

PERENCANAAN DAN PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK PENERANGAN DAN TENAGA DI GEDUNG WORKSHOP PT. BASUH POWER ELECTRIC

M. Hariansyah¹

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

E-mail: m.hariansyah@ft.uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

PERENCANAAN DAN PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK PENERANGAN DAN TENAGA DI GEDUNG WORKSHOP PT. BASUH POWER ELECTRIC merupakan hal yang paling penting. Permasalahan yang sedang dihadapi gedung workshop yang terdiri dari dua bangunan A dan B belum mempunyai instalasi listrik penerangan, dan instalasi tenaga untuk mesin-mesin produksi, sehingga perlu segera dipasang. Lebih lanjut akhir tahun 2014, Pemda Kabupaten Bogor telah mencatat sebanyak 72 kasus kebakaran, 78 % disebabkan oleh arus hubung singkat (shot circuit). Penyebab terjadinya hubung singkat, perencanaan system instalasi listrik tidak sesuai dengan standar PUIL 2000 (Peraturan Umum Instalasi Listrik), seperti material kabel yang digunakan, alat-alat pengaman, system pembumian, system koneksi antara kabel satu dengan lainnya, KHA (Kuat Hantar Arus) yang semuanya tidak standar. Tujuan yang ingin dicapai adalah menghasilkan pemasangan instalasi listrik penerangan dan instalasi tenaga listrik, meliputi kebutuhan kuat penerangan cahaya di dalam ruangan, jumlah lampu, jumlah kabel dan ukurannya, gambar instalasi agar instalasi penerangan listrik dapat dinyatakan layak operasi sesuai aturan PUIL 2000. Setelah dilakukan analisis dan perencanaan dapat diterapkan, jumlah lampu yang dibutuhkan untuk penerangan pada gedung A, sebanyak 21 unit, menghasilkan kuat penerangan cahaya 250 lux menggunakan lampu induksi BMX 120 watt, dan gedung B sebanyak 28 unit menghasilkan kuat penerangan cahaya 250 lux, menggunakan lampu jenis induksi BMX 342, 150 watt. Jumlah kabel yang dibutuhkan terdiri kabel penerangan jenis NYM 3x2,5 mm², sebanyak 50 roll, dan kabel tenaga NYY 4 x 6 mm² sebanyak 2 roll.

Kata kunci: Instalasi listrik, kuat penerangan cahaya, kebakaran

1. PENDAHULUAN

PT. Basuh Power Electric, mulai menempati gedung perkantoran dan workshop yang baru di lokasi Kawasan Industri Sentul Jawa Barat. Permasalahan yang sedang dihadapi gedung workshop yang terdiri dari dua bangunan A dan B belum mempunyai instalasi listrik penerangan, dan instalasi tenaga untuk mesin-mesin produksi, sehingga perlu segera dipasang.

Akhir tahun 2014, Pemda Kabupaten Bogor telah mencatat sebanyak 72 kasus kebakaran, 78 % disebabkan oleh arus hubung singkat (shot circuit). Penyebab terjadinya hubung singkat, perencanaan system instalasi listrik tidak sesuai dengan standar PUIL 2000 (Peraturan Umum Instalasi Listrik), seperti material kabel yang digunakan, alat-alat pengaman, system pembumian, system koneksi antara kabel satu dengan lainnya, KHA (Kuat Hantar Arus) yang semuanya tidak standar.

Tujuan yang ingin dicapai adalah menghasilkan pemasangan instalasi listrik

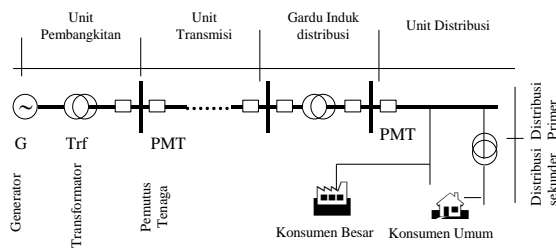
penerangan dan instalasi tenaga listrik, meliputi kebutuhan kuat penerangan cahaya di dalam ruangan, jumlah lampu, jumlah kabel dan ukurannya, gambar instalasi agar instalasi penerangan listrik dapat dinyatakan layak operasi sesuai aturan PUIL 2000.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat-pusat Listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTP, dan PLTD kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh Transformator penaik tegangan (Step Up Transformator) yang ada di Pusat Listrik. Saluran tegangan tinggi di PLN kebanyakan mempunyai tegangan 70 kV, 150 kV dan 500 kV. (Zuhail, 2001), Setelah tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi hingga ke Gardu Induk (

GI) untuk diturunkan tegangannya melalui Transformator penurunan tegangan (*Step down Transformator*) menjadi tegangan menengah atau yang disebut juga tegangan distribusi primer . Hal ini digambarkan pada Gambar 1. Tegangan distribusi primer yang digunakan oleh PLN adalah tegangan 20 kV. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer kemudian diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah dengan tegangan 380/220 Volt , untuk selanjutnya disalurkan kerumah-rumah pelanggan PLN melalui Sambungan Rumah.



Gambar 1 Diagram satu garis system kelistrikan

2.2 Pengertian Instalasi listrik domestik dan non domestic

Instalasi domestik adalah instalasi listrik dalam bangunan untuk perumahan / tempat tinggal, dan Instalasi non domestik adalah instalasi listrik bukan untuk perumahan atau industri misalnya, perkantoran, mal, pusat perbelanjaan dll. Ruang lingkup instalasi terdiri atas Instalasi penerangan, instalasi PHB (Perlengkapan Hubung Bagi), gawai proteksi dan pembumian, (**Heru S & Suleman, 2009**).

2.3 Pemasangan instalasi :

Pemasangan instalasi dilakukan berdasarkan hal-hal sebagai berikut, gambar situasi , letak bangunan dimana instalasi akan dipasang, gambar instalasi, rencana penempatan bahan instalasi, rencana penyambungan, hubungan antara peralatan, sarana pelayanan dan PHB, Diagram instalasi garis tunggal, diagram PHB, bahan yang dipakai, serta ukuran dan jenis penghantar.

2.4. Material Instalasi Listrik

2.4.1. Kabel Listrik

Kabel listrik berfungsi sebagai konduktor atau penghantar tegangan, arus dan daya listrik dari pembangkit ketitik-titik beban. Berdasarkan jenis pemasangan, kabel jenis kabel yang ada dipasaran terbagi menjadi dua macam kabel pasangan dalam dan kabel pasangan luar. Berdasarkan ekakuannya kabel dibedakan kabel fleksibel dan kabel kaku.

Umumnya kabel yang dipasang dalam gedung, mempunyai sifatnya permanen menggunakan jenis kabel NYM. Dan jenis kabel NYY untuk dipasang diluar bangunan. Besar kecil ukuran kebel listrik yang akan dipasang tergantung dari beban yang akan digunakan, makin besar daya listrik yang dipakai maka penampang ukuran kabel juga harus lebih besar. Umumnya kabel mempunyai Standar Kemampuan Hantar Arus. Instalasi jala-jala listrik di Indonesia berpedoman pada Standar Nasional Indonesia[SNI] tahun 2000, Kemampuan Hantar Arus konduktor kabel tertuang pada Tabel 1.

Tabel 1 Kuat Hantar Arus

Jenis Kabel	Luas Penampang [mm ²]	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		di tanah [A]	di udara [A]	di tanah [A]	di udara [A]	di tanah [A]	di udara [A]
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
NYM	2,5	54	35	41	27	34	25
NYBY	4	70	46	54	37	44	34
NYFGbY	6	90	58	68	48	56	43
NYRGbY	10	122	79	92	66	75	60
NYCY	16	160	105	121	89	98	80
NYCWY	25	206	140	153	118	128	106
NYSY	35	249	174	187	145	157	131
NYCEY	50	296	212	222	179	185	159
NYSEY	70	365	269	272	224	228	202
NYHSY	95	438	331	328	271	275	244
NYKY	120	499	386	375	314	313	282
NYKBY	150	561	442	419	361	353	324
NYKFGbY	185	637	511	475	412	399	371
NYKRGbY	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-

Sumber: PUIL 2000

Nilai-nilai yang tercatat pada Tabel 2. masih kurang tepat maka diperlukan koreksi, untuk mendapatkan nilai mendekati tepat nilai pada tabel 1 dikalikan dengan nilai koreksi yang dimuat dalam Tabel 2.

Tabel 2 Faktor koreksi untuk KHA

Suhu keliling	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
Faktor koreksi	1.18	1.12	1.07	1	0.94	0.87

2.4.2 MCB

MCB sering disebut juga pengaman otomatis. Pengaman otomatis ini memutuskan sirkit secara otomatis apabila arusnya melebihi *setting* dari MCB tersebut. Pengaman otomatis dapat langsung dioperasikan kembali setelah mengalami pemutusan (trip) akibat adanya gangguan arus hubung singkat dan beban lebih.

a. Jenis-Jenis MCB

(Setiawan HV. 1981). Berdasarkan waktu pemutusannya, pengaman-pengaman otomatis dapat terbagi atas Otomat-L, Otoma-H, dan Otomat-G.

a). Otomat-L (Untuk Hantaran)

Pada Otomat jenis ini pengaman termisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Apabila terjadi beban lebih dan suhu hantarannya melebihi suatu nilai tertentu, elemen dwi logamnya akan memutuskan arusnya. Kalau terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak-balik yang sama dengan 4 In-6 In dan arus searah yang sama dengan 8 In pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0.2 sekon.

b). Otomat-H (Untuk Instalasi Rumah)

Secara termis jenis ini sama dengan Otomat-L. Tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 sekon, jika arusnya sama dengan 2,5 In-3 In untuk arus bolak-balik atau sama dengan 4 In untuk arus searah. Jenis Otomat ini digunakan untuk instalasi rumah. Pada instalasi rumah, arus gangguan yang rendah pun harus diputuskan dengan cepat. Jadi kalau terjadi gangguan tanah, bagian-bagian yang terbuat dari logam tidak akan lama bertegangan.

c). Otomat-G

Jenis Otomat ini digunakan untuk mengamankan motor-motor listrik kecil untuk arus bolak-balik atau arus searah, alat-alat listrik dan juga rangkaian akhir besar untuk penerangan, misalnya penerangan pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada 8 In-11 In untuk arus bolak-balik atau pada 14 In untuk arus searah. Kontak-kontak sakelarnya dan ruang pemadam busur apinya memiliki konstruksi khusus. Karena itu jenis Otomat ini dapat memutuskan arus hubung singkat yang besar, yaitu hingga 1500 A.

2.4.3 Cara kerja MCB

Cara kerja MCB sebagai berikut: (Setiawan HV. 1981).

a. Thermis; prinsip kerjanya berdasarkan pada pemuaian atau pemutusan dua jenis logam yang koefisien jenisnya berbeda. Kedua jenis logam tersebut dilas jadi satu keping (bimetal) dan dihubungkan dengan kawat arus. Jika arus yang melalui bimetal tersebut melebihi arus nominal yang diperkenankan maka bimetal tersebut akan melengkung dan memutuskan aliran listrik.

b. Magnetik; prinsip kerjanya adalah memanfaatkan arus hubung singkat yang cukup besar untuk menarik sakelar mekanik dengan prinsip induksi elektromagnetis. Semakin besar arus hubung singkat, maka semakin besar gaya yang menggerakkan sakelar tersebut sehingga lebih cepat memutuskan rangkaian listrik dan gagang operasi akan kembali ke posisi off. Busur api yang terjadi masuk ke dalam ruangan yang berbentuk pelat-pelat, tempat busur api dipisahkan, didinginkan dan dipadamkan dengan cepat.

2.4.4 MCCB

MCCB atau *Moulded Case Circuit Breaker* adalah alat pengaman yang berfungsi sebagai pengamanan terhadap arus hubung singkat dan arus beban lebih. MCCB memiliki rating arus yang relatif tinggi dan dapat disetting sesuai kebutuhan. Spesifikasi MCCB pada umumnya dibagi dalam 3 parameter operasi yang terdiri dari: (Setiawan HV. 1981).

- Ue (tegangan kerja), spesifikasi standar MCCB digambarkan sebagai berikut: $e = 250 \text{ V}$ dan 660 V
- Ie (arus kerja), spesifikasi standar MCCB digambarkan sebagai berikut: $I_e = 40 \text{ A}-2500 \text{ A}$
- Icn (kapasitas arus pemutusan), spesifikasi standar MCCB digambarkan sebagai berikut $I_{cn} = 12 \text{ kA}-200 \text{ kA}$

2.5 Sakelar

Sakelar sebagai penghubung dan pemutus arus listrik. Dalam instalasi listrik, penghubung dan pemutus arus listrik secara manual disebut dengan sakelar mekanis diantaranya sakelar togel (*toggle switch*). Beberapa jenis sakelar togel antara lain: (Heru S & Suleman, 2009)

- Sakelar SPST (*Single Pole Single Throw Switch*), merupakan sakelar togel yang terdiri dari satu kutub dengan satu arah, yaitu sebagai pemutus dan penghubung saja. Sakelar ini hanya digunakan pada motor dengan daya $> 1 \text{ HP}$.
- Sakelar SPDT (*Single Pole Double Throw Switch*), merupakan sakelar yang terdiri dari satu kutub dengan dua arah hubungan. Sakelar ini dapat bekerja sebagai penukar. Dalam pemutusan dan menghubungkan hanya bagian kutub positif atau fasanya saja.
- Sakelar DPST (*Double Pole Single Throw Switch*), merupakan sakelar yang terdiri dari dua kutub dengan satu arah. Jadi hanya dapat menghubungkan dan memutus saja. Untuk jenis konstruksi putar jenis sakelar ini banyak dijumpai pada kotak sekering instalasi rumah (panel hubung bagi yang paling sederhana).

- d. Sakelar DPDT (*Double Pole Double Throw Switch*), merupakan sakelar yang terdiri dari dua kutub dengan dua arah. Sakelar jenis ini dapat digunakan sebagai penukar. Pada instalai motor dapat digunakan sebagai pembalik putaran motor arus arus searah dan dan motor satu fasa. Juga dapat digunakan sebagai pelayanan dua sumber tegangan pada satu motor.
- e. Sakelar TPST (*Three Pole Single Trhow Switch*), merupakan sakelar dengan satu arah pelayanan. Digunakan untuk motor 3 fasa atau system 3 fasa lainnya.
- f. Sakelar TPDT (*Three Pole Double Trhow Switch*), merupakan sakelar dengan tiga kutub yang dapat bekerja kedua arah. Sakelar ini digunakan pada instalasi motor tiga fasa atau system tiga fasa lainnya. Juga dapat digunakan sebagai pembalik putar motor 3 fasa, layanan motor 3 fasa dari dua sumber dan juga sebagai starter bintang segitiga yang sangat sederhana.

Kemungkinan lainnya merupakan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi di masa yang akan datang. Seperti penambahan beban yang akan mengacu pada kenaikan arus beban sehingga perhitungan KHA penghantar untuk memilih luas penampang penghantar akan berbeda. Drop tegangan maksimum yang diizinkan adalah dua persen untuk penerangan dan lima persen untuk instalasi daya.

2.6 Pembumian.

Pembumian berfungsi untuk menjaga keseimbangan vector tegangan dan arus listrik, mengamankan manusia dan peralatan listrik akibat adanya kebocoran tegangan induksi, serta kesetabilan supalai tegangan listrik, (Setiawan HV, 1981). Pembumian dipasang dengan jalan menghubungkan bagian titik netral jaringan listrik dengan tanah. Umumnya tanah mempunyai karakteristik. Nilai resistans jenis tanah (Δt) sangat berbeda tergantung pada komposisi tanah. Hal ini dapat dilihat dalam PUIL 1987 atau yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai rata-rata jenis tanah (Δt)

No	Jenis Tanah	Resistans jenis tanah \square t dalam ohm-m
1	Tanah rawa	10 s/d 40
2	Tanah liat dan tanah ladang	20 s/d 100
3	Pasir basah	50 s/d 200
4	Kerikil basah	200 s/d 300
5	Pasir/kerikil kering	< 1000
6	Tanah berbatu	2000 s/d 3000
7	Air laut dan air tawar	10 s/d 100

Sumber: PUIL 1987 pasal 320-1

Nilai-nilai tersebut pada tabel 3 seluruhnya berlaku untuk tanah lembab sampai basah. Pasir kering mutlak atau batu adalah suatu bahan isolasi yang bagus, sama seperti air destilasi. Maka elektrode

bumi selalu harus ditanam sedalam mungkin dalam tanah, sehingga dalam musim kering selalu terletak dalam lapisan tanah yang basah.

2.6.1 Resistans pembumian

Elektrode bumi (Δt) tergantung pada jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran dan susunan elektrode. Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata dari resistans pembumian untuk elektrode bumi.

Tabel 4 Nilai rata-rata dari resistans pembumian untuk elektrode bumi

Jenis elektrode	Panjang pita/penghantar	Panjang batang pipa atau pipa	Pelat vertikal sisi 1m dlm tanah
Resistans pembumian	10m 25m 50m 100m	1m 2m 3m 5m	0,5x1m 1x1m
	20 10 5 3	70 40 30 20	35 25

Sumber : PUIL 1978 Tabel 320-2.

2.6.2. Pengukuran resistans jenis tanah Δt

Memperoleh nilai tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi. Jika diperlukan di lapangan harus disiapkan hubungan atau koneksi yang mudah dilepas untuk dapat diadakan pengukuran pada tiap-tiap elektrode. Dalam tingkat perencanaan suatu sistim pembumian dengan elektrode bumi adalah sangat bermanfaat bila dianalisa terlebih dahulu dengan bantuan resistans jenis tanah supaya mendapat besarnya spesifikasi yang diperlukan. (Setiawan HV, 1981).

Tabel 5 memperlihatkan persamaan pendekatan untuk resistans pembumian R suatu elektrode bumi untuk beberapa susunan elektrode bumi. Resistans pembumian R_t suatu elektrode adalah resistans dari lapisan tanah antara elektrode bumi atau sistim pembumian dan bumi acuan/referens.

Tabel 5 Pendekatan resistans pembumian untuk macam elektrode bumi

Jenis elektrode	Perhitungan tepat	Perbandingan pendekatan
Batang	$R_{bt} = (\square t / 2 \square L) \times (\ln 4L / d)$	pada $L < 10$ m; $R_{bt} = \square t / L$
		pada $L > 10$ m; $R_{bt} = 1,5 \square t / L$
Pita	$R_{pt} = (\square t / \square L) \times (\ln 2L / d)$	pada $L < 10$ m; $R_{pt} = 2 \square t / L$
		pada $L > 10$ m; $R_{pt} = 3 \square t / L$

Di lapangan atau lokasi sering dilaksanakan dua cara pengukuran untuk menentukan tahanan jenis tanah untuk memperoleh perubahan dalam lapisan tanah.

a). Pengukuran dengan elektrode ukur yang tetap

Satu elektrode ukur, panjang 1 m ditanamkan tegak lurus dalam lapisan tanah. Dengan alat ukur jembatan-tahanan, diukur tahanan jenis tanah dalam daerah antara permukaan lapisan tanah dan dalamnya pemasangan elektrode tersebut. Analisa

untuk tahanan Pembumian batang adalah: (Setiawan HV. 1981).

$$R_t = \left(\frac{\rho.t}{2.\pi.L}\right) \times \ln\left(\frac{4.L}{d}\right) \dots\dots\dots (1)$$

di mana :

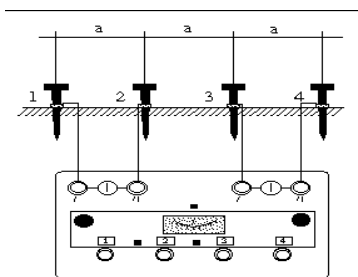
- R_t = tahanan bentang suatu elektrode dalam (ohm),
- Δt = tahanan jenis tanah dalam (ohm-meter),
- L = panjang elektrode batang dalam (m),
- d = jari-jari batang elektrode dalam (m)
- \ln = logarithmus (dasar e=2.7182818)

Analisa untuk tahanan jenis tanah adalah:

$$\rho_t = \frac{R_t.2.\pi.L}{\ln(4.L/d)} \dots\dots\dots (2)$$

b). Cara mengukur Pembumian menurut metode Von Werner

Cara mengukur resistans jenis tanah dengan digunakan 4-batang acuan yang dimasukkan dalam tanah dengan jarak a sepanjang satu garis lurus yang sama dan dihubungkan ke alat ukur resistans pembumian. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2. (Setiawan HV. 1981).



Gambar 2 Cara pengukuran Pembumian dengan metode 4 batang elektroda

Pada ujung-ujung luar batang elektrode 1 dan 4 dialirkan arus dan pada bagian dalam dari batang elektrode 2 dan 3 diukur susut tegangan dalam lapisan tanah. Dari hasil pengukuran perbandingan jembatan dapat dibaca nilai tahanan R, maka resistans jenis tanah dapat dihitung dengan pendekatan:

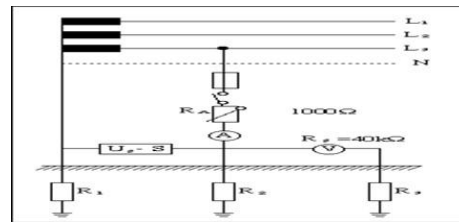
$$\rho_t = 2.\pi.a.R_t \dots\dots\dots (3)$$

Bila jarak a dalam m dan R dalam ohm, maka terdapat resistans jenis tanah dalam ohm-m yang diukur di sini bukan resistans jenis tanah, hanya resistans jenis tanah semu. Cara atau metode ukur sesuai Von Werner ini hanya dapat mengukur lapisan tanah sampai jarak sedalam a dari elektrode acuan. Dengan merubah-rubah jarak a dapat ditemukan nilai tahanan jenis tanah dalam beberapa lapisan tanah. Seperti telah diterangkan sebelumnya lembab tanah sangat mempengaruhi resistans pembumian. Dalam musim panas dengan terik panas yang panjang, lapisan tanah sangat kering. Bila diadakan pengukuran dalam periode

musim kering tersebut harus ditanam elektrode acuan yang lebih panjang untuk menembus dalam lapisan yang basah, atau daerah lapisan tanah sekitar elektrode acuan harus dibasahnya.

c). Pengukuran resistansi pembumian

Mengukur resistansi pembumian suatu elektrode bumi dapat dilaksanakan menurut proses pengukur arus-tegangan atau dengan alat ukur pembumian menurut pengukuran cara kompensasi: Pengukuran dengan metode ukur arus tegangan dalam jaringan dengan titik bintang (netral) yang dibumikan sesuai PUIL 2000 Pasal 323, Penghantar bumi dari elektrode bumi RA yang akan diukur dihubung dengan konduktor fase L melalui resistans yang dapat diatur dari 1000 ohm sampai 2000 ohm di belakang gawai pengaman dalam sirkuit amperemeter. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Pengukuran resistansi pembumian

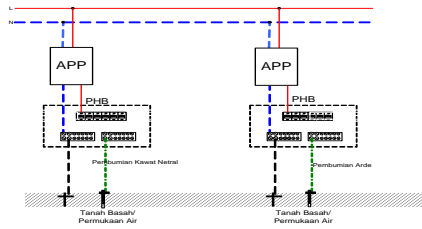
Dalam sirkuit tersebut dipasang juga voltmeter dengan tahanan internal R1 dari kira-kira 40 k-ohm, di mana diukur tegangan antara elektrode acuan dan elektrode bumi bantu dengan jarak 20 ohm.

Kekurangan dari metode b) ini adalah:

- a. Tegangan ukur antara elektrode bumi bantu dan RA tak boleh melebihi tegangan sentuh yang diizinkan, karena dapat terjadi kecelakaan,
- b. Hanya dapat dilaksanakan dalam jaringan di mana titik netral langsung dibumikan (lihat a), karena bila terdapat arus bocor kecil yang mengalir ke bumi, dapat menimbulkan susut tegangan antara RA dan RS, sehingga terdapat hasil pengukuran yang tak tepat.

d). Pemasangan Pembumian pada Panel Hubung Bagi.

(Setiawan HV. 1981).Umumnya setiap PHB (Panel Hubung Bagi), bagian arde dari panel selalu ditanahkan. Gambar untuk pemasangan arde Pembumian diperlihatkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Pengukuran Pembumian pada Panel Hubung Bagi

Gambar 4 terlihat dengan jelas bahwa pembumian kawat netral dan pembumian arde panel sebaiknya dipasang secara terpisah. Jarak yang umum pembumian arde dengan pembumian kawat netral 6 hingga 20 meter.

2.7. Lampu Listrik

Beragam-macam jenis lampu yang ada dipasaran, seperti diperlihatkan pada Gambar 5. Umumnya lampu penerangan yang digunakan pada pabrik menggunakan lampu jenis hologen, dengan daya yang bervariasi mulai 100 W, 150 W, 250, 500 Watt hingga 1000 watt, tergantung keperluan dari pengguna.



Gambar 5 Jenis-jenis lampu umum yang ada dipasaran

Karakteristik kuat penerangan cahaya listrik dari berbagai macam jenis lampu di perlihatkan pada Tabel 6 berikut.

Kebutuhan jumlah lampu yang digunakan sangat ditentukan oleh kuat penerangan cahaya. Berdasarkan standar (PUIL 2000) kuat penerangan cahaya untuk pabrik sebesar 100 hingga 250 lux.

Tabel 6 Karakteristik Kuat Penerangan Cahaya

Type of Lamp	Lum / Watt		Color Rendering Index	Typical Application	Life (Hours)
	Range	Avg.			
Incandescent	8-18	14	Excellent	Homes, restaurants, general lighting, emergency lighting	1000
Fluorescent Lamps	46-60	50	Good w.r.t coating	Offices, shops, hospitals, homes	5000
Compact fluorescent lamps (CFL)	40-70	60	Very good	Hotels, shops, homes, offices	8000-10000
High pressure mercury (HPMV)	44-57	50	Fair	General lighting in factories, garages, car parking, flood lighting	5000
Halogen lamps	18-24	20	Excellent	Display, flood lighting, stadium exhibition grounds, construction areas	2000-4000
High pressure sodium (HPSV) SON	67-121	90	Fair	General lighting in factories, ware houses, street lighting	6000-12000
Low pressure sodium (LPSV) SOX	101-175	150	Poor	Roadways, tunnels, canals, street lighting	6000-12000

Mengacu kuat penerangan cahaya tersebut, kemudian dapat memilih jenis lampu yang akan digunakan.

Persamaan untuk menentukan jumlah lampu:

$$n = \frac{E \cdot A}{IU_f \cdot LL_f} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

n : Jumlah lampu yang dibutuhkan (unit)

E : Kebutuhan kuat penerangan cahaya (Lux)

A: Luas area pabrik (m²)

I: Kuat penerangan cahaya (lumen)

U_f : Faktor Utility (dipengaruhi oleh kondisi didalam ruangan seperti warna cat, tembok, lantai dan langit-langit.

U_f = 1,0 jika ruangan yang ada dalam pabrik berwarna cerah (putih) semua.

U_f = 0,8 s.d 0,9 jika ruangan yang ada di dalam pabrik 80 hingga 90 % , berwarna cerah

U_f = 0.3 s/d 0.7 jika ruangan didalam pabrik didominasi warna gelap (hitam, coklat, biru, dongker, Merah tua, coklat tua.

LL_f : Faktor rugi-rugi cahaya (tergantung posisi benda berada terhadap tinggi lampu).

1,0 jika benda tegak lurus terhadap sinar datang cahaya lampu, pada ketinggian 1 m dari posisi lampu.

L_f = 0,7 jika posisi benda berada 45 ° dari titik sinar lampu

Kuat intensitas penerang lampu diatas permukaan lantai dengan ketinggian (*d*):

$$E = \frac{I}{d^2} \dots\dots\dots (5)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat Penelitian

Waktu penelitian di mulai tanggal 15 Januari 2014 hingga 5 Februari 2014, dan tempat penelitian dilakukan di PT. Basuh Power Electric, Gedung Workshop, Komplek Kawasan Sentul Bogor. Perencanaan instalasi dan detail elektrikal engineering dilakukan di PT. Basuh Power Electric Bogor.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

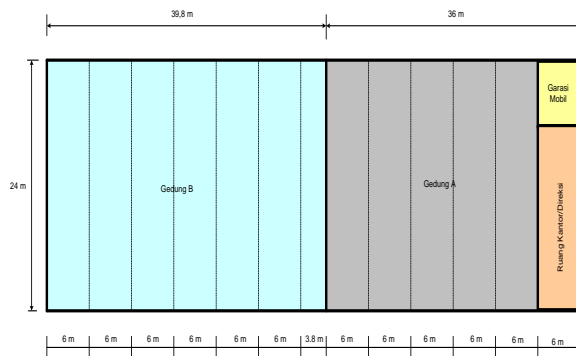
Alat dan bahan penelitian, terdiri dari panel control utama 1 unit, panel control distribusi daya 2 unit, kabel listrik type NYM 3 x 2,5mm² sebanyak 50 roll, NYY 4x6 mm² sebanyak 1 roll, MCCB 400 A 1 unit, MCCB 250 A , 2 unit, dan MCCB 100 A, 2 unit, MCB 6 26 unit, lampu BMX 342 150 watt 28 unit, lampu induksi BMX 342 120 watt, sebanyak 21 unit, serta 2 set system pembumian. Alat-alat pengukuran lux meter, volt meter dan ampermetar.

3.3 Metodologi

Perencanaan awal dilakukan survey kelokasi gedung workshop, kemudian dilakukan pengukuran luas ruangan dan tinggi plafon. Setelah survey dilakukan analisis kuat penerangan cahaya serta jenis kabel serta jenis lampu yang digunakan, dan rencana gambar detail elektrikal engineering. Setelah gambar dan analisi selesai dilakukan rencana dapat direalisasikan.

4. HASIL DAN BAHASAN

Berdasarkan hasil survei lokasi yang telah dilakukan oleh tim PT. Basuh Power Electric, pada tanggal 5 Pebruari 2014, diperoleh data informasi gedung seperti diperlihatkan pada Gambar 6



Gambar 6 Denah Gedung Workshop PT. Intan Prima Kalorindo

Keterangan:

Bangunan A : Bangunan B :
 Panjang : 36 Meter Panjang : 40 Meter
 Lebar: 24 Meter Lebar : 24 Meter

Tinggi: 9 meter

Tinggi: 14 Meter

4.1 Analisis Kebutuhan Lampu

Kebutuhan jumlah lampu yang digunakan sangat ditentukan oleh kuat penerangan cahaya. Berdasarkan standara PUIL kuat penerangan cahaya untuk pabrik sebesar 100 hingga 250 lux. Mengacu kuat penerangan cahaya tersebut, kemudian dapat memilih jenis lampu yang akan digunakan. Pemilihan jenis lampu sebaiknya memperhatikan kuat intensitas penerangan cahaya, faktor kerja dan besar konsumsi energi listrik serta lama usia lampu. Sebagai analisis diberikan contoh sebagai berikut, kuat penerangan cahaya (Standar) : 100 lux hingga 250 lux

Jenis lampu yang digunakan BMX- HX-342
 Lampu Induksi, Spesifikasi
 Tegangan, Daya(P): 220 Volt , 150 Watt.

-Kuat penerangan cahaya (I): 12.000 lumen

-Umur lampu (t): 26.000 jam

Lampu tersebut terdapat 3 pilihan daya, 80 watt, 120 watt dan 150 watt, dengan lumen masing-masing berbeda.

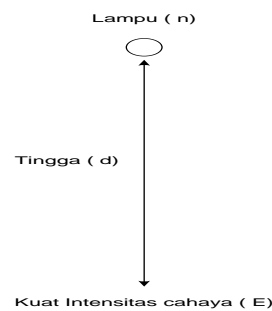
4.4.1 Analisis Kuat penerangan cahaya Pada Gedung A.

Sebagai asumsi dasar kuat intensitas penerangan gedung A direncanakan sama besarnya yaitu 250 lux, ukuran gedung A= (30x 24 x 9) m, Langkah analisi dilakukan menggunakan 1 unit lampu terlebih dahulu, dalam hal ini dipilih 120 watt untuk Gedung A, lumen 9.500 (sesuai spesifikasi lampu BMX-342-120 W). Sehingga analisisnya Kuat intensitas penerang lampu diatas permukaan lantai dengan ketinggian (d), mengacu persamaan (5)

$$E = \frac{I}{d^2}$$

$$E = \frac{9.500}{9 \times 9}$$

$$E = 117,28 \text{ lux}$$



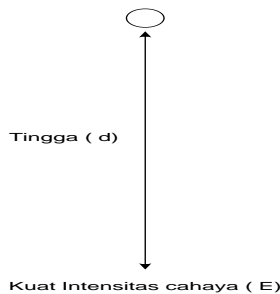
Sehingga analisisnya Kuat intensitas penerang lampu diatas permukaan lantai dengan ketinggian (d), mengacu persamaan (5)

$$E = \frac{I}{d^2}$$

$$E = \frac{12.000}{14 \times 14}$$

$$E = 61,22 \text{ lux}$$

Intensitas cahaya (I) ; 9500 lumen
 Tinggi lampu dari lantai (d): 9 meter
 Maka kuat intensitas cahaya (E): 117,28 lux



Kuat penerangan cahaya pada gedung A = 117,27 lux dan gedung B = 61,22 lux masih belum memenuhi standar PUIL untuk pabrik, sehingga kuat penerangan tersebut masih perlu dinaikan, dengan jalan menambah jumlah lampu dan memperhatikan lumenitas dari lampu.

4.2 Analisis Kebutuhan Jumlah Lampu Pada Gedung A.

Perencanaan menggunakan lampu BMX-432, dengan daya 120 watt dan lumen mencapai 9.500. Jika gedung A ukuran = (30x 24 x 9) m diinginkan Kuat intensitas cahaya (E) yang diperlukan, 250 lux, Maka jumlah lampu yang dibutuhkan mengacu persamaan (4) untuk menentukan jumlah lampu:

$$n = \frac{E.A}{IU_f.LL_f}$$

$$n = \frac{250 \text{ lux} (30 \times 24)}{9.500 \text{ lumen} \times 0.9 \times 1}$$

$$n = 21 \text{ unit}$$

4.3 Analisis Kebutuhan Lampu Pada Gedung B

Sebagai asumsi dasar kuat intensitas penerangan gedung B direncanakan sama besarnya yaitu 250 lux., Ukuran gedung B = (40 x 24 x 14) m Sehingga analisisnya : Kuat intensitas penerang lampu diatas permukaan lantai dengan ketinggian (d), mengacu persamaan (5)
 Kuat penerangan cahaya 63,22 lux masih belum memenuhi standar PUIL untuk pabrik, sehingga kuat penerangan tersebut masih perlu dinaikann. Jika gedung B diinginkan Kuat intensitas cahaya (E) = 250 lux, Maka jumlah lampu yang dibutuhkan mengacu persamaan (4) untuk menentukan jumlah lampu:

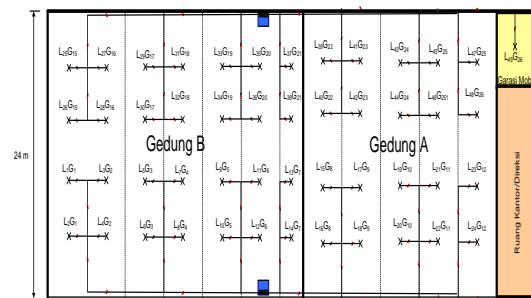
$$n = \frac{E.A}{IU_f.LL_f}$$

$$n = \frac{250 \text{ lux} (24 \times 40)}{12.000 \text{ lumen} \times 0.9 \times 0.8}$$

$$n = 28 \text{ unit}$$

4.5 Penentuan Titik-titik Lampu

Setelah jumlah lampu diketahui, maka perlu meletakkan posisi titik-titik lampu pada gedung A dan gedung B, seperti diperlihatkan pada Gambar 7 berikut

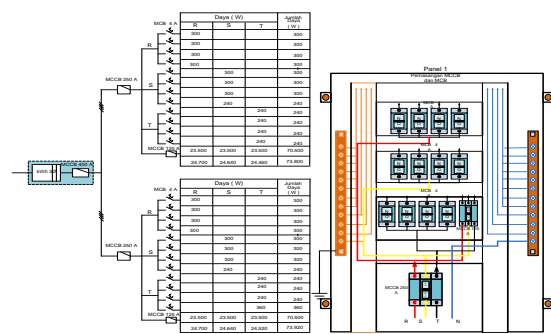


Gambar 7 Instalasi Penerangan Gedung A dan Gedung B

- L : Nomor Lampu
- G : Nomor Group MCB
- : Panel Lampu Penerangan

4.6 Pembagian Beban

Pembagian beban listrik yang digunakan mengacu pada Gambar 7 tersebut di atas, karena isi panel berupa MCB dan MCCB, serta terminal penghubung. Ada dua pnael yang dibutuhkan. Masing-masing panel dipasang dikedua sisi bangunan, hal tersebut digunakan kemudahan untuk pemeliharaan dan memperpendek jalur kabel. Bentuk pemasangan masing-masing Panel diperlihatkan pada Gambar 8



Gambar 8 Diagram segaris Panel Penerangan Gedung Factory PT. Basuh Power Elect

4.7 Penerapan Pemasangan Lampu

