



Analisis Saluran Kabel Tanah pada Proyek Pembangunan Saluran Kabel Tegangan Tinggi 150kV Kawasan Industri Kapasitas 170MVA Sepanjang 6,5 kmr

Ismail Hartanto Kartojo^{1,3,*}, Aris Triwiyatno^{1,2}, Sapto Nisworo¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

³PT. PLN (Persero), Jl. Trunojoyo Blok M – I No 135 Kebayoran Baru, Jakarta, Indonesia 12160

*Corresponding author: hartanto.k@gmail.com

(Received: September 6, 2024; Accepted: October 4, 2024)

Abstract

Analysis of Underground Cable Channels in the 150kV High Voltage Cable Channel Construction Project for Industrial Areas with a Capacity of 170MVA, 6.5 km Long. This scientific paper is compiled to analyze the construction of a 170 MVA transmission line with a length of 6.5 km to meet the needs of high voltage customers in the industrial area. Customers will be supplied from two different subsystems and the electricity supply will start to be used within a period of one year. Due to the short construction period, the first stage of electricity supply will be supplied through SKTT. In order for the construction of SKTT to be carried out with the right quality, cost and time, an analysis is carried out to determine the underground cable channel to be used including the type and size of the cable cross-section, cable deployment method, mechanical protection of the cable and meeting applicable regulations by considering the development of underground cable technology. Based on the results of the analysis carried out, the construction of SKTT uses a 2000 mm² aluminum conductor cable with a corrugated aluminum sheath metallic sheath. According to the results of the KHA calculation, at a depth of 7 meters with a trefoil configuration and HDD method, the cable channel can carry a current of 760 A or equivalent to 197 MVA.

Keywords: *Underground HV cable analysis, industrial estate, current carrying capacity, trefoil, HDD, corrugated aluminium sheath*

Abstrak

Karya ilmiah ini disusun untuk melakukan analisis pembangunan transmisi berkapasitas 170 MVA dan panjang 6,5 kmr guna memenuhi kebutuhan pelanggan tegangan tinggi di kawasan industri. Pelanggan akan disuplai dari dua sub sistem yang berbeda dan pasokan listrik mulai digunakan dalam jangka waktu satu tahun. Sehubungan jangka waktu konstruksi yang singkat, maka pasokan listrik tahap satu akan disuplai melalui SKTT. Agar pembangunan SKTT dilaksanakan secara tepat mutu, biaya dan waktu maka dilakukan analisis untuk menentukan saluran kabel tanah yang akan digunakan meliputi jenis dan ukuran penampang kabel, metode penggelaran kabel, proteksi mekanis kabel serta memenuhi aturan yang berlaku dengan mempertimbangkan perkembangan teknologi kabel tanah. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka pembangunan SKTT menggunakan kabel konduktor aluminium 2000 mm² dengan *metallic sheath corrugated aluminium sheath*. Sesuai hasil perhitungan KHA, pada kedalaman 7 meter dengan konfigurasi *trefoil* dan metode HDD, saluran kabel dapat mengaliri arus senilai 760 A atau setara 197 MVA.

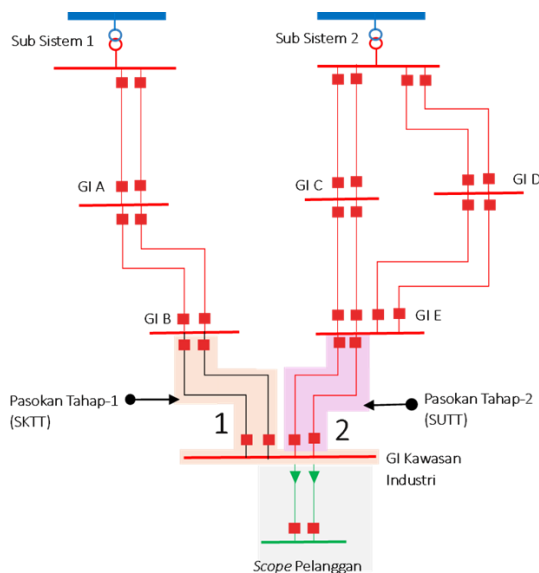
Kata kunci: Analisis SKTT, kawasan industri, KHA, trefoil, HDD, corrugated aluminium sheath

How to Cite This Article: Kartojo, I. H., Triwiyatno, A. & Nisworo, S. (2024). Analisis Saluran Kabel Tanah pada Proyek Pembangunan Saluran Kabel Tegangan Tinggi 150kV Kawasan Industri Kapasitas 170MVA Sepanjang 6,5 kmr. *JPII*, 2(4), 257-263. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24584>

PENDAHULUAN

Penyaluran tenaga listrik kepada pelanggan dengan kapasitas lebih dari 30 MVA menggunakan tegangan tinggi untuk mengurangi rugi daya akibat arus yang besar. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan tegangan tinggi di kawasan industri, maka PLN akan membangun jaringan transmisi berkapasitas 170 MVA dengan rata-rata pemakaian 125 MVA selama 24 jam.

Sesuai Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik (PJBTL), disepakati bahwa untuk keandalan pasokan listrik maka PLN akan menyuplai kawasan industri dari dua sub sistem yang berbeda. Pelanggan akan mulai menggunakan tenaga listrik dalam jangka waktu satu tahun setelah PJBTL. Sehubungan dengan kebutuhan pasokan yang mendesak dan lokasi pelanggan berada di daerah yang padat sehingga untuk pasokan tahap pertama akan disuplai menggunakan Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) 150 kV, sedangkan untuk pasokan tahap kedua akan menggunakan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV. Diagram satu garis rencana penyambungan pelanggan kawasan industri ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram satu garis

Total cost of ownership untuk SKTT sekitar 7-10 kali lebih besar dibandingkan dengan SUTT (PLN, 2022). Untuk memastikan pembangunan jaringan transmisi dilaksanakan secara tepat mutu, biaya dan waktu maka perlu dilakukan analisis untuk menentukan saluran kabel tanah yang akan digunakan meliputi jenis dan ukuran penampang kabel, metode penggelaran kabel, proteksi

mekanis kabel serta memenuhi aturan yang berlaku dengan mempertimbangkan perkembangan teknologi kabel tanah terbaru. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembanguna SKTT di lokasi berbeda namun memiliki karakteristik yang sama.

METODE PENELITIAN

Metode Pekerjaan

Metode yang digunakan pada pekerjaan ini adalah pengambilan data lapangan (survei), pengolahan data, studi pustaka, perhitungan kuat hantar arus (KHA) dan medan magnet, analisis dan kesimpulan.

Kriteria Pemilihan Saluran Kabel

Pemilihan saluran kabel tanah secara umum dipengaruhi oleh (PLN, 2022):

1. Pemenuhan kriteria teknis pengoperasian kabel;
2. Faktor keekonomian;
3. Faktor pemenuhan tingkat komponen dalam negeri (TKDN);
4. Faktor lingkungan;
5. Metode dan konfigurasi penggelaran kabel.

Pemenuhan Kriteria Teknis

Untuk dapat menyalurkan daya 170 MVA maka KHA minimal dari kabel adalah senilai 655 A. Perhitungan KHA kabel menggunakan persamaan 1 (IEC, 2014).

$$I = \left[\frac{\Delta\theta - W_d [0,5T_1 + n(T_2 + T_3 + T_4)]}{RT_1 + nR(1 + \lambda_1)T_2 + nR(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)} \right]^{0,5} \quad (1)$$

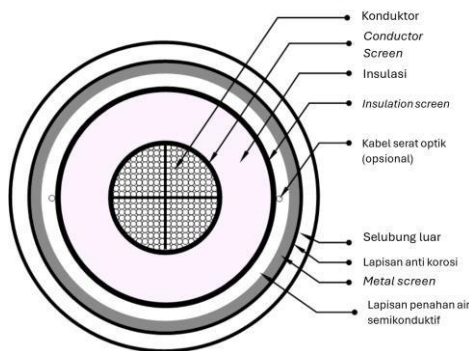
di mana $\Delta\theta$ adalah kenaikan temperatur konduktor di atas temperatur ruang (K), W_d adalah rugi dielektrik persatuan panjang insulasi (W/m), R adalah resistansi AC konduktor (Ohm/m), T_1 adalah resistansi termal antara konduktor dan *sheath* (K.m/W), T_2 adalah resistansi termal antara *sheath* dan *armor* (K.m/W), T_3 adalah resistansi termal antara *cover* kabel (K.m/W), T_4 adalah resistansi termal antara permukaan kabel dan medium di sekitar kabel (K.m/W), n adalah jumlah konduktor, λ_1 adalah rasio rugi *sheath* dengan rugi total di konduktor dan λ_2 adalah rasio rugi *armor* dengan rugi total di konduktor.

Jenis konduktor dan material pelindung/*metallic sheath* sangat berpengaruh terhadap KHA. Sesuai standar PLN, material yang dipakai sebagai konduktor adalah tembaga (Cu) atau aluminium (Al), dan untuk *metallic sheath* digunakan *lead* (Pb) atau aluminium (PLN, 2019; PLN, 2015). Kesetaraan antara kabel dengan konduktor tembaga (Cu) dan kabel dengan konduktor aluminium (Al) ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini (PLN, 2019).

Tabel 1. Batasan ukuran luas penampang dari konduktor

Aluminum	Tembaga
630 mm ²	400 mm ²
1000 mm ²	630 mm ²
1200 mm ²	800 mm ²
1600 mm ²	1000 mm ²
2000 mm ²	1200 mm ²
-	1600 mm ²
-	2000 mm ²

Konstruksi kabel tanah yang digunakan seperti ditunjukkan pada Gambar 2 (PLN, 2019).



Gambar 2. Konstruksi kabel tanah

Kabel yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet di sekitarnya sehingga harus dihitung untuk memastikan nilainya masih di bawah batas maksimum yang diizinkan. Perhitungan medan magnet menggunakan persamaan 2 di bawah ini (Griffiths, 2017).

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (2)$$

di mana B adalah medan magnet (T atau Wb/m²), I adalah kuat arus listrik (A), r adalah jarak titik ke kawat (m) dan μ_0 adalah permeabilitas vakum (4×10^{-7} Wb/Am).

Batasan nilai ambang batas medan magnet yang aman ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Nilai ambang batas medan magnet maksimum yang diizinkan pada frekuensi 50/60 Hz (Kementerian ESDM, 2021)

Karakteristik Pemaparan	Medan Magnet (mT)
Yang berhubungan dengan pekerjaan	
- sepanjang hari kerja	0,5
- jangka pendek	5
- hanya pada lengan	25
Yang berhubungan dengan masyarakat umum	
- sampai dengan 24 jam/hari	0,1
- beberapa jam/hari	1

Faktor Keekonomian

Perhitungan keekonomian untuk infrastruktur tenaga listrik dihitung secara keseluruhan siklus hidup dari infrastruktur tersebut. Perbandingan biaya *whole life*

cycle (WLC) dari SKTT yang menggunakan kabel konduktor tembaga dengan *lead sheath* (CU LS), konduktor tembaga dan aluminium dengan *corrugated aluminium sheath* (CU CAS dan AL CAS) per kilometer route (kmr) ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini (PLN, 2022).

Tabel 3. Nilai WLC SKTT

Jenis Kabel	Biaya (kali)
CU LS	1,25
CU CAS	1,12
AL CAS	1,00

Nilai di atas mencakup biaya investasi dan operasi. Kabel yang dibandingkan sudah menyesuaikan kesetaraan KHA sesuai Tabel 1 di atas.

Faktor Pemenuhan TKDN

Pembangunan SKTT 150 kV harus memenuhi nilai minimum TKDN senilai 45,5% untuk barang, 100% untuk jasa dan 56,4% gabungan barang dan jasa (Kemenperin, 2012).

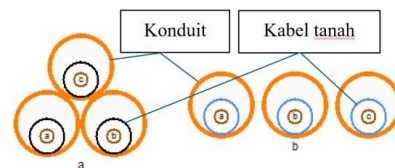
Faktor Lingkungan

Faktor yang memengaruhi kondisi fisik dan kemampuan kabel untuk menyalurkan tenaga listrik antara lain *ambient temperature*, *soil thermal resistivity* serta kondisi/jenis tanah di mana kabel dipasang (Maher et al., 2023; Pradipta & Hudaya, 2018).

Metode dan Konfigurasi Pemendaman Kabel

Pemendaman kabel dapat dilakukan dengan metode penggalian (*open cut*) atau pengeboran (*trenchless*). Pemilihan metode ini menyesuaikan dengan kondisi lapangan dan kedalaman pemendaman (PLN, 2023). Untuk metode *open cut*, kabel dapat ditubun langsung (*direct buried*) atau diberikan proteksi mekanis menggunakan *u-ditch* atau pipa konduit. Sementara untuk metode *trenchless* proteksi mekanisnya menggunakan pipa konduit.

Konfigurasi pemendaman kabel dapat dilakukan secara *trefoil* (Gambar 3a) atau *flat* (Gambar 3b). Konfigurasi *trefoil* digunakan apabila ruang yang tersedia terbatas sehingga kabel diposisikan secara bertumpuk, sementara konfigurasi *flat* digunakan apabila ruang yang tersedia cukup lebar sehingga kabel dapat diposisikan sejajar.



Gambar 3. Konfigurasi pemendaman kabel secara *trefoil* (a) dan konduit (b)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei rencana jalur SKTT ditunjukkan pada Gambar 4. Kontur lokasi relatif datar dengan ketinggian rata-rata 3,8 m, dengan total panjang jalur 6,5 km. Dengan panjang jalur 6,5 kmr maka diperlukan 13 *joint pit* untuk tempat penyambungan kabel karena panjang kabel rata-rata dalam satu haspel adalah 500 meter.

Kondisi tata guna lahan di sepanjang lokasi proyek didominasi oleh kawasan industri, pabrik, bangunan toko, rumah dan tanah kosong. Kondisi tanah di sepanjang jalur sebagian besar lembap. Rencana jalur ini melewati sungai dengan lebar 10 meter dan kedalaman ±3 meter.



Gambar 4. Rencana jalur SKTT

Kondisi iklim secara umum di lokasi adalah sebagai berikut:

- a. suhu udara sekitar:
 - 1. suhu ekstrem: 10°C-40°C
 - 2. suhu rata-rata tahunan: 27°C
 - 3. suhu rata-rata dalam sehari tidak melebihi: 35°C
- b. curah hujan tahunan rata-rata: 2300 mm, 100 hari
- c. kelembapan relatif rata-rata: 70%-100%
- d. tingkat isokeraunik rata-rata: 100-130 hari/tahun
- e. ketinggian: permukaan laut s.d. 100 meter

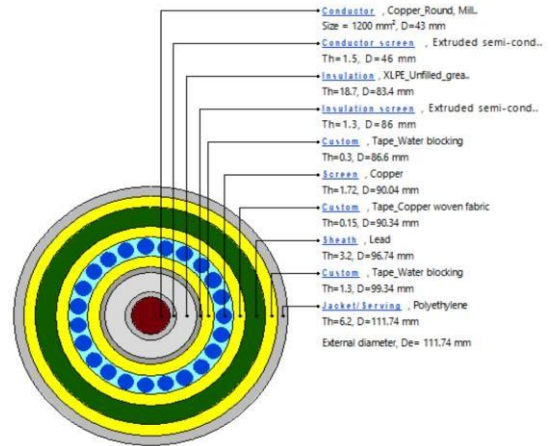
Kuat Hantar Arus

Analisis KHA dilakukan dengan menghitung KHA dari beberapa jenis kabel yang dapat mengalirkan arus senilai 655 A ditambah kontigensi kenaikan beban dalam 3 tahun senilai 15% sehingga arus yang mengalir senilai 753 A. Asumsi yang digunakan:

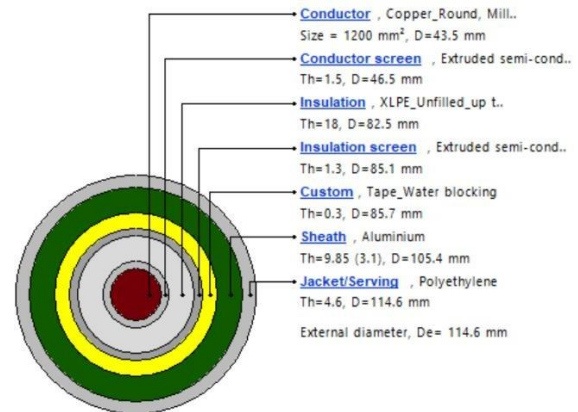
- Kedalaman pemendaman antara 3-7 meter
- *Soil thermal resistivity* 1 K.m/W
- *Ambient temperature* 35°C
- Konfigurasi kabel *trefoil*
- Pemendaman dengan metode *full trenchless*
- Jarak antar sirkit 1 meter
- Maksimum temperatur kabel 90°C

Masing-masing kabel dimasukkan ke dalam pipa konduit *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan diameter 10”.

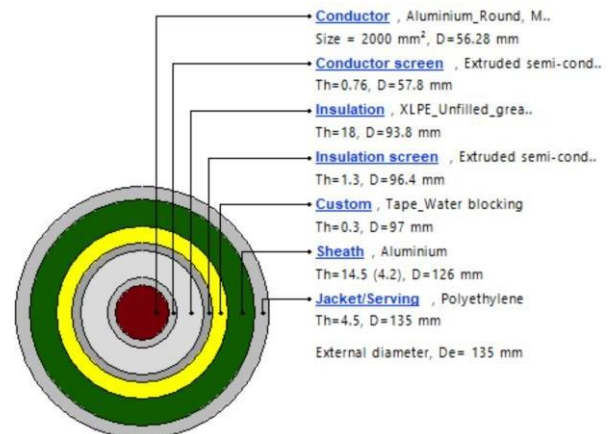
Jenis kabel yang dibandingkan adalah Cu LS 1200 mm², Cu CAS 1200 mm² dan Al CAS 2000 mm². Konstruksi dari masing-masing kabel seperti gambar di bawah ini.



Gambar 5a. Konstruksi kabel Cu LS 1200 mm²



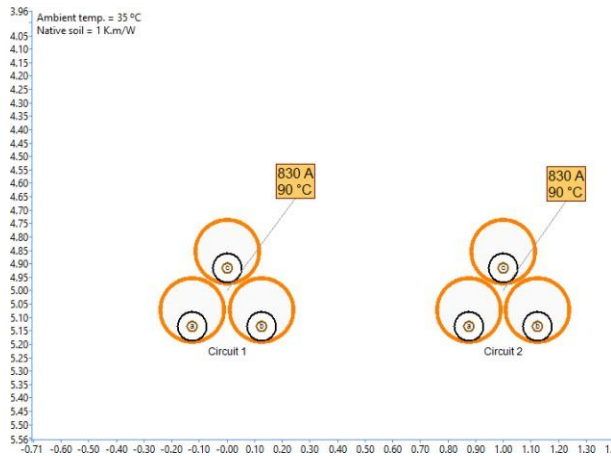
Gambar 5b. Konstruksi kabel Cu CAS 1200 mm²



Gambar 5c. Konstruksi kabel Al CAS 2000 mm²

Konfigurasi dan hasil perhitungan KHA kabel Cu LS pada kedalaman 5 meter seperti pada Gambar 6 dan

detail perhitungan masing-masing komponen terdapat pada Tabel 4.



Gambar 6. Konfigurasi kabel Cu LS pada kedalaman 5 meter

Berdasarkan Gambar 6 di atas, diketahui bahwa penggelaran kabel menggunakan metode HDD dimana kabel berada dalam pipa HDPE dengan konfigurasi *trefoil* dan jarak antar sirkit 1 meter dapat memenuhi kebutuhan KHA.

Tabel 4. Hasil perhitungan KHA kabel Cu LS pada kedalaman 5 meter

SUMMARY OF RESULTS			Units
CURRENT RATING OF CIRCUIT 2		830 (830.26)	A
ELECTRICAL LOSSES PER CABLE (IEC 60287-1-1)			
Total losses	14,4458	W/m	
ELECTRICAL PROPERTIES PER CABLE			
Conductor AC resistance	0,00001979	Ohms/m	
Conductor DC resistance	0,00001925	Ohms/m	
Conductor Skin effect factor	0,0265993	-	
Conductor Proximity effect factor	0,0011057	-	
Insulation capacitance	0,000000002334	F/m	
Screen AC resistance	0,000965734	Ohms/m	
Sheath AC resistance	0,000286389	Ohms/m	
THERMAL RESISTANCES			
T1, between conductor and first metallic layer	0,383771	K.m/W	
T2, between first and last metallic layers	0,0031764	K.m/W	
T3, outer covering	0,116175	K.m/W	
T4, external surroundings	2,15454	K.m/W	
Temperature rise due to other cables and circuits	16,8124	°C	
DUCTS OR PIPE			
T4', between cable and duct/pipe	0,2384	K.m/W	

T4", duct/pipe itself	0,0445129	K.m/W
T4"', duct/pipe external surroundings	1,87163	K.m/W

TEMPERATURES

Conductor temperature	90	°C
Screen temperature	84,6598	°C
Sheath temperature	84,6147	°C
Jacket temperature	82,9357	°C
Duct/pipe filling temperature	81,2137	°C
Duct/pipe temperature	78,8488	°C

Resume perhitungan KHA untuk masing-masing kabel ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

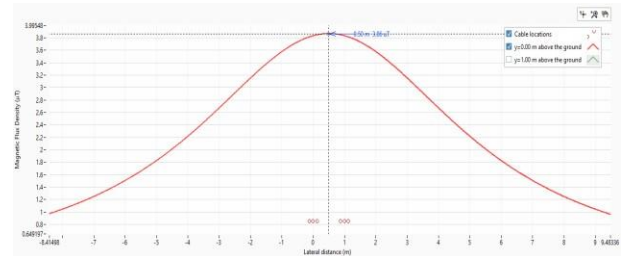
Tabel 5. Resume perhitungan KHA

Jenis Kabel	Kedalaman [m]	KHA [A]	Daya [MVA]	Losses [W/m]
CU LS 1200 mm ²	3	890	231	16,5282
	5	830	215	14,4458
	7	790	205	13,3326
CU CAS 1200 mm ²	3	880	228	16,7259
	5	820	213	14,5927
	7	790	205	13,4555
AL CAS 2000 mm ²	3	850	221	16,3464
	5	790	205	14,3074
	7	760	197	13,2151

Sesuai Tabel 5 di atas, kabel yang memenuhi kriteria untuk menyalurkan daya sebesar 170 MVA adalah Cu CAS 1200 mm², Cu LS 1200 mm² dan Al CAS 2000 mm².

Medan Magnet

Nilai medan magnet dihitung menggunakan persamaan 2. Medan magnet maksimum di permukaan tanah yang dihasilkan kabel Cu LS 1200 mm² dengan pemendaman 5 meter adalah 3,86 μT. Grafik nilai medan magnet ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik nilai medan magnet kabel Cu LS pada kedalaman 5 meter

Resume perhitungan medan magnet untuk masing-masing kabel ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Resume perhitungan medan magnet

Jenis Kabel	Kedalaman [m]	Medan Magnet [μT]
CU LS 1200 mm	3	10,78
	5	3,86
	7	1,93
CU CAS 1200 mm	3	10,74
	5	3,86
	7	1,93
AL CAS 2000 mm	3	10,35
	5	3,7
	7	1,85

Sesuai Tabel 6 di atas, medan magnet tertinggi di permukaan tanah dengan pemendaman kabel 3 meter adalah 10,78 μT .

Pemenuhan TKDN

Sesuai daftar inventarisasi barang/jasa produksi dalam negeri pada *website* P3DN Kementerian Perindustrian, terdapat 7 perusahaan nasional yang dapat memproduksi kabel tegangan tinggi dengan nilai TKDN diatas 50%. Nilai TKDN dari masing-masing jenis dan pabrikan kabel ditunjukkan pada Tabel 7 (Kememperin, 2024).

Tabel 7. Nilai TKDN kabel tegangan tinggi

No.	Tipe	Merk	Nilai TKDN
1	Cu/XLPE/CWS/LS/HDPE (N2XCK2Y)	MULTI KABEL	84.13%
2	N2XCAS2Y	MULTI KABEL	77.06%
3	NA2XCAS2Y	MULTI KABEL	65.73%
4	N2X(CAS)2Y	SUPREME	81.22%
5	N2XCK2Y With Fiber	SUPREME CABLE	80.53%
6	NA2XCK2Y	SUPREME CABLE	64.84%
7	N2XCK2Y	SUPREME CABLE	84.79%
8	AI/XLPE/CAS/HDPE	SUPREME CABLE	64.34%
9	N2XCK2Y DTS	KABELMETAL	80.46%
10	N2XCK2Y DTS	KABELMETAL	83.17%
11	N2XCAS2Y DTS	KABELMETAL	68.11%
12	NA2XCAS2Y	KABELMETAL	61.77%
13	Cu/XLPE/CWS/LS/HDPE	VOKSEL	88.74%
14	N2XCK2Y	EXTRANA	84.70%
15	NA2XCAS2Y	EXTRANA	58.85%
16	N2XCAS2Y	EXTRANA	83.58%
17	CU/XLPE/CWS/LS/HDPE (N2XCK2Y)	BICC BERCA Cables	87.98%
18	N2XCK2Y	SUTRADO KABEL	67.00%

Dari Tabel 7 diketahui bahwa ketiga jenis kabel yang dibahas seluruhnya dapat diproduksi di dalam negeri dengan nilai TKDN diatas 50%.

KESIMPULAN

Dengan mempertimbangkan data dan hasil analisis di atas, maka pilihan terbaik untuk pembangunan SKTT 150 kV kawasan industri dengan kapasitas 170 MVA sepanjang 6,5 kmr adalah menggunakan kabel jenis AI CAS 2000 mm² dengan konfigurasi *trefoil* dan metode pemendaman HDD, karena berdasarkan hasil perhitungan pada kedalaman 7 meter KHA yang dapat dialirkan senilai 760 A atau setara 197,5 MVA untuk satu sirkit sehingga kriteria keandalan n-1 masih terpenuhi. Biaya *whole life cycle* 0,9 kali lebih murah dari kabel Cu CAS dan 0,8 kali dari kabel Cu LS. Nilai medan magnet yang dihasilkan maksimal 10,35 μT masih di bawah nilai ambang batas yang diizinkan yaitu 0,1 mT.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada PT PLN (Persero) yang telah memberikan dukungan data dan dana dalam penyusunan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Griffiths, D. J. 2021. *Introduction to electrodynamics fourth edition*. Cambridge University Press. ISBN 9781108357142.
- IEC. 2014. *IEC 60287-1-1 Calculation of the current rating - Part 1-1: Current rating equation (100% load factor) and calculation losses - General*. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- Kemenperin. 2012. *Permenperin No. 54/M-IND/PER/3/2012 tentang Pedoman Penggunaan Produk Dalam Negeri Untuk Pembangunan Infrastruktur Ketenagalistrikan*. Jakarta: Kemenperin.
- Kemenperin. 2024. <https://tkdn.kemenperin.go.id/>. *Daftar inventarisasi barang/jasa produksi dalam negeri*. Diakses pada 3 Mei 2024.
- Kementerian ESDM. 2021. *Permen ESDM No. 13 Tahun 2021 tentang Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum Jaringan Transmisi Tenaga Listrik dan Kompensasi atas Tanah, Bangunan, dan/atau Tanaman yang Berada di Bawah Ruang Bebas Jaringan Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Maher, R., El-Faraskoury, A., Attia, M. A., & Emarah, A. 2023. Current Carrying Capacity Enhancement of High Voltage Underground Cables. In *2023 24th International Middle East Power System Conference (MEPCON)* (pp. 1-7). IEEE.
- PLN. 2015. *SPLN T3.006-1:2015 Kabel Tanah 87/150 (170) kV dengan Lapisan Kawat Tembaga dan Timah Campuran*. Jakarta: PT PLN (Persero).

- PLN. 2019. *SPLN T3.006-2:2019 Kabel Tanah 87/150 (170) kV dengan Lapisan Corrugated Aluminium Sheath*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- PLN. 2022. *Panduan Pengambilan Keputusan dalam Proyek Pembangunan Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) dengan Metode Multi-Criteria Analysis (MCA)*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- PLN. 2023. *SPLN T4.003:2023 Konstruksi Saluran Kabel Tegangan Tinggi*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- Pradipta, A. N., & Hudaya, C. 2018. Effects of depth burial on current carrying capacity of XLPE 86/150 (170) kV underground cable. In *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)* (pp. 506-510). IEEE.