

Modul Praktik Sistem Pengaman Tenaga Listrik [402404P]

Kurikulum 2022



2022



Program Studi D-3 Teknik Listrik dan Instalasi

Politeknik Industri Logam Morowali

Jalan Poros Trans Sulawesi
Desa Labota, Kecamatan Bahodopi
Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah

	MODUL PRAKTIK SISTEM PENGAMAN TENAGA LISTRIK	Kurikulum: 2022
		Kode:
		Revisi:
		Jumlah Halaman:

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK LISTRIK DAN INSTALASI
POLITEKNIK INDUSTRI LOGAM MOROWALI

Proses	Penanggung jawab			Tanggal
	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	
Penyusunan	Fachrur Razy Rahman,S.T.,M.T.	Dosen		
Pemeriksaan	Abdul Haris Mubarak,S.T.,M.T	Dosen Sebidang		
	Abdul Haris Mubarak,S.T.,M.T	Ketua Prodi		
Penetapan	Agus Salim Opu,S.T.,M.M.	Direktur		

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, tidak henti puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan modul praktikum ini. Tak lupa, shalawat serta salam penyusun haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita semua dari zaman yang gelap ke zaman yang terang benderang dan kaya akan ilmu pengetahuan.

Modul ini disusun berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan sebelumnya oleh dosen pengampu dengan beberapa penyesuaian dari buku referensi untuk praktisi lapangan. Metode penyusunan modul ini dilakukan dengan target agar konsep *Student Center Learning* (SCL) dalam praktikum ini dapat terpenuhi. Diharapkan dengan adanya modul ini, cakrawala berpikir hingga peningkatan kompetensi mahasiswa Politeknik Industri Logam Morowali, khususnya program studi Teknik Listrik dan Instalasi dapat lebih baik khususnya dalam memahami aplikasi dari Sistem Pengaman Tenaga Listrik.

Penyusun menyadari, bahwa modul ini masih sangat jauh dari kata sempurna, sehingga penyusun sangat mengharapkan saran serta kritik agar modul ini bisa menjadi lebih baik lagi.

Akhir kata, semoga modul ini bermanfaat bagi para pembacanya.

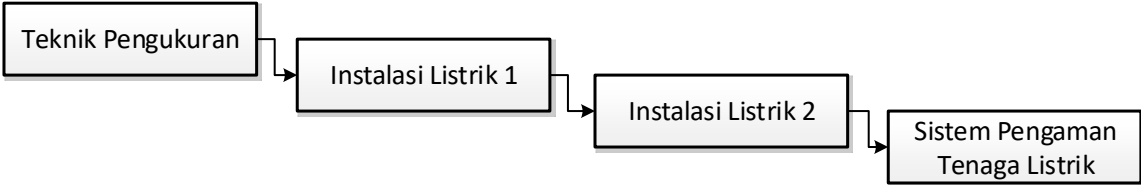
Morowali, Juni 2023

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR ISI	5
DESKRIPSI MATA KULIAH	6
DESKRIPSI MODUL PRAKTIKUM	8
LAMPIRAN	10
1. Teori Pendukung	Error! Bookmark not defined.
2. Job sheet	Error! Bookmark not defined.
3. WORK PREPARATION*	27
4. Form Penilaian Job Sheet	28
5. FORM PENILAIAN UJIAN PRAKTIK	32
6. FORM PENILAIAN NILAI EKSTRA FUNCTIONAL SKILL	32
7. RUBRIK PENILAIAN	33
8. FORMAT KARTU KONTROL PRAKTIK	35

DESKRIPSI MATA KULIAH

Nama Mata Kuliah	Sistem Pengaman Tenaga Listrik
Kode Mata Kuliah	402404P
Semester	4
Bobot	1 SKS
Total Waktu	85 Jam dengan rincian: <ul style="list-style-type: none"> - Pemaparan materi: 10 jam - Work Preparation: 5 jam - Penyelesaian jobsheet: 41 jam - Ujian Praktik: 14 jam - Laporan: 15 jam
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	
1. Pendahuluan:	<i>Jobsheet ini difokuskan pada bahasan tentang praktikum yang berkenaan dengan instalasi sistem pengaman tenaga listrik. Praktikum berkaitan dengan pengujian Trafo Arus (CT), pengujian trafo tegangan (PT), pengujian relay definite time 1 fasa, pengujian relay directional 1 fasa, dan pengujian relay invers time OCR 3 fasa</i>
2. Jejaring Mata kuliah	 <pre> graph LR A[Teknik Pengukuran] --> B[Instalasi Listrik 1] B --> C[Instalasi Listrik 2] C --> D[Sistem Pengaman Tenaga Listrik] </pre>
3. Materi Pembelajaran	Modul 1: Pengaman Hubung Singkat (<i>Miniature Circuit Breaker</i>)
	Modul 2: <i>Earth Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB)
	Modul 3 : <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR)
	Modul 4 : Over Current Relay (OCR)
4. Tempat Praktik	Laboratorium Instalasi Listrik, Politeknik Industri Logam Morowali
5. Evaluasi & Penilaian	Evaluasi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Kompetensi (K) 2. Ujian Praktik (UP)* 3. Nilai Extra Functional Skill (NES)/softskill / nilai tambahan Penilaian: $Nilai\ Akhir = 0,6K + 0,3UP + 0,1NES$ <i>*UP wajib lulus</i>
6. Catatan	Setiap mahasiswa harap memperhatikan hal – hal berikut : <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), 2. Tidak melakukan pemasangan jika belum diperiksa oleh dosen pengampu. 3. Teliti dan cermat dalam memeriksa rangkaian saat melakukan <i>troubleshooting</i>. 4. Membaca <i>jobsheet</i> dengan sebaik mungkin dan jika ada pertanyaan silahkan diajukan ke dosen pengampu.

7. Referensi	<p>Referensi Utama:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bonar Pandjaitan. 2012. Praktik-Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta: Andi Offset. 2. Christophe Prévé. 2006. Protection of Electrical Networks. London: ISTE,Ltd. 3. Edy Supriyadi, 2000. Sistem Proteksi Tenaga Listrik. Yogyakarta: Adi Cita. <p>Referensi pendukung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elmore Walter A. Protective Relaying Theory & Application. New York: Marcell Dekker. 2. Lewis Blackburn & Thomas J. Domin. 2006. Protective Relaying: Principles and Applications. Taylor&Francis Group,LLC
--------------	--

DESKRIPSI MODUL PRAKTIKUM

Nama Modul Praktikum	Modul 1: Pengaman Hubung Singkat (<i>Miniature Circuit Breaker</i>)
Durasi	4 Jam
Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah:	Mahasiswa mampu merangkai instalasi pengujian Pengaman Hubung Singkat (<i>Miniature Circuit Breaker</i>)
1. Materi Pembelajaran	Job Sheet 1: Menentukan merangkai instalasi pengujian Pengaman Hubung Singkat (<i>Miniature Circuit Breaker</i>)
2. Bentuk	Job Sheet 1: Kelompok
3. Alat dan Bahan	<i>Detail alat dan bahan terlampir dalam Work Preparation</i>
4. Penilaian	Penilaian: 1. Job Sheet 1 : 100%

Nama Modul Praktikum	Modul 2: <i>Earth Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB)
Durasi	6 Jam
Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah:	Mahasiswa mampu merangkai hasil pengujian <i>Earth Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB)
1. Materi Pembelajaran	Job Sheet 2 : Merangkai hasil pengujian <i>Earth Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB) (6 Jam pelajaran)
2. Bentuk	Job Sheet 2: Kelompok
3. Alat dan Bahan	Detail alat dan bahan terlampir dalam <i>Work Preparation</i>
4. Penilaian	Penilaian: Job Sheet 2 : 100%

Nama Modul Praktikum	Modul 3 : Pengujian <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR)
Durasi	3 Jam
Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah:	Mahasiswa mampu menguji <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR)
1. Materi Pembelajaran	Job Sheet 3 : Untuk menguji <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR) (3 Jam pelajaran)
2. Bentuk	Job Sheet 3 : Kelompok

3. Alat dan Bahan	Detail alat dan bahan terlampir dalam <i>Work Preparation</i>
4. Penilaian	Penilaian: Job Sheet 3 : 100%

Nama Modul Praktikum	Modul 4 : Pengujian <i>Over Current Relay</i> (OCR)
Durasi	4 Jam
Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah:	Mahasiswa mampu melakukan pengujian <i>Over Current Relay</i> (OCR)
1. Materi Pembelajaran	Job Sheet 4 : Menyelidiki respon pengujian <i>Over Current Relay</i> (OCR) (4 Jam pelajaran)
2. Bentuk	Job Sheet 4 : Kelompok
3. Alat dan Bahan	<i>Detail alat dan bahan terlampir dalam Work Preparation</i>
4. Penilaian	Penilaian: Job Sheet 4 : 100 %

LAMPIRAN

PENGAMAN HUBUNG SINGKAT (*MINIATURE CIRCUIT BREAKER*)

A. Tujuan

Setelah melaksanakan praktek ini mahasiswa dapat :

- a. Menentukan dan menjelaskan karakteristik Miniatur Circuit Breaker (MCB)
- b. Memilih MCB sesuai dengan tujuan pemakaian.

B. Dasar Teori

MCB merupakan singkatan dari Miniature Circuit Breaker yang berfungsi sebagai alat pengaman saat terjadi hubung singkat (konsleting) maupun beban lebih (over load). MCB akan memutuskan arus apa bila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal MCB, sebagai contoh MCB 2 A akan memutuskan arus jika penggunaan beban melebihi 2 A, MCB juga akan memutuskan arus jika terjadi hubung singkat karena saat hubung singkat arus yang dihasilkan sangat besar dan melebihi 2 A. Sebagai salah satu alat pengaman listrik MCB sangatlah menguntungkan dan lebih efisien dibandingkan sekering (patron lebur), patron lebur merupakan alat pengaman beban lebih saja. Tak seperti MCB patron lebur hanya sebagai alat beban lebih dan apa bila sudah putus maka harus mengganti kawat didalamnya dengan kawat khusus, sedangkan jika MCB putus maka kita hanya perlu menghidupkannya kembali layaknya sakelar. MCB biasanya digunakan oleh PLN sebagai pembatas daya dalam rumah dan sekaligus sebagai pengaman dan sakelar utama, biasanya MCB terletak dibawah KWH meter, anda dapat melihat MCB secara langsung dirumah anda. MCB merupakan pengaman listrik yang bekerja dengan prinsip bimetal dan memiliki dua cara pemutusan yakni secara thermal (panas) dan elektromagnetik. Saat terjadi hubung singkat maka MCB akan memutuskan arus dengan sangat cepat karena menggunakan cara kerja elektromagnetik, namun saat memutuskan arus karena beban lebih maka akan sedikit lambat karena MCB menggunakan cara kerja berdasarkan panas atau thermal. Terdapat bermacam-macam MCB antara lain : H, Z, G, L, U, K dan V yang satu dengan yang lain mempunyai sifat/ karakteristik yang berbeda sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

C. Alat dan Bahan

- AVR 1 buah.
- Beban (Heater 2000 VA) 1 buah.
- Tang Amper 1 buah.
- Stop Watch 1 buah.
- MCB IN = 2A 1 buah.
- Kipas Angin 1 buah.
- Kabel secukupnya.

D. Langkah Kerja

1) Menentukan Karakteristik Dingin

1. Memastikan alat dan bahan yang digunakan dalam keadaan baik dan tidak rusak, lalu merangkai semua peralatan seperti pada gambar rangkaian yang diberikan oleh Dosen atau Laboran, AVR pada kedudukan 0 V dan MCB pada kedudukan ON.
2. Menghubungkan rangkaian pada sumber tegangan 220 V.
3. Memutar pemilih tegangan AVR sampai Tang Amper menunjukkan 4 kali arus nominal (= 8 A) hingga MCB membuka /trip.
4. Meng ON kan MCB bersamaan dengan mengaktifkan Stop Watch.
5. Menunggu sampai MCB membuka /trip.
6. Pada saat MCB bekerja /trip, bersamaan dengan itu hitungan pada Stop Watch dihentikan.
7. Mencatat hasil pengamatan lamanya MCB trip ke dalam tabel.
8. Mengulangi langkah No.3 sampai dengan 7 dengan seting arus yang diminta.

2) Menentukan Karakteristik Panas

1. Dengan menggunakan rangkaian yang sama pada karakteristik dingin,
2. Mula-mula alirkan arus melalui MCB sebesar nilai arus nominalnya selama 10 menit sebagai pemanasan awal.
3. Tanpa melakukan pendinginan MCB, lanjutkan pengukuran untuk nilai arus yang diminta pada tabel 2

4. Catat lama waktu pemutusan dan hasilnya masukkan kedalam tabel.

Tabel 1. Tabel pengukuran karakteristik dingin

In = 2 A	Arus Nominal	Waktu
3 A		
4 A		
5 A		
5 A		

Tabel 2. Tabel pengukuran karakteristik panas

In = 2 A	Arus Nominal	Waktu
3 A		
4 A		
5 A		
5 A		

EARTH LEAKAGE CURRENT BREAKER (ELCB)

A. Tujuan Percobaan

Setelah melaksanakan praktek ini mahasiswa dapat :

- a. Mengerti cara kerja Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)
- b. Menentukan karakteristik besarnya arus bocor maksimum pada sebagian peralatan listrik yang dapat diputuskan oleh ELCB
- c. Memilih Earth Leakage Circuit Breaker yang tepat dengan tujuan penggunaannya.

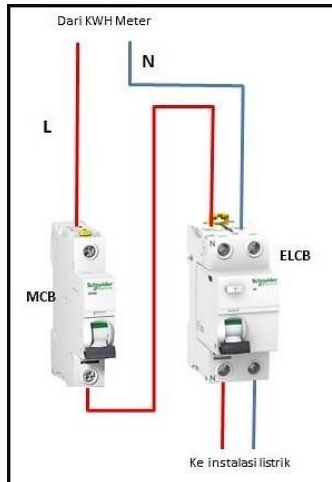
B. Teori dasar

ELCB atau *Earth Leakage Circuit Breaker* adalah sebuah alat proteksi instalasi listrik yang bekerja memutus arus listrik saat terdeteksi adanya kebocoran listrik yang nilai arus bocornya relatif rendah. Tak hanya itu, alat ELCB juga mampu melindungi instalasi listrik saat terjadi kebocoran listrik dengan lonjakan arus yang cukup besar maupun terjadi arus lebih yang dikarenakan hubungan singkat.

Prinsip kerja ELCB adalah mendeteksi adanya arus bocor baik pada gangguan tanah ataupun terhadap ground. Yakni dengan cara membandingkan nilai antara fasa dan netral dari suatu sistem listrik. Dimana arus yang keluar melalui titik fasa dan netral pada sebuah instalasi listrik selalu berbanding lurus (seimbang).

Apabila terdapat perbedaan nilai pada titik fasa dan netral yang diakibatkan adanya gangguan tidak seimbang, maka ELCB tersebut akan memutuskan aliran listrik pada jaringan listrik tersebut.

Misalnya adalah ketika ada seseorang yang tersengat listrik maka akan terjadi arus tambahan yang mana arus dari rangkaian akan mengalir dari orang yang tersengat ke tanah. Di sinilah ELCB mendeteksi adanya perubahan arus dan akan mengaktifkan relay yang akan memberikan perintah kepada MCB untuk memutuskan arus.



Gambar 1. ELCB

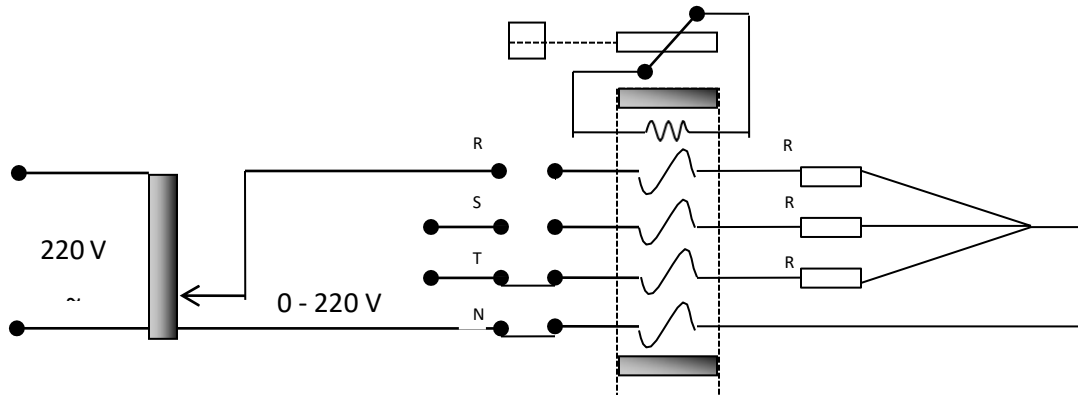
C. Alat dan Bahan

- AVR 1 buah.
- Trafo Arus 2000 VA 1 buah.
- Tang Amper 1 buah.
- Multi meter analog/digital 1 buah.
- Tahanan 1000 Ohm /0,25 A 1 buah.
- ELCB 1 buah.
- Kabel secukupnya.

D. Langkah Kerja

1. Buatlah rangkaian percobaan seperti Gambar 5.2, sekunder Auto trafo pada kedudukan 0 volt. Gunakan ELCB dengan $I_n = 10 \text{ A}$
2. Operasikan saklar power supply AC, kemudian naikan tegangan Auto trafo secara pelan-pelan hingga ELCB melakukan pemutusan (bekerja) dan hentikan pengaturan Auto Trafo

- Ukur arus pemutusan ELCB dengan cara memindahkan posisi saklar "S" dari posisi 1 ke posisi 2. Ulangi pengukuran tersebut sampai empat kali (sesuai dengan yang diminta dalam tabel data percobaan).
- Lakukan langkah-langkah percobaan tersebut di atas untuk masing-masing fasa atau terminal R,S,T pada ELCB
- Ulangi langkah percobaan 1 s/d 4 di atas untuk ELCB dengan $I_N = 25 \text{ A}$



Gambar 2. Rangkaian Percobaan ELCB

Tabel 2. Data pengukuran untuk ELCB dengan $I_N = 10 \text{ A}$.

ELCB dengan $I_N = 10 \text{ A}$ ($I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}$)			
NO	KUTUB	Arus Pemutusan (mA)	%
1	R		
2			
3			
4			
	(rata-rata)		
1	S		
2			

3			
4			
	S(rata-rata)		
1	T		
2			
3			
4			
	T(rata-rata)		

Tabel 3. Data pengukuran untuk ELCB dengan $I_N = 25A$.

ELCB dengan $I_N = 10 A$ ($I_{\Delta N} = 10 mA$)			
NO	KUTUB	Arus Pemutusan (mA)	%
1	R		
2			
3			
4			
	(rata-rata)		
1	S		
2			
3			
4			
	S(rata-rata)		
1	T		
2			

3			
4			
	T(rata-rata)		

THERMAL OVERLOAD RELAY (TOR)

A. Tujuan Percobaan

Setelah selesai melaksanakan praktikum pada job ini, praktikan diharapkan dapat :

1. Memahami cara kerja operasi peralatan proteksi “Thermal Overload Relay”
2. Menentukan karakteristik waktu pemutusan pada “Thermal Overload Relay”
3. Mengetahui aplikasi “Thermal Overload Relay”

B. Dasar Teori

Thermal Over Load Relay (TOR) adalah suatu pengaman beban lebih menurut PUIL 2000 bagian 5.5.4.1 yaitu proteksi beban lebih (arus lebih) dimaksudkan untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat beban lebih atau sebagai akibat motor tak dapat diasut. Relay ini dihubungkan dengan kontaktor pada kontak utama 2, 4, 6 sebelum ke beban (motor listrik). Gunanya untuk mengamankan motor listrik atau memberi perlindungan kepada motor listrik dari kerusakan akibat beban lebih.

Beberapa penyebab terjadinya beban lebih antara lain:

- 1) Arus start yang terlalu besar atau motor listrik berhenti secara mendadak
- 2) Terjadinya hubung singkat
- 3) Terbukanya salah satu fasa dari motor listrik 3 fasa.

Arus yang terlalu besar yang timbul pada beban motor listrik akan mengalir pada belitan motor listrik yang dapat menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor listrik. Untuk menghindari hal itu dipasang termal beban lebih pada alat pengontrol. Prinsip kerja termal beban lebih berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen pemanas bimetal. Dan sifatnya pelengkungan bimetal akibat panas yang ditimbulkan, bimetal akan menggerakkan kontak-kontak mekanis pemutus rangkaian listrik (Kontak 95-96 membuka).

TOR bekerja berdasarkan prinsip pemuaian dan benda bimetal. Apabila benda terkena arus yang tinggi, maka benda akan memuai sehingga akan melengkung dan memutuskan arus. Arus yang berlebihan akan menimbulkan panas, sehingga dapat membengkokkan benda bimetal

Untuk mengatur besarnya arus maksimum yang dapat melewati TOR, dapat diatur dengan memutar penentu arus dengan menggunakan obeng sampai didapat harga yang diinginkan.

Besarnya arus yang diperlukan untuk mengerjakan bimetal sebanding dengan besarnya arus yang diperlukan untuk membuat alat pengaman terputus. Di dalam penggunaannya sesuai dengan PUIL 2000 pasal .5.4.3 bahwa gawai proteksi beban lebih yang digunakan adalah tidak boleh mempunyai nilai pengenalan, atau disetel pada nilai yang lebih tinggi dari yang diperlukan untuk mengasut motor pada beban penuh. Oleh karena itu, waktu tunda gawai proteksi beban lebih tersebut tidak boleh lebih lama dari yang diperlukan untuk memungkinkan motor diasut dan dipercepat pada beban penuh.

Motor induksi dengan daya besar diatas 50 kW bekerja dengan arus nominal diatas 100 A. Pemasangan thermal overload relay tidak bisa langsung dengan circuit breaker, tetapi melewati alat transformator arus CT. Ratio arus primer trafo arus CT dipilih 100 A/5 A. Sehingga thermal overload relay cukup dengan rating sekitar 5A saja. Jika terjadi beban lebih arus primer CT meningkat diatas 100 A, arus sekunder CT akan meningkat juga dan mengerjakan thermal overload relay bekerja, sistem mekanik akan memutuskan circuit breaker.

Thermal Overload adalah alat pengaman rangkaian dari arus lebih yang diakibatkan beban yang terlalu besar dengan jalan memutuskan rangkaian ketika arus yang melebihi setting melewatinya. Thermal Overload berfungsi untuk memproteksi rangkaian listrik dan komponen listrik dari kerusakan karena terjadinya beban lebih. Seperti halnya sekering (fuse), thermal overload ada yang bekerja cepat dan ada yang lambat. Misalkan pada rangkaian motor menggunakan thermal overload yang bekerja lambat, sebab waktu motor start arus dapat mencapai 6 kali nominal, sehingga apabila digunakan pengaman yang bekerja cepat, maka pengamannya akan putus setiap motor dijalankan. Pengaman beban lebih ini bisa dipasangkan langsung dengan kontaktornya maupun terpisah sehingga sangat fleksibel untuk pemasangannya di dalam panel. Thermal overload ada yang menggunakan bimetal dan ada yang menggunakan system elektronik.

Thermal overload memproteksi rangkaian pada ketiga fasanya (untuk rangkaian tiga fasa) baik yang menggunakan system bimetal maupun yang menggunakan system elektronik tanpa suplai terpisah (maksudnya thermal overload elektronik ini tidak membutuhkan sumber daya listrik secara khusus) dan mempunyai sensitifitas terhadap hilangnya fasa yang bekerja dengan

system differensial (tidak langsung trip pada kasus terjadinya hilang satu fasa), namun apabila di butuhkan rangkaian untuk trip segera saat kehilangan satu fasa, maka di perlukan alat proteksi lain.

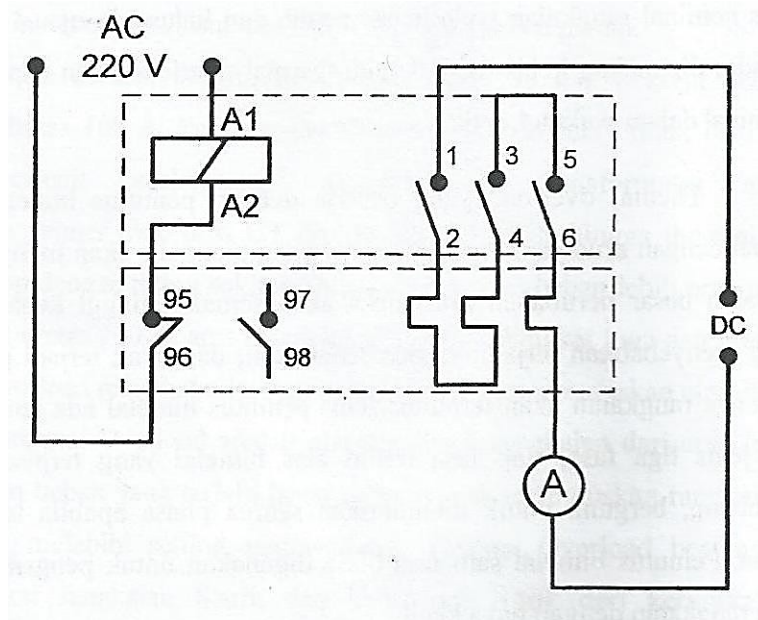
Thermal overload ini bisa di pasangkan langsung dengan kontaktornya maupun terpisah sehingga fleksibel untuk pemasangan di dalam panel. Pemilihan jenis thermal overload di tentukan oleh rating/seting arus sesuai dengan arus nominal rangkaian pada beban penuh dan kelas tripnya. Untuk pemakaian standar digunakan trip 10 yaitu thermal overload akan trip pada 7,2 arus nominal dalam waktu 4 detik

Thermal overload yang bekerja dengan pemutus bimetal akan bekerja sesuai dengan arus yang mengalir, arus yang mengalir akan menyebabkan panas semakin besar perubahan arus maka akan semakin tinggi kenaikan tempratur yang mnyebabkan terjadinya pembengkokan, dan akan terjadi pemutusan arus, sehingga rangkaian akan terputus. Jenis pemutus bimetal ada jenis satu fasa dan ada jenis tiga fasa terdiri atas bimetal yang terpisah tetapi saling terhubung, berguna untuk memutuskan semua fasa apabila terjadi kelebihan beban. Pemutusan bimetal satu fasa digunakan untuk pengaman beban lebih pada rangkaian daya kecil.

C. Daftar Bahan Dan Peralatan Yang Diperlukan

- a. Power Supply AC : 220 V
- b. Power Supply DC : 0 – 60 V ; 10 A
- c. Thermal Over Relay : 220 ; 1 – 1,6 A
- d. Amper Meter : 0 – 10 A
- e. Stop Watch
- f. Kontaktor : 220 V
- g. Kipas Angin (fan)
- h. Kabel Penghubung Secukupnya

D. Daftar Bahan Dan Peralatan Yang Diperlukan



Gambar 3. Diagram Rangkaian Untuk Pengukuran Karakteristik Dari Pengukuran Thermal Overload Relay

E. Langkah Percobaan

1) Pengukuran Karakteristik Dingin

Buatlah rangkaian percobaan sesuai dengan diagram pada gambar 3

1. Atur seting dari thermal overload relay pada kedudukan minimal atau 1 ampere
2. Operasikan saklar dari power supply AC supaya kontaktor bekerja dan akan menarik kontak – kontakannya.
3. Operasikan saklar dari power supply DC dan atur tegangan keluarannya untuk mendapatkan nilai arus yang di kehendaki. Kemudian tunggu sampai terjadi pemutusan rangkaian oleh relay tersebut sebagai akibat dari terjadinya beban lebih.
4. Catat waktu pemutusan dan masukan kedalam Tabel 4 pada data percobaan. Setelah itu buka saklar dari power DC dan saklar dari power supply AC dan diinginkan kembali thermal overload relay tersebut dengan menggunakan Fan
5. Setelah thermal overload relay tersebut dingin kembali ulangi percobaan 3 dan 4 di atas untuk nilai – nilai arus yang di minta dalam table data percobaan.

2) Pengukuran Karakteristik Panas

1. Dengan menggunakan rangkaian yang sama seperti pada gambar 3.1 lakukan pengukuran

untuk mendapatkan karakteristik panas.

2. Mula-mula lakukan langkah kerja 1 s/d 5 pada bagian karakteristik dingin di atas selama 10 menit. Setelah itu naikan harga arus menjadi pemutusan.
3. Catat waktu pemutusannya dan masukan pada table 5 dan tanpa melakukan pendinginan oprasikan rele kembali tersebut dan tunggu sampai terjadi pemutusan.
4. Ulangi percobaan tersebut untuk nilai-nilai arus yang di minta pada table 5.

Tabel 4. Data Pengukuran Karakteristik Dingin TOR

No.	I (ampere)	Lamanya Pemutusan	Keterangan
1	1,2		
2	1,5		
3	2,0		
4	3,0		
5	4,0		
6	5,0		
7	6,0		

Tabel 5. Data Pengukuran Karakteristik Panas TOR

No.	I (ampere)	Lamanya Pemutusan	Keterangan
1	1,2		
2	1,5		
3	2,0		
4	3,0		
5	4,0		
6	5,0		
7	6,0		

OVER CURRENT RELAY(OCR)

A. Tujuan Percobaan

Setelah selesai melaksanakan praktikum pada job ini, praktikan diharapkan dapat :

1. Memahami prinsip kerja *Overcurrent Relay*
2. Dapat mengetahui cara setting *Overcurrent Relay*
3. Mengetahui aplikasi *Overcurrent Relay*

B. Dasar Teori

Relay arus lebih adalah relay yang bekerja berdasarkan kenaikan arus yang melewatinya dan juga dapat berdasarkan setting waktu yang ditentukan. Pengukuran waktu berhubungan dengan masalah koordinasi pengaman. Relay jenis ini paling sederhana, mudah dalam penyetelannya.

Fungsi dari Relay Arus Lebih adalah :

- Pengaman hubung singkat dan pengaman beban lebih
- Pengaman utama jaringan distribusi dan subtransmisi system radial
- Pengaman cadangan generator, trafo daya, saluran transmisi.

Arus *pick up* dan arus *drop off*

Arus kerja atau arus *pick up* (I_p) adalah nilai arus dimana rele arus akan bekerja dan menutup kontakannya sehingga rele waktu bekerja. Arus kembali atau arus *drop off* (I_d) adalah nilai arus dimana rele harus terhenti bekerja dan kontakannya membuka kembali, sehingga rele waktu terhenti bekerja.

Perbandingan I_p dengan I_d dinyatakan dengan faktor K_d .

$$K_d = \frac{I_d}{I_p} \times 100\%$$

Untuk rele arus lebih waktu tertentu (*definite time OCR*) mempunyai nilai K_d 0,7 – 0,9. Untuk rele *inverse* mempunyai $K_d \approx 1,0$.

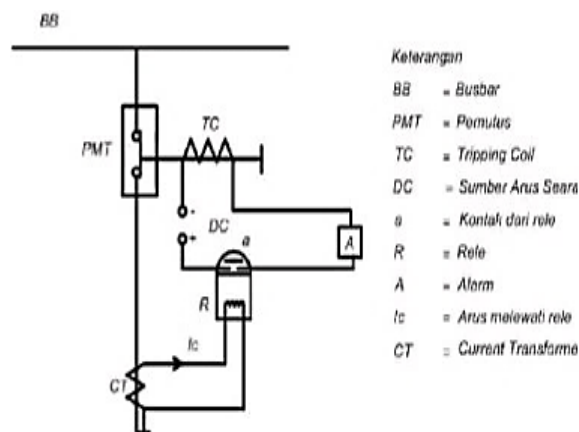
Relay Arus Lebih Berdasarkan Karakteristiknya :

1. Relay arus lebih seketika (instantaneous over current relay)
2. Relay arus lebih waktu tertentu (definite time over current relay)
3. Relay arus lebih waktu berbanding terbalik (inverse time over current relay)
 - a. Berbanding terbalik (inverse)
 - b. Sangat berbanding terbalik (very inverse)
 - c. Sangat berbanding terbalik sekali (extremely inverse)

Prinsip Kerja dan Karakteristik

1. Relay arus lebih seketika (instantaneous over current relay)

Relay arus lebih seketika adalah jenis relay arus lebih yang paling sederhana dimana jangka waktu kerja relay yaitu mulai saat relay mengalami *pick-up* sampai selesainya kerja relay sangat singkat atau tanpa penundaan waktu. Relai arus ini digunakan untuk pengamanan arus hubung singkat yang besar (*high set*) sehingga *tripping time* pada arus gangguan yang besar



relai akan bekerja seketika.

Gambar 4. Relay arus lebih seketika



Gambar 5. Karakteristik Relay arus lebih seketika

2. Rele Arus Lebih Tertentu (*definite time*)

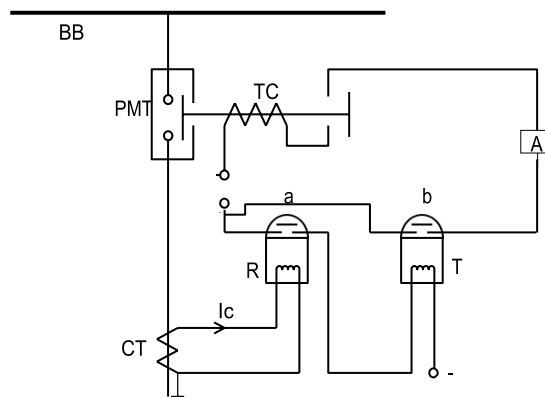
Rele arus lebih tertentu adalah jenis rele arus lebih dimana jangka waktu rele mulai pick-up

sampai selesainya kerja rele dapat diperpanjang dengan nilai tertentu dan tidak tergantung dari besarnya arus yang mengerjakannya (tergantung dari besarnya arus setting maka waktu kerja rele ditentukan oleh waktu settingnya).

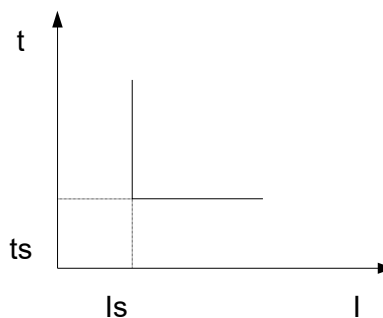
Pada umumnya range setting untuk rele Definite time adalah antara $0,9 - 1,8 I_n$ sedangkan untuk waktu operasinya dari 0,1 detik sampai 4 detik.

Setting tersebut sudah memenuhi pertimbangan berikut:

- Tidak mendeteksi keadaan *overload*
- Memberikan *back-up protection* bagi *outgoing feeder*.
- *Drop off / pick up ratio* dari rele



Gambar 6. Rele Arus Lebih Waktu Tertentu



Gambar 7. Karakteristik Rele Arus Lebih Waktu Tertentu

F. Rele Arus Lebih Berbanding Terbalik (*inverse*)

Rele arus lebih dengan karakteristik waktu arus berbanding terbalik adalah jenis relai arus lebih dimana jangka waktu rele mulai *pick-up* sampai dengan selesainya kerja rele tergantung dari besarnya arus yang melewati kumparan relenya, maksudnya rele tersebut mempunyai sifat terbalik untuk nilai arus dan waktu kerjanya.

Rele arus lebih berbanding terbalik dibedakan menjadi 4 yaitu standar *inverse*, *very inverse*, *extremely inverse* dan *long time inverse*.

Hubungan antara Arus terhadap waktu ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$t = \frac{K \times [TMS]}{(I/I_s)^\alpha - 1}$$

Dimana :

t : waktu dalam detik (s)

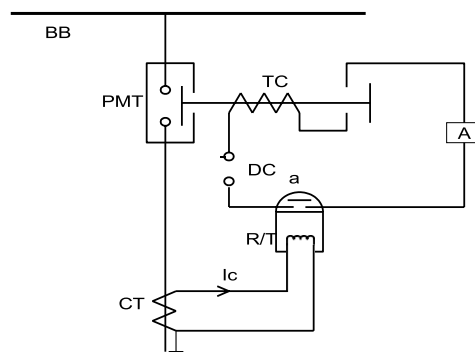
I : Arus Gangguan (A)

I_s : Arus setting

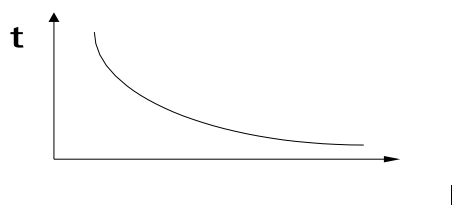
TMS : Time Multiplier Setting

K dan α untuk setiap karakteristik besarnya seperti pada tabel di bawah ini :

Karakteristik	K	α
Standard Inverse	0.14	0.02
Very Inverse	13.5	1.0
Extremely Inverse	80.0	2.0
Long Time Inverse	120.0	1.0



Gambar 8. Rele Arus Lebih Berbanding Terbalik



Gambar 9. Karakteristik Rele Arus Lebih Berbanding Terbalik.

C. Daftar Bahan Dan Peralatan Yang Diperlukan

- Variabel Speed Drive
- Motor listrik
- Overcurrent relay
- Amper Meter

- Kontaktor
- Kabel Penghubung Secukupnya

D. Langkah Percobaan

1. Buat rangkaian sesuai gambar yang diberikan oleh Dosen/Laboran
2. Atur nilai arus dan waktu trip pada OCR
3. Atur nilai arus pada motor sesuai pada tabel dengan menggunakan VSD
4. Catat hasil pengamatan pada tabel yang tersedia.

1. WORK PREPARATION*

Job Sheet :

No.	Komponen	Jenis/Merk/Type	Jumlah
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Paraf Dosen

*Cetak sebanyak 25 Lembar untuk Mahasiswa

2. Form Penilaian Job Sheet

FORM PENILAIAN JOB SHEET 1

NIM :
 Nama :
 Waktu Standar : 1 jam

No.	Kriteria Penilaian Proses Kerja			Nilai Maks	Nilai
1.	Kesesuaian komponen dengan job sheet*			10	
2.	Desain rangkaian dengan benar			10	
3.	Pemasangan kabel rapi			10	
4.	Melakukan tes kontinuitas sebelum memasang rangkaian			10	
5.	Mengecek tegangan sumber sebelum memasang rangkaian			10	
6.	Jika saklar ditekan maka 3 lampu menyala secara seri			10	
7.	Mengukur nilai tegangan 3 lampu dengan benar			10	
8.	Mengukur nilai arus 3 lampu dengan benar			10	
Kriteria Penilaian Waktu		Waktu Standar	Waktu Real	Penyimpangan	
9	Waktu Pengerjaan				
	Kriteria Penilaian Soft Skill		Nilai Standar	Penyimpangan	
10	Budaya Kerja		5		
11	K3		5		
12	Kedisiplinan		5		
13	Kerjasama Tim		5		
	Total				

*Wajib benar.

Mahasiswa

Penilai

.....

.....

FORM PENILAIAN JOB SHEET 2

NIM :
 Nama :
 Waktu Standar : 1 jam

No.	Kriteria Penilaian Proses Kerja			Nilai Maks	Nilai
1.	Kesesuaian komponen dengan job sheet*			10	
2.	Desain rangkaian dengan benar			10	
3.	Pemasangan kabel rapi			10	
4.	Melakukan tes kontinuitas sebelum memasang rangkaian			10	
5.	Mengecek tegangan sumber sebelum memasang rangkaian			10	
6.	Jika saklar ditekan maka 3 lampu menyala secara paralel			10	
7.	Mengukur nilai tegangan 3 lampu dengan benar			10	
8.	Mengukur nilai arus 3 lampu dengan benar			10	
Kriteria Penilaian Waktu		Waktu Standar	Waktu Real	Penyimpangan	
9	Waktu Pengerjaan				
	Kriteria Penilaian Soft Skill		Nilai Standar	Penyimpangan	
10	Budaya Kerja		5		
11	K3		5		
12	Kedisiplinan		5		
13	Kerjasama Tim		5		
	Total				

*Wajib benar.

Mahasiswa

Penilai

.....

FORM PENILAIAN JOB SHEET 3

NIM :
 Nama :
 Waktu Standar : 1 jam

No.	Kriteria Penilaian Proses Kerja			Nilai Maks	Nilai
1.	Kesesuaian komponen dengan job sheet*			10	
2.	Desain rangkaian dengan benar			10	
3.	Pemasangan kabel rapi			10	
4.	Melakukan tes kontinuitas sebelum memasang rangkaian			10	
5.	Mengecek tegangan sumber sebelum memasang rangkaian			10	
6.	Jika saklar ditekan maka 3 lampu menyala secara seri-paralel			10	
7.	Mengukur nilai tegangan 3 lampu dengan benar			10	
8.	Mengukur nilai arus 3 lampu dengan benar			10	
Kriteria Penilaian Waktu		Waktu Standar	Waktu Real	Penyimpangan	
9	Waktu Pengerjaan				
	Kriteria Penilaian Soft Skill		Nilai Standar	Penyimpangan	
10	Budaya Kerja		5		
11	K3		5		
12	Kedisiplinan		5		
13	Kerjasama Tim		5		
	Total				

*Wajib benar.

Mahasiswa

Penilai

.....

.....

FORM PENILAIAN JOB SHEET 4

NIM :
 Nama :
 Waktu Standar : 1 jam

No.	Kriteria Penilaian Proses Kerja			Nilai Maks	Nilai
1.	Kesesuaian komponen dengan job sheet*			10	
2.	Desain rangkaian dengan benar			10	
3.	Pemasangan kabel rapi			10	
4.	Melakukan tes kontinuitas sebelum memasang rangkaian			10	
5.	Mengecek tegangan sumber sebelum memasang rangkaian			10	
6.	Jika saklar ditekan maka lampu menyala sesuai logika AND tanpa relay			15	
7.	Jika saklar ditekan maka lampu menyala sesuai logika AND dengan relay			15	
Kriteria Penilaian Waktu		Waktu Standar	Waktu Real	Penyimpangan	
9	Waktu Pengerjaan				
Kriteria Penilaian Soft Skill			Nilai Standar	Penyimpangan	
10	Budaya Kerja		5		
11	K3		5		
12	Kedisiplinan		5		
13	Kerjasama Tim		5		
Total					

*Wajib benar.

Mahasiswa

Penilai

.....

3. FORM PENILAIAN UJIAN PRAKTIK

Detail penilaian ada pada lembar evaluasi ujian praktik yang akan dibagikan saat mahasiswa diuji.

Berikut unsur penilaian secara umum

Kriteria penilaian	Nilai maks
1. Proses praktik	85
2. Waktu (Dinilai jika no.1 benar semua)	15

4. FORM PENILAIAN NILAI EKSTRA FUNCTIONAL SKILL

Kriteria Penilaian	Nilai Standar	Penyimpangan	Nilai Akhir
1. Kedisiplinan	50		
2. Laporan	50		
Total			

5. RUBRIK PENILAIAN

Rubrik Penilaian Job sheet

1. Kriteria penilaian proses belajar
 - a. Pengurangan nilai 1 untuk setiap komponen yang berbeda dari hasil rancangan.
 - b. Jika langkah proses benar, nilai = nilai maks. Jika salah, nilai = 0.
2. Kriteria penilaian waktu
 - a. Waktu mulai dihitung ketika melakukan praktik pada *trainer board*.
 - b. Waktu selesai dihitung ketika proses kerja selesai atau sampai batas waktu yang ditentukan.
 - c.
$$\text{Nilai waktu} = \frac{(\text{Waktu Standar} - \text{Waktu Real}) \text{menit}}{5 \text{ menit}}$$
 - d. Waktu pengerjaan Work Preparation telah ditentukan untuk setiap modul. Setiap mahasiswa dalam kelompoknya wajib menyelesaikan pengerjaan *work preparation* sebagaimana mestinya. Jika pekerjaan tidak diselesaikan tepat waktu maka akan diberi nilai 0 untuk nilai pada poin 1 di setiap *job sheet*. Adapun jika sesuai waktu pengerjaan maka akan diberikan nilai 10. Selain itu, tiap mahasiswa hanya dapat melanjutkan praktik di *trainer board* ketika mengetahui seluruh komponen pada *job sheet*, memahami proses kerja *job sheet*, dan *Work Preparation* sudah diparaf.
3. Kriteria penilaian *soft skills*
 - a. Penilai *soft skill* mengacu pada indeks performansi mata kuliah yang telah ditetapkan oleh Program Studi dan dosen berhak memilih *soft skill* yang paling tepat dan terukur dengan baik oleh dosen.
 - b. Budaya kerja mengikuti referensi acuan mata kuliah etika industri. Jika tidak mengikuti budaya kerja, penyimpangan = 5 atau nilai = 0.
 - c. Setiap pelanggaran K3 nilai penyimpangan = 5.
 - d. Apabila tim kedapatan tidak membagi pekerjaan dengan adil dan tidak memiliki kerja sama tim yang baik maka diberi nilai penyimpangan = 5.
 - e.
$$\text{Nilai} = \text{Nilai Standar} - \text{Penyimpangan}$$

Rubrik Penilaian Nilai Ekstra Functional Skill

1. Kedisiplinan: nilai penyimpangan = jumlah waktu keterlambatan dalam menit
2. Laporan: Setiap kesalahan laporan, nilai penyimpangan = 2
3.
$$\text{Nilai Akhir} = \text{Nilai Standar} - \text{Penyimpangan}$$


FORMAT LAPORAN PRAKTIK

Struktur Laporan Praktik:

1. Sampul laporan
2. Kartu Kontrol
3. Daftar Isi
4. Job sheet 1
 - a. Job sheet
 - b. Work Preparation
 - c. Penjelasan Hasil Praktik
5. Job sheet 2
 - a. Job sheet
 - b. Work Preparation
 - c. Penjelasan Hasil Praktik
6. Job sheet 3 dst...
7. Lampiran
 - a. Form Penilaian Jobsheet
 - b. Work preparation sementara

6. FORMAT KARTU KONTROL PRAKTIK

Template format kartu kontrol praktik

KARTU KONTROL PRAKTIK								
		Mata Kuliah		:				
		NIM		:				
		Nama		:				
		Program Studi		:				
		Semester, TA		:				
No.	Praktik	Waktu			Lama Praktik	Nilai	Tanda Tangan	
		Mulai	Selesai	Istirahat*			Mahasiswa	Pengampu
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								