Analisis Daya Motor Induksi 3 Fasa Penggerak Conveyor 06 di PT. Mitrabara Adiperdana

Hironimus[1], Linda Sartika[2], Abdul Muis Prasetia[3]

Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara
Jl. Amal Lama No.1, Kel. Pantai Amal, Kec. Tarakan Timur, Kota Tarakan, Kalimantan Utara
[1]hironimusas@gmail.com
[2]linda_krs@yahoo.com
[3]prasetia.electric@gmail.com

Intisari — ***Conveyor*** **merupakan salah satu alat pemindah material yang banyak digunakan pada industri-industri pertambangan. Alat tersebut terdiri dari sabuk atau ban yang terbuat dari berbagai jenis bahan yang tahan terhadap pengangkutan benda padat atau batu bara. Untuk menggerakkan *conveyor* tersebut dibutuhkan sebuah motor induksi 3 fasa. Pada PT. Mitrabara Adiperdana pemakaian motor induksi digunakan pada setiap *conveyor*nya termasuk *conveyor* 06. Dengan adanya permintaan konsumen, motor terus beroperasi menggerakkan *conveyor* untuk mengangkut batu bara pada *stockpile* mengisi tongkang. Banyaknya tongkang diisi, membuat motor terus beroperasi menggerakkan *conveyor* hingga satu hari penuh, dengan begitu perlunya menganalisa pemakaian daya dan tingkat kinerja motor pada *conveyor* 06, sebab jika terjadi kerusakan pada motor proses produksi pada *conveyor* tersebut akan terhambat. Melalui data primer yang didapatkan dilapangan dengan melakukan pengukuran langsung dan diperoleh hasil perhitungan nilai dayanya adalah 35,058 kW disaat *conveyor* tidak berbeban dan 81,80 kW disaat *conveyor* berbeban. Dengan hasil dayanya yang terpakai saat berbeban, didapatkan hasil perhitungan efisiensinya adalah 69,45%. Dengan nilai ini, motor *conveyor* 06 beroperasi kurang efektif. Dikatakan efektif apabila nilai efisiensinya berada diantara nilai 80% dan 100% dari nilai efisiensi pada *rating rate* motor.**
Kata kunci — **Conveyor, Motor Induksi, Daya, Efisiensi**

Abstract — **Conveyor belt is a material handling tool that is widely used in minning industry. The tool consists of belts or tires made of various types of materials that are resistant to the transportation of solid objects or coal. In order to drive the conveyor, a 3-phase induction motor is needed. PT. Mitrabara Adiperdana used induction motors on each conveyor including conveyor 06. With consumer demand, motors continue to operate to drive conveyors in transporting coal on stockpiles filling barges. The number of berges filled makes the motor continue to operate to move the conveyor for up to one full day. Therefor, it is necessary to analyze the power of consumption and performance level of the motor on conveyor 06, because if there is demage to the motor, the production process on conveyor will be hampered. From the primary data obtained in the field by making direct measurements and obtained the calculation results, the power value is 35.058 Kw when the conveyor is not loaded and 81.80 kw when the conveyor is loaded. With the result of power used when loaded, the calculation of efficiency is 69,45%. Whith this value, the conveyor motor 06 operates less effectively. It is stated be effective when the efficiency value is between 80% and 100% of the effeciency value on motor rating rate.**
Keywords— **Conveyor, Induction Motor, Power, Effeciency**

I. PENDAHULUAN

Motor induksi 3 fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan industri. Hal ini karena motor sangkar tupai 3 fasa strukturnya sederhana, lebih murah dan mudah perawatannya [1]. Pada dasarnya kecepatan motor shunt 3 fasa adalah konstan dalam keadaan tidak berbeban atau berbeban. Kecepatan motor induksi 3 fasa tergantung pada frekuensi kerjannya, sehingga sulit untuk mengatur kecepatannya. Namun, pengontrol frekuensi semakin banyak digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor induksi [2].

Motor listrik termasuk kedalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [3], [4]. Kecepatan motor hubung singkat 3 fasa sangat bergantung pada jumlah kutup distator dan frekuensi sumber tegangan. Efisiensi motor induksi mengukur efisiensi motor induksi dalam mengubah energi listrik

menjadi energi mekanik, dinyatakan sebagai rasio daya keluaran terhadap daya input dan biasanya dalam persentase dan sering dinyatakan sebagai rasio daya terhadap daya dan rugi-rugi [5]. Efisiensi maksimum dicapai pada daya motor sekitar 80%-90%, dimana motor yang lebih besar ditemukan pada nilai yang lebih besar. Jika beban yang diberikan melebihi beban yang menghasilkan efisiensi maksimum, maka rugi-rugi beban meningkat lebih cepat dari daya, sehingga efisiensi menurun [6], [7].

Conveyor merupakan salah satu alat angkut material yang paling banyak digunakan di industri. Selain jarak tempuh yang cukup jauh, alat ini juga memiliki daya angkut yang cukup besar. Aplikasi transportasi termasuk transportasi dipabrik semen, batu bara dan pupuk. Alat ini dapat digunakan untuk memotong material curah dari potongan berukuran kecil hingga sedang, seperti bagaimana batu bara diangkut [8]. Daya dukung *belt conveyor* dapat bervariasi tergantung dari jenis material yang diangkut, lebar *belt* dan tenaga mesin yang digunakan, yang mempengaruhi kecepatan dan jarak angkut *belt* [8], [9].

Salah satu perusahaan batu bara PT. Mitrabara Adiperdana yang berada di Malinau Muara Bengalun, menggunakan motor induksi 3 fasa pada *conveyor* untuk mempermudah dalam proses pengangkutan batu bara dari *stockpile* menuju ke tongkang. Dalam proses pengangkutannya terdapat beberapa tahap untuk batubara agar bisa sampai ke tongkang, yaitu dengan penggilingan batu bara ke *chain feeder*, lalu dituangkan ke *stockpile*, dari *stockpile* menuju ke tongkang. Beratnya batubara, tingginya *conveyor* dan panjangnya *conveyor*, membuat motor induksi yang berada di *conveyor* tersebut membutuhkan daya yang cukup besar, sehingga dari proses-proses yang ditempuh oleh batu bara menuju ke tongkang tersebut terdapat efisiensi motor yang bekerja harus diperhatikan agar proses pengangkutan batu bara nya lancar tanpa hambatan.

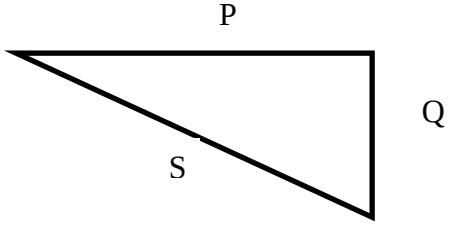
II. METODE PENELITIAN

A. Daya Listrik Secara Umum

Motor listrik merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk misalnya menggerakkan kompresor, memutar impeller pompa, blower, mengangkat bahan dan lain-lain. Salah satu yang digerakkan oleh energi mekanik pada belt conveyor adalah gear reducernya. Gear reducer ini digerakkan oleh motor listrik yang dimana membutuhkan daya listrik yang cukup besar tergantung dari beban atau massa yang yang di angkut oleh belt. Semakin besar beban atau massa yang di angkut oleh belt, semakin banyak bekerja juga gear reducernya, yang membuat motor listrik membutuhkan daya yang besar pula [10].

Daya listrik didefinisikan sebagai laju (P) transfer energi per satuan waktu. Satuan yang digunakan secara internasional adalah watt. Satuang yang biasa digunakan adalah *horsepower* (HP). Itu adalah 1 tenaga kuda = 746 watt. Ada beberapa jenis catu daya, daya aktif (nyata), adalah daya yang sangat dibutuhkan oleh beban. Semua beban ini dapat langsung diubah menjadi energi panas mekanis untuk diperoleh konsumen. Satuan daya nyata adalah watt (W), kilowatt (kW), dan megawatt (MW). Daya reaktif perlukan untuk menciptakan medan magnet yang menghasilkan fluks medan magnet. Satuannya adalah volt-ampere reaktif (VAR), kilovolt-ampere reaktif (KVAR), dan megavolt-ampere reaktif (MVAR).Daya semu atau total daya yang berasal dari penjumlahan segitiga daya aktif dan reaktif. Satuannya adalah volt-ampere (VA), kilovolt-ampere (KVA), dan megavolt-ampere (MVA) [11].

Kita dapat menggunakan segitiga daya berikut untuk menggambarkan hubungan ketiga gaya ini,



Gbr.1 Segitiga daya

Dari gambar di atas didapatkan tiga jenis persamaan daya dalam tegangan 1 fasa dan 3 fasa, ialah sebagai berikut [3]:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot 1 \quad (1)$$
$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot 1. \text{ Cos } \phi \quad (2)$$
$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot 1. \text{ Sin } \theta \quad (3)$$

Daya pada motor induksi dapat dihitung menggunakan perhitungan yang dirumuskan sebagai berikut [3].

$$P1 = VP.IP.\text{Cos } \varphi \text{ atau } P3 = 3.P1\ \theta \quad (4)$$
$$P3 = 3.\ VP.IP.\ \text{Cos } \varphi \quad (5)$$

Harga tegangan fasa (Vp) adalah [3]:

$$Vp = \frac{VL}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

Dimana :
P1 : Daya aktif satu fasa (W)
P3 : Daya aktif tiga fasa (W)
VL : Tegangan line-line (V)
Vp : Tegangan perfasa (V)
I : Arus (A)
Cos φ : Faktor daya

B. Rugi-rugi Pada Motor Induksi

Secara umum, motor listrik adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Keandalan sistem konversi energi adalah bahwa daya keluaran sama dengan daya masukan, yang dapat dikatakan 100%. Namun, harus ada kehilangan energi dalam situasi yang sebenarnya, menghasilkan efisiensi yang lebih rendah dari 100%. Dalam sistem konversi, total daya masukan dan daya yang disuplai dijumlahkan, ditambah rugi-rugi daya yang ada [3].

$$P_{rugi-rugi} = P_{in} + P_{out} \quad (7)$$

Dimana :
P_{in} : input total atau menerima daya
P_{out} : kekuatan motor untuk bekerja
P_{rugi} : kerugian total adalah 100% dari motor

C. Efesiensi Daya pada Motor Induksi

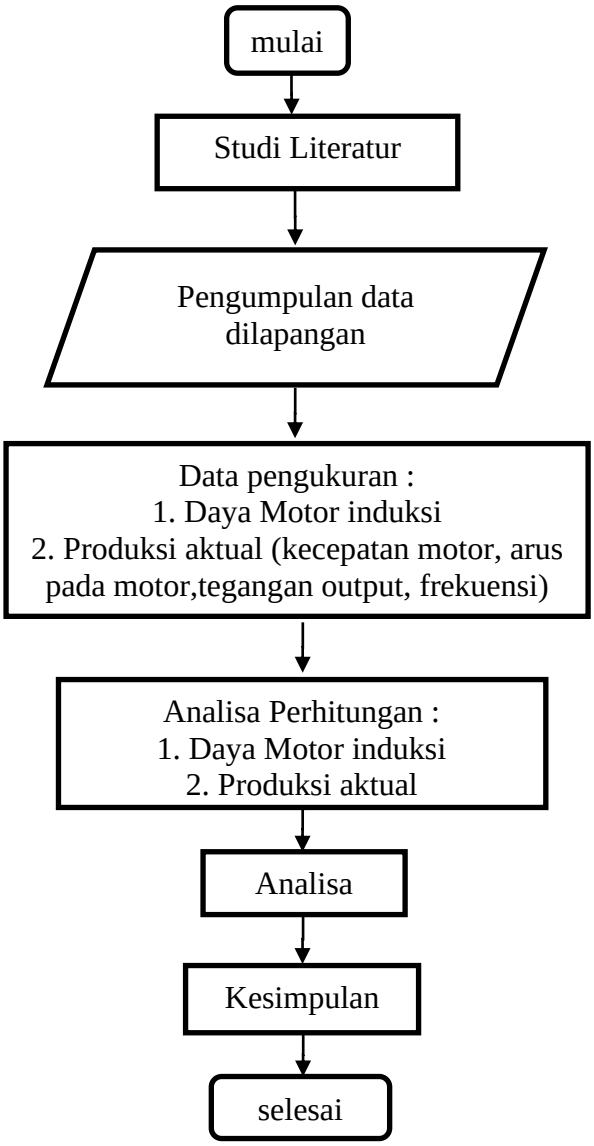
Efisiensi daya motor adalah perbandingan antara daya keluaran dan daya masukan. Daya keluaran dapat dinyatakan sebagai daya masukan dikurangki rugi-rugi pada motor induksi [3].

$$Efisiensi = \frac{P_{out}}{P_{in}} x100\% = \frac{P_{in}-P_{rugi}}{P_{in}} x100\% \quad (8)$$

Kerugian motor termasuk kerugian konstan dan kerugian variabel. Asumsikan kerugian konstan dari beban nol hingga beban penuh. Kerugian bervariasi dengan beban motor dan sebanding dengan kuadrat arus beban. Ketika beban motor rendah, motor menjadi kurang efisien karena daya yang hilang dari motor biasanya lebih besar dari keluaran daya ke motor.

Efisiensi motor listrik tidak terstandarisasi, karena setiap pabrikan motor memproduksi motor ini dengan harga efisiensi yang sesuai dengan harga efisiensi yang sesuai dengan pertimbangan ekonomi dan teknisnya. Jika kapasitasnya berbeda, efisiensi motor juga berbeda. Semakin kapasitas motor tersebut besar, maka semakin tinggi efisiensinya. Perubahan kecepatan juga mempengaruhi efisiensi motor, dimana kecepatan motor dengan slip s1 dan s2 menyebabkan perubahan efisiensi. Dengan hasil pengukuran dan keadaan dilapangan, motor induksi bekerja dengan efektif diatas nilai 80% sampai dengan 100% dari nilai rating rate pada motor. Dibawah nilai efisiensi motor 80%, kinerja motor sudah dikatakan kurang maksimal dalam bekerja, hal ini disesuaikan dengan hasil pengukuran, perhitungan, dan keadaan kinerja motor dilapangan [2].

D. Diagram Alir Penelitian



Gbr. 2 Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Produksi Pada Conveyor 06 PT. Mitrabara Adiperdana

Produksi pada *conveyor* 06 adalah *conveyor* paling terakhir pada bagian CHF (*Coal Handling Fasility*). *Conveyor* ini tempat menyalurkan material batubara dari CV 05 ke tongkang. Material batubara yang ada pada penyimpanan batubara sementara yaitu (*stocpile*), yang kemudian diangkut dari RF 1 &2 (*Reclaim Feeder*) masuk ke CV04 (*Conveyor* 04), CV05, CV06, lalu disalurkan ke tongkang. Dan kecepatan *belt conveyor* 06 mengangkut batubara 4m/s, dengan kapasitas beban maksimal yang di angkut oleh CV06 yaitu sebesar 1500 Ton/jam (Th).

Dari hasil wawancara dengan supervisor yang ada di lapangan, *conveyor* 06 akan terus beroperasi untuk mengisi batubara ke tongkang hingga permintaan konsumen di penuhi. Jenis tongkang yang digunakan adalah jenis tongkang muatan curah, kapasitas nya tergantung dari ukuran tongkang. Ukuran *barge* yang digunakan ada dua, yaitu 270 *feet* dan 300 *feet*, sehingga kapasitas dari tongkang bisa kita ketahui berkisar 6000 ton hingga 8000 ton sesuai ukuran tongkang dan tergantung dari permintaan konsumen berapa ton batubara yang diperlukan. *Loading rate* nya atau kecepatan muatan *conveyor* 06 dalam mengisi tongkang ialah 1500 Th. Jadi jika yang dibutuhkan oleh konsumen 7500 ton batubara, maka tinggal dibagi beban dengan loading ratenya hingga didapat berapa lama atau berapa jam tongkang akan terisi penuh hingga 7500 ton. Pada data belt *conveyor* 06, kapasitas beban yang diangkut sebesar 1500 Th, dengan kecepatan 4 m/s dan *type belt* adalah EP 400/4(6+3). Pada saat pengukuran terdapat beban yang terukur sebesar 980 Th, dengan kecepatan *belt* nya 4 m/s dan tongkang yang diisi berkapasitas 8000 ton

B. Motor Induksi 3 Fasa Conveyor 06

Pada *conveyor* 06 ini hanya menggunakan satu motor penggerak untuk menggerakkan *belt conveyor* dengan panjang 68 meter secara horizontal. Pada kedua ujung *belt conveyor* terdapat *head pulley* dan *swievel chute. Belt conveyor* 06 adalah salah satu bagian dari *shiploader* yang berfungsi untuk memuat material batubara ke tongkang. *Belt conveyor* 06 merupakan bagian dari ship loader yang tugasnya memuat material batu bara ke tongkang. Belt conveyor 06 loader ini digerakkan oleh motor sangkar-tupai tiga fasa dengan daya terpasang 110 kW dari siemens, buatan china. Motor induksi 3 fasa CV 06 ini terhubung langsung dengan *gearbox* yang dimana *gearbox* ini digerakkan oleh motor, kemudian *gearbox* nya bergerak atau berputar menggerakkan *belt conveyor* yang mengantarkan material batubara ke tongkang.

Tabel 1. Parameter pada *name plate* motor induksi 3 fasa

No	Parameter	Rating
1	V	400/690Δ/Y
2	Hz	50
3	kw	110
4	A	200/118
5	EFF	93,3%
6	Cosφ	085
7	RPM	1490
8	EFF.CI	IE1
9	Net	745kg
10	Th.CI	155(F)
11	BRG DE	6319 C3
12	BRG NDE	6319 C3
13	GREASE	Unirex N3

C. Hasil Pengukuran Motor Induksi Conveyor 06

Data pengukuran listrik motor induksi dilakukan pada saat *belt conveyor* ada batubara di atasnya dan pada saat *belt conveyor* tidak ada batubara di atasnya, dimana *conveyor* ini sedang beroperasi mengangkut batubara ke tongkang.

Tabel 2. Hasil Pengukuran

Tegangan	Arus	RPM	Cos φ	Beban
378 V	63 A	1487RPM	0,85	0 kg
378 V	147A	1450RPM	0,85	980000 kg

Pengukuran kelistrikan motor induksi dilakukan pada saat ada batu bara di conveyor dan saat tidak ada batu bara di conveyor sehingga conveyor mengangkut batu bara ke tongkang. Oleh karena itu, pengukuran dilakukan selama bongkar muat conveyor. Datanya sendiri ditentukan dengan pengukuran langsung dengan klem arus. Namun pada tempat penelitian ini sudah menggunakan *inverter* VSD (*variable speed drive)* untuk melihat pengukuran yang ditampilkan atau *display* VSD. Dari *display* VSD ini bisa kita lihat langsung hasil pengukuran si saat *conveyor* nya beroperasi.

D. Perhitungan Daya Motor

Perhitungan daya motor berdasarkan data yang sudah di dapat kan dari hasil pengukuran dan juga *name plate* motor. Perhitungan daya input motor berdasarkan data yang sudah di dapat kan dari hasil pengukuran dan juga *name plate* motor. Ada beberapa daya yang akan dihitung, mencari daya berdasarkan name plate motor yang ada, kemudian perhitungan daya ketika berbeban dan juga ketika tidak ada beban. Berikut ini merupakan perhitungan nilai daya motor induksi 3 fasa menggunakan Persamaan (1), (2) dan (3). Hasil perhitungannya bisa kita lihat sebgai berikut.

1. Berdasarkan *Nameplate*

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230{,}94 \text{ V}$$

$$P_1 = V_P \, . \, I_P \, . \, Cos\, \varphi$$
$$= 230{,}94.200.0{,}85$$
$$= 39.259{,}8 \text{ W}$$
$$P_3 = 3. P_1$$
$$= 3.\ 39.259{,}8$$
$$= 117.779{,}4 \text{ W}$$
$$= 117{,}779 \text{ kW}$$

2. Berdasarkan Pengukuran Tanpa Beban (0 kg)

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{378}{\sqrt{3}} = 218{,}23 \text{ V}$$

$$P_1 = V_P \, . \, I_P \, . \, Cos\, \varphi$$
$$= 218{,}23.63.0{,}85$$
$$= 11.686{,}21 \text{ W}$$
$$P_3 = 3. P_1$$
$$= 3.\ 11.686{,}21$$
$$= 35.058{,}63 \text{ W}$$
$$= 35{,}058 \text{ kW}$$

Dengan Beban (980000 kg)

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{378}{\sqrt{3}} = 218{,}23 \text{ V}$$

$$P_1 = V_P \, . \, I_P \, . \, Cos\, \varphi$$
$$= 218{,}23.147.0{,}85$$
$$= 27.267{,}83 \text{ W}$$
$$P_3 = 3. P_1$$
$$= 3.\ 27.267{,}83$$
$$= 81.803{,}49 \text{ W}$$
$$= 81{,}80 \text{ kW}$$

Data hasil perhitungan daya tanpa beban dan dengan beban, bisa kita lihat pada Tabel 3 tersebut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi 3 Fasa

Tegangan	Arus	RPM	Daya Motor	Beban
378	63	1487	35.058	0 kg
378	147	1450	81.803	980000 kg

Dari hasil perhitungan pada Tabel 3 diatas, bisa kita lihat bahwa daya input motor terjadi ketika daya yang disuplai dari sumber listrik ke motor *conveyor* pada saat beroperasi atau dihidupkan tanpa *conveyor*nya berbeban, yang didapatkan hasil perhitungannya sebesar 117,779 kW. Ketika ada beban, daya output yang dihasilkan sebesar 81,80 kW, dan berbanding lurus dengan arus, namun berbanding terbalik dengan kecepatan putar motor tersebut. Semakin besar beban batu bara yang diangkut, semakin besar juga arusnya, sedangkan kecepatan putar motornya perlahan berkurang.

E. Perhitungan Efisiensi

Berdasarkan persamaan (3), nilai efisiensi daya motor dapat kita hitung, dan hasil yang diperoleh ialah sebagai berikut.

1) Mencari rugi-rugi daya

$$P_{rugi-rugi} = P_{in} - P_{out}$$
$$= 117{,}779\ \text{kW} - 81{,}80\ \text{kW}$$
$$= 35{,}979\ \text{kW}$$

2) Mencari Efisiensi Motor Induksi 3 Fasa

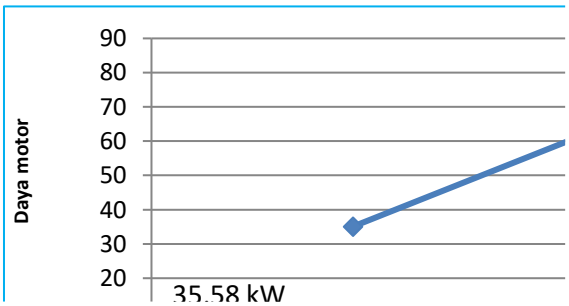
$$Efesiensi\ (\eta\%) = \frac{P_{in}-P_{rugi}}{P_{in}} \times 100\,\%$$
$$= \frac{117{,}779-35{,}979}{117{,}779} \times 100\%$$
$$= 69{,}45\%$$

Dari perhitungan efesiensi motor, hasil yang didapat ialah sebesar 69,45%. Hasil ini berbeda jauh dari nilai efesiensi pada *name plate* motor yang sebesar 93,3%. Dari hasil perhitungan ini, nilai daya yang tidak terpakai terlalu banyak hingga mengakibatkan pemborosan daya.

Banyaknya daya yang tidak terpakai karena disebabkan naiknya parameter lain yaitu, arusnya naik disaat *conveyor* tersebut berbeban, yang beban masuk pada *conveyor* tersebut kurang dari kapasitas *conveyor*nya, dimana diketahui dari data PT. Mitrabara Adiperdana kapasitas dari *conveyor*nya sebesar 1500 Th, yang sudah diimbangi dengan beban maksimal muatan pada motor yang terpasang. Terukur pada VSD saat *conveyor* tersebut beroperasi mengisi batubara ke tongkang adalah 980 Th. Terjadilah kerugian daya yang lumayan banyak, sehingga nilai efisiensinya dibawah nilai efektif yang tertera pada *rating rate namelate.*

F. Grafik Beban Terhadap Daya

Pada grafik akan dianalisa berdasarkan hubungan antara daya dengan beban menurut hasil dari perhitungan daya dengan data beban yang didapatkan dilapangan.

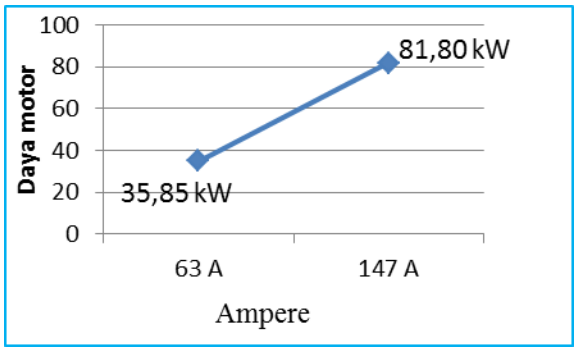


Gbr 3. Grafik Beban Terhadap Daya

Semakin besar nilai beban, maka semakin besar juga daya yang dibutuhkan motor untuk beroperasi. Seperti yang terlihat pada grafik, nilai dayanya naik ketika *conveyor* tersebut berbeban. Ketika tidak berbeban, terdapat juga nilai daya nya, dimana daya sebesar 35,58 kW ini ditanggungkan untuk menggerakkan *belt conveyor*, *gear*, *pulley* dan bagian komponen *conveyor* lainnya.

G. Grafik Arus Terhadap Daya

Pada grafik akan dianalisa berdasarkan hubungan antara daya dengan arus menurut hasil dari perhitungan daya dengan data arus yang didapatkan dilapangan. Hasil yang diperlihatkan oleh grafik adalah sebagai berikut.

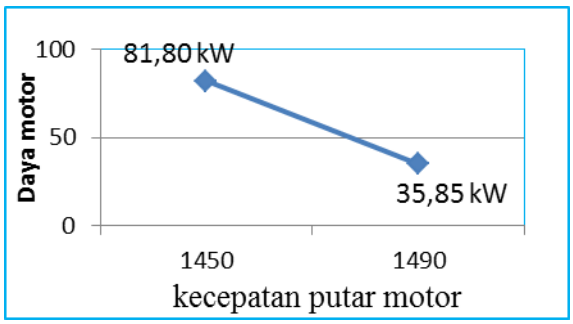


Gbr 4. Grafik Arus Terhadap Daya

Semakin besar arusnya, maka semakin besar juga dayanya. Hal ini dibuktikan pada grafik diatas, dengan arus sebesar 147 A, dapat menghasilkan daya sebesar 81,80 kW untuk menggerakkan *conveyor* disaat beroperasi dengan beban 980 Th. Besarnya daya, mempengaruhi arus yang terukur. Ketika motor memerlukan daya yang besar, maka arusnya ditingkatkan sehingga daya yang dibutuhkan dapat diperoleh.

H. Grafik RPM Terhadap Daya

Berikut merupakan grafik perhitungan daya dengan nilai arus disaat ada beban dengan tidak berbeban yang dimana nilai rpm nya didapatkan ketika *conveyor* beroperasi. Hasil grafiknya dalah sebagai berikut.



Gbr 5. Grafik RPM Terhadap Daya

Dari grafik bisa kita lihat bahwa, disaat nilai dayanya sebesar 35,58 kW terdapat kecepatan putar motornya sebesar 1490 RPM. Ketika *conveyor* beroperasi dengan beban, nilai dayanya naik sebesaar 81,80 kW dan kecepatan putarnya mengalami penurunan sebesar 1450 RPM. Hal ini sudah dipastikan bahwa, kecepatan putar motor akan mengalami perubahan disaat nilai dayanya berubah.

IV. KESIMPULAN

Besarnya daya pada motor penggerak *conveyor* 06 dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu besarnya arus, tegangan, dan beban. Dari tanpa beban sebesar 0 kg dan saat berbeban sebesar 980000 kg. Kenaikan beban tersebut arus nya pun naik dari tanpa beban sebesar 63 A hingga 147 A. Dari kenaikan parameter tersebut, menghasilkan daya ketika tanpa beban sebesar 35,58 kW dan disaat berbeban sebesar 81.80 kW. Nilai efisiensi daya motor yang dikatakan baik adalah jika nilai daya outputnya sama dengan nilai daya inputnya. Kemudian besarnya nilai efesiensi tergantung besar rugi-rugi daya yang dihasilkan. Setelah dilakukan perhitungan, efisiensi yang dihasilkan dari penggunaan motor induksi 3 fasa penggerak *belt conveyor* 06 pada PT. Mitrabara Adiperdana Tbk adalah sebesar 68,50 %.

REFERENSI

[1] Ananda, R., "*Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Menggunakan Sistem Kontrol Pada Variable Speed Drive (VSD)*", sekripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2017.

[2] Ahmad, D., "*Analisa Kinerja Motor 3 Phase Cross Conveyor pada Produksi Biji Plastic Masterbatch di PT. A. Schulman Plastic Indonesia",* Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2019.

[3] Billiardika, "*Analisa Daya Motor Penggerak Pada Prototype Belt Conveyor*", Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2018.

[4] Erinofiardi, "Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam", Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 3, No. 3, Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, 2012..

[5] Hamdani, Hasibuan, "Analisis Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis Matlab", Jurnal Teknik Elektro, Vol. 1, No 2, 2019.

[6] Norhan, M., "*Analisa Pengaruh Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi 3 Fasa (Chain Feeder) di PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara*", skripsi, Universitas Borneo Tarakan, 2021.

[7] Imam, "*Studi Perhitungan Efisiensi Motor Induksi 3 Phasa Sebagai Penggerak Konveyor 160 KW Pada Belt Wagon di PT.*

Bukit Asam Tbk", sekripsi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2019.

[8] Siswoyo, Teknik Listrik Industri Jilid 2, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta, 2008.

[9] Sarjono dkk., "Evaluasi Kinerja Motor Induksi 3 Fasa 100 HP/75 KW Pada Panel Star-Delta di PDAM Tirta Raya Adi Sucipto Kubu Raya", Skripsi, Universitas Tanjungpura Pontianak, 2020.

[10] Wildi, Theodore, "*Electrical Machines, Drives, and Power System"*, Prentice Hall International Edition, 2002.

[11] Wibowo dkk., "Analisa Pembebanan Belt Conveyor Menggunakan Motor Induksi 3 Fasa 1,5 kw dan VSD Sebagai Speed Controller", Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi, Vol. 08, No. 1, Politeknik Negeri Malang, 2020.