

MULTISTAGE DESAIN INSTALASI EQUIPMENT ROOM STASIUN MANDALLE BERDASARKAN KARAKTERISTIK BEBAN

MULTISTAGE DESIGN OF MANDALLE STATION EQUIPMENT ROOM INSTALLATION BASED ON LOAD CHARACTERISTIC

Santi Triwijaya¹, Agustinus Prasetyo E. W.², Achmad Fajar D. P.³

^{1, 2, 3}Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun,

Alamat institusi, Kota Madiun, Jawa Timur, Indonesia.

E-mail: santi@ppi.ac.id

ABSTRAK

Instalasi merupakan bagian yang penting dalam perencanaan sistem kelistrikan. Dengan perencanaan instalasi kelistrikan yang tepat, peralatan persinyalan (interlocking), telekomunikasi dan fasilitas gedung yang bertenaga listrik dapat beroperasi dengan baik dan menjamin keselamatan manusia disekitar peralatan listrik. Dalam perencanaan instalasi kelistrikan tidak hanya memperhatikan standar perancangan instalasi baik nasional maupun internasional, namun juga harus memenuhi standar pengoperasian fasilitas operasi kereta api. Penelitian ini melakukan perancangan instalasi kelistrikan pada equipment room (ER) stasiun mandalle secara multistage. Hasil dari perencanaan instalasi diketahui total kebutuhan catu daya pada equipment room sebesar 12,641 kVA sehingga dibutuhkan catu daya dari PLN sebesar 23 kVA, catu daya genset berkapasitas 16 kVA untuk menyuplai seluruh beban listrik pada equipment room, serta UPS dengan kapasitas 10 kVA untuk membackup sistem persinyalan dan telekomunikasi pada saat normal dan kondisi darurat.

Kata Kunci: Instalasi Listrik, Fasilitas Operasi, Stasiun Kereta Api, Equipment Room.

ABSTRACT

Installation is an important part of electrical system planning. With appropriate electrical installation planning, signaling equipment (interlocking), telecommunications, and electrically powered building facilities can operate properly and ensure human safety around electrical equipment. Designing electrical installations should use national and international installation standards, and also meet the operating standards of railway operating facilities. This study designs electrical installations in the equipment room of the Mandalle station in multistage. The load identification results show that the total need for power supply in the equipment room is 12.641 kVA so that 23 kVA is needed from PLN, a generator power supply with a capacity of 16 kVA to supply all electrical loads in the equipment room, and a UPS with a capacity of 10 kVA for backing up. signaling and telecommunications systems in normal and emergency conditions.

Keywords: electrical installations, operating facilities, Railway Station, Equipment Room.

PENDAHULUAN

Aplikasi Mass Transit Systems (MTS), seperti kereta, dapat mengubah paradigma transportasi perkotaan dan membantu mengatasi kemacetan dan polusi (serta berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim) (Roch-Dupré et al., 2021). Provinsi Sulawesi Selatan adalah salah satu provinsi di pulau Sulawesi yang menjadi perhatian pemerintah Republik Indonesia dalam pengembangan moda transportasi Kereta Api pertama di Sulawesi (RIPNAS 2030). Hal tersebut berkaitan dengan perkembangan ekonomi yang baik, sumberdaya alam yang melimpah, mobilitas yang tinggi dan jumlah penduduk paling besar dari keseluruhan provinsi yang lain di pulau Sulawesi. Kereta api merupakan moda transportasi publik yang mampu menunjang dan mendorong kelancaran berbagai kegiatan perekonomian, sosial, dan pemerintahan. Moda transportasi kereta memiliki banyak keunggulan yaitu kemampuan kapasitas angkut yang besar, kecepatan pergerakan sarana stabil, pemeliharaan infrastruktur yang rendah, hemat energi, dan memiliki tingkat polusi yang rendah, serta kenyamanan dan keamanan yang diberikan oleh moda transportasi kereta (Bouraima et al., 2020; Holler Branco et al., 2020; Yin et al., 2017).

Pengembangan perkeretaapian Sulawesi Selatan menghubungkan kota Makassar dengan kota Parepare terbagi kedalam 5 segmen pembangunan. Segmen 1 dan 2 yang berada di kabupaten Barru telah terealisasi, untuk

segmen 3 masih dalam tahap pembangunan, sedangkan untuk segmen 4 dan 5 masih dalam tahap studi. Dengan adanya pembangunan jalur kereta di Sulawesi Selatan yang pastinya merupakan proyek pembangunan dari awal untuk jalur perkeretaapian di pulau Sulawesi maka diperlukan prasarana yang mendukung untuk kebutuhan operasional kereta api (Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Timur, 2021).

Tabel 1. Daftar Stasiun Lintas Makassar-Parepare
(Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Timur, 2021)

No	Nama Stasiun	Letak KM	Kelas
1	Tallo	0+000	Besar
2	Paranglo	7+600	Kecil
3	Mandai	14+500	Kecil
4	Maros	18+500	Besar
5	Ramang-Ramang	30+200	Kecil
6	Bosowa	6+300 (<i>Siding Track</i>)	Kecil
7	Pangkajene	36+700	Besar
8	Labakkang	49+400	Kecil
9	Tonasa	8+850 (<i>Siding Track</i>)	Kecil
10	Mandalle	67+500	Kecil
11	Tanete Rilau	81+500	Besar
12	Barru	89+500	Besar
13	Garongkong	4+700 (<i>Siding Track</i>)	Kecil
14	Takkalasi	100+000	Kecil
15	Mangkoso	107+000	Kecil
16	Palanro	116+000	Kecil
17	Lumpue	133+100	Besar
18	Soreang	141+500	Besar

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan daya Tarik penggunaan MTS sebagai salah satu moda transportasi adalah dengan menjaga kestabilan catu daya, tegangan (Iannuzzi et al., 2012) dan perencanaan sistem kelistrikan dengan baik (Roch-Dupré et al.,

2021; Yin et al., 2017). Sehingga sistem tidak hanya handal tetapi juga memiliki potensi penghematan energi tertinggi. Oleh karena itu, operator kereta api harus memiliki metodologi dan perencanaan yang tepat dalam memetakan kebutuhan fasilitas operasi KA yang akan diaplikasikan khususnya terkait dengan perangkat yang membutuhkan catu daya listrik. Maka kebutuhan energi terpenuhi dengan tetap efisien dan menghasilkan profitabilitas yang baik. Instalasi Listrik Perkeretaapian merupakan fasilitas operasi kereta yang berfungsi untuk menggerakkan kereta bertenaga listrik, memfungsikan peralatan persinyalan dan telekomunikasi kereta api bertenaga listrik serta memfungsikan fasilitas penunjang lainnya (PM 50 Tahun 2018; UU No 23 Tahun 2007).

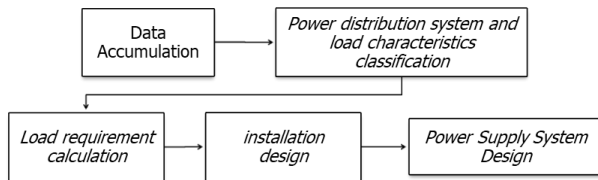
Penelitian ini mengusulkan pendekatan baru dalam instalasi kelistrikan fasilitas operasi kereta api pada equipment room stasiun mandale yang dilakukan dengan multistage dengan mempertimbangkan karakteristik beban. Karakteristik beban digunakan dalam klasifikasi beban berdasarkan jenis beban dan level tegangannya (Akbar, J. et al., 2017). Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, dapat digunakan sebagai diproyeksi dalam pengembangan sistem yang akan datang (Arief Darmawan & Bagoes Eko Y, Sunaryo, D. S. O., 2017; Dobby Eko Rofianto et al., 2019). Tahapan perencanaan dilakukan dalam beberapa stage mulai dari pengumpulan data, klasifikasi karakteristik beban, perencanaan sistem catu

daya dan perhitungan kebutuhan beban, desain instalasi dua dimensi dan tiga dimensi. Dengan perencanaan instalasi kelistrikan pada equipment room stasiun Mandalle yang tepat, maka keselamatan manusia disekitar peralatan listrik dapat terjamin, meminimalkan kemungkinan terjadinya kerusakan dan menjaga lifetime dari peralatan listrik. Khususnya peralatan vital dalam fasilitas operasi prasarana perkeretaapian.

METODE PENELITIAN

Multi-stage merupakan metode yang diaplikasikan dalam perencanaan sistem catu daya di ER Stasiun Mandalle. Multistage didefinisikan sebagai metode dalam penentuan tahapan penyelesaian berdasarkan tujuan penelitian secara bertingkat yang direpresentasikan pada gambar 1. Dalam tahap awal dilakukan pengumpulan data, data yang dibutuhkan untuk penelitian yaitu data yang ada di lapangan seperti ukuran luas bangunan bangunan gedung equipment room, skematik layout persinyalan Stasiun Mandalle, data spesifikasi teknis peralatan persinyalan dan telekomunikasi yang terdapat di equipment room Stasiun Mandalle. Selanjutnya dilakukan identifikasi sistem distribusi daya dan klasifikasi karakteristik beban. Tahapan berikutnya adalah perhitungan kebutuhan titik pencahayaan, perhitungan kebutuhan AC dan kapasitas AC, perhitungan kebutuhan daya dari beban listrik perencanaan, perhitungan luas penampang kabel

dan kapasitas pemangaman instalasi listrik, serta membuat desain instalasi 2 dimensi dan 3 dimensi. Dan tahapan akhir adalah perhitungan rencana anggaran biaya instalasi listrik gedung equipment room stasiun Mandalle.



Gambar 1. Multi-stage desain instalasi kelistrikan equipment room stasiun Mandalle

1. Identifikasi beban

Catu daya yang direncanakan untuk mensuplai beban listrik gedung equipment room terdiri atas catu daya utama dengan sumber dari Grid, catu daya cadangan dari generator set, dan catu daya darurat sebagai backup awal ketika dalam kondisi gangguan yaitu Uninterruptible Power Supply (UPS). Dalam perencanaan sistem catu daya ini peralatan yang ada pada equipment room diklasifikasikan dalam 2 bagian meliputi:

1. Peralatan Persinyalan (*signaling*)

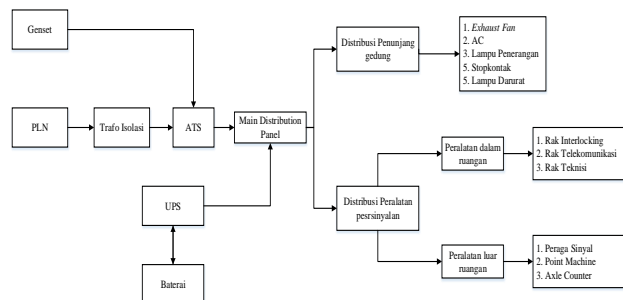
Peralatan persinyalan terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu peralatan dalam ruangan dan peralatan luar ruangan.

2. Peralatan Penunjang Gedung (*utility*)

Peralatan penunjang gedung adalah fasilitas yang menunjang fungsional gedung. Peralatan yang termasuk dalam fasilitas penunjang gedung antara lain: lampu penerangan, AC, *exhaust fan*, dan stop kontak.

2. Perancangan Sistem Catu Daya

Dalam merencanakan sistem catu daya maka perlu diketahui sistem distribusi daya dan jumlah total beban yang akan dipasang agar bisa diketahui kebutuhan daya yang dibutuhkan untuk menyuplai semua beban yang akan digunakan. Catu daya yang direncanakan untuk mensuplai beban listrik gedung equipment room yaitu catu daya utama (PLN), catu daya cadangan (genset), dan catu daya darurat (Baterai/UPS). Distribusi daya merupakan alur penyaluran daya dari sumber tenaga atau catu daya sampai ke beban. Gambar 2 merupakan blok diagram perencanaan distribusi daya listrik equipment room Stasiun Mandalle dari sumber tenaga listrik sampai ke beban.



Gambar 2. Distribusi Daya dan klasifikasi beban terpasang di Equipment Room St. Mandalle

3. Kapasitas Catu Daya

Penentuan kapasitas catu daya pada equipment room stasiun Mandalle dilakukan dengan melakukan analisa kebutuhan total beban dipasang, baik peralatan persinyalan maupun peralatan penunjang. Sehingga diaplikasikan persamaan 1-2 untuk memperhitungkan total daya pada setiap panel distribusi listrik dengan menjumlahkan total beban keseluruhan beban. Dimana P_{pd} merupakan besar daya pada panel

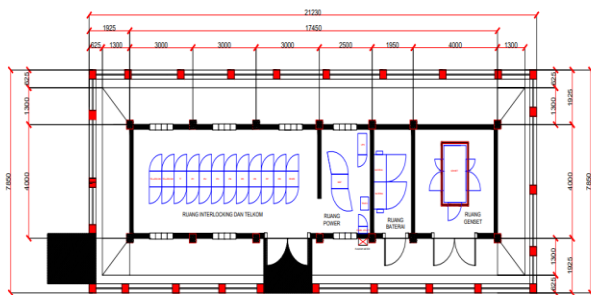
distribusi listrik dan P_{load_i} merupakan beban ke i yang terhubung dengan panel distribusi tersebut.

$$P_{pdl} = \sum_{i=1}^n P_{load_i} \quad (1)$$

$$P_{pdl} = P_{load_1} + P_{load_2} + P_{load_n} \quad (2)$$

4. Identifikasi Lokasi Beban pada Equipment Room Stasiun Mandalle

Identifikasi lokasi beban bertujuan untuk memudahkan dalam melakukan pembagian beban dalam panel distribusi dan perencanaan sistem instalasi listrik. Penentuan lokasi beban didasarkan dengan keandalan dari peralatan dan hubungan antar peralatan. Denah lokasi beban pada Equipment Room Stasiun Mandalle terdapat dalam gambar 3.



Gambar 3. Denah lokasi beban *Equipment Room* Stasiun Mandalle

5. Kuat Hantar Arus

Perhitungan luas penampang kabel dan kapasitas pengaman dilakukan di setiap panel distribusi. Untuk menentukan besar luas penampang kabel dan kapasitas pengaman dengan berdasarkan kuat hantar arus (KHA). Untuk dapat melakukan perhitungan KHA, maka dilakukan perhitungan arus nominal beban

dengan persamaan (3), selanjutnya dilakukan perhitungan kha dengan persamaan (4).

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos \phi} \quad (3)$$

$$KHA = 125\% \times I_n \quad (4)$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1) Perhitungan Kapasitas Daya berdasarkan Karakteristik Beban

Beban yang terdapat pada equipment room dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu beban gedung (utility) dan beban persinyalan (signaling) yang meliputi peralatan interlocking dan telekomunikasi.

Beban Listrik Gedung (Utility)

Beban gedung equipment room merupakan beban yang berfungsi untuk menunjang fasilitas gedung seperti penerangan, stop kontak, AC, dan exhaust fan, dll. Seluruh beban gedung dikelompokkan menjadi satu ke panel utility. Perhitungan total beban utility pada equipment room sebagai berikut:

a) Beban Listrik Panel P1

Panel P1 merupakan panel beban atau sub-sub distribution panel yang berfungsi sebagai pembagi daya yang langsung ke beban listrik.

Tabel 2. Beban Listrik Panel P1

No	Nama Beban	Beban (W)	Jumlah	Total Beban (W)
1	Lampu TL 2x18 W	36	6	216
2	Stop Kontak	200	2	400
Total Beban P1				616

b) Beban Listrik Panel P2

Panel P2 merupakan panel pembagi daya yang sama dengan panel P1 yaitu panel beban

yang berfungsi sebagai pembagi daya yang langsung ke beban listrik.

Tabel 3. Beban Listrik Panel P2

No	Nama Beban	Beban (W)	Jumlah	Total Beban (W)
1	Lampu TL 2x20 W	40	2	80
2	Lampu LED 18W	18	8	144
3	Stop Kontak	200	2	400
Total Beban P2				624

c) Beban Listrik Panel P3

Panel P3 merupakan panel pembagi daya yang sama dengan panel P1 dan P2 yaitu panel beban yang berfungsi sebagai pembagi daya yang langsung ke beban listrik.

Tabel 4. Beban Listrik Panel P3

No	Nama Beban	Beban (W)	Jumlah	Total Beban (W)
1	Lampu TL 2x20 W	40	7	280
2	Stop Kontak	200	2	400
Total Beban P3				680

d) Beban pada Panel Utility (PU)

Panel utility merupakan panel cabang pada equipment room stasiun Mandalle. Panel utility berfungsi membagikan daya ke sub-sub panel distribusi atau panel beban. Total beban listrik panel utility adalah jumlah total dari panel P1, P2, dan P3 serta AC yang terpasang pada ruangan. Total beban pada PU sebesar 6.145 watt dan 7.681 Volt Ampere dengan $\cos\phi$ sebesar 0,8. Besar total daya dalam Watt dan Volt Ampere pada setiap beban terdapat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Beban Listrik Panel Utility (PU)

No	Nama Beban	Beban (W)	Jumlah	Total Beban (W)	Total Beban (VA)
1	AC 2 PK	1.600	2	3.200	4.000
2	AC 1 PK	800	1	800	1.000
3	Exhaust Fan	75	3	225	281
4	Total Beban P1			616	770
5	Total Beban P2			624	780
6	Total Beban P3			680	850
Total Beban Panel Utility				6.145	7.681

Beban Listrik Persinyalan (Signaling)

Beban listrik persinyalan adalah beban listrik peralatan persinyalan dan telekomunikasi yang terdiri dari peralatan dalam ruangan dan peralatan luar ruangan. Peralatan dalam ruangan meliputi rak peralatan interlocking dan telekomunikasi sedangkan peralatan luar ruangan meliputi sinyal, point machine, axle counter, dll. Distribusi daya untuk peralatan persinyalan berada di panel utama atau main distribution panel (MDP) yang selanjutnya didistribusikan ke beban listrik peralatan dalam ruangan dan beban listrik peralatan luar ruangan.

Tabel 6. Beban Listrik Persinyalan (Signaling) dan telekomunikasi

No	Nama Peralatan	Beban (W)	Kebutuhan	Dimanfaatkan	Total Beban (W)
			Jumlah	Jumlah	
1	CPR (Control Processing Rack)				
	HIMATRIX F30	240,00	2	2	480,00
	HIMAX	240,00	1	1	240,00
	Weldedmuller Profinet	20,00	1	1	20,00
	Modul Relay	3,00	1	1	3,00
	Total Beban CPR				
2	BCR (Block Control Rack)				
	Modul Relay	3,00	2	2	6,00
	HIMATRIX F1/F2/F3	20,00	3	3	60,00
	Modem	8,00	4	4	32,00
	Total Beban BCR				
3	ACR (Axle Counter Rack)				
	Evaluator	65,00	6	6	390,00
	HIMATRIX F1/F2/F3	20,00	2	2	40,00
	Modul Relay	3,00	3	3	9,00
	Total Beban ACR				

No	Nama Peralatan	Beban (W)	Kebutuhan	Dimanfaatkan	Total Beban (W)
			Jumlah	Jumlah	
4	MPR (Multi Purpose Rack)				
	Modul Relay	3,00	14	14	42,00
	HIMATRIX F2/F3	20,00	6	6	120,00
	Total Beban MPR				162,00
5	Telecommunication Rack				
	SDH/PTN	52,00	1	1	52,00
	Multipler (PSU)	150,00	1	1	150,00
	BLS Modem	12,00	2	2	24,00
	L2 Switch	166,00	1	1	166,00
	PABX	90,00	1	1	90,00
	Voice Logger + Speaker	60,00	1	1	60,00
	KVM	25,40	1	1	25,40
	PoE Injector	30,00	1	1	30,00
	Modem	8,00	2	2	16,00
	Modem Telp PPKA	4,20	2	2	8,40
	CTC Switch	19,68	2	2	39,36
	Total Beban Rak Telekomunikasi				661,16
	6	Technician Terminal (TT)			
Monitor untuk TT		25,40	1	1	25,40
PC Data Logger		68,40	1	1	68,40
Printer		27,00	1	1	27,00
Total Beban Technician Terminal				120,80	
7	VDU				
	PC VDU	68,40	2	2	136,80
	Monitor	22,00	2	2	44,00
	KVM Extender	10,20	2	2	20,40
	KVM Switch	3,20	1	1	3,20
	Modem	8,00	2	2	16,00
	Total Beban VDU				220,40
8	Sinyal				
	a. Sinyal Muka				
	Kuning	24,00	2	2	48,00
	Hijau	24,00	2		
	b. Sinyal Masuk				
	Merah	24,00	2	2	48,00
	Kuning	24,00	2		
	Hijau	24,00	2		
	Speed Indicator	24,00	2	2	48,00
	Emergency	24,00	2	2	48,00
	c. Sinyal Berangkat				
	Merah	24,00	6	6	144,00
	Hijau	24,00	6		
	Emergency	24,00	6	1	24,00
	Langsir	24,00	6		
	d. Sinyal Langsir				
	Merah	24,00	2	2	48,00
Putih	24,00	2			
Total Beban Sinyal				408,00	
9	Point Machine	220,00	8	2	440,00
10	MDP				
	Kontaktor	5,00	2	1	5,00
	Relay	5,00	17	12	60,00
	Lampu Indikator	1,00	9	9	9,00
	PLC S7-1200	12,00	1	1	12,00
Total Beban MDP				86,00	
11	Utiliti & Peralatan Existing				
	Emergency Lamp	18,00	5	5	90,00
	Lainnya	500,00	1	1	500,00
	Total Beban Utiliti & Peralatan Existing				590,00
Total Beban Persinyalan dan Telekomunikasi				3968,36	

Dari tabel diatas dapat diketahui total beban persinyalan Persinyalan dan telekomunikasi sebesar 3.968,36 Watt atau

3,96836 kW. Sehingga daya semu dari total beban dengan $\cos\phi$ sebesar 0,8 adalah

$$S = \frac{\text{Daya aktif}}{\cos\phi} \quad (5)$$

$$= \frac{3.968,36}{0,8}$$

$$= 4.960,45 \text{ VA}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui daya semu dari total beban listrik Persinyalan dan telekomunikasi equipment room Stasiun Mandalle sebesar 4.960,45 VA atau 4,96045 kVA.

Kebutuhan Daya Listrik

Total beban listrik yang direncanakan untuk equipment room stasiun Mandalle yaitu total beban listrik utility dijumlahkan dengan total beban listrik peralatan persinyalan dan telekomunikasi. Untuk menghitung total beban listrik pada equipment room dapat menggunakan persamaan (1):

$$P_{pdl} = \sum_{i=1}^n P_{load_i} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Total beban listrik} &= \text{beban utility} + \text{beban persinyalan dan telekomunikasi} \\ &= 6.145 \text{ Watt} + 3.968,36 \text{ Watt} \\ &= 10.113,36 \text{ Watt} \\ &= 10,11336 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa total beban listrik equipment room stasiun Mandalle sebesar 10,11336 kW. Sehingga besar daya semu dari total beban kebutuhan daya listrik di equipment room stasiun Mandalle dengan $\cos\phi$ sebesar 0,8 adalah 12.641,7 VA.

2) Perhitungan Luas Penampang

Perhitungan luas penampang kabel dilakukan di setiap panel distribusi. Untuk menentukan besar luas penampang kabel didasarkan pada perhitungan kuat hantar arus (KHA). KHA dari penampang dapat diketahui dengan melakukan perhitungan pada persamaan (3) dan (4). Hasil perhitungan KHA dan penentuan luas penampang kabel ada di tabel 7 berikut.

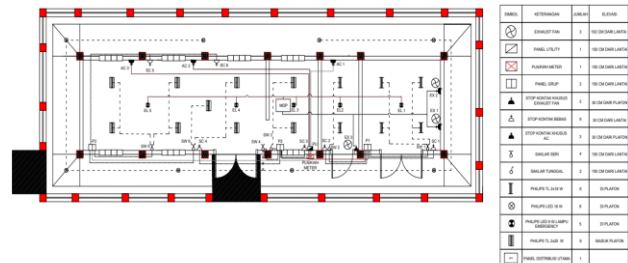
Tabel 7. Hasil Perhitungan Luas Penampang Kabel

No	Nama Beban	Beban (W)	Cos Phi	Teg (V)	In (A)	KHA (A)	Luas Penampang
1	Panel P1						
	Penerangan	216	0,8	220	1,23	1,53	NYA 1,5mm ²
	Stop Kontak	400	0,8	220	2,27	2,84	NYA 1,5mm ²
	Total Beban P1	616	0,8	220	3,50	4,38	NYA 2,5mm ²
2	Panel P2						
	Penerangan	224	0,8	220	1,27	1,59	NYA 1,5mm ²
	Stop Kontak	400	0,8	220	2,27	2,84	NYA 1,5mm ²
	Total Beban P2	624	0,8	220	3,55	4,43	NYA 2,5mm ²
3	Panel P3						
	Penerangan	280	0,8	220	1,59	1,99	NYA 1,5mm ²
	Stop Kontak	400	0,8	220	2,27	2,84	NYA 1,5mm ²
	Total Beban P3	680	0,8	220	3,86	4,83	NYA 2,5mm ²
4	PU						
	AC 1 PK (Phasa R)	1600	0,8	220	9,09	11,36	NYA 2,5mm ²
	AC 2 PK (Phasa S)	1600	0,8	220	9,09	11,36	NYA 2,5mm ²
	AC 2 PK (Phasa T)	800	0,8	220	4,55	5,68	NYA 2,5mm ²
5	MDP						
	Exhaust Fan	225	0,8	220	1,27	1,58	NYA 1,5mm ²
	Emergency Lamp	45	0,8	220	0,25	0,31	NYA 1,5mm ²

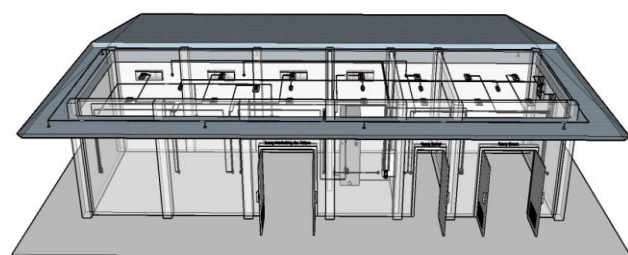
3) Perancangan Instalasi Listrik

Gambar instalasi listrik merupakan gambar rancangan instalasi yang terdiri dari gambar rancangan tata letak, gambar rancangan hubungan perlengkapan listrik, dan diagram pengawatan (Akbar, J. et al., 2017; Hajar, I., Damiri, D. J. & Lesmana, M. S. P., 2020; Pradana, A. B, 2016; Sugianto & Abdul, M., 2017). Gambar 4 dibawah merupakan gambar

desain instalasi listrik pada gedung equipment room Stasiun Mandalle dalam dua dimensi dan gambar 5 perancangan dalam tiga dimensi.



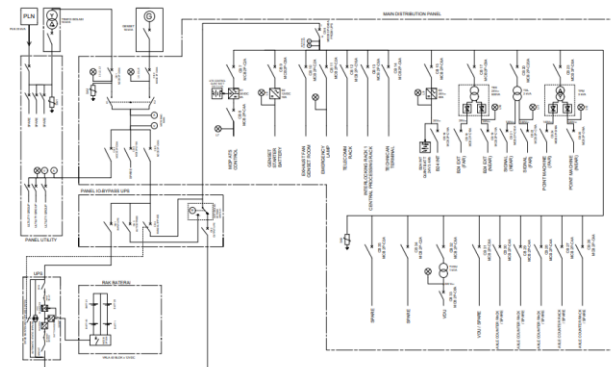
Gambar 4. Desain Instalasi Listrik Gedung ER 2D



Gambar 5. Desain Instalasi Listrik Gedung ER 3D

4) Perancangan Sistem Catu Daya

Dalam membuat perencanaan catu daya listrik perlu diketahui dahulu sistem distribusi daya. Distribusi daya merupakan alur penyaluran tenaga listrik dari sumber tenaga sampai ke beban (Akbar, J. et al., 2017). Untuk mengetahui distribusi daya listrik dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Single Line Diagram Distribusi Daya

5) Perhitungan kapasitas sambungan PLN, Kapasitas Trafo, Kapasitas Genset, dan kapasitas UPS

Diketahui beban dalam equipment room Stasiun Mandalle terbagi atas 2 (dua) bagian yaitu beban persinyalan dan beban fasilitas penunjang gedung. Diperlukan perhitungan kapasitas sambungan pada PLN, perhitungan kapasitas trafo isolasi, perhitungan kapasitas genset, dan perhitungan kapasitas UPS. Untuk menyuplai semua peralatan yang sudah direncanakan.

a) Perhitungan kapasitas sambungan PLN

Total beban listrik pada equipment room sebesar 12 kVA Untuk mensuplai semua beban maka dibutuhkan sambungan dari PLN sebesar 23 kVA. Kapasitas sambungan PLN sebesar 23 kVA untuk mengakomodir inrush current trafo isolasi pada saat trafo isolasi tersebut dinyalakan dan untuk mengantisipasi pertumbuhan beban listrik pada equipment room Stasiun Mandalle, sehingga saat terjadi penambahan beban/peralatan yang menyebabkan peningkatan kebutuhan daya, daya yang tersambung dari PLN masih bisa mencukupi tanpa memerlukan penambahan daya dari PLN.

b) Perhitungan kapasitas Trafo

Berdasarkan tabel 6 dan 7 faktor kebutuhan untuk equipment room stasiun Mandalle sebesar 100% artinya semua beban listrik yang ada di equipment room Stasiun Mandalle menyala. Untuk menentukan kapasitas trafo yang

dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan (6) berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Trafo} &= DF \times \text{Beban total} \times \text{Faktor keamanan} \quad (6) \\ &= 100\% \times 12.641,7 \times 120\% \\ &= 15.170 \text{ VA} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui kebutuhan kapasitas trafo sebesar 15.170 VA tetapi di pasaran tidak terdapat trafo dengan kapasitas tersebut sehingga dipilih trafo isolasi dengan kapasitas 16 kVA.

c) Perhitungan kapasitas genset

Dalam menentukan kapasitas genset yang dibutuhkan equipment room Stasiun Mandalle menggunakan persamaan (7). Demand Factor (DF) ditetapkan sebesar 100% berdasarkan tabel 6 dan 7 sedangkan faktor keamanan genset sebesar 125%.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Genset} &= DF \times \text{Beban total} \times \text{Faktor keamanan} \quad (7) \\ &= 100\% \times 12.641,7 \times 125\% \\ &= 15.802 \text{ VA} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui kebutuhan kapasitas genset sebesar 15.802 VA sehingga dapat dipilih genset dengan kapasitas 16 kVA.

d) Perhitungan kapasitas UPS

Penentuan kapasitas UPS dilakukan dengan menentukan peralatan yang akan di backup yaitu peralatan pada sistem persinyalan dan telekomunikasi. Berdasarkan tabel 6 diatas diketahui bahwa total beban untuk Persinyalan dan telekomunikasi pada ER ST Mandalle sebesar 4.960,45 VA atau 4,96045 kVA maka

dapat dipilih UPS dengan kapasitas 10 kVA untuk faktor keamanan.

SIMPULAN

Berdasarkan perencanaan instalasi dengan multistage pada penelitian ini, maka didapatkan desain instalasi yang telah disesuaikan dengan lokasi penempatan peralatan telekomunikasi dan persinyalan kereta sesuai dengan karakteristik dan fungsinya. Sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam realisasi instalasi kelistrikan ER

Stasiun Mandalle. Selain dihasilkan desain instalasi 2 (dua) Dimensi dan 3 (tiga) Dimensi, dalam penelitian ini juga diketahui kebutuhan daya listrik di ER Stasiun Mandalle yaitu 12,641 kVA. Maka untuk menjaga kontinuitas, kehandalan, dan estimasi peningkatan peralatan pada ER Stasiun Mandalle, maka dibutuhkan catu daya utama (PLN) dengan kapasitas 23 kVA, catu daya cadangan (genset) berkapasitas 16 kVA saat catu daya utama pemadam, dan catu daya UPS dengan kapasitas 10 kVA.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J., Notosudjono, D., & Machdi, A. R. (2017). Studi Evaluasi Perencanaan Kebutuhan Daya Pada Instalasi Listrik Di Gedung Harco Glodok Jakarta. 1–10.
- Arief Darmawan & Bagoes Eko Y, Sunaryo, D. S. O. (2017). Peningkatan Keamanan Perjalanan Kereta Api Dengan Penggunaan Sistem Axle Counter Dan Media Transmisi Fiber Optic Untuk Hubungan Blok Di Persinyalan Vpi (Studi Kasus Hubungan Blok Stasiun Surodadi – Pemalang). *Jurnal Perkertaapian Indonesia*. *Jurnal Perkertaapian Indonesia*, 1(9), 15–28.
- Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Timur. (2021). Peta Pengembangan Jalur Kereta Api Makassar-Parepare.
- Bouraima, M. B., Qiu, Y., Yusupov, B., & Ndjegwes, C. M. (2020). A study on the development strategy of the railway transportation system in the West African Economic and Monetary Union (WAEMU) based on the SWOT/AHP technique. *Scientific African*, 8, e00388. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00388>
- Dobby Eko Rofianto, Efrita Arfah Zuliari, & Trisna Wati. (2019). Analisa Perencanaan Pemasangan Differential Relay Pada PT. Bramindo Niaga Pratama. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII 2019, 1(1), 723–728.
- Hajar, I., Damiri, D. J. & Lesmana, M. S. P. (2020). Desain Instalasi Listrik Bangunan Bertingkat (Studi Kasus: Pesantren Khoiru Ummah Sumedang). 3(1), 31–40.

- Holler Branco, J. E., Bartholomeu, D. B., Alves Junior, P. N., & Caixeta Filho, J. V. (2020). Evaluation of the economic and environmental impacts from the addition of new railways to the Brazilian's transportation network: An application of a network equilibrium model. *Transport Policy*, S0967070X20300263. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.03.011>
- Iannuzzi, D., Ciccarelli, F., & Lauria, D. (2012). Stationary ultracapacitors storage device for improving energy saving and voltage profile of light transportation networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 21(1), 321–337. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2011.11.002>
- PM 50 Tahun 2018. (2018). Peraturan Menteri Perhubungan tentang Persyaratan Teknis Instalasi Listrik Perkeretaapian. Jdih Kementerian Perhubungan.
- Pradana, A. B. (2016). *Perencanaan Instalasi Listrik Gedung Dinas Pendidikan Kabupaten Wonogiri. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro. Semarang: Universitas Semarang.*
- RIPNAS 2030. (2011). Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030.
- Roch-Dupré, D., Gonsalves, T., Cucala, A. P., Pecharromán, R. R., López-López, Á. J., & Fernández-Cardador, A. (2021a). Multi-stage optimization of the installation of Energy Storage Systems in railway electrical infrastructures with nature-inspired optimization algorithms. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 104, 104370. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104370>
- Roch-Dupré, D., Gonsalves, T., Cucala, A. P., Pecharromán, R. R., López-López, Á. J., & Fernández-Cardador, A. (2021b). Multi-stage optimization of the installation of Energy Storage Systems in railway electrical infrastructures with nature-inspired optimization algorithms. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 104, 104370. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104370>
- Sugianto & Abdul, M. (2017). Perencanaan Sistem Pendistribusian Energi Listrik Pada Proyek Pembangunan Apartemen. *XIX(2)*, 69–77.
- UU No 23 Tahun 2007. (2007). Perkeretaapian. Jdih Kementerian Perhubungan.
- Yin, J., Tang, T., Yang, L., Xun, J., Huang, Y., & Gao, Z. (2017). Research and development of automatic train operation for railway transportation systems: A survey. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 85, 548–572. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.09.009>