

REKONDISI INSTALASI *LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION* *PANEL (LVMDP)* DI GEDUNG IR PRIJONO UIKA BOGOR

Deni Hendarto¹, Achmad Gunawan Lutfi²

¹Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

²Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

E-mail: deni.hendarto@ft.uika-bogor.ac.id
achgoen@gmail.com

ABSTRAK

REKONDISI INSTALASI *LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION PANEL (LVMDP)* DI GEDUNG IR PRIJONO UIKA BOGOR. Telah dilakukan rekondisi panel distribusi atau LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) yang mendistribusikan beban ke panel-panel yang lebih kecil kapasitasnya. Di dalamnya terdapat pemutus daya utama dan pemutus-pemutus beban yang tersambung dengan panel sub distribusi, membagi suplai listrik ke beban yang dibutuhkan. Saat ini Gedung Fakultas Teknik atau Gedung Ir. H. Prijono di Universitas Ibn Khaldun Bogor menggunakan daya terpasang sebesar 66 kVA, namun belum memiliki panel LVMDP yang sesuai dengan salah satu standar baik *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *Peraturan Umum Instalasi Listrik – Indonesia (PUIL)*. Akses LVMDP sudah aman dan terhindar dari sengatan arus listrik, LVMDP telah dilengkapi proteksi dan alarm terhadap gangguan ketidak stabilan tegangan, Pengawatan LVMDP sudah lebih baik dari sebelumnya, Panel LVMDP, Panel Penerangan Kotak Kontak dan Panel AC Lantai 1 kini sudah memiliki Labeling komponen, nomor kabel dan name plate beban.

Kata kunci: *Panel, Distribution, Rekondisi dan Sistem proteksi*

1. PENDAHULUAN

Panel distribusi atau LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) adalah panel distribusi yang mendistribusikan beban ke panel-panel yang lebih kecil kapasitasnya. Perlu dilakukan rekondisi terhadap panel distribusi atau LVMDP agar sesuai dengan standar *International Electrotechnical Commission (IEC)* dan *Peraturan Umum Instalasi Listrik – Indonesia (PUIL)*. Dengan dilakukan rekondisi diharapkan dalam pengelolaan, pemeliharaan, dan perbaikan sistem kelistrikan dapat dilakukan dengan baik dan mudah.

Rekondisi yang akan dilakukan meliputi: (a) perancangan ulang tata letak peralatan pada LVMDP, (b) peningkatan kualitas alat dan bahan yang terdapat di dalam panel, dan (c) pelabelan dan pemberian nama di MCCB dan MCB yang ada di dalam LVMDP[1.2].

Berdasarkan latar belakang tersebut telah dilakukan rekondisi instalasi *low voltage main distribution* panel (*LVMDP*) di gedung Ir Prijono Uika Bogor melalui perolehan tujuan Penelitian yaitu: (a) hasil rekondisi di Gedung Ir. H. Prijono Universitas Ibn Khaldun Bogor dan (b) Penggunaan

Panel LVMDP yang sesuai standar yang ditetapkan oleh *International Electrotechnical Commission (IEC)* dan *Peraturan Umum Instalasi Listrik – Indonesia (PUIL)*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Elektrikal Gedung

Elektrikal dalam suatu gedung adalah menyangkut persediaan sarana distribusi listrik tegangan rendah dari panel utama tegangan rendah (*LVMDP*) *Low Voltage Main Distribution Panel* ke panel sub distribusi hingga peralatan atau accessories. Dalam gedung yang lebih besar, ruang lingkup elektrikal dari suatu gedung juga menyangkut perubahan tegangan menengah PLN (20.000 Volt) menjadi tegangan rendah. Pada gedung ini tegangan listrik didistribusikan dari saluran tegangan menengah melalui trafo menjadi saluran tegangan rendah 3 fase R,S,T, di mana tegangan antar fase 380 volt, dan 220 pada jalur netral.

2.2 Panel LVMDP

Fungsi *Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP)* adalah sebagai panel penerima daya/power dari transformer (trafo) dan mendistribusikan power tersebut lebih lanjut ke panel *Low voltage sub distribution (LVSDP)*, Menggunakan *Air Circuit Breaker* atau *Moulded Case Circuit Breakers*, panel sub distribusi akan mendistribusikan power tersebut ke peralatan electrical sedangkan fungsi *Low Voltage Sub Distribution (LVSDP)* adalah mendistribusikan power tersebut ke peralatan electrical.

2.3 Metode Penelitian

Metode penelitian dilaksanakan melalui tahapan-tahapan kegiatan yaitu: (a) perencanaan rekondisi LVMDP, (b) penentuan peralatan dan bahan LVMDP, (c) pemasangan komponen, pengujian dan pengurusan kabel, dan (d) Penerapan sistem proteksi pada panel LVMDP.

2.4 Bahan dan Alat

Adapun komponen-komponen yang akan digunakan untuk merekondisi panel sebagaimana tercantum pada Tabel 1 dan Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 1 Daftar Komponen Untuk LVMDP Lantai 1

DAFTAR KOMPONEN UNTUK LVMDP LANTAI 1					
NO	KODE	SPEKIFIKASI	TYPE	MERK	JUMLAH
1	MCB 0	MCCB 3P 250 AF 250 AT	EZC 250N	SCHNEIDER	1
2	MCB 1-6	MCCB 3P 100 AF 60 AT	EZC 100F	MERLIN GERIN	6
3	CFRST	CT 2005 A CLASS 15 VA	MSQ40	NITECH	3
4	F1,2,3	FUSE 6A	RT18M32X	AXLE	3
5	AMPEREMETER	2005 A	AX96	AXLE	3
6	VOLTMETER	0-300 VOLT	AX96	AXLE	1
7	VOLTSELEKTOR SWITH	VOLTSELEKTOR SWITH 7 POSISI, AC 40/15 A	TP16-61313 B03	CG	1
8	PL	PILOT LAMP RL-GL-GL AC 220 V	AD22-22DS	FORT	3
9	SHUNT TRIP	AC 200-240 V	EZESHT 3004C	SCHNEIDER	1
10	LAMPBUZZER	PILOT LAMP & BUZZER RL AC 220 V	AD22-22MSD	SCHNEIDER	1
11	2759	PHASE TO PHASE VOLTAGE 380V (-20% @ 415V) (-20% @ AC SUPPLY FREQUENCY 45Hz TO 65Hz	MU 250	MERO	1
12	AUXRELAY	AUXKONTAK AC 220 V	M4N	OMRON	1
13	RB RESET	AUXKONTAK NONC	YWE10	IEEC	1
14	CCS	CHARGE OVER SWITCH 2 NO 2 POSITION	YWE10	IEEC	1

Tabel 2 Daftar Komponen Untuk Panel Lantai 1 (Penerangan dan Kotak Kontak)

DAFTAR KOMPONEN UNTUK PANEL LANTAI 1 (PENERANGAN DAN KOTAK KONTAK)					
NO	KODE	SPEKIFIKASI	TYPE	MERK	JUMLAH
1	MCB 0	MCB 3P 63 A 415 VCL T6 KA	C60N	SCHNEIDER	1
2	MCB 1,2,9,10, 17,18,19	MCB 3P 6A AC 220/415 V 6 KA	C60N	SCHNEIDER	8
3	MCB 3,4,5, 12,13,14,20,21	MCB 3P 10 A AC 220/415 V 6KA	C60N	SCHNEIDER	8
4	MCB 6,7,8,15, 16,22,23,24	MCB 3P 16 A AC 220/415 V 6KA	C60N	SCHNEIDER	8
5	F1,2,3	FUSE 6 A	RT18M32X	AXLE	3
6	PL	PILOT LAMP RL-GL-GL AC 220 V	AD22-22DS	FORT	3

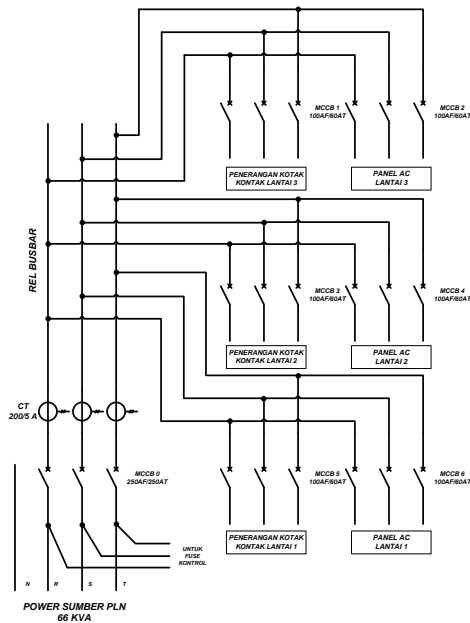
Alat yang digunakan ditunjukkan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Alat yang digunakan

No	Nama	Jumlah
1	Mesin bor	1
2	Mita bor Ø 3,5 mm	2
3	Mita bor Ø 4,5 mm	1
4	Mita bor Ø 5,0 mm	1
5	Mita bor Ø 6,0 mm	1
6	Mita bor Ø 10,0 mm	1
7	Mita borosov Ø 22 mm	1
8	Mesin gerinda	1
9	Mita gerinda halus	1
10	Mita gerinda potong	1
11	Tang pres	1
12	Tang potong	2
13	Tang kombinasi	1
14	tespen	1
15	Obeng +	3
16	Obeng -	2
17	Kunci L	1 set
18	Gergaji besi	1
19	Gunting	1
20	kater	1
21	Alat potong acrylic	1

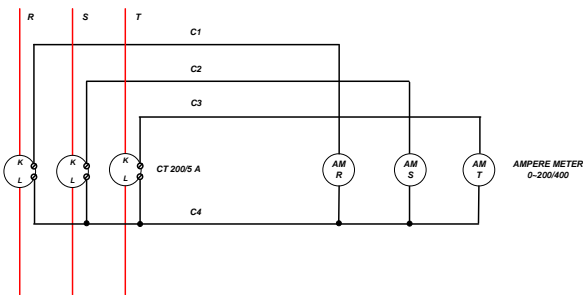
a. Perencanaan Rekondisi LVMDP

Diagram satu garis rekondisi LVMDP, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



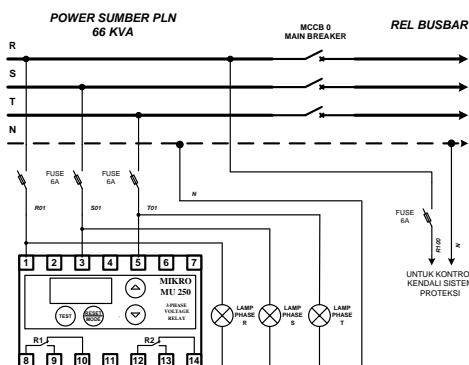
Gambar 1 Diagram daya LVMDP Fakultas Teknik

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa Diagram daya LVMDP Fakultas Teknik Terbagi ke 6 subdistribusi yaitu ke panel penerangan kotak kontak lantai 1, panel AC lantai 1, panel penerangan kotak kontak lantai 2, panel AC lantai 2, penerangan kotak kontak lantai 3, dan panel AC lantai 3 dengan masing-masing MCCB 60A.



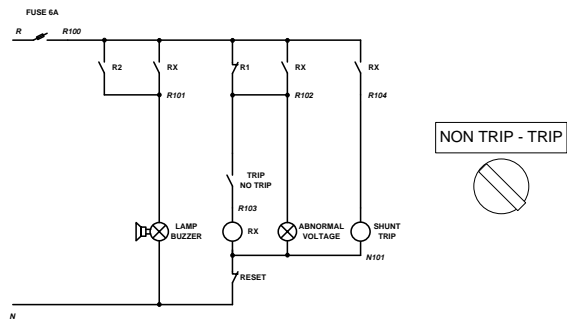
Gambar 2 Diagram control CT LVMDP Fakultas Teknik

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa rangkaian CT untuk mengirim arus dari CT ke Ampere Meter fasa R, T, dan S sesuai dengan pemakaiannya.



Gambar 3 Diagram kontrol 3 fasa sistem proteksi, Diagram kontrol lampu indikasi dan kontrol kendali sistem proteksi

Pada Gambar 3 menunjukkan diagram 3 fasa sistem proteksi untuk membaca tegangan pada sistem proteksi yang dapat membaca keadaan tegangan dan dapat mengindikasikan Under Over Voltage. Dan lampu untuk mengindikasikan bahwa perfasa bertegangan.



Gambar 4 Gambar wiring control sistem proteksi UVR/OVR

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa wiring control sistem proteksi dari gambar tersebut kita dapat mengartikan prinsip kerja dari gambar tersebut, Prinsip kerja control sistem proteksi apabila terjadi Under voltage atau Over voltage maka relay akan berkerja mengirim sinyal alarm dengan waktu yang telah disetting main breaker tidak akan langsung trip, tetapi apabila melebihi batas waktu setting maka relay akan memerintahkan shunt trip untuk mengtripkan MCCB atau Main Breaker, tetapi apabila COS pada posisi NON TRIP maka relay hanya untuk memerintahkan alarm saja.

b. Penentuan Peralatan dan Bahan LVMDP

(i) Pemasangan Komponen

Pemasangan komponen panel LVMDP ini bertujuan menata ulang komponen-komponen yang berada di panel. Hal ini dilakukan, agar komponen panel lebih tersusun dengan rapih.

(ii) Pengujian dan Pengurutan Kabel

Setelah pemasangan komponen selesai lanjut pada metode pengujian dan pengurutan kabel dengan maksud tujuan untuk menentukan jalur kabel tersebut.

(iii) Pelabelan dan Pemberian Nama pada MCCB dan MCB dalam Panel

Setelah dilakukan rancang ulang dan perbaikan kualitas peralatan panel, selanjutnya dilakukan labeling dan pemberian nama-nama pada MCCB dan MCB yang sesuai dengan standar yang berlaku.

(iv) Penerapan sistem proteksi pada panel LVMDB

Under Voltage Relay (UVR)

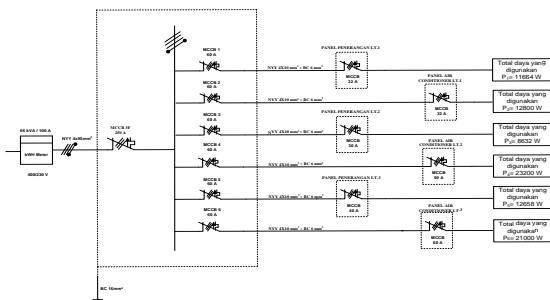
Relay ini bekerja saat tegangan turun sampai pada posisi nilai yang izinkan dengan jarak waktu sesuai dengan yang diizinkan, Bekerja untuk mendeteksi tegangan sistem tenaga listrik. Alat ini bekerja bila terjadi penurunan tegangan akibat beban lebih. Bila tegangan turun sampai mencapai nilai <80% dari tegangan nominal, maka kotak relay yang dihubungkan dengan catu daya akan terhubung untuk mengoperasikan *tripping circuit breaker*.

Over Voltage Relay (OVR)

OVR akan bekerja pada sistem bila terjadi kelebihan tegangan pada sistem, misalnya gangguan akibat sambaran petir.

3. HASIL DAN BAHASAN

3.1 Perencanaan dan Pelaksanaan Rekondisi LVMDP



Gambar 5 Diagram satu garis LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION PANEL (LVMDP)

Berdasarkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa perhitungan kapasitas beban PLN hanya mampu menyuplai daya tidak sampai 50%, karena sesuai dengan kontrak PLN yang hanya sebesar 66 KVA atau 100 A.

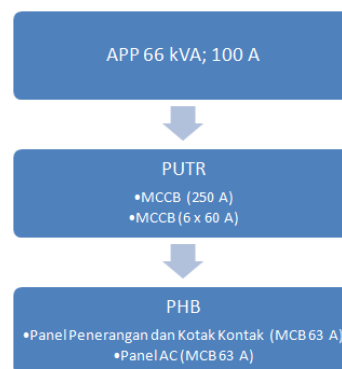
Gedung Fakultas Teknik adalah salah satu gedung di lingkungan Universitas Ibn Khaldun Bogor yang pertama kali dioperasikan dan difungsikan sebagai perkantoran dan perkuliahan pada tahun 2012. Gedung Fakultas Teknik memiliki 3 (tiga) lantai, lantai 1 digunakan untuk Ruang Dekan, Ruang Para Wakil Dekan, Ruang Prodi,

Ruang Tata Usaha, Ruang Rapat, Ruang Penjaminan Mutu dan Ruang Perpustakaan. Lantai 2 digunakan sebagai ruang kuliah, laboratorium, ruang seminar, ruang pengelola laboratorium, ruang server, dan aula. Adapun lantai 3 seluruhnya digunakan sebagai ruang perkuliahan. Masing-masing lantai dilengkapi kamar kecil untuk mahasiswa dan mahasiswi, sedangkan kamar kecil untuk dosen dan karyawan hanya berada di lantai 1.

Dalam pengoperasiannya gedung fakultas teknik ini mempunyai daya terpasang sebesar 66.000 VA atau 66 kVA; 100A. Setiap lantai pada gedung fakultas teknik terdapat ruang panel, yang setiap ruang panel terdiri atas 2 unit PHB, yaitu panel penerangan & kotak kontak dan panel AC. Panel utama tegangan rendah berada dalam ruang panel pada lantai 1 yang letaknya berdekatan dengan APP (Alat Pembatas dan Pengukuran).

Daya listrik dari APP dialirkan melalui panel utama tegangan rendah yang di dalam panel terdiri atas 1 unit MCCB berkapasitas 250 A, yang kemudian didistribusikan ke 6 unit MCCB yang masing-masing berkapasitas 60 A. Setiap lantai dicatu daya listrik melalui 2 unit MCCB 60 A.

Daya listrik setiap lantai disuplai melalui 2 unit PHB (Panel Listrik), yaitu panel penerangan dan kotak kontak dan panel AC. Jadi setiap lantai terdapat 2 unit panel, sedangkan setiap panel terdiri 1 unit MCCB yang besarnya 63 A. Secara umum blok diagram pemanfaatan daya listrik di gedung fakultas teknik seperti ditunjukkan blok Diagram pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Blok Diagram LVMDP

3.2 Hasil rekondisi tata letak dan pengawatan LVMDP

Pada Gambar 7 memperlihatkan panel sebelum dan sesudah rekondisi.



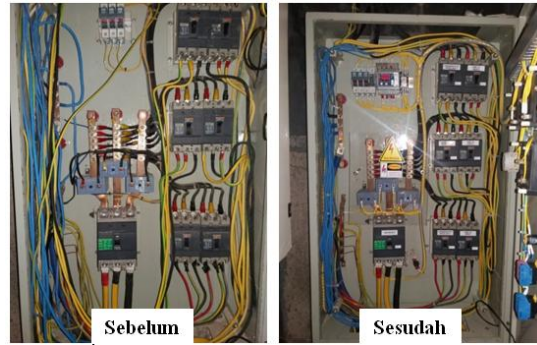
Gambar 7 LVMDP di Fakultas Teknik

Berdasarkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa sebelum rekondisi panel LVMDP dan sesudah rekondisi. Awalnya pintu panel LVMDP tidak dapat tertutup dengan baik dikarenakan terlalu berdekatan dengan panel penerangan kotak kontak lantai 1, setelah direkondisi dengan cara menggeserkan panel penerangan kotak kontak lantai 1 maka pintu panel LVMDP Fakultas teknik dapat tertutup dengan baik.



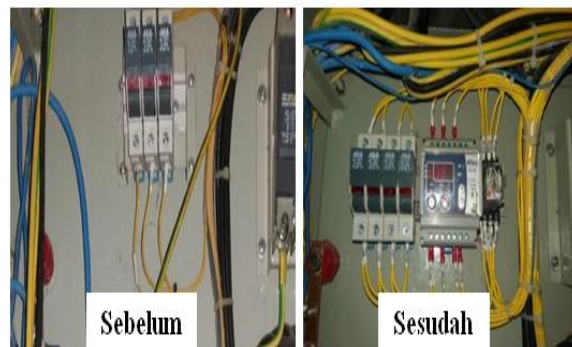
Gambar 8 LVMDP di Fakultas Teknik

Pada Gambar 8 memperlihatkan tampak depan LVMDP Fakultas sebelum rekondisi panel dan sesudah rekondisi dengan adanya tambahan lampu indikasi (ABNORMAL VOLTAGE), push botton (RESET) dan change over switch (NON TRIP – TRIP).



Gambar 9 tampak dalam LVMDP

Berdasarkan pada Gambar 9 memperlihatkan LVMDP pada bagian dalam, dengan cara menata ulang tata letak kabel agar panel terlihat rapi.



Gambar 10 tata letak sistem proteksi UVR/OVR

Berdasarkan pada Gambar 10 memperlihatkan Tata letak sistem proteksi UVR/OVR ini mengganti rel omega karena yang lama sangat pendek setelah diganti yang aga panjang barulah relay sistem proteksi dan aux relay dapat dipasang.



Gambar 11 lampu dan buzzer alarm

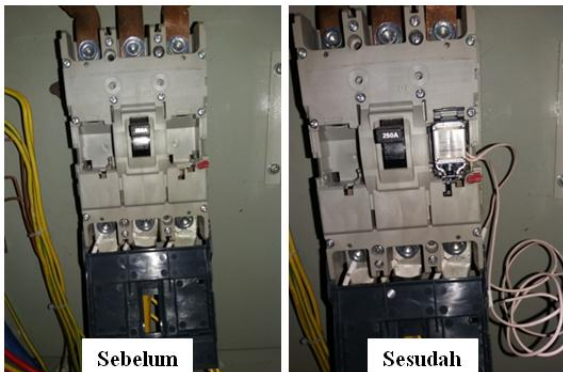
Berdasarkan pada gambar 11 memperlihatkan lampu dan Buzzer Alarm berfungsi apabila terjadi gangguan, maka lampu buzzer akan menyala dan lampu buzzer akan berhenti pada keadaan normal.



Gambar 12 main busbar LVMDP Fakultas Teknik
 Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12 Sebelum direkondisi main busbar LVMDP Fakultas Teknik sangat berbahaya karena tidak ada proteksi terhadap main busbar setelah direkondisi main busbar LVMDP Fakultas Teknik ditambahkan akrilik proteksi untuk menahan sentuhan benda terhadap main busbar yang baraliran listrik.

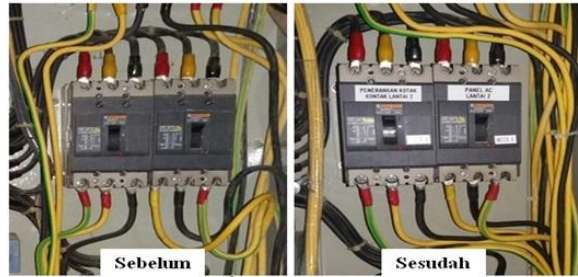


Gambar 13 Tampak dalam pintu LVMDP Fakultas Teknik
 Gambar 13 memperlihatkan tampak dalam pintu LVMDP Fakultas Teknik dengan ditambah kontrol sistem proteksi UVR/OVR.



Gambar 14 Shunt Trip yang terpasang di Main Breaker

Berdasarkan pada Gambar 14 Tambahan pemasangan Shunt Trip pada Main Breaker pada LVMDP Fakultas Teknik ini berfungsi apabila terjadi gangguan pada sistem proteksi maka shunt trip akan bekerja mengtripkan main breaker.



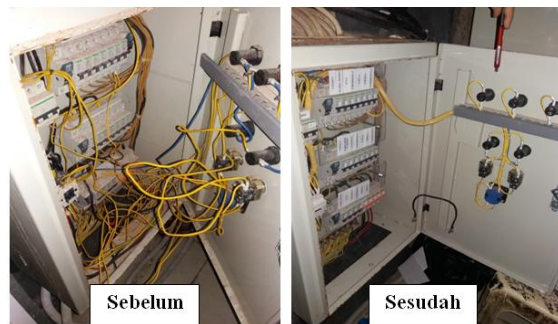
Gambar 15 Lebeling nomor MCCB dan Name Plate nama beban

Pada Gambar 15 Lebeling nomor MCCB dan Name Plate nama beban dipasang karena untuk memudahkan pada saat terjadi masalah dan mempermudah apabila akan diadakan perbaikan atau perawatan.

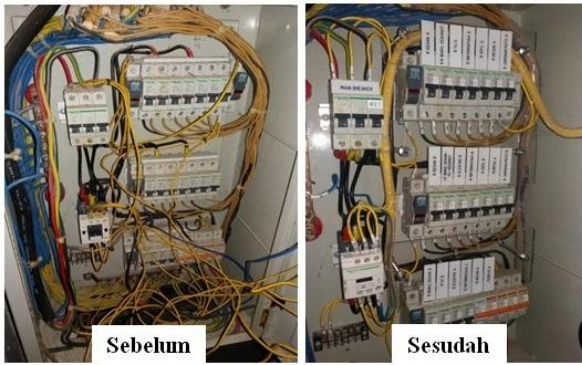


Gambar 16 Tampak depan Panel AC Lantai 1

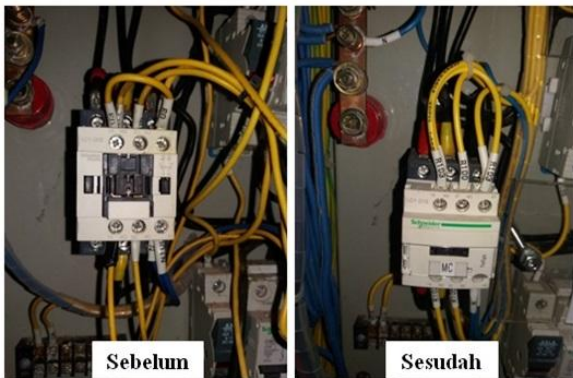
Pada Gambar 16 Sebelum di rekondisi Tampak depan Panel AC Lantai 1 tidak ada Name Plate apapun untuk beri keterangan nama panel dan indikasi ON dan OFF tetapi setelah direkondisi panel tampak lebih jelas karena memiliki keterangan-keterangan untuk mempermudah pada saat operasi.



Gambar 17 Gambar tampak dalam Panel AC Lantai 1
 Pada Gambar 17 Tampak dalam Panel AC Lantai 1 sebelum direkondisi kabel kontrol sangat tidak beraturan tetapi setelah direkondisi kabel kontrol magnet kontaktor terpasang dengan rapih.



Gambar 18 Tata letak komponen Panel AC Lantai 1
 Pada Gambar 18 tata letak komponen Panel AC Lantai 1 sebelum direkondisi tata letak komponen dan jalur kabel belum tersusun dengan baik, setelah direkondisi tata letak dan jalur kabel sekarang lebih tersusun rapih.



Gambar 19 magnet kontaktor
 Pada Gambar 19 Sebelum direkondisi magnet kontaktor tidak berfungsi setelah direkondisi dengan cara mengganti dan merubah wiring control sekarang magnet kontaktor sudah dapat berfungsi dengan rapih.

3.3 Standar LVMDP Berdasarkan IEC dan PUIL 2000

1. LVMDP Berdasarkan IEC

Indek proteksi panel indoor adalah **IP 21** yang artinya Indek Proteksi terlindung dari benda padat yang diameternya melebihi 12 mm (misalnya jari tangan) dan terlindung dari tetesan air yang jatuh vertical, seperti ditunjukkan pada Gambar 20.

Angka Pertama Perlindungan terhadap unsur-unsur yang solid			Angka Kedua Perlindungan terhadap benda cair		
IP	test		IP	test	
0	Ø 50 mm	Tidak ada proteksi	0		Tidak ada proteksi
1	Ø 50 mm	Tertindungi dari benda padat yang diameternya melebihi 50 mm (misalnya secara tak sengaja tersentuh tangan)	1		Tertindungi dari tetesan air yang jatuh vertical (Kondensasi)
2	Ø 50 mm	Tertindungi dari benda padat yang diameternya melebihi 12 mm (misalnya : jari tangan)	2		Tertindungi dari tetesan air yang jatuh sampai 15° dari vertical.
3	Ø 2,5 mm	Tertindungi dari benda padat yang diameternya melebihi 2,5 mm (misalnya : perkakas, kawat)	3		Tertindungi dari tetesan air yang jatuh sampai 60° dari vertical.
4	Ø 1 mm	Tertindungi dari benda padat yang diameternya lebih dari 1 mm (misalnya : alat-alat kecil, belati)	4		Tertindungi dari pancaran air dari segala arah.
5		Tertindungi dari debu lunsur yang menimbulkan tetapan (tidak merugikan)	5		Tertindungi dari air yang disemprotkan dari segala arah.
6		Tertindungi sama sekali dari debu	6		Tertindungi dari semprotan air yang menyempit gelombang air laut.
			7		Tertindungi dari sikat pembersihan air.
			8		Tertindungi dari sikat pembersihan air dengan tekanan tinggi.

Gambar 20 simulasi Indek Proteksi

2. LVMDP Berdasarkan PUIL 2000

Tabel 1 Pengenal inti atau rel standar PUIL 2000

No.	Inti atau rel	Pengenal		
		Dengan huruf	Dengan lambang	Dengan warna
	1	2	3	4
A	Instalasi arus bolak-balik Fasa satu Fasa dua Fasa tiga Netral	L1/R L2/S L3/T N		Merah Kuning Hitam Biru
B	Instalasi perlengkapan listrik Fase satu Fase dua Fase tiga	UX VY WZ		Merah Kuning Hitam
C	Instalasi arus searah Positif Negatif Kawat tengah	L+ L- M	+	Tidak ditetapkan Tidak ditetapkan Biru
D	Pengantar netral	N		Biru
E	Pengantar pembumian	PE		Loreng hijau-kuning

Berdasarkan Pada Tabel 1 memperlihatkan pengenalan inti atau rel, lebeling instalasi arus bolak-balik yang ada pada power listrik, motor listrik 3 fasa, instalasi arus searah, pengantar netral dan pengantar pembumian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan direkondisi panel LVMDP diperoleh hasil bahwa akses ke LVMDP sudah aman dan terhindar dari sengatan arus listrik, pintu panel LVMDP sudah dapat dibuka dan ditutup dengan baik, dan pengawatan LVMDP sudah lebih baik. Selain itu panel LVMDP, Panel Penerangan dan Panel AC pada Lantai 1 sudah memiliki lebeling komponen, nomor kabel, dan papan nama beban.

2. Panel distribusi atau LVMDP telah memiliki indek proteksi (IP21) yang artinya Indek Proteksi terlindung dari benda padat yang diameternya melebihi 12 mm (misalnya jari tangan), terlindung dari tetesan air yang jatuh vertical, lebeling komponen, nomor kabel, dan papan nama beban yang sesuai dengan standar IEC dan PUIL.

UCAPAN TERIMAKASIH

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Internet:
<http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/sistem-elektrikal-gedung.html>. 2014. di akses 23 apri 2016
- [2] Internet:
<http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/komponen-komponen-pada-panel.html>. 2014. di akses 4 mei 2016
- [3] Internet:<http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2008/11/dasar-dasar-sistem-proteksi.html>. 2008. di akses 9 mei 2016
- [4] Internet:
<https://www.scribd.com/doc/179117609/Jenis-Relay-Proteksi-Dan-Fungsinya>. di akses 8 mei 2016
- [5] Arismunandar, A dan Kuwahara, S. 1972. Teknik Tenaga Listrik, jiid II Gardu Induk. Jakarta.
- [6] IEC 947-1
- [7] Aslimeri. Teknik Tenaga Listrik jilid 3. Direktorat Pembinaan sekolah menengah kejuruan, Jakarta, 2008
- [8] Internet:
<http://www.scribd.com/doc/76920095/Proteksi-Sistem-Tenaga-Listrik>. di akses 18 mei 2016
- [9] Spesifikasi Panel Listrik PT UNI MAKMUR ELEKTRIKA Edisi 8: Jakarta: 2015
- [10] Sutrisno. (2000). *Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Press. Relay Proteksi dikutip dari <http://id.wikipedia.org/wiki/relay-proteksi>
- [11] Ramadan Taufik, Laporan kerja Praktik Di gedung Ir Prijono Hardjosentono, Bogor: UIKA Library; 2014