

PERENCANAAN DIAGRAM SATU GARIS SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PADA GEDUNG BERTINGKAT (STUDI KASUS HOTEL & RESORT BALI)

Wawan Ariyadi¹, Woro Agus Nurtiyanto², Irawati³, Lili Solihin⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
^{1,2,3,4}Jl. Raya Puspipetek No. 46 Buaran, Setu, Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹wwnariyadi@gmail.com

²dosen00855@unpam.ac.id

³dosen02831@unpam.ac.id

⁴dosen00860@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 09-07-2023
revisi : 20-10-2023
diterima : 21-10-2023
dipublish : 30-12-2023

ABSTRAK

Pembangunan di Indonesia telah mengalami perkembangan pesat dan telah menyebar ke sejumlah kota besar ditandai dengan banyaknya gedung bertingkat yang dibangun. Pembangunan semacam ini melibatkan peran serta ahli perancang arsitektur, teknik sipil, mekanik, dan kelistrikan dalam perencanaannya. Salah satu tantangan awal dalam perencanaan sistem distribusi tenaga listrik di gedung bertingkat adalah merancang diagram satu garis rancangan sistem distribusi tenaga listrik di sebuah gedung hotel dan resort di Bali. Perhitungan nilai proteksi secara teknis dengan metode tabel atau tanpa tabel menjadi salah satu pertanyaan. Dalam penelitian ini dibahas tentang cara perancangan diagram satu garis sistem distribusi kelistrikan, khususnya untuk gedung bertingkat tipe highrises building dengan 5 hingga 10 lantai, dengan pasokan daya PLN 20 kV sebagai acuan pokok pada kontraktor dalam pemasangan instalasi listrik di lapangan. Perhitungan dimulai dengan menghitung beban dari gardu induk hingga titik ujung pada bangunan, termasuk perhitungan suplai tenaga darurat dari genset. Komponen sistem tenaga listrik pada gedung diuraikan, dan panel listrik dijelaskan secara garis besar. Daya total pada hotel ini adalah 744,2 kW, maka daya terpasang dibagi faktor daya (0,85) menjadi sebesar 93.025 kVA. Dan dengan permintaan daya sambungan ke PLN untuk jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV dengan kapasitas 555 kVA, 3 fasa, 50 Hz. Besaran kapasitas Trafo dan Genset yang digunakan adalah masing-masing 315 kVA. Besar KHA pada kabel power panel lantai sebesar 192,8 A maka digunakan penghantar jenis NYY 4 x 120 mm² + BCC 70 mm² dan MCCB 400-1000 A. Besaran kapasitor bank dengan memperhitungkan arus (I) dan tegangan (V) pada diagram satu garis instalasi listrik maka akan menggunakan kapasitor bank sebesar 100 kVAR untuk mendapatkan faktor daya atau Cos Phi dengan nilai 0,85.

Kata Kunci: Tenaga listrik; gedung bertingkat; hotel dan resort

ABSTRACT

Development in Indonesia has experienced rapid growth and has spread to several major cities which is characterized by the construction of various tall structures. Architects, civil engineers, mechanical engineers, and electrical engineers play a crucial role in planning such developments. One of the initial challenges faced is creating a single-line diagram for the electrical power distribution system in a high-rise hotel and resort building in Bali. The technical calculations for protection values using tabular or non-tabular methods are commonly raised questions among electrical engineers in the field. This report discusses the process of designing a single-line diagram for the electrical power distribution system, specifically for high-rise buildings with 5 to 10 floors and a main power supply of 20 kV from the national power company (PLN) as the primary reference for contractors during electrical installations in the field. The calculations begin by determining the load from the main substation to the building's endpoint, including emergency power supply calculations from the genset. The report outlines the components of the electrical power system in the building and provides a brief explanation of the electrical panels. The total power in this hotel is 744.2 kW, which is then converted to 93,025 kVA by factoring in the power factor (0.85). The requested power connection to PLN is for a 20 kV medium voltage distribution network with a capacity of 555 kVA, 3 phases, and 50 Hz. Both the transformer and genset used have a capacity of 315 kVA each. To accommodate a current carrying capacity (KHA) of 192.8A in the floor power panel cable, NYY 4 x 120 mm² + BCC 70mm² conductors and MCCB 400-1000 A (Molded Case Circuit Breaker) are employed. For capacitors, considering the current (I) and voltage (V) in the single-line diagram of the electrical installation, a 100 kVAr capacitor bank is utilized to achieve a power factor or Cos Phi value of 0.85.

Keywords: Power plants; high-rise buildings; hotels and resorts

PENDAHULUAN

Di masa kini, insiden-insiden kebakaran dan masalah konsleting listrik telah menjadi perhatian yang mendalam, baik di kalangan rumah tangga maupun di gedung-gedung komersial. Salah satu penyebab utama yang diduga menjadi pemicu insiden ini adalah adanya gangguan seperti hubung singkat atau beban listrik yang melebihi kapasitas yang akhirnya dapat menyebabkan isolasi kabel tidak mampu menahan panas, dan berpotensi memicu terjadinya kebakaran. Masalah semakin memburuk dikarenakan banyak bangunan gedung yang kurang

memperhatikan ketentuan-ketentuan yang ditetapkan oleh pemerintah, seperti Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Kurangnya kesadaran akan aspek keamanan dan pengetahuan yang cukup mengenai pemasangan kabel listrik yang benar, telah meningkatkan risiko terjadinya insiden kebakaran yang serius. Untuk mengatasi masalah ini, perencanaan sistem instalasi listrik pada bangunan menjadi sangat penting. Perencanaan yang matang harus mengacu pada peraturan dan ketentuan yang berlaku, termasuk PUIL

2020 dan Undang - Undang Ketenagalistrikan 2020. Dalam konteks gedung bertingkat, kebutuhan akan daya listrik tiga fasa yang memadai menjadi hal yang sangat krusial dan harus diatasi dengan baik. Oleh karena itu, perencanaan jalur distribusi tenaga listrik harus dilakukan dengan sangat hati-hati untuk memastikan bahwa kebutuhan sumber daya listrik terpenuhi sesuai dengan regulasi pemerintah, termasuk PUIL.

Penelitian ini akan mengambil contoh kasus pada perancangan diagram instalasi listrik untuk sebuah gedung bertingkat, khususnya hotel dan resort di Denpasar, Bali. Dalam perancangan ini, akan diperhatikan penggunaan material yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Pendekatan perhitungan dan analisis akan menjadi landasan dalam merencanakan instalasi listrik gedung ini, dengan mematuhi semua ketentuan dan peraturan yang berlaku, seperti PUIL 2020 dan Undang-Undang Ketenagalistrikan tahun 2020.

Selain perencanaan dasar, penelitian ini akan memasukkan penggunaan generator set sebagai cadangan daya dalam gedung tersebut. Penggunaan generator set bertujuan untuk menjaga kelancaran pasokan listrik dalam situasi pemadaman daya dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Dengan beroperasinya genset secara otomatis melalui PKG (Panel Kontrol Genset), diharapkan suplai listrik di gedung dapat terus berjalan tanpa gangguan saat pasokan dari PLN terputus. Dalam konteks teknologi saat ini, banyak peralatan listrik yang dilengkapi dengan komponen elektronik. Ini dapat menyebabkan distorsi harmonisa pada arus dan tegangan. Distorsi harmonisa ini terjadi ketika frekuensi arus

dan tegangan yang dihasilkan oleh sumber listrik adalah kelipatan dari frekuensi arus dan tegangan utama. Distorsi harmonisa ini seringkali disebabkan oleh beban non-linier pada peralatan dan dapat memiliki dampak negatif, termasuk penurunan faktor daya, gangguan pada sistem telekomunikasi, serta kerusakan pada peralatan listrik yang sensitif. Selain itu, transformator yang dirancang untuk beroperasi pada frekuensi ratingnya dapat mengalami kerugian dan kenaikan suhu yang abnormal akibat pembebanan nonlinier. Tingginya tingkat harmonisa dapat menyebabkan peningkatan pemanasan, bahkan jika beban belum mencapai tingkat beban nominal. Pemanasan berlebihan seperti ini berpotensi mengurangi umur pakai transformator dan dapat merusak komponen serta material di dalamnya. Pendahuluan ini memberikan kerangka bagi penelitian ini, yang akan menggali lebih dalam untuk menjawab sejumlah rumusan masalah yang relevan dengan perencanaan instalasi listrik yang aman dan efisien pada gedung bertingkat.

TEORI

Sistem distribusi tenaga listrik bolak balik atau (AC) adalah suatu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dan menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke konsumen (Syahid, 2019). Tiga komponen utama sistem kelistrikan adalah pembangkitan, transmisi dan distribusi. (Sugianto & Mu'is, 2017).

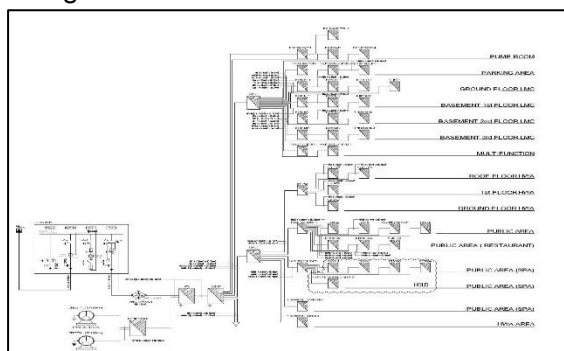
Tahap Perancangan Distribusi Tenaga Kelistrikan Tahapan dalam perancangan sistem distribusi tenaga listrikan di bangunan bertingkat dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

- a.) Diagram satu garis vertical instalasi listrik.
- b.) Diagram satu garis panel induk listrik.

c.) Denah ruangan pada setiap lantai.
 Tahap perancangan diagram satu garis distribusi tenaga listrik. Tujuan pertama dari perancangan diagram satu garis vertikal adalah sebagai pemisahan dan untuk pengecekan atau menentukan posisi panel, genset, transformator dan gardu induk di tempatkan. Tahapan perancangan diagram satu garis distribusi tenaga listrik yaitu :

- a) Membuat sebuah gambar lantai pada gedung bertingkat.
- b) Menentukan semua penempatan panel – panel, letak trafo, dan letak gardu induk.
- c) Melakukan pengecekan pada gambar diagram listrik pada Gedung bertingkat. Pada umumnya gambar gedung bertingkat tipe high rise building

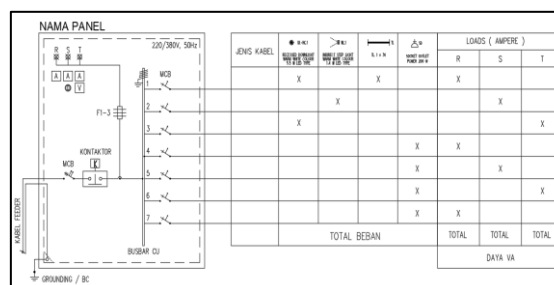
Gambar 1 menunjukkan diagram distribusi tenaga listrik.



Gambar 1. Diagram distribusi tenaga listrik.

Tujuan diagram satu garis distribusi tenaga listrik adalah deskripsi dan rencana isi sistem proteksi yang ada di dalam panel, deskripsi rencana kabel yang akan menghubungkan panel dengan beban maupun deskripsi jenis penghantar yang akan digunakan antar panel atau transformator. Perancangan diagram rencana sistem distribusi kelistrikan di bangunan bertipe *highrise building* dimulai dengan merancang sistem dari sisi beban (load). Beban dapat berupa jenis elektrikal

seperti beban penerangan, beban stop kontak, beban stop kontak khusus seperti stop kontak AC, stop kontak handryer, dan stop kontak gondola 3 fasa, beban penerangan luar (*special lighting*) dan beban motor yang digunakan untuk gedung. Beban juga ada dari jenis beban elektronik dan biasa diatur khusus dalam diagram rencana satu garis dengan lembar tersendiri. Beban elektronik ini meliputi: sistem alarm (*fire alarm system*), sistem suara (*sound system*), jaringan telepon, sistem kamera keamanan (CCTV), sistem televisi kabel (MATV) maupun sistem kontrol otomatis (*building automatic system*) contoh diagram satu garis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram satu garis untuk distribusi tenaga listrik.

METODOLOGI

Langkah-langkah yang perlu diambil dalam merencanakan dan merancang diagram satu garis distribusi tenaga listrik, tipe ruangan dan diagram rencana panel distribusi.

Menghitung beban permintaan (Demand load)

Demand load dapat dihitung dengan rumusan berikut:

$$\text{Demand load} = DF \times P \tag{1}$$

Dengan, *Demand load* adalah beban permintaan (W), DF adalah faktor permintaan dan P adalah total daya beban.

Jika sistem di gedung yang akan direncanakan mengalami penambahan daya ke depan, maka sistem bisa dirancang dengan menentukan nilai faktor daya ($\cos \phi$) dan rata-rata penggunaan daya listrik 3 fasa yang terjadi di gedung dapat diperkirakan dengan hitungan berikut:

$$\text{Over Demand Load} = \frac{\text{Demand Load}}{\text{Diversity Factor}}$$

$$\text{Over Demand Load} = \frac{\text{Overall Demand Load}}{\text{Cos } \phi} \quad (2)$$

Dengan *overall Demand Load* merupakan rata-rata penggunaan daya di gedung (W), *Demand Load* adalah beban permintaan (W) dan *Diversity Factor* adalah faktor Keragaman. Untuk *Demand Load* pf merupakan beban permintaan dengan memperhatikan faktor daya $\text{Cos } \phi$ faktor daya yang diperkirakan terjadi. Arus dari beban permintaan dapat dihitung sebagai berikut:

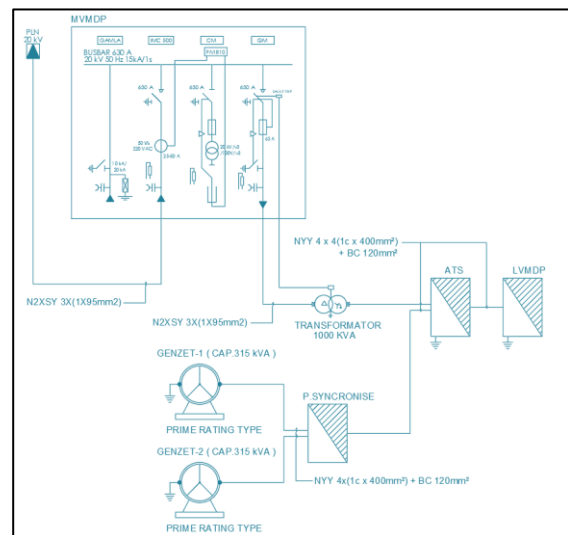
$$I_{\text{Demand}} = \frac{\text{Demand Load dengan } pf}{\sqrt{3}V_{LL}} \quad (3)$$

Dengan, I_{Demand} merupakan arus dari beban permintaan (A), demand load dengan pf adalah beban permintaan dengan memperhatikan faktor daya, dan V_{LL} adalah tegangan *line to line* (volt)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi data informasi yang telah diolah, dapat disajikan dalam bentuk gambar atau tabel. Pembahasan harus berdasarkan penalaran yang baik dan logis serta menunjukkan keterkaitan antara hasil dengan konsep dasar yang telah dikemukakan Sistem instalasi listrik pada

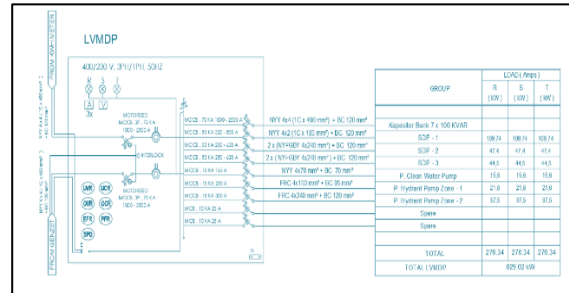
gedung Hotel dan resort menggunakan sistem radial. Sumber utama untuk suplai listrik berasal dari PLN. Apabila PLN mati atau mengalami gangguan atau mati maka sumber untuk suplai listrik menggunakan diesel generator set sebesar 315 kVA. Diesel generator set ini merupakan sumber tenaga listrik cadangan, di mana diesel generator set ini untuk mensuplai tenaga listrik yang dibutuhkan. Selain dari sumber listrik dari PLN dihubungkan ke Panel Low Voltage Distribution Board (LVMSB) yang ditempatkan pada ruang trafo, kemudian dihubungkan dengan trafo penurun tegangan (*step down*) 20 kV/400 V dengan kapasitas 1000 kVA, yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan menengah dapat dilihat pada Gambar 3



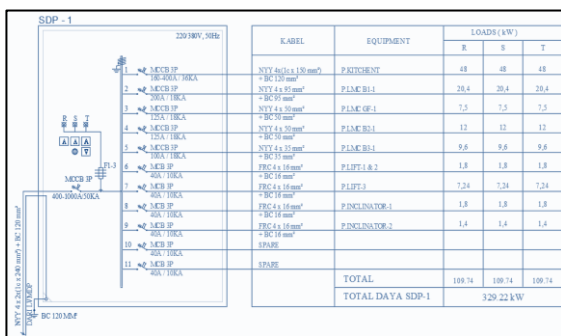
Gambar 3. Sekematik diagram distribusi listrik

Dari trafo penurun tegangan (*step down*) kemudian dihubungkan ke *Low Voltage Main Distribution Board* (LVMDP) atau panel tegangan menengah. Selanjutnya dari LVMDP dihubungkan ke Panel Utama (Panel SDP-1) atau panel listrik yang berfungsi mendistribusikan tenaga listrik untuk kebutuhan peralatan di

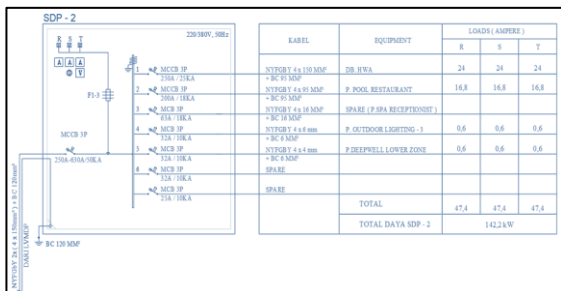
lantai 1 untuk Panel SDP-2 dan seterusnya guna mendistribusikan listrik untuk lantai berikutnya, dari panel SDP di setiap lantai ini untuk melayani beban-beban berupa penerangan, stop kontak, pendingin ruangan (AC), ventilasi pada ruangan (FAN), dan motor pompa untuk perhitungan dapat dilihat pada Gambar 4 hingga Gambar 7.



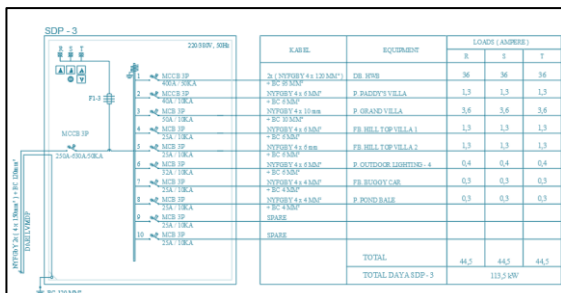
Gambar 7. Rekapitulasi diagram satu garis LVMDP



Gambar 4. Rekapitulasi diagram satu garis SDP-1



Gambar 5. Rekapitulasi diagram satu garis SDP-2



Gambar 6. Rekapitulasi diagram satu garis SDP-3

Berikut ini adalah tabel dari analisa daya pada gedung Kebutuhan daya dari seluruh lantai dapat ditentukan dengan menghitung jumlah beban listrik yang terpasang pada Panel LVMDP hotel dan resort per hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Total kebutuhan daya untuk beban listrik seluruh gedung adalah 744,2 kW (Beban Maksimum). Jadi total kebutuhan daya yang direncanakan untuk mensuplai Gedung Hotel dan Resort adalah 744,2 kW. Dengan kebutuhan daya semu sebesar 930,25 kVA, Sedangkan analisa Perhitungan Pemutus Arus dan Besar Penampang Kabel Power Panel Pada Tiap Lantai perhitungan pemutus arus (circuit breaker) dan besar penampang kabel pada panel PP 1 dengan total beban 744,2 W.

Tabel 1. Total Data LVMDP

No	Nama Panel	Beban Tersambung (kW)
1	Total SDP di setiap lantai	584,92
2	Total SDP Pompa PL	46,8
3	Total SDP Pompa HYD Z.1	64,8
4	Total SDP Pompa HYD Z.2	112,5
	Total	744,22

Dengan beban antara lain penerangan, fan dan stop kontak maka kuat arus penghantar pada *circuit breaker* / pemutus arus dengan mengambil data pada Tabel 1 dan dengan menunjuk Arus yang mengalir 744,2 kW dan dikali 125% sebagai faktor

keselamatan (*safety factor*), akan dapat $744,2 \times 1,25 = 930,25$, maka digunakan MCB dengan kapasitas. 3 Pasa dengan kapasitas 1000-2500 A/50 kA (MCB *adjustable*).

Dengan panjang kabel yang digunakan sekitar 50 m dan rugi tegangan maksimum adalah sekitar 5%. Untuk mencari besar atau luas penampang kabel digunakan dengan daya hantar untuk material tembaga $56,2 \times 106 \text{ m/ohm mm}^2$. Ukuran kabel minimum yang tersedia dipasaran adalah ukuran $1,5 \text{ mm}^2$. Untuk listrik tiga fase dengan MCB 63A, karena kabel ukuran $5,71 \text{ mm}^2$ tidak ada dipasaran dan untuk keperluan jangka panjang maka digunakan kabel NYY $4 \times 16 \text{ mm}^2 + \text{BC } 8 \text{ mm}^2$ agar lebih aman. Perhitungan kebutuhan kabel panel yang lainnya diberikan secara detail pada Tabel 2 sebagai berikut,

Tabel 2. Rekapitulasi pengaman instalasi listrik Pada Gedung

No	Nama Panel Fungsi	Data listrik V/PH/Hz	Daya kW	Pengaman	Luas penampang kabel
1	SDP-1	380/3/50	329,22	MCCB, 50 KA 320 - 800 A	NYY $4 \times 2 (1C \times 185 \text{ mm}^2) + \text{BC } 120 \text{ mm}^2$
2	SDP-2	380/3/50	142,2	MCCB, 50 KA 250 - 630 A	$2 \times (\text{NYFGBY } 4 \times 240 \text{ mm}^2) + \text{BC } 120 \text{ mm}^2$
3	SDP-3	380/3/50	133,5	MCCB, 50 KA 250 - 630 A	$3 \times (\text{NYFGBY } 4 \times 240 \text{ mm}^2) + \text{BC } 120 \text{ mm}^2$
4	P. Plumbing	380/3/50	46,8	MCCB, 18 KA 163 A	NYY $4 \times 70 \text{ mm}^2 + \text{BC } 70 \text{ mm}^2$
5	P.HYD-Z1	380/3/50	64,8	MCCB, 18 KA 250 A	FRC $4 \times 150 \text{ mm}^2 + \text{BC } 95 \text{ mm}^2$
6	P.HYD-Z2	380/3/50	112,5	MCCB, 18 KA 300 A	FRC $4 \times 240 \text{ mm}^2 + \text{BC } 120 \text{ mm}^2$
7	SPARE	380/3/51	-	MCB, 10 KA 25 A	-
8	SPARE	380/3/52	-	MCB, 10 KA 25 A	-

Pada suatu instalasi listrik pada Hotel dan Resort di mana banyak terhadap beban antara lain, motor – motor, lampu *fluorescent*

atau lampu TL dengan ballast elektronik, dan peralatan elektronik lainnya (seperti computer dan lain lain) maka akan timbul beban induktif yang akan menyebabkan arus terbelakang (*lagging*) terhadap tegangan dengan sudutnya besar, sehingga nilai Cos Phi menjadi kecil, dan akan menyebabkan besarnya daya kVAR yang dapat merugikan pihak gedung. Untuk memperbaiki faktor daya Cos Phi akan menggunakan kapasitor bank, berikut ini adalah contoh perhitungan untuk memperoleh kapasitas kapasitor bank yang diperlukan sesuai dengan perhitungan di atas maka kapasitor bank yang digunakan untuk LVMSB adalah 100 kVAR.

Prinsip dalam menentukan kapasitas genset dan trafo adalah beban normal maksimal tidak boleh melebihi 80% kapasitas trafo dan genset. Analisis perhitungannya antara lain sebagai berikut. Dari data kebutuhan daya pada hotel dan resort - Bali akan direncanakan pemakaian kapasitas transformator didapat dengan cara sebagai berikut

Total Beban adalah $744,2 \text{ kW} = 875,5 \text{ kVA}$
Diversity factor pada Gedung hotel dan resort adalah 1,1

$$\text{Minimum kapasitas Transformator} = \frac{\text{Beban Maksimum (Demand Load)}}{1,1}$$

$$\text{Minimum kapasitas transformator} = \frac{875,5 \text{ KVA}}{1,1}$$

Maka kapasitas minimum transformator dan genset bisa diperoleh

$$= \frac{875,5}{80\%} = 1,094$$

Karena untuk rencana jangka panjang dan mungkin akan ada perluasan atau tambahan beban maka dipilih trafo *step down* 20 kV/400 V dengan kapasitas 1000 kV. Sedangkan permintaan daya ke PLN dipilih sebesar 555 kV Sedangkan untuk

genset akan dipakai genset dengan berkapasitas 315 kVA dengan spesifikasi 400 V, 1500 rpm, 50 Hz. Genset ini nantinya akan membackup 100% total seluruh beban yang ada dalam kondisi darurat (emergency) apabila PLN mati. Tapi apabila kondisi emergency kebakaran genset ini hanya akan mencakup beban pada panel prioritas saja, seperti, PP. *Hydrant*, PK. *Lift*, PP. Elektronik lainnya.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari pembuatan diagram satu garis listrik pada gedung adalah bahwa diagram ini memiliki peran penting dalam perencanaan, desain, dan pengelolaan sistem distribusi listrik di gedung. Dengan representasi grafis yang jelas dan sistematis, diagram satu garis listrik memvisualisasikan jalur aliran listrik dari sumber daya menuju berbagai perangkat dan peralatan listrik di dalam gedung. Kehadiran diagram satu garis listrik memungkinkan para insinyur, teknisi, pemilik gedung, dan personel terkait untuk memahami dengan baik bagaimana sistem distribusi listrik diatur dan dihubungkan. Diagram ini membantu mengidentifikasi komponen listrik, mengelola beban listrik, dan merencanakan perluasan atau modifikasi sistem distribusi listrik gedung untuk masa depan. Selain itu, keselamatan juga menjadi perhatian utama dengan adanya diagram satu garis listrik. Dengan mengetahui jalur aliran listrik dan lokasi perangkat pengaman, potensi bahaya atau risiko kecelakaan listrik dapat diperkecil. Diagram ini berfungsi sebagai alat yang berguna untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah jika terjadi gangguan atau kegagalan dalam sistem. Secara keseluruhan, pembuatan dan penggunaan

diagram satu garis listrik pada gedung merupakan langkah yang sangat penting dan bermanfaat untuk memastikan sistem distribusi listrik beroperasi dengan efisien, aman, dan dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan listrik di gedung tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aribowo, D., Desmira, D., Ekawati, R., & Jatnika, A. (2021). Analisa Sistem Elektrikal Pada Gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(1), 59-68.
- Arzul, A. (2022). Perencanaan dan Simulasi Sistem Pendistribusian Kelistrikan Tegangan Rendah Kawasan Kampus III Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 5(2), 203-212.
- Darmayasa, W., Mudiana, I. N., & Karmiathi, N. M. (2022). *Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch antara PLN Dengan Genset Kapasitas 5KVA* (Disertasi doktor, Politeknik Negeri Bali).
- Fajriah, N., & Suryaningsih, Y. (2020). *Pengantar Analisis Real*.
- Hajar, I., Damiri, D. J., Yuliasyah, Y., Jumiaty, J., Lesmana, M. S. P., & Romadhoni, M. I. (2020). Desain Instalasi Listrik Bangunan Bertingkat (Studi Kasus: Pesantren Khoiru Ummah Sumedang). *Terang*, 3(1), 31-40.
- Permana, M., & Stefanie, A. (2023). Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di PT Sintas Kurama Perdana. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE)*, 5(2), 158-163.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik*. (2020). Jakarta: Indonesia.
- Setiyawan, R., Santoso, H. M., Rochimawati, I., & Saragih, Y. (2023). Perencanaan Sistem Instalasi Listrik Gedung Wingtar Akademi Angkatan Udara

- Yogyakarta. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(3), 2302–6219.
- Syahid, M. (2019). Pengelolaan Sampah Terpadu Pulau Kodingareng Lompo Melalui Program Kuliah Kerja Nyata Pembelajaran dan Pemberdayaan Masyarakat. *Warta Pengabdian*, 12(3), 343-350.
- Syahputra, T. M., Syukri, M., & Sara, I. D. (2017). Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro Dengan Menggunakan Turbin Ulin. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(1).
- Sugianto, S., & Mu'is, A. (2019). Perencanaan Sistem Distribusi Listrik Pelaksanaan Proyek Apartemen. *Sinusoida*, 19(2).
- Sugianto, S., & Zaenal, A. (2018). Perencanaan Instalasi Listrik Di Gedung Berbasis Building Automation System. *Sinusoida*, 20(4), 21–29.
- Zuriman, A. (2011). Penggunaan Kontaktor Sebagai Sistem Pengaman Motor 3-Phasa Terhadap Kehilangan 1-Phasa Sistem Tenaga, *Jurnal Momentum*, 11(2).