

ANALISIS JATUH TEGANGAN GENERATOR BIOMAS DAN BIOGAS PADA PENGEMBANGAN JARINGAN LISTRIK DI KABUPATEN PELELAWAN

Bayu Primastha Yogaswara^{*)}, Bambang Winardi, and Agung Nugroho

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}Email : bpyogaswara@gmail.com

Abstrak

Kondisi kelistrikan di Kabupaten Pelalawan pada saat ini bahwa suplai daya yang dikelola oleh PLN mencapai 18,3 MW dan baru bisa melayani sekitar 34.260 rumah tangga atau ratio elektrifikasi sebesar 37,11%. Pembangkit terdistribusi adalah suatu pembangkitan yang dipasang di jaringan distribusi untuk mengurangi jatuh tegangan dan rugi daya yang timbul karena impedansi saluran. *Lossess* merupakan suatu permasalahan yang terjadi pada penyaluran energi listrik. Dalam tugas akhir ini dilakukan pengembangan jaringan listrik dengan pemasangan generator biomas dan biogas untuk mengurangi nilai jatuh tegangan pada Kabupaten Pelalawan. Dengan pemasangan generator biomas dan biogas, nilai jatuh tegangan pada Kabupaten Pelalawan dapat direduksi. Hasil simulasi pengembangan jaringan listrik menunjukkan bahwa nilai jatuh tegangan terendah pada Kabupaten Pelalawan sebesar 19,535 KV dengan presentasi rugi tegangan sebesar 6% dan belum memenuhi standar PLN 72 tahun 1987. Setelah dilakukan pemasangan generator biomas dan biogas nilai jatuh tegangan menjadi sebesar 19,638 KV dengan presentasi rugi tegangan sebesar 5% dan sudah memenuhi standar PLN 72 tahun 1987.

Kata kunci : Pembangkit Terdistribusi, Jatuh tegangan, Generator biomas dan biogas, Standar PLN 72 Tahun 1987, Kabupaten Pelalawan.

Abstract

Existing condition in Pelalawan supply energy managed by PLN reached 18.3 MW and can only serve about 34 260 households or electrification ratio of 37.11%. Distributed Generation (DG) is a generation that installed in distribution network to reduce drop voltage and power losses that arise because of line impedance. Lossess is a problem that occure in electric energy distribution. Therefore is needed a method to overcome the problems that occur on the electrical network. In this final assignment, author make a design of the electricity network with the installation of biomass and biogas generators to reduce the value of the voltage drop and power loss in Pelalawan Regency. With the installation of biomass and biogas generators, the value of the voltage drop across Pelalawan Regency can be reduced. The simulation results show from author design that the value of the condition of the lowest voltage drop at Pelalawan is 19,535 KV and presentation from drop voltage is 6%, not enough yet from Standards PLN 72 1987. After the installation of biomass and biogas generator voltage drop is 19,638 KV and presentation from drop voltage is 5%,and already meets the Standards PLN 72 1987.

Keyword : Distributed Generation, Voltage Drop, Generator Biomas and Biogas, Standard PLN 72 1987 Pelalawan Regency.

1. Pendahuluan

Kabupaten Pelalawan terdiri dari 12 Kecamatan, 121 Desa/Kelurahan dengan jumlah penduduk sebanyak 339.340 jiwa dan jumlah rumah tangga sebanyak 92.313 rumah tangga. Sama dengan daerah lain, energi listrik menjadi energi vital saat ini. Peranan listrik dalam kehidupan saat ini sudah semakin dominan. Saat ini

kebutuhanan masyarakat terhadap listrik sangat tinggi, karena hampir semua aktivitas masyarakat membutuhkan listrik. Dari kegiatan dapur sampai kegiatan rekreasi (menonton tayangan televisi). Bagi kalangan industri/ pelaku dunia usaha, keberadaan energi listrik sangat penting, bahkan telah menjadi salah satu faktor produksi yang utama. Kondisi kelistrikan di Kabupaten Pelalawan pada saat ini bahwa suplai daya yang dikelola oleh PLN mencapai 18,3 MW dan baru bisa

melayani sekitar 33.260 rumah tangga atau ratio elektrifikasi sebesar 37,11% dengan jarak distribusi mencapai 200 km dari pusat pembangkit.

Jatuh tegangan ialah dimana suatu kondisi jumlah tegangan yang disalurkan tidak sama dengan tegangan yang diterima persis penerimanya. Terjadinya jatuh tegangan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain jauhnya daerah peyaluran tenaga listrik dari sumber atau suplai, ketidak seimbangan beban, umur peralatan, diameter penghantar dan lain-lain.

Jatuh tegangan tidak bisa dihilangkan, tetapi hanya bisa diminimalkan (direduksi) . Loss situation di dalam jaringan distribusi tenaga listrik adalah suatu kondisi atau keadaan dimana suatu sistem distribusi di dalam pendistribusian tenaga listriknya jauh tegangan yang besar. Jarak gardu ke konsumen terlalu jauh, penampang kabel terlalu kecil, dan titik sambung merupakan penyebab susut teknis.

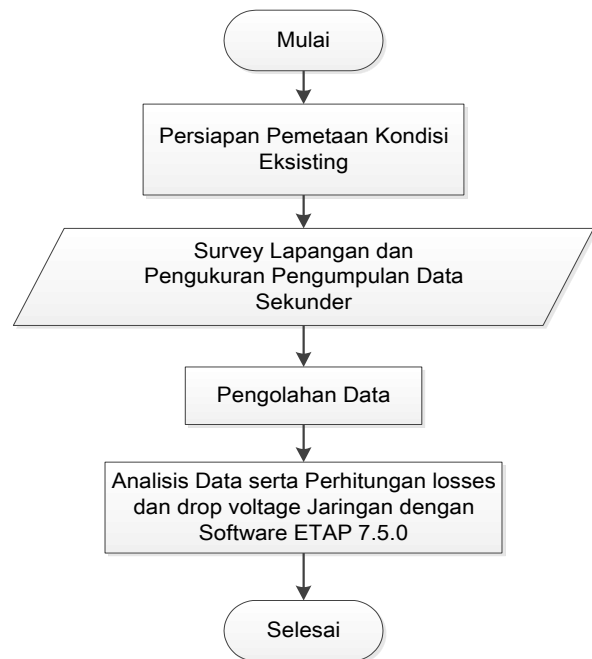
Keadaan tersebut kalau dibiarkan terus menerus maka akan menyebabkan terjadinya penurunan keandalan system tenaga listrik dan kualitas energi listrik yang disalurkan serta menyebabkan kerusakan alat-alat yang bersangkutan.

2. Metode

2.1. Diagram Alir (Flowchart)

Data-data yang didapatkan pada tugas akhir ini berasal dari hasil survey lapangan, instansi-instansi seperti Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten dan Perusahaan Listrik Negara (PLN), Pembangkit listrik ataupun sumber-sumber lain seperti buku-buku yang berkaitan, artikel-artikel, dan internet. Data yang didapatkan dari hasil survey lapangan berupa pemetaan jaringan listrik, lokasi dan kapasitas trafo. Data yang didapatkan dari Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten berupa data penduduk di tiap desa yang telah dan belum teraliri listrik beserta juga sumber pembangkitnya. Data yang didapatkan dari PLN berupa data diagram satu garis sistem kelistrikan. Data yang didapatkan dari pembangkit listrik Langgam Power yaitu jumlah dan kapasitas pembangkit dan trafonya. Dan data dari sumber lainnya merupakan data-data pelengkap.

Berikut adalah diagram alir metode pengambilan data yang dilakukan pada tugas akhir ini:



Gambar 2.1 Flowchart Pengambilan Data

2.2. Metode Survey

Metode survey dan pemetaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

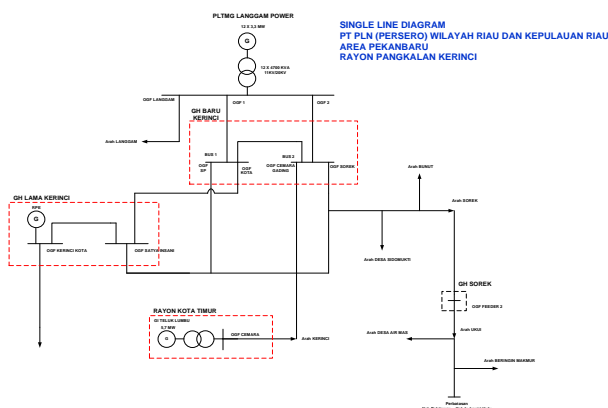
1. Survey GPS dilakukan dengan menggunakan pengambilan data melalui handheld GPS
2. Sistem pengambilan menggunakan waypoint
3. Menggunakan catatan untuk menjelaskan waypoint
4. Pada saat pengambilan waypoint GPS, pastikan bahwa GPS menerima sinyal secara utuh.
5. Pengambilan data jalan berbentuk garis dengan menggunakan tracking mode.
6. Pengambilan dengan tracking akan mencatat keseluruhan track/line mulai dari titik awal sampai titik akhir.
7. Pastikan bahwa setting pada GPS mencatat /record log track yang sudah diambil, dan pastikan pilihan show on map sehingga saat tracking dilakukan bisa dilihat dalam peta.
8. Hasil survey secara otomatis dapat dimasukkan dalam software ExpertGPS dengan cara diimport menggunakan kabel.
9. Hasil survey dari software ExpertGPS dipindahkan ke dalam AutoCAD dengan fasilitas ekspor untuk diolah.

2.3. Data Jaringan Listrik Di Pelalawan

Sistem kelistrikan di Kabupaten Pelalawan secara umum di suplai oleh beberapa sumber, yaitu PLN, BUMD, dan swadaya. Sumber kelistrikan yang pertama yaitu oleh PLN Rayon Pangkalan Kerinci yang sumber pembangkitnya berasal dari PLTMG Langgam Power dengan kapasitas 15 MW dan saat ini masih dalam tahap ekspansi penambahan pembangkit, dan dari PLN Pekanbaru. Excess power 3 MW dari PT Riau Power Energy (RPE), dan PLTD PLN 500 kW yang sekarang masih operasional terdapat di Kelurahan Teluk Meranti Kecamatan Teluk Meranti dan Kecamatan Kuala Kampar yang nantinya akan dimatikan jika seluruh jaringan sudah terbangun.

Sumber kelistrikan yang kedua yaitu dari BUMD Tuah Sekata yang sumber pembangkitnya berasal dari excess power 4,75 MW dari PT Riau Power Energy (RPE), PLTD BUMD dengan kapasitas 375 kW. Sumber kelistrikan ketiga yaitu dari PLTD swadaya masyarakat dengan total kapasitas 7,5 MW yang lokasinya tersebar di Kabupaten Pelalawan. Selain ketiga sumber kelistrikan yang telah disebutkan diatas, ada juga sumber kelistrikan dari PLTS PLN terpusat dengan kapasitas 40 KW yang terdapat di Desa Sei Solok, Kecamatan Kuala Kampar.

Sistem distribusi PLN di Kabupaten Pelalawan memiliki tegangan nominal primer 20 kV dengan sistem delta. Area pelayanan digunakan sistem jaringan radial murni. Diagram segaris sistem distribusi 20 kV PLN Rayon Pangkalan Kerinci, Cabang Pekanbaru, PT. PLN (Persero) Wilayah Riau dan Kepulauan Riau pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Single Line Diagram PT PLN Rayon Pangkalan Kerinci

Sumber : PT PLN Rayon Pangkalan Kerinci

Sistem kelistrikan PLN Rayon Pangkalan Kerinci disuplai oleh sumber sebagai berikut:

1. PLTMG Langgam Power
2. PT RPE
3. PLN Pekanbaru

PLTMG Langgam Power adalah pembangkit listrik berbahan bakar gas, listrik dari Langgam Power didistribusikan dengan 3 feeder, feeder OGF Langgam khusus untuk menyuplai seluruh kecamatan langgam, feeder OGF 1 dan OGF 2 merupakan express feeder menuju ke Gardu Hubung Baru Pangkalan Kerinci.

Pada Gardu Hubung Baru terdapat dua bus utama yaitu Bus 1 dan Bus 2, kedua Bus ini dikopel untuk saling membackup satu sama lain. Bus 1 yang disuplai oleh feeder OGF 1 dari Langgam Power menyuplai dua feeder, yang pertama adalah feeder OGF Simpang, yang kedua adalah feeder OGF Kota yang menuju ke Gardu Hubung Kerinci Lama. Bus 2 yang disuplai oleh feeder OGF 2 dari Langgam Power menyuplai dua feeder, yang pertama adalah feeder OGF Cemara Gading yang menyuplai ke arah kecamatan Bandar Sei Kijang sampai LBS di KM 48, sedangkan dari LBS KM 48 sampai ke perbatasan Pekanbaru disuplai oleh PLN pekanbaru, dari PLN Rayon Kota Timur. Yang kedua yaitu feeder OGF Sorek yang menyuplai hampir di semua kecamatan mulai dari kecamatan Pangkalan Kuras sampai ke Ukui dan Kerumutan, feeder ini berhenti di perbatasan kabupaten Indragiri Hulu, di kecamatan Pangkalan Kuras terdapat Gardu Hubung Sorek.

Pada Gardu Hubung Kerinci Lama terdapat dua bus utama, kedua bus ini dikopel untuk saling membackup satu sama lain. Bus 1 yang disuplai oleh pembangkit RPE menyuplai feeder OGF Kerinci Kota. Bus 2 yang disuplai oleh feeder OGF Kota yang sumbernya dari Langgam Power menyuplai feeder OGF Satya Insani, feeder OGF satya insani menyuplai sampai perbatasan Kabupaten Siak dan berhenti tepat di perbatasan.

Sistem kelistrikan PLN PLTD isolated yang saat ini masih operasional terdapat di Kelurahan Teluk Meranti Kecamatan Teluk Meranti dan Desa Teluk Dalam Kecamatan Kuala Kampar yang nantinya akan dimatikan jika seluruh jaringan sudah terbangun.

Data panjang jaringan JTM dan JTR PLN berdasarkan hasil survey tahun 2014 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Data panjang jaringan PLN eksisting

Jaringan	kms
JTM	343,36
JTR	466,62

Sumber : Hasil survey penyusun tahun 2014

Dari tabel diatas panjang jaringan JTM PLN existing adalah 343 kms, panjang JTR existing adalah 466 kms. Panjang jaringan akan terus bertambah seiring dengan pembangunan jaringan di masa mendatang.

Data jumlah dan kapasitas trafo PLN berdasarkan hasil survey tahun 2014 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Data trafo PLN eksisting

Kapasitas (kVA)	Jumlah	Total (kVA)
25	35	875
50	55	2.750
100	66	6.600
160	24	2.840
200	10	2.000
250	8	2.000
Total	198	18.225

Sumber : Hasil survey penyusun tahun 2014

Dari tabel diatas terlihat trafo existing paling banyak adalah kapasitas 100 kVA yaitu 66 buah, dan paling sedikit adalah kapasitas 250 kVA yaitu 8 buah. Jumlah total trafo pada jaringan PLN yaitu 198 buah.

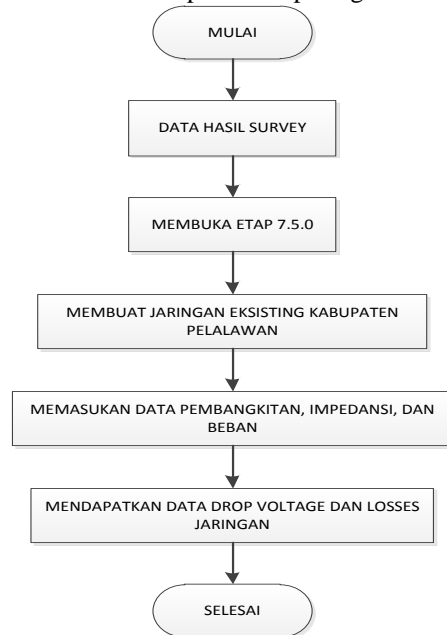
Berikut adalah Peta Jaringan Eksisting di Kabupaten Pelalawan:



Gambar 2.3 Peta Jaringan Eksisting Kabupaten Pelalawan

2.4 Perancangan Software

Untuk diagram alir simulasi dengan menggunakan software ETAP 7.5.0 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.4 Diagram Alir Simulasi ETAP

Data Kelistrikan yang digunakan untuk masukan simulasi ETAP adalah jumlah dan kapasitas pembangkitan. Pembangkit listrik terdiri dari 10 mesin masing-masing dengan kapasitas 3,3 MW dan terdiri dari 10 Trafo Step up 6,6 kV/20kV masing – masing dengan kapasitas 4700 kVA dengan menyuplai 3 feeder utama yaitu OGF LANGGAM, OGF 1 DAN OGF2 yang menuju ke Gardu Hubung Baru Kerinci. Selain itu data panjang jaringan, jenis penghantar, dan jumlah serta daya trafo distribusi juga dimasukkan ke dalam simulasi.

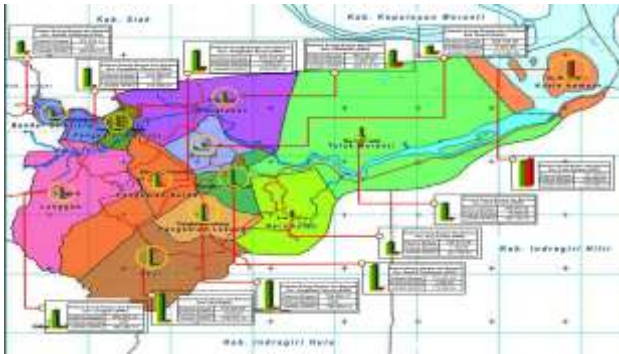
2.5. Perencanaan Pengembangan

Data Kelistrikan yang digunakan untuk masukan simulasi ETAP adalah jumlah dan kapasitas pembangkitan. Pembangkit listrik terdiri dari 10 mesin masing-masing dengan kapasitas 3,3 MW dan terdiri dari 10 Trafo Step up 6,6 kV/20kV masing – masing dengan kapasitas 4700 kVA dengan menyuplai 3 feeder utama yaitu OGF LANGGAM, OGF 1 DAN OGF2 yang menuju ke Gardu Hubung Baru Kerinci. Selain itu data panjang jaringan, jenis penghantar, dan jumlah serta daya trafo distribusi juga dimasukkan ke dalam simulasi.

Dalam rangka “Kabupaten Pelalawan terang”,maka dilakukan perencanaan pengembangan jaringan,dari eksisting menuju ke desa-desa yang belum teraliri listrik,pada perencanaan pengembangan ini,untuk mewujudkan hal tersebut maka dilaksanakanlah

perencanaan pengembangan jaringan pada Kabupaten Pelalawan.

Dalam perencanaan pengembangan ini, maka dilakukan survey dan pendataan dengan memanfaatkan potensi energi biomas dan biogas yang ada pada Kabupaten Pelalawan dikarenakan terdapatnya jatuh tegangan. Berikut peta kajian potensi energi biomas dan biogas di Kabupaten Pelalawan :



Gambar 2.5 Kajian Potensi Energi Biomas dan Biogas Kabupaten Pelalawan

3. Hasil dan Analisa

3.1 Data – data Analisa Eksisting Jaringan Listrik Kabupaten Pelalawan

Data – data untuk melakukan analisa eksisting jaringan listrik di Kabupaten Pelalawan adalah sebagai berikut:

1. Data pembangkitan
2. Data panjang jaringan listrik dan beban

3.1.1 Data Pembangkitan

Pembangkitan Jaringan Listrik di Kabupaten Pelalawan berasal dari PLTMG Langgam Power yang merupakan pembangkit listrik berbahan bakar gas. Listrik dari Langgam Power didistribusikan dengan 3 feeder, feeder OGF Langgam khusus untuk menyuplai seluruh kecamatan langgam, feeder OGF 1 dan OGF 2 merupakan express feeder menuju ke Gardu Hubung Baru Pangkalan Kerinci.

Berikut adalah data-data generator dan trafo step-up *typical* dari PLTMG Langgam Power:

Tabel 3.1 Data Pembangkitan Langgam Power

	Kapasitas	Jumlah
Generator	3,3 MW	10 unit
Trafo	4700 KVA	10 unit

Sumber : Hasil survey tahun 2014

3.1.2 Data Panjang Jaringan dan Beban

Data panjang jaringan JTM dan JTR PLN berdasarkan hasil survey tahun 2014 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.2 Data panjang jaringan PLN eksisting

Feeder	Lokasi	Panjang (km)
OGF 1	GH Baru	13
OGF 2	GH Baru	13
OGF Sorek	Pkl Kerinci - Bunut	46
	Bunut - Kerumutan	33
	Kerumutan - Indragiri Hulu	7,5
	Pangkalan Kuras	18,6
	Bunut	20
	Ukui	22
	Kerumutan	22
OGF Cemara Gading	Sei Kijang	8,9
OGF Langgam	Langgam	11
OGF Simpang	Pkl Kerinci	13,4
Incoming GH Lama	Pkl Kerinci	8
OGF Satya Insani	Pkl Kerinci	5,6

Sumber : Hasil survey tahun 2014

Dari tabel diatas feeder terpanjang PLN eksisting Kabupaten Pelalawan yaitu feeder OGF Sorek dengan panjang 170 km. Sedangkan untuk feeder terpendek yaitu pada feeder Incoming GH Lama dengan panjang 8 km.

Data jumlah dan kapasitas trafo PLN berdasarkan hasil survey tahun 2014 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Data beban PLN eksisting

Feeder	Lokasi	Beban (KVA)
OGF 1	GH Baru	6910
OGF 2	GH Baru	10915
OGF SOREK	Pkl Kerinci - Bunut	2185
	Bunut - Kerumutan	2650
	Kerumutan - Indragiri Hulu	1475
	Pangkalan Kuras	1050
	Bunut	1000
	Ukui	1105
	Kerumutan	1450
OGF Cemara Gading	Sei Kijang	150
OGF Langgam	Langgam	250
OGF Simpang	Pkl Kerinci	1075
Incoming GH Lama	Pkl Kerinci	875
OGF Satya Insani	Pkl Kerinci	4960

Dari tabel diatas terlihat beban eksisting paling banyak ada pada OGF 2 yaitu sebesar 10910 KVA. Sedangkan beban eksisting paling rendah yaitu pada OGF Cemara Gading yang menyuplai daya Kecamatan Seikijang dengan beban sebesar 150 KVA.

3.1.3 Data Impedansi Kabel Jaringan

Data kabel jaringan diperlukan agar diketahui susut tegangan dan susut energi yang terjadi pada jaringan. Berikut ini adalah data impedansi

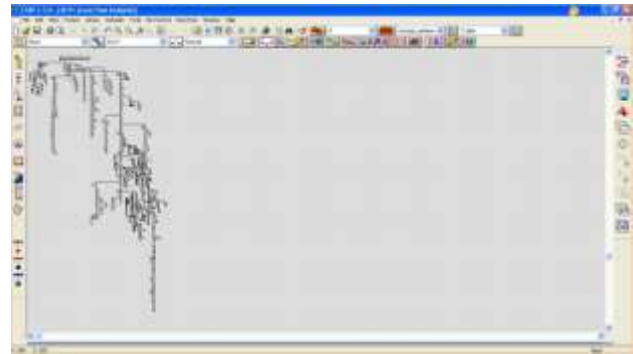
Tabel 3.4 Data Impedansi Kabel Jaringan

mm ²	AAAC	
	Z1,Z2	
	R1	jx1
1	2	3
16	2,0161	0,4036
25	0,9217	0,3790
50	0,6452	0,3678
70	0,4608	0,3572
95	0,3396	0,3449
120	0,2688	0,3375
150	0,2162	0,3305
185	0,1744	0,3239
240	0,1344	0,3158

Sumber : SPLN 64:1985

3.2 Analisis Dan Pembahasan Pengembangan

Untuk menganalisis besar jatuh tegangan dan arus yang mengalir pada jaringan, dilakukan simulasi dengan menggunakan software ETAP 7.5.0 jaringan yang akan disimulasikan harus di gambarkan dulu ke dalam software ETAP 7.5.0. Berikut ini adalah contoh dari penggambaran jaringan dengan menggunakan software ETAP 7.5.0.

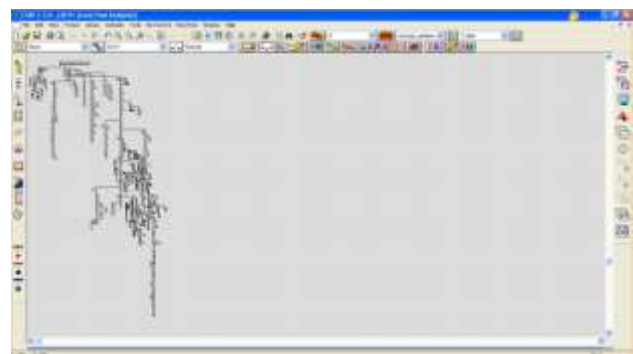


Gambar 3.1 Penggambaran Jaringan dengan Menggunakan ETAP 7.5.0

Ada dua macam analisis untuk menganalisis jaringan dengan menggunakan simulasi ETAP 7.5.0 yaitu *Unbalanced Load Flow Analysis* dan *Balanced Load Flow Analysis*. Dalam tugas akhir ini analisis yang dipergunakan untuk analisis adalah *Balanced Load Flow Analysis*. Hal ini dikarenakan pada analisis *Balanced Load Flow Analysis* digunakan untuk menganalisa jaringan tiga fasa nya saja, sedangkan pada *Unbalanced Load Flow Analysis* analisa untuk 1 fasa dan 3 fasa.

3.2.1 Jatuh Tegangan

Berdasarkan data yang ada, dan dengan parameter yang dimasukkan ke dalam software ETAP, maka dihasilkan simulasi yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Simulasi jaringan pengembangan listrik pelalawan dengan ETAP menggunakan potensi energi biomas dan biogas

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOSSES & DEMAND

	MW	MVA	MVA	% PF
Source (Wind Base)	28.062	19.094	19.092	67.89 Lagging
Source (Bio-Biom Base)	0.000	0.000	0.000	
Total Demand	28.062	19.094	19.092	67.89 Lagging
Total Motor Load	0.000	0.000	0.000	100.00 Lagging
Total Inverter Load	15.773	12.460	12.417	99.89 Lagging
Total Generator Load	0.000	0.000	0.000	
Total Generator Load	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses	2.290	6.722		
System Minimum	0.000	0.000		

Number of Elements: 8

Gambar 3.3 Hasil perhitungan Losses jaringan Pengembangan generator biomasa dan biogas di Kabupaten Pelalawan dengan ETAP

$$\begin{aligned}
 \text{LOSSES} &= \frac{\sum \text{APPARENT LOSSES}}{\sum \text{TOTAL DEMAND}} \times 100\% \\
 &= \frac{2.29}{28.062} \times 100\% = \mathbf{8,1\%}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan standar yang digunakan, untuk susut energi yang diperbolehkan untuk tiap penyulang adalah 3,77%, maka dari data diatas diketahui bahwa susut energi jaringan adalah 8.1%, hasilnya tidak memenuhi standar akan tetapi dengan memanfaatkan potensi energi biomasa dan biogas, susut energi menjadi lebih bagus dibandingkan dengan eksisting PLN dan pengembangan jaringan tanpa memanfaatkan generator biomasa dan biogas.

$$\begin{aligned}
 \text{VOLTAGE DROP} &= \% \text{TEGANGAN PADA PEMBANGKIT} - \% \text{TEGANGAN PALING UJUNG} \\
 &= 100 \% (20,676 \text{ KV}) - 69 \% (14,244 \text{ KV}) \\
 &= \mathbf{31\% (14,244 \text{ KV})}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan standar yang digunakan, untuk voltage drop yang diperbolehkan untuk tiap penyulang adalah 5,5%, maka dari data diatas diketahui bahwa voltage drop untuk penyulang terjauh adalah 31% yaitu di desa Sokoi Kecamatan Kuala Kampar, kondisi ini sudah tidak memenuhi standar akan tetapi hasil jatuh tegangannya lebih baik dibandingkan dengan jaringan eksisting dan jaringan pengembangan tanpa menggunakan generator biomasa dan biogas.

Tabel 3.5 Jatuh Tegangan Hasil Simulasi ETAP 7.5.0 Pengembangan Jaringan Generator Biomasa dan Biogas

Feeder	Lokasi	ETAP	ΔV (%)
OGF SOREK	Pkl Kerinci - Bunut	17.047	18%
	Bunut - Kerumutan	16.7	19%
	Kerumutan - Indragiri Hulu	15.615	24%
	Pangkalan Kuras	16.933	18.1%
OGF SOREK	Bunut-Sokoi	14.244	31%
	Ukui	15.494	25.1%
OGF Langgam	Kerumutan	14.653	29.1%
	Langgam	19.638	5%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa pada tugas akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kabupaten Pelalawan memiliki sistem distribusi tenaga listrik tipe radial.
2. Rugi tegangan pada jaringan pengembangan tegangan menengah terendah di Kabupaten Pelalawan pada OGF Langgam sebesar 19,535 KV dengan presentase rugi tegangan sebesar 6% sehingga sudah melebihi Standar PLN 72 tahun 1987 dengan batas yang diperbolehkan 5,5%.
3. Rugi tegangan pada jaringan pengembangan tegangan menengah terendah menggunakan generator biomasa dan biogas di Kabupaten Pelalawan sebesar 19,638 KV dengan presentase rugi tegangan sebesar 5% sehingga sudah memenuhi Standar PLN 72 tahun 1987 dengan batas yang diperbolehkan 5,5%.
4. Dari hasil penambahan generator biomasa dan biogas pada pengembangan jaringan Kabupaten Pelalawan didapatkan rugi tegangan menjadi lebih baik.

Referensi

- [1]. Saadat, Hadi. 1999. "Power System Analysis". McGraw Hill.
- [2]. Gonen, Turan, "Electric Power Distribution System Engineering", Mcgraw-hill book company., Colombia, 1986
- [3]. Stevenson, William D. 1996. "Analisis Sistem Tenaga Listrik". Erlangga.
- [4]. Hermanto, Farid, *Analisis Jatuh Tegangan dan Arus Hubung Singkat pada Jaringan Tegangan Menengah PT RUM*, Tugas Akhir S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [5]. Sulasno, *Teknik dan Sistem Tenaga Distribusi Tenaga Listrik Edisi I*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.
- [6]. Kelompok Kerja Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia, *Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik*, PT PLN (Persero), 2010

- [7]. Kelompok Kerja Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia, *Standard Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*, PT PLN (Persero) , 2010
- [8]. Suhadi , *SMK Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional , 2008
- [9]. SPLN 72 1987 , *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*
- [10]. SPLN 64 1985 , *Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*
- [11]. SPLN 1 1995 , *Tegangan-Tegangan Standar*
- [12]. Pradana Putradewa Jaya Wardana. Anilisa Pengaruh Penempatan Distributed Generation Terhadap Kestabilan Tegangan Pada Sistem Distribusi. Skripsi S-1. Universitas Diponegoro
- [13]. Andang Purnomo Putro. Sistem Distribusi Kabupaten Pelelawan. Skripsi S-1. Universitas Diponegoro