



Rancangan Daya Pada Sistem Kelistrikan Utilities di Gedung III PT Infineon Batam

Intan Kumala Sari¹, Martin Jericho SA², Nurhatisyah³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Universitas Batam, Batam, Indonesia
martinjericho03@gmail.com

ARTICLE INFO

Genesis Artikel:

Diterima, 11 November 2024

Direvisi, 10 November 2024

Disetujui, 30 November 2024

Kata Kunci:

Rancangan Daya, Sistem Kelistrikan, utilitas

Keywords:

Power Design, Electricity System, utilities

ABSTRACT

Electrical system power design is a research study used to determine the electrical power requirements of a system. Based on current developments, a new building electrical system certainly requires a large amount of electrical power, especially in manufacturing industrial buildings. The electrical power design process is a very important part of electrical analysis. Electrical power design research uses quantitative descriptive methods that display data in the form of numbers that can be processed and analyzed. The data used in this research comes from secondary data from the electricity utility PT Infineon Batam.

Data processing in this research produces current requirements, active power, reactive power, electrical power flow system design, and electrical system safety capacity in each utility panel in accordance with PUIL 2011 standards. The final results of this research can help companies to find out the value of electrical power requirements along with the flow of electrical power in the utility electrical system.

Based on the final results of this research, the company can add material to evaluate the overall electrical power design of the new PT Infineon Batam building. From the analysis results, by obtaining a total power (P) of 2,380,448 W and a nominal current of 4,526 A, researchers were able to determine the OCR (Over Current Relay) setting of 2240A/0.5 seconds. Meanwhile, the EFR (Earth Fault Relay) value is set to 100A/0.5 seconds. Furthermore, for 3P Water Circuit Breaker (ACB) 5000A/100KA can be used. A current rating of 5000A is a suitable choice for a nominal current of 4526A

ABSTRAK

Rancangan daya sistem kelistrikan merupakan studi penelitian yang digunakan untuk mengetahui kebutuhan daya listrik pada suatu sistem. Berdasarkan perkembangan saat ini, suatu sistem kelistrikan gedung baru tentunya memerlukan daya listrik yang besar terutama pada gedung industri manufaktur. Proses rancangan daya listrik merupakan bagian dari analisis suatu kelistrikan yang sangat penting. Penelitian rancangan daya listrik menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang menampilkan data berupa angka yang dapat diolah serta dianalisis. Data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data sekunder kelistrikan utilitas PT Infineon Batam. Pengolahan data pada penelitian ini menghasilkan kebutuhan arus, daya aktif, daya reaktif, rancangan sistem aliran daya listrik, dan kapasitas pengaman sistem kelistrikan pada masing2 panel utilitas sesuai dengan standar PUIL 2011. Hasil akhir penelitian ini dapat membantu perusahaan untuk mengetahui nilai kebutuhan daya listrik beserta aliran daya listrik yang terdapat pada sistem kelistrikan utilitas. Berdasarkan hasil akhir penelitian ini, perusahaan dapat menambahkan bahan evaluasi rancangan daya listrik secara menyeluruh pada gedung baru PT Infineon Batam. Dari Analisaa dengan memperoleh total daya (P) 2.380.448 W dan arus nominal sebesar 4.526 A, peneliti dapat menentukan setting OCR (Over Current Relay) adalah 2240A/0.5 detik. Sementara nilai EFR (Earth Fault Relay) di set menjadi 100A/0.5 detik. Selanjutnya untuk pemutus sirkuit udara (ACB) dapat digunakan 3P, 5000A/100KA. Rating arus sebesar 5000A merupakan pilihan yang sesuai untuk arus nominal 4526 A

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.



PENDAHULUAN

Perencanaan utilitas adalah perencanaan suatu sistem elektrikal bangunan yang mencakup perencanaan semua utilitas kelistrikan (elektrikal) dan elektronik yang dibutuhkan pada suatu bangunan (Suryawijaya, 2022). Perencanaan meliputi penggunaan bahan peralatan Listrik yang digunakan dan juga tata letak instalasi Listrik dalam bangunan tersebut, dan yang tak kalah penting lagi adalah perencanaan instalasi yang handal dan aman bagi pengguna energi Listrik dalam bangunan tersebut. Sarana penunjang keamanan instalasi Listrik berupa pengaman kelistrikan (Circuit Breaker) adalah alat kelistrikan yang tergolong dalam sistem proteksi atau pengaman suatu rangkaian listrik pada sistem tenaga listrik

Perkembangan industri manufaktur merupakan salah satu pondasi pembangunan ekonomi di Indonesia. Dampak dari perkembangan sektor industri ini memberikan hal positif di lingkungan masyarakat lokal dimana salah satunya adalah bertambahnya lapangan pekerjaan yang mampu menyerap ratusan hingga ribuan tenaga kerja disekitar industri. Contoh nyata dari perkembangan sektor industri manufaktur yang dapat dirasakan masyarakat lokal adalah ekspansi dari PT Infineon Batam. PT Infineon Batam melakukan ekspansi dengan membeli gedung baru pada bulan April 2022 yang terletak didaerah Industri Batamindo, Muka Kuning, Batam.

PT Infineon Batam menyelenggarakan suatu acara perayaan gedung baru pada tanggal 18 Desember 2023 yang bertujuan untuk mengumumkan kesuksesan proses ekspansi semikonduktor di Batam. Acara yang diselenggarakan pada hari itu didukung oleh berbagai departemen pekerjaan, salah satunya adalah departemen Facility Management. Departemen Facility Management (FM) merupakan pihak yang bertanggung jawab mengenai tata layout gedung hingga sistem kelistrikan. Keberlangsungan suatu acara resmi tentunya menggunakan berbagai perangkat elektronik, dengan demikian persiapan sistem kelistrikan yang sesuai pada gedung baru sangat diperlukan dan bersifat penting.

Kelistrikan merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam sebuah acara peresmian gedung baru. Seluruh kegiatan yang berlangsung pada acara peresmian gedung baru tentunya menggunakan daya listrik yang cukup besar sehingga perlu persiapan yang tepat dan benar. Persiapan yang seharusnya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan listrik suatu acara resmi merupakan analisis kelistrikan. Namun pada acara ini, tim Facility Management belum melakukan analisis kelistrikan utilities. Akibat dari kurangnya persiapan yang matang dari sistem kelistrikan adalah seluruh aliran listrik pada gedung terputus. Putusnya aliran listrik pada gedung baru tersebut terjadi 1 jam sebelum acara dimulai. Hal ini dimulai ketika chiller-2 yang terletak pada ruang utilities dinyalakan dan seketika itu seluruh perangkat listrik menjadi padam secara menyeluruh. Permasalahan kelistrikan yang terdapat pada acara peresmian gedung baru PT Infineon Batam merupakan kejadian diluar perkiraan peneliti dan tim Facility Management.

Permasalahan seperti ini menimbulkan ide kepada peneliti untuk melakukan suatu penelitian kelistrikan. Penelitian ini dapat menjadi bahan laporan tugas akhir yang berjudul “Rancangan Daya Pada Sistem Kelistrikan Utilities di gedung III Infineon Batam”. Hasil akhir dari penelitian kelistrikan ini dapat menjadi acuan serta bahan pertimbangan kepada tim Facility Management PT Infineon Batam untuk mengetahui besar kebutuhan daya listrik pada sistem utilities di gedung baru (Gedung-3).

METODE PENELITIAN

Menjelaskan kronologi penelitian meliputi bagaimana data dikumpulkan, sumber data, prosedur penelitian

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif. Analisis deskriptif merupakan metode penelitian dengan cara mengumpulkan data-data sesuai dengan yang sebenarnya kemudian data-data tersebut disusun, diolah dan dianalisis untuk dapat memberikan gambaran mengenai masalah yang ada. Pada analisis deskriptif data biasanya ditampilkan dalam bentuk tabel biasa atau tabel frekuensi, grafik, diagram batang, diagram garis, diagram lingkaran, ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data dan sebagainya. Penelitian ini dilaksanakan di PT Infineon Batam, kawasan Industri Batamindo, Muka Kuning, Batam. Yang kemudian waktu penelitian dilakukan dari bulan Maret 2024 sampai dengan bulan Juni 2024.

B. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar Diagram Alir Penelitian, pada gambar 1 dapat dijelaskan :

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan tahapan dimulainya penelitian ini. Studi Literatur yang dimaksud pada penelitian ini yaitu pembelajaran studi kasus berdasarkan jurnal, skripsi, atau tesis yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Selain itu, penulis juga menggunakan media internet dan buku – buku yang berhubungan tentang kelistrikan untuk dijadikan acuan dalam menyusun teori penelitian ini.

2. Merumuskan Masalah

Rumusan Masalah menimbulkan beberapa pertanyaan berdasarkan permasalahan yang ditimbulkan dari sebuah penelitian. Perumusan masalah dibuat secara spesifik dan berkaitan dengan topik atau masalah dari sebuah penelitian. Pada penelitian ini, perumusan masalah berfokus pada sistem kelistrikan utilities (sistem pendingin) pada gedung baru (Batam-3) PT Infineon Batam.

3. Pengumpulan Data

Pengambilan Data adalah proses yang sangat diperhatikan penulis untuk menyelesaikan penelitian dengan tepat sasaran. Dimana pada penelitian ini, data yang dikumpulkan berasal dari gedung baru (gedung 3 PT Infineon Batam).

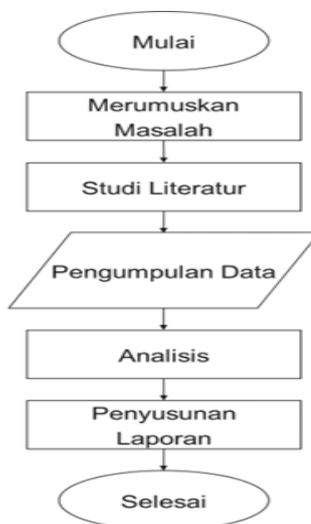
4. Analisis

Analisis penelitian dapat dilakukan ketika proses pengumpulan data dan diskusi telah selesai. Suatu permasalahan dapat diselesaikan dengan melakukan proses analisis penelitian. Dimana pada penelitian ini, penulis mampu menggunakan analisis deskriptif untuk memberikan penyelesaian masalah. Adapun proses analisis ini dapat menjelaskan :

- Menyusun kebutuhan beban pada unit Utilities.
- Menentukan kapasitas Power Supply untuk kebutuhan daya listrik.
- Menentukan Jenis Kabel Penghantar masing – masing panel.
- Merancang model jaringan listrik dalam bentuk Single Line Diagram.
- Menentukan sistem proteksi pada MSB.

5. Penyusunan Laporan

Hasil dari proses analisis merupakan suatu kesimpulan dalam penelitian. Seluruh kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disusun dengan sistematis menjadi Laporan Penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data beban pada Panel Daya

Deskripsi data beban terpasang pada unit utilities diperlukan untuk mengetahui pemakaian energi listrik pada gedung baru. Data beban pada suatu panel dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan daya. Berdasarkan kajian teori yang telah dipaparkan mengenai Daya listrik, peneliti dapat melakukan perhitungan daya pada masing – masing panel daya untuk sistem utilities di gedung baru PT Infineon Batam. Selama proses perhitungan daya, peneliti mampu menampilkan nilai tegangan 3 fasa, tegangan 1 fasa, dan nilai cos phi yang terdapat pada gedung tersebut. dengan mempergunakan rumus perhitungan listrik 3 phase.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi \times \sqrt{3}. \tag{1.0}$$

Keterangan :

P = Daya [Watt].

I = Arus [Ampere].

V = Tegangan [Volt].

Cos ϕ = Faktor Daya atau Cos phi (0.85)

Perhitungan daya yang terdapat pada masing – masing panel daya menggunakan data aktual yang terdapat pada deskripsi unit beban. Berdasarkan deskripsi setiap unit beban yang digunakan, peneliti mampu memperoleh nilai daya maksimum yang dikeluarkan setiap unit beban. Dengan demikian, peneliti melakukan pengelompokan unit mesin pada setiap panel daya terlebih dahulu untuk mengetahui berapa nilai maksimum

daya yang dihasilkan pada masing – masing panel. Berikut merupakan rancangan panel daya yang diperoleh peneliti di sistem utilitas gedung baru PT Infineon Batam :

1. Panel Lift Existing
2. Panel Blower
3. Panel Scrubber
4. Panel kompresor
5. Panel Roof Existing
6. Panel SDB-Chiller Existing
7. Panel Cooling Water Process
8. Panel Vacum
9. Panel PP-Chiller

Berdasarkan pengelompokan 9 panel yang telah terpasang pada gedung baru, peneliti dapat menjelaskan secara detail unit beban yang digunakan. Rancangan kelistrikan yang dilakukan menggunakan perhitungan daya maksimum untuk mengetahui besaran daya disetiap panel. Penelitian yang dirancang dan dihitung menggunakan daya maksimum bertujuan untuk menghindari terjadinya kelebihan beban listrik dikemudian hari. Maka dari itu, peneliti dapat menghitung total daya serta arus listrik yang terdapat pada 9 unit panel berdasarkan unit (equipment) yang terpasang. Berikut hasil deskripsi equipment yang dapat dihitung berdasarkan 9 unit panel daya :

Tabel 1. Total Daya dan Arus setiap panel

Panel	V (volt)	S (VA)	Cos ϕ	P (watt)	I (A)
Panel Lift Existing	380	82.550	0,8	66.040	173,79
Panel Blower	380	64.375	0,8	51.500	135,53
Panel Scrubber	380	130.000	0,8	104.000	273,68
Panel Kompresor	380	1.080.135	0,8	864.108	2.273,97
Panel Roof Existing	380	7.500	0,8	6.000	15,79
Panel SDB-Chiller Existing	380	252.000	0,8	201.600	530,30
Panel Cooling Tower	380	159.000	0,8	127.200	334,74
Panel Vacum	380	75.000	0,8	60.000	157,89
Panel PP-Chiller	380	1.125.000	0,8	900.000	2.368,42
TOTAL		2.975.560	0,8	2.380.448	6.264

B. Menentukan Kapasitas Suplai Tenaga Listrik

Berdasarkan Tabel 1, peneliti memperoleh total kebutuhan daya untuk sistem utilitas ialah 2,96 MVA ($I_{max} = 6,3 \text{ KA}$; $Pf = 0,8$). Dengan demikian, penulis dapat merekomendasikan kepada perusahaan untuk memberikan kapasitas suplai tenaga listrik sebesar 3 MVA. Kapasitas yang direkomendasikan oleh penulis ditujukan untuk pemakaian maksimum peralatan sistem utilitas pada gedung Batam-3. Pemakaian maksimum yang dimaksud ialah, penggunaan peralatan sistem utilitas dalam keadaan aktif (berfungsi) untuk kebutuhan produksi harian. Dari hasil analisis ini, dapat ditentukan :

- a) Jenis Penghantar Kabel

Analisis Kapasitas Hantar Arus digunakan untuk mengetahui jenis penghantar kabel yang akan digunakan. Analisis mengenai KHA dilakukan sesuai dengan standar PUIL 2011 dokumen SNI 0225:2011 dengan pernyataan 510.5.3.1. Berdasarkan rencana pemasangan kabel yang diletakkan diatas tray atau rak berlubang seperti terlihat dalam gambar 2. Berikut , maka sesuai dengan dokumen PUIL, dapat diketahui untuk konduktor/ penghantar yang menyuplai daya tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125% arus pengenal pada beban penuh. Dengan demikian perhitungan Kapasitar Hantar Arus (KHA) sesuai standar PUIL 2011 adalah : $KHA = I_n \times 125\%$.



Gambar 2. Tata letak kabel di atas tray atau rak berlubang

b) Perhitungan nilai Kapasitas Hantar Arus (KHA)

Kapasitas Hantar Arus (KHA) adalah batas maksimal aliran arus listrik yang diperbolehkan untuk mengalir pada kabel penghantar tersebut. Jika arus yang melauai kabel dibawah nilai KHA-nya maka kabel penghantar akan dinyatakan aman dan tidak melebihi dari arus beban penuh full load ampere. Jika arus yang mengalir didalam kabel penghantar melebihi dari nilai KHA-nya maka kabel penghantar dapat mengalami peningkatan suhu (kondisi ini tidak normal). Oleh sebab itu, peneliti melakukan proses perhitungan Kapasitas Hantar Arus (KHA) berdasarkan total daya pada masing – masing panel seperti tabel berikut :

Tabel 2. Total Daya dan Arus Setiap Panel

Panel	V (volt)	S (VA)	Cos φ	P (watt)
Panel Lift Existing	380	82.550	0,8	66.040
Panel Blower	380	64.375	0,8	51.500
Panel Scrubber	380	130.000	0,8	104.000
Panel Kompresor	380	1.080.135	0,8	864.108
Panel Roof Existing	380	7.500	0,8	6.000
Panel SDB-Chiller Existing	380	252.000	0,8	201.600
Panel Cooling Tower	380	159.000	0,8	127.200
Panel Vacuum	380	75.000	0,8	60.000
Panel PP-Chiller	380	1.125.000	0,8	900.000
TOTAL		2.975.560	0,8	2.380.448

C. Jenis Penghantar Dan Luas Penampang Kabel

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai pemilihan jenis kabel, penentuan jenis kabel yang digunakan pada masing – masing panel sesuai dengan nilai KHA yang diperoleh. Penggunaan jenis kabel NYY dengan type lapisan kabel XLPE menjadikan pilihan yang tepat dengan mempertimbangkan ketahanan dan keamanan jenis kabel yang sangat tinggi. Sedangkan penentuan cable grounding disesuaikan dengan letak dan kondisi dilapangan, jika berada di area tertutup dan aman dan jauh dari jangkauan maka dipergunakan kabel type BC , sedangkan yang berdekatan dengan mesin dan jangkauan maka dipergunakan jenis PVC insulated. jenis kabel tersebut tergolong aman untuk ditanam dibawah tanah.

$$A = \frac{\sqrt{3}L \cdot IL \cos \phi}{rY \cdot Y \cdot rV} \tag{1.1}$$

A= Luas penampang kabel (mm²)

IL= Arus pada rangkaian daya (Ampere)

L = Panjang kabel (m)

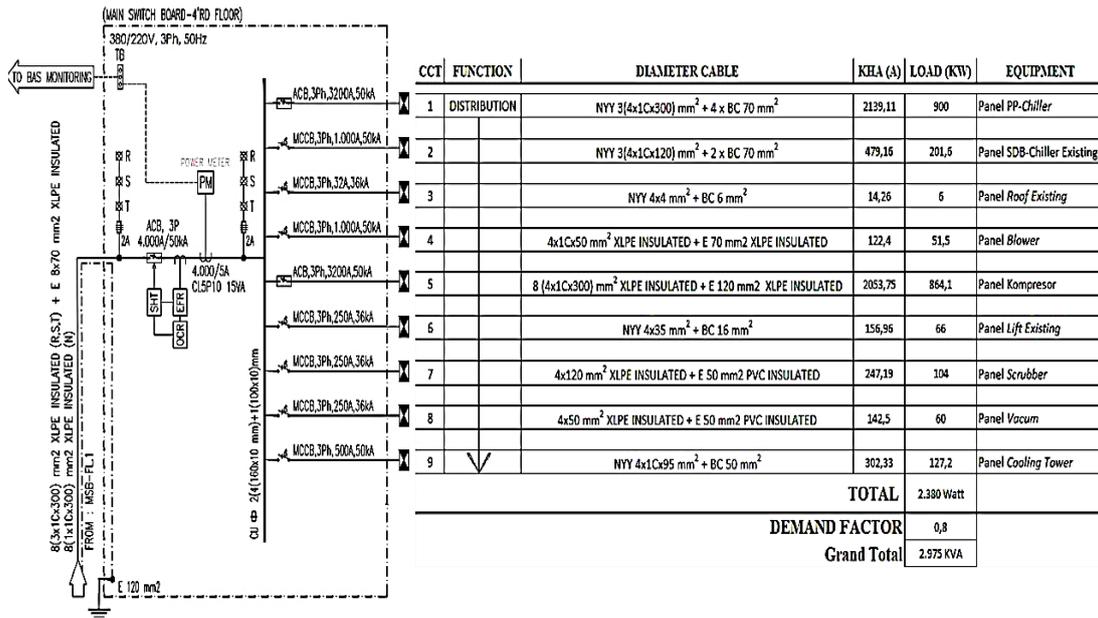
Cos φ = Faktor daya motor

rV = Rugi tegangan (Volt)

Y= Daya hantar tembaga = 56

rY = Rugi tembaga 10⁻¹

Selanjutnya dalam menentukan luas penampang jenis kabel disetiap panel, dapat dilihat pada tabel KHA jenis kabel NYY dokumen PUIL 2011 (lampiran 1). Kemudian untuk jenis kabel berinsulasi XLPE berinti



E. A Gambar 3. Rancangan Single Line Diagram (b)

Berdasarkan rangkaran Single Line Diagram (SLD) yang telah dirancang, penulis dapat menjelaskan sistem proteksi kelistrikan yang digunakan. Perhitungan nilai daya serta arus nominal (In) yang diperoleh merupakan dasar untuk menentukan sistem proteksi kelistrikan pada suatu MSB. Sistem proteksi yang digunakan pada MSB gedung-3 diantaranya adalah OCR (Over Current Relay) dan EFR (Earth Fault Relay). Rele ini digunakan untuk mencegah terjadinya gangguan hubung singkat sekaligus melindungi peralatan listrik yang terdapat pada sistem utilitas.

Sistem proteksi yang telah ditentukan merupakan hasil pengukuran yang dilakukan berdasarkan nilai total arus dan tegangan 3 fasa. Dari hasil pengukuran tersebut, dapat ditentukan kapasitas arus proteksi untuk peralatan seperti ACB (Air Current Braker), OCR (Over Current Relay), serta EFR (Earth Fault Relay) yang terdapat pada Single Line Diagram untuk sistem utilitas gedung baru di PT Infineon Batam.

Dengan perhitungan daya terpasang maka diperoleh total daya (P) 2.380.448 W dan arus nominal sebesar 4.526 A, peneliti dapat menentukan setting OCR (Over Current Relay) adalah 2240A/0.5 detik. Sementara nilai EFR (Earth Fault Relay) di set menjadi 100A/0.5 detik. Selanjutnya untuk pemutus sirkuit udara (ACB) dapat digunakan 3P, 5000A/100KA. Rating arus sebesar 5000A merupakan pilihan yang sesuai untuk arus nominal 4526 A pada sistem utilitas. Bilamana arus yang terbaca melebihi 5000A, maka ACB beroperasi untuk memutus arus listrik. Gambar 4 adalah system proteksi terpasang setelah di setting..



Gambar 5. Sistem proteksi terpasang di panel kubikel

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil akhir dari rancangan kelistrikan sistem utilitas sebagai laporan Tugas Akhir, peneliti dapat mengambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Penelitian terhadap analisis sistem kelistrikan utilities pada gedung baru PT Infineon Batam dapat dilakukan dengan metode analisis deskriptif. Metode ini dilakukan dengan cara mendeskripsikan setiap peralatan listrik (equipment) yang terdapat pada setiap panel distribusi. Dari hasil pemaparan alat listrik tersebut, dapat diperoleh spesifikasi nilai tegangan, arus, serta daya listrik. Data tersebut kemudian dihitung, diolah, dan dikelompokkan berdasarkan 9 panel distribusi listrik sistem utilities. Selain itu, peneliti juga dapat mengidentifikasi jenis dan luas penampang kabel distribusi untuk 10 panel listrik.
2. Kebutuhan daya listrik utilities pada gedung baru PT Infineon Batam dilakukan dengan menciptakan suatu rancangan Single Line Diagram (SLD). Perancangan Single Line Diagram dapat merepresentasikan grafis dari sistem kelistrikan secara umum. Rancangan jenis SLD merupakan hal yang sesuai terhadap metode analisis deskriptif. Hal ini dikarenakan proses pembuatan SLD memerlukan gambaran deskripsi kebutuhan daya secara merinci agar peneliti mampu menyusun sistem aliran daya listrik. Berdasarkan data yang telah diperoleh dengan metode analisis deskriptif, peneliti dapat menyusun dan menghubungkan setiap komponen peralatan listrik berdasarkan rincian data kelistrikan yang tepat. Dari hasil rancangan SLD, dapat diketahui sumber aliran daya pada sistem utilities berasal dari PT BIC (Batamindo). Aliran daya tersebut selanjutnya disalurkan dari trafo LV-MSB FL.04 menuju panel daya MSB-FL.04 yang kemudian di distribusikan ke-9 panel daya listrik sistem utilities.
3. Kebutuhan daya listrik utilities gedung baru PT Infineon Batam dapat dilakukan dengan menghitung persamaan KHA, daya, dan arus listrik sesuai dengan SNI PUIL 2011. Hasil perhitungan dari persamaan KHA digunakan untuk menentukan jenis dan luas penampang kabel distribusi daya. Sementara hasil perhitungan dari persamaan daya dan arus listrik digunakan untuk mengetahui kebutuhan beban listrik pada 9 panel daya. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa besar kebutuhan beban listrik pada setiap panel memiliki nilai yang berbeda-beda. Dimana kebutuhan daya paling besar terdapat pada panel kompressor yaitu 1080 KVA. Selain mengetahui kebutuhan beban listrik, perhitungan tersebut dapat menjawab kapasitas suplai daya listrik yang dikeluarkan trafo LV-MSB FL.04 yaitu tidak kurang dari 3000 KVA.

SARAN

Dari hasil analisis dan kesimpulan yang telah diperoleh, peneliti dapat memberikan saran kepada departemen Facility Management PT Infineon Batam :

1. Perlu dilakukan pembaharuan jenis dan luas penampang kabel penghantar untuk mengantisipasi pertumbuhan konsumsi tenaga listrik sesuai dengan hasil penelitian ini.
2. Menaikkan suplai daya pada panel LV-MSB FL.04 menjadi 3,5 MVA – 4 MVA saat kegiatan produksi sudah dimulai.
3. Penelitian rancangan sistem kelistrikan ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk merancang sistem kelistrikan Panel LV-MSB FL.01 hingga FL.03.

REFERENSI

- [1] T. Listrik, D. Ulp, S. S. Akhmad, and N. A. Noor, "Analisis Penempatan Recloser Terhadap Keandalan Sistem," vol. 1, no. 2, 2022.
- [2] R. Harahap, S. A. Siregar, S. Hardi, and S. HS, "Analisis Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Penyulang SB.02 Pada PT. PLN (Persero) ULP Sibolga Kota Menggunakan Metode Section Technique dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *J. Electr. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 87–95, 2022.
- [3] Djafar M. A. A. M, Mustofa, Hatib R, and Patabang D, "Pengaruh Sudut Elevasi Panel Fotovoltaik Terhadap Cahaya Ac Bohlam Sebagai Sumber Energi Foton," *J. Mek.*, vol. 13 No 2, no. 2, pp. 1329–1335, 2022.
- [4] N. Sari et al., "Perbandingan tegangan dan kuat arus listrik pada sifat asam buah nanas dan jeruk," vol. 7, no. 1, pp. 121–127.
- [5] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, and S. R. A. Rahim, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.

- [6] A. Akhwan, A. Pradipta, and B. Gunari, "Rancang Bangun Simulator Perbaikan Faktor Daya Listrik 3 Fasa dengan Sistem Kendali Otomatis," *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 8, no. 3, p. 77, 2022, doi: 10.19184/jaei.v8i3.34494.
- [7] S. Tn-c, "Analisa Pentahanan Netral dengan Tahan Menggunakan," vol. 12, no. 02, pp. 92–108, 2022.
- [8] R. Duyo, "Analisis Penyebab Gangguan Jaringan pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis," *J. Tek. Elektro UNISMUH*, vol. 12, no. 2, pp. 1–12, 2020, [Online]. Available: <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/vertex/article/view/4017>
- [9] R. D. I. Slawi and J. Tengah, "Perencanaan utilitas pada rumah sakit umum daerah (rsud) di slawi, jawa tengah," pp. 20–31, 2018.
- [10] R. F. F. Pontes, W. M. Yamauchi, and E. K. G. Silva, "Analysis of the effect of seasonal climate changes on cooling tower efficiency, and strategies for reducing cooling tower power consumption," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 161, p. 114148, 2019, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2019.114148.
- [11] A. Dwilesmana and B. D. Cahyono, "Analisis Sistem Instalasi Listrik Gedung Bertingkat Di Pt. Multi Group Holding Company (2023)," *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 124–138, 2023.
- [12] R. Syadidan and U. Latifa, "Analisa Aliran Beban Sistem Tenaga Listrik Pada Power Plant Ambon Menggunakan Etap 19.1," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 1108–1113, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i2.6645.
- [13] W. Al Firdauz and U. Latifa, "Perancangan Sub Distribution Panel (SDP) Di Electrical Department PT Tiga Pilar Energi Proyek Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP)," *J. Tek.*, vol. 15, no. 2, pp. 87–98, 2023, doi: 10.30736/jt.v15i2.1041.
- [14] M. W. Aminullah, M. Pamuji, and Y. Basir, "Pengaruh Penggunaan Grounding Pada Kwh Meter Prabayar," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 24, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.24912/tesla.v24i1.13265.
- [15] P. E. A. Lestari and P. Oetomo, "Analisis Pemilihan Penghantar Tenaga Listrik Paling Effisien Pada Gedung Bertingkat," *Sinusoida*, vol. XXIII, no. 2, pp. 61–68, 2021.
- [16] Arpiansyah, A. Asni.B, and Anwar Fattah, "Perencanaan Instalasi Listrik Sistem Pendingin Pada Kantor PT. Sanggar Sarana Baja Balikpapan," *Jte Uniba*, vol. 3, no. 2, pp. 29–35, 2019.
- [17] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) SNI 0225:2011
- [18] XLPE Copper Cable | ACTOM Electrical Products (actomep.co.za)