



Perencanaan Saluran Tegangan Rendah Menggunakan Kabel Bawah Tanah di Lingkungan Universitas Tanjungpura

Planning of Low-Voltage Lines Using Underground Cables in the Tanjungpura University Environment

1)* **Sultan Zulhafizan**, 2) **Junaidi**, 3) **Fitriah**

¹²³ Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Email: suzulzulhafizan@gmail.com

*Correspondence: *Sultan Zulhafizan*

DOI:

10.59141/comserva.v4i6.2485

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menggantikan jaringan tegangan rendah yang sangat tidak merata dan tidak beraturan. Dari data yang didapatkan UNTAN memiliki total konsumsi daya listrik sekitar 4 MW yang didistribusikan melalui 77 kWh meter dan 29 gardu untuk melayani 9 fakultas dan sarana lainnya. Dari hasil perhitungan dan kondisi sekitar digunakan kabel NYY dan berbagai luas penampang. Data tersebut diambil dari Fakultas Hukum, Fakultas Ekonomi, Fakultas Pertanian, Fakultas Teknik, FISIP, FKIP, Fakultas Kehutanan, Fakultas MIPA, Fakultas Kedokteran, dan sarana lainnya, secara berturut-turut didapatkan 3 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 95 mm², 2 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 95 mm², 2 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 185 mm², 4 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 70 mm², 3 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 95 mm², 2 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 240 mm², 2 dengan gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 150 mm², 2 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 300 mm², 3 dengan gardu dengan luas penampang kabel utama berukuran 120 mm², 7 gardu menggunakan luas penampang kabel utama berukuran 95 mm². Hasil tersebut disimulasikan menggunakan ETAP 19 menunjukkan bahwa jatuh tegangan sebesar 1,19%, masih berada di bawah batas maksimal jatuh tegangan sebesar 4% sesuai PUIL 2020.

Kata kunci: Saluran tegangan rendah, Kabel bawah tanah, Luas penampang kabel, PUIL 2020

ABSTRACT

This research was conducted to replace highly uneven and irregular low voltage networks. Based on the data obtained, UNTAN has a total electricity consumption of approximately 4 MW distributed through 77 kWh meters and 29 substations to serve 9 faculties and other facilities. From the calculations and local conditions, NYY cables of various cross-sectional areas were used. The data was gathered from the Faculty of Law, Faculty of Economics, Faculty of Agriculture, Faculty of Engineering, Faculty of Social and Political Sciences (FISIP), Faculty of Education (FKIP), Faculty of Forestry, Faculty of

Mathematics and Natural Sciences (MIPA), Faculty of Medicine, and other facilities. Successively, it was found that 3 substations used a main cable cross-sectional area of 95 mm², 2 substations used a main cable cross-sectional area of 185 mm², 2 substations used a main cable cross-sectional area of 70 mm², 3 substations used a main cable cross-sectional area of 240 mm², 2 substations used a main cable cross-sectional area of 150 mm², 2 substations used a main cable cross-sectional area of 300 mm², and 7 substations used a main cable cross-sectional area of 95 mm². The results simulated using ETAP 19 indicate a voltage drop of 1.19%, which is still below the maximum allowable voltage drop of 4% according to PUIL 2020.

Keywords: *Underground cable, Cable cross-sectional area, Low-voltage installation, Puil 2020*

PENDAHULUAN

Universitas Tanjungpura (UNTAN) adalah universitas negeri terbesar di Provinsi Kalimantan Barat, yang berperan penting sebagai salah satu institusi untuk mencerdaskan kehidupan bangsa Indonesia (Kusuma et al., 2020). UNTAN dilengkapi dengan berbagai fasilitas, termasuk gedung perkuliahan, laboratorium, dan sarana lainnya untuk menunjang aktivitas pembelajaran, penelitian, dan kegiatan Tri Dharma perguruan tinggi lainnya (Wahidin & Setyowati, 2021). Salah satu sarana prasarana penting yang diperlukan adalah energi listrik dalam skala besar, terutama karena jumlah bangunan yang dimiliki oleh UNTAN (Setiawan et al., 2021). Tercatat 29 gardu transformator distribusi tersebar di seluruh kawasan UNTAN, yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik ke lebih dari 180 gedung yang ada, termasuk gedung fakultas, rektorat, dan gedung penunjang lainnya (Hasan & Lestari, 2019). UNTAN menggunakan total 77 kWh meter, dan biaya pembayaran listrik berkisar antara 500 hingga 800 juta Rupiah per bulan (Hamid et al., 2022).

Muhammad Shinfani Wahid (2021) dalam penelitiannya berjudul Perencanaan Saluran Bawah Tanah Tegangan Rendah Pada Bangunan Rumah Sakit Hijau membahas metode perencanaan untuk saluran bawah tanah, termasuk perhitungan beban dan pemilihan kabel (Wahid, 2021). Penelitian tersebut menggunakan standar PUIL 2020 sebagai acuan untuk perencanaan saluran bawah tanah yang andal (Rahmawati et al., 2022). Selain itu, Mukhamad Surya Hudha (2019) dalam penelitiannya membahas tentang bagaimana membuat saluran kabel bawah tanah di instalasi pengolahan gas yang memerlukan perlindungan khusus karena potensi ledakan (Hudha, 2019). Penelitian ini mengedepankan klasifikasi area dan penggunaan kabel berisikan tembaga yang sesuai standar PUIL (Susanto et al., 2021).

Ahsan Akmal (2019) juga melakukan penelitian yang berjudul Analisis Perbandingan Sistem Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) dan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM), yang membandingkan sistem saluran kabel udara dan kabel bawah tanah dalam hal efisiensi daya dan susut tegangan (Akmal, 2019). Berdasarkan hasil analisis, SKTM lebih unggul dalam hal stabilitas tegangan, meskipun biaya instalasi lebih tinggi dibandingkan SKUTM (Kurniawan & Rahayu, 2020).

Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya karena fokus pada perencanaan sistem kabel bawah tanah untuk tegangan rendah di kawasan UNTAN dengan memanfaatkan kabel berkonduktor tembaga dan data beban yang sudah ada (Safitri & Surya, 2021). Penelitian ini menggunakan standar PUIL 2020 sebagai acuan dalam menentukan jatuh tegangan dan jenis kabel yang digunakan untuk sistem kelistrikan di UNTAN (Suryanto et al., 2020). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam perencanaan kabel bawah tanah yang andal dan sesuai dengan kebutuhan energi listrik di UNTAN (Fahmi & Susilo, 2022).

METODE

A. Perencanaan saluran kabel bawah tanah

Perencanaan saluran kabel bawah tanah meliputi:

1. Penilaian kebutuhan dan tujuan dari perencanaan kabel bawah tanah untuk tegangan rendah.
2. Studi lokasi dilakukan untuk memahami kondisi tanah, medan, dan lingkungan sekitar perencanaan.
3. Perencanaan teknis terdapat 3 bagian yaitu: desain jalur kabel bawah tanah, spesifikasi kabel, dan penggalan.
4. Penyesuaian standar dan izin yang berlaku yaitu menggunakan PUIL 2020.
5. Faktor pertimbangan akan keamanan, lingkungan, dan efisiensi biaya untuk perencanaan yang matang dan pelaksanaan yang hati-hati akan memastikan instalasi kabel bawah tanah yang andal dan tahan lama

B. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sistem jaringan distribusi primer dan sistem jaringan distribusi sekunder. Kedua sistem tersebut dibedakan berdasarkan pada tegangan kerjanya. Pada umumnya, tegangan kerja sistem jaringan distribusi primer adalah 20 kV, sedangkan tegangan kerja sistem jaringan distribusi sekunder adalah 380/220 V [5]. Distribusi listrik tegangan rendah menyalurkan energi listrik ke rumah-rumah dan bangunan melalui dua jenis saluran yaitu satu fasa dan tiga fasa. Saluran satu fasa umumnya digunakan untuk rumah tinggal kecil, sedangkan saluran Tiga fasa digunakan untuk bangunan yang membutuhkan daya lebih besar.

Persamaan arus fasa untuk tiga fasa:

$$I_p = \frac{P_{3\phi}}{V_{LL} \times \cos \phi \times \sqrt{3}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

I_p = Arus fasa (A)

$P_{3\phi}$ = Daya beban tiga fasa (W)

V_{LL} = Tegangan tiga fasa (V)

1. Arus Safety Factor

Faktor keamanan atau *Safety factor* (SF) pada distribusi listrik yang disebut arus *safety factor* adalah rasio antara kapasitas maksimum dari arus sistem listrik dengan beban maksimum yang diharapkan. Arus *safety factor* ini menunjukkan seberapa besar margin keselamatan yang tersedia dalam sistem listrik. Arus SF dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:[7]

$$I_{sf} = I_p \times 1.25 \quad (2.2)$$

Keterangan:

I_{sf}

= Arus *Safety Factor*.

Dengan itu rumus 2.1 dan 2.2 dapat digabung

$$I_{sf} = \frac{P_{3\phi}}{V_{LL} \times \cos \phi \times \sqrt{3}} \times 1.25 \quad (2.3)$$

2. Transformator Distribusi

Transformator distribusi digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan menengah menjadi tegangan yang digunakan pada jaringan distribusi tegangan rendah (*step down transformer*). Tegangan menengah 20 kV menjadi tegangan 380/220 volt.

Table 1. Kapasitas Transformator

kVA	Tegangan Nominal Fasa ke Fasa							
	208	220	240	380	400	416	480	600
3	8,33	7,87	7,22	4,56	4,33	4,16	3,61	2,89
6	16,7	15,7	14,4	9,12	8,66	8,33	7,22	5,78
9	25	23,6	21,7	13,7	13	12,5	10,8	8,66
15	41,6	39,4	36,1	22,8	21,7	20,8	18	14,4
30	83,3	78,7	72,2	45,6	43,3	41,6	36,1	28,9
45	125	118	108	68,3	65	62,5	54,1	43,3
75	208	197	180	114	108	104	90,2	72,2
112,5	312	295	271	171	162	156	135	108

kVA	Tegangan Nominal Fasa ke Fasa							
	208	220	240	380	400	416	480	600
150	416	394	361	228	217	208	180	144
225	625	590	541	342	325	312	271	217
300	833	787	722	455	433	416	361	289
500	1388	1312	1203	760	722	694	601	481
750	2082	1968	1804	1140	1083	1041	902	722
1000	2776	2624	2406	1519	1443	1388	1203	962

Untuk mendapatkan kapasitas tranformator distribusi dapat digunakan persamaan berikut:

$$S = \left(\frac{V_{LL} \times I_{sf} \times \sqrt{3}}{1000} \right) \quad (2.4)$$

3. PUIL 2020

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 adalah dokumen SNI yang digunakan sebagai standar acuan dalam pemasangan instalasi tenaga listrik tegangan rendah untuk rumah tangga, gedung perkantoran, gedung publik dan bangunan lainnya.

4. Kabel Bawah Tanah

Saluran kabel bawah tanah (*underground cable*) menyalurkan energi listrik melalui kabel yang ditanam di bawah tanah. Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) menggunakan kabel bawah tanah adalah jenis pemasangan kabel yang ditujukan menjamin kegagalan dari luar. Kegagalan dari luar yang dimaksud adalah kegagalan yang disebabkan oleh gangguan dari sistem kelistrikan seperti ranting pohon yang mengenai saluran udara, Bermain layang-layang menggunakan arku atau kawat disekitar jaringan listrik, pedangang kaki lima yang mencantol listrik untuk penerangan dan lain-lain[1], [3].

Berdasarkan topografi dan geologi UNTAN yang berada di Kota Pontianak terletak pada lintasan garis Khatulistiwa dengan ketinggian berkisar antara 0,10 meter sampai 1,50 meter diatas permukaan laut dan termasuk kedalam wilayah penepant dan sendimen aluvial yang secara fisik merupakan jenis tanah liat, jenis tanah ini berupa gambut bekas endapan lumpur sungai kapuas. Dengan berdasarkan pada kondisi tanah yang ada di lingkungan UNTAN, penggunaan kabel, dan PUIL 2020, maka dipilih untuk kabel bawah tanah adalah kebal NYY dengan spesifikasi umum sebagai berikut:

- Berkonduktor tembaga dengan ρ_{30} .
- Suhu ambien 30 °C.
- Berinti 4 untuk saluran Tiga fasa

Untuk menghitung luas penampang minimum yang diperlukan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$A = \frac{\sqrt{3} \times I_{sf} \times \rho_{30} \times L}{V_r} \quad (2.5)$$

Keterangan:

ρ_{30} = Hambatan jenis kabel tembaga pada suhu 30°C (0,0179219 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

Table 2. KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal

Jenis Kabel	Luas Penampang (mm^2)	KHA Terus Menerus (A)					
		Inti tunggal		2-inti		3 dan 4 inti	
		Di tanah	Di Udara	Di tanah	Di Udara	Di tanah	Di Udara
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
NYY	4	70	46	54	37	44	34
NYBY	6	90	58	68	48	56	43
NYFGbY	10	122	79	92	66	75	60
NYCY	16	160	105	121	89	98	80
NYCWY	25	206	140	153	118	128	106

Jenis Kabel	Luas Penampang (mm^2)	KHA Terus Menerus (A)					
		Inti tunggal		2-inti		3 dan 4 inti	
		Di tanah	Di Udara	Di tanah	Di Udara	Di tanah	Di Udara
NYSY	35	249	174	187	145	157	131
NYCEY	50	296	212	222	176	185	159
NYSEY	70	365	269	272	224	228	202
NYHSY	95	438	331	328	271	275	244
NYKY	120	499	386	375	314	313	282
NYKBY	150	561	442	419	361	353	324
NYRFGbY	185	637	511	475	412	399	371
NYRKGBY	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-

5. Jatuh tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Berdasarkan PUIL 2020 jatuh tegangan yang diijinkan adalah $\pm 4\%$. Dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V_r = V_{LL} \times 4\% \quad (2.9)$$

Keterangan:

V_r = jatuh tegangan (V)

6. Perlengkapan Hubung Bagi

Suatu perlengkapan untuk membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkuit dan pemanfaat listrik mencakup sakelar pemutus sirkuit, papan hubung bagi tegangan rendah dan sejenisnya. Satu PHB dapat melayani maksimal 6 sambungan keluar baik untuk sambungan pelayanan atau percabangan PHB distribusi lainnya. Tidak diizinkan menyambung langsung sambungan pelayanan dengan beban kurang dari 25 Ampere ke PHB Utama. Panel Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) terbagi menjadi 2 (dua) yaitu: [13], [14].

a. PHB Utama

PHB yang menerima tenaga listrik dari saluran utama konsumen dan membagikannya keseluruhan instalasi cabang.

b. PHB Cabang

PHB yang merupakan percabangan dari PHB utama dimana tersambung sambungan pelayanan tenaga listrik.

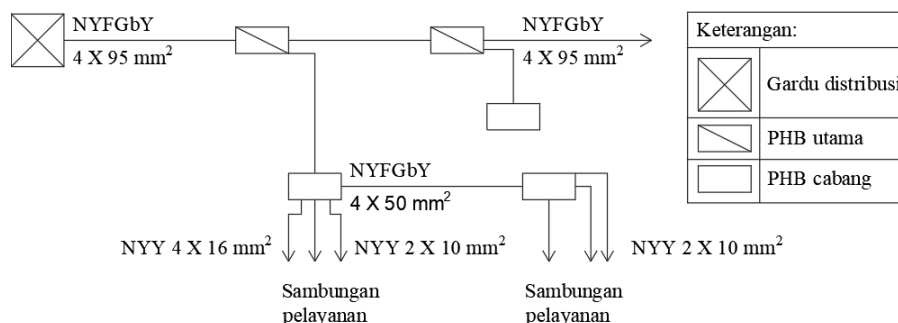


Figure 1. Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah Kabel Tanah

7. ETAP 19

ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) adalah program terintegrasi yang dirancang untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam analisis sistem kelistrikan. Program ini

mencakup berbagai fitur dan fungsi, termasuk *Analysis Harmonic*, *Analysis Transient Stability*, *Analysis Load Flow* (Aliran Daya), *Short Circuit* (ANSI and IEC), *Optimal Power Flow*, *Ground Grid Systems*, Manuver Jaringan Sistem Transmisi dan Distribusi, Pengurangan Rugi pada sistem Transmisi dan Distribusi, serta Pemasangan Kapasitor pada sistem Transmisi dan Distribusi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan saluran kabel bawah tanah



Figure 2. Saluran Kabel Bawah Tanah

B. Daya Aktif

Pada Tabel 1 Gedung dan panel dengan kode awal huruf A mewakili Fakultas Hukum, B mewakili Fakultas Ekonomi, huruf C mewakili Fakultas Pertanian, huruf D mewakili Fakultas Teknik, huruf E mewakili Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, huruf F mewakili Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, huruf G mewakili Fakultas Kehutanan, huruf H mewakili Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, huruf I mewakili Fakultas Kedokteran, dan huruf J mewakili sarana di UNTAN Lainnya.

Table 3. Daya Aktif

No	Kode	Daya aktif (Watt)	No	Kode	Daya aktif (Watt)	No	Kode	Daya aktif (Watt)
1	A-PHBU-1	107607	67	D-PHBC-5	98332	133	G2	2340
2	A-PHBC-1	107607	68	D-PHBC-6	58662	134	G3	897
3	A-PHBC-2	82468	69	D-PHBC-7	38363	135	F16	17124
4	A-PHBC-3	36712	70	D-PHBC-8	32805	136	G-PHBU-2	156004
5	A-PHBC-4	34942	71	D11	26419	137	G-PHBC-2	156004
6	A-PHBC-5	33708	72	D-PHBC-9	83406	138	G-PHBC-3	31893
7	A8	18939	73	D-PHBC-10	42574	139	G9	3070
8	A-PHBU-2	93635	74	D-PHBC-11	41822	140	G-PHBC-4	37299
9	A-PHBC-6	93635	75	D-PHBC-12	19027	141	G7	8187
10	A-PHBC-7	80190	76	D-PHBC-13	13035	142	G8	1700
11	A5	8823	77	D12	11149	143	H-PHBU-1	211334
12	A-PHBU-3	62141	78	D-PHBU-2	95659	144	H-PHBC-1	211334
13	A10	62141	79	D-PHBC-14	95659	145	H-PHBC-2	131506
14	B-PHBU-1	168749	80	D-PHBC-15	64009	146	H-PHBC-3	25882
15	B-PHBC-1	168749	81	D20	27899	147	H-PHBC-4	10427
16	B-PHBC-2	145809	82	D30	575	148	H6	1370

No	Kode	Daya aktif (Watt)	No	Kode	Daya aktif (Watt)	No	Kode	Daya aktif (Watt)
17	B13	615	83	D-PHBU-3	86577	149	H-PHBC-5	44399
18	B12	615	84	D-PHBC-16	86577	150	H7	2050
19	B-PHBC-3	55441	85	D-PHBC-17	31623	151	H-PHBU-2	214880
20	B5	24765	86	D-PHBC-18	25939	152	H-PHBC-6	214880
21	B-PHBU-2	161417	87	D24	9982	153	H8	47753
22	B-PHBC-4	161417	88	D-PHBU-4	71823	154	I-PHBU-1	138681
23	B-PHBC-5	101758	89	D-PHBC-19	71823	155	I1	138681
24	B4	36726	90	D-PHBC-20	38642	156	I-PHBC-1	123528
25	B-PHBC-6	40477	91	D31	515	157	I2	13585
26	B11	6114	92	D-PHBC-21	5932	158	I-PHBU-2	63199
27	B-PHBC-7	25807	93	D28	1241	159	I-PHBC-3	63199
28	B7	11655	94	E-PHBU-1	120769	160	I4	9110
29	B-PHBU-3	44435	95	E-PHBC-1	120769	161	B-PHBU-2	137859
30	B14	44435	96	E-PHBC-2	46116	162	I-PHBC-4	137859
31	C-PHBU-1	113800	97	E-PHBC-3	33633	163	I7	64380
32	C-PHBC-1	113800	98	E3	19725	164	J-PHBU-1	352496
33	C-PHBC-2	99539	99	E-PHBC-4	8022	165	J1	52475
34	C6	1947	100	E6	4034	166	J4	58004
35	C-PHBC-3	80000	101	E-PHBC-5	68195	167	J-PHBC-1	119155
36	C-PHBC-4	71116	102	E-PHBC-6	60881	168	J-PHBC-2	97994
37	C1	40867	103	E-PHBC-7	52687	169	J6	62251
38	C3	18399	104	E13	430	170	J-PHBC-3	122862
39	C4	8450	105	E-PHBC-8	46069	171	J-PHBC-4	21445
40	C26	385	106	E11	28110	172	J8	6984
41	C-PHBC-5	109907	107	E12	11577	173	A-PHBU-1	107607
42	C-PHBC-6	85710	108	E-PHBC-2	119872	174	J9	29342
43	C11	3614	109	E-PHBC-9	119872	175	J-PHBU-2	147958
44	C12	62426	110	E-PHBC-10	97472	176	J13	17250
45	C-PHBC-7	9517	111	E16	40490	177	J14	113870
46	C14	7937	112	E17	1688	178	J15	5450
47	C-PHBU-2	120596	113	E18	54512	179	J-PHBC-5	11388
48	C-PHBC-8	120596	114	F-PHBU-1	202975	180	J-PHBC-6	7491
49	C22	10021	115	F-PHBC-1	202975	181	J12	2105
50	C23	16480	116	F2	2940	182	J-PHBU-3	26660
51	C-PHBC-9	77464	117	F3	34344	183	J16	26660
52	C-PHBC-10	64939	118	F-PHBC-2	88485	184	J-PHBU-4	29337
53	C-PHBC-11	60327	119	F-PHBC-3	80125	185	J17	29337
54	C19	31587	120	F-PHBC-4	49607	186	J-PHBU-5	100442
55	C25	385	121	F-PHBC-5	38875	187	J-PHBC-7	44494
56	C-PHBC-12	13255	122	F-PHBC-6	20964	188	J19	18886
57	C-PHBC-13	8564	123	F14	584	189	J-PHBC-8	55948
58	C17	6640	124	F-PHBC-7	51595	190	J23	1542
59	D-PHBU-1	45145	125	F-PHBC-8	47024	191	J-PHBC-9	11318
60	D-PHBC-1	45145	126	F7	21477	192	J-PHBU-6	15388
61	D1	3852	127	F13	5645	193	J22	4539

No	Kode	Daya aktif (Watt)	No	Kode	Daya aktif (Watt)	No	Kode	Daya aktif (Watt)
62	D-PHBC-2	31563	128	F-PHBU-2	182973	194	J24	10849
63	D4	13483	129	F-PHBC-9	182973	195	J-PHBC-10	11205
64	D-PHBC-3	84073	130	F9	98297	196	J26	9964
65	D-PHBC-4	8148	131	G-PHBU-1	26826	197		
66	D29	430	132	G-PHBC-1	26826	198		

Setelah mendapatkan daya aktif untuk setiap panel diperlukan untuk mengetahui panjang kabel bawah tanah yang diperlukan untuk menyalurkan daya listrik menuju setiap panel PHBC

Table 4. Panjang Kabel Yang Diperlukan

No	Kode	Panjang (m)	No	Kode	Panjang (m)	No	Kode	Panjang (m)
1	A-PHBC-1	110	57	D29	33	113	F-PHBC-9	38
2	A-PHBC-2	55	58	D-PHBC-5	20	114	F9	53
3	A-PHBC-3	45	59	D-PHBC-6	95	115	F16	210
4	A-PHBC-4	68	60	D-PHBC-7	57	116	G-PHBC-1	28
5	A-PHBC-5	23	61	D-PHBC-8	40	117	G2	50
6	A8	20	62	D11	28	118	G3	22
7	A-PHBC-6	45	63	D-PHBC-9	45	119	G-PHBC-2	12
8	A-PHBC-7	123	64	D-PHBC-10	50	120	G-PHBC-3	80
9	A5	56	65	D-PHBC-11	30	121	G9	12
10	A10	55	66	D-PHBC-12	50	122	G-PHBC-4	160
11	B-PHBC-1	30	67	D-PHBC-13	20	123	G7	65
12	B-PHBC-2	60	68	D12	33	124	G8	55
13	B13	55	69	D-PHBC-14	36	125	H-PHBC-1	53
14	B12	105	70	D-PHBC-15	19	126	H-PHBC-2	76
15	B-PHBC-3	45	71	D20	90	127	H-PHBC-3	47
16	B5	35	72	D30	40	128	H-PHBC-4	17
17	B-PHBC-4	175	73	D-PHBC-16	10	129	H6	43
18	B-PHBC-5	57	74	D-PHBC-17	30	130	H-PHBC-5	60
19	B4	15	75	D-PHBC-18	65	131	H7	45

No	Kode	Panjang (m)	No	Kode	Panjang (m)	No	Kode	Panjang (m)
20	B-PHBC-6	45	76	D24	93	132	H-PHBC-6	45
21	B11	25	77	D-PHBC-19	15	133	H8	22
22	B-PHBC-7	75	78	D-PHBC-20	55	134	I1	10
23	B7	25	79	D31	15	135	I-PHBC-1	30
24	B14	12	80	D-PHBC-21	50	136	I2	30
25	C-PHBC-1	88	81	D28	55	137	I-PHBC-3	57
26	C-PHBC-2	30	82	E-PHBC-1	30	138	I4	20
27	C6	13	83	E-PHBC-2	50	139	I-PHBC-4	67
28	C-PHBC-3	50	84	E-PHBC-3	50	140	I7	95
29	C-PHBC-4	55	85	E3	10	141	J1	30
30	C1	30	86	E-PHBC-4	43	142	J4	60
31	C3	20	87	E6	26	143	J-PHBC-1	20
32	C4	10	88	E-PHBC-5	45	144	J-PHBC-2	35
33	C26	33	89	E-PHBC-6	30	145	J6	56
34	C-PHBC-5	120	90	E-PHBC-7	35	146	J-PHBC-3	10
35	C-PHBC-6	73	91	E13	50	147	J-PHBC-4	80
36	C11	30	92	E-PHBC-8	28	148	J8	30
37	C12	21	93	E11	23	149	J9	26
38	C-PHBC-7	45	94	E12	41	150	J13	176
39	C14	75	95	E-PHBC-9	132	151	J14	10
40	C-PHBC-8	125	96	E-PHBC-10	37	152	J15	125
41	C22	10	97	E16	31	153	J-PHBC-5	83
42	C23	30	98	E17	68	154	J-PHBC-6	40
43	C-PHBC-9	35	99	E18	20	155	J12	176
44	C-PHBC-10	36	100	F-PHBC-1	50	156	J16	10
45	C-PHBC-11	30	101	F2	25	157	J17	17
46	C19	63	102	F3	10	158	J-PHBC-7	67
47	C25	56	103	F-PHBC-2	37	159	J19	61

No	Kode	Panjang (m)	No	Kode	Panjang (m)	No	Kode	Panjang (m)
48	C-PHBC-12	33	104	F-PHBC-3	35	160	J-PHBC-8	120
49	C-PHBC-13	25	105	F-PHBC-4	43	161	J23	23
50	C17	27	106	F-PHBC-5	45	162	J-PHBC-9	78
51	D-PHBC-1	15	107	F-PHBC-6	45	163	J22	45
52	D1	10	108	F14	47	164	J24	63
53	D-PHBC-2	38	109	F-PHBC-7	47	165	J-PHBC-10	72
54	D4	60	110	F-PHBC-8	103	166	J26	72
55	D-PHBC-3	30	111	F7	50	167		
56	D-PHBC-4	70	112	F13	22	168		

C. Kuat Hantar Arus (KHA) safety factor

Dengan rumus 2.3 didapatkan hasil sebagai berikut:

Contoh:

Untuk A-PHBU-1 dengan daya 107607 W

$$I_{sf} = \frac{P_{3\phi}}{V_{LL} \times \cos \phi \times \sqrt{3}} \times 1.25 = \frac{107607}{380 \times 0.85 \times \sqrt{3}} \times 1.25 = 240.43 \text{ A}$$

Table 5. Kuat Hantar Arus (KHA)

No	Kode	KHA Safety Factor (A)	No	Kode	KHA Safety Factor (A)	No	Kode	KHA Safety Factor (A)
1	A-PHBU-1	240.43	67	D-PHBC-5	219.71	133	G2	15.64
2	A-PHBC-1	240.43	68	D-PHBC-6	131.07	134	G3	6.00
3	A-PHBC-2	184.26	69	D-PHBC-7	85.72	135	F16	38.26
4	A-PHBC-3	82.03	70	D-PHBC-8	73.30	136	G-PHBU-2	348.56
5	A-PHBC-4	78.07	71	D11	59.03	137	G-PHBC-2	348.56
6	A-PHBC-5	75.31	72	D-PHBC-9	186.36	138	G-PHBC-3	71.26
7	A8	42.32	73	D-PHBC-10	95.12	139	G9	20.52
8	A-PHBU-2	209.21	74	D-PHBC-11	93.44	140	G-PHBC-4	83.34
9	A-PHBC-6	209.21	75	D-PHBC-12	42.51	141	G7	18.29
10	A-PHBC-7	179.17	76	D-PHBC-13	29.12	142	G8	11.36
11	A5	19.71	77	D12	24.91	143	H-PHBU-1	472.19
12	A-PHBU-3	138.84	78	D-PHBU-2	213.73	144	H-PHBC-1	472.19

No	Kode	KHA Safety Factor (A)	No	Kode	KHA Safety Factor (A)	No	Kode	KHA Safety Factor (A)
13	A10	138.84	79	D-PHBC-14	213.73	145	H-PHBC-2	293.83
14	B-PHBU-1	325.79	80	D-PHBC-15	143.02	146	H-PHBC-3	57.83
15	B-PHBC-1	325.79	81	D20	62.34	147	H-PHBC-4	23.30
16	B-PHBC-2	4.11	82	D30	3.84	148	H6	9.16
17	B13	377.04	83	D-PHBU-3	193.44	149	H-PHBC-5	99.20
18	B12	4.11	84	D-PHBC-16	193.44	150	H7	13.70
19	B-PHBC-3	123.87	85	D-PHBC-17	70.66	151	H-PHBU-2	480.11
20	B5	55.33	86	D-PHBC-18	57.96	152	H-PHBC-6	480.11
21	B-PHBU-2	360.66	87	D24	22.30	153	H8	106.70
22	B-PHBC-4	360.66	88	D-PHBU-4	160.48	154	I-PHBU-1	309.86
23	B-PHBC-5	227.36	89	D-PHBC-19	160.48	155	I1	309.86
24	B4	82.06	90	D-PHBC-20	86.34	156	I-PHBC-1	276.00
25	B-PHBC-6	90.44	91	D31	3.44	157	I2	30.35
26	B11	13.66	92	D-PHBC-21	13.25	158	I-PHBU-2	141.21
27	B-PHBC-7	57.66	93	D28	8.30	159	I-PHBC-3	141.21
28	B7	26.04	94	E-PHBU-1	269.84	160	I4	20.35
29	B-PHBU-3	99.28	95	E-PHBC-1	269.84	161	B-PHBU-2	308.02
30	B14	99.28	96	E-PHBC-2	103.04	162	I-PHBC-4	308.02
31	C-PHBU-1	254.27	97	E-PHBC-3	75.15	163	I7	143.85
32	C-PHBC-1	254.27	98	E3	44.07	164	J-PHBU-1	787.59
33	C-PHBC-2	222.40	99	E-PHBC-4	17.92	165	J1	117.25
34	C6	13.00	100	E6	26.97	166	J4	129.60
35	C-PHBC-3	178.75	101	E-PHBC-5	152.37	167	J-PHBC-1	266.23
36	C-PHBC-4	158.90	102	E-PHBC-6	136.03	168	J-PHBC-2	218.95
37	C1	91.31	103	E-PHBC-7	117.72	169	J6	139.09
38	C3	41.11	104	E13	2.87	170	J-PHBC-3	274.51
39	C4	18.88	105	E-PHBC-8	102.93	171	J-PHBC-4	47.92
40	C26	2.57	106	E11	62.81	172	J8	15.60
41	C-PHBC-5	245.57	107	E12	25.87	173	A-PHBU-1	240.43
42	C-PHBC-6	191.50	108	E-PHBC-2	267.83	174	J9	65.56
43	C11	24.16	109	E-PHBC-9	267.83	175	J-PHBU-2	330.59
44	C12	139.48	110	E-PHBC-10	217.78	176	J13	38.54
45	C-PHBC-7	21.26	111	E16	41.57	177	J14	254.42
46	C14	17.73	112	E17	11.28	178	J15	12.18
47	C-PHBU-2	269.45	113	E18	121.80	179	J-PHBC-5	25.44
48	C-PHBC-8	269.45	114	F-PHBU-1	453.51	180	J-PHBC-6	16.74

No	Kode	KHA Safety Factor (A)	No	Kode	KHA Safety Factor (A)	No	Kode	KHA Safety Factor (A)
49	C22	22.39	115	F-PHBC-1	453.51	181	J12	14.07
50	C23	36.82	116	F2	19.65	182	J-PHBU-3	59.57
51	C-PHBC-9	173.08	117	F3	76.74	183	J16	59.57
52	C-PHBC-10	145.10	118	F-PHBC-2	197.70	184	J-PHBU-4	65.55
53	C-PHBC-11	134.79	119	F-PHBC-3	179.03	185	J17	65.55
54	C19	70.58	120	F-PHBC-4	110.84	186	J-PHBU-5	224.42
55	C25	2.57	121	F-PHBC-5	86.86	187	J-PHBC-7	99.41
56	C-PHBC-12	29.62	122	F-PHBC-6	46.84	188	J19	42.20
57	C-PHBC-13	19.13	123	F14	3.90	189	J-PHBC-8	125.01
58	C17	14.84	124	F-PHBC-7	115.28	190	J23	4.71
59	D-PHBU-1	100.87	125	F-PHBC-8	105.07	191	J-PHBC-9	25.29
60	D-PHBC-1	100.87	126	F7	47.99	192	J-PHBU-6	54.58
61	D1	25.75	127	F13	12.61	193	J22	30.34
62	D-PHBC-2	70.52	128	F-PHBU-2	408.82	194	J24	24.24
63	D4	30.13	129	F-PHBC-9	408.82	195	J-PHBC-10	25.04
64	D-PHBC-3	187.85	130	F9	219.63	196	J26	22.26
65	D-PHBC-4	18.21	131	G-PHBU-1	59.94	197		
66	D29	2.87	132	G-PHBC-1	59.94	198		

D. Luas Penampang minimum

Setelah melakukan perhitungan untuk *safety factor*

$$A = \frac{\sqrt{3} \times I_{sf} \times \rho_{30} \times L}{V_r} = \frac{\sqrt{3} \times 240.43 \times 0.0179219 \times 110}{15.2} \quad (2.5)$$

Tabel 6. Perhitungan untuk *Safety Factor*

No	Kode	Luas Minimum (mm^2)	No	Kode	Luas Minimum (mm^2)	No	Kode	Luas Minimum (mm^2)
1	A-PHBC-1	54.01	57	D29	0.39	113	F-PHBC-9	31.73
2	A-PHBC-2	20.70	58	D-PHBC-5	8.97	114	F9	23.77
3	A-PHBC-3	7.54	59	D-PHBC-6	25.43	115	F16	16.41
4	A-PHBC-4	10.84	60	D-PHBC-7	9.98	116	G-PHBC-1	3.43
5	A-PHBC-5	3.54	61	D-PHBC-8	5.99	117	G2	3.19
6	A8	1.73	62	D11	3.38	118	G3	0.54
7	A-PHBC-6	19.23	63	D-PHBC-9	17.13	119	G-PHBC-2	8.54
8	A-PHBC-7	45.01	64	D-PHBC-10	9.71	120	G-PHBC-3	11.64
9	A5	2.25	65	D-PHBC-11	5.72	121	G9	1.00
10	A10	15.60	66	D-PHBC-12	4.34	122	G-PHBC-4	27.23

No	Kode	Luas Minimum (mm^2)	No	Kode	Luas Minimum (mm^2)	No	Kode	Luas Minimum (mm^2)
11	B-PHBC-1	39.92	67	D-PHBC-13	1.19	123	G7	2.43
12	B-PHBC-2	0.92	68	D12	1.68	124	G8	2.55
13	B13	23.10	69	D-PHBC-14	15.71	125	H-PHBC-1	51.11
14	B12	1.76	70	D-PHBC-15	5.55	126	H-PHBC-2	45.60
15	B-PHBC-3	11.38	71	D20	11.46	127	H-PHBC-3	5.55
16	B5	3.96	72	D30	0.63	128	H-PHBC-4	0.81
17	B-PHBC-4	128.89	73	D-PHBC-16	3.95	129	H6	1.60
18	B-PHBC-5	26.47	74	D-PHBC-17	4.33	130	H-PHBC-5	12.16
19	B4	2.51	75	D-PHBC-18	7.69	131	H7	2.51
20	B-PHBC-6	8.31	76	D24	4.24	132	H-PHBC-6	44.12
21	B11	0.70	77	D-PHBC-19	4.92	133	H8	4.79
22	B-PHBC-7	8.83	78	D-PHBC-20	9.70	134	I1	6.33
23	B7	1.33	79	D31	0.21	135	I-PHBC-1	16.91
24	B14	2.43	80	D-PHBC-21	1.35	136	I2	1.86
25	C-PHBC-1	45.70	81	D28	1.86	137	I-PHBC-3	16.44
26	C-PHBC-2	13.63	82	E-PHBC-1	16.53	138	I4	0.83
27	C6	0.69	83	E-PHBC-2	10.52	139	I-PHBC-4	42.15
28	C-PHBC-3	18.25	84	E-PHBC-3	7.67	140	I7	27.91
29	C-PHBC-4	17.85	85	E3	0.90	141	J1	7.18
30	C1	5.59	86	E-PHBC-4	1.57	142	J4	15.88
31	C3	1.68	87	E6	2.86	143	J-PHBC-1	10.87
32	C4	0.39	88	E-PHBC-5	14.00	144	J-PHBC-2	15.65
33	C26	0.35	89	E-PHBC-6	8.33	145	J6	15.91
34	C-PHBC-5	60.18	90	E-PHBC-7	8.41	146	J-PHBC-3	5.61
35	C-PHBC-6	28.55	91	E13	0.59	147	J-PHBC-4	7.83
36	C11	2.95	92	E-PHBC-8	5.89	148	J8	0.96
37	C12	5.98	93	E11	2.95	149	J9	3.48
38	C-PHBC-7	1.95	94	E12	2.17	150	J13	13.85
39	C14	2.72	95	E-PHBC-9	72.20	151	J14	5.20
40	C-PHBC-8	68.78	96	E-PHBC-10	16.46	152	J15	3.11
41	C22	0.46	97	E16	2.63	153	J-PHBC-5	4.31
42	C23	2.26	98	E17	3.13	154	J-PHBC-6	1.37
43	C-PHBC-9	12.37	99	E18	4.97	155	J12	10.09
44	C-PHBC-10	10.67	100	F-PHBC-1	46.31	156	J16	1.22
45	C-PHBC-11	8.26	101	F2	2.00	157	J17	2.28
46	C19	9.08	102	F3	1.57	158	J-PHBC-7	13.60

No	Kode	Luas Minimum (mm^2)	No	Kode	Luas Minimum (mm^2)	No	Kode	Luas Minimum (mm^2)
47	C25	0.59	103	F-PHBC-2	14.94	159	J19	5.26
48	C-PHBC-12	2.00	104	F-PHBC-3	12.80	160	J-PHBC-8	30.63
49	C-PHBC-13	0.98	105	F-PHBC-4	9.73	161	J23	0.44
50	C17	0.82	106	F-PHBC-5	7.98	162	J-PHBC-9	4.03
51	D-PHBC-1	3.09	107	F-PHBC-6	4.30	163	J22	5.56
52	D1	1.05	108	F14	0.75	164	J24	3.12
53	D-PHBC-2	5.47	109	F-PHBC-7	11.07	165	J-PHBC-10	3.68
54	D4	3.69	110	F-PHBC-8	22.10	166	J26	3.27
55	D-PHBC-3	11.51	111	F7	4.90			
56	D-PHBC-4	2.60	112	F13	0.57			

E. Luas Penampang yang digunakan

Dengan didapatkan luas minimum penampang kabel dan mengacu pada peraturan pada PUIL 2020. Maka, didapatkan hasil sebagai berikut:

Table 7. Luas Penampang Yang Digunakan

Kode	Luas penampang yang digunakan (mm^2)	No	Kode	Luas penampang yang digunakan (mm^2)	No	Kode	Luas penampang yang digunakan (mm^2)
A-PHBC-1	95.0	57	D29	1.5	113	F-PHBC-9	240.0
A-PHBC-2	50.0	58	D-PHBC-5	70.0	114	F9	70.0
A-PHBC-3	16.0	59	D-PHBC-6	35.0	115	F16	25.0
A-PHBC-4	16.0	60	D-PHBC-7	16.0	116	G-PHBC-1	10.0
A-PHBC-5	16.0	61	D-PHBC-8	10.0	117	G2	4.0
A8	4.0	62	D11	10.0	118	G3	1.5
A-PHBC-6	70.0	63	D-PHBC-9	70.0	119	G-PHBC-2	150.0
A-PHBC-7	50.0	64	D-PHBC-10	16.0	120	G-PHBC-3	16.0
A5	2.5	65	D-PHBC-11	16.0	121	G9	1.5
A10	35.0	66	D-PHBC-12	6.0	122	G-PHBC-4	35.0
B-PHBC-1	150.0	67	D-PHBC-13	2.5	123	G7	2.5
B-PHBC-2	1.5	68	D12	2.5	124	G8	4.0
B13	185.0	69	D-PHBC-14	70.0	125	H-PHBC-1	300.0
B12	2.5	70	D-PHBC-15	35.0	126	H-PHBC-2	120.0
B-PHBC-3	25.0	71	D20	16.0	127	H-PHBC-3	10.0
B5	6.0	72	D30	1.5	128	H-PHBC-4	1.5
B-PHBC-4	185.0	73	D-PHBC-16	70.0	129	H6	2.5

Kode	Luas penampang yang digunakan (mm ²)	No	Kode	Luas penampang yang digunakan (mm ²)	No	Kode	Luas penampang yang digunakan (mm ²)
B-PHBC-5	70.0	74	D-PHBC-17	10.0	130	H-PHBC-5	25.0
B4	16.0	75	D-PHBC-18	10.0	131	H7	4.0
B-PHBC-6	16.0	76	D24	6.0	132	H-PHBC-6	300.0
B11	1.5	77	D-PHBC-19	50.0	133	H8	25.0
B-PHBC-7	10.0	78	D-PHBC-20	16.0	134	I1	120.0
B7	2.5	79	D31	1.5	135	I-PHBC-1	120.0
B14	25.0	80	D-PHBC-21	1.5	136	I2	2.5
C-PHBC-1	95.0	81	D28	2.5	137	I-PHBC-3	35.0
C-PHBC-2	70.0	82	E-PHBC-1	95.0	138	I4	1.5
C6	1.5	83	E-PHBC-2	25.0	139	I-PHBC-4	120.0
C-PHBC-3	50.0	84	E-PHBC-3	16.0	140	I7	35.0
C-PHBC-4	50.0	85	E3	6.0	141	J1	25.0
C1	16.0	86	E-PHBC-4	2.5	142	J4	35.0
C3	4.0	87	E6	4.0	143	J-PHBC-1	95.0
C4	1.5	88	E-PHBC-5	35.0	144	J-PHBC-2	70.0
C26	1.5	89	E-PHBC-6	35.0	145	J6	35.0
C-PHBC-5	95.0	90	E-PHBC-7	25.0	146	J-PHBC-3	95.0
C-PHBC-6	70.0	91	E13	1.5	147	J-PHBC-4	10.0
C11	4.0	92	E-PHBC-8	25.0	148	J8	1.5
C12	35.0	93	E11	10.0	149	J9	10.0
C-PHBC-7	2.5	94	E12	2.5	150	J13	16.0
C14	4.0	95	E-PHBC-9	95.0	151	J14	95.0
C-PHBC-8	95.0	96	E-PHBC-10	70.0	152	J15	4.0
C22	1.5	97	E16	4.0	153	J-PHBC-5	6.0
C23	4.0	98	E17	4.0	154	J-PHBC-6	1.5
C-PHBC-9	50.0	99	E18	25.0	155	J12	16.0
C-PHBC-10	35.0	100	F-PHBC-1	240.0	156	J16	10.0
C-PHBC-11	35.0	101	F2	2.5	157	J17	10.0
C19	10.0	102	F3	16.0	158	J-PHBC-7	25.0
C25	1.5	103	F-PHBC-2	70.0	159	J19	6.0
C-PHBC-12	2.5	104	F-PHBC-3	50.0	160	J-PHBC-8	35.0
C-PHBC-13	1.5	105	F-PHBC-4	25.0	161	J23	1.5
C17	1.5	106	F-PHBC-5	16.0	162	J-PHBC-9	6.0
D-PHBC-1	25.0	107	F-PHBC-6	6.0	163	J22	6.0
D1	1.5	108	F14	1.5	164	J24	4.0
D-PHBC-2	10.0	109	F-PHBC-7	25.0	165	J-PHBC-10	4.0
D4	4.0	110	F-PHBC-8	25.0	166	J26	4.0

Kode	Luas penampang yang digunakan (mm^2)	No	Kode	Luas penampang yang digunakan (mm^2)	No	Kode	Luas penampang yang digunakan (mm^2)
D-PHBC-3	70.0	111	F7	6.0	167		
D-PHBC-4	4.0	112	F13	1.5	168		

F. Kapasitas Gardu yang diperlukan

Dengan menggunakan persamaan 2.7 didapatkan hasil sebagai berikut:

Table 8. Perbandingan Kapasitas Gardu Yang Digunakan Dan Kapasitas Perencanaan

No	Kode	Kapasitas Gardu Awal (kVA)	Kapasitas Gardu Perencanaan (kVA)	Keterangan
1	A-G-1	200	225	Kurang
2	A-G-2	200	150	Cukup
3	A-G-3	100	112,5	Kurang
4	A-G-4	160	-	Tidak digunakan
1	B-G-1	200	300	Kurang
2	B-G-2	200	300	Kurang
3	B-G-3	100	75	Cukup
4	C-G-1	160	500	Sangat Kurang
5	C-G-2	160	225	Kurang
6	D-G-1	160	500	Sangat Kurang
7	D-G-2	100	150	Kurang
8	D-G-3	200	150	Cukup
9	D-G-4	160	112,5	Cukup
10	E-G-1	100	225	Kurang
11	E-G-2	100	225	Kurang
12	E-G-3	100	112,5	Kurang
13	F-G-1	160	300	Kurang
14	F-G-2	100	300	Kurang
15	G-G-1	50	75	Kurang
16	G-G-2	200	225	Kurang
17	G-G-3	100	-	Tidak digunakan
18	H-G-1	160	300	Kurang
19	H-G-2	200	300	Kurang
20	I-G-1	315	500	Kurang
21	I-G-2	200	225	Kurang
22	I-G-3	160	225	Kurang
23	J-G-1	400	500	Kurang
24	J-G-2	200	150	Cukup
25	J-G-3	200	-	Tidak digunakan
26	J-G-4	160	45	Cukup
27	J-G-5	200	45	Cukup
28	J-G-6	160	112,5	Cukup
29	J-G-7	100	15	Cukup

Parameter untuk keterangan perhitungan kapasitas gardu yang diperlukan dengan kapasitas gardu yang saat ini digunakan:

1. Cukup : Tidak dilakukan penambahan kapasitas gardu
2. Kurang : Dilakukan penambahan kapasitas gardu

3. Sangat kurang : Dilakukan penambahan kapasitas gardu
4. Tidak digunakan : Gardu tidak digunakan

G. Simulasi ETAP 19

Dilakukan simulasi menggunakan ETAP 19 untuk memastikan drop tegangan pada perencanaan saluran kabel bawah tanah, didapatkan hasil bahwa drop tegangan paling tinggi pada 1,19% dimana masih berada dalam batas drop tegangan yang diijinkan PUIL 2020.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, terdapat 29 gardu distribusi yang digunakan di UNTAN dengan jenis kabel yang digunakan adalah kabel NYY dan kebutuhan beban listrik yang beragam, sehingga luas penampang kabel utama juga bervariasi untuk setiap fakultas dan sarana lainnya. Fakultas Hukum memiliki 3 gardu dengan luas penampang kabel utama 95 mm² dan panjang kabel 600 m, sedangkan Fakultas Ekonomi menggunakan 2 gardu dengan penampang kabel 95 mm² dan panjang 759 m. Fakultas Pertanian menggunakan 2 gardu dengan penampang kabel 185 mm² sepanjang 1163 m, Fakultas Teknik menggunakan 4 gardu dengan penampang kabel 70 mm² sepanjang 1297 m, FISIP menggunakan 3 gardu dengan penampang kabel 95 mm² sepanjang 749 m, FKIP menggunakan 2 gardu dengan penampang kabel 240 mm² sepanjang 860 m, Fakultas Kehutanan menggunakan 2 gardu dengan penampang kabel 150 mm² sepanjang 484 m, Fakultas MIPA menggunakan 2 gardu dengan penampang kabel 300 mm² sepanjang 408 m, Fakultas Kedokteran menggunakan 3 gardu dengan penampang kabel 120 mm² sepanjang 309 m, dan sarana lainnya menggunakan 7 gardu dengan penampang kabel 95 mm² sepanjang 1585 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A. (2019). Analisis Perbandingan Sistem Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) dan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM). *Jurnal Teknik Elektro*, 7(3), 54-65.
- Fahmi, A., & Susilo, D. (2022). Standar PUIL 2020 dalam Sistem Kabel Bawah Tanah. *Jurnal Kelistrikan dan Energi Terbarukan*, 10(1), 33-42.
- Hamid, M., Suryani, I., & Rinaldi, A. (2022). Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik di Universitas Negeri. *Jurnal Teknologi Energi*, 6(2), 21-30.
- Hasan, A., & Lestari, P. (2019). Manajemen Kebutuhan Energi Listrik di Institusi Pendidikan. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Energi*, 8(1), 45-58.
- Hudha, M. S. (2019). Perencanaan Saluran Kabel Bawah Tanah pada Instalasi Pengolahan Gas. *Jurnal Teknik Energi*, 11(3), 23-35.
- Kurniawan, B., & Rahayu, N. (2020). Efisiensi Saluran Kabel Bawah Tanah dan Udara pada Jaringan Tegangan Menengah. *Jurnal Sistem Tenaga Listrik*, 9(2), 12-22.
- Kusuma, D., Suryanto, I., & Hakim, M. (2020). Universitas sebagai Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Energi Terbarukan. *Jurnal Pendidikan dan Sains Teknologi*, 7(1), 34-46.
- Rahmawati, S., Surya, A., & Purnama, Y. (2022). Standar PUIL dalam Perencanaan Sistem Kelistrikan Bawah Tanah. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(4), 50-60.
- Safitri, D., & Surya, A. (2021). Perancangan Sistem Kabel Bawah Tanah di Universitas Tanjungpura. *Jurnal Energi Terbarukan*, 11(2), 29-38.
- Setiawan, B., Suryono, I., & Pertiwi, A. (2021). Kebutuhan Energi Listrik di Perguruan Tinggi Negeri. *Jurnal Manajemen Energi*, 9(1), 66-78.
- Suryanto, A., Widodo, M., & Syahputra, I. (2020). Implementasi PUIL 2020 dalam Perencanaan Jaringan Kabel Bawah Tanah. *Jurnal Sistem Energi Listrik*, 14(3), 41-52.
- Susanto, B., Permana, A., & Syahril, F. (2021). Pengelolaan Kabel Bawah Tanah di Industri Pengolahan. *Jurnal Teknologi Energi dan Lingkungan*, 8(3), 23-34.
- Wahid, M. S. (2021). Perencanaan Saluran Bawah Tanah Tegangan Rendah pada Bangunan Rumah Sakit Hijau. *Jurnal Teknik Elektro dan Lingkungan*, 9(4), 15-26.
- Wahidin, A., & Setyowati, R. (2021). Manajemen Energi di Universitas Tanjungpura: Tantangan dan Peluang. *Jurnal Teknik Elektro UNTAN*, 12(2), 45-55.
-

- Fahmi, A., & Susilo, D. (2022). Penerapan Standar PUIL dalam Perencanaan Energi Listrik. *Jurnal Teknik Listrik*, 7(1), 18-27.
- Kurniawan, B., & Rahayu, N. (2020). Efisiensi Energi pada Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah. *Jurnal Teknik Energi dan Lingkungan*, 5(2), 32-42.
- Setiawan, B., Suryono, I., & Pertiwi, A. (2021). Pemanfaatan Energi di Perguruan Tinggi. *Jurnal Rekayasa Energi Terbarukan*, 9(3), 12-21.
- Rahmawati, S., Surya, A., & Purnama, Y. (2022). Perencanaan Sistem Kabel Bawah Tanah di Lingkungan Pendidikan. *Jurnal Rekayasa Kelistrikan*, 11(1), 29-39.
- Susanto, B., Permana, A., & Syahril, F. (2021). Analisis Penggunaan Kabel Bawah Tanah di Industri. *Jurnal Teknologi Energi*, 14(2), 45-53.
- Suryanto, A., Widodo, M., & Syahputra, I. (2020). Sistem Kelistrikan Bawah Tanah dan PUIL. *Jurnal Teknik Listrik Indonesia*, 8(2), 23-34.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).