PERANCANGAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PADA PT BUKIT ASAM (Persero), Tbk

Yoga Prastyo[*)], Juningtyastuti, and Karnoto,

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universita Diponegoro
Jalan Prof.Soedarto, tembalang, Semarang, Indonesia

*)E-mail: yoga_swidodo@yahoo.com

Abstrak

Semakin banyaknya permintaan akan sumber energi batubara, membuat PT Bukit Asam berencana melakukan pengembangan tambang untuk meningkatkan hasil produksi. Dengan adanya pengembangan tambang maka akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan energi listrik pada tambang. Oleh karena itu PT Bukit Asam berencana membangun Gardu Induk NEW MSS TAL. Dengan adanya rencana pembangunan gardu induk tersebut, maka diperlukan juga perencanaan jaringan distribusi 20 KV. Dalam tugas akhir ini akan dibahas tentang perancangan jaringan distribusi 20 KV meliputi saluran udara dan beberapa saluran kabel bawah tanah dengan panjang total saluran yaitu ± 3019 m mulai dari PLTU PTBA 3X10MW sampai dengan GI NEW MSS TAL. Pembangunan SUTM dan SKTM 20 KV NEW MSS TAL ini direncanakan akan menyalurkan daya sebesar 10 MVA/ sirkit. Saluran jaringan tegangan menengah NEW MSS TAL ini diharapkan dapat mensupply energi listrik dari PLTU PTBA 3 x 10 MW ke GI NEW MSS TAL yang akan digunakan untuk pengembangan tambang dan meningkatkan kehandalan sistem kelistrikan pada tambang PT Bukit Asam (Persero) Tbk.

Kata kunci : PLTU, SUTM, Energi Listrik, Gardu Induk

Abstract

PT Bukit Asam plans to develop their mines to increase production in order to meet the increase in demand for coal. Mine development by PT Bukit Asam will have an impact on the increasing demand for electricity in the mine. Therefore, PT Bukit Asam plans to build a substation NEW MSS TAL. When PT Bukit Asam plans to build the substation, it is necessary also plans the construction of 20 KV distribution network to supply the substation. In this final project will be discussed about 20 KV distribution network design which consist of Over Head Line and several Underground Cable with total length of network is ± 3019 m from power plant of PLTU PTBA 3 X 10 MW to NEW MSS TAL substation. Over Head Line and undergroun cable distribution netwok NEW MSS TAL is planned to distribute electric power of 10 MVA / circuit. This distribution network NEW MSS TAL is expected to supply electric energy for mine development and improve the reliability of the electrical system in the mines of PT Bukit Asam (Persero) Tbk.

Keywords : PLTU, Over Head Line, Electric Energy, Substation

1. PENDAHULUAN

PT. Bukit Asam (Persero), Tbk berencana melakukan pengembangan tambang untuk meningkatkan hasil produksi guna memenuhi permintaan akan sumber energi batubara yang semakin meningkat. Dengan adanya pengembangan tambang maka akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan energi listrik. Oleh karena itu PT Bukit Asam berencana membangun Gardu Induk NEW MSS TAL yang sumber energi listriknya akan disuplai oleh PLTU PTBA dengan berkapasitas 3 x 10 MW. Dengan adanya rencana pembangunan gardu induk tersebut, maka diperlukan juga rencana perancangan jaringan distribusi 20 KV sepanjang± 3019 m untuk menyalurkan energi listrik dari PLTU PTBA sampai dengan Gardu Induk NEW MSS TAL dengan kapasitas daya 10 MVA. Sebelum merancang jaringan disribusi 20 KV, tentu saja harus memperhatikan kriteria perancangan jaringan yang akan digunakan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Arfita Yuana Dewi yang menyatakan bahwa kriteria perancangan jaringan distribusi 20 KV terdiri dari perhitungan impedansi

saluran, drop tegangan, tegangan terima, regulasi tegangan, andongan, penentuan pondasi tiang, isolator

serta panjang cross arm. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh juli setiawan yang menyatakan bahwa perencanaan jaringan disribusi terdiri dari pemilihan kawat konduktor yang aman dan ekonomis, penentuan jarak antar kawat, penentuan isolator, pemilihan transformator distribusi, dan penentuan tinggi tiang. Jaringan distribusi 20 KV yang menghubungkan GI NEW MSS TAL dan PLTU PTBA direncanakan akan menggunakan Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM). Tujuan pembuatan tugas akhir ini yaitu menghitung dan merancang jaringan distribusi 20 KV mulai dari PLTU PTBA 3X10 MW sampai dengan Gardu Induk NEW MSS TAL serta menganalis hasil perancangan jaringan, agar energi listrik dari PLTU PTBA ke GI NEW MSS TAL dapat tersalurkan.

2. Metode

2.1 Pengumpulan Data

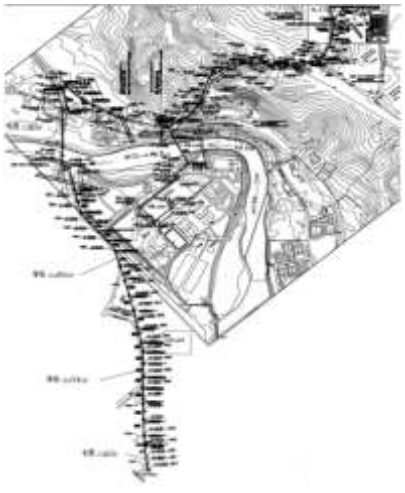
Terdiri dari data survey, data sistem dan data jaringan yang akan ditampilkan pada tabel 2.1 ,2.2 dan gambar 2.1

Tabel 2.1 Data Survey

No	Jenis Survey	Hasil Saurvey
1	Tipe Tanah	Tanah Liat Keras
2	Suhu Lokasi	Max 34.9°,Min 20.9
3	Titik Perbedaan Tinggi Tanah	2 – 6 meter

Tabel 2.2 Data Sistem

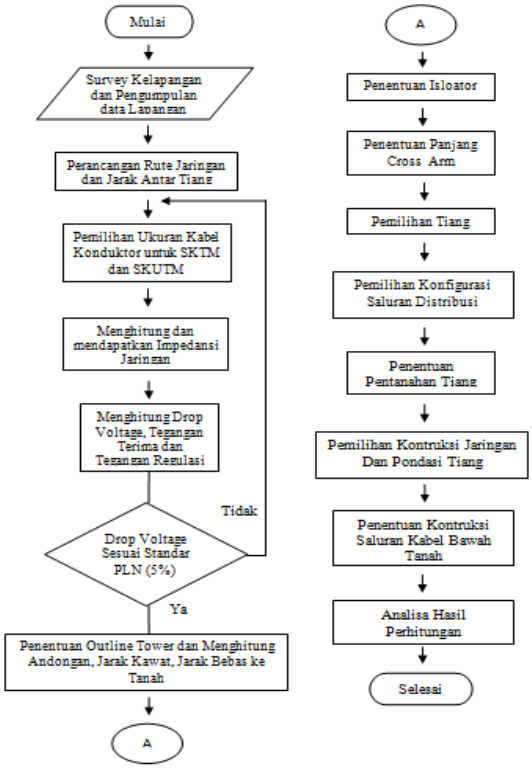
No	Jenis Data Sistem PLTU 3X10 MW	Data
1	Tegangan sistem	20 KV
2	Kapasitas PLTU	3X10MW
3	Faktor Daya	0.9 Lagging



Gambar 2.1 Peta Jaringan Distribusi 20 KV PTBA

2.2 Diagram Alir Perancangan

Diagram alir perancangan dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.

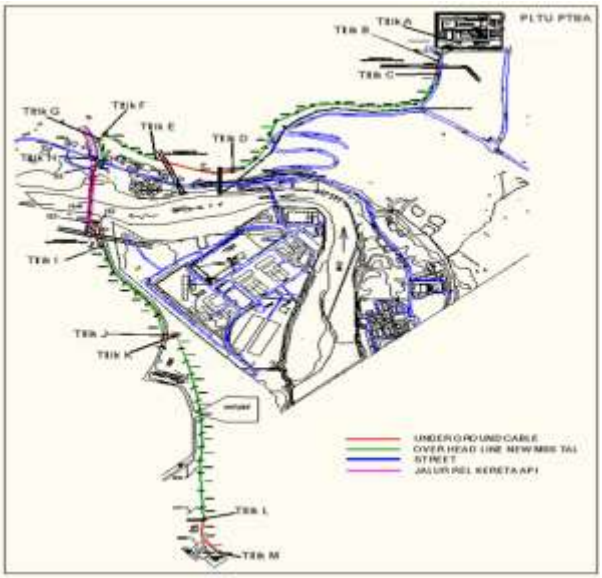


Gambar 2.2 Diagram alir perancangan

3. Hasil dan Analisa

3.1 Peta Rute Jaringan 20 KV NEW MSS TAL

Rute jaringan NEW MSS TAL terdiri dari SKUTM dan SKTM. Rute jaringan 20 KV NEW MSS TAL dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta Jaringan Distribusi 20 KV PTBA

3.2 Perancangan SKUTM

1. Pemilihan Ukuran Konduktor

Rencana daya yang dialirkan sebesar 10 MVA 1 sirkit, maka besarnya arus yang melalui jaringan adalah

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\, x\, V_{LL}}$$

$$I = \frac{10000\ KVA}{\sqrt{3}\, x\, 20\ KV} = 288{,}6\ A$$

Dengan faktor keamanan 125% maka didapat arus jaringan 360.75 ampere. Dengan arus jaringan 360.75 ampere, maka dipilihlah kabel AAAC-S 150 mm^2 untuk SKUTM dan N2XSRY 240mm^2 untuk SKTM

2. Impedansi jaringan

Dengan mengambil sampel titik A ke B pada peta rute jaringan NEW MSS TAL dengan panjang saluran 0.092 km dan impedansi kabel AAAC-S (0.2162+ j 0.3305), maka dapat dihitung besarnya nilai impedansi titik A ke B yaitu :

Z = (R + jX) *l*
= (0.2162 + 0.3305) 0.092 Km
= 0.3949∟56.80° x 0.092
= 0.03633∟56.80° *Ω*

Dengan cara yang sama maka didapatkan impedansi saluran tiap titik yang dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Impedansi jaringan 20 KV NEW MSS TAL

No	Titik Saluran	Panjang Penghantar (Km)	Impedansi Saluran
1	A-B	0.092	0.01989 + j 0.0304
2	B-C	0.05	0.00377 + j 0.0056
3	C-D	0.767	0.16583 + j 0.2535
4	D-E	0.224	0.01689 + j 0.0252
5	E-F	0.17	0.03675 + j 0.0562
6	F-G	0.024	0.00181 + j 0.0027
7	G-H	0.075	0.01622 + j 0.0248
8	H-I	0.359	0.02707 + j 0.0404
9	I-J	0.381	0.08237 + j 0.1259
10	J-K	0.038	0.00287 + j 0.0043
11	K-L	0.695	0.15026 + j 0.2297
12	L-M	0.139	0.01048 + j 0.0156
Impedansi Total			0.5342 + j 0.8142

Dari tabel 3.1 diatas, didapatkan impedansi total jaringan sebesar 0.5342 + j 0.8142 Ω atau 0.9738 ∟**56.73°** Ω

3. Perhitungan Drop Voltage dan Tegangan Terima

Berdasarkan tabel 3.1, diperoleh total impedansi jaringan 0.5342 + j 0.8142, maka besarnya drop voltage jaringan yaiu :

Vd = I x Z_{total}
= 360,75∟**-25.84°** A x 0.9738∟**56.73°** Ω
= 351.3 ∟**30.89°** Volt

Maka besarnya persentase drop voltage yaitu :

%= $\frac{351.3}{20000\ Volt}$ x 100% = 1.756 %

Dengan dikeahuinya besar drop voltage 351.3 Volt, maka tegangan terima pada sisi GI NEW MSS TAL yaitu

Vr = Vs - Vd
= 20000 ∟**0°** V – 351.3 ∟**30.89°** V
= (20000 + j 0) – (301.46 – j 180.3)V
= (20000 - 301.46) + j 180.3 V
= (19698.5+ j 180.3) V
= 19699 ∟**0.52** ° Volt

4. Perhitungan Regulasi Tegangan

Dengan diketahuinya tegangan terima sebesar 19.699 KV dan tegangan sumber 20 KV maka besarnya regulasi tegangan yaitu:

$$\%\ Regulasi = \frac{V_S - V_R}{V_R}\ x\ 100\%$$

$$= \frac{20000 - 19699}{19699} \text{ x } 100\%$$

= 0.0152 x 100%
= 1.52 %

5.Penentuan Outline Tower

a. Perhitungan Andongan

- Andongan tiang sama tinggi (andongan titik penunjang)

Dengan mengambil sampel jarak span T6-T7 sebesar 32 m maka dapat dicari besarnya andongan. Sebelum mencari besarnya andongan, maka perlu diketahui besarnya gaya regang kabel (T) untuk tiang T6-T7 yaitu

T = 0,639 x 9,8 x S
= 0,639 x 9,8 x 32
= 200,39 daN

Dengan didapatkannya nilai regangan kabel, maka didapatkan besarnya andongan pada tiang T6-T7 yaitu:

$$D = \frac{WS^2}{8T}$$

$$= \frac{0{,}639\ \text{kg/m x } 32^2}{8\ x\ 200.39\ daN}$$

= 0,408 m

Dengan menggunakan cara yang sama maka didapatkan nilai andongan untuk tinggi tiang sama yang dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Andongan tiang sama tinggi

No	Tiang	Span (m)	Gaya Regangan (daN)	Andongan (m)
1	T6-T7	32	200.3904	0.408
2	T7-T8	50	313.11	0.638
3	T8-T9	50	313.11	0.638
4	T9-T10	50	313.11	0.638
5	T10-T11	68	425.8296	0.867
6	T20-T21	50	313.11	0.638
7	T21-T22	50	313.11	0.638
8	T22-T23	70	438.354	0.893
9	T24-T25	75	469.665	0.957
10	T26-T27	50	313.11	0.638
11	T27-T28	56	350.6832	0.714
12	T28-T29	50	313.11	0.638
13	T29-T30	50	313.11	0.638
14	T30-T31	50	313.11	0.638
15	T31-T32	50	313.11	0.638
16	T32-T33	75	469.665	0.957
17	T34-T35	50	313.11	0.638
18	T35-T36	50	313.11	0.638
19	T36-T37	50	313.11	0.638
20	T37-T38	50	313.11	0.638
21	T38-T39	50	313.11	0.638
22	T39-T40	35	219.177	0.446
23	T40-T41	38	237.9636	0.485
24	T41-T42	50	313.11	0.638
25	T42-T43	50	313.11	0.638
26	T43-T44	50	313.11	0.638
27	T44-T45	50	313.11	0.638
28	T45-T46	66	413.3052	0.842
29	T46-T47	61	381.9942	0.778
30	T47-T48	45	281.799	0.574

- Andongan Tinggi Tiang Berbeda

Dengan mengambil sampel tiang T1-T2 dapat dihitung besarnya andongan miring pada tiang tersebut. Sebelum menghitung andongan miring diperlukan besarnya andongan titik penunjang pada tiang T1-T2. Besarnya andongan titik penunjang tiang T1-T2 yaitu :

$$D = \frac{WS^2}{8T}$$

$$= \frac{0{,}639 \text{ kg/m} \times 42^2}{8 \times 263.0124 \ daN}$$

$$= 0{,}536 \text{ m}$$

Maka besarnya andongan miring tiang T6-T7 yaitu :

$$D_0 = 0{,}536 \left(1 - \frac{4}{4 \times 0{,}536} \right)^2 = 0.40167 \text{ m}$$

Dengan cara yang sama maka didapatkan andongan untuk tinggi tiang berbeda yaitu dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Andongan tiang tinggi berbeda

No	Tiang	Span (m)	D (m)	Beda tinggi (m)	D_0 (m)
1	T1-T2	42	0.536	4	0.40167
2	T2-T3	50	0.638	3	0.01966
3	T4-T5	50	0.638	2	0.02985
4	T5 - T6	50	0.638	2	0.02985
5	T11- T12	68	0.867	3	0.01579
6	T12 - T13	50	0.638	1	0.23596
7	T13 - T14	68	0.867	6	0.46216
8	T14 - T15	50	0.638	4	0.2054
9	T15 - T16	50	0.638	2	0.02985
10	T16 - T17	50	0.638	2	0.02985
11	T17 - T18	50	0.638	4	0.2054
12	T18 - T19	31	0.395	3	0.31905

b. Jarak Bebas

Jarak bebas untuk jaringan distribusi 20 KV NEW MSS TAL ini harus sesuai dengan tabel 3.4 berikut

Tabel 3.4 Jarak bebas jaringan distribusi

No	Uraian	Jarak Aman
1	Pemukaan jalan raya	≥6 meter
2	Balkon rumah	≥2.5 meter
3	Atap rumah	≥2 meter
4	Dinding bangunan	≥2.5 meter
5	Antena TV/radio,menara	≥2.5 meter
6	Pohon	≥2.5 meter
7	Lintasan kereta api	≥2 meter dari atap kereta
8	Underbuild TM-TM	≥1 meter
9	Underbuild TM-TR	≥1 meter

c. Jarak Antar Kawat

Dengan menggunakan data andongan pada tabel 3.2 dan 3.3 contoh sampel andongan tiang T1-T2, maka besarnya jarak antar kawat pada tiang T1-T2 yaitu

$$\text{Jarak kawat} = 0.75 \times \sqrt{S} + \frac{V^2}{20000}$$

$$= 0.75 \times \sqrt{0.40167} + \frac{20^2}{20000}$$

$$= 0.4753 + 0.02$$

$$= 0.495 \text{ m}$$

Dengan cara yang sama maka didapat jarak antar kawat pada setiap tiang yaitu :

Tabel 3.5 Jarak antar kawat

No	Tiang	Jarak antar kawat (m)	No	Tiang	Jarak antar kawat (m)
1	T1-T2	0.495	22	T26-T27	0.619
2	T2-T3	0.125	23	T27-T28	0.654
3	T4-T5	0.15	24	T28-T29	0.619
4	T5-T6	0.15	25	T29-T30	0.619
5	T6-T7	0.499	26	T30-T31	0.619
6	T7-T8	0.619	27	T31-T32	0.619
7	T8-T9	0.619	28	T32-T33	0.754
8	T9-T10	0.619	29	T34-T35	0.619
9	T10-T11	0.718	30	T35-T36	0.619
10	T11-T12	0.114	31	T36-T37	0.619
11	T12-T13	0.384	32	T37-T38	0.619
12	T13-T14	0.53	33	T38-T39	0.619
13	T14-T15	0.36	34	T39-T40	0.521
14	T15-T16	0.15	35	T40-T41	0.542
15	T16-T17	0.15	36	T41-T42	0.619
16	T17-T18	0.36	37	T42-T43	0.619
17	T18-T19	0.444	38	T43-T44	0.619
18	T20-T21	0.619	39	T44-T45	0.619
19	T21-T22	0.619	40	T45-T46	0.708
20	T22-T23	0.729	41	T46-T47	0.682
21	T24-T25	0.754	42	T47-T48	0.588

6. Penentuan Panjang Cross Arm

Dalam penentuan panjang cross arm, diperlukan data hasil perhitungan jarak antar kawat yang tertera pada tabel 3.5, dengan mengambil sampel tiang T1, maka dapat dihitung panjang cross arm pada tiang T1 yaitu:

L = *2 x a + 2 x 10 cm*
= 2 x 0.495 + 2 x 0.1 m
= 0.99 + 0.2
= 1.19 m dengan pembulatan L = 1.2 meter

Dengan cara yang sama maka didapat panjang cross arm untuk setiap tiang yaitu :

Tabel 3.6 Panjang cross arm tiap tiang

No	Tiang	Panjang Cross Arm (m)	Panjang Cross Arm Minimal (m)	No	Tiang	Panjang Cross Arm (m)	Panjang Cross Arm Minimal (m)
1	T1	1.19	1.2	25	T25	1.7	1.7
2	T2	1.19	1.2	26	T26	1.43	1.5
3	T3	0.45	0.5	27	T27	1.43	1.5
4	T4	0.5	0.5	28	T28	1.5	1.5
5	T5	0.5	0.5	29	T29	1.43	1.5
6	T6	0.5	0.5	30	T30	1.43	1.5
7	T7	1.19	1.2	31	T31	1.43	1.5
8	T8	1.43	1.5	32	T32	1.43	1.5
9	T9	1.43	1.5	33	T33	1.7	1.7
10	T10	1.43	1.5	34	T34	1.43	1.5
11	T11	1.63	1.7	35	T35	1.43	1.5
12	T12	0.42	0.5	36	T36	1.43	1.5
13	T13	0.96	1	37	T37	1.43	1.5
14	T14	1.25	1.3	38	T38	1.43	1.5
15	T15	0.91	1	39	T39	1.43	1.3
16	T16	0.49	0.5	40	T40	1.24	1.3
17	T17	0.49	0.5	41	T41	1.28	1.3
18	T18	0.91	1	42	T42	1.43	1.5
19	T19	1.08	1.1	43	T43	1.43	1.5
20	T20	1.43	1.5	44	T44	1.43	1.5
21	T21	1.43	1.5	45	T45	1.43	1.5
22	T22	1.43	1.5	46	T46	1.61	1.7
23	T23	1.65	1.7	47	T47	1.56	1.6
24	T24	1.7	1.7	48	T48	1.37	1.4

7. Penentuan Kekuatan Tiang
a. Tiang Awal
Dengan mengambil sampel tiang T1 dengan span 42 m terhadap T2 maka besarnya gaya terima tiang yaitu:

$$F = \sqrt{(m.g.s.\frac{1}{2}S)^2 + (40.\frac{1}{2}S)^2}$$
$$= \sqrt{(0.639\ x\ 9.8\ x\ 42\ x\frac{1}{2}42)^2 + (40\ x\ \frac{1}{2}\ x\ 42)^2}$$
$$= \sqrt{(5523.2)^2 + (840)^2}$$
$$= \sqrt{15766984.81} = 5586.7 \text{ daN}$$

Dengan cara yang sama maka besarnya gaya terima untuk setiap tiang awal yaitu :

Tabel 3.7 Gaya terima tiang awal

Tiang	Jarak (m)	Gaya Terima Tiang (daN)
T1	42	5586.8
T3	50	7891.4
T4	50	7891.4
T19	31	3072.2
T20	50	7891.4
T23	70	15406
T24	75	17676
T25	75	17676
T26	50	7891.4
T33	75	17676
T34	50	7891.4
T48	45	6404

b. Tiang Tengah
Dengan mengambil sampel tiang T8 dengan span antara 2 titik andongan(T7-T8-T9) sepanjang 50 m maka besarnya gaya terima tiang yaitu:

F = $Fa\ x\ D\ x\ a$
= 40 daN/m^2 x 0,0234 m x 50 m
= 46.8 daN

Dengan cara yang sama, maka didapatkan gaya terima pada tiap tiang tengah yaiu :

Tabel 3.8 Gaya terima tiang tengah

Tiang	Gaya Terima Tiang (daN)
T8	46.8
T13	55.224
T46	59.436

c. Tiang Sudut
Dengan mengambil sampel tiang T2 yang memiliki sudut belokan 6° span 42 m maka dapat dicari besarnya gaya terima tiang sudut T2 yaitu :

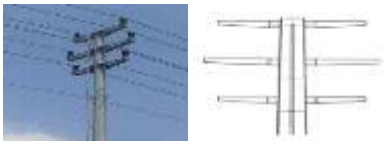
F = $Fa\ x\ d\ x\ a\ x\ Cos\ \frac{\alpha}{2} + 2\ F_H$
= 40 x 0,0234 x 46 x Cos 3° + 576.1224
= 619. daN

Dengan cara yang sama, maka didapatkan gaya terima pada tiap tiang sudut yaitu :

Tabel 3.9 Gaya terima pada tiang sudut

Tiang	Gaya Terima Tiang (daN)	Tiang	Gaya Terima Tiang (daN)
T2	619.12	T29	666.42
T5	666.12	T30	666.36
T6	545.41	T31	666.27
T7	545.34	T32	832.26
T9	666.3	T35	666.42
T10	786.35	T36	666.42
T11	905.86	T37	666.35
T12	785.42	T38	666.41
T14	783.22	T39	566.41
T15	666.38	T40	486.47
T16	665.75	T41	536.24
T17	666.23	T42	666.42
T18	539.25	T43	666.36
T21	666.38	T44	666.38
T22	799.59	T45	773.05
T27	706.38	T47	706.39
T28	705.55		

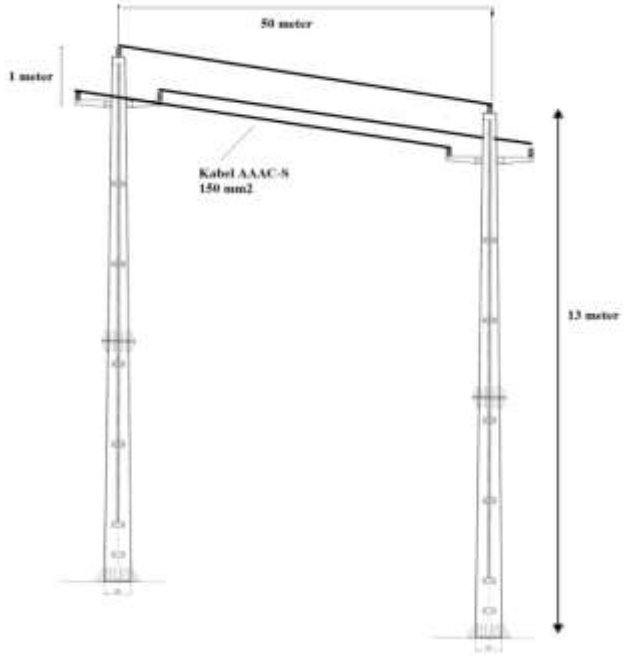
Karena gaya tiang yang diterima cukup besar, maka digunakanlah tiang baja Q235 untuk jaringan transmisi 66-70 KV, penampakan tiang Q235 dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Gambar fisis tiang Q235

8. Penentuan Konfigurasi Saluran

Berdasarkan standar desain jaringan cina code GB50061-1997, menunjukkan bahwa konfigurasi saluran untuk sirkit tunggal digunakan konfigurasi saluran delta, horizontal, dan vertikal. Bentuk konfigurasi saluran pada jaringan 20 KV NEW MSS TAL digunakan konfigurasi delta yang dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Konfigurasi Saluran Jaringan 20 KV NEW MSS TAL

9. Penentuan Konfigurasi Saluran

Berdasarkan standar PLN (Standar Kontruksi Jaringan Tegangan Menengah), pentanahan tiang tanpa arrester dan jenis tanah liat keras pada jaringan distribusi tidak boleh melebihi 10 Ω dan menggunakan elektroda batang dari tembaga maupun baja bergalvanis. Dengan menggunakan elektroda batang diameter 2 inchi dan panjang 10 m, maka diperoleh tahanan pembumian :

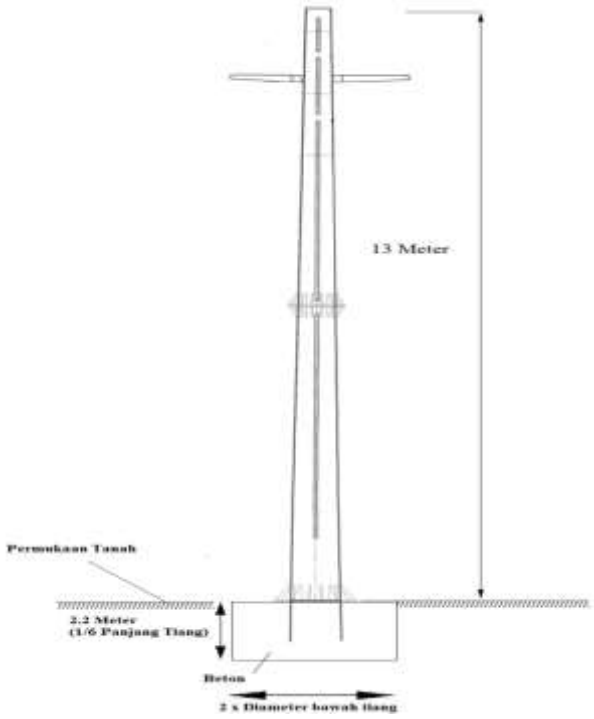
$$R_{bt} = \frac{\rho}{2\pi L}\left[\ln\frac{4L}{d} - 1\right]$$
$$= \frac{100}{2 \times 3.14 \times 10} \times \left[\ln\frac{4 \times 10}{0.0508} - 1\right]$$
$$= 1.592 \times [\ln 787.4 - 1]$$
$$= 1.592 \times 5.668$$
$$= 9.023\ \Omega$$

Dengan demikian, tahanan pembumian sudah memenuhi standar PLN, yaitu dibawah 10 Ω. Untuk tiang yang menggunakan arrester dapat digunakan 2 batang penghantar (agar diperoleh tahanan yang diinginkan) tembaga atau baja galvanis yang disusun paralel dengan panjang 75 m dan diameter 5.08 cm serta jarak antar penghantar 25 m, maka diperoleh tahanan pembumian :

$$Rp = \frac{\rho}{4\pi L}\left[\ln\frac{4L}{d} + \ln\frac{4L}{S} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{S^2}{16L^2} + \frac{S^{42}}{512L^4}\right.$$
$$= \frac{100}{4x3.14x75}\left[\ln\frac{4x75}{0.0508} + \ln\frac{4x75}{25} - 2 + \frac{25}{2x75} - \frac{25^2}{16x75^2}\right.$$
$$\left. + \frac{25^4}{512x75^4}\right]$$
$$= 0.106157\ [\ 8.863 + 2.484 - 2 + 0.167 - 0.0069$$
$$+ 0.0000241]$$
$$= 0.9902\ \Omega$$

10. Penentuan Pondasi Tiang

Karena tiang didirikan diatas tanah liat, maka pondasi tiang menggunakan pondasi tipe D. Penampakan dari pondasi tiang dapat dilihat pada gamabr 3.4



Gambar 3.4 Pondasi Tiang Jaringan 20 KV NEW MSS TAL

11. Penentuan Kontruksi Tiang

Kontruksi tiang pada perancangan jaringan distribusi NEW MSS TAL yaitu kontruksi 20G7A(2), 20G4A, 20G4A (1), dan 20G9A.

12. Penentuan Isolator

Isolator yang digunakan pada tiang ditentukan berdasarkan sudut belokan tiang yang tertera pada gambar 3.1 dan jenis kontruksi tiang. Isolator yang digunakan pada setiap tiang jaringan distribusi NEW MSS TAL dapat dilihat pada tabel 3.10

Tabel 3.10 Penentuan Jenis Isolator Tiap Tiang

Tiang	Jenis Tiang	Jenis Isolator	Tiang	Jenis Tiang	Jenis Isolator
T1	Tiang Awal	Tarik/ Regang	T25	Tiang Akhir	Tarik/ Regang
T2	Tiang sudut (6°)	Tarik/ Regang	T26	Tiang Awal	Tarik/ Regang
T3	Tiang Akhir	Tarik/ Regang	T27	Tiang sudut (4°)	Pin / Post
T4	Tiang Awal	Tarik/ Regang	T28	Tiang sudut (23°)	Tarik/ Regang
T5	Tiang sudut (14°)	Tarik/ Regang	T29	Tiang sudut (2°)	Pin / Post
T6	Tiang sudut (29°)	Tarik/ Regang	T30	Tiang sudut (2°)	Pin / Post
T7	Tiang sudut (30°)	Tarik/ Regang	T31	Tiang sudut (10°)	Tarik/ Regang
T8	Tiang sudut (0°)	Pin / Post	T32	Tiang sudut (20°)	Tarik/ Regang
T9	Tiang sudut (9°)	Tarik/ Regang	T33	Tiang Akhir	Tarik/ Regang
T10	Tiang sudut (4°)	Pin / Post	T34	Tiang Awal	Tarik/ Regang
T11	Tiang sudut (15°)	Tarik/ Regang	T35	Tiang sudut (1°)	Pin / Post
T12	Tiang sudut (23°)	Tarik/ Regang	T36	Tiang sudut (1°)	Pin / Post
T13	Tiang sudut (0°)	Pin / Post	T37	Tiang sudut (7°)	Tarik/ Regang
T14	Tiang sudut (42°)	Tarik/ Regang	T38	Tiang sudut (2°)	Pin / Post
T15	Tiang sudut (5°)	Pin / Post	T39	Tiang sudut (6°)	Tarik/ Regang
T16	Tiang sudut (21°)	Tarik/ Regang	T40	Tiang sudut (4°)	Pin / Post
T17	Tiang sudut (11°)	Tarik/ Regang	T41	Tiang sudut (9°)	Tarik/ Regang
T18	Tiang sudut (21°)	Tarik/ Regang	T42	Tiang sudut (19°)	Tarik/ Regang
T19	Tiang Akhir	Tarik/ Regang	T43	Tiang sudut (6°)	Tarik/ Regang
T20	Tiang Awal	Tarik/ Regang	T44	Tiang sudut (5°)	Pin / Post
T21	Tiang sudut (5°)	Pin / Post	T45	Tiang sudut (1°)	Pin / Post
T22	Tiang sudut (8°)	Tarik/ Regang	T46	Tiang sudut (0°)	Pin / Post
T23	Tiang Akhir	Tarik/ Regang	T47	Tiang sudut (3°)	Pin / Post
T24	Tiang Awal	Tarik/ Regang	T48	Tiang Akhir	Tarik/ Regang

3.3 Perancangan SKTM

Untuk kabel pada titik B-C, D-E, F-G, H3-I, dan L-M ditanam dengan kedalaman minimal 60 cm dan lebar 40 cm. Untuk kabel pada titik H-H1dan J-K yang bersilangan dengan jalan raya harus ditanam minimal 1 meter dibawah jalan dengan lebar galian 40 cm. Untuk kabel pada titik H1-H3 menggunakan pipa baja

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dan berdasarkan data – data yang telah tersedia maka dapat disimpulkan bahwa arus jaringan yang mengalir pada jaringan NEW MSS TAL yaitu sebesar 360,75 ampere dengan jenis penghantar yang digunakan untuk jaringan SKUTM dan SKTM NEW MSS TAL yaitu kabel AAAC-S 150 mm^2 dan N2XSRY 240 mm^2. Pada perancangan jaringan distribusi 20 KV NEW MSS TAL memiliki impedansi total 0.9738 ∟56.73° Ω, drop voltage 351.3 ∟30.89° Volt, tegangan terima 19.699∟0.52° KV dan regulasi tegangan sebesar 1.42 % . Jarak bebas untuk SUTM 20 KV NEW MSS TAL yaitu 6 meter terhadap permukaan jalan raya, 2.5 meter untuk balkon rumah, 2 meter untuk atap rumah, 2.5 meter untuk dinding, antena tv, radio, dan menara, serta 2 meter terhadap atap kereta api. Tiang yang dipakai pada jaringan distribusi 20 KV NEW MSS TAL yaitu tiang baja tipe Q235 dengan tinggi 13 meter dengan menggunakan kontruksi tiang tipe 20G7A (2), 20G4A, 20G4A (1), 20G9A. Pentanahan tiang pada jaringan distribusi NEW MSS TAL yaitu menggunakan batang pentanahan dari tembaga atau baja bergalvanis dengan panjang 10 meter dan diameter 2 inchi (5,08 cm) untuk tiang tanpa arrester dan untuk tiang memakai arrester menggunakan 2 batang pentanahan dari baja galvanis atau tembaga dengan panjang 75m, diameter 5.08 cm serta jarak antar 2 batang pentanahan 25m. Pada perancangan jaringan distribusi 20 KV NEW MSS TAL sudah memenuhi standar PLN dan hasilnya menunjukkan bahwa jaringan tersebut sudah bisa dioperasikan untuk menyalurkan daya listrik sebesar 10 MVA dari PLTU PTBA 3x10MW ke GI NEW MSS TAL. Perancangan ini diharapkan bisa menjadi bahan pertimbangan untuk perencanaan pembangunan jaringan distribusi 20 KV baik untuk PLN maupun perusahaan swasta lainnya.

Referensi

[1]. Suswanto, Daman ” *Diktat kuliah : Sistem Distribusi Tenaga Listrik* ”, Teknik Elektro Universitas Negeri Padang, Padang

[2]. Suhadi, *SMK Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum Dirjen Manajemen Penddikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008

[3]. Brown, Boveri, Cie Aktiengesellschaft “ *Bukit Asam Coal Mining Development And Transportation Project* “ Germany, Bacomdat, 1985

[4]. Buku PLN 5 “ *Standar Kontruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*”, PT PLN (Persero), 2010

[5]. Buku PLN 1 “ *Kriteria Desain Enjinering Kontruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*”, PT PLN (Persero), 2010

[6]. SPLN 41-8: 1981 Hantaran Aluminium Campuran (AAAC)

[7]. SPLN-10:1991 Penghantar Aluminium Paduan Berselubung Polietilen Ikat Silang (AAAC-S)

[8]. SPLN 41-6 : 1981 Hantaran Aluminium (AAC)

[9]. Lukmantono,Widen,.” *Studi Perencanaan Saluran Transmisi 150 KV Bambe Incomer* “ Skripsi. Keputih Sukolilo Surabaya : FTI, Institut Teknologi Sepuluh November

[10]. Standar Kontruksi Jaringan Distribusi PT PLN Persero. Distribusi Jawa Tengah dan Jogyakarta, 2008

[11]. Udo T, Minimum Phase to Phase Electrical Clerance Based On Switching Surgr and Lightning Surge, IEEE Trans on Power System App.1974

[12]. Arismunandar, A,Dr, M.A.Sc, Kuwahara S, Dr, *Teknik Tenaga Listrik*, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1993

[13]. Sumarsono, Heru, “ *Analisis Perhitungan Jarak Antar Kawat dan Clearance Saluran Transmisi Udara”*, Tugas Akhir S-1. Universitas Diponegoro Semarang, 2009

[14]. Marks, Trevore, “*Handbook On BS7671 The IEEE Wiring Regulations A Handbook For Compilance* “6^{Th} edition. Nottingham, England, 2002

[15]. Deph K, Arjan,” *Power line Ampacity System* “ CRC, New York.2000

[16]. National electrical Code (NEC), National Fire Protection Association, Battery March Park (USA), 2014

[17]. Lindstrom, Ludvig “ *Evaluating Impact On Ampacity According to IEC-60287 Regarding Thermally Unfavourable Placement Of Power Cable* ”, Thesis, Stockholm, Sweden, 2011

[18]. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Jakarta : Badan Standarisai Nasional. 2000

[19]. Whitfield, John, " *Electrician Guide Book* ", 17th Edition, United Kingdom, 2011

[20]. Farasleoury El Adel " *Practician and Theoritical Investigation Of Current Carrying Capacity (Ampacity) Of Under Ground Cable"*, Skripsi, Suez University, Egypt

[21]. SNI 04-6918-2002 : Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum Pada Saluran Udara Tegangan tinggi (SUTT) dan Saluran udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), BSN. Jakarta. 2002

[22]. Patrick Dale R, W.F Stephen " electrical Distribution System " 2nd , The Faimont Press, Inc france. 1999

[23]. SPLN 43-5-3: 1995 Kabel Tanah Inti Tunggal Berisolasi XLPE dan Berselubung PVC Dengan / Tanpa Perisai

[24]. Catalog No. 0511, N2XSY, Tim Cable.

[25]. R.D Yuana Arfita, Fauzan *" Perencanaan Saluran udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Pada Komplek Perkebunan AMP (Agra Masang Perkasa)*", Tugas Akhir, Institut Teknologi Padang, Padang, 2012.

[26]. Buku PLN 3 " *Standar Kontruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik*", PT PLN (Persero), 2010

[27]. Ramdhani, Mohamad, "*Rangkaian Listrik*". Jakarta : Erlangga, 2008

[28]. Gonen, Turan, "*Electric Power Distribution System Engineering*", Mcgraw-hill book company., Colombia, 1986

[29]. Setiawan, Juli " *Perencanaan Pembangunan Jaringan Distribusi Listrik Pedesaan Kabupaten Magelang* ", *Laporan Kerja Praktek*, Universitas Diponegoro, 2014

[30]. SPLN 43-5-6 : 1995 Kabel Tanah Inti 3 Berisolasi XLPE dan Berselubung PVC/PE Berpenghantar Konsentris Dengan Atau Tanpa Perisai Tegangan Pengenal 3,6/6 (7,2) KV s/d 12.20 (24) KV

[31]. Document Number YG-F2907S –D1301 " Design Description For 20 KV Over Head Line Project " Shandong Yangguang Engineering Design Institute, 2010

[32]. Document Number YG-F2907S –D1302 " Tanjung Enim CFPP 3 x 10MW Material And Equipment Design", Shandong Yangguang Engineering Design Institute, 2010

[33]. Catalog,"Medium Voltage XLPE Insulated Cable, Kabel Indo, ISO 9001:2000.