

---

## Studi Perencanaan Kabel Bawah Tanah di Proyek Perumahan Anvaya Townhouse Kota Bogor

Bayu Satriyo Utomo<sup>1</sup>, Sapto Nisworo<sup>2</sup>, Deria Pravitasari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar

E-mail: [bayu.satriyo.utomo@students.untidar.ac.id](mailto:bayu.satriyo.utomo@students.untidar.ac.id)<sup>1</sup>, [saptonisworo@untidar.ac.id](mailto:saptonisworo@untidar.ac.id)<sup>2</sup>, [deria.pravitasari@untidar.ac.id](mailto:deria.pravitasari@untidar.ac.id)<sup>3</sup>

---

### Article History:

Received: 06 Januari 2023

Revised: 21 Januari 2023

Accepted: 22 Januari 2023

**Keywords:** *Underground Cables, Ground Cable Construction, Cable Types, Voltage Losses.*

**Abstract:** *The electricity distribution system is distributed in two ways, namely aerial distribution channels and underground distribution channels. The choice to use underground distribution network cables is one alternative for security, and provides aesthetic value to buildings or cities that use underground cable channel distribution. In this plan, medium voltage and low voltage are planned by determining the type of cable in this study using NYFGbY and NYRGbY cables with protective steel cheeks, and steel wire. The construction of the cable installation is in accordance with the standard ground cable construction and is assisted by a layout drawn with Autocad software, this planning also calculates the voltage shrinkage with two methods, namely the manual method with the maximum voltage on the Main Distribution Panel (MDP) panel to the Sub Distribution Panel (SDP) based on the calculation obtained a value of 2.029 V with a percentage of 0.5% the calculation has met the SPLN No 72 Year 1987 Standard from the results of manual calculations not reaching 4%, then with the simulation method with ETAP 19 software. 0.1 maximum voltage on the Main Distribution Panel (MDP) panel to the Sub Distribution Panel (SDP) obtained voltage shrinkage at MDP to SDP, namely 1.75% of simulation results meet SPLN Standard No. 72 of 1987 from the results of manual calculations not reaching 4%.*

---

## PENDAHULUAN

Kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat yaitu listrik. Listrik merupakan elemen yang penting dalam kehidupan sehari-hari baik dari lingkungan rumah tangga, pemerintah, bisnis maupun industri. Jaringan distribusi listrik bawah tanah adalah sebuah alternatif untuk mendistribusikan energi listrik dengan aman, andal, dan menampilkan estetika. Bagi masyarakat perkotaan umumnya pada perumahan kebanyakan masih menggunakan kabel saluran udara.

Salim, dkk, (2016), Perumahan elit modern dengan segala fasilitas yang sudah banyak dihuni oleh masyarakat ekonomi menengah atas untuk memenuhi kebutuhan. Pemakaian sambungan (SR) di perumahan sebagian besar menggunakan saluran udara yang dipasang dengan tiang penyangga.

---

Saluran udara memiliki kekurangan antara lain karena berada diruang terbuka, cuaca sangat mempengaruhi keandalannya, dengan kata lain rentan terhadap hubung singkat, gangguan tegangan dan gangguan cuaca iklim. Kekurangan lainnya dari segi estetika, karena sudah sering digunakan saluran distribusi udara tidak ideal didalam perkotaan.

Penataan ruang diatur dalam UU RI Nomor 26 Tahun 2007, dan PP RI Nomor 15 Tahun 2010 tentang Penataan Ruang dan Pelaksanaan Penataan Ruang. Dari Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2018 tentang Kerjasama Daerah. Rencananya, sistem jaringan kabel bawah tanah akan dikerjakan oleh pihak ketiga. Pemerintah Bogor mengatakan perencanaan menata ulang kabel jaringan udara di Kota Bogor dengan memindahkan menggunakan sistem kabel bawah tanah.

Perencanaan kabel bawah tanah dengan berlokasi di Perumahan Anvaya Townhouse. Perumahan Anvaya Townhouse dengan luas 7250m<sup>2</sup>, terdiri dari 3 blok dan 1 musholla. Dengan jumlah 52 bangunan terdiri 38 rumah, 12 ruko dan 1 musholla dan 1 pos jaga yaitu terdiri dari blok Ruko Survarna dengan 12 ruko; blok Vardha 17 rumah; blok Vardhana 21 rumah; 1 musholla; pos penjaga. Daya disetiap Ruko dan rumah Jumlah daya masing-masing 2200 watt. Perumahan Anvaya Townhouse dengan 52 bangunan di suplai menggunakan 1 unit trafo 20 kVA.

Romadi dan Tambi (2017), telah melakukan penelitian di Pasar Kembang yaitu perencanaan saluran kabel bawah tanah tegangan menengah pada jaringan distribusi 20 KV dalam penelitian ini bertujuan mendapatkan luas penampang kabel bawah tanah pada Penyulang Pasar Kembang adalah NA2XSEBY dengan luas penampang 3 x 150mm<sup>2</sup> didapatkan luas penampang ini dengan standar SPLN 72 tahun 1987 untuk nilai V<sub>LL</sub>.

Hudha dan Multi (2019), telah melakukan penelitian dengan judul Perencanaan Saluran Kabel bawah tanah pada Instalasi Pengolahan Gas. Penelitian ini menjelaskan bahwa saluran kabel bawah tanah sangat diperlukan untuk menghindari potensi ledakan akibat adanya gas dengan menentukan jenis kabel, perlu dipertimbangkan dengan lingkungan dan menggunakan metode instalasi kabel, data kabel, data beban, dan pengaman.

Jarak aman (*Safety Distance*) dengan instalasi lain, kabel digelar dibawah tanah harus memenuhi persyaratan jarak utilitas lain yang ada dibawah tanah. Jarak antara kabel dengan kabel listrik lain yang bersilangan tidak boleh kurang dari 20 cm. Jika jaraknya kurang dari 20 cm, bagian persilangan dilindungi dengan pipa beton belah atau pelat beton dengan tebal 6 cm, sekurang-kurangnya sejauh 50 cm titik silang (PT. PLN (Persero), 2010b). Kontruksi kabel tanah terdapat tiga cara yaitu dengan tanam langsung, Saluran pipa dan Terowongan dengan Udicth, dengan ketiga jenis kontruksi SKTM (Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah) Pemilihan jenis kontruksi ini harus disesuaikan dengan kemampuan keuangan perusahaan dan juga kebutuhn dilapangan (PT. PLN (Persero), 2010a).

Berdasarkan kajian dari beberapa penelitian, perencanaan saluran listrik memang sudah banyak diteliti. Perencanaan yang dilakukan sesuai mengacu pada standar PUIL dan SPLN No. 72 Tahun 1987. Dalam penelitian ini melakukan pengukuran jarak pemetaan kabel, menentukan kebutuhan daya, menentukan jenis kabel, menentukan alat pengaman kabel, perancangan menggunakan *software* AutoCAD, menghitung susut tegangan secara manual dan konversi menggunakan *software* ETAP yang nantinya akan dibandingkan dengan hitung manual dan simulasi.

## LANDASAN TEORI

Jaringan distribusi bawah tanah adalah jaringan distribusi. Beberapa fasilitas juga digunakan untuk membangun jaringan bawah tanah seperti pusat layanan industri dan komersial. Penggunaan lain dari saluran bawah tanah, seperti memindahkan jalur jaringan, telepon atau bergerak melalui sungai. Jaringan distribusi bawah tanah ini efektif, andal dan keamanannya bisa terjamin dengan adanya pengaman kabel di bawah tanah dari pengaman kabel maupun pengaman pada saluran bawah tanah(Suswanto, 2009).

### Konstruksi Saluran kabel tanah

#### 1. Jarak aman.

Sebagaimana diatur dalam SNI 04-0225-2000 tentang Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yaitu. Jarak antara kabel dengan kabel listrik lain yang melintasinya tidak boleh kurang dari 20 cm. Jika jaraknya kurang dari 20 cm, penampang dilindungi dengan pipa beton yang dibelah atau pelat beton dengan ketebalan 6 cm, sekurang-kurangnya 50 cm dari titik silang(Badan Standarisasi Nasional, 2000).

#### 2. Pemilihan jenis konstruksi pemasangan kabel.

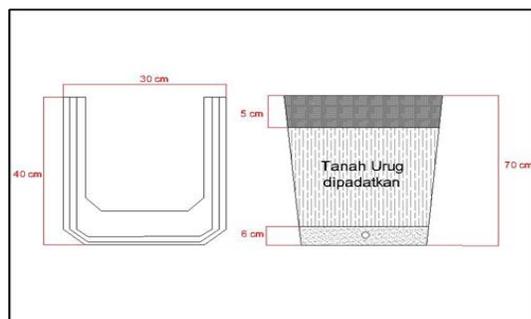
Pemilihan jenis konstruksi secara garis besar terbagi tiga yaitu sistem tanam langsung(*direct buried cable*), sistem penggunaan pipa saluran(*ducting*) dan yang terakhir menggunakan terowongan(*tunneling cable*) dengan menggunakan media U-ditch dengan ukuran menyesuaikan jumlah kabel dan keadaan dilapangan. Tabel 1. adalah tabel macam macam konstruksi pemasangan kabel.

**Tabel 1. Pemilihan jenis konstruksi**

No	Subjek keterangan	Tanam langsung	Saluran pipa	Terowongan
1	Waktu pengerjaan	Singkat	lama	Lebih lama
2	Biaya	Murah	mahal	Mahal sekali
3	Kemudahan konstruksi	Mudah	sulit	Lebih sulit
4	Penggantian kabel	sulit	Mudah	Sangat mudah
5	Resiko kerusakan	Tinggi	rendah	Sangat kecil
6	Kemampuan penyaluran daya	Kurang	baik	Paling baik
7	Instalasi penyambungan	Agak mudah	sulit	mudah

#### 3. Konstruksi kabel tanah menggunakan terowongan(*tunneling cable*)

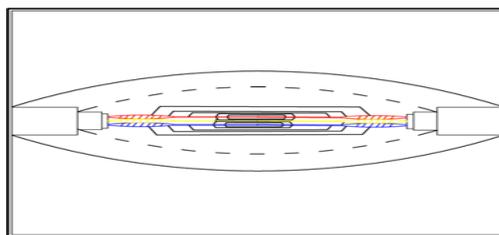
Pemasangan kabel tanah menggunakan terowongan dengan media U-ditch tak lupa dipadukan dengan metode pemasangan langsung dalam hal pengurugan tanah dan pasir yang telah diatur dalam SNI 04-0224-2000 yaitu Kabel ditanamkan sedalam 70 cm, ditutup dengan timbunan pasir setebal 5 cm pada permukaan kabel atau total 20 cm. Selanjutnya di atas pasir dipasang batu pengaman yang berfungsi sebagai batu peringatan dengan ketebalan minimal 6 cm. Gambar 1 menggambarkan pemasangan U-ditch dan urugan tanah.



**Gambar 1. U-ditch dan urug tanah.**

#### 4. Konstruksi penyambung kabel.

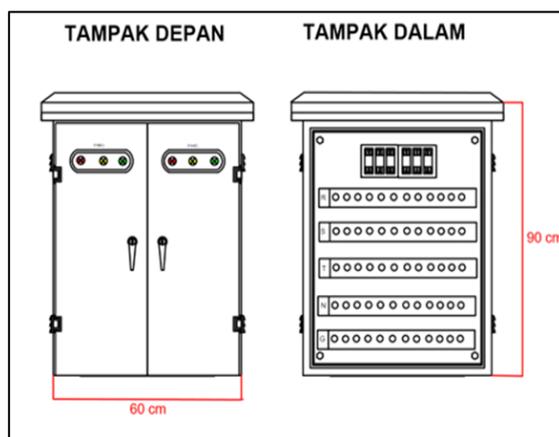
Konstruksi penyambungan kabel bisa ditentukan dengan penggunaan kabel yang digunakan. Konstruksi penyambungan kabel terdiri dari yaitu Secara simplex pulling grip, Duplex pulling grip, dan Pelindung Isolasi PE/PVC, XLP dan EPR. Pada konstruksi penyambungan yang digunakan pada perencanaan ini yaitu dengan menggunakan penyambungan dengan pelindung isolasi PE/PVC, XLP dan EPR dikarenakan kabel yang digunakan kabel NYFGbY dan NYRGbY yaitu memiliki isolasi PVC. Gambar 2 ini adalah gambaran penyambungan dengan pelindung isolasi.



**Gambar 2. Penyambungan dengan pelindung isolasi PE/PVC.**

#### 5. Pemasangan Perlengkapan Hubung Bagi (PHB).

Penempatan PHB dilakukan di sisi luar trotoar agar tidak mengganggu pejalan kaki. PHB diproteksi dengan pipa baja/patok untuk tujuan perlindungan agar tidak tertabrak kendaraan. Panel PHB dipasang di atas pondasi dengan ketinggian minimal 60 cm dari permukaan tanah atau jalan. Penggunaan PHB pada instalasi listrik akan memudahkan distribusi pada energi listrik, keamanan instalasi, dan konsumsi listrik. Gambar 3 PHB panel.



**Gambar 3. Panel Perlengkapan Hubung Bagi.**

### Standar perencanaan kabel

Berdasarkan pemilihan kabel PUIL SNI 04-0225-2000 jarak antara Jarak antara kabel dengan kabel listrik, standar PUIL 2011 yaitu dalam menentukan kabel dengan menghitung nilai KHA dan Standar daya PLN, dan untuk menghitung susut tegangan dengan standar SPLN No. 72 Tahun 1987.

#### 1. Kemampuan hantar arus

Kemampuan Hantar Arus (KHA) merupakan kemampuan dari sebuah kabel listrik untuk dialirkan arus listrik, jika semakin besar arus yang melewati sebuah kabel listrik maka dibutuhkan juga diameter kabel yang lebih besar (Standar Nasional Indonesia, 2011). Dalam menentukan ukuran penghantar dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1, 2, dan 3.

Arus nominal 1 Fasa;

$$|ILN|_{1\phi} = \frac{S1\phi}{V_{LN}} \quad (1)$$

Arus nominal 3 Fasa;

$$|ILN|_{3\phi} = \frac{S1\phi}{\sqrt{3}xV_{LN}} \quad (2)$$

Kemampuan hantar arus

$$KHA = I x 1.25 \quad (3)$$

keterangan:

$ILN_{1\phi}$  = Arus nominal 1 fasa (A)

$ILN_{3\phi}$  = Arus nominal 3 fasa (A)

S = Total beban daya (watt)

$V_{LN}$  = Tegangan (Volt)

KHA = Kemampuan Hantar Arus (A).

#### 2. Susut tegangan

Susut tegangan tegangan yang hilang pada suatu penghantar listrik. Berdasarkan SPLN No. 1: 1978, hukum toleransi kenaikan tegangan (+5%) dan penurunan tegangan (-10%) dari tegangan nominal. Dalam menentukan susut tegangan persamaan 4.

$$\Delta V = \frac{C.p.L.I.Cos\phi}{A} \quad (4)$$

Keterangan:

$\Delta V$  = Susut tegangan (volt)

C = koefisien fasa (koefisien 1 fasa = 2, koefisien 3 fasa =  $\sqrt{3}$ )

$\rho$  = rho jenis kabel (tembaga :  $1,72 \times 10^{-8} \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ )

L = panjang kabel (m)

I = arus nominal (A)

$\text{Cos}\Phi$  = faktor daya (0,85)

A = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

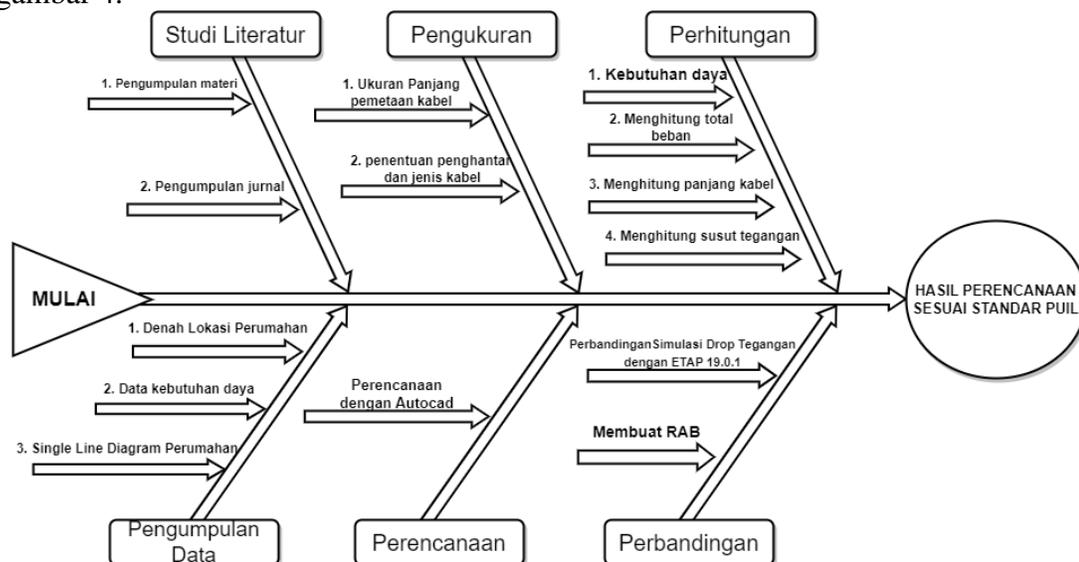
Setelah itu untuk mengetahui presentase susut tegangan dapat dihitung menggunakan persamaan 5.

$$\% \text{Susut tegangan} = \frac{Vd}{V_{kirim}} \quad (5)$$

### METODE PENELITIAN

Metode meliputi uraian rinci tentang cara, instrumen, dan teknik analisis penelitian yang digunakan dalam memecahkan permasalahan. Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, studi lapangan, pengumpulan data, validasi data, perencanaan konstruksi kabel, perencanaan kabel

bawah tanah dan kesimpulan. Tahapan penelitian yang akan dilakukan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



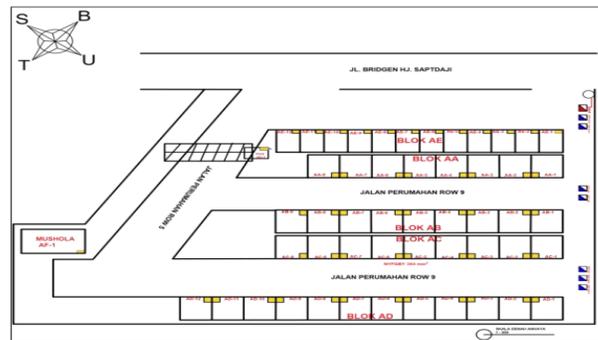
**Gambar 4. Tahap Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan penelitian ini memuat data hasil observasi lapangan meliputi hasil pengukuran panjang kabel, pemetaan peletakan (*Main Distribution Panel*) MDP dan (*Sub Distribution Panel*) SDP, Analisis perhitungan pemilihan kabel dan spesifikasi pendukung, menghitung dan membandingkan nilai susut tegangan dengan hitung manual dan simulasi dengan *software* ETAP 19.0.1, dan Penggambaran perencanaan kabel beserta pemetaan MDP, SDP dan denah perumahan.

### Profil Perumahan

Perumahan Anvaya Townhouse berlokasi Kelurahan Cilendek Barat di Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor. Perumahan Anvaya dekat dengan akses sekitar  $\pm 3,6$ km dengan Stasiun Bogor dan sekitar,  $\pm 5,3$ km dengan Kebun Raya Bogor. Perumahan Anvaya Townhouse dengan luas 7250m<sup>2</sup>, terdiri dari 3 blok dan 1 musholla. Dengan jumlah 52 bangunan terdiri 38 rumah, 12 ruko, 1 Pos dan 1 masjid yaitu terdiri dari Blok Ruko Survarna-Blok AE dengan 12 ruko; Blok Vardha AA-AB 16 rumah; Blok Vardhana AC-AD 21 rumah; 1 musholla; dan Pos keamanan. Daya disetiap Ruko dan rumah Jumlah daya 2200 Va dan untuk mushola dan pos 1300 VA. Perumahan Anvaya Townhouse dengan 52 bangunan di suplai menggunakan 1 unit Trafo 20 kVA. Gambar 5. Adalah denah perumahan.



**Gambar 5. Denah Perumahan**

### Perhitungan kebutuhan beban

Data teknis yang digunakan pada tahap perhitungan beban ini diperoleh dari observasi langsung di lapangan perumahan Anvaya Townhouse dengan meminta data spesifikasi setiap bangunan kepihak pekerja atau kontraktor lapangan. Observasi ini dilakukan dibulan september, dengan waktu penelitian selama tiga minggu. Kebutuhan beban di Perumahan dirujukan Tabel 2. dibawah ini.

**Tabel 2. Kebutuhan beban bangunan**

Blok SDP	Jumlah	Daya (VA)	Total daya
Blok AA	8	2200	17.600
Blok AB	9	2200	19.800
Blok AC	9	2200	19800
Blok AD-1	6	2200	13.200
Blok AD-2	7	2200, 1300	14.500
Blok AE-1	6	2200	13.200
Blok AE-2	7	2200, 1300	14.500
Jumlah			112.600

Perhitungan beban pada perumahan Anvaya Townhouse Kota Bogor yang terdiri dari 52 unit bangunan diantaranya rumah, ruko, mushola dan pos, disuplai menggunakan 1 unit trafo 20 KVA dengan Total daya setiap bangunan 112.600 VA.

### Hasil Penentuan ukuran penghantar

Penentuan penghantar mengacu pada PUIL 2011 SNI 0225:2011 dengan disesuaikan juga dengan Standar tabel PLN.

#### 1. Penentuan ukuran dan jenis kabel group MDP ke SDP.

Pada perencanaan ini (*Sub Distribution Panel*)SDP yang direncanakan terdapat 7 buah SDP. Perhitungan yang dilakukan yaitu menghitung Arus nominal dan KHA pada kabel. Hasil dari penentuan ukuran dan jenis kabel pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Ukuran Penghantar pada**

No	Panel SDP	Daya Terpasang (VA)	Arus Nominal (A)	KHA (A)	Jenis dan Ukuran kabel (mm <sup>2</sup> )
1	SDP AA	17.600	25,40	31,75	4 x 25 mm <sup>2</sup>
2	SDP AB	19.800	28,57	35,72	4 x 25 mm <sup>2</sup>
3	SDP AC	19.800	28,57	35,72	4 x 25 mm <sup>2</sup>
4	SDP AD-1	13.200	19,05	23,81	4 x 25 mm <sup>2</sup>
5	SDP AD-2	14.500	20,92	26,16	4 x 25 mm <sup>2</sup>
6	SDP AE-1	13.200	19,05	23,81	4 x 25 mm <sup>2</sup>
7	SDP AE-2	14.500	20,92	26,15	4 x 25 mm <sup>2</sup>

Hasil perhitungan diatas adalah perhitungan penentuan ukuran dan jenis penghantar kabel pada (*Main Distribution Panel*)MDP menuju (*Sub Distribution Panel*)SDP. Berdasarkan standar yang mengacu pada PUIL 2011 SNI 0225:2011 maka penampang kabel penghantar NYFGbY dengan ukuran 2.5 mm<sup>2</sup>. Namun dalam perencanaan kabel bawah tanah penelitian ini dipilih jenis penghantar NYFGbY 4 x 25 mm<sup>2</sup>.

## 2. Penentuan ukuran dan jenis kabel sambungan ke bangunan/rumah

Penentuan ukuran dan jenis kabel sambungan ke konsumen rumah berdasarkan group SDP AA; SDP AB; SDP AC; SDP AD-1; SDP AD-2; SDP AE-1 SDP AE-2, perhitungan ukuran luas penghantar berdasarkan yang dibutuhkan pada jumlah daya yang digunakan pada tiap bangunan atau rumah. Bangunan mushola dan pos berdaya 1300 VA. Sementara itu perhitungan ukuran luas penghantar dan jenis penghantar yang dibutuhkan pada bangunan rumah yang berdaya 2200 VA. Pada Table 6 adalah perhitungan ukuran dan jenis penghantar kabel sambungan.

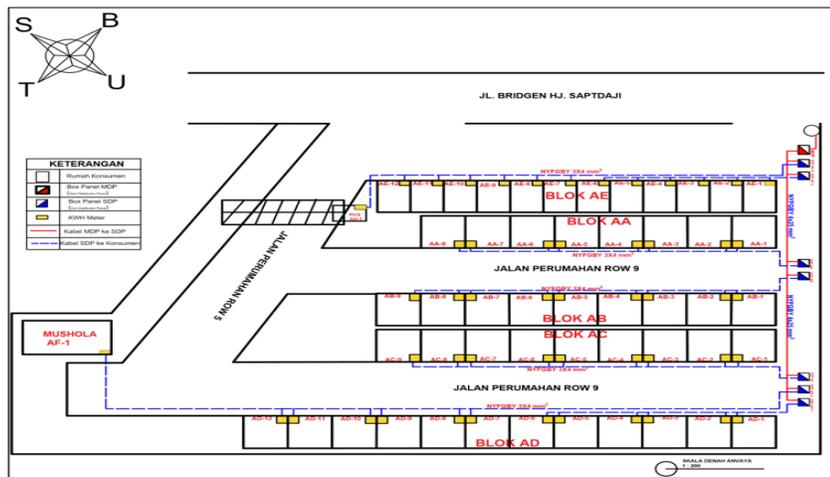
**Table 6. Hasil Perhitungan Ukuran dan Jenis kabel bangunan**

No	Daya Terpasang (VA)	Arus Nominal (A)	KHA (A)	Jenis dan ukuran kabel (mm <sup>2</sup> )
1	2200	9,5652	11,9563	3 x 4 mm <sup>2</sup>
2	1300	5,6525	7,0654	3 x 4 mm <sup>2</sup>

Hasil perhitungan diatas adalah perhitungan penentuan ukuran dan jenis penghantar kabel sambungan dari SDP ke konsumen atau bangunan. Berdasarkan standar yang mengacu pada PUIL 2011 SNI 0225:2011 maka penampang kabel penghantar NYRGrbY dengan ukuran 1.5 mm<sup>2</sup>. Namun dalam perencanaan kabel bawah tanah penelitian ini dipilih jenis penghantar NYRGrbY 3 x 4 mm<sup>2</sup> pada tiap unit bangunan yang berdaya 1300 VA dan 2200 VA.

## Hasil Perancangan Autocad

Perancangan gambar Autocad pada penelitian ini yaitu membuat beberapa gambar diantaranya gambar denah perumahan Anvaya Townhouse, gambar penempatan MDP, SDP saluran kabel bawah tanah, U-ditch, *box* panel. Pada gambar 6 adalah perancangan dengan *software* Autocad.



Gambar 6. adalah perancangan dengan *software* Autocad

**Hasil Perhitungan Susut Tegangan**

Susut tegangan merupakan beda tegangan yang terjadi dititik sumber listrik sampai ke titik beban. Untuk mengetahui susut tegangan dalam penelitian ini dilakukan dua metode penyelesaian yaitu dengan perhitungan manual dan simulasi dengan *software* ETAP 19.0.1. Nantinya hasil dari simulasi akan dibandingkan dengan hasil perhitungan manual untuk mengetahui keakuratan dalam menghitung susut tegangan.

1. Perhitungan Susut tegangan

Perhitungan susut tegangan berdasarkan perhitungan Arus Nominal SDP AA diperoleh arus nominal, maka sesuai standar yang mengacu pada PUIL 2011 SNI 0225:2011 yaitu kabel NYFGbY 4 x 25 mm<sup>2</sup>. Tabel 7 adalah hasil perhitungan susut tegangan pada MDP menuju SDP.

**Tabel 7. Hasil dari perhitungan susut tegangan pada MDP menuju SDP**

Susut Tegangan Pada MDP ke SDP							
No	SDP	Daya Terpasang (VA)	Arus Nominal A	Panjang Kabel (m)	Susut Tegangan		ΔV SPLN (max 4%)
					ΔV (V)	ΔV (%)	
1	AA	17.600	25,4034	36,70	0,947	0,002	Sesuai
2	AB	19.800	28,5788	37,37	1,079	0,270	Sesuai
3	AC	19.800	28,5788	70,13	2,029	0,507	Sesuai
4	AD-1	13.200	19,0525	71,40	1,378	0,344	Sesuai
5	AD-2	14.500	20,9289	71,13	1,507	0,377	Sesuai
6	AE-1	13.200	19,0525	1,47	0,028	0,007	Sesuai
7	AE-2	14.500	20,9289	1,13	0,024	0,006	Sesuai

2. Perhitungan Susut tegangan dari SDP menuju unit beban

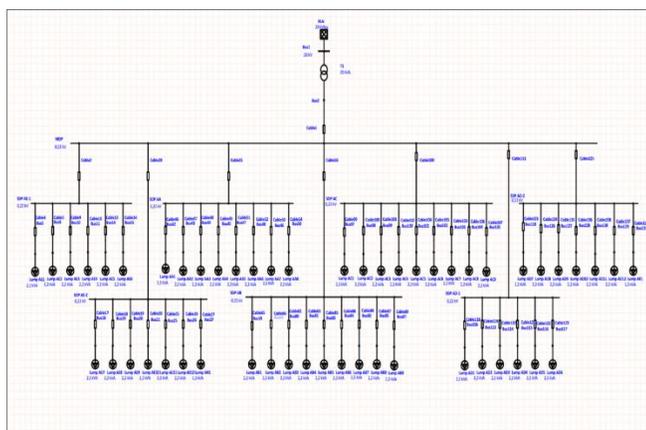
Berdasarkan perhitungan Arus Nominal pada unit AA1-ATH SDP AA didapatkan hasil 9,56 A dari hasil ini sesuai dengan standar yang mengacu pada PUIL 2011 SNI 0225:2011 yaitu dipilih kabel NYRGrY 3x4 mm<sup>2</sup>. Pada Tabel 8 Nilai besar susut tegangan pada unit AA1-ATH SDP AA.

**Tabel 8 Nilai besar susut tegangan pada unit**

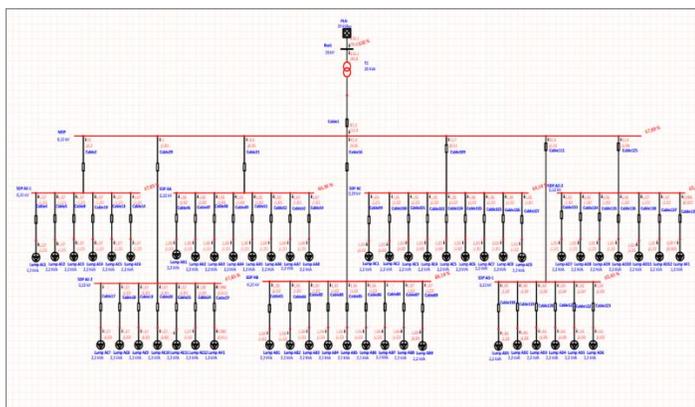
Susut Tegangan Pada SDP AA							
No	Blok	Daya Terpasang (VA)	Arus Nominal A	Panjang Kabel (m)	Susut Tegangan		$\Delta V$ SPLN (max 4%)
					$\Delta V$ (V)	$\Delta V$ (%)	
1	AA1-ATH	2200	9,56	11,63	0,813	0,004	Sesuai
2	AA2-ATH	2200	9,56	12,50	0,874	0,380	Sesuai
3	AA3-ATH	2200	9,56	23,07	1,612	0,701	Sesuai
4	AA4-ATH	2200	9,56	23,90	1,670	0,726	Sesuai
5	AA5-ATH	2200	9,56	34,57	2,415	1,050	Sesuai
6	AA6-ATH	2200	9,56	35,23	2,462	1,070	Sesuai
7	AA7-ATH	2200	9,56	45,63	3,187	1,386	Sesuai
8	AA8-ATH	2200	9,56	46,33	3,238	1,408	Sesuai

### Hasil Simulasi Susut tegangan menggunakan software ETAP 19.01

*Drop voltage* atau biasa di sebut susut tegangan dalam penelitian perencanaan kabel bawah tanah ini menggunakan dua metode yaitu hitung manual dan simulasi. Langkah awal simulasi melakuakn *RUN* pada *single line diagram* yang sebelumnya sudah dibuat terlebih dahulu. Memilih komponen instalasi yang dibutuhkan sesuai dengan seperti dalam hitungan manual. Gambar 7 dan 8 adalah gambar hasil simulasi menggunakan Software ETAP 19.0.1.



**Gambar 7. Single Line Diagram aplikasi ETAP 19.0.1**



**Gambar 8. Hasil Run Single Line Diagram Simulasi dengan aplikasi ETAP 19.0.1**

**PEMBAHASAN****Konstruksi pemasangan saluran kabel bawah tanah**

Konstruksi pemasangan kabel bawah tanah di Perumahan Anvaya Townhouse Kota Bogor dilakukan dengan mengacu pada Buku 3 Standar Konstruksi jaringan Tegangan Rendah untuk tegangan Rendah; Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik untuk tegangan menengah; PUIL 2000 (SNI 04-0225-2000); PUIL 2011(SNI 0225:2011); Gilbertson, 2001:127 ; Buku PLN Operasi dan pemeliharaan Distribution, 1995: 18.

**Pembagian Sub Distribution Panel (SDP)**

Dari hasil observasi, pengukuran dan perhitungan perencanaan kabel bawah tanah di Perumahan Anvaya Townhouse yaitu dengan perhitungan kebutuhan daya yang terpasang tiap bangunan dengan total daya keseluruhan yaitu sebesar 112.600 VA di suplai oleh 1 unit Trafo 20KVA, maka direncanakan dengan 1 Panel Main Distribution Panel (MDP) yang terbagi 7 panel Sub Distribution Panel (SDP) yaitu dengan jumlah bangunan yang berbeda pada satu SDP.

SDP AA dengan jumlah bangunan 12; SDP AB dengan jumlah bangunan 9; SDP AC dengan jumlah bangunan 9; SDP AD-1 dengan jumlah bangunan 6; SDP AD-2 dengan jumlah bangunan 7; SDP AE-1 dengan jumlah bangunan 6; SDP AE-2 dengan jumlah bangunan 7.

**Analisis Hasil pemilihan ukuran penghantar**

Berdasarkan perhitungan, ukuran penghantar pada panel Main Distribution Panel (MDP) ke panel Sub Distribution Panel (SDP) menggunakan Berdasarkan PUIL 2011 maka penampang kabel pengantar NYFGbY dengan ukuran 4 mm<sup>2</sup>. Standar yang mengacu pada PUIL 2011 SNI 0225:2011. penghantar yang dipilih NYFGbY 4 x 25 mm<sup>2</sup>. Kemudian untuk penghantar dari SDP ke unit Bangunan dipilih kabel 3 x 4 mm<sup>2</sup>. Mengacu pada PUIL 2011 dan Standar Daya PLN, Pemilihan jenis kabel ini dirujuk dari jumlah total daya dan juga bertujuan untuk memperkecil nilai susut tegangan dan mempertimbangkan juga bila nantinya konsumen ingin menambahkan daya yang lebih besar dalam waktu yang akan datang .

Kabel NYRGbY digunakan untuk kebutuhan kabel sebesar 1,5 - 16 mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk kabel NYFGbY digunakan untuk kabel berukuran 16mm<sup>2</sup> – 300 mm<sup>2</sup>. Jadi, kabel yang digunakan dalam perencanaan kabel bawah tanah untuk penghantar panel MDP menuju SDP yaitu kabel NYFGbY 4 x 25 mm<sup>2</sup>. Untuk kabel SDP menuju ke unit bangunan adalah NYRGbY 3 x 4 mm<sup>2</sup>.

**Analisis Perbandingan Susut tegangan manual dan simulasi dengan software ETAP 19.0.1**

Hasil susut tegangan maksimal pada panel *Main Distribution Panel* (MDP) menuju *Sub Distribution Panel* (SDP) berdasarkan perhitungan didapatkan nilai 2,029 V dengan persentase 0,5%, hasil perhitungan telah memenuhi SPLN No 72 Tahun 1987 dari hasil hitung manual tidak mencapai 4% dari tegangan nominal. Sedangkan susut tegangan maksimal pada panel SDP menuju ke unit bangunan 4,002V dengan persentase 1,74% yang berarti sudah sesuai SPLN No 72 tahun 1987. Kemudian dibandingkan dengan Metode Simulasi dengan *Software* ETAP 19.0.1 perencanaan SKBT perumahan Anvaya Townhouse didapatkan susut tegangan pada MDP menuju SDP yaitu 1,75% yang berarti sesuai dengan SPLN No 72 tahun 1987. Selanjutnya susut tegangan maksimal pada SDP menuju unit bangunan 0,68% yaitu Sehingga dapat disimpulkan nilai susut tegangan yang hitung dengan dua metode yaitu hitung manual dan metode simulasi keduanya sesuai dengan standar SPLN No 72 tahun 1987. Adapun nilai tegangan dan persentase lumayan tinggi nilainya dikarenakan panjang kabel dan besaran arus yang besar.

---

## KESIMPULAN

Perumahan Anvaya Townhouse merupakan perumahan yang terletak di Kota Bogor Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan kebutuhan daya perumahan Anvaya Townhouse di peroleh total daya yang terpasang sebesar 112.600 VA, Pemilihan penghantar dari MDP menuju SDP diperoleh kabel 4 x 25 mm<sup>2</sup>, dan penghantar dari SDP menuju bangunan diperoleh 3 x 4 mm<sup>2</sup>, langkah selanjutnya menghitung susut tegangan maksimal pada MDP menuju SDP diperoleh 2,029 V, dan dari panel SDP menuju bangunan 4,002 V, selanjutnya dibandingkan dengan metode simulasi dengan *software* ETAP 19.0.1 didapatkan tegangan maksimal dari MDP ke SDP 1.75% dan dari SDP ke bangunan 0,68%, kemudian sistem pengamanan pada MDP menggunakan MCCB 3 x 180 A dan pada panel SDP 35A dan 25A.

Hasil pada perhitungan pemilihan penghantar, susut tegangan, kapasitas pengamanan mengacu pada standari PUIL 2011, Standar daya PLN dan SPLN 1 72 Tahun 1987. Dari hasil yang sudah di peroleh dari pengukuran dan perhitungan bahwa perencanaan kabel bawah tanah ini nantinya akan menciptakan dampak baik pada Perumahan Anvaya Townhouse dari segi keandalan, keamanan, dan terciptanya nilai estetika perumahan dan dapat membantu rencana pemerintah untuk mengurangi pemakaian kabel udara.

## DAFTAR REFERENSI

- Badan Standarisasi Nasional (2000) 'Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)', *DirJen Ketenagalistrikan, 2000(Puil)*, pp. 1–133.
- Hudha, M. S. and Multi, A. (2019) 'Perencanaan Saluran Kabel Bawah Tanah Pada Instalasi Pengolahan Gas', *Program Studi Teknik Elektro - ISTN, XXI(2)*, pp. 18–29.
- PT. PLN (Persero) (2010a) 'Buku 3 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik', *PT PLN (Persero)*, 3.
- PT. PLN (Persero) (2010b) 'Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik', *PT. PLN (Persero)*, p. 213.
- Romadi, Tambi, A. J. (2017) 'Perancangan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah ( TM ) Dan Tegangan Rendah ( TR ) Dengan Menggunakan Kabel Bawah Tanah ( Studi Kasus "Universitas Halu Oleo")', 02(04), pp. 2–6.
- Salim, A., Sultan, A. R. and Akmal, A. (2016) 'Analisis Perbandingan SKUTM DAN SKTM', pp. 195–212..
- Standar Nasional Indonesia (2011) 'Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)', *DirJen Ketenagalistrikan, 2011(PUIL)*, pp. 1–133.
- Suswanto, D. (2009) 'Sistem Distribusi Tenaga Elektrik', Edisi 1, pp. 201–244.