

PERENCANAAN GAMBAR LISTRIK UNTUK RENOVASI KELISTRIKAN GEREJA "X"

by Perpustakaan Referensi

Submission date: 07-Mar-2024 02:00PM (UTC+0700)

Submission ID: 2314035628

File name: 2024_03_06_-_Paper_James_Limanto_-_Julius_Sentosa.docx (221.79K)

Word count: 2380

Character count: 14364

PERENCANAAN GAMBAR LISTRIK UNTUK RENOVASI KELISTRIKAN GEREJA “X” DI SURABAYA

James Limanto¹, Julius Sentosa Setiadi², Emmy Hosea³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, Jl. Siwalankerto No. 121-131, Surabaya, 60236, Indonesia.
E-Mail: jameslimanto@gmail.com¹, julius@petra.ac.id², emmyho@petra.ac.id³

Abstrak – Gereja “X” berencana melakukan renovasi sistem kelistrikan bangunan. Renovasi sistem kelistrikan tersebut bertujuan untuk mengganti dan memelihara ulang sistem kelistrikan di bangunan gereja.

Sebelum merancang sistem kelistrikan bangunan terlebih dahulu dilakukan penataan sistem pencahayaan dengan bantuan *software* *calculus indoor 5.0b* untuk mensimulasikan sistem pencahayaan yang baru. Hasil simulasi menunjukkan pencahayaan pada ruangan baru sudah memenuhi standar SNI pencahayaan dengan rata – rata selisih keseluruhan ruangan sebesar 3,22%.

Dalam pengerjaan rancangan sistem kelistrikan yang baru, terdapat 5 panel meliputi 1 LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) dan 4 SDP (*Sub Distribution Panel*). Untuk SDP, panel A dan B mengatur beban penerangan dan stop kontak lantai 1 dan 2, panel C mengatur beban yang menyala pada malam hari, panel D mengatur beban *air conditioner*.

Kata Kunci—Sistem Kelistrikan, pencahayaan, panel, beban listrik

I. PENDAHULUAN

Bangunan gereja “X” telah beberapa kali melakukan renovasi bangunan untuk mendukung kegiatan ibadah jemaat dan kegiatan administratif. Sistem peletakan instalasi listrik lama bangunan menggunakan sistem *inbow* (tanam dinding) yang masih digunakan hingga sekarang.

Pihak gereja “X” berencana melakukan renovasi untuk sistem kelistrikan bangunan gereja tersebut. Renovasi sistem kelistrikan tersebut bertujuan untuk mengganti dan memelihara ulang sistem kelistrikan di bangunan gereja. Dengan adanya renovasi sistem kelistrikan tersebut, selain untuk penggantian sistem kelistrikan yang sudah ada, pihak gereja juga berharap agar sistem kelistrikan yang dibuat mempermudah pekerjaan pihak – pihak gereja yang sering melakukan pengawatan, pengontrolan, dan perawatan sistem kelistrikan di gereja.

Mula – mula dilakukan penataan sistem pencahayaan dengan bantuan *software* *calculus indoor 5.0b* untuk mensimulasikan sistem pencahayaan yang baru. Setelah itu ditambahkan peralatan pengendali sistem pencahayaan dan stop kontak.

Setelah semua beban Listrik di tata maka dilakukan perancangan sistem kelistrikan yang baru. Itu membaginya dalam 5 panel yang meliputi 1 LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) dan 4 SDP (*Sub Distribution Panel*). Untuk SDP, panel A dan B mengatur beban penerangan dan stop kontak lantai 1 dan 2, panel C mengatur beban yang menyala pada malam hari, panel D mengatur beban *air conditioner*. Setelah itu dilanjutkan dengan perancangan *Single Line Diagram* (SLD) masing – masing panel dengan melengkapi

pengelompokan beban Listrik (*Grouping*), dan melengkapi setiap *grouping* dengan pemutus dan kabel sesuai dengan PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) serta melengkapi setiap panel dengan pemutus utama dan kabel supply masing – masing panel.

II. TEORI PENUNJANG

Desain Pencahayaan dengan *Calculus Indoor 5.0b*

Pendesainan titik dan jenis lampu yang digunakan pada ruangan di dalam bangunan dilakukan menggunakan *software* *calculus indoor 5.0b*. *Software* ini merupakan alat bantu bagi desainer pencahayaan untuk melakukan simulasi pencahayaan. Dari berbagai fitur yang disediakan, *software* ini dapat digunakan untuk mengetahui besar lux meliputi rata – rata, maksimal, minimal, dan pemerataan pencahayaan dari ruangan berdasarkan penataan lampu yang sudah dilakukan melalui fungsi – fungsi dalam program *calculus* [1].

Fitur tersebut dapat dilihat pada tampilan hasil dan *quality figures* pada *software* *calculus*. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan standar SNI 03 – 6575 – 2001 tentang tata cara perancangan sistem cahaya buatan pada bangunan [2]. Banyak titik lampu dalam satu *grouping* disesuaikan dengan anam PUIL 2011 (20 titik) [3].

Circuit Breaker

Untuk pemilihan *circuit breaker*, perlu ditentukan terlebih dahulu rating dan kapasitas *breaking* yang tepat. Untuk menentukan rating *circuit breaker*, dapat dilihat dari arus nominal beban. Untuk menentukan arus nominal tersebut dapat digunakan rumus sebagai berikut [4]:

$$\bullet \quad \text{Untuk beban 3 fasa} \\ I_{\text{nominal}} = \frac{P}{\sqrt{3} V_{L-L} \cos \phi} \quad (1)$$

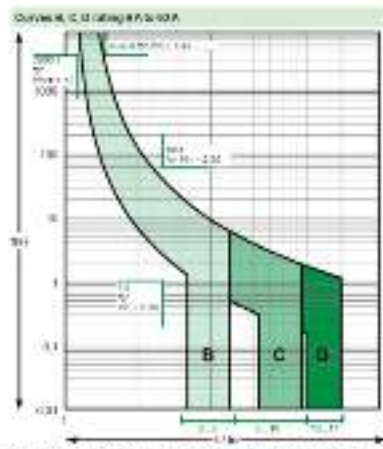
$$\bullet \quad \text{Untuk beban 1 fasa} \\ I_{\text{nominal}} = \frac{P}{V_{L-N} \cos \phi} \quad (2)$$

Keterangan:

- I_{nominal} adalah arus nominal yang dihitung (A)
- P adalah daya (W)
- V_{L-L} adalah tegangan *line to line* (V)
- V_{L-N} adalah tegangan *line to neutral* (V)
- $\cos \phi$ adalah faktor daya.

Bila pada beban tersambung tersebut terdapat beban motor induksi dan sejenisnya, maka perlu dipertimbangkan

adanya arus *start* dari beban yang nilainya 5 hingga 7 kali dari arus nominal selama 3 hingga 5 detik. Untuk itu, pemilihan rating *circuit breaker* khususnya MCB memerlukan data pada kurva *trip* yang digunakan pada *circuit breaker* tersebut (contoh kurva *trip* pada gambar 1).



Gambar 1 Contoh kurva *trip* pada *circuit breaker* [5]

Nilai arus hubung singkat dapat digunakan untuk menentukan nilai kapasitas *breaking* dari sebuah *circuit breaker*. Rumus untuk menentukan arus hubung singkat pada sisi sekunder trafo yaitu [4],

$$I_{sc} = \frac{S}{\sqrt{3} V_{L-L}} \quad (3)$$

Keterangan:

- I_{sc} adalah arus hubung singkat yang dihitung (kA).
- S adalah daya semu transformator yang digunakan (kVA).
- $\%Z$ adalah persentase impedansi trafo (%).
- V_{L-L} adalah tegangan nominal antar fasa dari trafo dalam kondisi tanpa beban (V).

Berikut adalah rumus perhitungan arus hubung singkat pada panel – panel distribusi [4],

$$I_{sc} = \frac{V_{L-L}}{\sqrt{3} \sqrt{R_T^2 + X_T^2}} \quad (4)$$

Keterangan:

- I_{sc} adalah arus hubung singkat yang dihitung (A).
- V_{L-L} adalah tegangan nominal antar fasa dari trafo dalam kondisi tanpa beban (V).
- R_T adalah resistansi total (Ω).
- X_T adalah reaktansi total (Ω).

Pada transformator, resistansi dan reaktansi dapat ditemukan dari rumus berikut [4],

$$R_{TR} = \frac{P_{cu} \cdot K \cdot 10^{-3} \cdot K^2}{S^2} \quad (5)$$

$$X_{TR} = \sqrt{Z_{TR}^2 - R_{TR}^2} \text{ dimana } Z_{TR} = \frac{V_{L-L}^2}{S} \cdot \frac{\%Z}{100} \quad (6)$$

Keterangan:

- R_{TR} adalah resistansi trafo (m Ω).
- V_{L-L} adalah tegangan nominal antar fasa dari trafo dalam kondisi tanpa beban (V).
- S adalah daya semu transformator yang digunakan (kVA).
- P_{cu} adalah rugi trafo dalam keadaan berbeban (W).
- X_{TR} adalah reaktansi trafo (m Ω).

- Z_{TR} adalah impedansi trafo (m Ω).
- $\%Z$ adalah persentase impedansi trafo (%).

Pada kabel, perhitungan resistansi dan reaktansi dapat dilakukan dengan rumus berikut [4],

$$R_{kabel} = \rho \cdot \frac{L}{A} \cdot X_{kabel} = 0,088 \cdot L \quad (7)$$

Keterangan:

- R_{kabel} adalah resistansi kabel (Ω).
- X_{kabel} adalah reaktansi kabel (m Ω).
- ρ adalah nilai hambatan be-2 surkan bahan (ρ untuk tembaga bernilai $1,72 \cdot 10^{-2} \Omega m$)
- L adalah panjang penghantar (m)
- A adalah luas penampang penghantar (m 2)

Untuk busbar, berikut adalah rumus perhitungan resistansi dan reaktansinya [4],

$$R_{busbar} = \rho \cdot \frac{L}{A} \cdot X_{busbar} = 0,15 \cdot L \quad (8)$$

Keterangan:

- R_{busbar} adalah resistansi busbar (Ω).
- X_{busbar} adalah reaktansi busbar (m Ω).

Untuk *circuit breaker*, resistansi dan reaktansi dapat diabaikan.

Kabel

Pemilihan jenis kabel harus mempertimbangkan penerapan pada instalasi, lokasi pemasangan kabel, jumlah inti yang diperlukan, dan ada tidaknya gangguan mekanis pada kabel yang berpotensi merusak kabel.

Untuk menghitung ukuran kabel perlu terlebih dahulu menentukan besar arus yang mengalir pada kabel (I_{kabel}).

$$I_{kabel} = I_{beban} \times \text{Safety Factor} \quad (9)$$

Dimana, *Safety Factor* bernilai 1,3.

Nilai I_{kabel} akan digunakan dalam pemilihan ukuran kabel berdasarkan tabel *electrical data* kabel yang dipakai.

Genset

Genset berfungsi untuk menyediakan sumber listrik cadangan saat terjadi gangguan pada penyedia listrik utama (PLN) dan juga sebagai pembantu *supply* listrik menuju beban saat terjadi beban puncak, atau untuk memasok beban secara tetap.

Genset dalam pemakaiannya memiliki beberapa jenis rating antara lain:

- *Stand-By*
Digunakan untuk *men-supply* beban sewaktu-waktu ketika sumber penyedia listrik utama (PLN) mengalami gangguan atau pemadaman berkala. Tipe ini tidak mempunyai kapasitas beban lebih (*overload capability*).
- *Prime Power*
Digunakan untuk *men-supply* beban dalam kondisi *emergency* dan waktu beban puncak. Tipe ini memiliki waktu operasi tidak terbatas.
- *Base Load*
Digunakan untuk *men-supply* beban secara terus menerus secara konstan dalam jangka waktu tidak terbatas. Tipe ini tidak mempunyai kapasitas beban lebih.

Untuk menentukan kapasitas genset yang diperlukan untuk *men-supply* beban digunakan rumus:

$$S_{Genset} = \frac{P_{Load} \cdot PF \cdot DF}{\cos \phi \cdot Efficiency} \quad (10)$$

Dimana,

- S_{Genset} adalah kapasitas genset yang dicari (VA),
- PF adalah faktor perkembangan beban,
- DF adalah *demand factor*,
- $Efficiency$ adalah pembeban optimal genset (%),
- $\cos \phi$ adalah faktor daya (asumsi bernilai 0,8).

Grounding

Pemilihan luas konduktor *grounding* dapat memakai tabel 1 berikut [3].

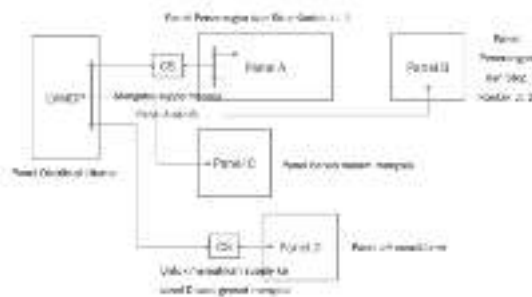
Tabel 1 Luas penampang konduktor *grounding*

Luas penampang konduktor In S	Luas penampang minimum konduktor proteksi terkait
mm^2	mm^2
	Jika konduktor proteksi berbahan sama seperti konduktor saluran
$S \geq 16$	0
$16 < S \leq 35$	10
$S > 35$	0,2

III. DATA DAN ANALISA

Penjelasan Sistem

Pada rancangan gambar listrik yang baru, beban di-supply melalui panel LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) dari incoming PLN. Selain itu, beban juga di-supply oleh genset 40 kVA yang digunakan untuk *men - cover* beban-beban pada panel A, B, dan C. Supply PLN dan genset dipasang mekanisme *interlock* dengan *change over switch* supaya supply PLN dan genset tidak masuk ke beban secara bersamaan.



Gambar 2 Desain instalasi pada rancangan ini.

Untuk SDP (*Sub Distribution Panel*) dibagi menjadi 4 meliputi 2 panel stop kontak dan penerangan (Panel A dan Panel B), 1 panel beban yang masih menyala pada malam hari (Panel C), dan 1 panel untuk beban *air conditioner* (Panel D). *Supply* menuju panel A dan panel B dapat diatur melalui *com switch* yang diletakkan dekat dengan panel A (sesuai permintaan pihak gereja "X").

Desain Penercahayaan

Untuk keperluan desain penercahayaan diperlukan data berupa panjang dan lebar ruang, beserta tinggi ruang dan tinggi bidang

kerja ruang. Berikut adalah hasil dari survei dan pengukuran yang dilakukan:

Tabel 2 Hasil pengukuran ruang Gereja "X"

No.	Nama Ruang	Dimensi				Volume
		Lebar	Tinggi	Jarak	Jumlah Titik	
1	Ruang Misa	8,4	3,7	3,4	112	
2	Ruang Kantor	3,7	3,1	3,7	39	
3	Ruang Kantor Ruang Misa	3,7	3,1	3,7	39	
4	Ruang Beribadah Kanan	4,3	3,4	4,2	59	
5	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
6	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
7	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
8	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
9	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
10	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
11	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
12	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
13	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
14	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
15	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
16	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
17	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
18	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
19	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
20	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	

No.	Nama Ruang	Dimensi				Volume
		Lebar	Tinggi	Jarak	Jumlah Titik	
1	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
2	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
3	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
4	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
5	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
6	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
7	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
8	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
9	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	
10	Ruang Beribadah	4,3	3,4	4,2	59	

Berikut adalah evaluasi dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *calculator index* dibandingkan dengan standar yang berlaku [2].

Tabel 3 Evaluasi hasil simulasi *calculator index* dengan standar yang berlaku

No.	Nama Ruang	Simulasi				Standar	Kategori
		Lebar	Tinggi	Jarak	Jumlah Titik		
1	Ruang Misa	11,00	3,50	3,50	137	137	Mampu
2	Ruang Kantor	3,70	3,10	3,70	39	39	Mampu
3	Ruang Kantor Ruang Misa	3,70	3,10	3,70	39	39	Mampu
4	Ruang Beribadah Kanan	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
5	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
6	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
7	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
8	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
9	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
10	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
11	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
12	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
13	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
14	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
15	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
16	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
17	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
18	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
19	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
20	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu

No.	Nama Ruang	Simulasi				Standar	Kategori
		Lebar	Tinggi	Jarak	Jumlah Titik		
1	Ruang Misa	11,00	3,50	3,50	137	137	Mampu
2	Ruang Kantor	3,70	3,10	3,70	39	39	Mampu
3	Ruang Kantor Ruang Misa	3,70	3,10	3,70	39	39	Mampu
4	Ruang Beribadah Kanan	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
5	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
6	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
7	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
8	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
9	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
10	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
11	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
12	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
13	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
14	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
15	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
16	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
17	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
18	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
19	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu
20	Ruang Beribadah	4,30	3,40	4,20	59	59	Mampu

Berdasarkan perhitungan selisih hasil simulasi dengan standar pada kedua lantai, didapatkan selisih rata-rata sebesar 4,57 atau 2,89%.

Hasil simulasi berupa titik dan jenis lampu yang digunakan di simulasi *calculator index* kemudian diterapkan pada rancangan gambar denah beban listrik.

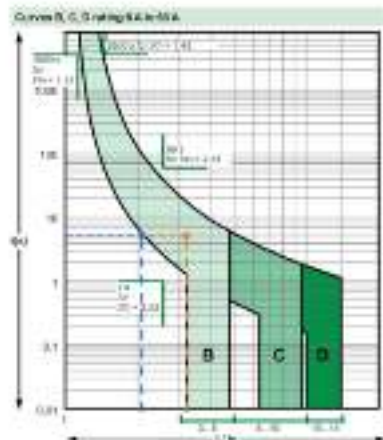
Circuit Breaker

Pada rancangan baru, *circuit breaker* dan kabel akan dilakukan penggantian. Dalam pemilihan komponen *circuit breaker*, untuk beban penerangan dapat langsung ditentukan melalui arus nominal beban dalam satu *grouping*, namun untuk beban yang memiliki komponen motor, perlu dipertimbangkan adanya arus *start*.

Contoh pada beban air conditioner dengan beban berupa AC 1,5 pk atau setara sebesar 1170 Watt,
 $I_{\text{nominal}} = \frac{1170}{220 \text{ Volt}} = 5,31 \text{ A}$

Dipilih rating MCB sebesar 10 Ampere. Karena ada arus start sebesar 5 – 7 kali arus nominal selama 3 – 5 detik, maka perlu di cek apakah *breaker* tersebut trip pada saat arus start terjadi. Untuk memastikan arus start maka dipakai arus nominal tersebut dikalikan 5,
 $I_{\text{start}} = 5,31 \times 5 = 26,55 \text{ A}$

Hasil arus start tersebut dibagi rating MCB yang dipilih sebelumnya untuk menentukan *rated current* (I/I_n). Berdasarkan rating MCB yang sudah dipilih sebelumnya, maka nilai *rated current* (I/I_n) = 26,55 : 10 = 2,655. Nilai tersebut dicocokkan dengan grafik kurva *trip* dengan posisi $t(s)$ pada titik 5 detik.



Gambar 2 Penggunaan kurva trip.

Karena posisi titik tersebut (warna jingga) berada di area trip, maka rating MCB tersebut dinaikkan menjadi 16 A kemudian dicari ulang *rated current*-nya. Dengan langkah yang sama, didapatkan *rated current* $I/I_n = 33,2 : 16 = 2,075$. Berdasarkan *rated current* yang baru, dilakukan cek ulang pada grafik di atas. Didapatkan posisi titik berada di bawah grafik (warna biru). Hal tersebut berarti pada saat arus start pada AC 1 PK terjadi, MCB tidak akan trip terlebih dahulu. Oleh karena itu, dipilihlah rating 16 A. Untuk pemilihan *breaking capacity* dari *circuit breaker*, dapat ditentukan dari besar arus hubung singkatnya. Berikut adalah contoh perhitungan arus hubung singkat,

Tabel 4 Perhitungan resistansi dan reaktansi total untuk perhitungan arus hubung singkat di Panel A

Perhitungan	Resistansi	Reaktansi
<p>Tabung</p> $S = 180 \text{ kVA}$ $V_{\text{bus}} = 220 \text{ V}$ $I_{\text{bus}} = 454,5 \text{ A}$ $R_{\text{bus}} = 0,001 \Omega$	$R_{\text{bus}} = \frac{V_{\text{bus}}^2}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = \frac{220^2}{180 \cdot 1000} \cdot 10^{-3}$ $R_{\text{bus}} = 0,001 \Omega$ $R_{\text{bus}} = 0,001 \Omega$	$X_{\text{bus}} = \frac{V_{\text{bus}}^2}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = \frac{220^2}{180 \cdot 1000} \cdot 10^{-3}$ $X_{\text{bus}} = 0,001 \Omega$ $X_{\text{bus}} = 0,001 \Omega$
<p>Kabel busbar 4000 busbar 4000 busbar</p> $S = 1,72 \cdot 10^6 \text{ VA}$ $V = 220 \text{ V}$ $L = 25 \text{ m}$	$R_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$	$X_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$

Perhitungan	Resistansi	Reaktansi
<p>Kabel busbar 4000 busbar 4000 busbar</p> $S = 1,72 \cdot 10^6 \text{ VA}$ $V = 220 \text{ V}$ $L = 25 \text{ m}$	$R_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$	$X_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$
<p>Kabel busbar 4000 busbar 4000 busbar</p> $S = 1,72 \cdot 10^6 \text{ VA}$ $V = 220 \text{ V}$ $L = 25 \text{ m}$	$R_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$	$X_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$
<p>Kabel busbar 4000 busbar 4000 busbar</p> $S = 1,72 \cdot 10^6 \text{ VA}$ $V = 220 \text{ V}$ $L = 25 \text{ m}$	$R_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $R_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$	$X_{\text{bus}} = \frac{L}{S} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = \frac{25}{1,72 \cdot 10^6} \cdot \frac{10^{-3}}{1000}$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$ $X_{\text{bus}} = 1,45 \cdot 10^{-9} \Omega$
Total	$R_{\text{bus}} = 0,001 \Omega$	$X_{\text{bus}} = 0,001 \Omega$

Dari perhitungan di atas, arus hubung singkat pada panel A yaitu,
 $I_{\text{sc}} = \frac{V_{\text{bus}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\text{bus}}^2 + X_{\text{bus}}^2}} = \frac{220}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,001)^2 + (0,001)^2}} = 2,09 \text{ kA}$

Nilai arus hubung singkat tersebut dicocokkan pada katalog *circuit breaker* untuk menentukan kapasitas *breaking* yang sesuai.

Kabel

Ukuran kabel dapat ditentukan dari arus nominal dikalikan dengan *safety factor* (dipilih 1,3).

Contoh: *Grouping* beban penerangan dengan total daya 560 Watt
 $I_{\text{nominal}} = \frac{560}{220 \text{ Volt}} = 2,54 \text{ A}$
 $I_{\text{akar}} = I_{\text{nominal}} \times \text{Safety Factor} = 2,54 \times 1,3 = 3,30 \text{ A}$
 Pada katalog kabel, dipilih kabel ukuran 2 x 2,5 mm².

Genset

Pada desain baru, genset direncanakan untuk memisok kebutuhan beban di beberapa panel kecuali panel AC saat terjadi pemadaman listrik masih harus menyala. Panel tersebut meliputi,

- Panel A (Beban penerangan dan stop kontak lantai 1) dengan daya total sebesar 16.610 W
- Panel B (Beban penerangan dan stop kontak lantai 2) dengan daya total sebesar 13.303 W
- Panel C (Beban khusus pada malam hari masih menyala) dengan daya total sebesar 3.604 W

Total daya dari semua beban tersebut adalah 33.517 Watt. Dari data tersebut dapat dicari kapasitas genset yang diperlukan. Dengan asumsi pembebanan genset optimal sebesar 80% kapasitasnya, maka kapasitas genset yang dibutuhkan adalah,

$$S_{\text{genset}} = \frac{P_{\text{beban}}}{\text{cap} \cdot \text{Eff}_{\text{genset}}} = \frac{33517 \cdot 1,25}{0,8 \cdot 0,8} = 36440 \text{ VA} = 36,44 \text{ kVA}$$

Oleh karena itu, dipilih kapasitas genset *stand by* tipe *altern* 40 kVA yang tersedia di pasaran.

Grounding

Berikut adalah contoh pemilihan *grounding*,

Panel LYMDP

Kabel yang digunakan adalah 4 x 35 mm² maka sesuai dengan tabel 1 dengan ukuran konduktor fase S sebesar 16 < S < 35, dapat dipilih ukuran konduktor *grounding* 16 mm².

Panel A

Kabel yang digunakan adalah $4 \times 16 \text{ mm}^2$ maka sesuai dengan tabel 1 dengan ukuran konduktor fasa S sebesar $S \leq 16$, dapat dipilih ukuran konduktor *grounding* 16 mm^2 .

IV. KESIMPULAN

Beban pencahayaan dan *stop* kontak dilakukan penataan kembali sesuai dengan permintaan pihak gereja "X". Dari simulasi *calculator indoor*, hasil rancangan pencahayaan di semua ruang sudah memenuhi standar dengan selisih rata-rata seluruh ruangan sebesar 3,22%. Untuk panel, pada rancangan baru terdapat 5 panel meliputi 1 LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) dan 4 SDP (*Sub Distribution Panel*). Panel A mengatur beban pencahayaan dan *stop* kontak lantai 1, panel B mengatur beban pencahayaan dan *stop* kontak lantai 2, panel C untuk mengatur beban yang masih menyala pada malam hari, dan panel D mengatur beban *air conditioner*. Panel A dan Panel B terhubung dengan *can switch* untuk mengatur supply listrik menuju 2 panel tersebut. Untuk *circuit breaker* dan kabel

perlu dilakukan penyesuaian sesuai dengan rancangan baru yang sudah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Project Channel Lighting Design and Application Center PT Philips Indonesia. (2005). Langkah praktis menggunakan *calculator indoor*. Jakarta : PT Philips Indonesia.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2001). SNI 03 - 6575 - 2001: Tata cara perancangan sistem cahaya buatan pada bangunan. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2011). Persyaratan umum instalasi listrik (PUIL). Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Schneider. (2018). Electrical installation guide – according to IEC international standards. Retrieved from <https://www.se.com/ct/en/work/products/product-launch/electrical-installation-guide/>.
- [5] Schneider. (2012). Act9 tripping curves – Short circuit current limiting. Schneider Electric.

PERENCANAAN GAMBAR LISTRIK UNTUK RENOVASI KELISTRIKAN GEREJA "X"

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

1%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1** Uus Ustiyaroh, Irwanto Irwanto. "Analisis Sistem Instalasi Listrik Sebagai Sarana Penerangan Laboratorium Terpadu Bagi Mahasiswa Pendidikan Vokasional Teknik Elektro", Reslaj : Religion Education Social Laa Roiba Journal, 2022
Publication **1%**
- 2** jurnalnasional.ump.ac.id
Internet Source **1%**
- 3** journal.unilak.ac.id
Internet Source **1%**

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%