

## PERENCANAAN SALURAN LISTRIK BAWAH TANAH TEGANGAN RENDAH PADA BANGUNAN RUMAH SAKIT HIJAU

Muhammad Shinfani Wahid<sup>1</sup>, Sapto Nisworo<sup>2</sup>, Deria Pravitasari<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang

<sup>1</sup>[shinfaniw@gmail.com](mailto:shinfaniw@gmail.com), <sup>2</sup>[saptonisworo@untidar.ac.id](mailto:saptonisworo@untidar.ac.id), <sup>3</sup>[deria.pravitasari@untidar.ac.id](mailto:deria.pravitasari@untidar.ac.id)

### ABSTRAK

**Abstrak** – Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo Magelang merupakan rumah sakit hijau berbasis mental healing ditumbuhi banyak pepohonan yang menggunakan sistem saluran listrik udara. Saluran listrik udara dikhawatirkan memiliki banyak gangguan mekanis karena diaplikasikan di sekitar wilayah pepohonan. Saluran listrik udara mengganggu estetika kawasan rumah sakit. Penggunaan saluran listrik bawah tanah yang sesuai persyaratan umum instalasi listrik (PUIL), international electrotechnical commission (IEC) dan SPLN menjadi solusi dari persoalan kurangnya estetika dan efisiensi saluran listrik. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa perencanaan saluran listrik bawah tanah memiliki keseimbangan beban sebesar 2%, susut tegangan tertinggi memiliki nilai  $2557.29 \times 10^8$ , berarti susut tegangan terbesar memiliki nilai 0.000011624%. Sistem proteksi arus menggunakan jenis moulded case circuit breaker dan mini circuit breaker. Saluran listrik menggunakan sistem 1 fasa dan 3 fasa. Jenis pengaman saluran penghantar adalah u-ditch. Perhitungan rencana anggaran biaya perencanaan saluran listrik bawah tanah sesuai permen PUPR No.28 menghasilkan perhitungan biaya sebesar Rp.5,341,870,201.92. Saluran listrik bawah tanah yang sesuai standar akan berimbas pada keandalan dan keamanan sistem saluran listrik, sehingga pelayanan pasien di Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo Magelang menjadi lebih andal.

**Kata Kunci:** Rumah Sakit Hijau, Listrik Bawah Tanah, Daya Guna.

### ABSTRACT

**Abstract** - Prof. Dr. Soerojo Magelang Mental Hospital is a green hospital based on mental healing with lots of trees that use an overhead power line system. Overhead power lines are feared to have a lot of mechanical disturbances because they are applied around the trees area. Overhead power lines interfere with the aesthetics of hospital area. The use of underground power lines in accordance with the general requirements of electrical installations (PUIL), the international electrotechnical commission (IEC) and SPLN is a solution to the problem of the lack of aesthetics and efficiency of power lines. The results of the research indicate that the underground power line planning has a load balance of 2%, the largest voltage loss has a value of  $2557.29 \times 10^8$ , meaning that the largest voltage loss has a value of 0.000011624%. The current protection system uses a moulded case circuit breaker and a mini circuit breaker. The power line uses a 1 phase and 3 phase system. The cable safety types are u-ditch. Calculation of the budget plan for planning the underground power line according to the PUPR Ministerial Regulation 28 resulted in a cost calculation of Rp.5,341,870,201.92. Underground power lines that conform to standards will have an impact on the reliability and safety of the power line system, so that patient care at the Prof. Dr. Soerojo Magelang Mental Hospital became more reliable.

**Keywords:** Green Hospital, Underground Electricity, Efficient.

### PENDAHULUAN

Salah satu bagian dari proses penyediaan tenaga listrik bagi konsumen pelanggan listrik adalah penyaluran tenaga listrik[1]. Jaringan listrik bawah tanah sudah banyak digunakan, terkhusus untuk wilayah yang mengedepankan unsur estetika lingkungan. perbandingan persen error selisih tegangan pengirim dan penerima energi listrik dalam kondisi tanpa kompensasi

maupun berkompenasi pada saluran udara tegangan menengah (SUTM) lebih besar dibandingkan saluran kabel tegangan mengah (SKTM)[2].

Keandalan penyaluran listrik sangat berkaitan dengan cuaca kondisi terutama di saluran udara[3]. Petir adalah salah satu penyebab arus dan tegangan

lebih pada suatu sistem saluran listrik udara yang tersambar. Tegangan lebih dapat menyebabkan kerusakan pada kabel penghantar atau alat elektronik tersambung[4].

Gangguan terbesar saluran saluran listrik udara bukan berasal dari sambaran petir, melainkan gangguan sentuhan ranting pohon[5]. rumah sakit adalah bangunan masyarakat paling kompleks dan representatif pada sistem kelistrikan[6]. Sebagian besar aktivitas kesehatan rumah sakit menggunakan peralatan medis (medical devices) bertenaga listrik konstan untuk menjamin fungsi penyelamatan hidup pasien, kelangsungan prosedur bedah dan fasilitas rawat jalan untuk pasien[7].

Berdasarkan kajian dari beberapa jurnal, perencanaan saluran listrik memang sudah banyak

diteliti. Tetapi, perencanaan saluran listrik bawah tanah bertegangan rendah pada rumah sakit seluas 23 hektare yang memiliki kandungan air tanah dangkal dan memiliki banyak pepohonan hingga kini belum diperoleh hasil yang sesuai standar persyaratan umum instalasi listrik, international electrotechnical comission, standar perusahaan listrik negara, dan peraturan menteri PUPR No.28 tahun 2016.

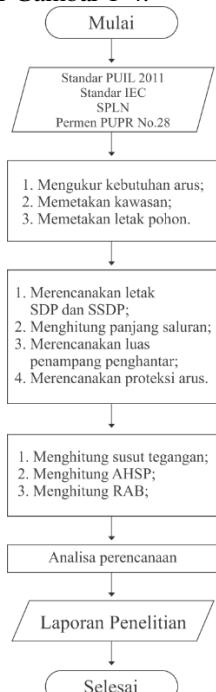
Perencanaan saluran listrik tegangan rendah pada saluran bawah tanah yang berlokasi di Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo Magelang diharapkan dapat membantu pihak rumah sakit mewujudkan keinginan menjadi rumah sakit hijau berbasis mental healing yang memiliki saluran listrik bawah tanah yang sesuai standar dan berdaya guna.

## METODE

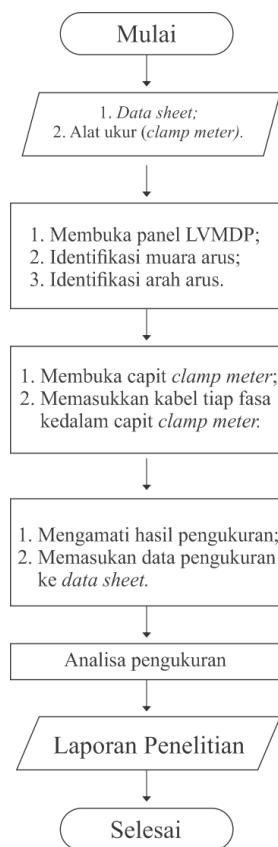
Penelitian berlokasi di kawasan Rumah Sakit Jiwa Dr. Soerojo Magelang. Penelitian yang dilakukan menggunakan sistem pengukuran, pengamatan, dan perhitungan. Sistem pengukuran digunakan saat mengukur besar kebutuhan beban listrik gedung rumah sakit. Pengukuran beban listrik menggunakan alat yang bernama tang ampere.

Sistem pengamatan dan perhitungan digunakan saat melakukan pemetaan denah lokasi kawasan rumah sakit jiwa dan pemetaan pohon yang hidup di dalam kawasan rumah sakit. Penelitian perencanaan saluran bawah tanah menggunakan dua alat utama, yaitu meteran dorong dan *clamp meter*.

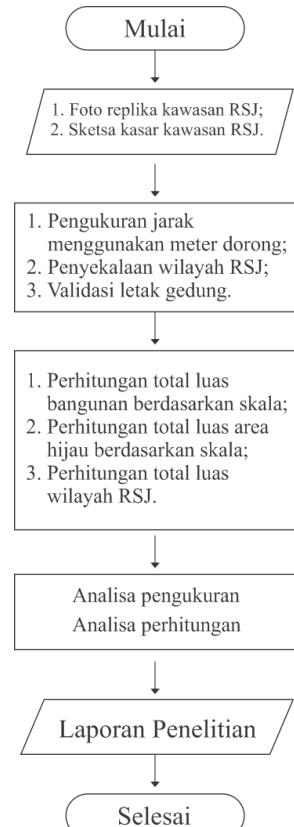
Penelitian perencanaan saluran bawah tanah memiliki dua jenis pengukuran, yaitu pengukuran luas kawasan rumah sakit dan pengukuran kebutuhan beban listrik rumah sakit jiwa. Metode penelitian dijelaskan pada diagram alir Gambar 1-4:



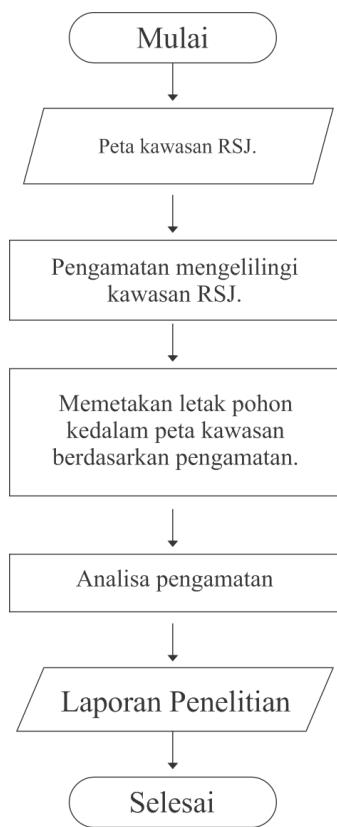
Gambar 1. Diagram alir metode penelitian



Gambar 2. Diagram alir pengukuran beban



Gambar 3. Diagram alir pemetaan kawasan



Gambar 4. Diagram alir pemetaan letak pohon

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan di kawasan rumah sakit jiwa menghasilkan data pengukuran kebutuhan beban listrik rumah sakit jiwa dan pemetaan kawasan rumah sakit jiwa. Data kebutuhan arus listrik rumah sakit jiwa ditunjukkan oleh Tabel 1:

Tabel 1. Kebutuhan arus listrik kawasan RSJ

No.	Nama SDP	R (A)	S (A)	T (A)	Total
1	SDP 1	27.3	39.1	21.2	87.6
2	SDP 2	3.8	1.6	1.7	7.1
3	SDP 3	26.8	29.5	32.8	89.1
4	SDP 4	2.4	3.8	9.8	16
5	SDP 5	17.4	17.5	17.7	52.6
6	SDP 6	2.5	7.0	8.7	18.2
7	SDP 7	15.2	16.0	17.6	48.8
8	SDP 8	28.6	33.7	30.0	92.3
9	SDP 9	3.2	0.4	0.8	4.4
10	SDP 10	74.0	81.2	77.7	232.9
11	SDP 11	8.9	26.0	26.4	61.3
12	SDP 12	35.7	26.9	11.9	74.5
13	SDP 13	19.3	20.8	25.5	65.6
14	SDP 14	33.7	16.0	10.0	59.7
15	SDP 15	7.9	10.6	5.8	24.3
16	SDP 16	44.6	36.7	42.2	123.5
17	SDP 17	20.6	17.8	19.1	57.5
18	SDP 18	3.5	13.9	12.8	30.2
19	SDP 19	2.8	17.5	22.8	43.1
<b>Total</b>		<b>378.2</b>	<b>416</b>	<b>394.5</b>	<b>1188.7</b>
<b>Presentase (%)</b>		<b>31.63</b>	<b>34.99</b>	<b>33.23</b>	<b>100</b>

Data pemetaan kawasan dan tata letak pohon pada rumah sakit jiwa magelang ditunjukkan oleh Gambar 5. Pada peta yang ditunjukkan pada jurnal ini tidak berskala (*not to scale*).



Gambar 5. Diagram alir pemetaan kawasan

Setelah diperoleh data yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah merencanakan pembagian beban listrik. Perencanaan pembagian beban listrik pada kawasan Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo ditunjukkan oleh Tabel 2:

Tabel 2. Perencanaan pembagian arus listrik

No.	Nama Gedung	R (A)	S (A)	T (A)	Total
1	SDP 1	27.3	39.1	21.2	87.6
2	SDP 2	7.1			7.1
3	SDP 3	26.8	29.5	32.8	89.1
4	SDP 4			16	16
5	SDP 5	17.4	17.5	17.7	52.6
6	SDP 6	18.2			18.2
7	SDP 7	15.2	16.0	17.6	48.8
8	SDP 8	28.6	33.7	30.0	92.3
9	SDP 9			4.4	4.4
10	SDP 10	74.0	81.2	77.7	232.9
11	SDP 11	8.9	26.0	26.4	61.3
12	SDP 12	35.7	26.9	11.9	74.5
13	SDP 13	19.3	20.8	25.5	65.6
14	SDP 14	33.7	16.0	10	59.7
15	SDP 15	7.9	10.6	5.8	24.3
16	SDP 16	44.6	36.7	42.2	123.5
17	SDP 17	20.6	17.8	19.1	57.5
18	SDP 18	3.5	13.9	12.8	30.2
19	SDP 19	2.8	17.5	22.8	43.1
<b>TOTAL</b>		<b>391.6</b>	<b>407.6</b>	<b>389.5</b>	<b>1188.7</b>
<b>KESEIMBANGAN BEBAN (%)</b>		<b>32.94</b>	<b>34.28</b>	<b>32.76</b>	<b>100</b>

Standar IEC menyatakan bahwa ketidakseimbangan beban listrik tidak boleh melebihi 5% dari keseluruhan beban listrik, maka dari itu peneliti melakukan penyesuaian perubahan pembagian beban dalam perencanaan. Tingginya ketidakseimbangan beban mengakibatkan kabel netral bertegangan yang menyebabkan besarnya kerugian daya. Kerugian daya yang besar mengakibatkan biaya yang dibayar akan menjadi lebih mahal. Perencanaan pembagian arus listrik diatas memiliki ketidakseimbangan beban sebesar 2%.

Langkah yang dilakukan setelah mengetahui arus nominal dan standar ukuran kabel adalah mengalikan arus nominal dengan koefisien 125% (PUIL,2000). Arus nominal maksimal yang terukur pada fasa kabel adalah arus yang akan digunakan untuk dijadikan acuan perkalian 125%. Setelah ditemukan hasil perkalian maka di cocokan dengan Tabel 3 standar KHA.

Tabel 3. Standar kuat hantar arus

Jenis Kabel	Luas Penampang mm <sup>2</sup>	KHA terus menerus					
		Berinti 1 A		Berinti 2 A		Berinti 3 & 4 A	
		T	U	T	U	T	U
1	2	3	4	5	6	7	8
NYY	1,5	40	26	31	26	26	18,5
NYBY	2,5	54	35	41	27	34	25
NYFGb Y	4	70	46	54	37	44	34
NYRGb Y	6	90	58	68	48	56	43
NYCY	10	122	79	92	66	75	60
NYCW Y	16	160	105	121	89	98	80
NYSY	25	206	140	153	118	128	106
NYCE Y	35	249	174	187	145	157	131
NYSEY	50	296	212	222	176	185	159
	70	365	269	272	224	228	202
	95	438	331	328	271	275	244

Sumber : PUIL 2000 halaman 304

Setelah dilakukan pencocokan hasil perhitungan, maka akan disusun tabel. Estimasi luas penampang penghantar yang digunakan di jalur MDP-SDP ditunjukkan oleh Tabel 4:

Tabel 4. Perencanaan luas penampang penghantar MDP-SDP

No	MDP-SDP	Jumlah Fasa	R (A)	S (A)	T (A)	Total (A)	Arus Max. (A)	125%	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )
3	1								
1	1-SDP 1	1	27,3	39,1	21,2	87,6	39,1	48,875	6
2	1-SDP 2	1	7,1			7,1	7,1	8,875	1,5
3	1-SDP 3	1	26,8	29,5	32,8	89,1	32,8	41	4
4	1-SDP 4	1			16	16	16	20	1,5
5	1-SDP 5	1	17,4	17,5	17,7	52,6	17,7	22,125	1,5
6	1-SDP 6	1	18,2			18,2	18,2	22,75	1,5
7	1-SDP 7	1	15,2	16	17,6	48,8	17,6	22	1,5
8	1-SDP 8	1	28,6	33,7	30	92,3	33,7	42,125	4
9	1-SDP 9	1		4,4		4,4	4,4	5,5	1,5
10	1-SDP 10	1	74	81,2	77,7	232,9	81,2	101,5	25
11	1-SDP 11	1	8,9	26	26,4	61,3	26,4	33	2,5
12	1-SDP 12	1	35,7	26,9	11,9	74,5	35,7	44,625	6
13	1-SDP 13	1	19,3	20,8	25,5	65,6	25,5	31,875	4
14	1-SDP 14	1	33,7	16	10	59,7	33,7	42,125	4
15	1-SDP 15	1	7,9	10,6	5,8	24,3	10,6	13,25	1,5
16	2-SDP 16	1	44,6	36,7	42,2	123,5	44,6	55,75	6
17	2-SDP 17	1	20,6	17,8	19,1	57,5	20,6	25,75	1,5
18	1-SDP 18	1	3,5	13,9	12,8	30,2	13,9	17,375	1,5
19	2-SDP 19	1	2,8	17,5	22,8	43,1	22,8	28,5	2,5
	<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>391,6</b>	<b>407,6</b>	<b>389,5</b>	<b>1188,7</b>		
	MDP1-SDP 2	1	68	72	84,1	224,1	84,1	105,1	25

Total perencanaan MDP sebanyak 2 unit, banyak SDP 19 unit dan SSDP 82 unit. Estimasi luas penampang penghantar dari SDP-SSDP ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Perencanaan luas penampang penghantar SDP-SSDP

No	SDP-SSDP	R (A)	S (A)	T (A)	Total (A)	Arus Max. (A)	125%	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )
1	Laboratorium	14,6	17,6	11,7	43,9	17,6	22	1,5
2	Radiologi	12,7	11,5	9,5	33,7	12,7	15,875	1,5
3	W. Pringgondani			10		10	12,5	1,5
4	Ikeswar	2,6			2,6	2,6	3,25	1,5
5	Kapasitas Mental	2,2			2,2	2,2	2,75	1,5
6	Gedung Apotek	2,3			2,3	2,3	2,875	1,5
7	PRJ Kemuning	26,8	29,5	29,5	85,8	29,5	36,875	4
8	Kantin				3,3	3,3	4,125	1,5
9	Farmasi				10,8	10,8	13,5	1,5
10	Apotek				5,2	5,2	6,5	1,5
11	Rawat Inap	6,2	4,2	5,4	15,8	6,2	7,75	1,5
12	Pompa	4,0	3,4	4,6	12,6	4,6	5,75	1,5
13	Wisma Abimanyu		4,5		4,5	4,5	5,625	1,5
14	Pep Kepaweratan	4,5			4,5	4,5	5,625	1,5
15	Wisma Sadewa				7,7	7,7	9,625	1,5
16	Wisma Antareja		5,4		5,4	5,4	6,75	1,5
17	Masjid	2,1			2,1	2,1	2,625	1,5
18	W. Dewi Ratih	10,6			10,6	10,6	13,25	1,5
19	Unit Sterilisasi	7,6			7,6	7,6	9,5	1,5
20	Wisma Parkesit	15,2	16	17,6	48,8	17,6	22	1,5
21	Rawat Jalan	28,6	28,1	30	86,7	30	37,5	4
22	K. Anak Cerdas		5,6		5,6	5,6	7	1,5
23	G. Pertm. IPKM		4,4		4,4	4,4	5,5	1,5
24	IPKM	67,3	67,9	64,2	199,4	67,9	84,875	16
25	ULP				7,4	7,4	9,25	1,5
26	Wisma Pandawa		6,2		6,2	6,2	7,75	1,5
27	W. Puntadewa		7,1		7,1	7,1	8,875	1,5
28	Wisma Baladewa				6,1	6,1	7,625	1,5
29	Wisma Drupada	6,7			6,7	6,7	8,375	1,5
30	Wisma Indraloka	8,9	11,9	9,2	30	11,9	14,875	1,5

Lanjutan Tabel 5. Perencanaan luas penampang penghantar SDP-SSDP

31	Shelter Rehab		7,8		7,8	7,8	9,75	1,5
32	W. Dewi Kunti		6,3		6,3	6,3	7,875	1,5
33	Wisma Abiyasa				5,7	5,7	5,7	1,25
34	W. Pringgondani				4,3	4,3	5,375	1,5
35	Administrasi 2				7,2	7,2	9	1,5
36	IGD	33,7	26,9	11,9	72,5	33,7	42,125	4
37	Pos Satpam	2			2	2	2,5	1,5
38	Pompa Air Diklat	6,1	6,3	5,7	18,1	6,3	7,875	1,5
39	R. D. Blok 12				5,8	5,8	7,25	1,5
40	Arama M. Putra		5,2		5,2	5,2	6,5	1,5
41	Mesa Ganeshia	6,1			6,1	6,1	7,625	1,5
42	UPI Wanita		4,8		4,8	4,8	6	1,5
43	UPI Pria				5,8	5,8	7,25	1,5
44	Arama M. Putri		4,5		4,5	4,5	5,625	1,5
45	Bakordik	7,1			7,1	7,1	8,875	1,5
46	W. Indraprasta				5,9	5,9	5,7375	1,5
47	Wisma Kosong				2,3	2,3	2,875	1,5
48	Wisma Aryaloka	33,7	16	10	59,7	33,7	42,125	4
49	Askes	4,2	4,8	3,7	12,7	4,8	6	1,5
50	Elektromedik	3,7	2,6	2,1	8,4	3,7	4,625	1,5
51	Gedung Amarta		3,2		3,2	3,2	4	1,5
52	Pompa Utama	44,6	36,7	42,2	123,5	44,6	55,75	10
53	Binatu, Setrika, Bengkel	7	5,4	5,4	17,8	7	8,75	1,5
54	Instalasi Gizi				2,9	2,9	3,625	1,5
55	Penjaitan		4,1		4,1	4,1	5,125	1,5
56	Ruang Jenazah	3,6			3,6	3,6	4,5	1,5
57	Kandang		2,2		2,2	2,2	2,75	1,5
58	Pertukang Rehab				3,3	3,3	3,3	4,125
59	Gudang Lumbung		2		2	2	2,5	1,5
60	Lab Kesling	2,1			2,1	2,1	2,625	1,5
61	Instalasi Kesling				2,1	2,1	2,625	1,5
62	ISPRS	3,7			3,7	3,7	4,625	1,5
63	Wisma Krema		2,2	2,2	2,2	2,2	2,75	1,5
64	IPAL				3,2	3,2	4	1,5
65	Incenerator	2			2	2	2,5	1,5
66	Wisma IDC		2,1		2,1	2,1	2,625	1,5
67	Wisma Gatotkaca	2			2	2	2,5	1,5
68	Wisma Arjuna	2,2			2,2	2,2	2,75	1,5
69	Admin Pusat	3,5	11,2	12,8	27,5	12,8	16	1,5
70	Polisi dan Satpam		2,7		2,7	2,7	3,375	1,5
71	W. Amarta Putri	2,8			2,8	2,8	3,5	1,5
72	W. Amarta Putra				4,2	4,2	5,25	1,5
73	Wisma Sawojajar	3,6			3,6	3,6	4,5	1,5
74	W.Jiwa Arafa				4,6	4,6	5,75	1,5
75	R. D. Blok H				3,6	3,6	4,5	1,5
76	Wisma Utara		3,5	3,5	3,5	3,5	4,375	1,5
77	wisma Subadra				3,7	3,7	4,625	1,5
78	Endang Pergiwa				3,2	3,2	4	1,5
79	Museum		3,9		3,9	3,9	4,875	1,5
80	Wisma Arimbi	3,7			3,7	3,7	4,625	1,5
81	Wisma Dwarwati	3,2			3,2	3,2	4	1,5
82	Wisma Setyowati		3,1		3,1	3,1	3,875	1,5
	<b>TOTAL</b>		<b>391,6</b>	<b>407,6</b>	<b>389,5</b>	<b>1188,7</b>		

Luas penampang penghantar yang digunakan pada perencanaan saluran listrik bawah tanah memiliki nilai maksimal sebesar  $25 \text{ mm}^2$  pada SDP 10 dan minimal sebesar  $1.5 \text{ mm}^2$ . Perhitungan luas penampang penghantar menggunakan kaidah standar PUIL 2011 amendemen 1.

Perencanaan saluran listrik memiliki dua power house, sembilan belas panel SDP, dan delapan puluh dua panel SSDP. Power house ditunjukkan menggunakan simbol persegi panjang berwarna orange yang memiliki border berwarna merah. Panel SDP ditunjukkan oleh persegi berwarna orange. Panel SSDP ditunjukkan oleh lingkaran berwarna orange.

Pemilihan letak panel akan mempengaruhi pemilihan jalur listrik bawah tanah. Garis warna merah menunjukkan jalur listrik dari power house menuju SDP. Garis warna biru menunjukkan jalur listrik dari SDP menuju SSDP. Penghantar yang akan digunakan dalam perencanaan adalah kabel berjenis NYFGbY dan NYRGbY. Penghantar berjenis NYRGbY digunakan untuk penghantar yang memiliki luas penampang  $0-16 \text{ mm}^2$ , dan jenis NYFGbY digunakan untuk luas penampang  $>16 \text{ mm}^2$ . Perencanaan saluran listrik bawah tanah ditunjukkan oleh Gambar 6:



Gambar 6. Perencanaan saluran listrik  
Bawah tanah

Jalur u-ditch direncanakan setelah melakukan perencanaan jalur saluran listrik dan ukuran penghantar listrik. Jalur u-ditch  $80 \times 80 \times 120$  ditunjukkan oleh garis berwarna merah, sedangkan jalur u-ditch  $60 \times 60 \times 120$  ditunjukkan oleh garis berwarna biru. Perencanaan saluran u-ditch  $80 \times 80 \times 120$  mendapatkan total panjang 1732 meter dan perencanaan u-ditch  $60 \times 60 \times 120$  menghasilkan panjang 2466 meter.

Proteksi arus listrik yang direncanakan menggunakan jenis MCB dan MCCB. Pemilihan jenis proteksi arus berdasarkan kapasitas dan letak proteksi. Proteksi arus yang memiliki tempat di SDP menggunakan proteksi arus MCCB, sedangkan yang ada di SSDP menggunakan proteksi berjenis MCCB dan MCB.

Menurut standar PUIL, proteksi arus sekurang-kurangnya memiliki besar 115% dari arus yang diamankan. Saluran listrik yang memiliki motor didalamnya, menggunakan nilai proteksi arus 250% dari arus yang diamankan. Proteksi arus ditunjukkan oleh Tabel 6 dan 7:

Tabel 6. Rencana proteksi arus SDP

No	MDP/SDP	R (A)	S (A)	T (A)	Jumlah Fasa	Arus Max. (A)	Beban Motor	Beban Non-Motor	Ukuran MCB
					3 fasa	1 fasa	200% / 20%	150%	
1	SDP 1	27.3	39.1	21.2	1	39.1	26.4	58.65	63A / 25A / 3P
2	SDP 2	7.1			1	7.1		10.65	15A / 10A / 1P
3	SDP 3	26.8	39.5	32.8	1	32.8	49.2	50A / 25A / 3P	
4	SDP 4	10.1	16	16	1	16	24	30A / 15A / 3P	
5	SDP 5	17.4	17.5	17.7	1	17.7	44.25		50A / 25A / 3P
6	SDP 6	18.2			1	18.2		27.3	30A / 18A / 1P
7	SDP 7	15.2	16	17.6	1	17.6		26.4	32A / 25A / 3P
8	SDP 8	20.6	21.1	30	1	30		57.65	125A / 25A / 3P
9	SDP 9	4.4			1	4.4		6.6	15A / 10A / 1P
10	SDP 10	74	81.2	77.3	1	81.2		121.8	125A / 25A / 3P
11	SDP 11	8.9	12	26	1	26.4		40A / 25A / 3P	
12	SDP 12	21.1	31.1	17.1	1	31.1		57.35	63A / 25A / 3P
13	SDP 13	19.3	20.8	25.5	1	25.5	63.75		80A / 25A / 3P
14	SDP 14	33.7	16	10	1	33.7		50.55	63A / 18A / 1P
15	SDP 15	1.9	10.6	5.8	1	10.6		15.9	16A / 10A / 1P
16	SDP 16	44.6	44.6	42.3	1	44.6	111.5		125A / 25A / 3P
17	SDP 17	20.6	17.8	19.1	1	20.6	51.5		63A / 25A / 3P
18	SDP 18	3.5	13.9	12.8	1	13.9		20.85	25A / 25A / 3P
19	SDP 19	2.8	37.5	22.8	1	22.8		34.2	40A / 25A / 3P

Tabel 7. Rencana proteksi arus SSDP

No	SDP-SSDP	R (A)	S (A)	T (A)	Jumlah Fasa	Arus Max. (A)	Beban Motor	Beban Non-Motor	Ukuran MCB	Ukuran MCCB
					3 fasa	1 fasa	250%	150%		
1	Laboratorium	14.6	17.6	11.7	1	17.6	26.4	32A / 10A / 3P		
2	Radiologi	12.7	11.5	9.5	1	12.7	19.05	20A / 10A / 3P		
3	Wisma Pringgondani	10			1	10	15	16A / 10A / 1P		
4	Ikevar	2.6			1	2.6	3.9	4A / 10A / 1P		
5	Kapastas Mental	2.2			1	2.2	3.2	3A / 10A / 1P		
6	Gejala Apotek	2.3			1	2.3	3.45	4A / 10A / 1P		
7	PRK Kemuning	26.8	29.5	29.5	1	29.5	44.25	50A / 18A / 3P		
8	Kosat	3.3			1	3.3	4.95	6A / 10A / 1P		
9	Farmasi	10.8			1	10.8	16.2	20A / 10A / 1P		
10	Apotek	5.2			1	5.2	7.8	10A / 10A / 1P		
11	Ravat Inap	6.2	4.2	5.4	1	6.2	9.3	10A / 10A / 1P		
12	Poepa	4.6	3.4	4.6	1	4.6	11.5	16A / 10A / 3P		
13	Wisma Ahmalyan	4.5			1	4.5	6.75	10A / 10A / 1P		
14	P. Keperawatan	4.5			1	4.5	6.75	10A / 10A / 1P		
15	Wisma Sadewa			7.7	1	7.7	11.55	16A / 10A / 1P		
16	Wisma Antareja	5.4			1	5.4	8.1	10A / 10A / 1P		
17	Masjid	2.1			1	2.1	3.15	4A / 10A / 1P		
18	Wisma Dewi Ratih	10.6			1	10.6	15.9	16A / 10A / 1P		
19	Unit Sterilisasi	7.6			1	7.6	11.4	16A / 10A / 3P		
20	Wisma Parket	15.2	16	17.6	1	17.6	26.4	32A / 10A / 3P		
21	Wisma Surya	28.6	28.1	30	1	30	45	50A / 10A / 3P		
22	Klinik Anak Cerdas	5.6			1	5.6	8.4	10A / 10A / 1P		
23	Avodya				1	5.6	6.6	10A / 10A / 1P		
24	IPKM	67.3	67.9	64.2	1	67.9	101.85			125A / 25A / 3P
25	ULP			7.4	1	7.4	11.1	16A / 10A / 1P		
26	Wisma Pandawa	6.2			1	6.2	9.3	10A / 10A / 1P		
27	Wisma Puntadewa	7.1			1	7.1	10.65	16A / 10A / 1P		
28	Wisma Baladewa			6.1	1	6.1	9.15	10A / 10A / 1P		
29	Wisma Driguda	6.7			1	6.7	10.05	16A / 10A / 1P		
30	Wisma Mahakala	8.9	11.9	9.2	1	11.9	17.85	20A / 10A / 3P		
31	Sholah Rehab	7.8			1	7.8	11.1	16A / 10A / 1P		
32	Wisma Dewi Kunti	6.3			1	6.3	9.45	10A / 10A / 1P		
33	Wisma Abiyasa			5.7	1	5.7	8.55	10A / 10A / 1P		
34	Wisma Pringgondani			4.3	1	4.3	6.45	10A / 10A / 1P		
35	Administrasi 2	7.2			1	7.2	10.8	16A / 10A / 1P		
36	IGD	33.7	26.9	11.9	1	33.7	50.55	50A / 10A / 3P		
37	Pos Satpam	2			1	2	3	4A / 10A / 1P		
38	Pompa Air Diklat	6.1	6.3	5.7	1	6.3	15.75	16A / 10A / 3P		
39	Rumah Dinas Blok 12			5.8	1	5.8	8.7	10A / 10A / 1P		
40	Arsiteka M. Putra	3.2			1	3.2	7.8	10A / 10A / 1P		
41	Mess M. Ganeshia	6.1			1	6.1	9.15	10A / 10A / 1P		
42	UPR Wanita	4.8			1	4.8	7.2	10A / 10A / 1P		
43	UPR Prima			5.8	1	5.8	8.7	10A / 10A / 1P		
44	Arsiteka Mahasiswa	4.5			1	4.5	6.75	10A / 10A / 1P		
45	Bakordik	7.1			1	7.1	10.65	16A / 10A / 1P		
46	Wisma Indraputra			5.9	1	5.9	8.85	10A / 10A / 1P		
47	Wisma Kosong	2.3			1	2.3	3.45	10A / 10A / 1P		
48	Wisma Aryaloka	33.7	16	10	1	33.7	50.55	50A / 10A / 3P		
49	Akses	4.2	4.8	3.7	1	4.8	7.2	10A / 10A / 3P		
50	Elektromedik	3.7	2.6	2.1	1	3.7	5.55	6A / 10A / 3P		
51	Gedung Amarta			3.2	1	3.2	4.8	6A / 10A / 1P		
52	Poepa Utama	44.6	36.7	42.2	1	44.6	111.5			125A / 25A / 3P
53	Bintara, Setrika	7	5.4	5.4	1	7	17.5	20A / 10A / 3P		
54	Instalasi Gizi			2.9	1	2.9	4.35	6A / 10A / 1P		
55	Penginapan	4.1			1	4.1	6.15	10A / 10A / 1P		
56	Ruang Jenazah	3.6			1	3.6	5.4	6A / 10A / 1P		
57	Kandang	2.2			1	2.2	3.3	6A / 10A / 1P		
58	Pengembangan Rehab			3.3	1	3.3	4.95	6A / 10A / 1P		
59	Gudang Lumbung	2			1	2	3	6A / 10A / 1P		
60	Lab Kesiain	2.1			1	2.1	3.15	6A / 10A / 1P		
61	Instalasi Kedung			2.1	1	2.1	3.15	6A / 10A / 1P		
62	ISPRS	3.7			1	3.7	5.55	6A / 10A / 1P		
63	Wisma Krema			2.2	1	2.2	3.3	6A / 10A / 1P		
64	IPAL			3.2	1	3.2	4.8	6A / 10A / 1P		
65	Instalator	2			1	2	3	6A / 10A / 1P		
66	Wisma ODC	2.1			1	2.1	3.15	6A / 10A / 1P		
67	Wisma Gatoefaca	2			1	2	3	6A / 10A / 1P		
68	Wisma Ayuna			2.2	1	2.2	3.3	6A / 10A / 1P		
69	Administrasi Pusas	3.5	11.2	12.8	1	12.8	19.2	20A / 10A / 3P		
70	Pos Polisi dan Satpam	2.7			1	2.7	4.05	6A / 10A / 1P		
71	Wisma Amarta Putri	2.8			1	2.8	4.2	6A / 10A / 1P		
72	Wisma Amarta Putra	4.2			1	4.2	6.3	10A / 10A / 1P		
73	Wisma Saviojajar	3.6			1	3.6	5.4	6A / 10A / 1P		
74	Wisma Jawa Afrahaf	4.6			1	4.6	6.9	10A / 10A / 1P		
75	Rumah Dinas Blok H	3.6			1	3.6	5.4	6A / 10A / 1P		
76	Wisma Utari	3.5			1	3.5	5.25	6A / 10A / 1P		
77	Wisma Subradha	3.7			1	3.7	5.55	6A / 10A / 1P		
78	W. Endang Pergina	3.2			1	3.2	4.8	6A / 10A / 1P		
79	W. Surya	3.9			1	3.9	5.85	6A / 10A / 1P		
80	Wisma Arimbi	3.7			1	3.7	5.55	6A / 10A / 1P		
81	Wisma Dwiarwati	3.2			1	3.2	4.8	6A / 10A / 1P		
82	Wisma Serayon	3.1			1	3.1	4.65	6A / 10A / 1P		

Menurut standar PUIL 2011 bagian susut tegangan, susut tegangan yang diperbolehkan tidak melebihi 5%. Susut tegangan satu fasa pada saluran MDP menuju SDP-2 dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = (2 \cdot \rho \cdot L \cdot I_{total} \cdot \cos \theta) : A$$

$$V = (2 \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 237 \cdot 7,1 \cdot 0,9) : 1,5$$

$$= 3392.32 \times 10^{-8} V$$

Susut tegangan bisa dihitung berdasarkan fasa yang digunakan. Susut tegangan tiga yang terjadi pada saluran MDP sampai SDP-1 dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V = (\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_{total} \cdot \cos \theta) : A$$

$$V = (\sqrt{3} \cdot 1,68 \times 10^{-8} \cdot 130 \cdot 87,6 \cdot 0,9) : 6$$

$$= 4970.59 \times 10^{-8} V$$

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan sampel data diatas, perhitungan akan dilanjutkan menggunakan software yang ada pada personal computer yang nantinya hasil dari perhitungan disajikan dalam bentuk tabel. Penyajian dalam bentuk tabel dimaksudkan untuk mempermudah pembaca menganalisis hasil dari perhitungan. Hasil pengukuran jarak dan perhitungan susut tegangan ditunjukkan oleh Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Estimasi susut tegangan MDP-SDP

No	MDP-SDP	Jarak (m)		Estimasi Tekukan (m)	Jarak Total (m)		Cos Phi	Rho ( $\times 10^{-8}$ )	Susut Tegangan ( $\times 10^{-8}$ )
		3 fasa	1 fasa		3 fasa	1 fasa			
1	SDP 1	120		10	130	0.9	1.68	4970.597838	
2	SDP 2	227	10		237	0.9	1.68	3392.3232	
3	SDP 3	260		10	270	0.9	1.68	15750.48369	
4	SDP 4	126	10		136	0.9	1.68	4386.816	
5	SDP 5	122		10	132	0.9	1.68	12122.18297	
6	SDP 6	110	10		120	0.9	1.68	4402.944	
7	SDP 7	118		10	128	0.9	1.68	10905.63482	
8	SDP 8	120	10		130	0.9	1.68	7855.927748	
9	SDP 9	152	10		162	0.9	1.68	1437.0048	
10	SDP 10	137		10	147	0.9	1.68	3586.404189	
11	SDP 11	154	10		164	0.9	1.68	10531.17264	
12	SDP 12	118		10	128	0.9	1.68	4162.242798	
13	SDP 13	453		10	463	0.9	1.68	19885.53399	
14	SDP 14	107	10		117	0.9	1.68	4573.120237	
15	SDP 15	184		10	194	0.9	1.68	8230.555788	
16	SDP 16	23	10		33	0.9	1.68	1778.861213	
17	SDP17	50	10		60	0.9	1.68	6023.379888	
18	SDP 18	209		10	219	0.9	1.68	11547.08113	
19	SDP 19	58	10		68	0.9	1.68	3070.142918	
	<b>TOTAL</b>	<b>2233</b>	<b>615</b>		<b>2383</b>	<b>655</b>			

Perhitungan susut tegangan yang telah dilakukan menyatakan bahwa perencanaan saluran listrik bawah tanah memiliki susut tegangan kecil masih dibawah 5% yang berada dalam kriteria standar keamanan PUIL. Susut tegangan terbesar memiliki nilai  $2557.29 \times 10^{-8}$ , berarti susut tegangan terbesar memiliki nilai  $0.000011624\%$ . Susut tegangan yang kecil akan mengurangi nilai losses daya listrik serta meningkatkan keandalan saluran listrik.

Tabel 9. Estimasi susut tegangan SDP-SSDP

No	SDP-SSDP	Jarak (m)	Estimasi Tekukan (m)	Jarak Total (m)	Cos Phi	Rho ( $\times 10^{-8}$ )	Susut Tegangan ( $\times 10^{-8}$ )
		3 fasa	1 fasa	3 fasa	1 fasa		
1	Labuanberani	12		10	22	0.9	1.68
2	Ratobagi	26		10	36	0.9	1.68
3	W. Pringgondani	54		10	64	0.9	1.68
4	Keswar	12		10	22	0.9	1.68
5	Kapentes Matal	16		10	26	0.9	1.68
6	Gedung Apotek	28	10		38	0.9	1.68
7	PRJ Kemuning	8		10	18	0.9	1.68
8	Kastin	46	10		56	0.9	1.68
9	Farmasi	9		10	19	0.9	1.68
10	Apotek	26	10		36	0.9	1.68
11	Rawat Inap	10		10	20	0.9	1.68
12	Pompa	55		10	65	0.9	1.68
13	Wisma Abimanyu	85	10		95	0.9	1.68
14	P. Keperawatan	50	10		60	0.9	1.68
15	Wisma Sadeva	135	10		145	0.9	1.68
16	Wisma Antareja	190	10		200	0.9	1.68
17	Masjid	48		10	58	0.9	1.68
18	Wisma Dewi Ratih	12	10		22	0.9	1.68
19	Unit Sterilisasi	26	10		36	0.9	1.68
20	Wisma Parkieset	11		10	21	0.9	1.68
21	Rawat Jalan	18	10		28	0.9	1.68
22	Klinik Anak	10		10	20	0.9	1.68
23	G. Perbaik IPKM	15	10		25	0.9	1.68
24	IPKM	10		10	20	0.9	1.68
25	U.L	38	10		48	0.9	1.68
26	Wisma Pandawa	48	10		58	0.9	1.68
27	Wisma Puntadewa	142	10		152	0.9	1.68
28	Wisma Baladevra	95	10		105	0.9	1.68
29	Wisma Drupada	60	10		70	0.9	1.68
30	Wisma Indraloka	12		10	22	0.9	1.68
31	Shelter Rehab	150	10		160	0.9	1.68
32	Wisma Dewi Kunti	112	10		122	0.9	1.68
33	Wisma Abiyasa	65	10		75	0.9	1.68
34	W. Pringgondani	50	10		60	0.9	1.68
35	Administrasi 2	107	10		117	0.9	1.68
36	IGD	12		10	22	0.9	1.68
37	Pos Saptam	88	10		98	0.9	1.68
38	Pompa Air Diklat	10		10	20	0.9	1.68
39	R. D. Blok 12	165	10		175	0.9	1.68
40	Arama M. Putra	112	10		122	0.9	1.68
41	Mesa M. Ganeshia	147	10		157	0.9	1.68
42	UPI Wanita	145	10		155	0.9	1.68
43	UPI Pria	190	10		200	0.9	1.68
44	Arama M.Putri	160	10		170	0.9	1.68
45	Bakordik	115	10		125	0.9	1.68
46	Wisma Indraprata	205	10		215	0.9	1.68
47	Wisma Kosong	125	10		133	0.9	1.68
48	Wisma Aryaloka	10	10		10	0.9	1.68
49	Wisma Arifin	10		10	20	0.9	1.68
50	Elektromedik	15		10	25	0.9	1.68
51	Gedung Anarta	40	10		50	0.9	1.68
52	Pompa Utama	10		10	20	0.9	1.68
53	Binatu, Setrika, Bengkel	60	10		70	0.9	1.68
54	Instalasi Gas	10		10	20	0.9	1.68
55	Pengaitan	120	10		130	0.9	1.68
56	Ruang Jenazah	130	10		140	0.9	1.68
57	Kandang	160	10		170	0.9	1.68
58	Pertukangan Rehab	205	10		215	0.9	1.68
59	Gudang Limbung	70	10		80	0.9	1.68
60	Lab Kesling	85	10		95	0.9	1.68
61	Instalasi Kesling	91	10		101	0.9	1.68
62	ISPRS	55	10		65	0.9	1.68
63	Wisma Krema	95	10		105	0.9	1.68
64	IPAL	115	10		125	0.9	1.68
65	Incinerator	155	10		165	0.9	1.68
66	Wisma OCD	145	10		155	0.9	1.68
67	Wisma Gotorikaca	120	10		130	0.9	1.68
68	Wisma Aryana	160	10		170	0.9	1.68
69	Administrasi Pusat	10		10	20	0.9	1.68
70	Polisi dan Satpam	169	10		179	0.9	1.68
71	W. Amara Putri	75	10		85	0.9	1.68
72	W. Amara Putra	115	10		125	0.9	1.68
73	Wisma Savajaya	200	10		210	0.9	1.68
74	Wisma Jawa Atas	125	10		135	0.9	1.68
75	R. D. Blok H	180	10		190	0.9	1.68
76	Wisma Utari	90	10		100	0.9	1.68
77	wisma Subdara	155	10		165	0.9	1.68
78	W. Ereding Pergina	205	10		215	0.9	1.68
79	Museum	115	10		125	0.9	1.68
80	Wisma Arimbi	145	10		155	0.9	1.68
81	Wisma Dwarwati	110	10		120	0.9	1.68
82	Wisma Setyowati	85	10		95	0.9	1.68

Setelah diketahui susut tegangan, maka dilakukan perhitungan kapasitas *generator set*. Perhitungan generator set dilakukan setelah melakukan perhitungan aspek vital sebelumnya. Perhitungan kapasitas genset menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kapasitas Genset} = (380 \times 1188.7) \times 0.8 \\ = 361364,8 \text{VA} \\ = 361 \text{kVA}$$

Berdasarkan perhitungan, kapasitas generator yang di butuhkan adalah 361kVA, maka pemilihan generator dilakukan pembulatan ke atas yaitu 400kVA. Pemasangan generator direncanakan sebesar 200kVA sebanyak 2 unit. Pemasangan sumber daya menggunakan 2 sumber sebesar 197 kVA tiap unit MDP.

Analisis harga satuan pekerjaan dihitung sebelum menghitung rencana anggaran biaya. Perhitungan sampel dilakukan pada pekerjaan pemasangan panel SDP-1.

$$\text{Koefisien pekerja, tukang dan mandor} = \frac{(T_k \times P)}{T_k \times Q_1} = \frac{(7 \times 1)}{7 \times 1} = 1$$

Berdasarkan perhitungan, koefisien yang digunakan pada AHSP SDP 1 adalah 1. Ketentuan yang digunakan adalah tukang, mandor, dan pekerja masing-masing 1 orang yang bekerja selama 7 jam per hari dan dibebankan menyelesaikan pekerjaan pemasangan 1 panel SDP. Perhitungan kapasitas produksi pada alat berat juga dihitung di AHSP. Perhitungan kapasitas produksi excavator dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kapasitas produksi/jam} = \frac{0.9 \times 0.83 \times 60}{2 \times 0.9} = 24.9 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien pekerja excavator} = \frac{(7 \times 1)}{7 \times 24.9} = 0,04$$

Berdasarkan perhitungan, excavator yang digunakan berukuran bucket 0.9m<sup>3</sup> yang tergolong excavator kecil. Pekerjaan excavator dalam 1 hari direncanakan selama 1 jam dan hanya menggunakan 1 alat. Kapasitas produksi excavator per jam adalah 24,9 m<sup>3</sup>.

Perhitungan koefisien truk dump sebagai alat transportasi pemindah tanah juga diperhitungkan. Perhitungan kapasitas produksi truk dump dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kapasitas produksi/jam} = \frac{7 \times 0.83 \times 60}{1.7 \times 13} = 15,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien dump truck} = \frac{(7 \times 2)}{7 \times 15.2} = 0,13$$

Perhitungan koefisien dump truck mendapatkan hasil 0,13. Perhitungan berdasarkan kapasitas bak 7m<sup>3</sup> dan berat jenis tanah 1,7ton/m<sup>3</sup>. Perhitungan truk menggunakan 2 unit dan bekerja selama 7 jam per hari. Kapasitas produksi per jam dari dump truk sebesar 15,2 m<sup>3</sup>. Waktu siklus pengisian 5 menit, pengiriman 3 menit dengan jarak 1 km, pembuangan 2 menit, dan kembali ke tempat semula adalah 3 menit. Sehingga siklus total truk adalah 13 menit.

Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah langkah yang dilakukan setelah menghitung analisa harga satuan pekerjaan. Perhitungan rencana anggaran biaya mendapatkan hasil Rp. 5,341,870,201.92 untuk perealisasian rencana saluran listrik bawah tanah yang telah dibuat yang terdapat total 82 panel SSDP, 19 panel SDP, dan 2 panel MDP.

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan acuan standar PUIL dan IEC, sehingga didapatkan perencanaan saluran lisrik bawah tanah yang memenuhi kriteria keamanan dan keandalan. Saluran listrik bawah tanah yang andal diharapkan mampu mewujudkan tujuan rumah sakit jiwa yang berkonsep green hospital untuk mendukung program mental healing bagi pasien.

Mental healing pasien rumah sakit akan lebih efektif saat estetika kawasan rumah sakit menjadi lebih indah tanpa kabel yang menghalangi pandangan. Hasil penelitian diharapkan memberi kontribusi aktif kepada pihak Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo dalam aspek

perencanaan saluran listrik bawah tanah yang sesuai standar PUIL dan IEC.

## KESIMPULAN

Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo merupakan rumah sakit hijau berbasis mental healing. Penggunaan saluran listrik bawah tanah sesuai standar PUIL dan IEC akan mengurangi resiko gangguan mekanis yang terjadi pada saluran listrik, sehingga didapatkan saluran listrik yang andal. Penggunaan saluran listrik bawah tanah tidak akan merusak nilai estetika kawasan rumah sakit. Hasil dari perencanaan saluran listrik bawah tanah yang mengacu pada standar PUIL, IEC, dan SPLN memiliki ketidakseimbangan beban sebesar 2%. Susut tegangan terbesar dari saluran listrik bawah tanah yang telah direncanakan memiliki nilai sebesar 2557.29x10-8, berarti susut tegangan memiliki nilai 0.000011624%. Perencanaan penyambungan sumber sebesar 197kVA sebanyak 2 unit dan penyambungan generator set berkapasitas 200kVA sebanyak 2 unit. Perhitungan rencana anggaran biaya mendapatkan hasil Rp. 5,341,870,201.92 untuk perealisasian rencana saluran listrik bawah tanah yang telah dibuat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Salim, Ahmad Rizal Sultan, Ahsan Akmal. 2016. "Analisis Perbandingan Sistem Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) dan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM), ISSN.
- [2] Alfano B.C Dien, Vecky C. Poekoel, Martinus Pakiding. 2018. Redesain Instalasi Listrik Dikantor Pusat Universitas Sam Ratulangi, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 7 No. 3, ISSN : 2301-8402.
- [3] B. L. Theraja dan A. K. Theraja. 2005. Electrical Technology, S.Chand & Companytd, New Delhi.
- [4] B. Spyropoulos, A. Alexandropoulos, N. Boci, E. Chatziapostolour, E. Frappa, E. Georgladour, I. Louis, I. Pantelakis, M.Poultsaki, M. Xenaki. 2018. Toward The Data-Driven "Smart" and "Green" Hospital Care. IEEE: Greece.
- [5] Badaruddin, Kiswanto Heri. 2015. Studi Analisa Perencanaan Instalasi Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV. Jurnal Elekro, Universitas Mercu Buana, ISSN.
- [6] Bates, Carson. 2018. Underground Transmission Cost/Feasibility Study. Page 3-4: Colorado.
- [7] Duyo Rizal A. 2020. Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di PT. (Persero) Rayon Daya Makasar. Jurnal Vartex Electro, Vol.12, No. 02.
- [8] Eniarti. 2019. Laporan Tahunan RUMAH SAKIT JIWA Prof. Dr. SOEROJO MAGELANG: Magelang.
- [9] Konal Mustafa, İsmail Öz, Cengiz Polat Uzunoğlu, Fırat Kaçar. 2018. Electrical Distribution Network's Failure Analysis Based on Weather Conditions. International Conference on Electrical and Electronics Engineering: Istanbul University.
- [10] M. Stroili, E. C. Pavan, M. Gorela, F. Kenda. 2015. The dimensioning and development of hospital electric installations to guarantee the continuity of use of the therapeutic and diagnostic system, IEEE 978-1-4244-9270-1.
- [11] Mir Rasoul Jaafari MousaVI. 2005. Underground Distribution Cable Incipient Fault Diagnosis System. Texas University: Texas.
- [12] Nurmiati Pasra, Andi Makkulau, Muhamamd Hasil Adnan. 2018. GANGGUAN YANG TERJADI PADA SISTEM JOINTING PADA SALURAN KABEL TEGANGAN MENENGAH 20 KV, Jurnal Sutet Vol. 8 No.1. Sekolah Tinggi Teknik PLN.

- [13] Piampoom Sarikprueck, Chodchanok Attaphong, Pichit Lumyong, Bandit Ngamwatthanasilpa. Analyzing Technique for Electrical Energy Monitoring System In Thailand Hospital, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, IEEE 978-1-5386-3917-7.
- [14] Pietro Antonio Scarpino dan Francesco Grasso. 2017. Analisys Complex Hospital Electrical Systems, Università di Firenze: Firenze, Italy.
- [15] Rittong, Bundit dan Samporn Sirisumarakul. 2018. Electric Potential Assesment Due to Lighting Strike Into The Overhead Ground Wire in Power Distribution, IEECON: Krabi, Thailand.
- [16] T. A. Short. 2014. Electric Power Distribution Handbook. CRC Press: England.
- [17] Tejo Sukmadi, Bambang Winardi. 2009. Perhitungan Dan Analisis Keseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi 20 Kv Terhadap Rugi-Rugi Daya (Studi Kasus Pada PT. PLN UPJ Slawi), Jurnal Teknik Elektro, Jilid 11, No:1.
- [18] Thomas, Edward S. dan Bill Dorsett. 2008. Underground Distribution System Design Guide. Utility Electrical Consultants, Page 121: Virginia.
- [19] Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- [20] International Electrotechnical Commission (IEC) .2008. SNI-ISO-IEC-17025.
- [21] Standar Perum Listrik Negara (SPLN) 59. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara: Jakarta.
- [22] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. 2016. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. No 28/PRT/M/2016, JDIH Kementerian PUPR.