

Analisis Pemakaian Motor Management Relay SR469 terhadap Proteksi Arus Lebih pada Motor Crusher DOZ I

NATHALIS TIMBIRI, WALUYO, TEGUH ARFIANTO

Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional
Email :natho_timbiri@yahoo.com

ABSTRAK

Motor listrik merupakan salah satu penggerak utama dalam proses produksi pada berbagai industri. Gangguan yang terjadi pada motor crusher berdampak pada terhambatnya produksi. Untuk mengurangi kemungkinan terjadi gangguan pada motor crusher maka motor dilengkapi dengan peralatan proteksi. Motor management relay SR469 merupakan salah satu relay berbasis mikroprosesor yang didesain khusus untuk mengatur dan mencegah gangguan-gangguan yang terjadi pada motor dengan daya menengah dan daya tinggi. Saat ini akan dibahas cara perhitungan dan menentukan setingan rele proteksi arus lebih, arus fasa tidak seimbang serta arus beban lebih serta cara mensimulasikan dengan menggunakan SR469 simulation mode. Hasil perhitungan terhadap arus fasa tidak seimbang menunjukkan bahwa apabila ketidakseimbangan arus antar fasa mencapai 16 % dan kurang dari 40 % selama 20 detik akan terjadi trip dan apabila lebih dari 40 % relay menganggap sebagai gangguan sistem satu fasa dengan waktu 2 detik sedangkan bila persentase gangguan kurang dari 15% maka tidak akan terjadi gangguan pada motor. Sedangkan pada gangguan beban lebih menggunakan kurva invers time sehingga apabila arus beban lebih mencapai 2.5 FLA atau 250 A maka dikelompokan sebagai gangguan akan terjadi mekanikal jam dan rele bekerja dalam waktu 1 detik.

Kata kunci : GE Multilin SR469, Motor Induksi, Transformator Instrument, Resistansi Detector temperatur, unbalance fault, mechanical jam.

ABSTRACT

Electric motors are one of the prime movers in the production process in various industries. A disturbance occurrence in the crusher motors will hamper the production. To reduce the possibility of disturbance at the crusher motors, they are equipped by protective equipment. Motor management relay SR469 is a microprocessor-based relay designed specifically to manage and prevent the disturbances that occur in the motor with medium power and high power. It has been discussed how to calculate and determine the overcurrent protection relay settings, the current phase unbalanced load flow and more as well as how to simulate using simulation SR469 mode. The calculation results of the unbalanced phase currents indicate that the imbalance currents between phases reached 16% and less of 40% for 20 seconds, and the trips have been occur if they were more than 40%, considered as the disturbance of single phase system relay in 2 seconds. If the percentage was less than 15%

disruption then there would be disturbance to the motor. The load disturbance was more using the inverse time curve, so that when the load current reached over 2.5 FLA or 250 A, there would be a mechanical clock in 1 second.

Key word : GE Multilin SR469, Induction Motor, Current Transformer, Resistance Detected temperature, unbalance fault, mechanical jam.

1. PENDAHULUAN

PT Freeport Indonesia merupakan sebuah perusahaan Afiliasi dari Freeport-McMoran Copper & Gold Inc yang terletak di Arizona, USA (Buletin Freeport, 2013). PT FI bergerak dalam bidang pertambangan emas ,tembaga dan perak yang terletak di Tembagapura-Timika, Papua, dengan ketinggian 2774 meter diatas permukaan laut. Dalam pengoperasiannya PT FI menerapkan dua sistem pertambangan yakni tambang bawah tanah (*Underground mine*) dan tambang terbuka (*Grasberg mine*). Gyrotory Crusher merupakan alat penghancur material tambang (berupa batu-batuan) yang digerakkan oleh motor induksi dengan kapasitas 600HP/4000 Volt dengan kapasitas produksi 384 ton/jam. Alat tersebut dioperasikan secara kontinu selama 24 jam dengan beban rata-rata 85% sampai 100 %. Dengan aktivitas motor crusher secara terus-menerus maka sering terjadi kenaikan arus sehingga menyebabkan motor berhenti dan hal ini terjadi sebanyak 4 - 7 kali dalam sehari (Data event Record GE Multilin SR469, Juli 2013), sehingga menjadi pertimbangan penulis untuk dilakukan penelitian agar gangguan tersebut dapat teratasi dan motor tetap aman (Chapmann, 1998).

Hasil perhitungan terhadap arus fasa tidak seimbang menunjukkan bahwa apabila ketidakseimbangan arus antar fasa mencapai 16 % dan kurang dari 40 % selama 20 detik akan terjadi trip dan apabila lebih dari 40 % relay menganggap sebagai gangguan sistem satu fasa dengan waktu 2 detik sedangkan bila persentase gangguan kurang dari 15% maka tidak akan terjadi gangguan pada motor (Alstom Grid, 2002).

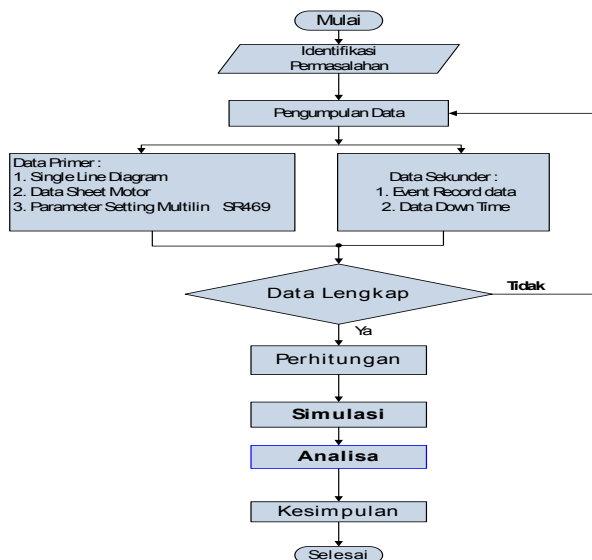
Sedangkan pada gangguan beban lebih menggunakan kurva invers time sehingga apabila arus beban lebih mencapai 2,5 FLA atau 250 A maka dikelompokan sebagai gangguan akan terjadi mekanikal jam dan rele bekerja dalam waktu 1 detik, untuk settingan diatas menggunakan kurva standard (GE multilin SR469, 2004)

Pada peralatan yaitu termasuk didalamnya motor crusher DOZ I yang digunakan sering mengalami gangguan yaitu gangguan beban lebih, untuk itu perlu dilakukan proteksi terhadap gangguan beban lebih dengan menggunakan alat motor management relay melalui *settingan relay overload* (GE multilin SR469, 2004).

Pengoperasian alat-alat pada proses produksi saat kondisi *running* motor akan besar kemungkinan terjadi gangguan arus tidak seimbang, untuk itu digunakan alat proteksi motor management relay dengan settingan parameter arus yang ditentukan sesuai dengan batas aman dari gangguan terhadap motor crusher DOZ I (GE multilin SR469, 2004).

2. METODA PENELITIAN

Gambar 1 menunjukkan metoda penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data. Data yang diperoleh terdiri dari beberapa tahap, yaitu identifikasi permasalahan, pengumpulan data, perhitungan, simulasi, analisis dan kesimpulan.



Gambar 1 Diagram alir perolehan data

2.1 Data Primer

Data Primer, merupakan data karakteristik peralatan yang dipakai untuk menentukan parameter proteksi. Data-data tersebut adalah :

a. Data sheet motor

Tabel 1 menunjukkan data sheet motor pada motor crusher DOZ I

Tabel 1 Data sheet motor

Jenis Motor	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Daya (HP)	RPM	Impedansi (Z)		Frekuensi (Hz)
					Stator	Rotor	
Induksi tiga fasa	4000	100	600	514	2.78+j10.9 Ω	1.04 + j15.6Ω	60

b. Data setingan parameter motor management relay SR469.

1. Arus tak seimbang ($\frac{I_U}{I_B}$)

Pada Tabel 2 menunjukkan data setingan arus tidak seimbang.

Tabel 2 Data setingan arus tidak seimbang

No	Relay arus tidak seimbang	Setingan
1	Alarm	Unlatched
2	Alarm relay	Auxiliary2
3	Alarm Pickup	5%
4	Alarm Delay	5 s
5	Alarm event	On/Yes
6	Trip	Latched
7	Trip relay	Trip & Auxiliary 3
8	Trip pickup	15%
9	Trip Delay	20s

2. Mekanikal jam

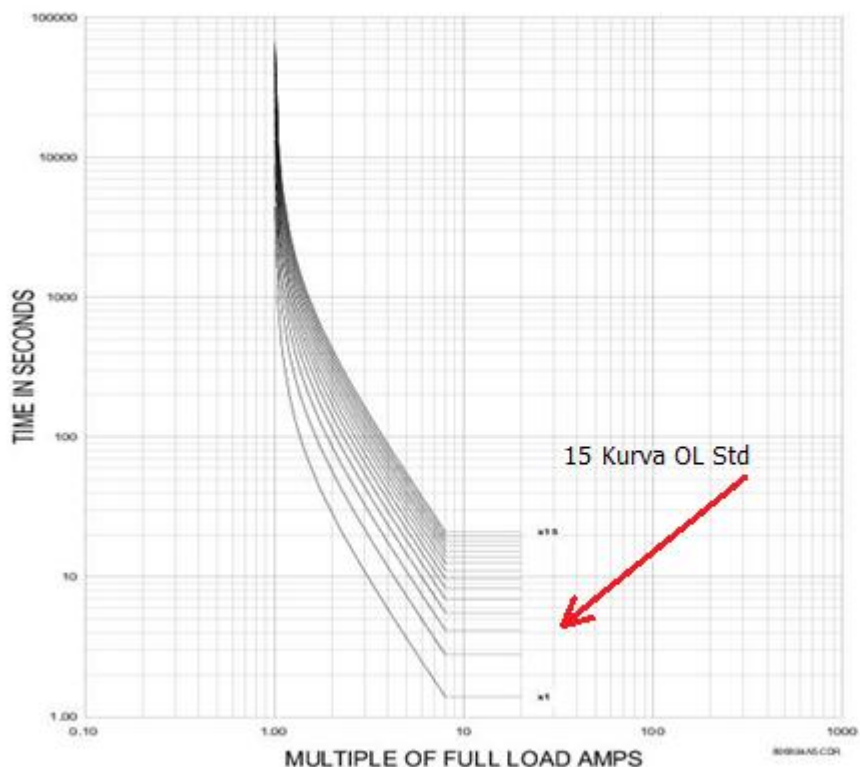
Tabel 3 menunjukkan setingan relay mekanikal jam

Tabel 3 setingan mekanikal jam

No	Mekanikal jam relay	Setingan
1	Trip	Latched
2	Trip relays	Trip & Auxiliary3
3	Pickup	2.5 FLA
4	Delay	10 s

3. Kurva overload standard

Kurva Overload standard merupakan 15 kurva overload invers time yang digunakan untuk menentukan setingan proteksi arus beban lebih. Pada simulasi ini dipakai kurva standard nomor dua. kurva standard overload dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Kurva standard thermal overload relay

2.2 Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh berdasarkan data gangguan sistem kelistrikan yang terjadi pada motor crusher. Data tersebut tercatat oleh relay SR469 dan dapat dilihat dalam bentuk microsoft excel maupun trend dan grafik.

a. Data Numerik

Tabel 4 menunjukkan data gangguan yang terrecord oleh event record motor management relay SR469.

Tabel 4 Data gangguan

No	Arus per fasa			Tegangan fasa-fasa			Daya			Motor Load (FLA)	U/B Current (%)	PF
	A	B	C	AB	BC	CA	P	Q	S			
1	495	504	493	3595	3594	3594	1267	2801	3075	4,97	2	0.41
2	507	495	502	3646	3646	3646	1309	2903	3185	5,01	2	0.41
3	510	505	498	3639	3639	3696	1267	2912	3176	5,04	2	0.4
4	485	503	515	3611	3611	3611	1631	2666	3125	5.01	8	0.52
5	490	495	500	3604	3604	3604	1340	2784	3090	4.95	2	0.43
6	520	522	521	3621	3621	3622	1449	2926	3265	5.21	3	0.44
7	531	518	519	3632	3632	3632	1343	3017	3303	5.23	1	0.41
8	505	513	515	3637	3637	3637	1313	2934	3213	5.11	1	0.41
9	421	323	130	3850	3850	3864	856	1628	1839	2.91	100	0.47
10	517	574	534	3636	3636	3636	1980	2649	3307	5.42	15	0.6

3. PERHITUNGAN, SIMULASI DAN ANALISIS

3.1. Perhitungan

a. Arus hubung singkat

Menentukan tegangan pengganti (Chapman, 1985):

$$V_{\theta} = \frac{4000 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 2309.4 \text{ Volt}$$

$$V_{TH} = \frac{X_M}{X_1 + X_M} \times V_{\theta} = \frac{297.4}{2.78 + 297.4} \times 2309.4$$

$$= 2888.01 \text{ Volt}$$

Menentukan parameter impedansi :

$$Z_{TH} = \frac{jX_M(R_1 - jX_1)}{R_1 + jX_M} = \frac{j297.4(2.78 - j10.9)}{2.78 + j297.4}$$

$$= 2.88 - j10.8 \Omega$$

Maka :

$$I_{SC} = \frac{2888.01 \text{ V}}{2.88 - j10.8 \Omega} = 66.6 + j249.6 \text{ A}$$

$$= 258.33 \angle 75^\circ \text{ A}$$

Arus nominal motor :

$$I_n = \frac{KVA}{KV \times \sqrt{3}} = \frac{400000}{4000\sqrt{3}} = 100.02 \text{ A}$$

▪ Menentukan ratio transformer tegangan :

$$V_{Rasio} = \frac{4000}{120} = 33.33 : 1$$

3.2 Simulasi

Simulasi proteksi arus lebih pada motor crusher dilakukan dengan menggunakan SR469 simulation mode. Pada simulation mode SR469 terdapat beberapa fasilitas simulasi tetapi saat ini hanya diambil dua sampel simulasi yaitu arus beban lebih dan arus fasa tidak seimbang.

3.2.1 Set Up Parameter Sensing

Setingan parameter sensing ini dilakukan untuk menentukan rasio transformator arus, menentukan tipe koneksi potensio transformer, sistem daya yang digunakan serta serial komunikasi yang digunakan.

a. Setingan sensing Arus

Setingan sensing arus digunakan untuk menentukan rasio transformator arus serta rasio transformator fasa diferensial. Nilai setingan diperlihatkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Setingan sensing Arus

Current Sensing	
SETTING	PARAMETER
Phase CT Primary	150 A
Motor Full Load Amps	100 A
Ground CT Type	5 A Secondary
Ground CT Primary	50 A
Phase Differential CT Type	5 A Secondary
Phase Differential CT Primary	50 A
Enable Two Speed Motor Option	Off/No

b. Setingan Sensing tegangan

Setingan sensor tegangan dimaksudkan untuk menentukan tipe koneksi potensial transformator yang digunakan serta rating tegangan motor. Tabel 6 menunjukkan data setingan sensor tegangan

Tabel 6 Setingan sensing Tegangan

Voltage Sensing	
SETTING	PARAMETER
VoltageTransformer Connection Type	Open Delta
Enable Single VT Connection	AN (Wye) AB (Delta)
Voltage Transformer Ratio	18.18 :1
Motor Nameplate Voltage	4000 V

C. Setingan Sistem daya

Setingan sistem catu daya digunakan untuk menentukan sistem frekuensi yang digunakan serta sistem urutan fasa yang digunakan. Tabel 7 menunjukkan data setingan power sistem.

Tabel 7 Setingan Sistem Catu daya

Power System	
SETTING	PARAMETER
Nominal System Frequency	60 Hz
System Phase Sequence	ABC

c. Setingan Serial Comm

Tabel 8 menunjukkan data setingan relay serial comm dan output relay bila terjadi gangguan

Tabel 8 Setingan serial Comm

Serial Comm Control	
SETTING	PARAMETER
Serial Communication Control	On/Yes
Assign Start Control Relays	Auxiliary 2

3.2.2 Setingan Parameter Arus Lebih

Parameter arus lebih merupakan nilai parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan batasan kerja rele SR469 terhadap proteksi arus lebih pada motor crusher.

a. Overload Alarm

Tabel 9 menunjukkan data setingan overload alarm dengan delay waktu ketika terjadi gangguan

Tabel 9 Setingan Overload alarm

Overload Alarm	
SETTING	PARAMETER
Overload Alarm	Latched
Overload Alarm Relays	Alarm
Overload Alarm Events	Off/No
Overload Alarm Delay	10.0 s

b. Mechanical Jam

Tabel 10 menunjukkan data setingan relaya mekanikal jam serta waktu delay kerjanya

Tabel 10 Setingan Mekanikal jam

Mechanical Jam	
SETTING	PARAMETER
Mechanical Jam Trip	Latched
Mechanical Jam Trip Relays	Trip & Aux3
Mechanical Jam Pickup	2.50 xFLA
Mechanical Jam Delay	1 s

b. Rele Arus tidak seimbang

Tabel 11 setingan Arus tidak seimbang

Current Unbalance	
SETTING	PARAMETER
Current Unbalance Alarm	Latched
Current Unbalance Alarm Relays	Alarm
Current Unbalance Alarm Pickup	5 %
Current Unbalance Alarm Delay	10 s
Current Unbalance Alarm Events	Off/No
Current Unbalance Trip	Latched
Current Unbalance Trip Relays	Trip & Aux3
Current Unbalance Trip Pickup	15 %
Current Unbalance Trip Delay	20 s

3.3 ANALISIS

a. Gangguan arus tidak Seimbang

Dalam analisa data dapat dilihat pada tabel 12 hasil simulasi berikut :

Tabel 12 Persentase simulasi Arus gangguan tidak seimbang

No	Fasa arus Tidak seimbang (Ampere)			$\frac{I_U}{\bar{I}}$ (%)	Waktu Trip (detik)	Beban Motor*FLA	Penyebab gangguan
	A	B	C				
1	75	22.5	30	16	20.01	0,536FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
2	89	29	45	18	20.001	0,54FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
3	97	37	45	19	20.105	0,6FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
4	97	29	47	20	20 : 1.3	0,85FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
5	97	29	45	21	19.76	0,57FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
6	120	75	43	22	20.01	0,79FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
7	120	75	47	26	20.02	0,68FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
8	143	75	43	27	19,9	0,84FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
9	127	37	47	28	19.8	0,7FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
10	142	67	43	29	19.8	0,84FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
11	142	45	60	30	19.87	0,82FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
12	149	67	45	31	19.85	0,80FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
13	149	75	45	32	20.001	0,87FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
14	149	37	60	34	20.02	0,82FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
15	149	37	52	35	20.001	0,79FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
16	149	37	45	36	19.11	0,77FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
17	149	29	45	38	19.62	0,74FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
18	149	29	37	39	19.33	0,72FLA	$\frac{U}{B}$ Trip
19	149	29	22	41	2	0,67FLA	Single phase trip
20	97	300	45	53	2	0,69FLA	Single phase trip

Tabel 12 menunjukkan hasil simulasi persentasi arus tidak seimbang pada motor dan dihitung sebagai berikut :

1. untuk nomor 1 dari tabel 3.9

Misalkan : $I_A = 75 \angle 60^\circ [A]$, $I_B = 22.5 \angle 47^\circ [A]$, $I_C = 30 \angle 30^\circ [A]$

$$I_{UB} = \frac{I_2}{I_1} \times K \times 100\% \quad , \text{ karena } I_{avg} \leq I_{FLA}$$

$$I_{UB} = \left| \frac{I_2}{I_1} \right| \times \frac{I_{avg}}{FLA} \times 100\% \quad \text{dimana : } a = 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j0.886$$

$$= \left| \frac{\frac{1}{3} (75 \angle 60^\circ + (1 \angle -120^\circ) \times (22.5 \angle 47^\circ) + (30 \angle 360^\circ) \times (1 \angle 120^\circ))}{\frac{1}{3} \{75 \angle 60^\circ + (1 \angle 120^\circ) \times (22.5 \angle 47^\circ) + (1 \angle -120^\circ) \times (30 \angle 360^\circ)\}} \right| \times \frac{42.5}{100} \times 100\%$$

$$= 16.04 \%$$

2. untuk nomor dua (2) dari tabel 3.9.

Misalkan : $I_A = 89 \angle 80.5^\circ [A]$, $I_B = 29 \angle 98^\circ [A]$, $I_C = 45 \angle 215^\circ [A]$

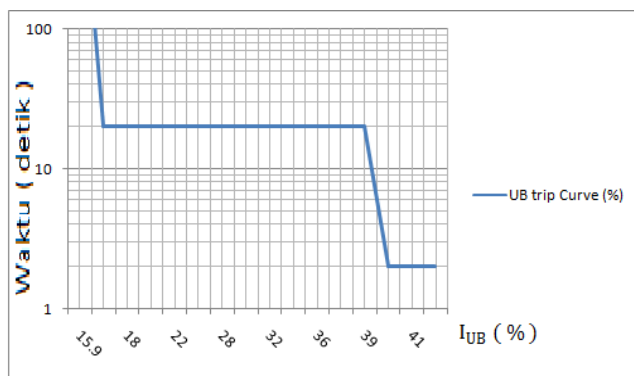
$$I_{UB} = \frac{I_2}{I_1} \times K \times 100\% \quad , \text{ karena } I_{avg} \leq I_{FLA}$$

$$I_{UB} = \left| \frac{I_2}{I_1} \right| \times \frac{I_{avg}}{FLA} \times 100\% \quad \text{dimana : } a = 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j0.886$$

$$= \left| \frac{\frac{1}{3}(89 \angle 80.5^\circ + (1 \angle -120^\circ)(29 \angle 98^\circ) + (45 \angle 215^\circ)(1 \angle 120^\circ))}{\frac{1}{3}\{89 \angle 80^\circ + (1 \angle 120^\circ)(29 \angle 98^\circ) + (1 \angle -120^\circ)(45 \angle 215^\circ)\}} \right| \times \frac{54.33}{100} \times 100\%$$

$$= 18.01 \%$$

Dan untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 12



Gambar 3 Kurva persentase arus tidak seimbang

Pada gambar 3 ditunjukkan kurva time limit. Bila terjadi ketidakseimbangan arus lebih dari 16% dan kurang dari 40% selama 20 detik maka rele arus tidak seimbang akan bekerja sehingga terjadi overload dan apabila lebih dari 40% selama 2 detik maka akan terjadi gangguan sistem satu fasa. Selama ketidakseimbangan arus fasa kurang dari 15% maka tidak akan terjadi gangguan tidak seimbangan fasa.

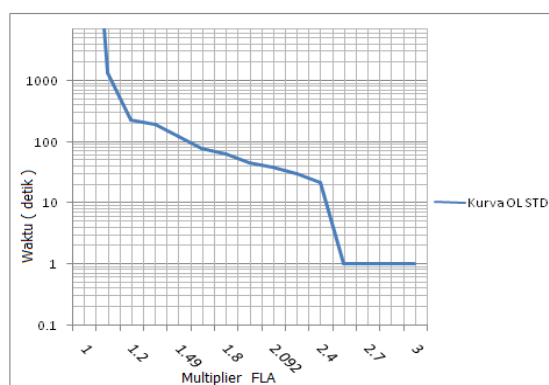
b. Gangguan beban lebih (*Overload*)

Gangguan arus lebih merupakan gangguan yang paling sering muncul karena pemakaian beban yang berlebihan dan bisa berupa :

Tabel 13 Hasil simulasi Arus beban lebih

No	Set simulasi	I_{avg}	Load Motor (FLA)	Waktu (Detik)	Indikasi
1	0,6CT	89	0,8	-	Normal running
2	0,7CT	105	1,05	1331	Overload Trip
3	0,8CT	120	1,2	234	Overload Trip
4	0,9CT	134	1,34	194	Overload Trip
5	1,0CT	149	1,49	125	Overload Trip
6	1,1CT	165	1,65	78	Overload Trip
7	1,2CT	180	1,8	63	Overload Trip
8	1,3CT	195	1,95	45	Overload Trip
9	1,4CT	209	2,09	38	Overload Trip
10	1,5CT	224	2,24	30	Overload Trip
11	1,6CT	240	2,4	22	Overload Trip
12	1,7CT	255	2,55	0,1	Mekanikal Jam
13	1,8CT	270	2,7	0,1	Mekanikal Jam
14	1,9CT	285	2,85	0,1	Mekanikal Jam
15	2,0CT	300	3	0,1	Mekanikal Jam

Hasil simulasi menunjukkan bahwa arus beban lebih terjadi ketika arus melebihi batas setingan relay proteksi 125% arus nominal selama 10 detik maka terjadi alarm. Seperti pada tabel 13 apabila arus motor melebihi arus nominal motor 100 A, yaitu : 105 A maka akan terjadi alarm selama 1331 detik dan bila beban motor tidak dikurangi maka akan terjadi overload trip. Bila arus beban lebih mencapai lebih dari 255 A maka akan terjadi mekanikal jam selama 1 detik artinya bahwa telah terjadi *lock rotor Current (LRC)*



Gambar 4 Kurva invers arus beban lebih

Pada gambar 4 ditunjukkan kurva overload standard, bila kurva overload diseting pada 1FLA maka tidak akan terjadi overload karena motor bekerja normal. Bila kurva overload diset 2 maka relay mekanikal jam akan bekerja dan mematikan sistem.

4.KESIMPULAN

1. Arus tidak seimbang terjadi ketika arus antar fasa terjadi ketidakseimbangan sebesar 16% dan kurang dari 40 % selama 20 detik maka motor akan trip.
2. Apabila ketidakseimbangan arus mencapai 41% selama 1 detik maka akan terjadi gangguan sistem 1 fasa dan motor akan trip.
3. Kurva yang digunakan untuk arus fasa tidak seimbangan adalah kurva time konstan.
4. Overload akan terjadi ketika arus melebihi setingan kurva beban lebih 125%
5. Mekanikal jam akan terjadi ketika arus beban lebih mencapai 250% arus nominal.

DAFTAR RUJUKAN

- Chapman. Stephen J, 1985. Electric machinery fundamentals : Mc Grow Hill- 4th edition.
- Alstom Grid.2002. Network Protection & Automation Guide, First Edition
- GE Multilin SR469.2004. Motor management relay.
- GE Multilin.2013.Event record data GE Multilin SR469, Juli.
- Buletin Freeport.2013. PT Freeport Indonesia, www.ptfi.co.id.