

Analisis Komponen Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV di Penyulang Merbau - Jambi

Rozlinda Dewi

Jurusan Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

Corresponding author: rozlinda.dewi@unbari.ac.id

Abstrak. Perencanaan jaringan distribusi tidak lepas dari bagaimana sistem distribusi dibangun. Mulai dari perencanaan (konstruksi berikut komponen) hingga implementasi di lapangan, sangat menentukan kualitas dan keandalan sistem dapat terpenuhi. Penelitian ini menganalisis tentang implementasi komponen Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV lokasi Penyulang Merbau di Daerah Ma.Tembesi Kab.Batanghari-Jambi, apakah sesuai dengan standard yang digunakan oleh PLN (S-PLN). Salah satunya adalah bagaimana menentukan jumlah komponen yang digunakan dalam proyek SUTM. Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi dan pengukuran di lapangan. Metode observasi menggunakan teori standar yang baku sesuai Buku Standar Perusahaan Umum Listrik Negara (S-PLN). Hasil penelitian menyimpulkan bahwa pemakaian komponen di lapangan untuk pemakaian kabel penghantar AAAC sepanjang 11.025 m hampir mendekati standar, selisih hanya berkisar 7,2% (+). Sedangkan pemakaian tiang walaupun jumlahnya sama 70 bh meliputi jenis tiang beton 12 m 200 daN sebanyak 69 bh, tiang 9m 100 daN 13 bh, namun ada perbedaan jumlah dalam penggunaan tiang 12m dan 9m antara nilai hitung dan realisasi. Pemakaian tiang dengan panjang tertentu bagi pelaksana proyek seharusnya mereferensi Standar PLN walaupun beban kerja tiang masih terpenuhi (200 daN). Dengan selalu diadakannya evaluasi di setiap proyek maka data ini dapat digunakan sebagai masukan bagi pemilik maupun pelaksana proyek, agar kualitas dan keandalan sistem dapat terpenuhi

Kata kunci: Perencanaan, Jaringan distribusi, Komponen SUTM

Abstract. Distribution network planning is not loose from how the distribution system is built. From planning (the construction of the following components) to implementation in the field, determining the quality and reliability of the system can be fulfilled. This research analyzes about the implementation of medium-voltage air duct components (SUTM) 20 kV rework location Merbau in the area Ma. Tembesi Kab. Batanghari-Jambi, is in accordance with the standard used by PLN (S-PLN). One is how to determine the number of components used in a SUTM project. The research method used is the observation and measurement methods in the field. The observation method uses standardized standard theory according to the standard Book of State electricity General Company (S-PLN). The results concluded that the use of components in the field for the use of an AAAC cable conductor for 11,025 M is almost close to the standard, the difference only ranges from 7.2% (+). While the use of Poles although the same number of 70 BH covers a type of concrete pole 12 m 200 And as many as 69 BH, pole 9m 100 And 13 PCs, but there is a difference in the amount of the use of Poles 12m and 9m between the calculated and realization values The use of poles of certain lengths for project executor should reference the PLN standard even though the workload is still being fulfilled (200 And). With always being evaluated in each project, this data can be used as input for the project owner or executor, so that the quality and reliability of the system can be fulfilled

Keywords: planning, distribution network, SUTM component

PENDAHULUAN

Permintaan energi listrik yang terus meningkat, membutuhkan kemampuan penyaluran dan pendistribusian yang semakin efektif dan efisien agar energi tersebut sampai ke pengguna secara efektif dan efisien. Pendistribusian ini hendaklah memenuhi persyaratan sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh kementerian ESDM dan PT.PLN selaku Perusahaan Negara yang mengelola bidang kelistrikan.

Sistim distribusi itu sendiri terbagi 2 (dua) yaitu :

- Sistim Distribusi Tegangan Menengah (JTM 20 KV), mempunyai tegangan kerja di atas 1 kv dan setinggi-tingginya 35 kv
- Sistim Distribusi Tegangan Rendah (JTR 380/220 V) mempunyai tegangan kerja setinggi-tingginya 1 kv.

Distribusi tenaga listrik ke pengguna tenaga listrik dengan penggunaan sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 kV sebagai jaringan utama adalah

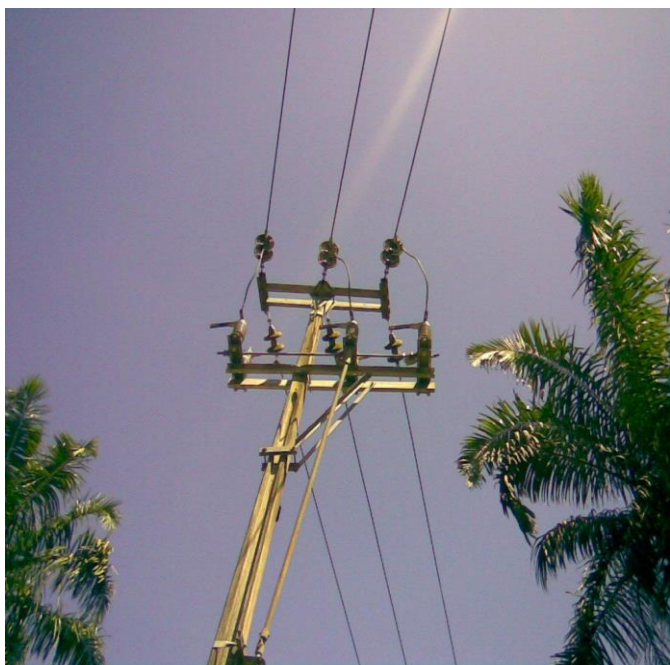
upaya untuk menghindarkan rugi-rugi penyaluran (*losses*) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi

Penelitian yang dilakukan Arfita Yuana Dewi Rachman, fauzan, *Perencanaan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Pada Komplek Perkebunan Amp (Agra Masang Perkasa)* [1], berkaitan dengan penentuan kuat hantar arus pada ukuran kawat penampang dan jenis penghantar yang dipilih, menjadi dasar penelitian ini tentang penentuan jenis penghantar Penghantar (bahan, Panjang dan diameter).

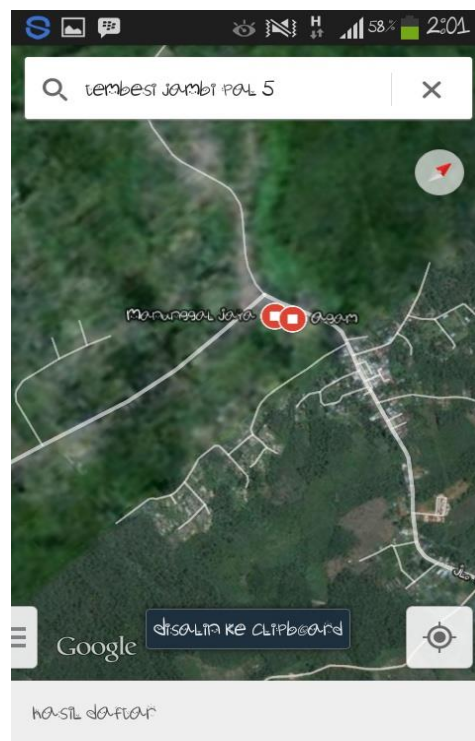
Selain itu penelitian Andang Purnomo Putro, Kartono, ST. MT, *Perluasan Jaringan Tegangan Menengah Tiga Fasa Di PT. Saniharto*, Semarang [2] juga melengkapi tentang pilihan jenis penghantar SUTM adalah Penghantar Telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi/beton. Penghantar yang digunakan adalah Penghantar aluminium campuran (*All*

Aluminium Alloy Conductor = AAAC). Penghantar AAAC adalah penghantar untuk saluran udara Tegangan Rendah (TR) maupun Tegangan Menengah (TM), penghantar diregangkan pada isolator diantara tiang-tiang. Penghantar AAAC terbuat dari kawat-kawat aluminium campuran yang dipilin bulat, tidak berisolasi dan tidak berinti.

Selain memenuhi kelayakan teknis Penghantar AAAC juga ekonomis dari sisi pilihan harga, karena penggunaan Penghantar berbahan tembaga belum memungkinkan akibat tingginya harga tembaga dunia.



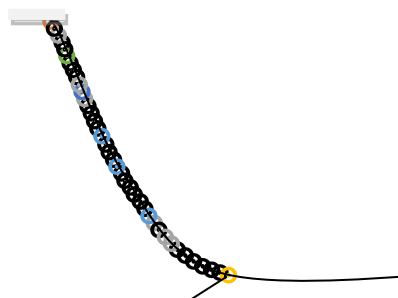
Gambar 1. Konstruksi SUTM



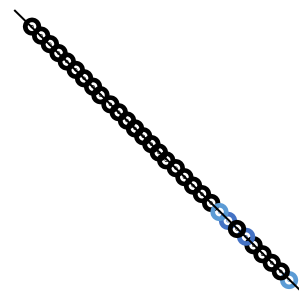
Gambar 2. Peta lokasi JTM Penyulang Merbau

Peta Tiang

Peta tiang adalah skema gambar titik tiang dalam analisis jaringan tegangan menengah ini yang bertujuan agar dapat mengetahui jenis tiang, jumlah tiang dan pemilihan pada pemakaian jenis tiang.



Gambar 3. Lokasi Tiang sesuai Peta Lokasi No. 1-39



Gambar 4. Lokasi Tiang sesuai Peta Lokasi No. 40-70

METODE

Metoda penelitian yang digunakan adalah metode observasi dan pengukuran di lapangan. Metode observasi menggunakan teori standar yang baku dalam hal ini adalah Standar-PLN dalam Buku *Standar Perusahaan Umum Listrik Negara SPLN Hantaran Aluminium (AAC)*[1], Buku *Kriteria Disain Enjenering Kontruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik PT PLN (Persero) Tahun 2010* [4] dan Buku *Standar Konstruksi, Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. PT PLN (Persero) Tahun 2010* [5]. Sedangkan metode pengukuran digunakan dengan melihat kondisi implementasi di lapangan. Hasil dari kedua metode ini akan dibandingkan sehingga ratio antara teori dan implementasi di lapangan dapat diketahui, sehingga kelayakan proyek listrik dapat ditentukan.

Peta Lokasi

Peta Lokasi adalah lokasi tempat penelitian ini diadakan yaitu lokasi Penyulang Merbau di Daerah Ma.Tembesi Kab.Batanghari - Jambi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Tiang

Lokasi

Titik kordinat adalah titik peletakan tempat tiang diletakkan dengan menggunakan menggunakan GPS dengan aplikasi *Maverick*

Jenis konstruksi

Jenis konstruksi tiang ditentukan berdasarkan penempatan tiang, sudut tiang, kondisi tanah sehingga dihasilkan daya dukung tanah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PT.PLN dalam Sumber Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik [5]

Kondisi tanah & Daya dukung

Perhitungan konstruksi sipil digunakan untuk pondasi pada semua tiang, baik tiang tumpu, tiang awal/akhir atau tiang sudut. Jenis dari konstruksi pondasi disesuaikan dengankondisi tanah dimana tiang tersebut akan didirikan.

Tabel 1. Klasifikasi kondisi tanah & daya dukung

Kelas Tanah	Tipe Tanah	Kondisi Tanah	Max daya dukung Tanah	Parameter (C) & sudut gesek Φ^0
1	<i>Cohesive Granular</i>	Sangat lunak tanpa Pasir	1000 daN/m ²	C : 1500-2500 daN/m ² Φ : 250 - 300
2	<i>Cohesive Granular</i>	Tanah lunak, endapan lumpur sedikit pasir	2500-7500 daN/m ²	C : 2500-5000 daN/m ² Φ : 300 - 350
3	<i>Cohesive Granular</i>	Tanah keras berpasir coarsif berpasir gravel (tanah liat)	7500-1500 daN/m ²	C : 5000-8000 daN/m ² Φ : 350 - 400
4	<i>Cohesive Granular</i>	Lumpur keras, endapan keras	15.000-30.000 daN/m ²	C : 8000-11000 daN/m ² Φ : 400 - 450
5	<i>Cohesive Granular</i>	Lumpur sangat keras, tanah liat keras berpasir	30.000-60.000 daN/m ²	C : 11000-14000 daN/m ² Φ : 450 - 500
6	<i>Rock</i>	Batu cadas	3.000 daN/m ²	C : 20000-28000 daN/m ² Φ : 900 - 1000

Sumber: CAC proyek kelistrikan RE-II PT PLN (Persero)

Dari hasil perhitungan tentang lokasi (titik kordinat) dan dari hasil survey didapat bahwa jenis tanah di lokasi tiang adalah *Cohesive Granular*: tanah liat. Dari hasil hitung dan survey maka jenis konstruksi tiang yang memungkinkan untuk digunakan adalah sebagaimana tabel dibawah ini:

Tabel 2. Jenis konstruksi tiang

No	Tipe	Jenis	Keterangan
1	0	TM 1	Penempatan untuk jaringan lurus atau 0 ⁰ -5 ⁰
2	0	TM 3	Penarikan pada sudut 15 ⁰ -30 ⁰
3	0	TM 5	Stopan pada jaringan lurus
4	0	TM 8	Percabangan pada simpang tiga (pertigaan)
5	0	TM 10	Penarikan pada sudut 60 ⁰ -90 ⁰
6	0	TM 11	Tiang awal dari gardu induk
7	0	TM 1	Jaringan lurus atau 0 ⁰ -5 ⁰ dengan tiang 9m
Jumlah			

Tabel 3. Titik Koordinat Tiang

No Tiang	Jenis Tiang	Titik Koordinat	No Tiang	Jenis Tiang	Titik Koordinat
1	TM 1	43.608,E10	36	TM 1	43.323, BT
2	TM 1	43.576, BT	37	TM 1	43.333, BT
3	TM 3	43.549, BT	38	TM 1	43.343, BS
4	TM 1	43.525, BT	39	TM 8	43.359, BS
5	TM 1	43.497, BT	40	TM 1	43.384, BS
6	TM 0	43.432, BT	41	TM 1	43.417, BS
7	TM 1	43.446, BT	42	TM 1	43.442, BS
8	TM 1	43.459, BT	43	TM 1	43.469, BS
9	TM 1	43.474, BT	44	TM 1	43.501, BS
10	TM 3	43.486, BT	45	TM 1	43.528, BS
11	TM 5	43.489, BT	46	TM 1	43.554, BS
12	TM 3	43.484, BT	47	TM 1	43.586, BS
13	TM 1	43.463, BT	48	TM 1	43.611, BS
14	TM 1	43.450, BT	49	TM 1	43.640, BS
15	TM 1	43.433, BT	50	TM 1	43.665, BS
16	TM 1	43.420, BT	51	TM 1	43.694, BS
17	TM 5	43.403, BS	52	TM 1	43.720, BS
18	TM 1	43.387, BT	53	TM 1	43.750, BS
19	TM 1	43.370, BT	54	TM 1	43.778, BS
20	TM 1	43.361, BS	55	TM 1	43.804, BS

21	TM 5	43.356, BS	56	TM 1	43.833, BS
22	TM 1	43.350, BT	57	TM 1	43.859, BS
23	TM 1	43.344, BS	58	TM 1	43.888, BS
24	TM 1	43.338, BS	59	TM 1	43.915, BS
25	TM 1	43.332, BS	60	TM 1	43.941, BS
26	TM 1	43.326, BT	61	TM 1	43.969, BS
27	TM 1	43.320, BS	62	TM 5	44.000, BS
28	TM 5	43.315, BS	63	TM 1	44.030, BS
29	TM 3	43.307, BT	64	TM 1	44.057, BS
30	TM 1	43.298, BS	65	TM 1	44.085, BS
31	TM 3	43.287, BS	66	TM 1	44.114, BS
32	TM 3	43.283, BS	67	TM 1	44.142, BS
33	TM 1	43.290, BT	68	TM 1	44.169, BS
34	TM 1	43.301, BT	69	TM 1	44.199, BS
35	TM 1	43.312, BT	70	TM 5	44.227, BS

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah tiang yang digunakan berjumlah 70 buah dengan konstruksi jenis tiang adalah TM1, TM3, TM5, TM10 dan TM11 dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4. Jumlah & jenis konstruksi tiang

No	Jenis Tiang	Jumlah Tiang (bh)
1	TM 1	55
2	TM 3	6
3	TM 5	6
4	TM 8	1
5	TM 10	1
6	TM 11	1
Jumlah		70

Panjang dan diameter Tiang

Panjang dan diameter tiang ditentukan berdasarkan beban kerja tiang sebagaimana yang ditentukan dalam S-PLN [5].

Tabel 5. Panjang, diameter dan batas tanam tiang [5]

Panjang (m)	Batastanam (m)	Diameter (cm)	Beban kerja (daN)
9	1,5	15,7	100
		15,7	200
11	1,9	19	200
12	2,0	19	200

Hasil perhitungan dan hasil survey beban kerja tanah liat (*Cohesive Granular*) menunjukkan bahwa daya dukung tanah maksimum sebesar 7500-1500 daN/m² sehingga pemakaian tiang dengan beban kerja sebesar 200 daN sangat memungkinkan. Perlu diketahui bahwa pabrikasi pembuatan tiang hanya memproduksi tiang dengan beban kerja 100 daN dan 200 daN.

Berdasarkan tabel diatas maka panjang tiang yang memenuhi standar untuk dipergunakan adalah tiang dengan panjang 9m dan 12m dengan beban kerja 200 daN.

Guy Wire (GW) & Horizontal Guy Wire (HGW)

Sebelum penarikan penghantar, pasang GW atau tiang topang tarik pada tiang awal, tiang akhir atau tiang sudut sesuai rancangan kontruksi SUTM pada trase

bersangkutan. GW (topang tarik) diberikan jika beban mekanis melebihi working load tiang itu sendiri. Posisi GW terletak pada belakang tiang dengan 1 penyangga dengan panjang maksimal 15m. GW diperlukan setiap tiang dalam penarikan pada sudut 15⁰-30⁰.

HGW diberikan jika beban mekanis melebihi working load tiang itu sendiri. Posisi HGW terletak pada seberang jalan diatas tiang dengan 1 penyangga dengan panjang maksimal 15m. Panjang HGW tergantung pada lebar padan jalan.

Dari hasil survey dan perhitungan diatas maka diperlukan:

- HGW = 2 buah
- GW = 6 buah
- Konektor (Joint slave) = 19 buah
- Plat = 70 buah

Berdasarkan standarisasi PLN [4] jumlah Konektor serta Plat adalah jumlah diatas

Menentukan Penghantar

Jarak antar penghantar harus memperhitungkan pertimbangan yaitu:

- a. Pengaruh listrik akibat hubung singkat,
- b. Kemungkinan persinggungan antar 2 penghantar.

Rumus empiris untuk jarak antar penghantar:

$$D = 0,75\sqrt{S} + \frac{V^2}{20000} \quad [1] \quad \dots\dots\dots[3]$$

$$D = \sqrt{S} + \frac{V}{150} \quad \dots\dots\dots[4]$$

Dimana:

- S = Tinggi Andongan (Sag)
- V = Tegangan Kerja (kV)

Panjang palang (*Cross-Arm*) yang diperlukan adalah:

$L = 2 \times \text{jarak antar penghantar} + 2 \times \text{jarak antara titik luar lubang pin isolatordengan ujung Palang} (\pm 10 \text{ cm})$ **Andongan** (*sag*) adalah jarak antara garis lurus horizontal dengan titik terendah penghantar. Berat penghantar dihitung berdasarkan panjang penghantar

sebenarnya sebagai fungsi dari jarak andongan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

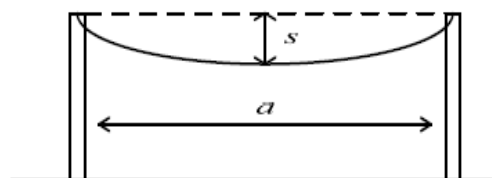
$$L = a + \frac{8s^2}{3a}$$

Dimana:

L = Panjang total penghantar (m)

a = Jarak gawang (m)

s = Panjang andongan (m)



Gambar 5. Jarak Gawang dan Andongan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak antar andongan sepanjang 3675m dengan rincian jarak antar gawang sebagai berikut :

Tabel 6. Panjang penghantar AAAC

Jenis Tiang	Jarak Gawang (m)	Andongan (m)	Jenis Tiang	Jarak Gawang (m)	Andongan (m)		
			kabel		1.814		
1-2	TM 11	45	49	37-38	TM 1	45	49
2-3	TM 1	45	49	38-39	TM 1	45	49
3-4	TM 3	45	49	39-40	TM 1	50	54
4-5	TM 1	45	49	40-41	TM 8	50	54
5-6	TM 1	48	53	41-42	TM 1	50	54
6-7	TM 10	45	49	42-43	TM 1	45	49
7-8	TM 1	48	54	43-44	TM 1	45	49
8-9	TM 1	50	54	44-45	TM 1	45	49
9-10	TM 1	48	53	45-46	TM 1	45	49
10-11	TM 3	49	54	46-47	TM 1	45	49
11-12	TM 5	45	49	47-48	TM 1	48	52
12-13	TM 3	45	54	48-49	TM 1	48	52
13-14	TM 1	50	54	49-50	TM 1	50	54
14-15	TM 1	50	54	50-51	TM 1	50	54
15-16	TM 1	50	54	51-52	TM 1	50	54
16-17	TM 1	48	53	52-53	TM 1	48	53
17-18	TM 5	45	49	53-54	TM 1	50	54
18-19	TM 1	48	53	54-55	TM 1	50	54
19-20	TM 1	45	49	55-56	TM 1	50	54
20-21	TM 1	45	49	56-57	TM 1	45	49
21-22	TM 5	48	53	57-58	TM 1	48	53
22-23	TM 1	50	54	58-59	TM 1	48	53
23-24	TM 1	50	54	59-60	TM 1	49	54
24-25	TM 1	50	54	60-61	TM 1	50	54
25-26	TM 1	50	54	61-62	TM 1	48	53
26-27	TM 1	50	54	62-63	TM 1	48	53
27-28	TM 1	50	54	63-64	TM 5	46	51
28-29	TM 5	50	54	64-65	TM 1	45	49
29-30	TM 3	50	54	65-66	TM 1	45	49
30-31	TM 1	45	49	66-67	TM 1	45	49
31-32	TM 3	48	53	67-68	TM 1	48	53
32-33	TM 3	45	49	68-69	TM 1	45	49
33-34	TM 1	45	49	69-70	TM 1	45	49
34-35	TM 1	45	49	70-71	TM 1	45	49
35-36	TM 1	45	49	71-72	TM 5	50	54
Total				3675			

Dari hasil tersebut maka panjang Penghantar (R, S dan T) yang diperlukan adalah $3675 \times 3 = 11.025$ m dengan konduktivitas penghantar : Cu = 56 dan Aluminium = 32,7

Menentukan Isolator

Berdasarkan standarisasi PLN [4] jumlah Isolator ditentukan berdasarkan jenis tiang sebagaimana tabel dibawah ini:

Tabel 7. Jumlah Isolator Tumpu sesuai jenis tiang [4]

No Tiang	Jenis Tiang	Jumlah Isolator Tumpu/tiang
1	TM 1	3
2	TM 3	6
3	TM 5	6
4	TM 8	7
5	TM 10	6
6	TM 11	3
Jumlah	Jumlah	

Tabel 8. Jumlah Isolator Tarik sesuai jenis tiang [4]

No Tiang	Jenis Tiang	Jumlah Isolator Tarik/tiang
1	TM 1	0
2	TM 3	0
3	TM 5	6
4	TM 8	0
5	TM 10	0
6	TM 11	3
Jumlah		

Dari hasil ketetapan diatas maka jumlah Isolator Tumpu yang diperlukan adalah sebanyak 253 bh dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 9. Jumlah Isolator Tumpu

No Tiang	Jenis Tiang	Jumlah Isolator Tumpu/tiang	Jumlah Tiang (bh)	Jumlah Isolator Tumpu
1	TM 1	3	55	165
2	TM 3	6	6	36
3	TM 5	6	6	36
4	TM 8	7	1	7
5	TM 10	6	1	6
6	TM 11	3	1	3
Jumlah			70	253

Sedangkan jumlah Isolator Tarik yang diperlukan adalah sebanyak 39 bh dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 9 : Jumlah Isolator Tarik

No Tiang	Jenis Tiang	Jumlah Isolator Tarik/tiang	Jumlah Tiang (bh)	Jumlah Isolator Tarik
1	TM 1	0	55	0
2	TM 3	0	6	0
3	TM 5	6	6	36
4	TM 8	0	1	0
5	TM 10	0	1	0
6	TM 11	3	1	3
Jumlah			70	39

Perhitungan jumlah isolator menunjukkan bahwa jumlah :

Isolator Tumpu = 253 buah

Isolator Tarik = 39 buah

Menentukan Transformator

Trafo dari Gardu Induk menggunakan transformator yang sudah tersedia (eksisting) dengan kapasitas 100 kVA tegangan 380 volt berjumlah 1 unit.

Hasil Hitung dan Realisasi

Hasil Hitung dibandingkan dengan hasil Realisasi pemakaian Konduktor AAAC 70 mm² sebesar 107,2% (+), Tiang beton 12m sebesar 98,6% (-), Tiang beton 9m sebesar 200% (+) dan untuk komponen lainnya tertera dalam tabel dibawah ini.

Tabel 10. Rasio Hasil Hitung dan Realisasi Komponen

URAIAN	Sat	Realisasi	Hasil Hitung	+/-
Penghantar kabel AAAC 70 mm ²	mtr	11.825	11.025	107,2% (+)
Tiang Beton 12 meter, 200 daN	bh	68	69	98,6% (-)
Tiang Beton 9 meter, 200 daN	bh	2	1	200% (+)
Transfor dari GI	unit	1	1	eksisting
Trafo Distribusi	unit	1	1	eksisting
TM-1	Set	55	55	100%
TM-3	Set	6	6	100%
TM-5	Set	6	6	100%
TM-8	Set	1	1	100%
TM-10	Set	1	1	100%
TM-11	Set	1	1	100%
Isolator Tarik 20 kV	Set	47	39	120,5% (+)
Isolator Tumpu 20 kV	set	269	253	106,3% (+)
Guy Wire (GW)	Set	4	6	66,6% (-)
HGW	Set	3	2	150% (+)
Joint Slave 70 mm	Set	19	19	100%
Plat Tanda Bahaya	Set	70	70	100%

SIMPULAN

- Hasil Hitung dibandingkan dengan hasil Realisasi pemakaian komponen di lapangan untuk pemakaian kabel penghantar hampir mendekati, selisih hanya berkisar 7,2% (+) tetapi pemakaian tiang walaupun jumlahnya sama 70 bh tetapi ada perbedaan jumlah dalam penggunaan tiang 12m dan 9m (lihat table). Pemakaian tiang dengan panjang tertentu bagi pelaksana proyek seharusnya merferensi Standar PLN walaupun beban kerja tiang masih terpenuhi (200 daN).
- Dengan selalu diadakannya evaluasi di setiap proyek maka data ini dapat digunakan sebagai masukan bagi pemilik maupun pelaksana proyek, agar kualitas dan keandalan sistem dapat terpenuhi

DAFTAR PUSTAKA

- Arfita Yuana Dewi Rachman, fauzan, Perencanaan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Pada Komplek Perkebunan AMP (Agra Masang Perkasa) Lubuk Basung, Jurnal teknik elektro ITP volume 1 No.2, 2012
- Andang Purnomo Putro, Kartono, Perluasan Jaringan Tegangan Menengah Tiga Fasa di PT. Saniharto Semarang *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Volume 1, Nomor 1, Semarang, 2013

- [3] Buku Standar Perusahaan Umum Listrik Negara SPLN, Hantaran Aluminium (AAC). PT.PLN (Persero). Jakarta, Jakarta, 1981
- [4] Buku1 Kriteria Disain Enjenering Kontruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik PT PLN (Persero), Jakarta, 2010
- [5] Buku5 Standar Konstruksi, Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. PT PLN (Persero), Jakarta, 2010