



## RANCANG BANGUN DIAGRAM SATU GARIS RENCANA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK RESIDENTIAL BUKIT GOLF PC2 PONDOK INDAH

Rendri Anggiat Siagian<sup>1</sup>, Aulidina Dwi Nur Andriyanti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro, Universitas Kahuripan Kediri, Jl. PB Sudirman 27 (Kampus MT Pare),  
Kabupaten Kediri 64211, Indonesia

[rendri.anggiat.siagian@students.kahuripan.ac.id](mailto:rendri.anggiat.siagian@students.kahuripan.ac.id)<sup>1</sup>, [Aulidina@kahuripan.ac.id](mailto:Aulidina@kahuripan.ac.id)<sup>2</sup>

### Abstrak

Sistem distribusi tenaga listrik memiliki peran yang sangat vital dalam menjamin keandalan dan keselamatan pasokan listrik di kawasan perumahan. Perancangan diagram satu garis (*single line diagram*) merupakan langkah penting untuk mendokumentasikan struktur sistem kelistrikan, yang mencakup sumber listrik, panel *Main Switch Board* (MSB), serta jalur distribusi ke beban akhir. Penelitian ini bertujuan untuk merancang diagram satu garis sistem distribusi tenaga listrik dan mengetahui daya listrik yang dibutuhkan pada *Residential* Bukit Golf PC2 Pondok Indah yang mengacu pada PUIL 2020 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan observasi lapangan. Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan mengenai Rancang Bangun Diagram Satu Garis Rencana Sistem Distribusi Tenaga Listrik ini untuk kapasitas *rating* pengaman dan kabel yang digunakan telah sesuai dengan standard PUIL 2020, kemudian total daya yang terpakai di *Residential* Bukit Golf PC2 Pondok Indah adalah sebesar 154,94 kVA atau 123,592 kW, dengan kapasitas listrik dari PLN yang tersambung adalah 164 kVA, serta genset yang terpasang adalah 173,94 kVA atau 139,15 kW.

**Kata Kunci:** *Diagram satu garis, sistem distribusi tenaga listrik, daya listrik.*

### Abstract

*Electrical power distribution systems have a very vital role in ensuring the reliability and safety of electricity supply in residential areas. Designing a single line diagram is an important step in documenting the structure of the electrical system, which includes the power source, the Main Switch Board (MSB) panel, and the distribution line to the final load. This study aims to design a one-line diagram of the electric power distribution system and determine the electrical power needed in the Residential Bukit Golf PC2 Pondok Indah which refers to the PUIL 2020 (General Requirements for Electrical Installation). The method used in this study is a quantitative method with field observation. Based on the results of the analysis and discussion of the Design and Construction of the One-Line Diagram of the Electricity Distribution System Plan for the safety rating capacity and cables used are in accordance with the PUIL 2020 standard, then the total power used in the Residential Bukit Golf PC2 Pondok Indah is 154.94 kVA or 123.592 kW, with the electricity capacity from the connected PLN is 164 kVA, and the installed generator is 173.94 kVA or 139.15 kW.*

**Keywords:** *Single line diagram, electric power distribution system, electric power.*

### Article History:

Received: June 2025

Reviewed: June 2025

Published: June 2025

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI:

10.8734/Kohesi.v1i2.365

CSopyright: Author

Publish by: Kohesi



This work is licensed

under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



## PENDAHULUAN

Dalam perkembangan dunia konstruksi dan teknologi dewasa ini, isu kebakaran akibat gangguan kelistrikan menjadi perhatian yang sangat serius. Fenomena seperti *short circuit* atau hubung singkat, serta penggunaan beban listrik yang melebihi kapasitas, terbukti menjadi pemicu utama kebakaran, terutama di kawasan permukiman dan gedung-gedung bertingkat. Hal ini menunjukkan lemahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya instalasi listrik yang aman dan sesuai standar. Banyak perumahan di Indonesia, termasuk kawasan elite seperti Residential Bukit Golf PC 2 Pondok Indah, Jakarta, belum sepenuhnya mengikuti ketentuan dalam *Peraturan Umum Instalasi Listrik* (PUIL) dan *Standar Nasional Indonesia* (SNI). Padahal, pelanggaran terhadap regulasi tersebut sangat berisiko bagi keselamatan penghuni dan properti.

Latar belakang ini menjadi dasar penting dilakukannya penelitian mengenai perencanaan sistem distribusi tenaga listrik yang aman dan efisien, khususnya dalam bentuk *rancang bangun diagram satu garis* (*single line diagram*). Diagram ini tidak hanya berfungsi sebagai panduan teknis bagi teknisi elektrik, tetapi juga membantu masyarakat memahami alur distribusi dan lokasi perangkat pengaman listrik dalam bangunan mereka. Keberadaan *single line diagram* mampu memberikan visualisasi menyeluruh terhadap sistem distribusi, dari sumber daya listrik hingga beban akhir, seperti *lighting*, *air conditioner*, *lift*, hingga *pump system*.

Penelitian ini menekankan pada pentingnya penggunaan sistem distribusi listrik tiga fasa (*three-phase system*) dalam mendukung kebutuhan daya bangunan bertingkat. Sistem ini menjadi tulang punggung distribusi listrik modern karena efisiensinya dan stabilitasnya dalam menangani beban besar. Dengan pendekatan *rancang bangun*, penelitian ini mencoba menjawab bagaimana merancang sistem distribusi yang sesuai kebutuhan sekaligus sesuai regulasi nasional.

Namun, ruang lingkup penelitian dibatasi pada wilayah dan parameter teknis tertentu. Lokasi penelitian difokuskan di perumahan Residential Bukit Golf PC 2 Pondok Indah yang terdiri dari empat lantai, dengan total daya beban sebesar 197 kVA. Analisis dilakukan secara manual tanpa bantuan perangkat lunak simulasi seperti *ETAP*. Fokus utama diarahkan pada pembagian beban per lantai meliputi lantai *basement*, *ground floor*, *upper floor*, dan *rooftop*. Adapun pembahasan non-elektrikal seperti sistem pemipaan dan *lightning protection* tidak termasuk dalam kajian ini.

Dari latar belakang tersebut, dirumuskan dua pokok permasalahan: (1) bagaimana merancang sistem distribusi tenaga listrik melalui diagram satu garis di kawasan perumahan tersebut, dan (2) berapa total daya yang digunakan dalam sistem tersebut. Tujuan utama penelitian ini adalah menyusun rancangan sistem distribusi tenaga listrik yang efisien dan aman, serta menghitung total beban listrik secara akurat.

Penelitian ini tidak hanya memberi kontribusi dalam bentuk teknis dan akademik, tetapi juga diharapkan mampu menjadi literatur referensi bagi mahasiswa, teknisi, maupun pengembang properti. Manfaat yang diharapkan mencakup peningkatan kesadaran akan pentingnya sistem kelistrikan yang sesuai standar, peningkatan kemampuan teknis dalam menyusun diagram distribusi listrik, serta memberikan contoh konkret penerapan peraturan kelistrikan nasional dalam proyek perumahan nyata.

Pada akhirnya proyek perencanaan diagram satu garis ini tidak hanya memberikan nilai tambah dari sisi teknis instalasi, tetapi juga berperan sebagai alat mitigasi risiko kebakaran dan kerusakan akibat beban listrik yang tidak sesuai. Melalui pendekatan berbasis standar dan kebutuhan aktual pengguna, penelitian ini menjadi wujud nyata upaya menjembatani keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi energi dalam sektor residensial modern.

## KAJIAN PUSTAKA

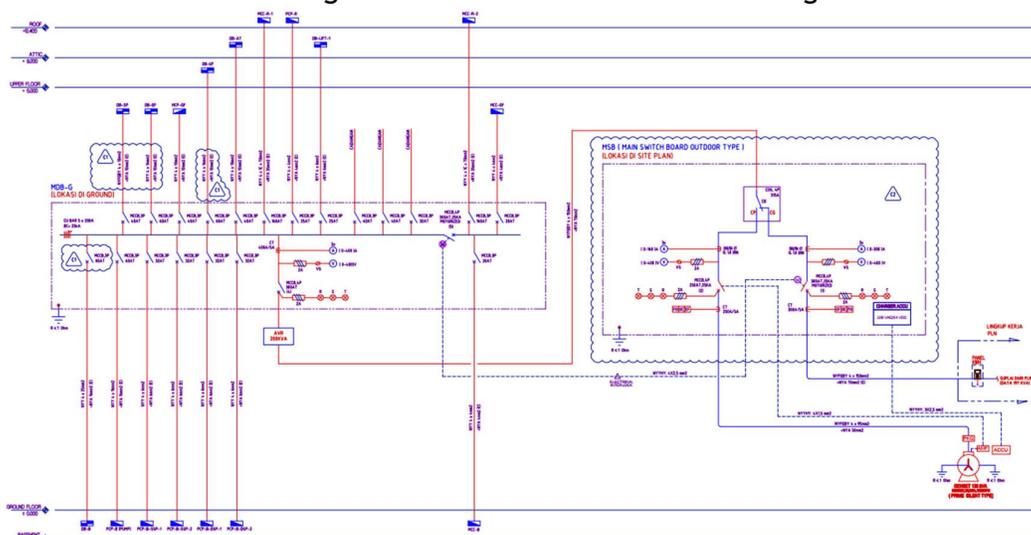
Dalam merancang sistem distribusi tenaga listrik residensial yang aman, andal, dan efisien, dibutuhkan fondasi teori dan konsep yang kuat. Kajian pustaka ini menekankan pentingnya memahami prinsip dasar distribusi listrik arus bolak-balik (AC) serta pemanfaatan *diagram satu garis* sebagai alat visual dalam merancang dan menganalisis aliran energi listrik dari sumber hingga beban. Dalam konteks residensial, pemahaman tentang *diagram satu garis* menjadi krusial untuk memastikan aliran distribusi listrik dapat dimonitor secara menyeluruh, terstruktur, serta dapat mengantisipasi gangguan seperti *overload* atau *short circuit*.

Salah satu pilar utama dalam perencanaan distribusi listrik di Indonesia adalah kepatuhan terhadap Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Kedua standar ini mengatur mulai dari tata cara instalasi, spesifikasi teknis komponen, hingga perlengkapan keamanan. Penelitian sebelumnya mengungkap bahwa mayoritas kecelakaan listrik di kawasan perumahan berasal dari pelanggaran terhadap PUIL, termasuk penggunaan kabel tidak standar dan instalasi tidak sesuai prosedur. Studi A. Makkulau (2024) menunjukkan bahwa 60% kasus kecelakaan listrik di wilayah padat penduduk disebabkan ketidakpatuhan terhadap regulasi ini. Hal ini menggarisbawahi pentingnya kesadaran masyarakat dalam memilih peralatan listrik sesuai spesifikasi keamanan.

Perencanaan sistem distribusi di kawasan Bukit Golf PC2 Pondok Indah menggunakan pendekatan sistemik yang memadukan kebutuhan energi sebesar 197 kVA dengan rancangan panel dan komponen yang sesuai. Sistem distribusi di lokasi ini menerima pasokan dari jaringan PLN 400/230V dan didistribusikan melalui *Low Voltage Main Switch Board (LVMSB)*. Guna menjamin kontinuitas daya, digunakan sistem *interlock* antara PLN dan *genset* cadangan, serta penggunaan tipe distribusi radial untuk beban utama seperti pompa, sistem pendingin, dan penerangan umum.

Untuk memenuhi prinsip *5K+E—Keamanan, Keandalan, Ketersediaan, Ketercapaian, Keindahan, dan Ekonomis*—perancangan diagram satu garis tidak hanya menyesuaikan kapasitas beban, tetapi juga mempertimbangkan kepraktisan pemeliharaan jangka panjang. Salah satu aspek teknis penting adalah penggunaan *fire-resistant cable* untuk beban penting seperti sistem alarm kebakaran. Selain itu, pengukuran konsumsi listrik dilakukan secara terpusat melalui *kWh meter* digital yang ditempatkan di *power house* lantai semi basement.

Gambar 1. Diagram Satu Garis Sistem Distribusi Tenaga Listrik



Sumber: Diadaptasi dari PT. Hantaran Prima Mandiri. (2021).  
Dokumen Proyek Residential at Bukit Golf PC2. Copyright © PT. Hantaran Prima Mandiri.



Sistem proteksi menjadi unsur penting dalam mencegah kerusakan akibat gangguan listrik. Beberapa proteksi yang diterapkan meliputi *short circuit*, *overload*, *earth fault*, *power reverse*, hingga *lighting strike*. Dengan proteksi ini, sistem akan secara otomatis memutuskan arus jika terjadi gangguan, sehingga menghindarkan komponen lainnya dari kerusakan fatal. Kepekaan proteksi dan selektivitas pengaman dirancang sedemikian rupa agar *circuit breaker* dapat bekerja responsif dan selektif.

Proses perancangan sistem distribusi ini didukung oleh penggunaan perangkat lunak *AutoCAD*. Dengan *AutoCAD*, desainer dapat merancang *diagram satu garis* secara akurat, memvisualisasikan sambungan antar komponen, serta melakukan simulasi sistem untuk mengantisipasi potensi kesalahan sebelum tahap implementasi.

Beberapa komponen utama dalam sistem distribusi listrik residensial di Bukit Golf PC2 antara lain:

- **Panel Main Switch Board (MSB):** pusat distribusi utama yang menerima suplai dari PLN dan *genset*. Di dalam MSB terdapat *busbar*, *MCCB*, terminal kabel, alat ukur, serta sistem pentanahan.
- **MCCB (Molded Case Circuit Breaker):** digunakan pada panel dengan *rating* arus dan kapasitas pemutusan minimal 65 kA pada 380V.
- **MCB (Miniature Circuit Breaker):** sebagai pelindung beban rumah tangga, dengan *short circuit capacity* minimal 10 kA.
- **Ampere meter & Volt meter:** berfungsi untuk memantau arus dan tegangan secara real-time antar fasa, untuk menjamin *load balancing* yang stabil.
- **KWH Meter Digital:** alat ukur konsumsi energi listrik akurat yang membantu pengelolaan biaya dan efisiensi energi.
- **Combine Overcurrent and Earth Fault:** menggabungkan proteksi dari arus lebih dan gangguan arus tanah dalam satu perangkat.
- **AMF DSE (Automatic Main Failure - Deep Sea):** perangkat otomatis yang mengalihkan suplai dari PLN ke *genset* jika terjadi gangguan.
- **Push Button, Pilot Lamp, M-O-A Selector Switch:** perangkat kontrol manual dan indikator sistem tegangan 3 fasa yang memudahkan operasi panel.
- **Control Relay & Fuse Control:** digunakan untuk otomatisasi sistem serta perlindungan dari lonjakan arus yang melebihi batas aman.
- **Horn:** alarm suara untuk memberi peringatan jika terjadi gangguan.
- **Busbar:** komponen penghantar utama dalam sistem distribusi, umumnya digunakan untuk menghubungkan banyak sirkuit dalam satu panel.

Komponen pendukung lain seperti kabel juga menjadi perhatian utama. Jenis kabel seperti NYA, NYM, dan NYY dipilih berdasarkan kebutuhan instalasi penerangan atau kabel bawah tanah. Standar pemilihan kabel didasarkan pada persyaratan umum penghantar dalam PUJIL 2020 serta rumus kemampuan hantar arus atau *Current Carrying Capacity (KHA)*. Formula dasar untuk perhitungan KHA adalah:

$$I_{KHA} = 125\% \times \frac{P_{fasa}}{V_{FN}} bh$$

Di mana  $I_{KHA}$  adalah arus nominal penghantar,  $P_{fasa}$  adalah daya beban, dan  $V_{FN}$  adalah tegangan fase ke netral.

Setiap kabel harus diuji kelayakannya, dan jenis pelapis atau konduktor kabel ditandai dengan kode khusus seperti 'N', 'NA', 'Y', hingga '2Y', yang mengindikasikan material, isolator, dan karakteristik penggunaannya.

Komponen terakhir yang tak kalah penting adalah *magnetic contactor*. Perangkat ini digunakan untuk mengontrol arus pada rangkaian tegangan tinggi melalui sinyal kontrol dengan tegangan rendah. *Contactor* bekerja dengan prinsip elektromagnetis, di mana arus pada koil akan menghasilkan medan magnet yang mengaktifkan atau menonaktifkan kontak dalam sistem. Elemen seperti *normally open* dan *normally close* menjadi bagian penting dalam mekanisme kerja kontaktor.



## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan *residential* Bukit Golf PC2 Pondok Indah, Jakarta, yang merupakan lingkungan permukiman bertingkat empat dengan suplai beban listrik sebesar 197 kVA. Pemilihan lokasi ini didasari oleh pertumbuhan populasi yang signifikan dan kompleksitas kebutuhan distribusi tenaga listrik yang terus meningkat. Penelitian berlangsung selama empat bulan, dari Januari hingga April 2025.

Metodologi yang digunakan bersifat *kuantitatif* dengan pendekatan observasi lapangan, bertujuan menggambarkan serta merancang sistem distribusi listrik berdasarkan data empiris. Rancangan penelitian melibatkan identifikasi beban daya listrik dari tiap lantai bangunan—basement, ground, upper, attic, dan atap. Langkah-langkah sistematis yang ditempuh meliputi pengumpulan data teknis, analisis perhitungan, penentuan konfigurasi sistem distribusi dari sumber hingga titik akhir, serta pemilihan kabel yang sesuai standar.

Prosedur penelitian mencakup beberapa tahap penting, mulai dari persiapan, identifikasi lapangan, hingga analisis teknis. Pada tahap awal, dilakukan pemilihan lokasi serta inventarisasi perangkat dan sumber daya yang dibutuhkan. Visualisasi sistem distribusi listrik dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *AutoCAD*, yang digunakan untuk menggambar *single-line diagram*, mensimulasikan tata letak komponen, serta mengevaluasi dan merevisi desain teknis sesuai standar kelistrikan.

Selain *AutoCAD*, perangkat *Excel* digunakan sebagai alat bantu perhitungan manual untuk mendukung keakuratan data. Instrumen pengukuran lain yang digunakan mencakup *earth tester*, *clamp meter*, dan *multitester* guna memastikan validitas instalasi listrik sebelum dilakukan penyambungan arus. Dengan alat-alat ini, kelayakan jalur instalasi dapat diverifikasi secara langsung di lapangan.

Dalam pengumpulan data, dilakukan observasi visual terhadap kabel, panel distribusi, serta perangkat pelindung seperti *Miniature Circuit Breaker (MCB)*. Temuan lapangan kemudian divalidasi melalui wawancara dengan teknisi dan pengkajian terhadap dokumen teknis seperti laporan inspeksi dan spesifikasi instalasi. Pendekatan ini memperkuat validitas data dan meningkatkan kredibilitas analisis.

Analisis data dilakukan secara *kuantitatif*, dengan menghitung total kebutuhan daya berdasarkan data konsumsi aktual. Data dari alat ukur dianalisis untuk memperoleh gambaran konsumsi rata-rata, yang kemudian digunakan dalam perancangan ulang sistem distribusi. Penentuan kelayakan sistem dilakukan dengan menerapkan rumus-rumus teknik kelistrikan yang mengacu pada standar seperti *PUIL 2020*. Diagram satu garis yang dihasilkan menggambarkan hubungan antara sumber listrik, jaringan distribusi, dan beban akhir, sehingga memudahkan proses identifikasi masalah serta perencanaan perbaikan.

Aspek pencahayaan juga menjadi bagian dari perencanaan instalasi listrik. Jenis lampu yang digunakan adalah *Light Emitting Diode (LED)* karena efisiensi daya yang tinggi. Kebutuhan pencahayaan di setiap ruang mengacu pada standar *SNI 03-6197-2000*, dengan nilai *lux* bervariasi sesuai fungsi ruang, seperti 250 *lux* untuk dapur dan toilet, serta 100-150 *lux* untuk area hunian dan koridor. Penentuan jumlah titik lampu dilakukan berdasarkan rumus yang mempertimbangkan luas area, efisiensi penerangan ( $V$ ), serta faktor depresiasi.

Rumus-rumus kelistrikan juga digunakan untuk menghitung luas penampang kabel, arus nominal, dan kapasitas pemutus sirkuit (*MCB* dan *MCCB*) baik untuk sistem *single-phase* maupun *three-phase*. Faktor kebutuhan (*demand factor*) turut diperhitungkan berdasarkan jenis beban, seperti 0,7-0,8 untuk penerangan dan 0,75-1,25 untuk lift. Tabel kemampuan hantar arus juga disediakan untuk mengarahkan pemilihan ukuran kabel tembaga yang sesuai dengan arus beban, dimulai dari ukuran 1,5 mm<sup>2</sup> hingga 300 mm<sup>2</sup> dengan kemampuan hantar mulai dari 26 Ampere hingga 474 Ampere.

Secara keseluruhan, metode penelitian ini dirancang untuk menghasilkan sistem distribusi listrik yang optimal, sesuai dengan kebutuhan aktual dan standar teknis yang berlaku. Validasi berlapis melalui observasi langsung, simulasi digital, serta pengolahan data kuantitatif menjadikan hasil



penelitian ini memiliki dasar yang kuat dan layak dijadikan acuan dalam perencanaan kelistrikan di kawasan *residential* seperti Bukit Golf PC2 Pondok Indah

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil dari serangkaian analisis teknis yang dilakukan terhadap sistem distribusi tenaga listrik di proyek *Residential Bukit Golf PC2 Pondok Indah* disampaikan dalam bab ini. Seluruh proses perhitungan dilakukan secara manual dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel* yang telah diformulasikan secara khusus untuk memastikan akurasi nilai yang diperoleh. Analisis difokuskan pada aspek utama sistem kelistrikan, yakni penghitungan kapasitas pemangam (dalam bentuk *Miniature Circuit Breaker* dan *Molded Case Circuit Breaker*) serta penentuan luas penampang kabel yang tepat pada masing-masing panel distribusi. Kajian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian antara nilai arus yang dibutuhkan dengan komponen proteksi dan penghantar yang digunakan, sehingga diharapkan sistem distribusi tenaga listrik dalam bangunan ini dapat beroperasi secara efisien, aman, dan sesuai dengan standar instalasi kelistrikan bangunan bertingkat.

### Panel Lantai Basement

1. Panel DB-B menunjukkan beban sebesar 46,434 kVA yang setara dengan 37.147 watt, menghasilkan arus sebesar 70,75 Ampere. Setelah dikalikan dengan faktor koreksi 1,25, didapat nilai *rating* arus (*I<sub>r</sub>*) sebesar 88,44 Ampere, sehingga digunakan *MCCB* 80 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 35 mm<sup>2</sup>.
2. Panel PCB Pump memiliki beban 29,63 kVA atau 23.710 watt, dengan arus nominal 45,15 Ampere dan *I<sub>r</sub>* sebesar 56,43 Ampere. Oleh karena itu, dipilih *MCCB* 63 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 16 mm<sup>2</sup>.
3. Panel MCC-B untuk sistem *Air Conditioner* hanya memuat beban 1,99 kVA atau 1.599 watt. Dengan arus 2,026 Ampere, maka digunakan *MCB* 6 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 2,5 mm<sup>2</sup>.
4. Panel PCP-B-SSP-1 dan PCP-B-SSP-2, masing-masing memiliki beban 9,25 kVA atau 7.400 watt, dengan arus 14,09 Ampere dan *I<sub>r</sub>* 17,61 Ampere. Diperlukan *MCB* 20 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 2,5 mm<sup>2</sup>.
5. Panel PCB-B-DSP-1 dan DSP-2, keduanya digunakan untuk sistem *Drain Sump Pit* dengan daya yang sama 9,25 kVA. Digunakan *MCB* 20 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 2,5 mm<sup>2</sup>.
6. Panel PCP-B Swimming Pool memiliki daya 5,5 kVA atau 4.400 watt, dengan arus sekitar 8,38 Ampere. *I<sub>r</sub>*-nya sebesar 10,47 Ampere sehingga diperlukan *MCB* 16 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 2,5 mm<sup>2</sup>.

### Panel Lantai Ground (*Ground Floor*)

1. Panel DB-GF memiliki beban 28,87 kVA (23.096 watt), dengan arus 43,99 Ampere dan *I<sub>r</sub>* sebesar 54,99 Ampere. Digunakan *MCCB* 63 Ampere dengan kabel *NYY* 4 x 16 mm<sup>2</sup>.
2. Panel DB-SP (*Site Plan*) menunjukkan arus sebesar 24,68 Ampere dan *I<sub>r</sub>* 30,85 Ampere, maka digunakan *MCCB* 40 Ampere dengan kabel *NYY* 4 x 6 mm<sup>2</sup>.
3. Panel MCC-GF khusus untuk *Air Conditioner*, hanya memuat 2,94 kVA atau 2.355 watt. Arus sebesar 4,48 Ampere dan *I<sub>r</sub>* 5,6 Ampere cukup menggunakan *MCB* 6 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 4 mm<sup>2</sup>.
4. Panel MCP-GF (*Exhaust Panel*) memiliki daya 11,25 kVA, setara dengan arus 17,14 Ampere dan *I<sub>r</sub>* sebesar 21,42 Ampere, sehingga digunakan *MCCB* 25 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 4 mm<sup>2</sup>.

### Panel Lantai Upper dan Attic

1. Panel DB-UF di lantai *Upper Floor* memiliki total beban 30,74 kVA dengan arus 46,84 Ampere dan *I<sub>r</sub>* sebesar 58,55 Ampere. Dipasang *MCCB* 63 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 16 mm<sup>2</sup>.
2. Panel DB-AF di lantai *Attic* menunjukkan beban sebesar 19,25 kVA atau 10.600 watt, dengan *I<sub>r</sub>* sebesar 25,23 Ampere. Oleh karena itu, digunakan *MCCB* 32 Ampere dan kabel *NYY* 4 x 6 mm<sup>2</sup>.



### Panel Lantai Roof

1. Panel MCC-R1 dan MCC-R2 masing-masing digunakan untuk sistem *Air Conditioner* pada lantai atap. MCC-R1 menyalurkan daya sebesar 73,30 kVA dengan arus  $I_r$  sebesar 139,62 Ampere. Maka digunakan MCCB 160 Ampere dan kabel NYY 4 x 70 mm<sup>2</sup>. MCC-R2 mengalirkan 58,55 kVA dengan  $I_r$  111,52 Ampere. Digunakan MCCB 120 Ampere dan kabel NYY 4 x 50 mm<sup>2</sup>.
2. Panel DB-Lift memiliki beban 7,8 kVA atau 6.300 watt dengan arus 12 Ampere dan  $I_r$  15 Ampere. Digunakan MCCB 16 Ampere dengan kabel NYY 4 x 2,5 mm<sup>2</sup>.

### Rekapitulasi dan Evaluasi

Dari keseluruhan hasil perhitungan, ditampilkan ringkasan *rating* pengaman listrik dan jenis kabel yang digunakan pada setiap panel. Rata-rata penggunaan MCCB dan MCB disesuaikan dengan perhitungan  $I_r$  dan daya maksimal pada setiap panel. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan pengaman dan kabel telah sesuai standar dan dapat memastikan sistem distribusi daya berjalan andal dan aman.

Sebagai bagian dari sistem distribusi daya yang andal, pemilihan perangkat proteksi seperti *Miniature Circuit Breaker (MCB)* dan *Molded Case Circuit Breaker (MCCB)* harus mempertimbangkan nilai arus nominal ( $I_n$ ) dan nilai arus rencana ( $I_r$ ) pada tiap panel. Berdasarkan hasil perhitungan beban dan arus dari masing-masing panel yang tersebar di seluruh lantai bangunan, maka dirumuskan *rating* kapasitas pengaman yang layak digunakan seperti ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Pengaman

No	Lokasi	MCCB/MCB Terpasang
1	DB-B	80 Ampere
2	PCB Pump	63 Ampere
3	MCC-B	6 Ampere
4	PCB-B-SSP-1	20 Ampere
5	PCB-B-SSP-2	20 Ampere
6	PCB-DSP-1	20 Ampere
7	PCB-DSP-2	20 Ampere
8	PCB-B Swimming Pool	16 Ampere
9	DB-GF	63 Ampere
10	DP-SP (Site Plan)	40 Ampere
11	MCC-GF	6 Ampere
12	MCP-GF	25 Ampere
13	DB-UF	63 Ampere
14	DB-AF	32 Ampere
15	MCC- R-1	160 Ampere
16	MCC-R-2	120 Ampere
17	DB-Lift	16 Ampere
18	MDB-G	300 Ampere

Dari tabel di atas, terlihat bahwa *rating* pengaman bervariasi dari 6 Ampere hingga 300 Ampere, menyesuaikan dengan karakteristik beban tiap panel. Hal ini menunjukkan bahwa proses perancangan sistem proteksi telah memperhitungkan beban operasional aktual dan toleransi aman terhadap arus lebih.

Selain sistem proteksi, salah satu aspek penting dalam instalasi kelistrikan adalah pemilihan jenis dan penampang kabel yang digunakan. Penampang kabel harus disesuaikan dengan besarnya arus yang mengalir untuk mencegah *overheating* dan *voltage drop* yang berlebihan. Adapun hasil perhitungan jenis kabel dan ukuran penampang yang digunakan pada masing-masing panel dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut:



**Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Penampang Kabel**

No	Lokasi	Jenis Kabel dan Penampang
1	DB-B	NYY 4 x 25 mm <sup>2</sup>
2	PCB-Pump	NYY 4 x 16 mm <sup>2</sup>
3	MCC-B	NYY 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>
4	PCP-B-SSP-1	NYY 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>
5	PCP-B-SSP-2	NYY 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>
6	PCP-B-DSP-1	NYY 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>
7	PCP-B-SDP-2	NYY 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>
8	PSB-B <i>Swimming Pool</i>	NYY 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>
9	DB-GF	NYY 4 x 16 mm <sup>2</sup>
10	DB-SP ( <i>Site Plan</i> )	NYY 4 x 6 mm <sup>2</sup>
11	MCC-GF	NYY 4 x 4 mm <sup>2</sup>
12	MCP-GF	NYY 4 x 4 mm <sup>2</sup>
13	DB-UF	NYY 4 x 16 mm <sup>2</sup>
14	DB-AF	NYY 4 x 6 mm <sup>2</sup>
15	MCC-R-1	NYY 4 x 70 mm <sup>2</sup>
16	MCC-R-2	NYY 4 x 50 mm <sup>2</sup>
17	DB-Lift	NYY 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>
18	MDB-G	NYY 4 x 185 mm <sup>2</sup>

Sebagian besar kabel yang digunakan adalah tipe NYY, yang sesuai untuk instalasi tetap di dalam bangunan. Pemilihan ukuran penampang mulai dari 2,5 mm<sup>2</sup> hingga 185 mm<sup>2</sup> disesuaikan dengan tingkat arus pada panel masing-masing, sehingga mendukung efisiensi distribusi dan keamanan jangka panjang.

Selain itu, perhitungan total kebutuhan daya dari keseluruhan bangunan (lantai *basement* hingga *roof*) menunjukkan bahwa daya total tersambung sebesar 260,84 kW dengan kebutuhan daya semu sebesar 326,05 kVA. Dalam kondisi operasi normal, daya aktif yang terpakai sebesar 123,952 kW atau 154,94 kVA. Maka, suplai dari PLN yang dibutuhkan sebesar 164 kVA.

Untuk memastikan bahwa kapasitas suplai dari PLN mencukupi kebutuhan sistem, dilakukan akumulasi total kebutuhan daya dari seluruh lantai, mulai dari *basement* hingga atap. Hasil analisis menyeluruh ini disajikan dalam Tabel 4.20 yang merangkum besaran daya aktif (kW), daya semu (kVA), serta estimasi beban terpakai dan kapasitas yang disarankan dari penyedia tenaga listrik:



**Tabel 4. 3 Perhitungan Daya Keseluruhan**

PERHITUNGAN BEBAN						
No.	Deskripsi / Lokasi	Jenis Beban	Beban Tersambung (kVA)	Demand Factor	Beban Terpakai (kVA)	Beban Back-up Genset (kVA)
<b>A. BEBAN BACKUP GENSET</b>						
1	DB-B - Lantai Basement	Lampu Kotak Kontak Home Theater	5,40 7,00 —	0,8 0,5 —	4,32 3,50 —	4,32 3,50 —
2	DB-GF - Lantai Ground	Lampu Kotak Kontak	8,60 19,00	0,8 0,5	6,88 9,50	4,80 9,50
3	DB-SP - Site Plan	Lampu Kotak Kontak	7,50 1,20	0,8 0,5	6,00 0,60	6,00 0,60
4	DB-UF - Lantai Upper	Lampu Kotak Kontak AC Unit VRV (Lobby Lift)	7,75 18,00 0,17	0,8 0,5 0,8	6,20 9,00 0,31	6,20 9,00 —
5	DB-AT - Lantai Attic	Lampu Kotak Kontak AC Unit VRV (Lobby Lift)	7,20 13,00 0,27	0,8 0,5 0,6	5,76 6,50 0,16	5,76 6,50 —
6	MCC-R1 - Lantai Atap	AC Split Duct (Indoor + Outdoor)				
	Formal Living Room (Lantai Ground)		0,30	0,6	0,24	7,80
	Family Room		0,68	0,6	0,40	7,80
	Master Bedroom		0,35	0,6	0,21	7,80
	WIC		0,23	0,6	0,13	3,90
	Master Bedroom 2		0,23	0,6	0,13	4,08
	WIC HI-2 & Her's Closet		0,17	0,6	0,10	1,50
	Bedroom 3 (AC 2,2 PK)		0,23	0,6	0,13	1,74
	Bedroom 2		0,35	0,6	0,21	4,65
	Dining Room		0,83	0,6	0,49	4,65
	Master Bedroom 3		0,23	0,6	0,13	4,65
	Master Setting		0,16	0,6	0,09	1,74
	Bedroom 4		0,23	0,6	0,13	2,40
	Outdoor VRV 1		53,37	0,6	34,42	34,42
	Outdoor VRV 2		53,37	0,6	34,43	34,42



No.	Deskripsi / Lokasi	Jenis Beban	Beban Tersambung (kVA)	Demand Factor	Beban Terpakai (kVA)	Beban Back-up Genset (kVA)
7	MCP-GF - Lantai Ground	Fan	11,00	0,6	6,60	6,60
8	PCP-B (Pump) - Lantai Basement	Pompa Transfer, Booster, Kolam Pompa Booster Pompa Kolam Renang	34,00	0,6	20,40	20,40
9	PCP-B DSP-1- Basement	Pompa Sumpit	9,25	0,4	3,70	3,70
10	PCP-B DSP-2 - Basement	Pompa Sumpit	9,25	0,4	3,70	3,70
11	PCP-B SSP-1 - Basement	Pompa Sumpit	9,25	0,4	3,70	3,70
12	PCP-B SSP-2 - Basement	Pompa Sumpit	9,25	0,4	3,70	3,70
13	PCP-R - Lantai Atap	(tidak disebutkan)	11,00	0,6	6,60	6,60
B	<b>BEBAN TIDAK BACK-UP GENSET</b>					
1	MCC-B AC VRV (Indoor Unit) Golf Simulator, Home Theater Foyer Salon Cigar Lounge ---	Lantai Basement	0,50 0,12 0,60 0,17 0,5	0,7 0,7 0,7 0,7 0,7	0,11 0,14 0,05 0,13 0,11	
2	MCC-GF	Lantai Ground Indoor unit VRV	0,95	0,6	0,57	
3	MCC-R2 AC Split Duct Pantry Breakfast Room Laundry Ruang Kontrol Pantry Roof Club Bar	Lantai Atap Lantai Ground Lantai Ground Lantai Upper Lantai Upper Lantai Upper Lantai Attic Lantai Attic	0,17 0,23 3,43 3,43 0,39 0,83 7,75	0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6	2,04 3,90 1,35 1,35 3,90 0,49 4,65	
	<b>TOTAL BEBAN</b>		<b>326,05</b>		<b>201,43</b>	<b>226,13</b>



Keterangan	Nilai
Total Beban Tersambung	326,05 kVA
Total Beban Terpakai	201,43 kVA
Diversity Factor	1,30
<b>Total Beban</b>	<b>154,94 kVA</b>
Total Beban Back-up Genset	226,13 kVA
Diversity Factor (Back-up)	1,30
<b>Total Beban Back-up Efektif</b>	<b>173,94 kVA</b>
<b>Kapasitas PLN</b>	<b>164 kVA</b>
<b>Kapasitas Genset</b>	<b>135 kVA</b>

Dari tabel tersebut, diketahui bahwa kebutuhan daya semu keseluruhan mencapai 326,05 kVA, dengan estimasi beban terpakai sebesar 154,94 kVA. Oleh karena itu, penyambungan daya dari PLN sebesar 164 kVA sudah tepat secara teknis. Hal ini memperkuat keputusan pemilihan kapasitas MCCB sebesar 300 Ampere pada *Main Distribution Board* (MDB) guna menjamin keamanan dan kontinuitas suplai listrik bangunan secara menyeluruh.

Untuk mendukung hal tersebut, kapasitas MCCB utama pada *Main Distribution Board* (MDB) dihitung sebesar 295,12 Ampere, sehingga digunakan MCCB 300 Ampere dan kabel NYY 4 x 185 mm<sup>2</sup>. Hal ini memperkuat struktur distribusi daya utama yang menyuplai keseluruhan lantai.

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa seluruh panel distribusi pada proyek *Residential Bukit Golf PC2 Pondok Indah* dirancang dengan pendekatan perhitungan arus berdasarkan daya tersambung, menggunakan faktor koreksi sebesar 1,25 untuk memperoleh nilai arus nominal (*I<sub>r</sub>*) yang lebih aman. Pemilihan perangkat pengaman berupa *Miniature Circuit Breaker* (MCB) maupun *Molded Case Circuit Breaker* (MCCB) dilakukan dengan merujuk pada nilai *I<sub>r</sub>* terdekat yang tersedia dalam katalog standar, sehingga mampu mengantisipasi kemungkinan kelebihan beban tanpa mengganggu kontinuitas pasokan listrik. Selain itu, pemilihan kabel dengan tipe NYY dan variasi luas penampang disesuaikan dengan kapasitas arus masing-masing panel, memastikan sistem instalasi dapat beroperasi secara optimal dalam jangka panjang. Perhitungan total daya yang dibutuhkan oleh bangunan, mulai dari lantai *basement* hingga lantai atap, juga telah menggambarkan kebutuhan daya semu dan nyata secara realistis. Dengan demikian, penyediaan suplai daya sebesar 164 kVA dari PLN sudah mencukupi dan selaras dengan kebutuhan operasional bangunan. Perhitungan pada *Main Distribution Board* (MDB) dengan kapasitas 300 Ampere memperkuat integritas sistem distribusi secara keseluruhan. Seluruh proses ini menjadi landasan teknis yang kuat untuk memastikan bahwa sistem kelistrikan yang diterapkan telah memenuhi aspek keamanan, efisiensi, serta kesiapan operasional yang dibutuhkan dalam bangunan bertingkat modern.

Hasil evaluasi dan simulasi ini sangat penting sebagai bahan pertimbangan teknis dalam *engineering design* sistem kelistrikan bangunan, serta dapat digunakan untuk audit instalasi listrik sebelum pelaksanaan atau saat proses *commissioning*. Diagram satu garis (*single line diagram*) yang menyertai setiap panel memberikan representasi visual atas konfigurasi sambungan dan kapasitas proteksi pada masing-masing panel.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem distribusi tenaga listrik pada kawasan *Residential Bukit Golf PC2 Pondok Indah*, dapat ditarik beberapa simpulan penting. Pertama, proses perancangan sistem distribusi tenaga listrik berbasis *diagram satu garis* telah menunjukkan bahwa seluruh elemen panel distribusi, mulai dari lantai *basement* hingga *rooftop*, telah dirancang secara sistematis dan sesuai dengan ketentuan PUIL 2020. Penggunaan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) dan *Molded Case Circuit Breaker* (MCCB) disesuaikan dengan nilai arus nominal (*I<sub>r</sub>*)



masing-masing panel, dengan mempertimbangkan *faktor koreksi* yang relevan untuk memastikan keamanan dan efisiensi sistem.

Kedua, perhitungan kapasitas kabel dengan jenis NYY pada masing-masing panel distribusi telah disesuaikan dengan beban arus aktual yang mengalir, memastikan tidak terjadi *overheating* atau *voltage drop* yang berlebihan. Pemilihan ukuran penampang kabel mulai dari 2,5 mm<sup>2</sup> hingga 185 mm<sup>2</sup> menunjukkan upaya optimalisasi distribusi daya yang tidak hanya memperhatikan kebutuhan teknis, tetapi juga kesiapan jangka panjang.

Ketiga, dari total daya semu sebesar 326,05 kVA dan daya aktif terpakai sebesar 154,94 kVA, kapasitas suplai dari PLN sebesar 164 kVA dinyatakan cukup untuk memenuhi kebutuhan operasional bangunan. Selain itu, kapasitas cadangan melalui *genset* sebesar 173,94 kVA memastikan kontinuitas suplai saat terjadi gangguan dari jaringan utama. Integrasi sistem proteksi dengan perangkat *Automatic Main Failure (AMF)* juga menambah lapisan keamanan sistem distribusi.

Keempat, penyusunan *diagram satu garis* sebagai representasi visual sistem distribusi memberikan kemudahan bagi teknisi maupun auditor dalam memahami konfigurasi sistem dan titik-titik proteksi penting dalam bangunan. Hasil rancangan dan perhitungan ini berfungsi sebagai dasar *engineering design* dan dapat menjadi acuan pada tahap implementasi maupun audit teknis sistem kelistrikan.

Secara umum, penelitian ini berhasil menyusun sistem distribusi tenaga listrik yang tidak hanya memenuhi aspek teknis dan keselamatan, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi energi dan keberlangsungan operasional bangunan bertingkat modern.

#### Saran

Guna meningkatkan kualitas perencanaan dan implementasi sistem distribusi tenaga listrik pada proyek residensial serupa, penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penggunaan perangkat lunak simulasi kelistrikan seperti *ETAP* atau *Dialux* disarankan pada tahap perancangan lanjutan agar evaluasi sistem lebih akurat dan dapat mendeteksi potensi gangguan sebelum implementasi fisik dilakukan.
2. Monitoring konsumsi energi secara berkala perlu dilakukan melalui sistem *smart metering* yang terintegrasi, agar pengelola gedung dapat melakukan optimasi pemakaian listrik secara *real-time*, terutama pada beban dengan fluktuasi tinggi seperti sistem pendingin dan pompa.
3. Audit teknis dan pemeliharaan berkala pada panel distribusi dan kabel utama harus menjadi prosedur standar operasional gedung, untuk mencegah degradasi performa sistem dan menghindari potensi kebakaran akibat gangguan kelistrikan yang tidak terdeteksi.
4. Penyediaan sistem *redundancy* proteksi, seperti *earth fault relay* dan *surge arrester*, perlu ditingkatkan terutama pada panel-panel dengan beban penting seperti lift, *data center*, dan sistem alarm kebakaran.
5. Sosialisasi dan pelatihan teknis kepada tim pemelihara gedung maupun penghuni mengenai pentingnya memahami *single line diagram*, fungsi proteksi, serta risiko *overload* dan *short circuit*, perlu dilakukan secara berkala untuk meningkatkan kesadaran terhadap sistem kelistrikan yang aman dan efisien.

Dengan pelaksanaan saran-saran tersebut, diharapkan sistem distribusi tenaga listrik tidak hanya memenuhi fungsi dasar penyediaan daya, namun juga mampu mendukung aspek keberlanjutan (*sustainability*), kenyamanan penghuni, dan keselamatan bangunan secara keseluruhan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Ariyadi, W. A. Nurtiyanto, I. Irawati, and L. Solihin, "Perencanaan Diagram Satu Garis Sistem Distribusi Tenaga Listrik Pada Gedung Bertingkat (Studi Kasus Hotel & Resort Bali)," *Epic J. Electr. Power Instrum. Control*, vol. 6, no. 2, p. 133, Dec. 2023, doi: 10.32493/epic.v6i2.34005.
- [2] N. L. Mauliddiyah, "Analisa Sistem Elektrikal Pada Gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta," vol. 2, no. 1, p. 6, 2021.
- [3] A. Arzul, "Perencanaan dan Simulasi Sistem Pendistribusian Kelistrikan Tegangan Rendah Kawasan Kampus III Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 5, no. 2, pp. 203-212, 2022, doi: 10.31004/jutin.v5i2.14696.
- [4] I. Hajar, D. J. Damiri, Y. Yuliasyah, J. Jumiati, M. S. P. Lesmana, and M. I. Romadhoni, "Desain Instalasi Listrik Bangunan Bertingkat (Studi Kasus: Pesantren Khoiru Ummah Sumedang)," *Terang*, vol. 3, no. 1, pp. 31-40, 2020, doi: 10.33322/terang.v3i1.1073.
- [5] M. Permana and A. Stefanie, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di Pt Sintas Kurama Perdana," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 158-163, 2023, doi: 10.30604/jti.v5i2.149.
- [6] A. Makkulau et al., "EDUKASI LISTRIK SEHAT UNTUK MENCEGAH BAHAYA KEBAKARAN PADA PERUMAHAN PADAT PENDUDUK DI JAKARTA BARAT HEALTHY ELECTRICITY EDUCATION TO PREVENT FIRE HAZARDS IN DENSELY POPULATED HOUSING IN WEST JAKARTA," vol. 8, no. Juli, 2024, doi: 10.33373/jmb.v8i1.5886.
- [7] P. Persyaratan Umum Instalasi Listrik dan Standarisasi Kelistrikan di Kelurahan Maharani Kecamatan Rumbai Abrar Tanjung and D. Setiawan, "JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT," vol. 2, no. 1, pp. 32-38, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unilak.ac.id/index.php/Fleksibel>,
- [8] M. Agrimansyah, N. Amin, and M. Sarjan, "PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG MARKAS KOMANDO DIREKTORAT KEPOLISIAN PERAIRAN DAN UDARA KEPOLISIAN DAERAH SULAWESI TENGAH DI DESA WANI," *Foristek*, vol. 10, no. 2, Oct. 2021, doi: 10.54757/fs.v10i2.39.
- [9] Ł. Kozarek et al., "Impact of the Short-Circuit Current Value on the Operation of Overhead Connections in High-Voltage Power Stations," *Energies*, vol. 16, no. 8, 2023, doi: 10.3390/en16083462.
- [10] Standar Nasional Indonesia (SNI) IEC 0225-5-5:2020, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2020 (PUIL 2020).
- [11] PT. Hantaran Prima Mandiri. 2021. "Dokumen Proyek Residential At Bukit Golf PC2". Copyright © PT. Hantaran Prima Mandiri 2021.
- [12] Lumina Group. 2023. Architectural Lighting Consultant. "Interior and Exterior lighting Residential at Bukit Golf PC2". Copyright © Lumina Group 2023.
- [13] Schneider Electric. 2024. Catalog Price List Schneider. Jakarta , 2024.
- [14] PT. Fortindo Maju Bersama. 2020. "Catalog Product". FORT - fortindo.id (Diakses 31 Mei 2025).
- [15] Deep Sea. 2025. "Auto Main (Utility) Failure Control". Copyright © Deep Sea Electronics 2025.
- [16] Omron. 2025. "Fundamental of Relay (Movable Contacts)". <http://components.omron.com/sg-en/product/basic-knowaladge/relays/basics> (Diakses 31 Mei 2025).
- [17] Salzer Electronics Limited 2017. "Catalog Product". [salzergroup.net/contact-us.html](http://salzergroup.net/contact-us.html). (Diakses 31 Mei 2025).
- [18] Mun Hean. 2024. "Catalog Product". MUN HEAN VIỆT NAM . Copylight © Mun Hean 2024 (Diakses 31 Mei 2025).
- [19] Gonda Metal Industry Co., Ltd. "Catalog Product". Copper Anode for Plating Gonda Metal Industry (official homepage). Copyright © Gonda Metal Industry Co., Ltd (Diakses 31 Mei 2025).
- [20] PT. Sucaco Tbk. 2025. "Catalog Product". Copyright © PT. Sucaco Tbk 2025.
- [21] Elektronik Dunyasi Elektromarket. 2023. "Catalog Product". Mesan MS 190 24V DC Mini Motor Siren. Copyright © Elektronik Dunyasi Elektromarket 2023.
- [22] AutoDesk. 2025. <https://www.autodesk.com/products/autocad>. Copyright © AutoDesk 2025 (Diakses Mei 2025).