

Perencanaan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 Kv Di Desa Biqueli Kecamatan Atauro

¹ Azario Soares, ² Titiek Suheta

¹ Teknik Elektro/Sistem Tenaga, ² Dosen Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya
¹ azaryelektro25@gmail.com , ² hita@itats.ac.id

Abstrak - Deasa Biqueli terletak di pulau Atauro (pulau kambing) yang luas 32 km dengan 420 kepala keluarga. Mayoritas penduduk desa tersebut berpotensi sebagai nelayan. Pada tahun 1980 desa Biqueli sudah menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang berkapasitas 12 volt untuk memenuhi kebutuhan listrik daerah tersebut, Namun seiring berjalannya waktu pertumbuhan penduduk Desa Biueli semakin berkembang, sehingga kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang ada belum mencukupi. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mendistribusikan elektrifikasi kepada desa Biqueli tersebut. Sebagai evaluasi perlu dibuat perencanaan Jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV yang di fasilitas oleh PT.PLN (persero), berdasarkan pengukuran di lapangan sudah sesuai dengan PUIL 2000 dan SPLN 1987-2010, Hasil akhir menggunakan perencanaan jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV di Desa Biqueli telah memenuhi persyaratan PUIL 2000 dan SPLN tahun 1987-2010 yang mempunyai konstruksi tiang 11 meter 200 daN, penampang 70 mm² dari jenis konduktioe AAAC dengan panjang jaringan 14 km, kemampuan hantar arus (KHA) 435 Ampere dan drop tegangan sebesar 21,08 Volt..

Kata Kunci: *Desa Biqueli Perencanaan Jarinagan Tegangan Menengah (JTM) 20 K.*

Abstraks - Biqueli village is located in Atauro Island (Pulau Kambing) with an area of 32 km² and a population of 420 householders, mostly are fishermen. In 1980, the villagers of Biqueli have already utilized solar energy for their powerplant (PLTS) with a capacity of 12 volts to cover their electricity requirement. However, as times went by, the population of Biqueli village increased, causing supply insufficiency of the solar power plant. This research aimed to distribute electricity to all the villagers' houses. On that account, it was felt necessary to plan a medium voltage network (JTM) of 20 kV facilitated by State Electricity Company based on field calculation which was in accordance with PUIL 2000 and SPLN 1987-2010, The final result utilized the planning of 20 kV medium voltage network (JTM) in Biqueli village has met the requirement of PUIL 2000 and SPLN 1987-2010, which had poles construction of 11 meters, 200 and cross section of AAAC type conductor of 70 mm² . The length of the network was 14 km, current flow capacity (KHA) of 435 Ampere and voltage drop of 21.08 Volts. **Keywords:** parking, Hough Circle, Brightness

Keywords : *Biqueli Village, Planning of 20 kV Medium Voltage Network (JTM)*

I. PENDAHULUAN

Pulau Atauro (pulau kambing) adalah sebuah pulau yang terletak 25 km disebelah utara kota Dili, Timor Leste dan di huni lima desa, yang terdiri dari desa Vila (1,740 jiwa), desa Beloi (1,774 jiwa), desa Biqueli (2,882 jiwa), desa Macadade (1846 jiwa) dan desa Makili (1942 jiwa). Dari kelima desa tersebut hanya dua desa (Desa Vila-Maumeta dan Desa Beloi) yang sudah mendapat pasokan aliran listrik, sedangkan tiga desa Biqueli, Macadade, Makili belum mendapatkan pasokan aliran listrik.

Dalam penelitian ini membahas tentang saluran udara tegangan menengah (SUTM) 20 kV di desa biqueli, Desa ini terletak dipinggir pantai dengan luasnya 32 km dan terdapat 453 kepala keluarga. Masyarakat desa Biqueli mayoritas berprofesi sebagai nelayan. Adapun fasilitas umum yang ada di desa Biqueli antara lain wisata pantai Akrema dan Baruana, sekolah SD, SMP sampai SMA, Rumah Ibadah dan baprik es batu. Dengan adanya beberapa fasilitas yang ada tersebut maka perlu adanya sumber energi listrik bagi masyarakat untuk beraktifitas tiap hari seperti memproduksi es batu yang digunakan untuk tabung ikan bagi nelayan.

Sebagai evaluasi, perlu adanya sumber tenaga listrik bagi masyarakat Desa Biqueli dengan cara penarikan saluran udara tegangan menengah (SUTM) 20 kV yang difasilitas oleh PT. PLN Persero sebagai perusahaan listrik negara.

II. METODE

1. Menentukan Tiang Saluean Udara Tegangan Menengah SUTM 20 kV
 - a. Kontruksi Tiang Penyanggah (TM 2)
 - b. Kontruksi Tiang sudut (TM 10)
 - c. Kontruksi Tiang penyanggah Tarik Akhir (TM 4)
 - d. Tiang Penegang (TM 8)
 - e. Kontruksi Tompak tarik Guy Wire (Treek Cchoer)
2. Menentukan Isolator
 - a. Isolator Tumpu
 - b. Isolator Tarik
3. Spesifikasi Teknik Material Saluran Udara Tegangan menengah 20 kV
 - a. Spesifikasi Penghantar
 - b. Spesifikasi Kontruksi Tiang Sanggah

- c. Spesifikasi Isolator
 - d. Spesifikasi Cross Arm
 - e. Spesifikasi Guy Wire
4. Menentukan penghantar AAAC 70 mm²

Tabel 1. Data Panjang Jaringan

Luas penampang Nominal (mm ²)	Jumlah kawat	Diameter Penghantar Nominal (mm ²)	Resistansi (Ohm)	Reaktansi (Ohm)
70	19	11,25	0,438	0,349

Tabel 2. Data Resistansi dan Reaktansi Feeder Biqueli

Luas penampang Nominal (mm ²)	Panjang saluran Nominal (mm ²)	Resistansi (ohm)	Reaktansi (Ohm)
70	42	31,974	25,447

Tabel 3. Resistansi dan Reaktansi saluran feeder desa Biqueli

Lokasi	Panjang saluran (km)	Resistansi (ohm)	Reaktansi (Ohm)
GH Beloi	14	21,024	16,752

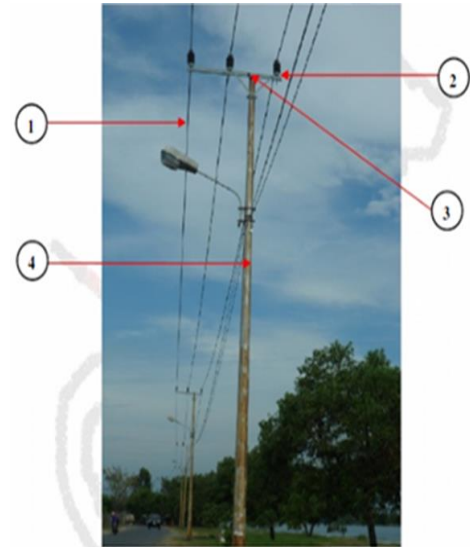
5. Peta Rute Jaringan 20 kV di Desa Biqueli



Gambar 1. Peta rute jaringan 20 kV di Desa Biqueli

III. HASIL DAN ANALISA

1. Hasil perencanaan tiang penyanggah

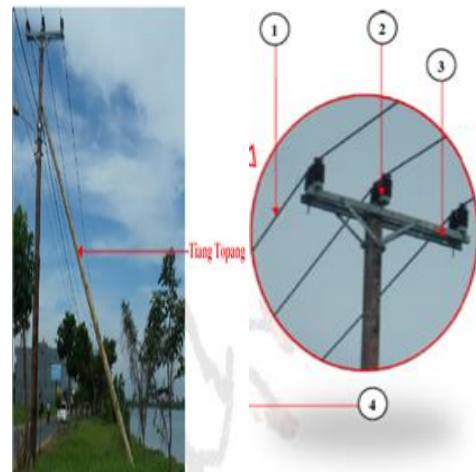


Gambar 2. Kontruksi Tiang Penyanggah (TM 2) Komponennya :

- a. Kawat Penghantar ACCC 70 mm²
- b. Strain Isolator 20 kV
- c. Cross Arm UNP
- d. Tiang besi

2. Tiang Sudut

Tiang sudut berada pada posisi belokan atau tikungan jalur jaringan supaya tetap tegak, dibantu dengan penampang.



Gambar 3. Kontruksi Tiang Sudut dengan topang tekan tikungan TM 10

Komponennya :

- a. Kawat Penghantar AAAC 70 mm²
- b. Strain Isolator 20 kV
- c. Cross Arm UNP 10x2000
- d. Tompong tekan (Strut pole)

3. Tiang Akhir Tarik

Merupakan tiang yang dipasang pada permulaan atau pada akhir penarikan kawat penghantar.



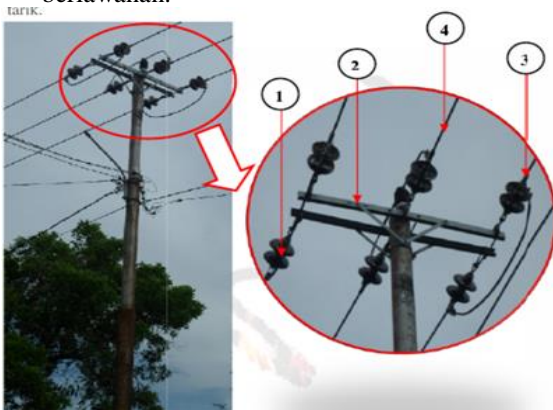
Gambar 4. Kontruksi Tiang Akhir Tarik TM 4

Komponennya :

- a. Strain Isolator 20 kV
- b. Cross Arm tipe 2000
- c. Arm type 750 Pipe
- d. Blok dan Nut M 16 x 400 + washer (Doeble Arm)
- e. Ball Clevis + Socket Eye
- f. HV. Band Strep
- g. Bolt & Nut M 16 x 140 + washer
- h. Ded end clamb (strain clamp)
- i. U Strap

4. Tiang Penegang

Tiang pada jaluran listrik yang lurus,dipasang untuk setiap sepuluh tiang penyanggah. Dimana gaya tarik kawat yang bekerja terhadap tiang dari dua arah yang berlawanan.

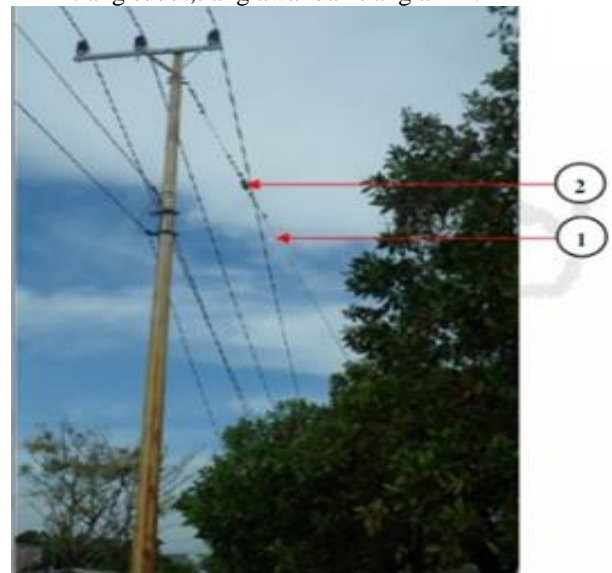


Gambar 5. Kontruksi Tiang Penegang (TM 8)

Komponennya :

- a. Suspension atau Strain Rod Isolator
- b. Cross Arm UNP 10x2000
- c. Tension Clamp
- d. Kawat AAAC 70 mm²
5. Topang tarik (Guy Wire)

Adalah galvanized yang digunakan untuk menahan tiang sudut,tiang awal dan tiang akhir.



Gambar 6. Guy wire

Komponennya :

- a. Kawat baja
- b. Isolator telur

6. Hasil Perencanaan Penghantar

Pilihan konduktor penghantar telanjang yang memenuhi pada dekade adalah AAAC atau A3C. Jenis konduktor yang ada dilapangan yaitu AAAC 70 mm². Penghantar AAAC 70 mm² digunakan untuk menyalurkan arus listrik ke beban atau ke pelanggan.



Gambar 7. Penghantar AAAC 70 mm²

7. Hasil Perencanaan Isolator

a. Isolator Tumpu

Pin Post Isolator digunakan pada tiang lurus (tangent pole) dan tiang sudut (angle pole) untuk sudut 5° sampai 60°. Pin Post juga digunakan untuk menyanggah kawat penghantar yang menghantarkan tegangan listrik ke pelanggan.

b. Isolator tarik (suspension)

Terdiri dari sebuah piringan porselin atau yang bagian bawahnya berlekuk-lekuk untuk memperbesar jarak rayap. Isolator tarik dipasang di tiang tarik atau tiang akhir.

8. Spesifikasi Teknik Material Saluran Udara Tegangan menengah 20 kV

a. Spesifikasi Penghantar

Tabel 4. Spesifikasi Penghantar 70 mm²

Specification	Size	Application
IEC,ICEA,NEMA STPLN 41: 2010	35-240 mm ²	Sell-Supporting Overhead Distribution

b. Spesifikasi Kontruksi Tiang

Untuk tiang besi,tipe bulat sesuai dengan SPLN 93:1991 untuk jaringan distribusi, Spesifikasi kontruksi tiang besi penampang bulat sebagai berikut:

- Panjang 11 Meter
- Tinggi titik tumpu / batas tanah: 1,9 meter
- Diameter 19 cm
- Beban kerja 200 daN.

c. Spesifikasi Isolator

Isolator yang dipilih adalah Jenis Pin Post Isolator dan Pin Isolator (suspension) dengan karakteristik tegangan nominal 20 kV, jumlah keping 3 set, diameter maximum 240 mm², tinggi min 245 mm,tegangan lompatan api impuls 160 kV.



Gambar 8. Pin Isolator Tumpu (suspension)



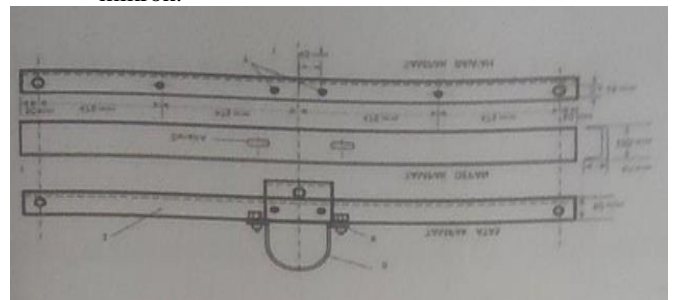
Gambar 9. Pin Post Isolator sumber: SPLN 1:1987



Gambar 10. Isolator Tarik sumber: SPLN 1:1987

d. Spesifikasi Cross Arm

Berdasarkan tegangan nominal Saluran Udara Tegangan Menengah 20 kV yang direcanakan,maka dipilih Cross Arm standar internasional spesifikasi Besi UNP 100.50.5.2000 / 80.45.5.2000 mm, 1800,2000 mm.Semua komponen dari Cross Arm diberi galvanias hot dip dengan ketergnngan 70 mikron.



Gambar 11. Cross Arm (Sumber: SPLN1: 1987)

e. Spesifikasi Guy Wire

Bahan: Baja harus digalvanis
 Guy Wire: Ukuran pengenal 3/8 (diameter menyesuaikan) type Extra Hing Strengthr 7 Stand, Diametertip Strand 2,76 mm, Breking Load 11, 200 lbs/5.100kg.



Gambar 12. Guy Were (Sumber: SPLN 1: 1987)

9. Hasil Perhitungan Andongan Kawat

Berdasarkan diameter konduktor AAAC 70 mm² pada suhu rata-rata 32°C dengan panjang kawat antar tiang rata-rata sepanjang 40 meter, maka lebar andongan kawat dapat dihitung :

Jarak tiang / kawat (S) : 40 m

Berat penghantar (W) : 0,208 kg/m
 Tegangan mendatar dari penghantar (T) 198 kg
 Sehingga,

$$D = \frac{W \cdot S^2}{8 \cdot T} = \frac{0.208 (40)^2}{8 \times 198} = \frac{332.8}{1584}$$

Jadi Andongan yang diperoleh adalah 0,2 cm.
 Nilai panjang penghantar dengan cara 1 kawat:

$$L_o = S + \frac{8 \cdot D^2}{3 \cdot S} = 40 + \frac{8 \cdot (0,2)^2}{3 \times 40} = \frac{0,32}{120}$$

$$= 40 + \frac{0,32}{120} = 40 + 0,26 \text{ m} = 40,26 \text{ m}$$

10. Hasil Perhitungan Panjang Kawat Konduktor

Penghantar yang digunakan adalah jenis penghantar AAAC dengan luas penampang 70 mm², dengan kemampuan hantar arus (KHA) sampai dengan 435 Amper dan panjang rute jaringan 14, maka panjang penghantar jaringan keseleruhan :

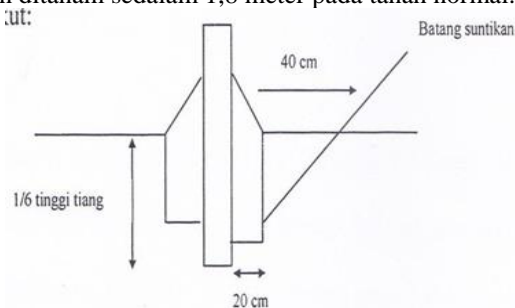
$$L = 14 + (1,5 \% \times 40,32)$$

$$= 14 \times 3$$

$$= 42 \text{ Meter}$$

11. Hasil perhitungan Pondasi Tiang

Tiang yang ditanam adalah 1/6 dari panjang tiang, jadi berdasarkan panjang tiang yang dipakai, maka tiang 11 meter 165 dan ditanam sedalam 1,8 meter pada tanah normal.



Gambar 13. Pondasi Tiang

12. Hasil Perhitungan Kawat Tarik

Berpatokan dengan tiang yang sudah dipilih 11 meter, kawat tarik tiang awal dan tiang akhir dengan sudut belok 45⁰ diperoleh panjangnya:

$$L = \frac{T}{\sin 45^\circ} = \frac{11}{0,7} = 15,7 \text{ m}$$

Dalam pendirian tiang, kawat tarik yang digunakan sepanjang 15,7 meter dan yang tertanam dalam tanah $\frac{1}{6} \times 15,71 = 2,61$ meter berdasarkan PUIL 2000.

13. Hasil Perhitungan Kekuatan Tiang

a. Tiang awal

Dengan mengambil sampel tiang T1 dengan span 42 m terhadap T2 maka besarnya gaya diterima tiang yaitu:

$$F = \sqrt{(m \cdot g \cdot s \cdot \frac{1}{2} s)^2 + (40 \cdot \frac{1}{2} s)^2}$$

$$= \sqrt{(0.0208 \times 9.8 \times 42 \times \frac{1}{2} 42)^2 + (40 \cdot \frac{1}{2} 40)^2}$$

$$= \sqrt{(1.797,8688)^2 + (800)^2}$$

$$= \sqrt{323233222.8} = 18.381 \text{ daN}$$

Dengan cara yang sama untuk besarnya gaya yang di terima untuk setiap tiang awal ditunjukkan dalam tabel 5:

Tabel 5. Gaya yang diterima tiang akhir

Tiang	Jarak (m)	Gaya diterima tiang (daN)
T1	42	55586.8
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
T38	45	6404

Dengan mengambil sampel tiang T8 dengan span antara 2 titik andongan (T7- T8 – T9) sepanjang 40 meter maka besarnya gaya diterima tiang yaitu:

$$F = Fa \times D \times a = 40 \times \text{daN} / \text{m}^2 \times 0,208 \times 40 \text{ m}$$

$$= 332.8 \text{ daN}$$

Dengan cara yang sama, maka didapatkan gaya yang diterima pada tiap tiang tengah yaitu:

Tabel 6. Gaya terima tiang tengah

Tiang	Gaya terima tiang (daN)
T8	46.8
T13	55.224
T46	59.436

b. Tiang sudut

Dengan mengambil sampel tiang T2 yang memiliki sudut belok 60⁰ Span 42 meter, maka dapat dicari besarnya gaya yang diterima tiang sudut T2 yaitu:

$$F = Fa \times d \times A \cos \frac{\alpha}{2} + 2 F_H = 40 \times 0.208 \times 46 \times \cos 30^\circ + 576.1224 = 619 \text{ daN}$$

Dengan cara yang sama, maka didapat gaya yang diterima pada tiap tiang sudut yaitu:

Tabel 7. Gaya diterima 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		

14. Hasil Perhitungan Impedansi Jaringan dari titik 1 ke titik 2 dengan panjang jaringan 1,75 km.

Diket :

$$\begin{aligned}
 R &= 0,438 \Omega \\
 J &= 14 \text{ km} \\
 X &= 0,349 \Omega \\
 L &= 1,75 \text{ km} \\
 Z &= (R + jX) l\Omega \\
 &= (0,438 + j0,349) \times 1,75 \\
 &= 0,78 \angle 10,92^\circ \times 1,75 \\
 &= 3,36 \angle 10,92^\circ \Omega
 \end{aligned}$$

15. Hasil Perhitungan Drop Tegangan

Data dari hasil pengukuran beban puncak pada feeder Biqueli diambil perhitungan drop tegangan antara titik 15 dan titik 16

Diket :

$$\begin{aligned}
 &16,23 \angle -87,97^\circ \text{ Amper dan } Z_{12} 0,92 \angle 38,55^\circ \Omega \\
 &\text{Maka drop tegangan antara titik 15 dan 16 adalah:} \\
 &VD = I_X \cdot Z \text{ (Volt)} \\
 &VD = I_{12} \times Z_{12} \text{ (Volt)} \\
 &= 16,23 \angle -87,97^\circ \times 1,30 \angle 38,55^\circ = 21,08 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

16. Hasil Perhitungan Kebutuhan Daya

Kebutuhan rumah tangga :

Jumlah perumahan (n) 420 kk

Daya terpakai Perumahan (s) 900 W

Pertumbuhan beban rata-rata (%) = 2 – 6 % / tahun.

Pertumbuhan daya :

$$\begin{aligned}
 S1 &= (n \times s) \times \text{Pertumbuhan rata-rata beban.} \\
 &= (420 \times 900) \times 6 \% = 378 \text{ kVA} \times 6 \% \\
 &= 22,68 \text{ kVA}
 \end{aligned}$$

Maka pertambahan setiap tahun:
 = 378 kVA + 22,68 kVA
 = 26,46 kVA

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan dan analisis data Desa Biqueli kebutuhan beban listrik sebesar $\pm 22,68$ kVA
2. Konstruksi tiang yang dipakai adalah jenis tiang besi dengan panjang 11 meter 200 daN, jarak tiang ke tiang rata-rata 40 meter, (Konstruksi tiang adalah : Saluran Udara Tegangan menengah SMUT 20 kV.
3. Jenis kawat penghantar yang digunakan adalah kawat konduktor jenis AAAC dengan luas penampang 70 mm², dengan kuat Penghantar Arus 435 Amper.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Arfita, Fauzan, (2012).”Perencanaan Saluran Udara Tegangan
2. Menengah (SUTM) 20 kV Pada Komlek Perkebunan Amp Agra Masang Perkasa di Bawan Lubuk Basung”,Jurnal Teknik Elektro ITP, volumen 1,No 2: Januari 2012
3. Andang,Karnoto, (2013),”Perluasan Jaringan Tegangan Menengah Tiga Fasa di PT. Sanharto”,Makalah seminar kerja praktek, Jurusan Teknik
4. Elektro, Fakultas Teknik, Universita Diponegoro.
5. Febrian Nugroho Winarto1, Ir. Hermawan, (2014),”Perencanaan
6. Pembangunan Jaringan Distribusi Listrik Pedesaan Kabupaten Wonogiri,” Makalah Seminar Kerja Praktek Jurusan Teknik Elektro,
7. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia
8. Ir. Hans umaliang MT, (2013, ” Perencanaan Sistem Distribusi 20 KV Siau Tahun 2020,” Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115, Email: vinny.janis@yahoo.com
9. Yoga Prastyo (2015).”Perancangan Jaringan Distribusi 20 KV Pada PT. Bukit Asam (Persero),”Tbk,”Transient, Vol.4, No.3, Setember 2015, ISSN: 2302-9927,702.
10. Yossa Dhillha Desianasari (2015).”Perencanaan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20KV di Desa Dompjong Kabupaten Trenggalek,”Prosiding Seminar Nasional SNTEKPAN III Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi, Industri 2015.
11. Lima buku Standar PLN 2010.”Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik,”PT. PLN (Persero) Edisi 1 Tahun 2010