

STUDI KELAYAKAN PERALATAN PADA INSTALASI PANEL KONTROL DI BENGKEL TEKNIK LISTRIK, POLITEKNIK NEGERI PADANG

Feasibility Study of Control Panel Installation at Electrical Power Laboratorium, Polytechnic State of Padang

Oleh:

Desmiwarman*, Valdi Rizki Yandri**

Politeknik Negeri Padang, Kampus Unand Limau Manis Padang 25163

*desmi1959@yahoo.co.id, **valdi_rizki@yahoo.com

Abstract

Panel circuit is an equipment which can receive electrical energy and subsequently distribute and control the distribution of electrical energy through the circuit main panel and branch into panel circuit branches or directly via the circuit end to the load in the form some point the lights and through the box-contact to equipment utilization of electricity inside the building. Planning methods to repair Panel circuit is composed of several stages, namely (1) Calculate the power used on each wall of the practice, (2) Selection of rating safety MCB and CRC cable, (3) The design of the power circuit and the control circuit for the panel, (4) Sort the numbering of the cable to the output sockets on each wall of the practice (5) Preparation of a series on the panel (6) Testing.

Panel circuit in electrical repair shop is designed based on the layout of the walls of the practice. Keluran of the panel for this circuit is 24 Sockets 3 phase on each wall of the practice, which is used to load a practice wall, namely the installation of lighting and power installation.

Keywords: Circuit, Panel Circuit, MCB and CRC

1. Pendahuluan

Bengkel Teknik Listrik memegang peranan penting bagi mahasiswa di Politeknik Negeri Padang dalam menunjang kegiatan perkuliahan. Dalam penggunaan sehari-hari, terdapat 3 unit motor induksi 3 fasa yang dipasang pada instalasi penerangan, yaitu motor sistem DOL, motor pembalik putaran dan motor Star-Delta. Pada pemasangan instalasi ini, komponen yang digunakan harus sesuai dengan SNI dan mengacu pada aturan yang berlaku dalam PUIL 2011. Saat ini, kondisi bengkel Teknik Listrik belum bisa dikatakan efisien karena panel kontrol yang ada tidak dapat beroperasi, sehingga pada kenyataannya saat melakukan praktek di bengkel instalasi tenaga mahasiswa masih mengambil sumber arus ke ruangan lain. Hal ini dikarenakan stop kontak, kontaktor dan pengaman / pemutus yang ada di bengkel Teknik Listrik tidak dapat berfungsi.

Oleh karena panel kontrol tidak beroperasi, maka akan menimbulkan ketidaknyamanan bagi instruktur pengajar dan mahasiswa yang sedang melakukan proses perkuliahan di ruangan tempat mengambil sumber arus. Selain mengganggu konsentrasi belajar

mahasiswa di ruangan lain, pengambilan sumber arus dari satu ruangan ke ruangan lain akan terlihat tidak rapi. Rol kabel yang digunakan mahasiswa saat mengambil sumber arus akan terlihat terbentang panjang dari ruangan instalasi tenaga ke ruangan lain sumber arus tersebut.

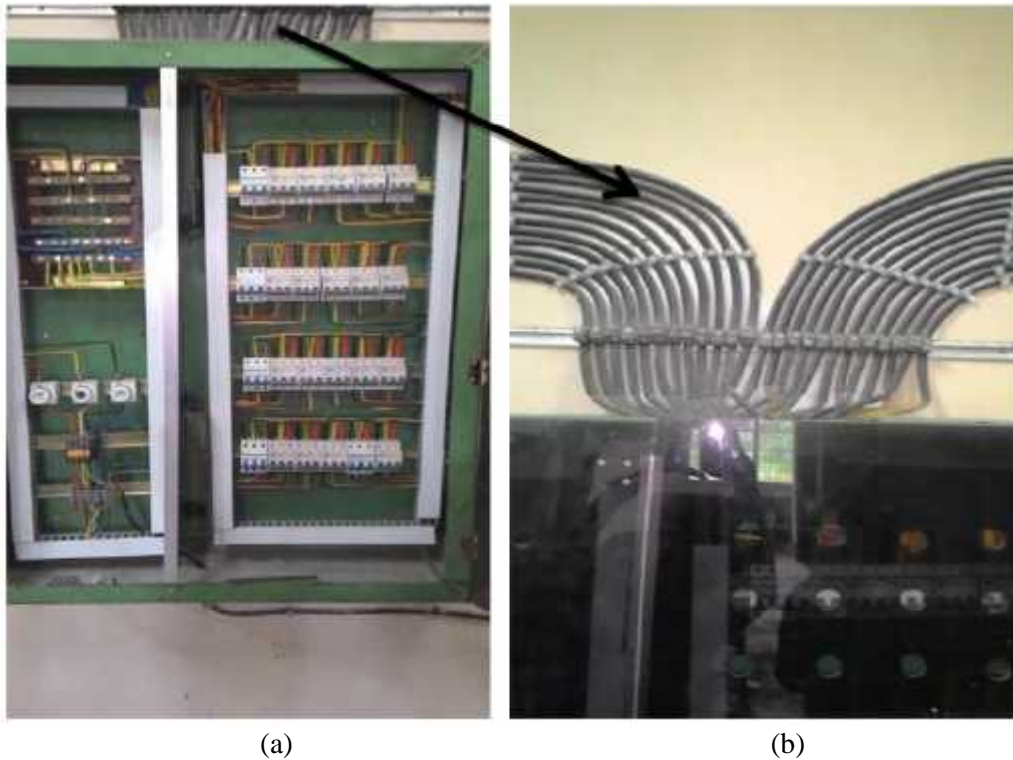
Berdasarkan situasi ini, perlu dirancang kembali sistem kelistrikan instalasi yang ada pada panel kontrol, agar ruangan bengkel instalasi tenaga dapat dioperasikan kembali. Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan kembali beban-beban yang terpakai tiap dinding/bilik yang akan digunakan saat praktek dan membuat perhitungan Kuat Hantar Arus (KHA) pada masing-masing dinding/bilik praktek.

2. Kondisi Instalasi di Bengkel Teknik Listrik saat ini

Saat ini panel kontrol yang ada di bengkel instalasi tenaga tidak dapat dioperasikan. Panel kontrol ini berfungsi untuk mengontrol setiap dinding/bilik tempat mahasiswa melakukan praktek pemasangan instalasi listrik, sehingga apabila terjadi hubung singkat atau troubleshooting pada salah satu

dinding/bilik maka tidak akan mengganggu mahasiswa yang melakukan praktek pada dinding/bilik yang lain. Apabila terjadi trip pada salah satu MCB di panel kontrol, maka lampu tanda akan menyala, sehingga instruktur atau teknisi akan menekan tombol

emergency yang ada di panel tersebut dan menaikkan kembali MCB yang mengalami trip pada panel kontrol tersebut. Kondisi instalasi selengkapnya ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. (a) Panel Kontrol (b) Keluaran Panel ke Stop Kontak pada dinding

2.1 Perencanaan Perbaikan Instalasi

Komponen instalasi yang akan digunakan dalam perbaikan ini adalah sebagai berikut:

Sumber

Sumber arus yang dipakai pada Panel Tenaga ini adalah sumber 3 fasa yang menggunakan 3 kawat fasa dan 1 kawat netral atau kawat ground. Untuk sumber 3 fasa ini dipakai stop kontak 3 fasa dengan 5 pin (3 kawat fasa, 1 kawat netral dan 1 kawat grounding). Stop kontak 3 fasa ini disebut juga dengan *plug / shocket*. Berdasarkan Katalog Schneider karakteristik dari *plug / shocket* ini adalah :

- a) Tingkat proteksi mengacu pada IEC 60529
 - 16 dan 32 A IP44 dan IP67
 - 63 dan 125 A IP 67
- b) Tingkat ketahanan terhadap benturan mekanis dari luar mengacu pada EN 50 102 IK08

- c) Ketahanan terhadap api dan panas yang tidak normal, mengacu pada IEC 60695-2-1 : 8500C (uji kawat bakar/*glow wire test*)
- d) Bahan *plug/shocket* ini terdiri dari;
 - Housing terbuat dari polimer yang dapat padam sendiri jika terbakar.
 - Pin yang terbuat dari nikel.
 - Baut baja anti karat.
- e) Terminal koneksi
 - Dilengkapi dengan baut pengencang.
 - Maksimum luas penampang dari konduktor harus sesuai.

Adapun bentuk dari *plug/shocket* yang digunakan pada pembuatan Panel Tenaga ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Stop Kontak 3 Fasa

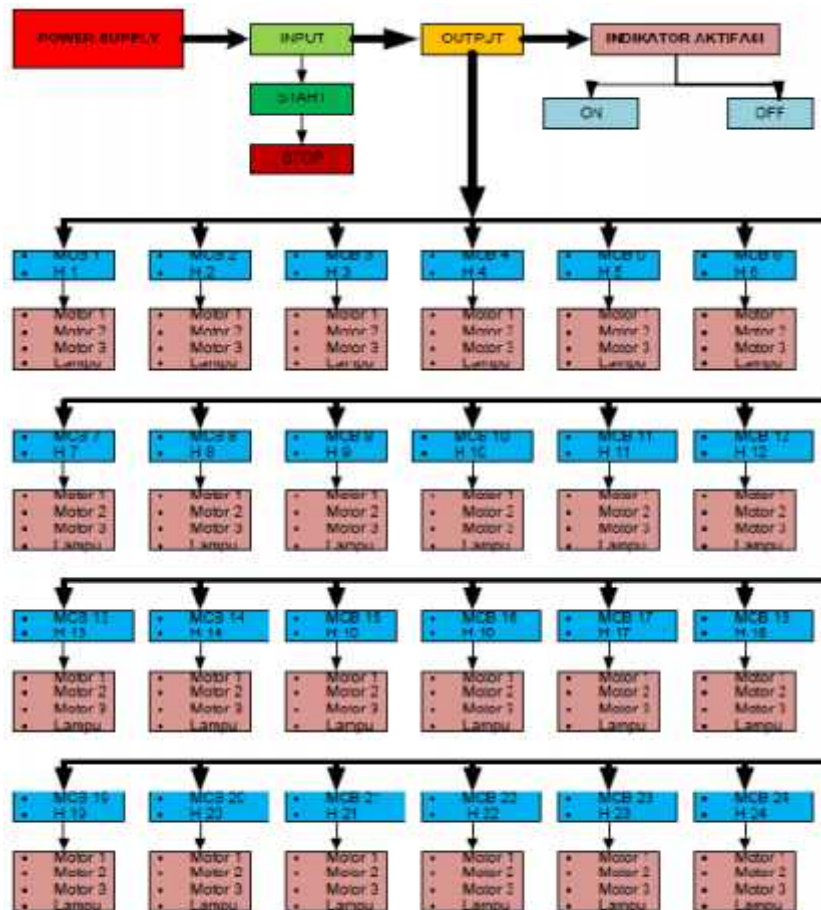
diuji 12 dinding praktek. Jadi keluaran untuk masing-masing MCB ini akan dibebani oleh:

- a) Tiga unit motor induksi 3 fasa untuk masing-masing dinding praktek.
- b) Tiga unit lampu pijar (40, 60 dan 100 Watt) dan tiga pasang lampu TL 20 Watt.

Rancangan instalasi panel kontrol dibuat dalam bentuk blok diagram seperti ditunjukkan pada gambar 3.

2.2 Mini Circuit Breaker (MCB)

Pada penelitian ini, MCB yang dipakai adalah MCB tiga fasa sebanyak 24 unit untuk 24 dinding praktek di Bengkel Instalasi Tenaga Teknik Listrik, Politeknik Negeri Padang, namun dalam pengujiannya hanya



Gambar 3. Diagram Blok Rancangan Instalasi Panel Kontrol

2.3 Penentuan Rating MCB pada Masing-masing Dinding Bengkel

Untuk menentukan rating MCB yang akan dipakai untuk pengaman masing-masing dinding, terlebih dahulu harus dihitung beban terpakai untuk satu dinding praktek di Bengkel Instalasi Tenaga. Dalam prakteknya, berdasarkan jobsheet yang diberikan

mahasiswa akan melakukan praktek tentang Instalasi Penerangan dan Instalasi Tenaga. Adapun beban yang terpakai untuk satu dinding adalah:

a. Instalasi Penerangan

Pada instalasi penerangan, beban yang terpasang untuk satu dinding praktek berdasarkan jobsheet yaitu :

- 3 unit lampu pijar (50 – 100 Watt)
- 3 pasang lampu TL (20 – 40 Watt)

b. Instalasi Tenaga

Untuk Instalasi Tenaga beban yang dipakai untuk satu dinding adalah 3 buah motor induksi 3 phasa, yang mana masing-masing dinding jobsheet untuk instalasi tenaga ini berbeda pada rangkaian motor nya. Adapun motor yang dipakai adalah motor dengan sistem DOL dan Bintang-Segitiga Otomatis. Rumus untuk menentukan besar rating MCB yang akan dipasang untuk masing-masing dinding adalah sebagai berikut:

$$I = P / V \cdot \cos$$

Keterangan:

- I : Arus (A)
- P : Daya atau beban yang terpakai (Watt)
- V : Tegangan (Volt)
- cos = 0.8 (sesuai dengan *name plate* pada motor)

c. Penentuan Kuat Hantar Arus (KHA)

Arus yang dihantarkan oleh setiap konduktor untuk periode ber-kesinambungan selama operasi normal harus sedemikian sehingga batas suhu yang sesuai yang ditentukan dalam PUIL 2011 (523.1 : Tabel 52-4). Nilai KHA yang sesuai juga dapat ditentukan seperti diuraikan dalam IEC 60287, atau dengan pengujian, atau dengan perhitungan dengan menggunakan metode yang dikenal, asalkan metode itu dinyatakan. Jika sesuai, harus diperhitungkan karakteristik beban dan untuk kabel tertanam, resistans termal efektif dari tanah (PUIL 2011 ; 523.3)

Untuk menghitung besarnya Kemampuan Hantar Arus (KHA) suatu kabel dengan beban motor :

Arus nominal 1 fase :

$$I_n = P / (V \times I \times \cos)$$

Arus nominal 3 fase :

$$I_n = P / (3 \times V \times I \times \cos)$$

Rumus untuk mencari KHA adalah 125% arus nominal.

Keterangan :

- I : Arus peralatan (Ampere)
- P : Daya masukan peralatan (Watt)
- V : Tegangan (Volt)
- Cos : Faktor daya

Untuk menentukan luas penampang kabel rumusnya adalah sebagai berikut:

$$q = (L \times U \times 2) / (E \times v \times)$$

atau

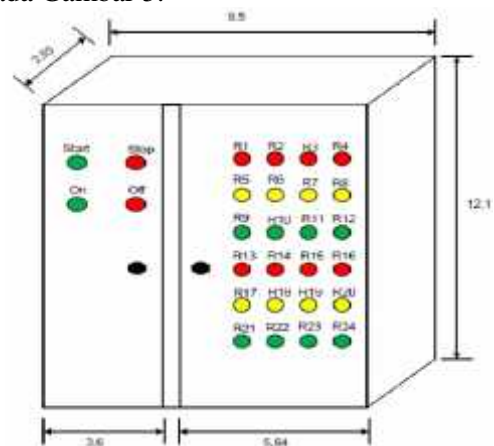
$$q = (L \times I \times 2) / (v \times)$$

Keterangan :

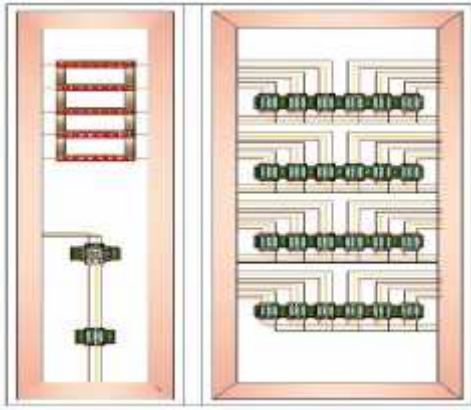
- P : beban dalam watt
- E : tegangan antar 2 saluran (fase-netral)
- q : penampang saluran (mm²)
- v : rugi tegangan dalam (volt)
- U : rugi tegangan dalam %
- L : panjang rute saluran (bukan panjang kawat)
- : daya hantar jenis tembaga = 56, besi = 7, aluminium = 32,7
- I : arus beban.

3. Perancangan Perbaikan Alat

Dengan adanya perbaikan ini, sistem dapat diuji secara nyata apakah panel ini dapat bekerja dengan baik kembali atau tidak. Perancangan perbaikan panel ini dimulai dengan merancang rangkaian panel yang akan diperbaiki, menggambar diagram lokasi tempat alat akan dipasang dan menggambar bentuk panel yang akan diperbaiki. Sketsa rancangan dari panel yang akan diperbaiki ditunjukkan pada gambar 4. Untuk rancangan bentuk isi dalam Panel Hubung Bagi (PHB) Utama yang akan diperbaiki, ditunjukkan pada Gambar 5.

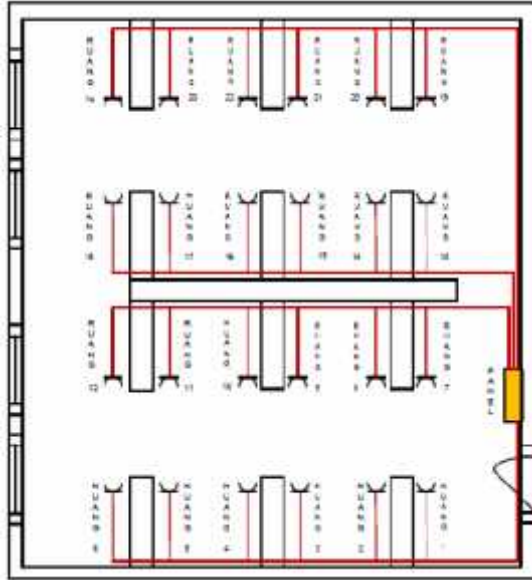


Gambar 4. Sketsa Pintu Panel Hubung Bagi



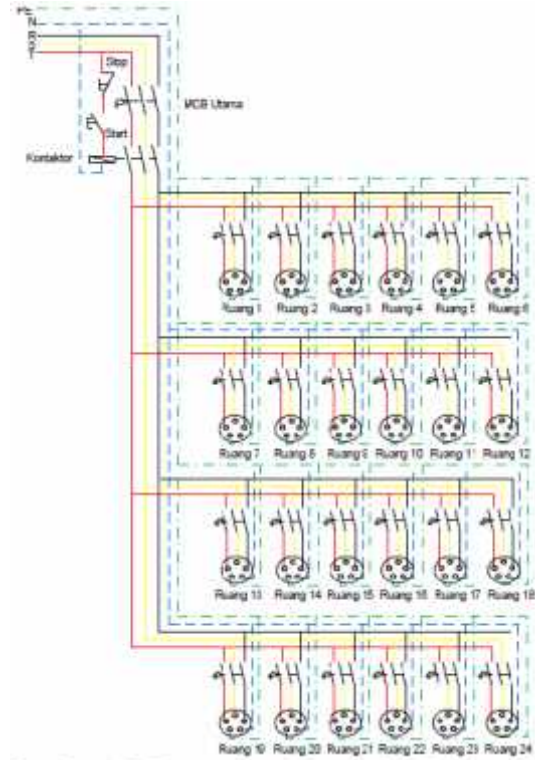
Gambar 5. Sketsa Rancangan dalam Panel Hubung Bagi

Sebelum merangkai kelistrikan pada panel, maka ditentukan terlebih dahulu tempat panel tersebut akan dipasang. Diagram lokasi panel pada bengkel instalasi tenaga ditunjukkan pada gambar 6.



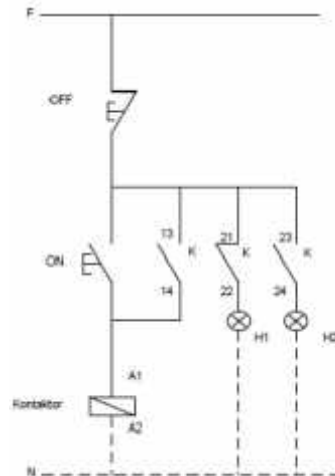
Gambar 6. Diagram Lokasi Panel pada Bengkel Instalasi Tenaga

Setelah mengetahui bentuk panel yang akan diperbaiki serta lokasi tempat panel tersebut akan diperbaiki maka yang harus dilakukan yaitu mengetahui rancangan rangkaian perbaikan pada panel yang akan diperbaiki. Rancangan rangkaian daya pada rangkaian instalasi panel ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rancangan Rangkaian Daya pada Rangkaian Instalasi Panel

Setelah dilakukan perancangan untuk rangkaian daya pada instalasi panel hubung bagi dibengkel tenaga ini, maka dibuatlah rancangan untuk sistem kontrolnya. Rangkaian sistem kontrol panel tenaga ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Sistem Kontrol Panel Tenaga

Langkah-langkah untuk melakukan perbaikan pada sistem kelistrikan instalasi panel kontrol dibengkel instalasi tenaga ini ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Langkah-Langkah Perbaikan Sistem Kelistrikan Instalasi Panel Kontrol

4. Perhitungan Rating MCB pada masing-masing Dinding.

Untuk praktek di bengkel Instalasi Listrik dan Tenaga ini ada dua jobsheet yang diberikan yaitu Jobsheet Instalasi Penerangan dan Jobsheet untuk Instalasi Tenaga. Dalam prakteknya pada jobsheet yang diberikan oleh instruktur, masing-masing dinding akan berbeda rangkaian motor 3 fasa yang akan digunakan. Adapun beban yang terpasang untuk masing-masing dinding adalah sebagai berikut:

1. Dinding Satu

Beban yang terpasang pada dinding satu adalah:

a. Instalasi Penerangan

- 3 pasang lampu TL 20 watt
- 3 buah lampu pijar 100 watt

b. Instalasi Tenaga

- Motor 1 dengan sistem Y/ manual dan otomatis.
- Motor 2 dengan sistem pembalik putaran.
- Motor 3 dengan sistem DOL.

Untuk motor di atas maka data untuk beban motor 3 fasa yang terpakai adalah:

$$P = 1 \text{ kW}$$

$$\text{Cos} = 0.8$$

Jadi dapat dihitung besar rating MCB untuk dinding 1, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data beban dinding 1

			TOTAL DAYA
3 (2 x 20)	3 x 100	3 x 1000	
↓	↓	↓	
120	300	3000	
			P = 3420 watt

Sehingga dapat dihitung arus yang mengalir untuk dinding 1 yaitu :

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

$$I = \frac{3420}{1,73 \times 220 \times 0,8}$$

$$I = 11,2322 \text{ A}$$

2. Dinding Dua

Beban yang terpasang pada dinding dua adalah:

a. Instalasi Penerangan

- 3 pasang lampu TL 20 watt
- 3 buah lampu pijar (60 watt, 60 watt dan 100 watt)

b. Instalasi Tenaga

- Motor 1 dengan sistem DOL.
- Motor 2 dengan sistem Bintang – Segitiga(Y-) Manual.
- Motor 3 dengan sistem pembalik putaran.




Untuk motor di atas maka data untuk beban motor 3 fasa yang terpakai adalah:

$$P = 1 \text{ kW}$$

$$\text{Cos} = 0.8$$

Jadi dapat dihitung besar rating MCB untuk dinding 2, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data beban dinding 2

			TOTAL DAYA
3 (2 x 20)	60+60+10 0	3 x 1000	
↓	↓	↓	
120	220	3000	
			P = 3.340 watt

Sehingga dapat dihitung arus yang mengalir untuk dinding 2 yaitu :

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

$$I = \frac{3340}{1,73 \times 220 \times 0,8}$$

$$I = 10,9695 \text{ A}$$

Jadi setelah dihitung beban terpakai untuk setiap dinding maka dapat disimpulkan bahwa besar rating pengaman untuk masing-masing dinding praktek adalah MCB 3 fasa, dimana dapat dipasang pada panel yang diperbaiki adalah MCB 3 fasa 25 A. Pada panel sebelumnya, besar rating MCB pengaman yang dipasang pada PHB di bengkel Listrik Tenaga ini adalah MCB 3 fasa 10 A, sehingga pada saat melakukan praktek MCB akan terputus karena arus yang terpakai untuk setiap dinding melebihi kapasitas MCB. Sehingga mengakibatkan MCB pada masing-masing dinding praktek akan mengalami trip.

Perhitungan KHA

Setelah melakukan perhitungan besarnya rating MCB, dihitung besar KHA untuk MCB utama pada panel, MCB untuk masing-masing dinding dan KHA untuk beban keluaran panel yaitu motor induksi 3 fasa. Berikut adalah perhitungan KHA untuk masing-masing dinding praktek;

1. Dinding 1

Diketahui : In = 11,3 A

$$KHA = 125 \% \times I_n$$

$$KHA = 1,25 \times 11,3A$$

$$KHA = 14,125 \text{ A}$$

Jadi KHA kabel yang dipakai untuk arus sebesar 14,125 A ini adalah kabel NYY 5 x 1,5 mm². Sedangkan dalam pelaksanaannya penulis menggunakan KHA kabel NYY 5 x 2,5 mm².

2. Dinding 2

Diketahui : In = 11 A

$$KHA = 125 \% \times I_n$$

$$KHA = 1,25 \times 11 \text{ A}$$

$$KHA = 13,75 \text{ A}$$

Jadi KHA kabel yang dipakai untuk arus sebesar 13,75 A ini adalah NYY 5 x 1,5 mm². Sedangkan dalam pelaksanaannya penulis menggunakan KHA kabel NYY 5 x 2,5 mm².

Praktek yang akan dilakukan untuk satu kali pertemuan adalah sebanyak 4 dinding praktek, jadi arus motor yang mengalir untuk empat dinding praktek adalah:

$$I_{\text{untuk 4 dinding}} = 4 \times I_{\text{start}}$$

$$I_{\text{untuk 4 dinding}} = 4 \times 9,5$$

$$I_{\text{untuk 4 dinding}} = 37,8 \text{ A}$$

Maka dapat dihitung KHA;

$$KHA = 250 \% \times I_{\text{start}}$$

$$KHA = 2,5 \times 9,5$$

$$KHA = 23,7 \text{ A}$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat ditentukan besar pengaman utama untuk empat dinding praktek pada panel tenaga ini yaitu :

$$I_{\text{utama}} = 37,8 \text{ A} + 23,7 \text{ A} = 61,5 \text{ A}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa pengaman utama yang penulis pasang dalam rangkaian pada panel tenaga sebesar 63A sebanding dengan pengaman

yang akan dipakai untuk 4 dinding. Karena dalam prakteknya untuk satu kali pertemuan hanya 4 dinding yang terpakai dalam melakukan praktek di bengkel instalasi tenaga ini.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah ditelusuri, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban maksimum yang terpakai untuk masing-masing dinding akan berbeda sesuai dengan jobsheet yang diberikan saat melakukan praktek. Adapun beban maksimum untuk satu dinding ialah 3.420 watt, sedangkan untuk 24 dinding praktek beban maksimum terpakai adalah sebesar 67.400 watt.
2. KHA kabel yang digunakan untuk pengaman masing-masing dinding adalah NYY 5 x 2,5 mm² dan KHA kabel yang digunakan untuk pengaman utama adalah NYA 3 x 4 mm², sedangkan untuk KHA kabel yang dipakai pada rangkaian untuk motor sistem DOL adalah NYA 2,5 mm².
3. Pengaman yang dipakai untuk masing-masing dinding praktek adalah sebesar 25 A, yang mana sebelumnya dipakai pengaman MCB sebesar 10 A. Sedangkan pengaman utama yang digunakan pada perbaikan panel tenaga dibengkel instalasi tenaga dan penerangan ini dipakai MCB 3 phasa 63 A, sedangkan sebelumnya hanya dipakai pengaman lebur (fuse) sebagai pengaman utamanya.

Daftar Pustaka

1. Wibowo, Ratno dkk. Kriteia Disain Enjineriing Konstruksi Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta Selatan. 2010: PT.PLN (PERSERO).
2. ABB Low Voltage Products. 2012. Katalog Harga produk ABB tahun 2011/2012. Jakarta.
3. PT. Schneider Indonesia. 2006. Katalog Daftar Harga PT.Schneider Indonesia tahun 2006. Jakarta
4. PUIL 2011. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011. Jakarta. 2013: Amandemen I. Badan Standardisasi Nasional.