

Analisis dan Perancangan Ulang Instalasi Listrik Industri di PT. Jayamas Dwi Perkasa Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tessa Ananta Wiguna¹, Toto Tohir^{2*}, Yudi Prana Hikmat³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : tessa.ananta.tlis22@polban.ac.id

E-mail : toto.tohir@polban.ac.id

E-mail : yudi.pranahikmat@polban.ac.id

ABSTRAK

Instalasi listrik yang tidak sesuai standar dapat menimbulkan risiko tinggi terhadap keselamatan, gangguan operasional, dan inefisiensi energi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis serta merancang ulang sistem instalasi listrik di PT. Jayamas Dwi Perkasa agar sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode yang digunakan meliputi inspeksi lapangan, analisis kesesuaian terhadap SNI 0225:2011, PUIL 2011, dan simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP. Fokus kajian meliputi kapasitas daya, proteksi arus lebih, sistem pentanahan, serta dokumentasi teknis seperti *Single Line Diagram* (SLD). Hasil menunjukkan adanya beberapa ketidaksesuaian instalasi eksisting terhadap standar, termasuk ukuran kabel dan proteksi yang tidak sesuai. Rancangan ulang menghasilkan sistem yang lebih andal dan efisien. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk rekomendasi teknis untuk peningkatan sistem kelistrikan industri berbasis standar nasional.

Kata Kunci

Instalasi listrik, perancangan ulang, dokumentasi kelistrikan, proteksi arus lebih, SNI

Non-standard electrical installations pose risks to safety, operational reliability, and energy efficiency. This study analyzes and redesigns the electrical system of PT. Jayamas Dwi Perkasa to comply with the Indonesian National Standard (SNI). The methods used include on-site inspection, compliance analysis with SNI 0225:2011 and PUIL 2011, and simulation using ETAP software. The focus of the study includes power capacity, overcurrent protection, grounding system, and technical documentation such as Single Line Diagram (SLD). Results indicate several non-compliance issues in the existing installation, such as improper cable sizing and protection devices. The redesigned system offers improved reliability and operational efficiency. This study contributes technical recommendations for enhancing industrial electrical systems based on national standards.

Keywords

Electrical installation, redesign, electrical documentation, overcurrent protection, Indonesian National Standards.

1. PENDAHULUAN

Instalasi listrik yang sesuai standar berperan penting dalam menjamin efisiensi, keandalan, dan keselamatan operasional industri. Di Indonesia, PUIL 2011 sebagai bagian dari Standar Nasional Indonesia (SNI) menjadi acuan utama untuk instalasi tegangan rendah(1)(2).

PT. Jayamas Dwi Perkasa, industri pengolahan air minum kemasan dalam operasionalnya perusahaan ini memiliki tujuh *line* produksi utama, yaitu *line* produksi Galon, APM A, APM B, TechLong 1, TechLong 2, *Water Treatment*, serta *Office* dan belum memiliki dokumentasi teknis kelistrikan yang memadai seperti *Single Line Diagram* (SLD), serta ditemukan beberapa ketidaksesuaian terhadap standar, seperti pemilihan kabel dan proteksi yang tidak sesuai, nilai tahanan pembumian tinggi, dan distribusi beban yang tidak seimbang. Hal ini meningkatkan risiko gangguan seperti hubung singkat dan *overcurrent*(3). Penelitian ini bertujuan menganalisis sistem instalasi listrik eksisting dan merancang ulang sistem distribusi daya sesuai standar SNI 0225:2011, PUIL 2011, dan SNI IEC 60364(4). Fokus utama adalah peningkatan keselamatan, efisiensi energi, dan penyusunan dokumentasi teknis untuk mendukung

pemeliharaan dan pengembangan sistem kelistrikan secara berkelanjutan.

2. LANDASAN TEORI

Penelitian ini berlandaskan pada teori-teori kelistrikan dan standar nasional maupun internasional yang menjadi acuan dalam menganalisis dan merancang ulang instalasi listrik industri. Dasar teori yang digunakan meliputi konsep dasar instalasi listrik, komponen sistem distribusi, serta perhitungan teknis kelistrikan yang relevan.

2.1 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah sistem terintegrasi yang menyalurkan energi dari sumber ke beban. Untuk instalasi tegangan rendah (≤ 1000 V AC), rancang bangun dan pengoperasiannya wajib mengikuti PUIL 2011 yang merupakan bagian dari Standar Nasional Indonesia (SNI)(5)(6).

2.2 Standar Kelistrikan

Standar yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- PUIL 2011: Persyaratan Instalasi Listrik tegangan rendah(7).
- SNI 0225:2011/Amd.1:2013 Instalasi sistem distribusi daya di bangunan.
- SNI IEC 60947 Mengatur spesifikasi teknis, karakteristik proteksi, selektivitas(8).
- PUIL 2000 Nomor 621 Tentang ketentuan umum PHB(9).
- IEEE std 80 Panduan sistem pembumian industri(10).

2.3 Komponen Sistem Distribusi Daya

Sistem distribusi daya terdiri dari beberapa komponen utama. Panel distribusi (LVMDP dan SDP) berfungsi menyalurkan daya dari transformator ke beban serta sebagai titik kontrol dan proteksi. Transformator distribusi menurunkan tegangan dari 20 kV menjadi 400 V sebagai awal sistem tegangan rendah(11). Kabel penghantar seperti NYA, NYM, NYY, dan NYFGbY dipilih berdasarkan arus, metode pemasangan, dan kondisi lingkungan, sesuai SNI 0225:2011(12). Gawai proteksi seperti MCB dan MCCB digunakan untuk melindungi instalasi dari arus lebih dan hubung singkat, mengacu pada IEC 60898-1 dan IEC 60947-2(13). Sistem pembumian digunakan untuk menurunkan tahanan pentanahan hingga di bawah 5 Ohm, sesuai rekomendasi IEEE Std 80, guna memastikan keselamatan sistem dan personel(14).

2.4 Single Line Diagram (SLD)

SLD adalah representasi grafis satu garis dari sistem distribusi listrik(15). Diagram ini digunakan untuk mendokumentasikan hubungan antar komponen seperti trafo, panel, dan beban. Simbol yang digunakan merujuk pada standar IEC 60617(16).

2.5 Perhitungan Teknis

Beberapa perhitungan teknis meliputi:

2.5.1 Perhitungan Arus Desain (I_b)

Mengacu dari daya dan tegangan tiga fasa

$$I_b = \frac{P_{3\phi} (\text{watt})}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos\phi} \quad (1)$$

Keterangan:

I_b = Arus Desain (Ampere)

P_{3φ} = Daya Aktif 3Fasa (Watt)

V_L = Tegangan Fasa (Voltage)

2.5.2 Perhitungan Kapasitas Hantar Arus

Menentukan ukuran kabel sesuai PUIL 2011.

$$I_z = 125\% \times I_b \quad (2)$$

Keterangan:

I_z = Kuat Hantar Arus kontinu (Ampere)

I_b = Arus Desain (Ampere)

2.5.3 Perhitungan Rating GPAL

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (3)$$

$$I_2 \leq I, 45 \times I_z \quad (4)$$

Keterangan:

I_b = Arus Desain Sirkuit (Ampere)

I_n = Setting Pengaman (Ampere)

I_z = Kuat Hantar Arus kontinu (Ampere)

2.5.4 Perhitungan Kebutuhan Daya

$$S3\phi = \frac{P_{3\phi}}{\cos\phi} \quad (5)$$

$$Q1 = S3\phi \times \sin\phi \quad (6)$$

Keterangan:

S3φ = Daya Semu 3 Fasa (VA)

Q1 = Daya Reaktif (VAR)

φ = Sudut Phase

2.5.5 Perhitungan Kapasitas Trafo

Sesuai Standar SPLN Nomor 17 Tahun 1979 pembebanan maksimal tidak lebih dari 80%(17).

$$\text{Minimal Kapasitas Trafo} = \frac{S3\phi}{80\%} \quad (\text{VA}) \quad (7)$$

2.5.6 Perhitungan Tegangan Jatuh

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{A} \quad (8)$$

$$V_r\% = \frac{V_r}{V} \times 100\% \quad (9)$$

Keterangan:

V_r = Tegangan Jatuh (Volt)

V = Tegangan Fasa (Volt)

ρ = Hambatan Jenis (1,68 × 10⁻⁸ Ωm)

L = Panjang kabel (meter)

I = Arus (Ampere)

A = Luas penampang (mm²)

2.5.7 Perhitungan Nilai Breaking Capacity

Setelah mendapat nilai arus terbesar dari simulasi 3-Phase Fault pada ETAP kemudian dikalikan dengan *factor safety* sebesar 120% sebagai faktor keamanan(18).

$$ICB = I_f \times 120\% \quad (10)$$

Keterangan:

I_{CB} = Kapasitas pemutusan arus hubung singkat CB (kA)

I_f = Nilai arus hubung singkat bus (kA)

120% = Faktor *safety*

2.5.8 Perhitungan Kapasitas Kapasitor

$$Q_c = Q1 - Q2 \quad (11)$$

Keterangan:

Q1 = Daya Reaktif Awal (VAR)

Q2 = Daya Reaktif Akhir (VAR)

2.5.9 Perhitungan Sistem Pembumian

$$R = \frac{1}{n} \times \frac{\rho}{2\pi l} \times \left[\ln \frac{4l}{a} - 1 \right] \quad (12)$$

Keterangan:

R= Resistansi total sistem pentanahan

ρ = Resistivitas Tanah

l = Panjang Elektroda Batang (meter)

a = jari-jari elektroda (meter)

n= Jumlah elektroda batang

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif terhadap instalasi kelistrikan di PT. Jayamas Dwi Perkasa. Tujuan utama adalah menganalisis kesesuaian sistem eksisting dengan standar nasional serta merancang ulang sistem distribusi daya berdasarkan temuan di lapangan. Analisis ini bersifat kualitatif dan kuantitatif, di mana kualitatif dalam hal menilai kelayakan instalasi dari sisi standar dan keselamatan, sedangkan kuantitatif dilakukan melalui perhitungan teknis dan evaluasi kapasitas sistem.

3.1 Lokasi dan Objek Penelitian

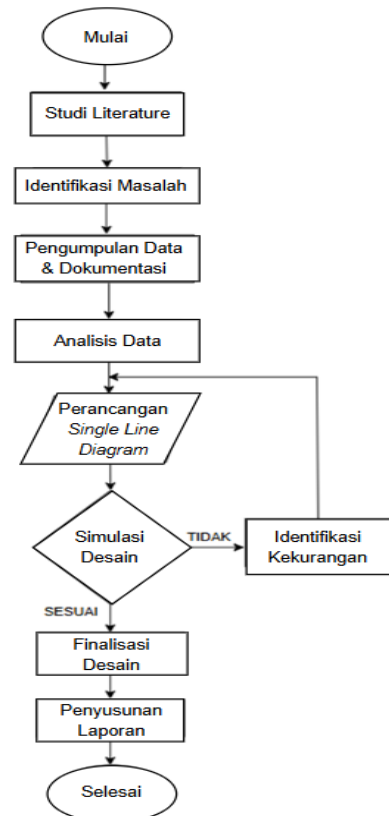
Penelitian dilakukan di PT. Jayamas Dwi Perkasa, Bandung, dengan objek fokus pada tiga dari tujuh line produksi utama yaitu Galon, TechLong 1, dan Water Treatment.

3.2 Metode Pengumpulan Data

- 1) Studi Literatur: Mengacu pada standar teknis seperti SNI, PUIL, dan referensi kelistrikan industri.
- 2) Observasi Langsung: Dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi instalasi eksisting, termasuk panel, kabel, dan grounding.
- 3) Wawancara Teknis: Dengan teknisi perusahaan untuk memperoleh informasi mengenai kendala teknis dan kebutuhan perbaikan.
- 4) Dokumentasi Teknis: Pengumpulan dokumen seperti nameplate, data panel, dan gambar instalasi.

3.3 Diagram Alir

Gambar 1. Diagram alir menunjukkan tahapan analisis dan perancangan ulang instalasi listrik, yang dimulai dari studi literatur terhadap karya ilmiah sejenis, hingga penyusunan laporan akhir. Laporan ini memuat analisis serta perhitungan teknis terhadap kondisi eksisting dan hasil dari perancangan ulang.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Evaluasi Sistem Eksisting

Berdasarkan hasil observasi, ditemukan beberapa ketidaksesuaian pada sistem eksisting:

- Tidak adanya dokumentasi *Single Line Diagram*.
- Ukuran kabel penghantar tidak sesuai dengan arus beban aktual.
- MCCB dan MCB memiliki *rating* yang tidak sesuai standar.
- Beberapa panel tidak memiliki sistem pembumian.

Tabel 1. Data Panel kondisi eksisting

Nama Panel	Kapasitas Breaker (A)	Fungsi
LVMDP Utama	2500	Distribusi utama dari trafo ke SDP
Panel Capacitor Bank	5(25)	Perbaikan Faktor Daya
SDP TechLong 1	1250	Area proses produksi
SDP Water Treatment	250	Instalasi Pengolahan Air
SDP Galon	200	Pengisian Galon

Tabel 1. Menunjukkan kondisi eksisting panel di mana Techlong 1 memproduksi botol 600 ml, *Water Treatment* yang mengolah air bahan baku menjadi siap pakai, dan *line galon* yang memproduksi galon 19 liter.

Tabel 2. Nilai Grounding Panel

Jenis Panel	Nilai Grounding
SDP Membran	9.8 Ω
Panel Wrapping	0.78 Ω
SDP TechLong 1	0.41 Ω
SDP Water Treatment	Tidak ada grounding
SDP Galon	Tidak ada grounding

Tabel 2. memberikan gambaran kondisi sistem pembumian dari beberapa panel yang diamati. Nilai tahanan yang tinggi dan ketiadaan *grounding* menunjukkan perlunya perbaikan untuk memenuhi standar keselamatan kelistrikan.

4.2 Hasil Perhitungan Teknis

Perhitungan arus desain (I_b), kuat hantar arus (I_z), dan kapasitas proteksi dilakukan untuk setiap *line*. Hasilnya menunjukkan bahwa beberapa jalur memerlukan penyesuaian kabel dan proteksi agar sesuai standar. Tegangan jatuh juga dihitung dan beberapa titik distribusi melebihi batas toleransi $\pm 5\%$, sehingga perlu optimasi penempatan panel dan pemilihan kabel.

Tabel 3. Perhitungan Arus Desain Beban Terpasang

Nama Beban	Daya (kw)	Tegangan (V)	Cos phi	I_b (A)
Robot	40	380	0.8	75.96
Palletizer Kaeser	75	380	0.8	142,43
Compresor CSD125				
Labeling	25	380	0.8	47.61
Stabilizer	36	380	0.8	68.37
Kantor	22	380	0.8	41.78

Tabel 3. menyajikan hasil perhitungan arus desain (I_b) sesuai dengan persamaan 1 dari masing-masing beban utama berdasarkan daya dan faktor daya. Informasi ini digunakan untuk menentukan ukuran kabel dan kapasitas proteksi yang sesuai.

Tabel 4. Analisis Kuat Hantar Arus

Nama Beban	KHA (A)	Kabel terpasang (mm ²)	Sesuai PUIL (mm ²)	Ket.
Robot	94.95	4	16	BT
Palletizer Kaeser	178	35	50	BT
Compresor CSD125				
Labeling	59.5	35	10	T
Stabilizer	85.46	35	16	T
Kantor	52.22	10	6	T

Tabel 4. menyajikan hasil perhitungan Kapasitas Hantar Arus (I_z) sesuai dengan persamaan 2 untuk masing-masing beban utama berdasarkan arus desainnya. Keterangan 'BT' menunjukkan bahwa kapasitas belum terpenuhi, sedangkan 'T' menandakan bahwa KHA telah terpenuhi. Oleh karena itu, beban dengan keterangan 'BT' memerlukan penyesuaian luas penampang kabel.

Tabel 5. Analisis Rating GPAL

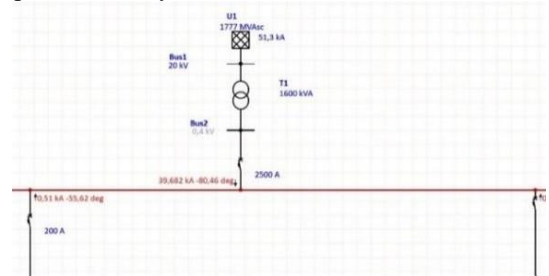
Nama Beban	In (A)	Gawai terpasang (A)	Sesuai PUIL (A)	Ket.
Robot	80	30	80	BT
Palletizer Kaeser	150	160	150	T
Compresor CSD125				
Labeling	50	100	50	BT
Stabilizer	80	100	80	BT
Kantor	50	40	50	BT

Tabel 5. menyajikan hasil analisis *rating* GPAL (I_n) sesuai dengan persamaan 3 untuk masing-masing beban utama berdasarkan arus desainnya. Keterangan 'BT' menunjukkan bahwa kapasitas belum terpenuhi karena GPAL yang terpasang nilainya melebihi kapasitas hantar arus, sedangkan 'T' menandakan bahwa *rating* GPAL telah terpenuhi. Oleh karena itu, beban dengan keterangan 'BT' memerlukan penyesuaian Gawai Proteksi dengan mengacu kepada nilai KHA kabel.

Tabel 6. Perhitungan Kebutuhan Daya

	Cos phi 0.8	Cos phi 0.95
Arus nominal (A)	2238.2	1863.2
Daya Nyata (Watt)	1170	1170
Daya Semu (VA)	1555.6	1305.7
Daya Reaktif (VAR)	933.3	391.36

Tabel 6. Menunjukkan hasil dari perhitungan daya seluruh beban bermula $\cos\phi = 0,8$ kemudian ditingkatkan menjadi $\cos\phi = 0,95$, memberikan perubahan besar dari segi arus nominal, daya semu dan daya reaktif. Total penurunan arus sebesar 375 A, penurunan daya semu sebesar 249,89 kVA serta penurunan daya reaktif sebesar 541,94 kVAR.



Gambar 2. Simulasi Hubung Singkat 3 Phasa Menggunakan Software ETAP

Tabel 7. Analisis Nilai Breaking Capacity

Nama Beban	I_{hs} Simulasi (kA)	Breaking Capacity (kA)	I_{cu}/I_{cs} GPAL (kA)	Ket.
Robot	1.02	1.23	18	T
Palletizer Kaeser	17.5	21	28	T
Compresor CSD125				
Labeling	8.26	9.91	18	T
Stabilizer	8.26	9.91	30	T
Kantor	2.83	3.39	10	T

Tabel 7. dan Gambar 2. menunjukkan hasil analisis *breaking capacity* pada masing-masing beban berdasarkan nilai arus hubung singkat (I_{hs}) hasil simulasi. Nilai I_{hs} kemudian dibandingkan dengan kapasitas pemutusan (*breaking capacity*) dari perangkat proteksi, serta nilai I_{cu}/I_{cs} pada

GPAL yang digunakan. Seluruh beban memiliki nilai I_{hs} yang masih berada di bawah batas pemutusan, ditunjukkan dengan keterangan "T", sehingga perangkat proteksi dinyatakan memadai.

Tabel 8. Analisis Drop Voltage

Nama Beban	Panjang kabel (m)	Luas penampang (mm ²)	Tegangan Jatuh (V)	Vr (%)
Robot Palletizer	42	4	18.56	4.88
Kaeser	15	35	1.98	0.52
Compresor CSD125	6	35	0.41	0.1
Labeling	42	35	1.9	0.5
Stabilizer Kantor	116	10	11.28	2.96

Tabel 8. Menunjukkan hasil *drop voltage* pada setiap beban, terlihat bahwa robot palletizer memiliki persentase paling tinggi dan melebihi standar <4% sesuai dengan PUIL 2011 sehingga perlu mengubah luas penampang kabel.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan ulang sistem instalasi kelistrikan di PT. Jayamas Dwi Perkasa, dapat disimpulkan bahwa sistem eksisting belum memenuhi standar keamanan, efisiensi, dan ketentuan nasional. Perancangan ulang dilakukan dengan mengganti kabel sesuai arus desain, menyesuaikan proteksi (MCB/MCCB), dan memperbaiki sistem pembumian. Simulasi menggunakan ETAP menunjukkan peningkatan efisiensi sistem setelah koreksi faktor daya dari 0,8 menjadi 0,95. Selain itu, telah dibuat *Single Line Diagram* (SLD) sesuai standar IEC 60617 dan SNI 0225:2011 sebagai dokumentasi teknis sistem distribusi daya. Secara keseluruhan, perancangan ulang ini meningkatkan keandalan, efisiensi, dan keselamatan sistem kelistrikan sesuai standar nasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung atas dukungan pendanaan Tugas Akhir melalui Penelitian Tugas Akhir Mahasiswa Program Sarjana Terapan Diploma III Tahun Akademik 2024/2025, sesuai nomor kontrak Nomor 317/PL1/HK.02/2025.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arif I. li BAB, Pustaka T. BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Pengertian Instalasi Listrik Listrik. 2011;
2. Deny S, Vera A, Alvi R, Istina D. Bagian FF, Xi K, Xii DAN, Bagian FF, Xi K, Xii DAN. LISTRIK. (Bagian 1).
3. Azis A, Febrianti IK. Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang. *J Ampere*. 2019;4(2):332.
4. Nasional PPRIN 150 T 2000 tentang S. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 150 Tahun 2000 tentang Standarisasi Nasional. *J Petrol* [Internet].

- 2000;369(1):1689–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005%0Ahttp://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757%0Ahttp://dx>.
5. Bayu S. Makalah Instalasi Listrik. 2014;37. Available from: https://www.academia.edu/29497529/MAKALAH_INSTALASI_LISTRIK
6. Fauzan ID, Arysham PP, Farhan S Al, Damar A. Analisis Kondisi Eksisting Instalasi Listrik Balai RW 03 Beji Timur sesuai Standardisasi Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 10 Tahun 2024. 2024;10:119–26.
7. Persyaratan Umum Instalasi Listrik. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011). DirJen Ketenagalistrikan. 2011;2011(PUIL):1–133.
8. ISO 5167-2:2003(E). International Standard International Standard. Vol. 2003, 61010-1 © Iec:2001. 2003. 13 p.
9. PUIL. PerPUIL. (2000). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Standar Nasional Indonesia DirJen Ketenagalistrikan. 2000(Puil), 562.syaratn Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Standar Nas Indones DirJen Ketenagalistrikan. 2000;2000(Puil):562.
10. Santoso A, Herawati A, Handayani YS. Analisis Sistem Pentanahan Instalasi Listrik Gedung Lembaga Pemasarakatan Kelas Ila Bengkulu. *J Amplif J Ilm Bid Tek Elektro Dan Komput*. 2020;10(2):28–33.
11. Setiaji N, Sumpena, Sugiharto A. Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik. *J Tekonologi Ind*. 2022;11(1):1–8.
12. Kaspuddin M, Pangaribuan C, Sugeng B. STUDI PENGGUNAAN KABEL LISTRIK BAWAH TANAH JENIS N2XKFGbY 3 X 185 mm 0,6/1 Kv PT. JEMBO COMPANY INDONESIA Tbk. *J Tek Elektro Uniba (JTE UNIBA)*. 2021;5(2):142–8.
13. Irhami MR. Studi Analisis Perencanaan Instalasi Kelistrikan Yang Efisien Di Gedung Fakultas Teknik Uma. 2020;6.
14. Sidiq RP, Priatna E, Usrah I. Analisis Kelayakan Instalasi Listrik di PT. Komatsu Indonesia (KBN Plant). *J Energy Electr Eng*. 2023;5(1):3–7.
15. Ulfi R, Santoso DB. Pembaharuan Single Line Diagram Lvmdp Menggunakan Aplikasi Autocad Di Departement Maintenance Pt Gs Battery Karawang Plant. *J Tek*. 2022;14(2):141.
16. Basri MH. Rancang Bangun Diagram Satu Garis Rencana Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Gedung Bertingkat (HIGHRISES BUILDING). *Univ Indones*. 2008;1–86.
17. Rais I, Rahardjo A, Husnayain F. Evaluasi Perancangan Instalasi Listrik Tenaga di Perusahaan Air Minum. *Jetri J Ilm Tek Elektro*. 2021 Jun 17;91–106.
18. Triyanto A, Ulinuha STA. Analisis Gangguan Hubung Singkat Untuk Penentuan Breaking Capacity Circuit Breaker Pada Sistem Distribusi PLTD Di Pusat Pengembangan Sumber Daya 2021;