



Analisis Penentuan Konstruksi Tiang Berdasarkan Sudut Antartiang Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) Terhadap Karakteristik Penghantar Listrik Pada Penyulang Lambangsari Menggunakan ArcGIS

Dadan Darmawan¹, Dian Budhi Santoso²

¹Mahasiswa Universitas Singaperbangsa Karawang

²Dosen Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 4 November 2022

Revised: 6 November 2022

Accepted: 8 November 2022

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) is the cheapest construction for distribution of electric power at the same power. The main components in electricity distribution line construction are conductors, insulators, connecting equipment, and poles. In the Lambangsari feeder, there are a total of 109 poles, with 101 poles conforming to the standard and 8 poles not conforming to the standard based on the angle between the poles. There are still several poles on the electricity distribution line that have been installed but are not in accordance with the standards set by PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN), especially on the suitability of the pole construction to the angle between the poles used. The consequences that can occur if the bend of the conductor is too small the angle of bend (the sharper the angle) can result in long-term physical damage to the conductor and the pole, temperature increases in the conductor, changes in current values, and power losses generated. The design of the electricity distribution line needs to be done carefully. Especially by paying attention to the geographical conditions of the area, the angle on the distribution line of electricity between the poles, the type of pole, the construction of the pole, and much more.

Keywords: Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), Survey and Mapping, Angle between poles

(*) Corresponding Author: dadan.darmawan18093@student.unsika.ac.id

How to Cite: Darmawan, D., & Santoso, D. (2022). Analisis Penentuan Konstruksi Tiang Berdasarkan Sudut Antartiang Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) Terhadap Karakteristik Penghantar Listrik Pada Penyulang Lambangsari Menggunakan ArcGIS. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(22), 65-76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7322884>.

PENDAHULUAN

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) merupakan konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama. Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi/beton. Penggunaan penghantar telanjang, dengan sendirinya harus diperhatikan faktor yang terkait dengan keselamatan ketenagalistrikan seperti jarak aman minimum yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20 kV tersebut antarfasa atau dengan bangunan atau dengan tanaman atau dengan jangkauan manusia. Komponen utama dalam konstruksi SUTM adalah penghantar, isolator, peralatan hubung, dan tiang (PT. PLN Persero, 2010). Perancangan pada SUTM perlu dilakukan dengan matang. Terutama dengan memperhatikan kondisi geografi daerah pemasangan, sudut pada jalur antartiang SUTM, jenis tiang, konstruksi tiang, dan masih banyak lagi. Masih terdapat beberapa tiang pada jalur distribusi listrik yang sudah terpasang namun belum sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN), terutama pada kesesuaian konstruksi



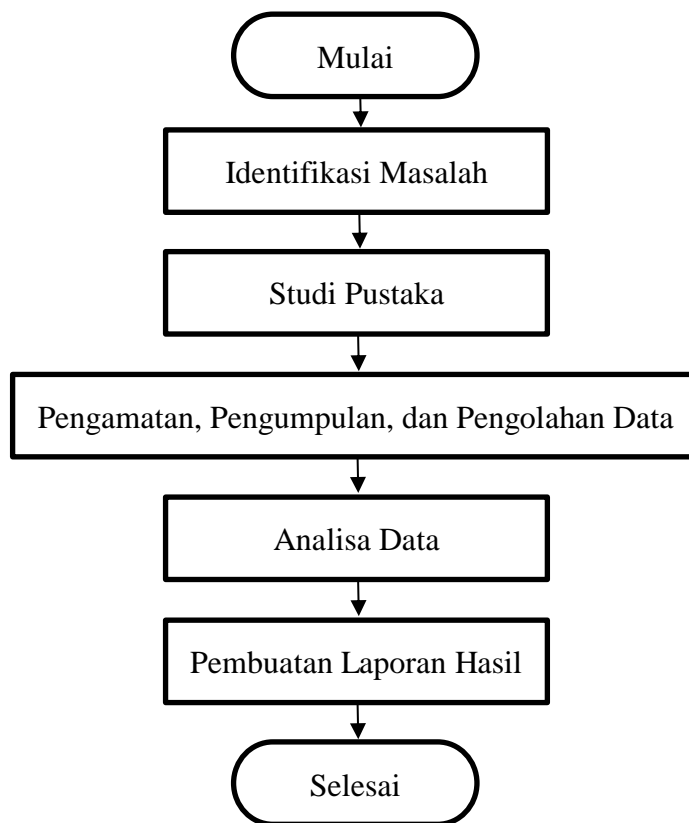
tiang terhadap sudut antartiang SUTM yang digunakan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sudut atau lekukan penghantar listrik sangat berpengaruh terhadap karakteristik dari penghantar itu sendiri. Beberapa akibat yang dapat terjadi jika lekukan terhadap penghantar terlalu kecil sudut penekukannya (semakin lancip sudutnya) maka dapat mengakibatkan kerusakan jangka panjang terhadap fisik dari penghantar dan tiang, kenaikan temperatur pada penghantar, perubahan nilai arus, dan rugi-rugi daya yang dihasilkan (Yasnivazli, 2018; Emidiana & Widodo, 2018).

Perlu dilakukan survei dan pemetaan terhadap tiang-tiang SUTM yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Metode yang dilakukan adalah dengan bantuan teknologi pemetaan digital, yaitu Sistem Informasi Geografi (SIG). Menurut *Environmental System Research Institute* (ESRI), SIG adalah seperangkat alat komputer yang digunakan untuk memetakan dan menganalisis hal-hal atau kejadian-kejadian yang terjadi di bumi (Agus & Ridwan, 2019). Dalam hal ini, pemetaan digital dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* ArcGIS berupa visualisasi dari data survei yang didapat di lapangan. Setelah dilakukan visualisasi oleh ArcGIS, data akan diolah lagi menggunakan AutoCAD untuk menampilkan sudut antartiang SUTM. Kelebihan dari menggunakan metode ini adalah dapat langsung melihat keadaan di lapangan tanpa turun ke lapangan dengan menggunakan fitur Google Street View yang langsung terhubung dengan ArcGIS. Namun dari kelebihan tersebut terdapat kekurangan, yaitu tidak semua akses jalan dapat dicakup oleh Google Street View, dan juga tidak semua akses jalan merupakan penampakan terbaru, melainkan penampakan pada tahun-tahun sebelumnya. Selain itu, proses survei yang dilakukan dengan menggunakan fitur Google Maps juga terdapat sedikit kekurangan. Buktinya, berdasarkan penelitian sebelumnya, didapati hasil dari uji coba penentuan titik lokasi pada Google Maps dengan menggunakan operator seluler yang berbeda, berikut hasil persentase kesalahan dari Google Maps pada Operator Tri (3G) = 1.997 % ; Operator Telkomsel (3G) = 1.754% ; Operator Tri (4G) = 1.495% ; Operator Telkomsel (4G) ; 1,22% (Tafa, 2018). Selain itu, tingkat akurasi juga ditentukan dari pengguna Google Maps tersebut, *human error* juga dapat terjadi pada proses pengambilan data survei tiang SUTM.

Pengecekan dilakukan pada penyulang Lambangsari dengan cara survei dan pemetaan. Hal ini dilakukan selain untuk membantu teknisi *maintenance*, bisa juga untuk memperbarui data pada aset-aset yang dimiliki oleh PLN. Selain itu juga dapat mendeteksi tiang-tiang SUTM yang tidak sesuai dengan sudut penempatan antartiangnya.

METODE

Umumnya, dalam sebuah penelitian dibutuhkan tahapan atau metode yang digunakan untuk menjawab permasalahan yang sedang diteliti. Berikut ini tahapan atau metode penelitian yang penulis lakukan sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Identifikasi Masalah

Tahap awal dalam melakukan penelitian adalah identifikasi masalah. Tahap ini dilakukan agar peneliti dapat memahami kondisi dan masalah dari penelitian yang akan diambil. Sehingga dapat membantu proses pengambilan data dan analisa agar tetap ada di ruang lingkup permasalahan yang diteliti.

Studi Pustaka

Selama penelitian dilakukan, penulis dapat mencari, mempelajari serta memahami teori pustaka yang ditemukan dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan penelitian-penelitian sebelumnya. Hal ini sebagai referensi untuk peneliti agar dapat membantu dan memberikan landasan teori yang kuat untuk pemecahan masalah.

Pengamatan, Pengumpulan, dan Pengolahan Data

Pengamatan dan pengumpulan data perlu dilakukan, hal tersebut merupakan bagian dari penelitian. Berikut beberapa cara yang peneliti lakukan dalam mengumpulkan data, antara lain:

- a. Pengamatan (*Observation*), yaitu mengamati secara langsung kondisi yang di lapangan dan berkaitan dengan penelitian.
- b. Terlibat secara langsung dalam pelaksanaan survei lapangan.

- c. Studi literatur, yaitu metode yang umum dilakukan, pada tahapan ini peneliti mengambil data dari berbagai sumber informasi yang berkaitan dengan fokus bahasan penelitian.
- d. Wawancara, yaitu melakukan wawancara atau tanya jawab sebagai proses pengumpulan data dengan pihak-pihak terkait di lapangan.

Sumber rujukan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Buku 1: Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. (2010). Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero) dan Buku 5: Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. (2010). Jakarta Selatan: PT. PLN (PERSERO).

Sedangkan untuk pengolahan data, penulis mengolah data yang didapat menggunakan bantuan *software* ArcGIS dan AutoCAD. Berikut cara yang peneliti lakukan dalam mengolah data, antara lain:

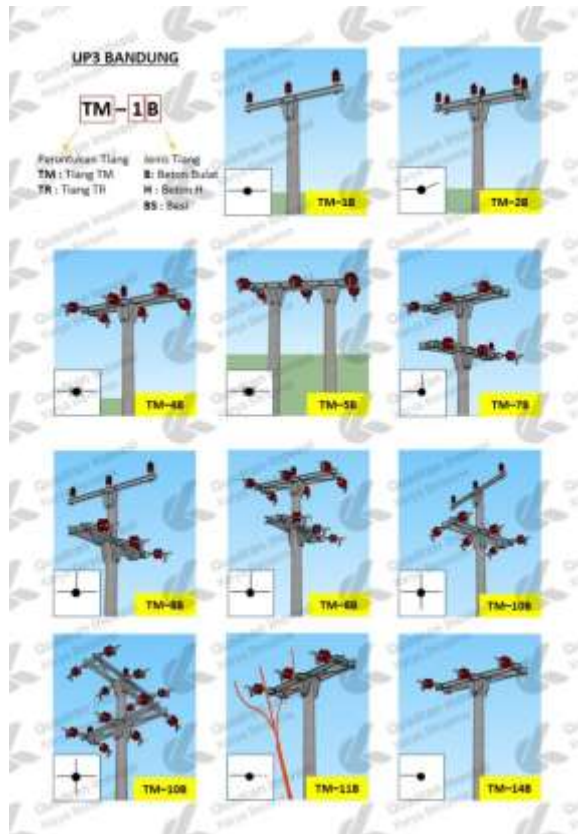
- a. ArcGIS digunakan untuk memvisualisasikan data yang didapat berupa titik koordinat menjadi sebuah peta jalur distribusi listrik.
- b. Data titik koordinat tersebut juga diolah dengan menggunakan AutoCAD untuk menghasilkan dimensi sudut antartiang SUTM tersebut. Dimensi sudut tersebut yang nantinya akan dianalisis sesuai dengan konstruksi yang digunakan.

Analisa Data

Analisa data dilakukan sebagai bagian penelitian yang bertujuan agar dapat menjawab dari rumusan masalah yang telah ditentukan saat pembahasan topik penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 9 kode konstruksi yang digunakan sesuai dengan kesepakatan antara PT. Quadran Inovasi Karya Bersama selaku vendor dan PLN UP3 Bekasi selaku klien. Tiap-tiap kode konstruksi memiliki ciri dan fungsinya masing-masing. Ciri dari masing-masing konstruksi tersebut akan dikomparasikan dengan konstruksi tiang SUTM pada Buku 1 dan 5 PLN.

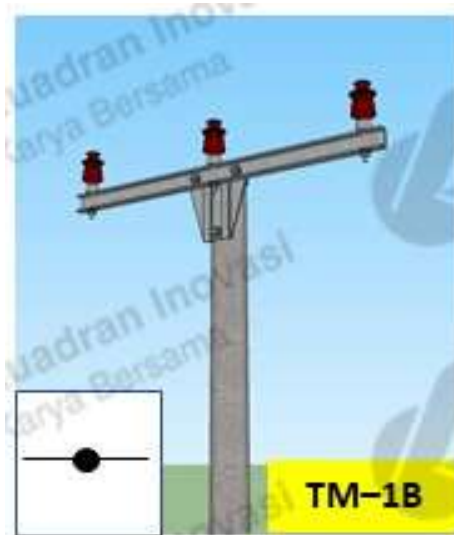


Gambar 2. Kode Konstruksi Tiang SUTM

Secara rinci standar konstruksi SUTM berdasarkan Buku 1: Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. PT. PLN (Persero) dan Buku 5: Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. PT. PLN (Persero), sebagai berikut:

1. Konstruksi Tiang Penumpu/Line Pole (1B)

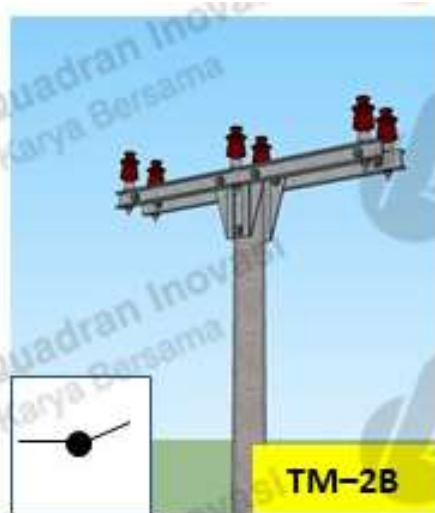
Konstruksi ini dipasang untuk lintasan jaringan SUTM dengan sudut kemiringan 0° - 15° dilengkapi dengan 3 buah isolator tumpu untuk sistem 3 fasa dan 1 buah *cross arm*.



Gambar 3. Kode Konstruksi 1B

2. Konstruksi Tiang Sudut Kecil (2B)

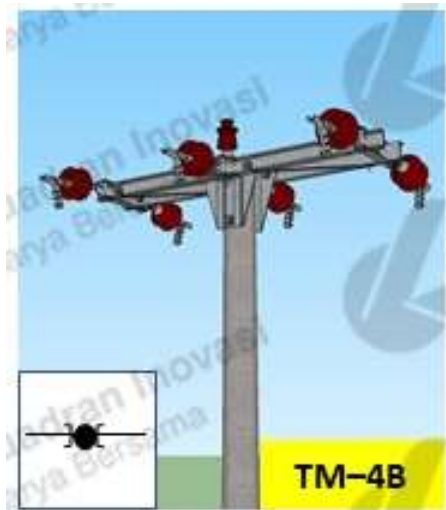
Konstruksi ini dipasang untuk jaringan SUTM dengan sudut 15° - 30° dengan 6 buah isolator tumpu dan 2 buah *cross arm*.



Gambar 4. Kode Konstruksi 2B

3. Konstruksi Tiang Sudut Sedang (4B)

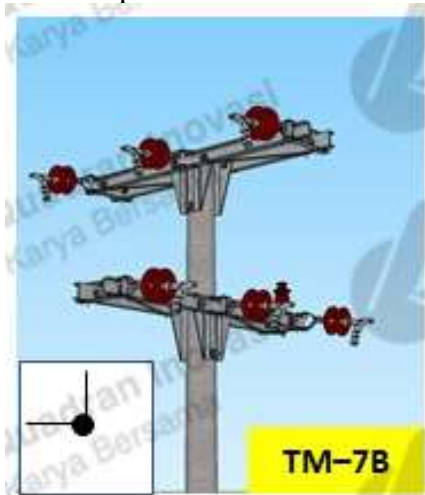
Konstruksi ini dipasang untuk jaringan SUTM dengan sudut lintasan 30° - 60° memakai 6 set isolator tarik/suspensi, 1 buah isolator tumpu dan 2 buah *cross arm*.



Gambar 5. Kode Konstruksi 4B

4. Konstruksi Tiang Sudut Besar (7B)

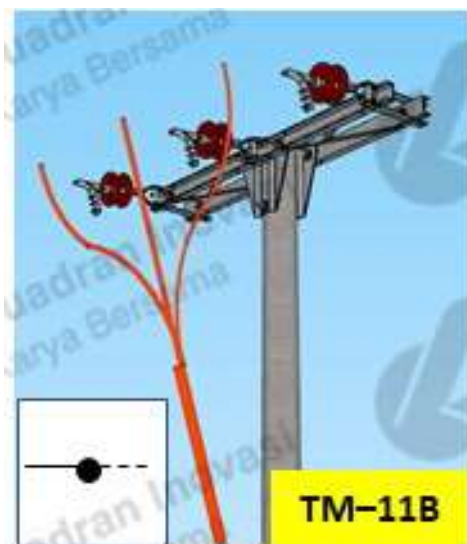
Konstruksi ini dipasang pada sudut lintasan 60° - 90° dengan memakai 6 set isolator tarik, 1 buah isolator tumpu dan 4 buah *cross arm*.



Gambar 6. Kode Konstruksi 7B

5. Konstruksi Tiang Awal (11B)

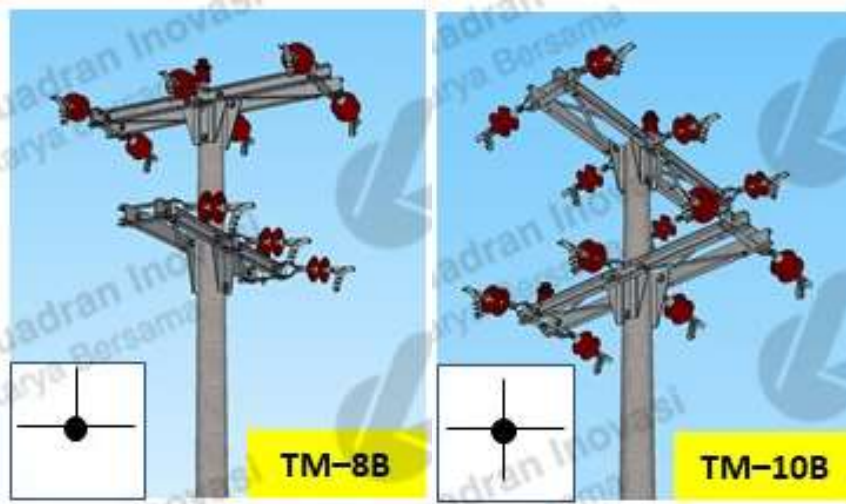
Tiang awal merupakan tiang dimana penghantar kabel dari gardu induk menuju saluran udara. Tiang awal dilengkapi dengan *lightning arrester* dengan *rating* arus pengenal minimal 10 kA. Konstruksi dilengkapi dengan 2 buah *cross arm* dan isolator jenis isolator peregang (tarik *strain*, suspensi) baik jenis payung atau long rod sebanyak 2 buah isolator pada tiap fasa. Kabel naik pada tiang dilindungi dengan pipa galvanis dengan diameter 4 inchi. Tiang awal minimal memakai jenis tiang dengan *working load* 500 daN.



Gambar 7. Kode Konstruksi 11B

6. Konstruksi Tiang Pencabangan (*Tee-Off Pole*) (8B dan 10B)

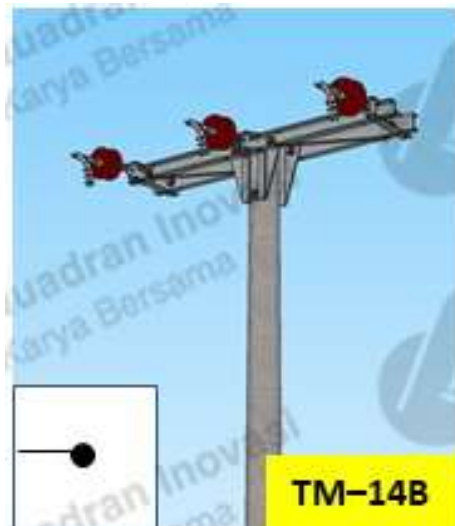
Tiang pencabangan memakai jenis konstruksi tiang awal dengan dua buah isolator suspensi pada tiap fasa dan 1 buah isolator tumpu (*line post*) untuk penghantar yang ditengah dan 4 buah *cross arm*. Jika ruang tersedia cukup, tiang sudut tersebut dilengkapi dengan *guy-wire*.



Gambar 8. Kode Konstruksi 8B dan 10B

7. Konstruksi Tiang Akhir (*End Pole*) (14B)

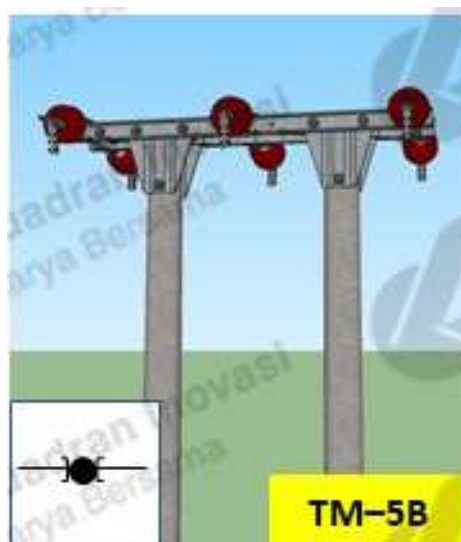
Konstruksi tiang akhir ini sebagaimana konstruksi tiang awal dengan atau tanpa kabel naik. Tiang ini dilengkapi dengan 3 set isolator tarik/suspensi dan 2 buah *cross arm*. Tiang yang di pakai dengan kekuatan tarik sesuai penampang penghantar atau dengan kekuatan tarik lebih kecil di tambah konstruksi topang tarik.



Gambar 9. Kode Konstruksi 14B

8. Konstruksi Tiang Sudut Sedang (5B)

Konstruksi ini hampir sama dengan konstruksi tiang 4B, yaitu dipasang untuk jaringan SUTM dengan sudut lintasan 30° - 60° memakai 6 set isolator tarik/suspensi, 1 buah isolator tumpu dan 2 buah *cross arm*. Namun yang membedakannya ada pada jumlah penggunaan tiang. Kode konstruksi 5B menggunakan tiang ganda, hal ini merupakan pengaruh dari gaya mekanis pada tiang.



Gambar 10. Kode Konstruksi 5B

Tabel 1. Hasil Komparasi Buku 1 dan Buku 5 PLN dengan Kesepakatan Vendor-Klien

No.	Kode Konstruksi SUTM	Anjuran Sudut Penggunaan Tiang SUTM Sesuai Standar
1	1B	0°-15°
2	2B	15°-30°
3	4B	30°-60°
4	7B	60°-90°
5	11B	Tiang Awal
6	8B	Tiang Persimpangan
7	10B	Tiang Persimpangan
8	14B	Tiang Akhir
9	5B	30°-60°

Tabel 2. Hasil Rekap Tiang SUTM Penyulang Lambangsari

Total Tiang SUTM Penyulang Lambangsari	Sesuai	Tidak Sesuai
109	101	8
Persentase	92.67 %	7.33 %

Tabel 3. Hasil Rekap Sudut Antartiang SUTM yang Tidak Sesuai

Nomor Tiang	Kode Konstruksi	Sudut Lintasan (°/Derajat)	Rekomendasi
TIANGTM LAMBANG SARI-05	1B	17	2B
TIANGTM LAMBANG SARI-10R05	5B	69	7B
TIANGTM LAMBANG SARI-10R06	5B	69	7B
TIANGTM LAMBANG SARI-10R14	1B	17	2B
TIANGTM LAMBANG SARI-10R15	5B	68	7B
TIANGTM LAMBANG SARI-10R16	5B	68	7B
TIANGTM LAMBANG SARI-10R26	2B	59	4B/7B

TIANGTMM LAMBANG SARI- 31L07	2B	49	4B
---	----	----	----

Berdasarkan tabel hasil rekap survei tiang SUTM penyulang Lambangsari, didapatkan bahwa terdapat total 109 tiang SUTM di penyulang Lambangsari, dengan kesesuaian konstruksi tiang SUTM sesuai standar PLN berdasarkan sudut antartiang SUTM sebanyak 101 tiang dan ketidaksesuaian konstruksi tiang SUTM sesuai standar PLN berdasarkan sudut antartiang SUTM sebanyak 8 tiang.

Jika dipersentasekan, maka penyulang Lambangsari mendapatkan nilai 92.67 % untuk kesesuaian dengan standar PLN dan 7.33 % tiang penyulang SUTM Lambangsari tidak sesuai dengan standar PLN.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, sudut atau lekukan penghantar listrik sangat berpengaruh terhadap karakteristik dari penghantar itu sendiri. Beberapa akibat yang dapat terjadi jika lekukan terhadap penghantar terlalu kecil sudut penekukannya (semakin lancip sudutnya) maka dapat mengakibatkan kerusakan jangka panjang terhadap fisik dari penghantar dan tiang, kenaikan temperatur pada penghantar, perubahan nilai arus, dan rugi-rugi daya yang dihasilkan. Oleh sebab itu, mulai dari konstruksi tiang sudut 30°-60° digunakan kabel jumper sebagai penghubung supaya dapat meminimalisir tekukan yang terjadi pada penghantar listrik dan tidak terjadinya gaya tarik dari penghantar listrik terhadap tiang sudut tersebut.

KESIMPULAN

Pada pelaksanaan kerja praktik yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat 109 tiang SUTM pada penyulang Lambangsari.
2. Sebanyak 101 atau 92.67 % tiang SUTM pada penyulang Lambangsari sesuai dengan standar PLN berdasarkan penggunaan tiang SUTM terhadap sudut pada jalur distribusinya.
3. Sebanyak 8 atau 7.33 % tiang SUTM pada penyulang Lambangsari tidak sesuai dengan standar PLN berdasarkan penggunaan tiang SUTM terhadap sudut pada jalur distribusinya.
4. Akibat dari penggunaan konstruksi tiang yang tidak sesuai dengan sudut antartiang tersebut dapat mengakibatkan kerusakan jangka panjang terhadap fisik dari penghantar dan tiang, kenaikan temperatur pada penghantar, perubahan nilai arus, dan rugi-rugi daya yang dihasilkan.
5. Kode konstruksi yang digunakan merupakan kesepakatan antara PLN UP3 Bekasi dengan PT. Quadran Inovasi Karya Bersama. Penyesuaian kode konstruksi penulis komparasikan dengan konstruksi tiang SUTM pada Buku 1 dan 5 PLN. Tiap kode konstruksi memiliki fungsinya masing-masing, salah satunya adalah terhadap sudut jalur distribusi listrik antartiang SUTM.

DAFTAR PUSTAKA

PT. PLN (PERSERO). (2010). BUKU 5: STANDAR KONSTRUKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH TENAGA LISTRIK. Jakarta Selatan: PT. PLN (PERSERO).

- YASNIVAZLI, I. (2018). ANALISIS TEMPERATURE KABEL TERHADAP TEKUKAN DAN BESAR ARUS YANG MENGALIR. (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Emidiana, E., & Widodo, M. (2018). Karakteristik Kabel yang di Tekuk Saat di Aliri Arus. *Jurnal Ampere*, 3(1), 155-162.
- Agus, A., & Ridwan, M. (2019). Pemetaan Objek Wisata Alam Kabupaten Kepulauan Selayar Berbasis Sistem Informasi Geografis Arcgis 10.5. *Pusaka: Journal of Tourism, Hospitality, Travel and Business Event*, 1(1), 45-50.
- Tafa, I. A. (2018). Analisis Tingkat Akurasi Global Positioning System Smartphone Dalam Menentukan Titik Lokasi Pada Google Map. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- quadraninovasi.id. PROFIL PERUSAHAAN. Diakses pada 13 Juli 2022, dari <https://quadraninovasi.id/>
- bentangalam-hutantropis.fkt.ugm.ac.id. (2016, 10 Oktober). Arc Gis. Diakses pada 15 Juli 2022, dari <https://bentangalam-hutantropis.fkt.ugm.ac.id/2016/10/10/arc-gis/>
- Gabriella, C. S. (2020). Penginputan Data Menggunakan Ms. Excel Dan Mengatasi Troubleshoot Pada Bidang Metrologi. (Laporan Kerja Praktik, INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO)
- Materi Dasar AutoCAD 2007. Universitas Negeri Yogyakarta.
- PT. PLN (Persero). (2010). BUKU 1: Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero).
- Jurnal, R. T. (2017). Studi Pemisahan Beban Penyulang Baru SKTM GIS Pantai Indah Kapuk. *Energi & Kelistrikan*, 9(1), 16-25.