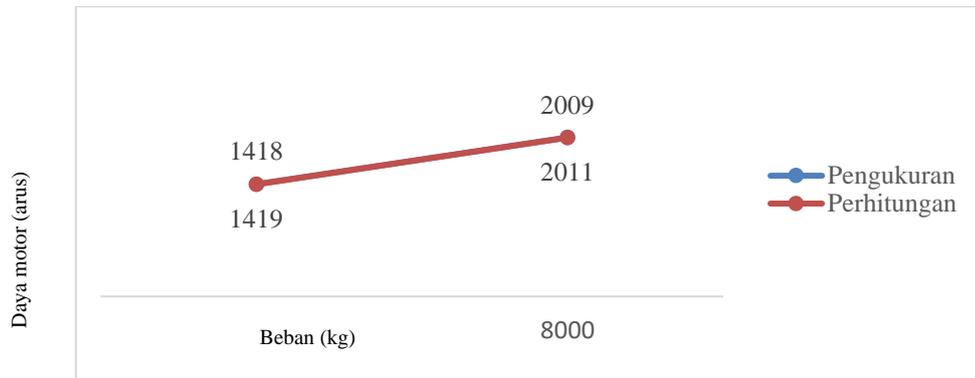
3.4.1. Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Torsi Motor



Gambar 4. grafik hasil pengukuran dan perhitungan beban terhadap torsi motor.

Berdasarkan grafik pada gambar 4 dapat diketahui bahwa semakin besar nilai beban maka torsi motor juga semakin besar hal ini dikarenakan untuk mengoperasikan motor dengan beban yang besar akan menimbulkan gaya rotasi yang besar juga.

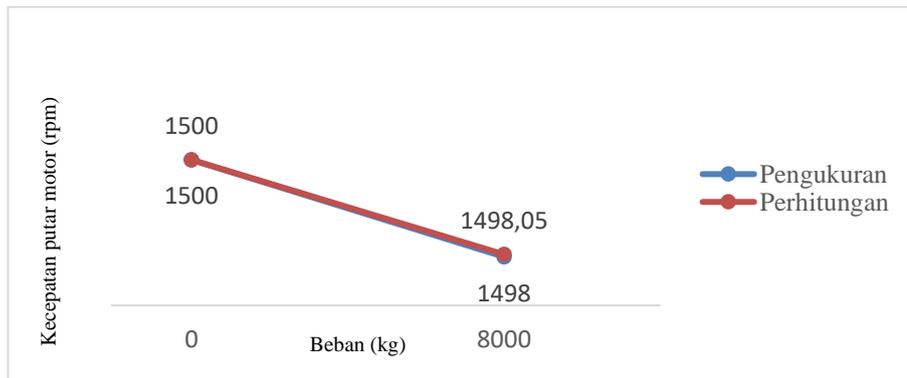
3.4.2. Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Daya Motor



Gambar 5. grafik hasil pengukuran dan perhitungan beban terhadap daya motor

Berdasarkan grafik pada gambar 5 dapat diketahui bahwa semakin besar nilai beban maka daya motor juga semakin besar hal ini dikarenakan pada saat motor menerima beban besar maka motor akan membutuhkan suplai arus yang besar juga.

3.4.3. Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kecepatan Putar Motor



Gambar 6. grafik hasil pengukuran dan perhitungan beban terhadap kecepatan putar motor.

Berdasarkan grafik pada gambar 6 dapat diketahui bahwa semakin besar nilai beban maka kecepatan motor juga semakin kecil namun tidak jauh berbeda hal ini dikarenakan spesifikasi dan kinerja motor akan turun jika terdapat beban sehingga ;kecepatan putar motor menurun.

3.5. Mean Absolute Percentage Error Data Hasil Perhitungan Terhadap Data Hasil Pengukuran

3.5.1. Torsi Motor

Tabel 3. Nilai hasil pengukuran dan perhitungan torsi motor

t	Zt	$\hat{Z}t$
1	8,337	9,038
2	12,930	12,891

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100 \% \\
 &= \frac{\left| \left(\frac{Z_1 - \hat{Z}_1}{Z_1} \right) + \left(\frac{Z_2 - \hat{Z}_2}{Z_2} \right) \right|}{n} \times 100 \% \\
 &= \frac{\left| \left(\frac{8,337 - 9,038}{8,337} \right) + \left(\frac{12,930 - 12,891}{12,930} \right) \right|}{2} \times 100 \% \\
 &= \frac{|(-0,0840) + (0,0030)|}{2} \times 100 \% \\
 &= \frac{|-0,081|}{2} \times 100 \% \\
 &= \frac{-0,076}{2} \times 100 \% \\
 &= 0,0405 \%
 \end{aligned}$$

3.5.2. Daya Motor

Tabel 4. Nilai hasil pengukuran dan perhitungan daya motor

t	Zt	\hat{Z}_t
1	1.419	1.418
2	2.011	2.009

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100 \% \\
 &= \frac{\left| \left(\frac{Z_1 - \hat{Z}_1}{Z_1} \right) + \left(\frac{Z_2 - \hat{Z}_2}{Z_2} \right) \right|}{n} \times 100 \% \\
 &= \frac{\left| \left(\frac{1419 - 1418}{1419} \right) + \left(\frac{2011 - 2009}{2011} \right) \right|}{2} \times 100 \% \\
 &= \frac{|(0,0007) + (0,0009)|}{2} \times 100 \% \\
 &= \frac{|0,0016|}{2} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,0016}{2} \times 100 \% \\
 &= 0,0008 \%
 \end{aligned}$$

3.5.3. Kecepatan Putar Motor

Tabel 5. Nilai hasil pengukuran dan perhitungan kecepatan putar motor

t	Zt	\hat{Z}_t
1	1.500	1.500
2	1.498	1.498,05

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100 \% \\
 &= \frac{\left| \left(\frac{Z_1 - \hat{Z}_1}{Z_1} \right) + \left(\frac{Z_2 - \hat{Z}_2}{Z_2} \right) \right|}{n} \times 100 \% \\
 &= \frac{\left| \left(\frac{1500 - 1500}{1500} \right) + \left(\frac{1498 - 1498,05}{1498} \right) \right|}{2} \times 100 \% \\
 &= \frac{|(0) + (-0,05)|}{2} \times 100 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{|-0,05|}{2} \times 100\% \\ &= \frac{0,05}{2} \times 100\% \\ &= 0,025\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 1 dan hasil perhitungan pada tabel 2 maka dengan menggunakan rumus MAPE diperoleh efisiensi kinerja dari motor induksi 3 Fasa *scraper conveyor* seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai MAPE data hasil pengukuran terhadap data hasil perhitungan

	Torsi Motor	Daya Motor	Kecepatan Putar Motor
MAPE (%)	0,0405	0,0008	0,025

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang sudah diperoleh dan dianalisa, dapat diketahui bahwa perubahan beban dapat mempengaruhi kinerja motor induksi 3 fasa. Nilai beban yang bertambah menyebabkan nilai torsi motor dan daya motor yang mengalami peningkatan serta nilai kecepatan motor yang berkurang. Dengan menggunakan perhitungan MAPE dari data hasil perhitungan terhadap data hasil perhitungan maka diperoleh nilai torsi motor 0,0405%, daya motor 0,0008%, dan kecepatan motor 0,025%. Kinerja motor induksi 3 fasa berdasarkan pengukuran dapat berubah sesuai dengan kondisi dengan beban dan tanpa beban, sedangkan kinerja motor induksi 3 fasa jika dilihat berdasarkan perhitungan tidak jauh berbeda dan bekerja sesuai toleransi yang dapat dilihat pada *name plate*. Berdasarkan data hasil perhitungan terhadap data hasil pengukuran torsi motor, daya motor, dan kecepatan putar motor menunjukkan bahwa kinerja dari motor induksi 3 fasa *scraper conveyor* yang ada di PT. citra sawit lestari masih sangat baik dengan MAPE <10%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiati, S., Oktafiani, F., Pristianto, J, Praludi, T., dan Wijayanto, Y., N. 2009. "Pengendali Motor Induksi 3-Phase pada Aplikasi Industri Plastik, *Jurnal INKOM*, Vol. III, No. 1-2.
- [2] Norhan, M. 2021. "Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi 3 Fasa (*chain feeder*) di PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara", *Skripsi, Universitas Borneo Tarakan*.
- [3] Zuhladi, M., Atmam, dan Zondra., M. 2019. " Analisa Perubahan Bebean Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa di PT. Baja Diva *Manufacture*", *Seminar Nasional Cendekiawan ke 5*, hal, 1-7.
- [4] Antonov, dan Oktariani, Y. 2016. "Studi Pengaruh Torsi Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fase", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, Volume 5, No. 1, hal. 9-15.
- [5] Purwanto, M., dan Zuliari, E. 2019. "Analisa Kinerja Motor Induksi 218 HP 3 Phase pada Filterasi Produksi Tepung di PT. Indofood Sukses Makmur Div. Bogasari *Flour Mills*, Tbk", *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*, hal. 657-662.

- [6] Wibowo, S.,S., Manaf, A., dan Umar, T. 2020. “Analisis Pembebanan Belt Conveyor Menggunakan Motor Induksi 3 Fase 1,5 kW dan VSD sebagai *Speed Controller*”, Jurnal Teknik : dan Ilmu Komunikasi, Vol. 08, No. 1, Hal. 2460-5549.
- [7] Abdillah, I., S., M., dan Zuliari, A., E. 2018. “Analisa Kinerja Motor Induksi 3 Fasa pada Pompa Sentrifugal di Favehotel Rungkut Surabaya”, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan ITATS, Hal. 605-610.
- [8] Digo, M., Situmeang, U., Zondra, E. 2022. “Analisis Kinerja Motor Induksi 3 Fase Pada *Screw Press* pabrik Kelapa Sawit di PT. Guna Agung Semesta”, Jurnal Sain, Energi, Teknnologi, dan Industri, Vol. 6, No. 2, hal. 66-72.
- [9] Syawaluddin, W., Atma, dan Zondra, M. 2019. “Analisis Perubahan Beban Terhadap Torka Motor Induksi Tiga Fasa pada PLTU Tenayan Raya”, *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & industri)*, Vol. 3, No. 1, hal. 1-8.
- [10] Purnomo, E., A. 2020. “Analisa Kinerja Motor Induksi 3 Fasa 0,5 kW terhadap Pembebanan Tekanan Filter Duplex di PT.Arkof”.
- [11] Suwarni, S., Prasetia, A, M. “Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa dengan *Direct Torque Control* menggunakan Jaringan Saraf Tiruan”. Jurnal ELTEK. Vol. 20, Hal. 24-32..
- [12] Bagia, N., I., dan Persa, M., I. 2018. “Motor-motor Listrik : Untuk Mahasiswa dan umum”.
- [13] Mado, I., Soeprijanto, A., dan Suhartono. 2018. “*Applying of Double Seasonal AIRMA Model for Electrical Power Demand Forecasting at PT. PLN Gresik Indonesia*”, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 8, No. 6, hal. 4892-4901.