

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN AKHIR PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK SISTEM PROTEKSI MOTOR LISTRIK

Disusun Oleh :

Nama : Tonggo Sijabat
NPM : 17.812.0059
Program Studi : Teknik Elektro

Dosen Pembimbing Kerja Praktek



(Dr. Ir. Dina Maizana, M. T)

NIDN. 01-1209-6601

NILAI :

A

Nilai Akhir: B+

Pembimbing Lapangan



(Andi Kusdiyana, ST)



Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Syarifah Muthia Putri, S.T. M.T)

NIDN. 01-0408-9002

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa melimpahkan kasih dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Kerja Praktek (KP) serta dapat menyelesaikan laporannya dengan lancar dan tanpa adanya halangan yang berarti.

Laporan kerja praktek ini disusun berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada saat di lapangan yakni di PT. SGSR PMKS Sirandorong, yang beralamat di Desa Masnauli, kec. Sirandorong Kab. Tapanuli Tengah Sumatera Utara dimulai tanggal 28 September s/d 27 Oktober 2020.

Kerja praktek ini merupakan syarat wajib yang harus dipenuhi dalam Program Studi Teknik Elektro, selain untuk memenuhi persyaratan program studi yang penulis tempuh, kerja praktik ini juga banyak memberikan manfaat kepada penulis baik dari segi akademis maupun untuk pelajaran yang tidak didapatkan penulis pada saat berada di bangku kuliah.

Pada kesempatan kali ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan laporan kerja praktik ini, terutama kepada :

1. Orang tua yang telah memberi dukungan moril/spiritual kepada penulis.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
4. Ibu Dr. Dina Maizana, MT, selaku dosen pembimbing kerja praktek jurusan Teknik

5. Bapak Ilham Abdillah, S. Si, selaku Maneger di PT. SGSR PMKS Sirandorung.
6. Bapak Andi Kusdiyana ST, selaku Asisten Kepala di PT. SGSR PMKS Sirandorung sekaligus pembimbing lapangan.
7. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
8. Teman-teman kelompok kerja praktek yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan kerja praktek di PT. SGSR PMKS Sirandorung.

Penulis tidaklah sempurna, apabila nantinya terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan kerja praktik ini penulis mengharapkan kritik dan sarannya.

Akhir kata semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan banyak manfaat untuk kita semua.

Medan, September 2020



Tonggo Sijabat

Dalam penggunaan motor listrik sebagai penggerak mesin pada suatu industri ataupun rumahan diperlukan suatu sistem proteksi / pengaman yang harus dipasang pada motor tersebut untuk mengurangi kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat gangguan yang mungkin terjadi. Mesin-mesin yang banyak digunakan pada zaman sekarang ini sangat berkembang pesat beredar dipasaran dan di berbagai perusahaan industri baik perusahaan kecil maupun besar yang memiliki sistem proteksi yang baik agar motor listrik yang ada pada mesin tersebut berfungsi dengan baik. Sasaran utama bahwa pentingnya suatu sistem proteksi pada motor listrik agar mesin dapat digunakan dalam waktu yang lebih lama dan terjamin keamanannya, serta efisiensi biaya. Pengaman motor listrik pada pengontrolan motor listrik terdiri atas 3 macam, yaitu pengaman beban lebih, pengaman hubungan singkat serta pengaman hubungan singkat dan beban lebih. Jadi pengaman motor listrik tersebut yang berfungsi sebagai pengontrol, haruslah dimaksimalkan dan diperhatikan dengan baik untuk menunjang hasil yang diinginkan.

Kata Kunci : Sistem Proteksi, Motor Listrik

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Kerja Praktek	1
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Metodologi	2
1.5. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek	2
BAB II	3
STUDI KASUS	3
2.1. Pengertian Motor Listrik	3
2.2. Prinsip dan Mekanisme Kerja Motor Listrik	3
2.3. Komponen umum pada motor listrik	4
2.3.1. Frame/Housing	4
2.3.2. Rotor	4
2.3.3. Stator	5
2.3.4. Bearing	5
2.4. Motor Induksi tiga fasa	5
2.5. Menentukan ukuran kapasitas pada sistem proteksi pada motor 30 KW	7
BAB III	9
PENGUMPULAN DATA	9
3.1. Gangguan Pada Motor Listrik 3 Fasa	9
3.2. Proteksi Terhadap Gangguan Motor Listrik	9
3.2.1. Proteksi Stator (Stator Protection)	9
3.2.2. Proteksi Rotor (Rotor Protection)	10
3.2.3. Proteksi Beban Lebih (Over Load Protection)	11
3.2.4. Proteksi Ketidak Seimbangan dan Memfasa Tunggal	12
3.2.5. Proteksi Tegangan Kurang (Under Voltage Relay)	13
3.2.6. Proteksi Fasa Terbalik (Reverse Fasa Protection)	13
BAB IV	14

ANALISIS SISTEM PROTEKSI MOTOR LISTRIK	14
DI PT. SGSR PMKS SIRANDORUNG	14
4.1. Tujuan Proteksi Motor Listrik	14
4.2. Fungsi Proteksi Motor Listrik	14
4.3. Komponen Sistem Proteksi Motor listrik di PT. SGSR PMKS Sirandorung	15
4.3.1. Miniature Circuit Breaker (MCB)	15
4.3.2. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)	16
4.3.3. Kontraktor Listrik	16
4.3.4. Over Current Relay (OCR)	17
4.3.5. Time Delay Relay (TDR)	19
4.3.6. Thermal Overload Relay (TOR)	20
4.3.7. Grounding (Sistem Pembumian)	23
4.4. Penyebab Terjadinya Gangguan Kegagalan Proteksi	24
KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1. KESIMPULAN	25
5.2. SARAN	25
DAFTAR PUSTAKA	26
Lampiran :	27
Data Perusahaan :	30

Gambar 2. 1 Motor Listrik.....	3
Gambar 2. 2 Spesifikasi Motor 3 Fasa Di PT SGSR Sirandorung	6
Gambar 4. 1 MCB 1 Fasa, 2 Fasa Dan 3 Fasa.....	15
Gambar 4. 2 Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)	16
Gambar 4. 3 Kontraktor.....	17
Gambar 4. 4 Timer	19
Gambar 4. 5 Thermal Overload Relay (TOR).....	21
Gambar 4. 6 Prinsip Kerja Bimetal pada TOR.....	22
Gambar 4. 7 Diagram Kontak-Kontak pada TOR.....	22
Gambar 4. 8 Diagram Pemasangan TOR pada Magnetic Contactor	22
Gambar 4. 9 Panel Grounding	23



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Motor 3 Fasa Di PT. SGSR PMKS Sirandorung	6
--	---

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem proteksi motor listrik dipasang untuk melindungi motor listrik yang sedang bekerja dari kerusakan akibat beban lebih (overload), arus lebih (over current), akibat adanya hubungan singkat dan kadang kadang adanya tegangan hilang maka di perlukan pengaman motor yang memadai. Sistem proteksi merupakan suatu sistem pengaman terhadap peralatan listrik, pengamanan peralatan akan aktif jika adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi dan penyebab lainnya.

Pada setiap sistem proteksi di industri harus mampu bekerja sesuai dengan tujuan dan kemampuan serta fungsinya, yang akan ditentukan terhadap jenis gangguan yang sedan terjadi, jika terjadi sebuah gangguan dan proteksi tidak mampu bekerja, akan mengakibatkan kerugian yang besar. Kerugian tersebut mencakup dari segi kerusakan yang lebih luas terhadap peralatan instalasi sendiri maupun tidak lancarnya penyaluran tenaga listrik. Untuk menyempurnakan koordinasi proteksi diperlukan pengaturan proteksi, dengan memperhitungkan dan meninjau bahaya busur api (arc flash). Arc flash merupakan ledakan panas, gas panas, dan logam cair yang diakibatkan oleh short circuit (hubung singkat) pada peralatan yang terhubung atau memiliki sumber tegangan studi short circuit sehingga diperlukan proteksi yang baik untuk mengatasi terjadinya peristiwa Arc flash.

1.2. Tujuan Kerja Praktek

Yang menjadi tujuan dalam penulisan laporan kerja praktek ini adalah untuk lebih mengerti tentang Sistem Proteksi pada Motor listrik, secara mendalam. Tujuan yang akan dicapai dalam pembahasan ini adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai sarana mahasiswa berlatih dan menerapkan teori yang telah mereka peroleh dari bangku perkuliahan.
- b. Melatih mahasiswa untuk disiplin dan bertanggung jawab atas tugasnya.
- c. Sebagai media pembelajaran mahasiswa.
- d. Mengembangkan wawasan dan pengalaman mahasiswa dalam melakukan pekerjaan sesuai dengan keahlian yang dimiliki.

- e. Agar mahasiswa memperoleh keterampilan dan pengalaman kerja praktis sehingga secara langsung dapat memecahkan permasalahan dalam bidang kelistrikan.
- f. Meningkatkan hubungan kerja sama yang baik antara perguruan tinggi, perusahaan, pemerintah, dan instansi yang terkait.

1.3. Ruang Lingkup

Batas Masalah (Ruang Lingkup) terkait dalam pelaksanaan Kerja Praktek (KP) ini, permasalahan tentang “Sistem Proteksi Motor Listrik” dalam pembahasan ini lebih terarah dan untuk menghindari terlalu luasnya masalah yang dibahas maka perlu dibatasi sesuai dengan kemampuan penulis, antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Pengertian Sistem Proteksi dan bagaimana fungsinya.
- b. Komponen komponen yang terdapat dalam Sistem Proteksi.

1.4. Metodologi

Metodologi yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut

- a. Data-data studi kepustakaan yang penulis dapatkan dari literatur dan sumber tertulis lainnya baik dari dalam perusahaan, laporan atau jurnal penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet yang terkait dengan topic penulisan laporan kerja praktek ini.
- b. Pengamatan dan wawancara langsung dengan petugas dan pembimbing lapangan di PT. SGSR PMKS Sirandorung.
- c. Mengamati dan mempelajari secara langsung prosedur sistem proteksi di PT. SGSR PMKS Sirandorung.

1.5. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktek adalah sebagai berikut:

- Waktu : 28 September 2020 s/d 27 Oktober 2020
- Hari dan Jam Kerja : Senin s/d Sabtu (07.45 – 17.00)
- Tempat : PT. SGSR PMKS Sirandorung

BAB II

STUDI KASUS

2.1. Pengertian Motor Listrik

Motor listrik adalah alat yang digunakan untuk mengubah suatu bentuk energi ke energi yang lain, misalnya mesin yang mengubah energi mekanis ke energi listrik disebut generator, dan sebaliknya energi listrik menjadi energi mekanis disebut motor. Masing-masing mesin mempunyai bagian yang diam dan bagian yang bergerak. Bagian yang bergerak dan diam terdiri dari inti besi, dipisahkan oleh celah udara dan membentuk rangkaian magnetik dimana fluksi dihasilkan oleh aliran arus melalui kumparan / belitan yang terletak di dalam kedua bagian tersebut.



Gambar 2. 1 Motor Listrik

2.2. Prinsip dan Mekanisme Kerja Motor Listrik

Masing-masing motor listrik mempunyai bagian yang diam dan bagian yang bergerak. Bagian yang bergerak dan diam terdiri dari inti besi yang dipisahkan oleh celah udara dan membentuk rangkaian magnetic dimana fluksi dihasilkan oleh aliran arus melalui kumparan atau belitan yang terletak didalam kedua bagian tersebut.

Bagian yang diam pada motor listrik disebut dengan stator, sedangkan bagian yang bergerak disebut dengan rotor. Stator yaitu suatu kumparan pada motor yang berfungsi sebagai penerima tegangan yang diberikan pada stator akan menghasilkan arus. Arus yang dihasilkan akan menimbulkan medan magnet yang berputar, medan magnet tersebut akan menginduksi pada rotor dan rotor berputar.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama yaitu :

1. Arus listrik dan magnet akan memberikan gaya

- b. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran atau loop, kedua sisi loop pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- c. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau torsi untuk memutar kumparan.

Pada umumnya mesin-mesin penggerak yang digunakan di Industri mempunyai daya keluaran lebih besar dari 1 HP dan menggunakan motor Induksi Tiga Fasa.

Adapun kelebihan dan kekurangan motor induksi bila dibandingkan dengan jenis motor lainnya adalah :

Kelebihan Motor Induksi :

- Mempunyai konstruksi yang sederhana.
- Relatif lebih murah harganya bila dibandingkan dengan jenis motor yang lainnya.
- Menghasilkan putaran yang konstan.
- Mudah perawatannya.
- Untuk pengasutan tidak memerlukan motor lain sebagai penggerak mula.
- Tidak membutuhkan sikat-sikat, sehingga rugi gesekan bisa dikurangi.

Kekurangan Motor Induksi :

- Putarannya sulit diatur.
- Arus asut yang cukup tinggi, berkisar antara 5 s/d 6 kali arus nominal motor.

2.3. Komponen umum pada motor listrik

Masing masing jenis motor mempunyai komponen yang berbeda, misalnya commutator pada motor DC sehingga pembahasan mengenai komponen motor listrik akan dibahas di halaman yang lain. Akan tetapi motor listrik juga mempunyai komponen yang umum.

Komponen umum pada motor listrik antara lain:

2.3.1. Frame/Housing

Frame merupakan casing/penutup pada motor listrik. Frame ini dibuat standart untuk memudahkan pemasangan pada komponen komponen motor lainnya. Baik dalam segi dimensinya maupun peletakannya.

2.3.2. Rotor

UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....Rotor merupakan komponen yang bergerak pada motor listrik. Rotor ini dapat berupa
.....
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

rangkaian shaft dan lilitan konduktor yang akan menghasilkan medan magnet sehingga dapat menimbulkan gaya yang dapat memutar shaft.

2.3.3. Stator

Stator merupakan komponen statis pada motor yang terdiri lilitan konduktor ataupun permanen magnet. Rangkaian stator biasanya mempunyai laminasi yang bertujuan untuk mengurangi losses pada motor listrik. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi motor listrik.

2.3.4. Bearing

Bearing merupakan komponen yang biasa digunakan pada mesin yang berputar. Bearing ini bertujuan untuk mengurangi gaya gesek akibat perputaran rotor. Jika rotor bergesekan dengan komponen lainnya, maka hal ini dapat menimbulkan panas pada motor sehingga komponen pada motor bisa saja terbakar/meleleh.

2.4. Motor Induksi tiga phasa

Motor listrik tiga phasa atau disebut motor induksi 3 phasa merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan secara luas baik dalam industri besar maupun kecil dibandingkan motor jenis lain. Hal ini dimungkinkan karena motor jenis ini memiliki keunggulan - keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomis.

Meskipun memiliki keunggulan, motor listrik juga mempunyai kekurangan, yaitu: pengaturan kecepatan sulit dilaksanakan, arus awal yang besar dan faktor daya yang rendah terutama pada saat memikul beban ringan. Motor listrik tiga phasa memiliki karakteristik arus awal yang besar namun hal ini dapat diatasi dengan beberapa metode pengaturan, salah satunya adalah dengan system pengasutan bintang (Y)- segitiga (Δ), dimana sistem ini sangat sederhana dan dapat diterapkan untuk semua jenis motor listrik tiga phasa. Selain itu, perkembangan teknologi industry saat ini menuntut system pengaturan yang murah, bisa dikendalikan dari jarak jauh (real time) dan mudah pengawasannya.

Rumus dalam menghitung daya dan arus adalah sebagai berikut:

Rumus daya Motor 3 Phase:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

$$I = P/V \times \sqrt{3} \times \cos \phi$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/22

Dimana :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Cos ϕ = Faktor Daya (Tidak lebih dari

$\sqrt{3}$ = Konstanta 3 Phasa atau nilai dengan desimal 1,73

Spesifikasi Motor 3 Phasa di PT. SGSR PMKS Sirandorung



Gambar 2. 2 Spesifikasi Motor 3 Phasa Di PT. SGSR PMKS Sirandorung

Tabel 2. 1 Spesifikasi Motor 3 Phasa Di PT. SGSR PMKS Sirandorung

Kapasitas	15 ton/ jam
Type	AP 15 & AP 10
No. Seri	CWS - 4235 – 43
Merk	Wang Yeun
Power	40 HP / 30 kw
Putaran	1475 rpm
Voltage	380 volt
Arus	56.3 Amp
Faktor Daya	0,9

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (Repository.uma.ac.id)28/12/22

Adapun jenis atau kapasitas motor listrik yang di gunakan pada pabrik Pengolahan Kelapa Sawit di PT. SGSR Sirandorung antara lain mulai dari Kapasitas 1,5 KW, 4 KW, 5,5 KW, 15 KW, 22 KW, 30 KW, 60 KW dan 75 KW. Setiap kapasitas motor listrik tersebut berbeda-beda pada setiap stasiun pengolahan, Hal ini dikarenakan sesuai dengan kebutuhan dan pemasangan untuk setiap kegunaan pengolahan kelapa sawit yang berbeda beda.

Maka untuk perhitungan arus yang digunakan pada motor listrik 3 phasa, misal kita ambil satu contoh pada motor listrik 3 phasa kapasitas 30 KW, dimana tegangan yang dikeluarkan pembangkit sebesar 380 volt dan $\text{Cos } \phi$ 0,9. Maka untuk menghitung arusnya adalah sesuai dengan rumus diatas:

Dimana $I = P/V \times \sqrt{3} \times \text{Cos } \phi$

Maka
$$\begin{aligned} I &= 30 \text{ KW} / 380 \text{ volt} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9 \\ &= 30.000 \text{ W} / 380 \text{ V} \cdot 1,73 \cdot 0,9 \\ &= 30.000 \text{ W} / 591,66 \\ &= 50,70 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Maka arus yang dipakai pada motor listrik 3 phasa dengan kapasitas 30 KW, arusnya adalah sebesar 50,70 Ampere.

2.5. Menentukan ukuran kapasitas pada sistem proteksi pada motor 30 KW

Dimana untuk meentukan ukuran kapasitas sistem proteksi hal yang paling penting kita ketahui sebelum menentukan ukuran berbagai komponen adalah menghitung I_n (Arus Nominal) dari sebuah motor tersebut. Maka untuk menghitung I_n (Arus Nominal) motor 3 phasa adalah :

$$I_n = p : (V \times \text{Cosphi} \times \sqrt{3})$$

Jika spesifikasi motor yang digunakan adalah 30 Kw, 380 Volt, Cosphi 0,9 maka arus nominalnya adalah :

$$\begin{aligned} I_n &= P : (V \times \text{Cosphi} \times \sqrt{3}) \\ &= 30.000 \text{ Watt} : (380 \text{ Volt} \times 0,9 \times 1,73) \\ &= 30.000 : 591,66 \end{aligned}$$

- Menentukan ukuran MCCB pada sebuah motor listrik 3 Phasa adalah

$$\text{Ukuran MCCB} = I_n \times 125\%$$

$$\begin{aligned}\text{Maka : Ukuran MCCB} &= I_n \times 125\% \\ &= 50,70 \text{ Ampere} \times 125\% \\ &= 63,37 \text{ Ampere}\end{aligned}$$

- Menentukan ukuran magnetic contactor pada sebuah motor listrik 3 Phasa dengan rangkaian Star Delta ada dua tahap yaitu :

Menentukan ukuran Macnetic Contractor untuk line (Rangkaian Star Delta) adalah $I_n : \sqrt{3}$

Menentukan ukuran Macnetic Contractor untuk Star (Rangkaian Star Delta) adalah $I_n : 3$

$$\begin{aligned}\text{Maka Ukuran Macnetic Contractor untuk Star} &= 50,70 \text{ Ampere} : 3 \\ &= 16,9 \text{ Ampere}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka Ukuran Macnetic Contractor untuk Delta} &= 50,70 \text{ Ampere} : 1,73 \\ &= 29,30 \text{ Ampere}\end{aligned}$$

- Menentukan ukuran Thermal Overload Relay pada motor listrik dengan rangkaian Star Delta kita terlebih dahulu menentukan settingan Overload Relay untuk rangkaian Star Delta yaitu :

$$\text{Settingan Thermal Overload Relay} = 1/2 \times I_n \times 80 \%$$

$$\begin{aligned}\text{Maka ukuran Settingan Thermal Overload Relay} &= 1/2 \times 50,70 \times 80 \% \\ &= 20,28 \text{ Ampere}\end{aligned}$$

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1. Gangguan Pada Motor Listrik 3 Fasa

Gangguan listrik adalah kejadian yang tidak diinginkan dan mengganggu kerja alat listrik. Akibat gangguan, peralatan listrik tidak berfungsi dan sangat merugikan. Bahkan gangguan yang luas dapat mengganggu keseluruhan kerja sistem produksi dan akan merugikan perusahaan sekaligus pelanggan. Jenis gangguan listrik terjadi karena berbagai penyebab, salah satunya kerusakan isolasi kabel.

Beberapa gangguan yang mungkin saja terjadi yaitu :

- Gangguan hubung singkat antar fasa L1-L2-L3.
- Gangguan hubung-singkat Pemutus Daya.
- Gangguan hubung singkat antar fasa setelah pemutus daya.
- Hubung singkat fasa dengan tanah.
- Kerusakan isolasi belitan stator motor, sebagai akibatnya terjadi tegangan sentuh jika badan alat dipegang orang.

Tipe-tipe gangguan elektrik dalam motor-motor adalah serupa dengan tipe-tipe gangguan elektrik dari generator-generator.

Oleh karena itu, motor-motor secara umum diproteksi dari gangguan-gangguan berikut :

1. Gangguan-gangguan stator.
2. Gangguan-gangguan rotor.
3. Beban lebih (Overload).
4. Tegangan-tegangan suplai yang tidak seimbang termasuk mem-fasa tunggal (single phasing).
5. Tegangan kurang (under voltage).
6. Starting fasa terbuka atau terbalik.

3.2. Proteksi Terhadap Gangguan Motor Listrik

3.2.1. Proteksi Stator (Stator Protection)

Hubung-singkat stator dapat terjadi baik salah satu fasa ke tanah maupun antara fasa ke fasa.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Proteksi dari gangguan-gangguan ini dilengkapi dengan bantuan perlengkapan pemutus tenaga.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

lebih tipe cawan (pot) garis (dash) atau termal yang memberikan suatu karakteristik waktu-arus terbalik dan biasanya menyediakan pengetripan sesaat pada arus yang tinggi. Rele-rele arus lebih sesaat diperlengkapi untuk motor-motor dengan rating yang lebih besar (biasanya lebih dari 50 HP).

Proteksi gangguan fase disediakan oleh dua elemen rele sesaat setelan tinggi (high set); setelan (setting) itu dipilih sedemikian sehingga tepat di atas arus starting maksimum. Proteksi gangguan tanah untuk motor yang beroperasi pada sistim netral ditanahkan disediakan oleh rele sesaat yang sederhana yang mempunyai setting kira-kira 30% dari arus beban penuh motor di dalam rangkaian sisa dari tiga CTs. Operasi rele dalam kaitan dengan kejenuhan CT selama arus starting yang tinggi pada permulaannya harus dihindarkan.

3.2.2. Proteksi Rotor (Rotor Protection)

Bentuk apapun dari ketidak-seimbangan salah satu di dalam suplai tegangan atau di dalam pola pembebanan akan menyebabkan arus-arus urutan negatif mengalir di dalam stator yang akan menginduksikan arus-arus frekuensi tinggi di dalam rotor. Frekuensi arus-arus ini di dalam rotor adalah $(2-S)$ kali frekuensi nominal dari suplai. Pemanasan rotor karena komponen urutan positif dari arus stator adalah sebanding dengan nilai tahanan dc sedangkan pengaruh pemanasan pada belitan rotor dari komponen urutan negatif adalah sebanding dengan $(2-S)f$ atau kira-kira 100 Hz. Pengaruh pemanasan dari arus urutan fasa negatif adalah lebih besar dari arus urutan fasa positif. Proteksi motor oleh karena itu harus mempertimbangkan hal ini jika itu adalah untuk memutuskan secara benar apakah beban motor itu dapat mewakili suatu tingkat yang diberikan dari ketidak-seimbangan tegangan tanpa pemanasan lebih. Tipe-tipe proteksi yang diperlengkapi tegangan-tegangan tidak seimbang akan dibahas sesudah itu. Pada mesin-mesin rotor belitan beberapa tingkat proteksi terhadap gangguan-gangguan di dalam belitan rotor dapat diperoleh oleh rele arus lebih sesaat yang mengukur arus stator.

Selain itu karena rotor langsung terhubung dengan beban, maka persoalan mekanik dapat menjadi penyebab timbulnya gangguan pada motor tersebut. Mislanya; kopel yang terlalu besar atau berubah-ubah maupun pengasutan atau pengereman yang terlalu sering.

3.2.3. Proteksi Beban Lebih (Over Load Protection)

Proteksi beban lebih dirancang sedemikian sehingga itu memenuhi sedekat mungkin kurva pemanasan mayoritas motor. Karakteristik proteksi sebaiknya berada tepat di bawah kurva pemanasan motor yang diproteksi. Proteksi itu sebaiknya lebih disukai mempunyai karakteristik yang dapat diatur sehingga itu mungkin dipakai pada desain-desain motor yang berbeda dan tugas-tugas yang berbeda. Proteksi itu mestinya tidak mengizinkan motor untuk distart kembali setelah pengetripan selagi temperatur belitan masih tinggi sebagaimana ini mungkin mempunyai konsekuensi-konsekuensi berbahaya. Agar menjadi usaha perlindungan yang efektif, suatu proteksi ideal perlu oleh karena itu bukan hanya memenuhi karakteristik pemanasan dari motor tetapi juga karakteristik pendinginannya. Itu harus pula dipastikan bahwa rele harus tidak beroperasi di bawah arus-arus starting yang besar sampai 6 kali arus beban penuh yang dapat bertahan selama beberapa detik, setengah menit atau bahkan lebih panjang di dalam kasus-kasus pengecualian. Ketika menghentikan motor tanpa sengaja, suatu arus yang sama dengan aliran-aliran arus starting dan mengakibatkan kerusakan serius jika itu berlaku untuk waktu yang lebih panjang dibandingkan waktu starting. Karenanya, semakin dekat karakteristik relai beban lebih memenuhi kurva arus starting semakin baik motor itu diproteksi dari kerusakan seperti itu.

Instalasi motor listrik umumnya dipasangkan pengaman khusus untuk mengamankan beban lebih yang mungkin terjadi. Walaupun arus hubung singkat dan arus beban lebih menyebabkan naiknya arus melebihi arus nominal motor, tetapi karakteristik ke dua arus tersebut sangat berbeda. Dengan demikian pengaman yang digunakan tentunya akan berbeda, dimana arus hubung singkat diproteksi dengan rele arus lebih (overcurrent rele) dan arus beban lebih diproteksi dengan thermal overload rele / TOR.

TOR dipasang secara seri dengan kontak utama kontaktor magnet. Pada gambar bimetal dialiri arus utama. Jika terjadi arus lebih, maka bimetal akan membengkok dan secara mekanis akan mendorong kontak bantu NC 95-96. Oleh karena dalam prakteknya kontak bantu NC 95-96 disambung seri pada rangkaian koil kontaktor magnet, maka jika NC lepas, koil kontaktor tidak ada arus, kontaktor magnet tidak aktif dan memutuskan kontak utama. Nilai pengaman arus lebih ini bisa diset dengan mengatur jarak pendorong kontak. Dalam prakteknya pada permukaan rele pengaman arus lebih terdapat bidang kecil yang berbentuk lingkaran, yang tengahnya bisa distart dengan obeng minus. Juga terdapat tombol tekan untuk mereset.

3.2.4. Proteksi Ketidak Seimbangan dan Memfasa Tunggal

Suplai tiga fasa yang tidak seimbang menyebabkan arus urutan negatif mengalir di dalam motor yang mungkin menyebabkan pemanasan lebih belitan mesin. Beban-beban tidak seimbang atau pembukaan satu fasa yang kebetulan dari suplai (memfasa tunggal) tergantung pada beban masih memelihara jalannya motor, meski kondisi seperti itu juga menyebabkan arus urutan negatif mengalir di dalam motor.

Sebagaimana ditunjukkan sebelumnya untuk motor-motor terhubung bintang (star), proteksi beban lebih dan memfasa tunggal yang lengkap dapat disediakan dengan pengepasan (fitting) dua elemen beban lebih. Karakteristik dari elemen-elemen beban lebih adalah sedemikian sehingga motor itu diizinkan berjalan dengan suplai pada hanya dua fasa hingga waktu sedemikian karena ada resiko kerusakan termal. Untuk motor-motor terhubung delta, pengaturan seperti itu memberikan proteksi yang memuaskan ketika motor itu sedang berjalan dengan lebih dari 70% dari beban penuh. Untuk mendeteksi kondisi memfasa tunggal suatu skema yang lebih baik menyediakan suatu rele keseimbangan fasa atau rele-rele bimetal. Kadang-kadang dengan proteksi termal motor-motor yang lebih penting dan besar dengan thermistor-thermistor disediakan. Ketika pemanasan yang berlebihan terjadi karena beban lebih atau memfasa tunggal, thermistor-thermistor yang menempel di dalam stator menyebabkan pengetripan sebagai hasil perubahan di dalam tahanan.

Thermistor-thermistor cukup kecil untuk ditempelkan di dalam dan dalam kontak langsung dengan motor dan belitan dan mereka mempunyai tanggapan termal yang baik. Penggunaannya sebagai sensor-sensor temperatur, oleh karena itu menghapuskan penundaan di dalam mentransfer panas ke elemen-elemen perasa yang sesungguhnya. Tiga termistor koefisien termal negatif (NTC) ditempatkan pada bintik-bintik panas (hot spots) di permukaan-permukaan dari ke tiga fasa belitan stator (satu pada masing-masing fasa) dan secara elektrik dihubungkan ke dalam rangkaian perasa temperatur. Sinyal dari rangkaian perasa temperatur dicatu ke suatu switching amplifier yang menyebabkan suatu rele beroperasi ketika sinyal-sinyal ini sama atau melebihi suatu tingkatan yang ditetapkan lebih dulu. Suatu kontak normal-tertutup (N/C) dari rele ini dihubungkan di dalam rangkaian kendali. Selama beban-beban normal sinyal dari sensor-sensor temperatur adalah di bawah nilai yang ditetapkan lebih dulu dan rele tidak bekerja. Kontak N/C-nya memelihara rangkaian kendali energized dan kontaktor tertutup. Ketika

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/22

keluaran di dalam amplifier dan rele beroperasi untuk membuka kontaknya. Rangkaian kendali menjadi deenergized dan kontaktor membuka untuk memutuskan motor dari suplai.

3.2.5. Proteksi Tegangan Kurang (Under Voltage Relay)

Pengoperasian motor pada tegangan kurang secara umum akan menyebabkan arus lebih dan dengan demikian dapat diproteksi oleh peralatan beban lebih atau peralatan peka temperatur. Bagaimanapun, suatu relay tegangan kurang elemen tunggal yang terpisah yang diberi tenaga (energized) dengan fasa-tanah atau tegangan fasa-fasa dapat disediakan untuk memproteksi terhadap jatuh tegangan tiga fasa atau suatu percobaan men-start dengan tegangan rendah pada semua fasa. Suatu penundaan waktu biasanya disatukan untuk mencegah pengetripaan oleh jatuh tegangan transien.

3.2.6. Proteksi Fasa Terbalik (Reverse Phasa Protection)

Arah perputaran motor berubah jika urutan fasa diubah. Dalam beberapa aplikasi motor tipe proteksi ini boleh menjadi suatu fitur penting dari proteksi motor. Suatu cakram induksi, relay tegangan fasa banyak digunakan untuk memproteksi motor-motor dari starting dengan satu fasa membuka atau dengan urutan fasa yang terbalik. Hubungan-hubungan relay seperti itu ditunjukkan adalah sebanding dengan produk sinus dari kedua tegangan line-to-line. Relay itu tidak akan menutup kontak-kontaknya dan karenanya motor itu tidak akan start kecuali jika semua ke-tiga fasa ada dan di dalam urutan yang benar.

BAB IV

ANALISIS SISTEM PROTEKSI MOTOR LISTRIK DI PT. SGSR PMKS SIRANDORUNG

4.1. Tujuan Proteksi Motor Listrik

Tujuan Proteksi yang digunakan pada sistem tenaga listrik adalah :

- a. Menghindari atau mengurangi kerusakan akibat gangguan pada alat yang terganggu
- b. Memutuskan atau memisahkan daerah yang terganggu secepat mungkin sehingga sistem lainnya dapat beroperasi secara normal.
- c. Memberikan pelayanan keandalan dan mutu listrik yang terbaik kepada konsumen.

4.2. Fungsi Proteksi Motor Listrik

Adapun fungsi dari proteksi pada sistem proteksi listrik adalah sebagai berikut :

- a. Merasakan, mengukur dan menentukan bagian sistem yang terganggu serta memisahkan secepatnya sehingga sistem lain yang tidak terganggu dapat beroperasi secara normal.
- b. Mengurangi kerusakan yang lebih parah dari peralatan yang terganggu.
- c. Mengurangi pengaruh gangguan terhadap bagian sistem lain yang tidak terganggu di dalam sistem tersebut serta mencegah meluasnya gangguan.
- d. Mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal lainnya yang dapat membahayakan peralatan atau sistem.
- e. Melepaskan (memisahkan bagian sistem yang terganggu atau yang mengalami keadaan abnormal lainnya secepat mungkin sehingga kerusakan instalasi yang terganggu atau yang dilalui arus gangguan dapat dihindari atau dibatas seminimum mungkin dan bagian sistem lainnya tetap dapat beroperasi.
- f. Memberikan pengamanan cadangan bagi instalasi lainnya.
- g. Mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

4.3.1. Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB merupakan salah satu jenis pengaman listrik untuk melindungi atau mengamankan atau mencegah sistem instalasi listrik dari beban arus yang melebihi kemampuannya. Arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menimbulkan bahaya listrik seperti bahaya kebakaran akibat dari korsleting.



Gambar 4. 1 MCB 1 Fasa, 2 Fasa Dan 3 Fasa

MCB yang dibuat hanya mempunyai satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedang untuk pengaman 3 fasa yang memiliki 3 kutub dengan fasa disatukan sehingga jika terjadi gangguan pada salah satu maka kutub yang lain ikut terputus. MCB 1 fasa biasanya digunakan untuk pengaman instalasi rumah yang sederhana, sedangkan MCB 3 fasa biasa digunakan untuk perusahaan perusahaan di bidang industri

Prinsip kerja MCB :

Prinsip dasar kerja MCB adalah untuk memutuskan hubungan rangkaian apabila terjadi konsleting listrik atau beban lebih.

MCB mempunyai sifart seperti berikut ini :

- Arus beban dapat diputuskan bila panas yang ditimbulkan melebihi dari panas yang di izinkan.
- Arus hubung singkat dapat diputuskan tanpa adanya perlambatan.
- Setelah dilakukan perbaikan , maka MCB dapat digunakan kembali.

Keuntungan MCB :

- Dapat memutuskan rangkaian 3 fasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu fasanya.

- Mempunyai respon yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.
- Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih.

4.3.2. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)

MCCB atau Moulded Case Circuit Breaker adalah sebuah perangkat yang bekerja dengan memutuskan arus listrik pada beberapa peralatan listrik seperti lampu, motor, dan sebagainya jika terjadi hubung singkat (short circuit) atau beban lebih (overload). Perangkat MCCB dilengkapi dengan fitur temperature sensor dan arus sensor sehingga perangkat ini mampu bekerja secara otomatis berdasarkan kondisi arus dan temperature.



Gambar 4. 2 Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)

Pada umumnya MCCB memiliki fungsi lebih besar dari MCB karena spesifikasinya yang lebih besar dan menggunakan 3 phase. Oleh karena itu perangkat ini hanya digunakan sebagai proteksi untuk motor listrik pada dunia industri.

Fungsi MCCB

Fungsi utama MCCB adalah sebagai alat proteksi pada sebuah peralatan listrik terhadap short circuit (korslet) atau kelebihan arus listrik (overload) sehingga terhindar dari kerusakan dan terbakar.

4.3.3. Kontraktor Listrik

Fungsi kontraktor listrik adalah untuk memutuskan dan menyambungkan arus listrik secara elektrik. Dan menggerakkan sebuah motor tiga fasa yang ada di dalam sebuah pabrik atau

industri yang memiliki tegangan ampere sangat tinggi. Dengan menggunakan kontaktor, maka motor bisa berputar atau berjalan sesuai dengan kontrol yang di berikan. Kontrol tersebut biasanya lebih di kenal dengan nama DOL (Direct On Line). Kontaktor juga merupakan perangkat elektronik yang saat ini paling banyak di gunakan pada insudtri.



Gambar 4. 3 Kontraktor

Prinsip kerja dari sebuah kontaktor adalah memiliki arus dan tegangan sebear 220 VAC atau DC yang sesuai dengan karakter dari coil yang akan di hubungkan. Agar arus bisa mengalir sempurna, maka harus ada coil di dalam kontaktor tersebut, coil hanya akan bekerja apabila terdapat arus yang masuk dan memuat magnet menarik kontak. Kontaktor akan berubah dari normally close ke normally open apabila ada arus yang melewati medan magnet.

Semakin besar jenis kontaktor, maka semakin keras juga bunyi yang akan di dihasilkan. Jadi kamu nggak perlu kaget jika mendengar bunyi tak-tek di sebuah pabrik industri karena hal tersebut sudah biasa. Untuk mengembalikan kepada kondisi semula, maka coil yang bisa menarik tadi harus di lepas dan menjadikan kontaktor kembali ke posisi awal. Hal tersebut tentunya juga bisa di lakukan dengan mengguankan kontrolling program.

4.3.4. Over Current Relay (OCR)

OCR atau relay arus lebih adalah suatu relai yang bekerjanya berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman tertentu dalam jangka waktu tertentu, sehingga relai ini dapat dipakai sebagai pola pengaman arus lebih.

Over Current Relay (OCR) ini berfungsi untuk memproteksi peralatan listrik terhadap

UNIVERSITAS MEDAN AREA

arus lebih yang disebabkan oleh gangguan arus hubung singkat. Selain itu Over Current Relay (OCR) juga berfungsi untuk mengamankan transformator dari arus yang melebihi dari arus yang dibolehkan lewat dari transformator tersebut.

Prinsip kerja Over Current Relay (OCR) yang bekerjanya berdasarkan besaran arus lebih akibat adanya gangguan hubung singkat dan memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya sehingga kerusakan alat akibat gangguan dapat dihindari.

Over Current Relay (OCR) dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah :

1. Over Current Relay (OCR) Inverse

Adalah Over Current Relay (OCR) yang waktunya kerjanya tergantung dari arus gangguan. Relai ini akan memberikan perintah kepada PMT (pemutus tenaga) pada saat terjadi gangguan bila besar gangguannya melampaui arus penyetelannya dan jangka waktu relai ini mulai pick up sampai kerja waktunya diperpanjang berbanding terbalik dengan besarnya arus.

Sifat atau karakteristik dari relai inverse adalah relai baru akan bekerja bila yang mengalir pada relai tersebut melebihi besarnya arus setting (I_s) yang telah ditentukan. Dan lamanya waktu relai bekerja untuk memberikan komando tripping adalah paling lambat sesuai dengan waktu setting (T_s) yang dipilih. Pada relai ini waktu bekerjanya (T_{trip}) tidak sama dengan waktu setting (T_s). Karena sangat tergantung dengan besarnya arus yang mengerjakan relai tersebut, sehingga makin besar arus yang mengerjakan relai tersebut maka makin cepat waktu kerja (T_{trip}) dari relai tersebut.

2. Over Current Relay (OCR) Definite

Adalah Over Current Relay (OCR) yang waktu kerjanya tidak tergantung dari arus gangguan. Relai ini memberikan perintah kepada PMT (Pemutus Tenaga) pada saat terjadi gangguan bila besar gangguannya melampaui arus penyetelannya, dan jangka waktu relai ini mulai pick up sampai kerja diperpanjang dengan waktu tidak tergantung besarnya arus.

Sifat atau karakteristik dari relai definite adalah relai baru akan bekerja bila yang mengalir pada relai tersebut melebihi besarnya arus setting (I_s) yang telah ditentukan. Dan lamanya selang waktu relai bekerja untuk memberikan komando tripping adalah sesuai dengan waktu setting (T_s) yang diinginkan. Pada relai ini waktu bekerjanya ($T_{tripping} =$

Ts) tetap konstan, tidak dipengaruhi oleh besarnya arus yang mengerjakan relai tersebut.

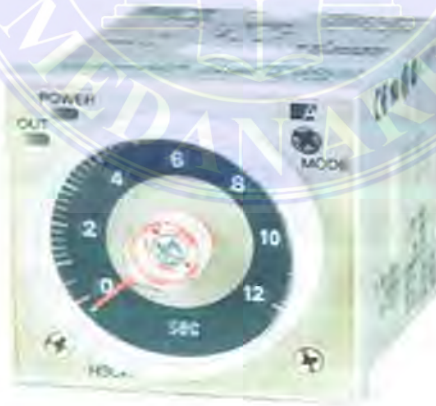
3. Over Current Relay (OCR) Instantaneous

Adalah Over Current Relay (OCR) yang bekerja tanpa waktu tunda. Relai ini akan memberikan perintah kepada PMT (Pemutus Tenaga) pada saat terjadi gangguan bila besar arus gangguannya melampaui arus penyetelannya, dan jangka waktu kerja mulai pick up sampai kerja sangat singkat tanpa penundaan waktu (20 – 60 m/det).

Karena relai ini tanpa perlambatan, maka koordinasi untuk mendapatkan selektifitas didasarkan tingkat beda arus. Adapun jangkauan relai ini karena bekerjanya seketika atau tanpa perlambatan waktu, supaya selektif maka tidak boleh menjangkau pada keadaan arus gangguan maksimum.

4.3.5. Time Delay Relay (TDR)

TDR (Time Delay Relay) sering disebut juga relay timer atau relay penunda batas waktu banyak digunakan dalam instalasi motor terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Peralatan kontrol ini dapat dikombinasikan dengan peralatan kontrol lain, contohnya dengan MC (Magnetic Contactor), Thermal Over Load Relay, dan lain-lain.



Gambar 4. 4 Timer

Fungsi dari peralatan kontrol ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor atau untuk merubah sistem bintang ke segitiga dalam delay waktu tertentu. Timer dapat dibedakan dari cara kerjanya yaitu timer yang bekerja menggunakan induksi motor dan

Untuk rangkaian pada motor Star Delta membutuhkan satu buah timer dengan pengaturan waktu antara 4-5 detik dan pada PT SGSR Sirandorong rata tara diatur dengan waktu 4 detik., timer yang bekerja dengan prinsip induksi motor akan bekerja bila motor mendapat tegangan AC sehingga memutar gigi mekanis dan menarik serta menutup kontak secara mekanis dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan relay yang menggunakan prinsip elektronik, terdiri dari rangkaian R dan C yang dihubungkan seri atau paralel. Bila tegangan sinyal telah mengisi penuh kapasitor, maka relay akan terhubung. Lamanya waktu tunda diatur berdasarkan besarnya pengisian kapasitor.

Bagian input timer biasanya dinyatakan sebagai kumparan (Coil) dan bagian outputnya sebagai kontak NO atau NC. Kumparan pada timer akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis timer akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO.

Pada umumnya timer memiliki 8 buah kaki yang 2 diantaranya merupakan kaki coil sebagai contoh pada gambar di atas adalah TDR type H3BA dengan 8 kaki yaitu kaki 2 dan 7 adalah kaki coil, sedangkan kaki yang lain akan berpasangan NO dan NC, kaki 1 akan NC dengan kaki 4 dan NO dengan kaki 3. Sedangkan kaki 8 akan NC dengan kaki 5 dan NO dengan kaki 6. Kaki kaki tersebut akan berbeda tergantung dari jenis relay timernya.

4.3.6. Thermal Overload Relay (TOR)

Alat ini berfungsi mengamankan motor dari kerusakan akibat adanya beban lebih (overload). Proteksi ini akan bekerja membatasi arus pada motor listrik saat beroperasi. Thermal Overload Relay (TOR) adalah pengaman beban lebih atau overload yang digunakan pada instalasi beban motor listrik. Jika arus yang melauai penghantar yang menuju motor listrik melebihi kapasitas atau seting TOR, maka TOR drop atau terputus sehingga rangkain yang menuju motor listrik terputus.



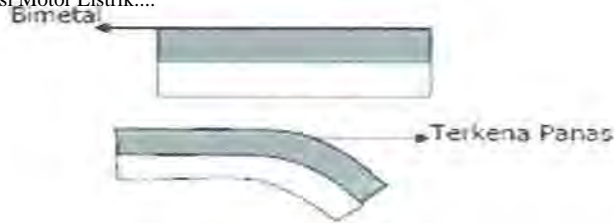
Gambar 4. 5 Thermal Overload Relay (TOR)

TOR dihubungkan dengan kontaktor pada kontak utama (untuk seri magnet kontaktor tertentu). Rotasi kontak utamanya adalah 2,4,6 sebelum beban atau motor listrik.

Beberapa penyebab terjadinya beban lebih :

1. Beban mekanik pada motor listrik terlalu besar
2. Arus start terlalu besar dan terlalu lama putaran nominal tercapai atau motor listrik berhenti secara mendadak
3. Terjadi hubungan singkat pada motor listrik antara fasa dengan fasa, atau antara fasa dengan body
4. Motor listrik bekerja hanya dengan dua fasa atau terbukanya salah satu fasa dari motor listrik tiga fasa.

Prinsip kerja termal beban berdasarkan panas atau temperature yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen pemanas bimetal. Jika panas berlebihan maka salah satu logam bimetal melengkung dan menggerakkan kontak mekanis pemutus rangkaian listrik (untuk bimetal seri tertentu) notasinya 95,96

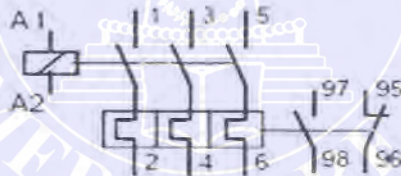


Gambar 4. 6 Prinsip Kerja Bimetal pada TOR

Jika terjadi beban lebih maka arus menjadi besar dan menyebabkan penghantar panas.panas pada penghantar melewati bimetal sehingga bimetal melengkung dan selanjutnya aliran listrik yang menuju motor listrik terputus dan motor listrik belitannya tidak sampai terbatas



Gambar 4. 7 Diagram Kontak-Kontak pada TOR

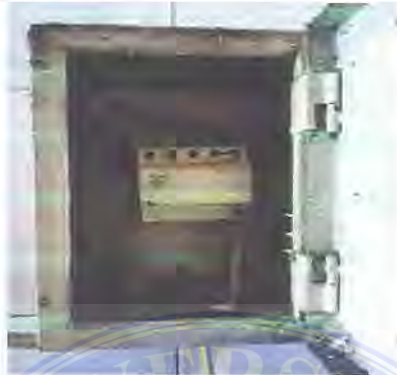


Gambar 4. 8 Diagram Pemasangan TOR pada Magnetic Contactor

Cara kerja Overload pada suatu rangkaian motor listrik.Apabila terjadi beban lebih pada motor maka TOR atau Overload,akan menarik kontak-kontaknya secara otomatis yang tadinya 97,92 NO akan terhubung ke 95,96 NC dan sebaliknya.Jika,pada rangkain motor dipasang pada kondisi 95,96 dan terjadi beban lebih maka 95,96 kembali keposisi awal.Semua pengontrol mati dan kontaktor-kontaktor tidak hidup dan motornya juga mati,dan jika dilengkapi dengan aplikasi seperti bell,atau lampu pada TOR pada kontak 97,98 maka bell dan lampu akan hidup ketika terjadi beban lebih.

4.3.7. Grounding (Sistem Pembumian)

Selain alat pengaman diatas pada motor listrik juga harus dipasang pembumian, hal ini penting untuk menjaga keselamatan jiwa manusia dan peralatan listrik terhadap bahaya sentuh jika terjadi arus bocor pada motor tersebut.



Gambar 4. 9 Panel Grounding

Grounding atau Pentanahan adalah sistem pentanahan yang terpasang pada suatu instalasi listrik yang bekerja untuk meniadakan beda potensial dengan mengalirkan arus sisa dari kebocoran tegangan atau arus dari sambaran petir ke bumi. Cara pemasangan grounding ini dapat menggunakan sebuah elektroda khusus untuk pembumian yang ditanam di bawah tanah.

Akibat ikatan baut pentanahan tidak sempurna mengakibatkan resistansi pentanahan tambah besar, apabila badan motor tersentuh tegangan seperti tersebut di atas dan badan motor itu disentuh manusia, maka tegangan pentanahan yang tidak baik akan mengalirkan arus melalui tubuh manusia yang besarnya dapat berakibatkan fatal. Oleh sebab itu, periksa kabel pentanahan motor, terutama kekencangan ikatan sambungan kabel pentanahan yang baik besarnya tahanan maksimum adalah $0,8 \Omega$.

Fungsi Grounding :

- Untuk keselamatan, grounding berfungsi sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi kebocoran isolasi atau percikan api pada konsleting, misalnya kabel grounding yang terpasang pada badan/sasis alat elektronik seperti setrika listrik akan mencegah kita tersengat listrik saat rangkaian di dalam setrika bocor dan menempel ke badan setrika.
- Dalam instalasi penangkal petir, system grounding berfungsi sebagai penghantar arus listrik yang besar langsung ke bumi. Meski sifatnya sama, namun pemasangan kabel

grounding untuk instalasi rumah dan grounding untuk pemangkal petir pemasangannya harus terpisah.

- Sebagai proteksi peralatan elektronik atau instrumentasi sehingga dapat mencegah kerusakan akibat adanya bocor tegangan.

4.4. Penyebab Terjadinya Gangguan Kegagalan Proteksi

Jika proteksi bekerja sebagaimana mestinya, maka kerusakan yang parah akibat gangguan mestinya dapat dihindari / dicegah sama sekali, atau kalau gangguan itu disebabkan karena sudah adanya kerusakan (insulation break down di dalam peralatan) maka kerusakan itu dapat dibatasi sekecilnya.

Proteksi yang benar harus dapat bekerja cukup cepat, selektif dan andal sehingga kerusakan peralatan yang mungkin timbul akibat busur gangguan atau pada bagian sistem/peralatan yang dilalui arus gangguan dapat dihindari dan kestabilan sistem dapat terjaga. Sebaliknya jika proteksi gagal bekerja atau terlalu lambat bekerja, maka arus gangguan ini berlangsung lebih lama, sehingga panas yang ditimbulkannya dapat mengakibatkan kebakaran yang hebat, kerusakan yang parah pada peralatan instalasi dan ketidak stabilan sistem.

Kegagalan atau kelambatan kerja proteksi dapat disebabkan antara lain oleh :

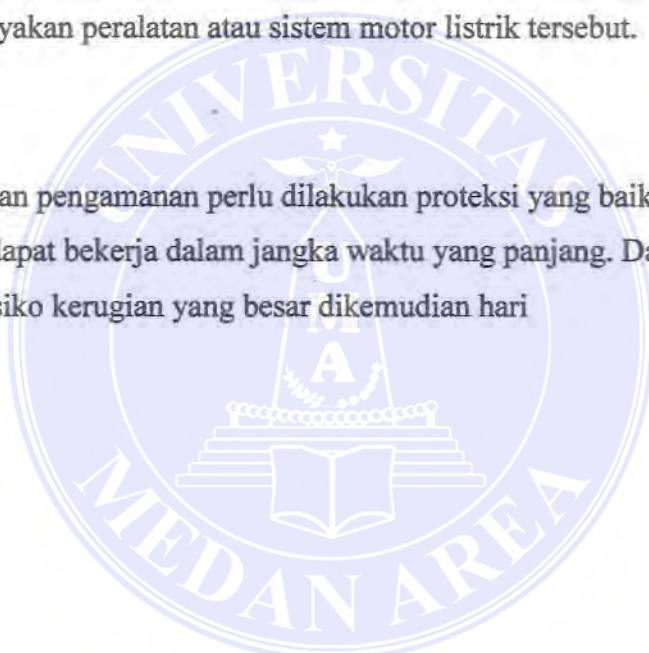
- Relainya telah rusak atau tidak konsisten bekerjanya.
- Setelan (seting) Relainya tidak benar(kurang sensitif atau kurang cepat).
- Baterainya lemah atau kegagalan sistem DC suply sehingga tidak mampu mengetriapkan PMT-nya.
- Hubungan kotak kurang baik pada sirkit tripping atau terputus.
- Kemacetan mekanisme tripping pada PMT-nya karena kotor, karat, patah atau meleset.
- Kegagalan PMT dalam memutuskan arus gangguan yang bisa disebabkan oleh arus gangguannya terlalu besar melampaui kemampuan pemutusan (interrupting capability), atau kemampuan pemutusannya telah menurun, atau karena ada kerusakan.
- Kekurang sempurnaan rangkaian sistem proteksi antara lain adanya hubungan kontak yang kurang baik.
- Kegagalan saluran komunikasi tele proteksi.
- Trafo arus terlalu jenuh.

KESIMPULAN DAN SARAN**5.1. KESIMPULAN**

- Sistem proteksi motor listrik merupakan sistem pengamanan pada peralatan – peralatan yang terpasang pada sistem proteksi listrik, seperti MCB, Kontaktor, Relay, Overload terhadap kondisi ab-normal pada operasi sistem tenaga listrik tersebut. Kondisi ab-normal itu dapat berupa hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih, frekuensi sistem rendah, dan lain-lain.
- Dimana proteksi ini bertujuan untuk menghindari kerusakan akibat gangguan yang terjadi dengan memutus dan mendeteksi adanya gangguan atau keadaan ab-normal lainnya yang dapat membahayakan peralatan atau sistem motor listrik tersebut.

5.2. SARAN

- Dalam melakukan pengamanan perlu dilakukan proteksi yang baik dan benar agar motor listrik tersebut dapat bekerja dalam jangka waktu yang panjang. Dan dengan hal ini dapat mengurangi resiko kerugian yang besar dikemudian hari



DAFTAR PUSTAKA

- 1) Electrical Motor Protection, *PT. Patriatek Bhineka Pratama Industrial Training and Plant Maintenance Service.*
- 2) `<iframe src="https://dokumen.tips/embed/v1/sistem-proteksi-motor-listrik-5652cf64c7793.html" frameborder="0" marginwidth="0" marginheight="0" scrolling="no" style="border:1px solid #CCC; margin-bottom:5px;max-width:100%; overflow: hidden; width: 599px; height: 487px;" allowfullscreen></iframe>`
- 3) Sinaga, J., Jumari, J., & Sitompul, M. (2020). STUDI SISTEM PROTEKSI MOTOR LISTRIK PADA SISTEM PENDINGIN PT. LOTTE SHOPPING INDONESIA MEDAN. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 9(1), 20-30.
- 4) <http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1042-desain>
- 5) Mochtar Wijaya, S.T. “*Dasar-Dasar Mesin Listrik*”, Penerbit Djambatan, 2001.
- 6) PT. SGSR PMKS Sirandorung, Profil Perusahaan