Jurnal Teknik Elektro
Vol.12 No.2 Tahun 2022
p-ISSN : 2089-2950
e-ISSN : 2715-565X

ANALISA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA PADA PENGGERAK BELT CONVEYOUR 22 BANKO BARAT PT. BUKIT ASAM, TBK

Daeny Septi Yansuri[1*], Subianto[2], Choirul Rizal[3], Edy Suherman[4], Efri Ramadhon[5]

[1*]*daenyyansuri@gmail.com*

Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang[1,2,3,4]
Mahasiswa Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang[5]

ABSTRAK

PT. Bukit Asam. Tbk bergerak di bidang eksploirasi batubara, dalam penyaluran batubara tersebut, perusahaan ini menggunakan Belt Conveyour di setiap unit penyaluran nya. Belt Conveyour tersebut digerakkan dengan menggunakan motor-motor induksi tiga phasa. dimana motor yang digunakan memakai penggerak mulanya adalah motor induksi. Adapun motor induksi tiga phasa yang dipakai untuk menggerakkan Belt Conveyour 22 di area Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk adalah motor induksi tiga phasa 110 kW. Pada operasi motor induksi, ada kalanya motor tersebut mengalami gangguan yang disebabkan oleh panas lebih, arus lebih, dan beban lebih. Sehingga jika dibiarkan dapat mengakibat kan kerusakan yang fatal pada motor tersebut. Untuk mempelajari sistem proteksi dan menentukan setelan rele yang baik untuk motor induksi tiga fasa 110 kW di PT. Bukit Asam, Tbk yang digunakan sebagai penggerak *Belt Conveyour 22* di area penambangan Banko Barat. Metode penelitian yang dilakukan melalui metode literature,dengan cara mengumpulkan sumber-sumber berupa referensi pada buku-buku yang berkaitan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini, metode wawancara, mengumpulkan data yang dilakukan dengan tanya jawab langsung, dengan cara mengajukan pertanyaan secara lisan mengenai objek yang akan dibahas, terakhir dengan metode observasi, pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan kunjungan pada perusahaan, yaitu Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk sehingga dapat mengetahui situasi dan kondisi yang sebenarnya. Setelah dilakukan analisa dan perhitungan terhadap hasil penelitian tersebut, maka diperoleh hasil nya, yaitu Besarnya arus gangguan pada motor penggerak *Belt Conveyour 22* di Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk adalah sebesar 457,895 Ampere. Setting rele yang dilakukan pada motor penggerak *Belt Conveyor 22* di Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk adalah untuk sekring sebesar 413,138 Ampere, Saklar Penghubung sebesar 215,959 Ampere, Kontak Magnet sebesar 244,127 Ampere. Sedangkan Rele Arus Lebih nya adalah sebesar 234,738 Ampere.

Kata Kunci : Belt Conveyour, Rele Arus Lebih, Sekring, Saklar Penghubung, Kontak Magnet.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Motor induksi 3 fasa merupakan komponen yang penting dari berbagai industri dan telah banyak digunakan di mesin-mesin industri sebagai penggerak mekanik. Hal ini dikarenakan motor induksi 3 fasa memiliki kelebihan dari segi teknis dan segi ekonomis. Konstruksi sangat kuat dan sederhana terutama bila motor dengan rotor sangkar. Harganya relatif murah dan kehandalannya tinggi. Efisiensi relatif tinggi pada keadaan normal, tidak ada sikat sehingga rugi gesekan kecil. Serta biaya pemeliharaan yang rendah karena pemeliharaan motor hampir tidak diperlukan.

PT. Bukit Asam. Tbk bergerak di bidang eksploirasi batubara, dalam penyaluran batubara tersebut, perusahaan ini menggunakan *Belt Conveyour* di setiap unit penyaluran nya. *Belt Conveyour* tersebut digerakkan dengan menggunakan motor-motor induksi tiga phasa. dimana motor yang

digunakan memakai penggerak mulanya adalah motor induksi. Adapun motor induksi tiga phasa yang dipakai untuk menggerakkan *Belt Conveyour* 22 di area Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk adalah motor induksi tiga phasa 110 kW. Pada operasi motor induksi, ada kalanya motor tersebut mengalami gangguan yang disebabkan oleh panas lebih, arus lebih, dan beban lebih. Sehingga jika dibiarkan dapat mengakibat kan kerusakan yang fatal pada motor tersebut.

Maka dari itu dilakukan penelitian terhadap motor yang digunakan khusus nya pada area Banko Barat yang menggerakkan *Belt Conveyour* 22, apakah kinerja motor tersebut masih dapat dioperasikan dengan baik?.

1.2. Tujuan Penelitian

Untuk mempelajari sistem proteksi dan menentukan setelan rele yang baik untuk motor induksi tiga fasa 110 kW di PT. Bukit Asam, Tbk yang digunakan sebagai penggerak Belt Conveyour 22 di area penambangan Banko Barat.

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada area penambangan Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk pada motor penggerak *Belt Conveyour* 22 ini di titik berat kan pada sistem proteksi motor induksi tiga fasa 110 kW serta menentukan rele proteksi beban lebih dan panas lebih.

2. METODE PENELITIAN

Data penelitian diperoleh dengan melakukan observasi ke lapangan, dan dengan melakukan wawancara bersama operator dan juga mekanik tempat motor tersebut berada yaitu di area penambangan Banko Barat.

Definisi Belt Conveyor

Belt conveyor atau konveyor sabuk adalah pesawat pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau tumpahan, dengan arah horizontal atau membentuk sudut dakian/inklinasi dari suatu sistem operasi yang satu ke sistem operasi yang lain dalam suatu line proses produksi, yang menggunakan sabuk sebagai penghantar muatannya. Muatan yang dapat diangkut bermacam-macam meliputi unit beban dan material curah. Jenis material muatan ini sangat berpengaruh terhadap spesifikasi konveyor yang mengangkutnya (Zamrudin Nasher, 2014:1).

Gangguan pada motor induksi

a. Gangguan beban lebih
b. Gangguan Hubungan Singkat

Arus hubungan singkat pada motor adalah :

$$I_{hs} = \frac{E_r}{X}$$

dimana

I_{hs} = arus hubung singkat
E_r = tegangan induksi
X = reaktansi

c. Gangguan Mekanik

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Motor yang digunakan untuk menggerakkan *Belt Conveyour* 22 di Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Data Teknis Motor :

Merk Motor	:	SIEMENS
Massa	:	740 KG
Arus Motor	:	205 A

Tegangan Sumber (V) : 380 V
Daya Masuk (P) : 110 KW
Kecepatan Medan Putar Rotor (N_r) : 1490 rpm
Cos π : 0,89

Menentukan Arus Asut Pada Motor

Dalam menentukan arus start pada motor, harus diketahui terlebih dahulu sistem pengasutan apa yang dipakai motor. Dari data dapat dilihat bahwa daya motor sebesar 110 kW. Motor induksi menggunakan sistem pengoperasian langsung untuk menggerakkan motor.

Pada sistem pengoperasian langsung diasut dengan mempergunakan tegangan kerja motor yaitu sebesar 380 V, pengoperasian langsung membutuhkan arus asut (Is) 5 sampai dengan 7 kali lipat dari arus nominal motor (In). dari persamaan berikut dapat ditentukan arus asutnya.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3}\,.\,V\,\cos\,\varphi} = \frac{(110)(1000)}{\sqrt{3}\,.\,(380)\,.\,(0{,}89)}$$

$$= \frac{110000}{585{,}7624} = 187{,}789 = 187{,}79\ A$$

Sedangkan untuk harga I_s adalah sebagai berikut :

$$I_s = 7\,x\,(I_n) = 7\,x\,(187{,}79) = 1314{,}53\ A$$

Jadi arus asut yang dibutuhkan sebesar 1314,53 Ampere.

Menentukan Transformator Arus (CT)

Besarnya Arus :

Di dalam menentukan trafo arus (CT) yang digunakan maka, terlebih dahulu ditinjau arus beban penuh motor tersebut. Arus beban penuh motor adalah 187,79 Ampere, untuk itu diambil nilai (angka) yang terdekat menurut standar pabrik pembuatannya yaitu sebesar 1000 A untuk primer trafo arus dan sisi sekunder trafo arus menurut standar 5 A tujuan diambilkan harga 1000/5 A adalah menghindari penunjukan skala tinggi pada saat motor mengalami asut, yaitu 5 sampai 7 kali arus beban penuh motor, yaitu sebesar 1314,53 Ampere.

Menentukan Rele Beban Lebih

Hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Pengaturan rele beban lebih

Pengaturan rele yang di setel (%)		
90 %	**110 %**	**125 %**
169,011 Ampere	206,569 Ampere	234,738 Ampere

Dengan demikian arus beban lebih tidak boleh mempunyai kemampuan hantar arus kurang dari 125 % arus beban lebih (PUIL 2000).

Menentukan Besarnya Arus Hubung Singkat

Dari data dapat dihitung besarnya arus hubung singkat pada motor, I_0 = 187,79 Ampere, maka diperoleh harga impedansi urutan nol (Z_0) dengan persamaan berikut :

$$Z_0 = \frac{V_0}{I_0} = \frac{380}{187{,}79} = 2{,}0235 = 2{,}024\ Ohm$$

Dengan demikian besar R_0 dapat dihitung dengan mengetahui harga daya beban nol (P_0) yaitu sebesar 110 kW = 110.000 Watt, maka persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$R_0 = \frac{P_0}{(I_0)^2} = \frac{110000}{(187{,}79)^2} = \frac{110000}{35265{,}0841} = 3{,}119\ Ohm$$

Maka besarnya reaktansi juga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

p-ISSN : 2089-2950
e-ISSN : 2715-565X

$$X = \frac{R_0 \ . \ Z_0}{R_0 - Z_0} = \frac{(3{,}119) \, . \, (2{,}024)}{3{,}119 \ - \ 2{,}024} = \frac{6{,}312856}{1{,}095} = 5{,}765 \ Ohm$$

Sehingga, arus hubung singkat pada motor adalah :

$$I_{HS} = \frac{E_r}{X} = \frac{1 \angle 0}{5{,}765} = 0{,}1735 = 0{,}174 \ pu$$

Kemudian untuk I dasar rangkaian :

$$I_{dasar\ rangkaian} = \frac{dasar\ kVA}{tegangan\ dasar, kV}$$

$$I_{dasar\ rangkaian} = \frac{1000}{0{,}38\ kV} = 2631{,}58 \ Ampere$$

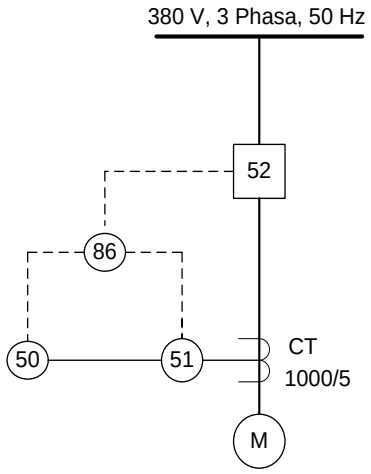
Maka arus hubung singkat dapat diperoleh :

$$I_{HS} = 2631{,}58 \ x \ 0{,}174 = 457{,}89492 = 457{,}895 \ Ampere$$

Jadi besarnya arus hubung singkat pada motor sebesar 457,895 Ampere.
Menurut ANSI.C. 37 . 13 – 1973 agar pemutus daya dapat menahan akibat arus hubungan singkat pada motor dan cukup aman, dikalikan dengan faktor multiplikasi yaitu sebesar 1,6. Jadi harga arus hubung singkat besarnya pemutus daya adalah sebagai berikut : $457{,}895 \ x \ 1{,}6 = 732{,}632 \ Ampere$

Menentukan Rele Arus Lebih

Bila dalam suatu sistem tenaga listrik mengalami suatu gangguan hubung singkat eksternal, maka sistem akan mengalami gangguan sehingga sistem berkerja dalam keadaan tidak normal, dan keadaan ini harus segera diatasi secepat mungkin agar peralatan yang ada pada sistem ini tidak mengalami gangguan. Arus yang disebabkan oleh hubung singkat ini sangat besar oleh sebab itu diperlukan suatu proteksi yang handal, dimana dalam hal ini adalah rele arus lebih yang berfungsi mendeteksi gangguan yang kemudian memerintahkan pemutus daya untuk membuka sehingga tidak mengganggu kerja sistem secara keseluruhan dan peralatan dapat terhindar dari kerusakan.



Gambar 1. Rangkaian rele arus lebih

Rele arus lebih ada yang berkerja seketika (*instanteneous*) ada juga yang berkerja dengan waktu tunda (*time delay*). Deteksi arus lebih ini didapat dari transformator arus, dengan daerah kerja rele dapat diatur dengan mengubah setelan tapnya. Arus asut 7 kali arus beban penuh selama 10 detik, maka setelan rele arus diatas waktu asut sehingga dalam proses pengasutan rele tidak bekerja.
Data motor adalah :

- Kapasitas Motor : 110 kW
- (t) Asut Motor : 10 detik

p-ISSN : 2089-2950
e-ISSN : 2715-565X

- (I) Asut Motor : 1314,53 Ampere
- Tegangan Motor : 380 V
- Rasio Trafo Arus : 1000/5

$$Plug\ Setting\ Multiplier\ (PSM) = \frac{I_{St}\ x\ {}^{1}/_{CT}}{Ampere}$$

Dapat ditentukan waktu kerja rele diatas waktu start motor. Ampere tap yang diambil adalah 10, maka:

$$PSM = \frac{1314{,}53\ x\ {}^{5}/_{1000}}{10} = 0{,}657265 \approx 0{,}66\ detik$$

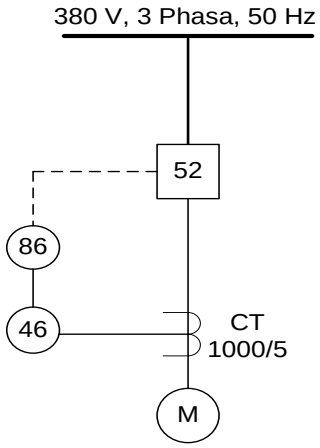
Untuk penyetelan arus lebih seketika pada CT 1000/5 arus hubung singkat motor yang diambil adalah 457,895/3 = 152,63 Ampere (arus hubung singkat terendah). Kehandalan pengaman adalah tergantung setelan yang sangat teliti dan pemilihan arus hubung singkat yang diperhitungkan. Di dalam unit seketika (*instantaneous)* besar I_2 (arus rele) dapat di setel melalui pengaturan jangkar magnet koil.

Maksimum I_2 yang diambil adalah 1000/5 = 200 Ampere

I_1 (arus pada saluran) = 200/5 x 1000 = 40000 ampere

Jadi sebelum arus hubung singkat awal mencapai harga puncak yaitu 152,63 Ampere, rele arus lebih seketika sudah bekerja membuka pemutus daya.

Menentukan Rele Rangkaian Negatif



Gambar 2. Rele rangkaian negatif

Ketika seimbang pendistribusian beban pada masing-masing fasa atau karena terputusnya salah satu fasa akan menyebabkan arus dalam stator tidak seimbang dan menyebabkan arus rangkaian negatif, berakibat pada rusaknya struktur bagian rotor terutama pada motor-motor berkapasitas besar, oleh sebab itu diperlukan pengaman yang dapat mencegah hal tersebut terjadi, maka dipasang rele rangkaian negatif yang akan bekerja apabila terjadi ketika seimbangan arus pada stator. Rumus yang menyatakan arus urutan negatif pada saat terjadinya gangguan adalah :

$$(I_2)^2\ x\ t = k$$

dimana :

I_2 = Arus rangkaian negatif

t = Lamanya kondisi tidak seimbang (detik)

k = Kemampuan rotor terhadap panas yang timbul oleh arus rangkaian negatif.

Karena suatu mesin telah mempunyai batas suhu yang dinyatakan oleh nilai $(I_2)^2$ t = k, maka diperlukan suatu rele pengaman yang dapat mendeteksi dan membatasi agar mesin tidak berkerja pada kondisi dimana $(I_2)^2$ t > k, sedangkan nilai k tertentu pada setiap motor. Untuk mendapatkan karakteristik $(I_2)^2$ t = k motor, maka besaran arus rangkaian negatif dinyatakan dalam per unit (pu) terhadap rating arus motor.

- Penyetelan rele rangkaian negatif

Sebagai pengaman terhadap gangguan arus rangkaian negatif pada motor adalah harga k adalah 30 dan arus operasi 0,5 sampai 5 Ampere.

Data motor adalah :

- Kapasitas Motor : 110000 Watt
- Tegangan Motor : 380 kV
- Rasio Trafo Arus : 1000/5

Arus beban penuh pada motor adalah :

$$I = \frac{110000}{\sqrt{3}\ x\ 380\ x\ 0{,}89} = \frac{110000}{1{,}732\ x\ 338{,}2} = \frac{110000}{585{,}7624} = 187{,}79\ A$$

Arus sekunder pada trafo arus :

$$= 187{,}79\ x\ \frac{5}{1000} = 0{,}94\ Ampere$$

Tap arus operasi rele adalah : 0,5.1.1,5. 2. 2,5. 3. 3,5. 4. 4,5 . 5 Ampere.
Dan rele disetel pada tap arus yang mendekati nilai arus sekunder yaitu pada tap 1 ampere, adalah :

$$\frac{1}{0{,}94}\ x\ 100\ \% = 106{,}4\ \% = 106\ \%$$

Dari pernyataan $(I_2)^2$ t = k dari harga k motor 30, maka lamanya waktu yang diizinkan untuk motor terhadap arus urutan negatif adalah sebesar :

$$(I_2)^2\ x\ t = k$$
$$(1{,}06)^2\ x\ t = 30$$
$$(1{,}1236)\ x\ t = 30$$
$$t = \frac{30}{1{,}1236} = 26{,}69989 = 27\ detik$$

Supaya motor aman dari arus rangkaian negatif maka sebaiknya motor di setel waktunya kurang dari 27 detik.(PUIL 2000)

Menentukan Besarnya Sekring

Rele daya sambungan yang tersedia buatan *General Electric* dalam kita menentukan sekring, sakelar penghubung dan besaran kontak magnit diambil dari standar Amerika yaitu Nec – 110 – 1981.

a. Besarnya sekring adalah antara 175 % - 225 % dikalikan dengan arus beban penuh. Untuk sekring yang menggunakan tanda waktu sama dengan standar PUIL 530 – 22, kita pilih dengan standar 220 % dikali arus beban penuh.

$$\frac{220}{100}\ x\ 187{,}79 = 413{,}138\ Ampere$$

Jadi untuk standar *general electric* sekring dalam skala 413,138 Ampere.
Bila sakelar penghubung besarnya adalah 115 % dari arus beban penuh secara terus menerus :

$$\frac{115}{100}\ x\ 187{,}79 = 215{,}9585 = 215{,}959\ Ampere$$

Jadi sakelar penghubung yang dipakai harus mempunyai besaran arus secara terus menerus sebesar 215,959 Ampere.

b. Untuk menentukan besarnya kontak magnit motor menurut standar Nec – 130 -110 -1981, yaitu sebesar 130 % dari arus beban penuh motor.

$$\frac{130}{100}\ x\ 187{,}79 = 244{,}127\ Ampere$$

Jadi kontak magnit yang dipilih adalah yang tahan terhadap arus sebesar 244,127 Ampere secara terus menerus.

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh hasil yang dituangkan dalam tabel berikut :

Tabel 2. Hasil perhitungan setelan rele pada motor penggerak *Belt Conveyour 22* Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk.

Jenis Peralatan	**Hasil Perhitungan (Ampere)**
Sekring	413,138
Saklar Penghubung	215,959
Kontak Magnet	244,127
Rele Arus Lebih	234,738

4. PENUTUP

Besarnya arus gangguan pada motor penggerak Belt Conveyour 22 di Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk adalah sebesar 457,895 Ampere. Setting rele yang dilakukan pada motor penggerak belt Conveyor 22 di Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk adalah untuk sekring sebesar 413,138 Ampere, Saklar Penghubung sebesar 215,959 Ampere, Kontak Magnet sebesar 244,127 Ampere. Sedangkan Rele Arus Lebih nya adalah sebesar 234,738 Ampere.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Langsdorf, S. Alexander, *"Theory Of Alternating Current Machinery"*, Tata McGraw-Hill Publishing Company, Ltd. New York, 1974.
[2]. Pertamina, *" Dasar-dasar Sistem Kelistrikan Kilang"*, Bimbingan Fresh Intake Operator, PT. Surya Esa Perkasa , 2007
[3]. Sobri Asrie, *"Sistem Proteksi Motor Induksi Tiga Fasa 180 KW Sebagai Penggerak Pompa Distribusi (CP VI) Di PDAM Tirta Musi"*, jurusan Teknik Elektro Universitas Palembang, 2001.
[4]. Surya Febriyanto., "*Sistem Proteksi Motor Induksi Tiga Fasa 30 Kw Sebagai Penggerak Lpg Loading Pump"*, Skripsi, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang, 2021.
[5]. Zuhal., *"Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya"* , PT . Gramedia. Jakarta 1992.
[6]. --------, *"Operasi Pemeliharaan Mekanikal-Elektrikal",* PDAM Tirta Musi Palembang, April 2003.
[7]. ---------, *"Komponen dan Sistem Proteksi Tenaga Listrik",* Departemen Pendidikan Nasional, 2003.