

**ANALISIS ALIRAN BEBAN 20 KV PADA PENYULANG 15  
DAN MANUVER PENYUPLAIAN LISTRIK PENYULANG 3  
GARDU INDUK GEJAYAN DENGAN MENGGUNAKAN ETAP 7.0.0**

**Yuda Agung M. W.<sup>1</sup>, Slamet Hani<sup>2</sup>, Prastyono Eko Pambudi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa, <sup>2</sup>Pembimbing 1 dan <sup>3</sup>Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta

Jalan Kalisahak 28, Komplek Balapan Tromol Pos 45, Yogyakarta 55222

Telp. (0274)563029 E-mail: [yuda\\_15@yahoo.co.id](mailto:yuda_15@yahoo.co.id)

***Abstrac***

*In the planning and operation of electric power systems, in addition to economic factors and environmental factors, safety and reliability is also very important. The factors can be determined by analyzing the load flow of a network.*

*This study was done to determine how much the effect of load, as well as the resistances and length of the distribution lines 20 kV for voltage drop and power losses. This analysis used two feeders with a total load and total the lines length that different at peak load conditions using ETAP Powerstation 7.0.0.*

*The simulation result show the voltage drop on the end of the feeder Gejayan 15 is 1,28% while on the end of the feeder Gejayan 3 is 0,79%, when the load displacement from Gejayan 3 to Gejayan 15, the voltage was still good, drop voltage is 2,2%.*

**Keyword** : load flow, distribution lines, voltage drop, ETAP Power Station.

**Intisari**

Pada perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik, selain faktor ekonomis dan faktor lingkungan, faktor keamanan dan kehandalan juga sangat penting. Faktor tersebut dapat diketahui dengan cara menganalisis aliran beban suatu jaringan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh beban, serta tahanan dan panjang saluran distribusi 20 kV terhadap penurunan tegangan dan rugi rugi daya. Analisis ini menggunakan dua buah penyulang dengan total beban dan total panjang saluran yang berbeda pada keadaan beban puncak menggunakan ETAP Powerstation 7.0.0.

Hasil simulasi menunjukkan drop tegangan pada ujung penyulang Gejayan 15 sebesar 1.28% sedangkan pada ujung penyulang Gejayan 3 sebesar 0.79%. Dan pada saat pelimpahan beban gejayen 3 ke gejayen 15, tegangan masih sangat baik. Drop tegangan hanya sebesar 2.2%.

**Kata kunci** : Aliran beban, saluran distribusi, drop tegangan, ETAP Powerstation.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang bermanfaat dalam kehidupan manusia dan salah satu faktor penting dalam menunjang pembangunan suatu daerah. Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang diiringi pertumbuhan ekonomi dan perkembangan sektor industri menyebabkan kebutuhan akan energi listrik semakin besar. Hal ini terjadi di kota-kota besar maupun di pedesaan sehingga perlu adanya penyediaan dan penyaluran tenaga listrik secara optimal baik segi kualitas maupun kuantitas.

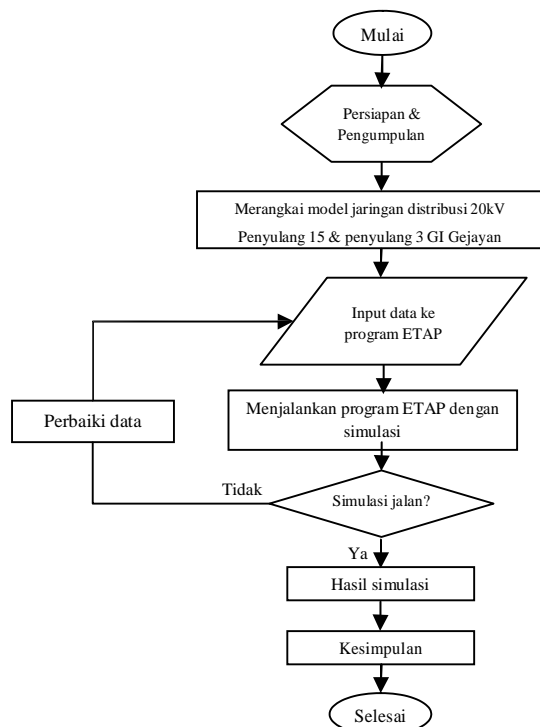
Dalam penyaluran energi listrik dimana pusat pembangkit tenaga listrik yang berada jauh dari pusat beban akan mengalami kerugian yang cukup besar dalam penyaluran daya listrik. Kerugian tersebut disebabkan oleh saluran yang cukup panjang serta beban yang terus bertambah, sehingga dalam penyaluran daya listrik tersebut akan mengalami jatuh tegangan (*voltage drop*) sepanjang saluran yang dilaluinya.

### Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dianalisis pada penelitian ini dapat diformulasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh panjang penyulang dan besar beban terhadap *voltage drop*.
2. Seberapa besar *voltage drop* penyulang 15 pada waktu beban puncak, dan beban maksimum.
3. Bagaimana kondisi tegangan diujung saluran penyulang 3 ketika beban penyulang 3 dilimpahkan pada penyulang 15.

### Proses Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

## **ETAP Powerstation 7.0.0**

ETAP *PowerStation* dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisis/studi yakni *Load Flow* (aliran daya), *Short Circuit* (hubung singkat), *motor starting*, *harmonics power systems*, *transient stability*, dan *protective device coordination*.

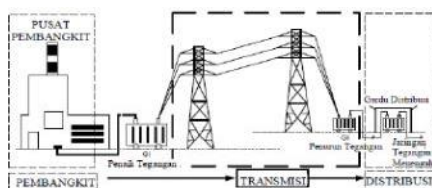
## **ETAP Load Flow Analysis**

ETAP *PowerStation Load Flow Analysis* dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan bus, faktor daya dari cabang, arus dan aliran daya yang terjadi pada saluran dalam sistem.

Setelah memasukkan data, maka kita sudah dapat memulai menjalankan analisis *load flow* dan melihat hasil simulasi dengan memilihnya pada windows *load flow report manager*.

## **Sistem Jaringan Distribusi**

Ada tiga bagian penting dalam proses penyaluran tenaga listrik, yaitu: pembangkitan, transmisi dan distribusi seperti pada gambar berikut :



Gambar 2 Sistem Tenaga Listrik

Konfigurasi jaringan distribusi 20 kV dapat dikelompokkan menjadi lima model yaitu : sistem radial terbuka, sistem radial paralel, sistem *loop*, sistem *network*, dan sistem interkoneksi.

***Voltage Drop***

Jatuh tegangan merupakan selisih antara tegangan sekunder dari trafo (tegangan kirim) dengan tegangan yang diterima. Perhitungan drop tegangan berdasarkan data pengukuran yang dihitung dari titik sumber sampai ke titik yang dihitung (titik beban) sesuai dengan panjang penyulang.

$$\Delta V = I ( R \cos\phi + X \sin\phi ) \dots\dots\dots 2.1$$

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% \dots\dots\dots 2.2$$

Berdasarkan SPLN 1 : 1995, jatuh tegangan dalam jaringan maksimum +5% dan minimum -10% dari tegangan nominalnya.

**HASIL & PEMBAHASAN**

**Jaringan Distribusi Yogyakarta**

Sistem Jaringan Distribusi di Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki identitas sebagai berikut:

1. Tegangan primer 20 kV dan tegangan rendahnya 380/220 V.
2. Sistem penetralan ditanahkan langsung sepanjang jaringan baik

tegangan menengah maupun rendah yang berada di bawahnya.

3. Konstruksi saluran udara terdiri :
  - a. Saluran utama menggunakan kawat AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*) 3x240 + 150 mm<sup>2</sup> untuk tiga fasa, 4 kawat.
  - b. Saluran cabang menggunakan kawat AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*) 3x70 + 50 mm<sup>2</sup> untuk 1 fasa, 2 kawat.
4. Pelayanan beban 3 fasa 4 kawat dengan tegangan 20/11,6 kV dan satu fasa 2 kawat dengan tegangan 11,6 kV.
5. Sistem pelayanan radial

### Simulasi Aliran Beban

Kabel yang digunakan penyulang 15 & 3 adalah jenis kabel AAAC 240 mm<sup>2</sup> dengan impedans sebesar

0.1344+j0.3158 dan jenis kabel AAAC 70 mm<sup>2</sup> sebesar 0.4608+0.3572.

Tabel 2 Data Beban / Bus Gejayan 3

No	Bus	Beban (kVA)		L (Kms)
		Trafo 1 Fasa	Trafo 3 Fasa	
1	1	0	0	0.42
2	1.1	50	0	0.22
3	2	150	0	0.35
4	2.1	100	0	0.28
5	3	150	0	0.30
6	3.1	50	0	0.04
7	3.1.1	75	0	0.20
8	3.2	50	250	0.10
9	4	100	0	0.20
10	4.1	25	0	0.17
11	5	0	0	0.07
12	5.1	50	0	0.06
13	6	0	1100	0.24
14	7	200	0	0.30
15	7.1	50	0	0.15
16	8	0	0	0.08
17	8.1	0	1260	0.30
18	8.2	40	0	0.27
19	9	100	0	0.29
20	10	50	0	0.18

Tabel 1 Data penghantar AAAC (SPLN 64 1985)

Penampang nominal mm <sup>2</sup>	Jari-jari (mm)	Jumlah urat	GMR (mm)	Impedansi urutan positif (ohm/km)		Impedansi urutan negatif (ohm/km)	
				5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
35	3.3371	7	2.4227	0.9217	j0.3790	1.0697	j1.6665
50	3.9886	7	2.8957	0.6452	j0.3678	0.7932	j1.6553
70	4.7193	7	3.4262	0.4608	j0.3572	0.6088	j1.6447
95	5.4979	19	4.1674	0.3396	j0.3449	0.4876	j1.6324
120	6.1791	19	4.6837	0.2688	j0.3376	0.4168	j1.6251
150	6.9084	19	5.2365	0.2162	j0.3305	0.3441	j1.6180
185	7.6722	19	5.8155	0.1744	j0.3239	0.3224	j1.6114
240	8.7386	19	6.6238	0.1344	j0.3158	0.2824	j1.6033

Tabel 3 Data Beban / Bus Gejayan 15

No	Bus	Beban (kVA)		L (Kms)
		Trafo 1 Phasa	Trafo 3 Phasa	
1	1	0	0	0.08
2	1.1	0	160	0.02
3	1.2	125	0	0.17
4	2	0	250	0.11
5	2.1	200	0	0.22
6	3	0	0	0.08
7	3.1	150	0	0.26
8	4	0	100	0.20
9	5	0	0	0.09
10	5.1	50	160	0.03
11	6	0	400	0.02
12	6.1	0	300	0.07
13	6.1.1	100	0	0.07
14	7	0	200	0.10
15	7.1	50	0	0.07
16	8	0	160	0.04
17	8.1	50	250	0.18
18	9	0	400	0.14
19	9.1	0	560	0.14
20	10	0	0	0.05
21	10.1	175	0	0.18
22	11	0	0	0.11
23	11.1	0	1100	0.02
24	11.2	0	0	0.03
25	11.2.1	167	0	0.02
26	11.3	125	0	0.28
27	11.3.1	50	0	0.09
28	11.3.2	100	0	0.12
29	11.3.2.1	100	0	0.10
30	12	0	200	0.03
31	13	65	0	0.15
32	14	50	1310	0.12
33	14.1	0	525	0.02
34	14.1.1	150	0	0.16
35	15	50	0	0.05
36	15.1	25	0	0.07
37	16	0	0	0.14
38	16.1	50	0	0.17
39	17	0	100	0.05
40	17.1	100	0	0.20
41	18	0	250	0.21

Gejayan 15 mempunyai 39 trafo distribusi 1 fasa dengan beban maksimum 1932 kVA dan trafo distribusi 3 fasa berjumlah 21 dengan beban maksimum 6425 kVA.

Gejayan 3 mempunyai 27 trafo distribusi 1 fasa dengan beban maksimum 1240 kVA dan trafo distribusi 3 fasa berjumlah 4 dengan beban maksimum 2610 kVA.

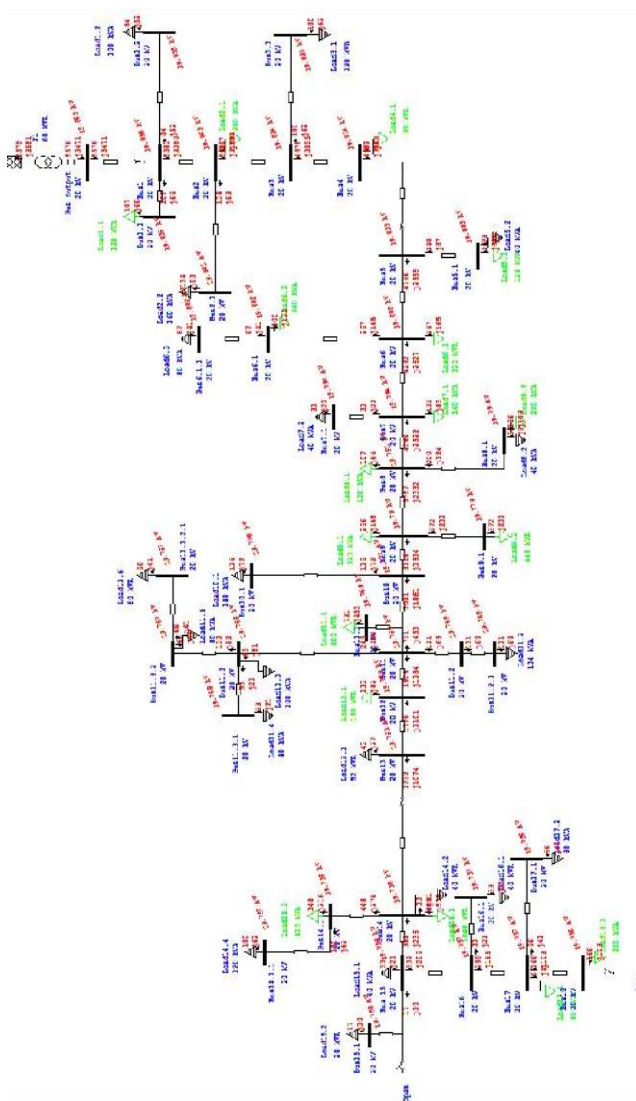
Dalam simulasi ini, seluruh pemakaian beban trafo dibuat sebesar 80% dari beban nominal trafo distribusi.

Tabel 4 Data panjang dan beban 80% penyulang

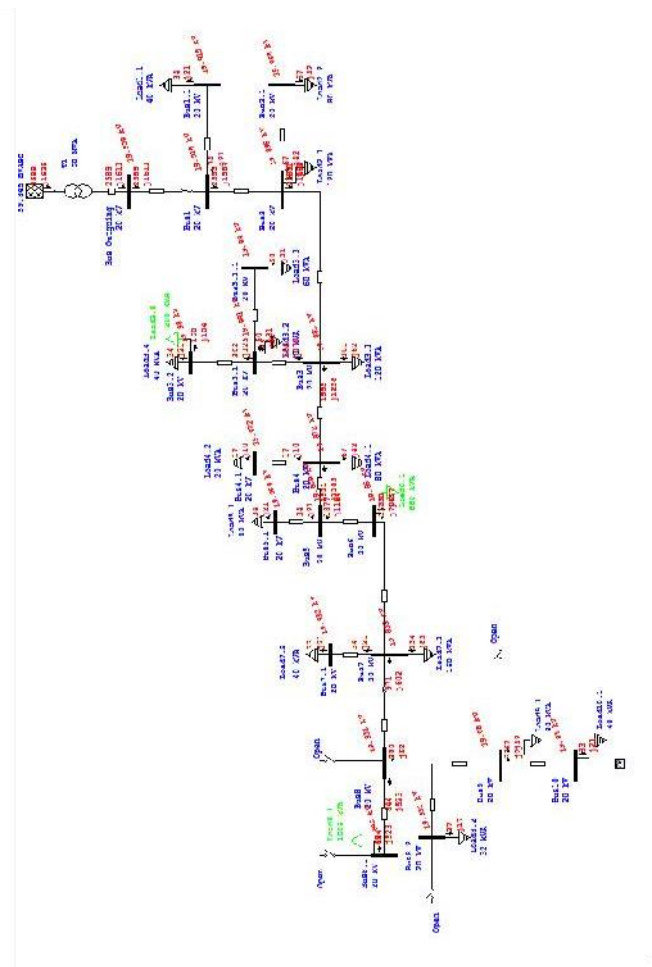
Penyulang	panjang (Kms)	beban (MVA)
Gejayan 15	4.4	6.7
Gejayan 3	4.2	3.8
Gejayan 15 + 3	8.6	9.76

Tabel 5 Hasil simulasi aliran beban

Penyulang	Drop tegangan		Losses	
	%	kV	P (kW)	Q (kVAR)
Gejayan 15	1.28	19.74	19.1	105
Gejayan 3	0.79	19.84	7.6	28
Gejayan 15 + 3	2.2	19.56	50	238.6



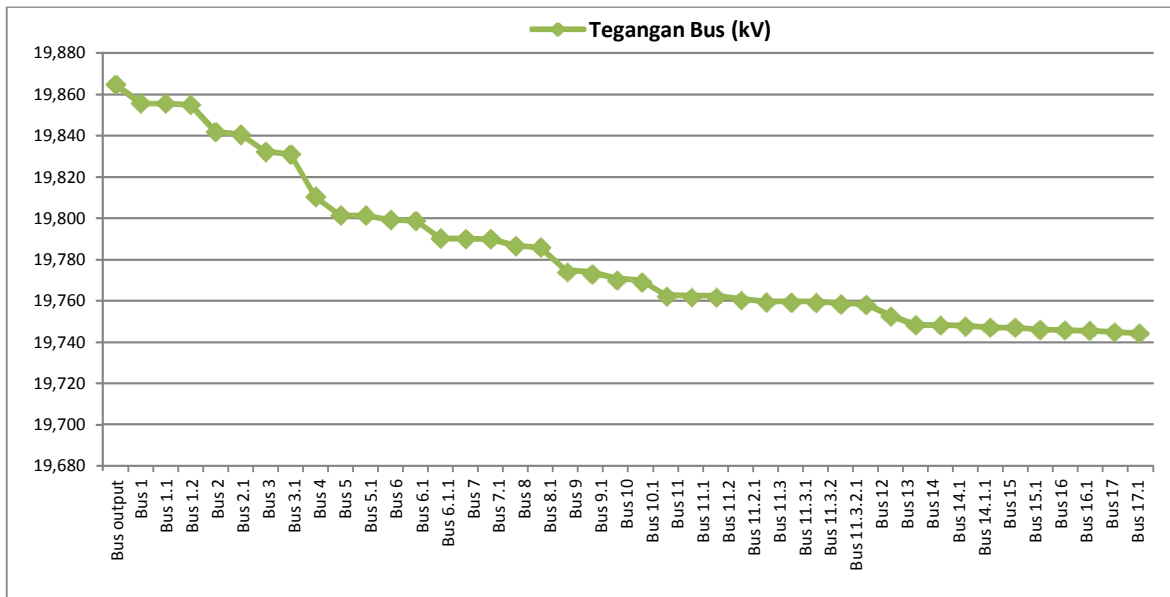
Gambar 3 SLD Gejayan 15 Beban 80% saat *running program*



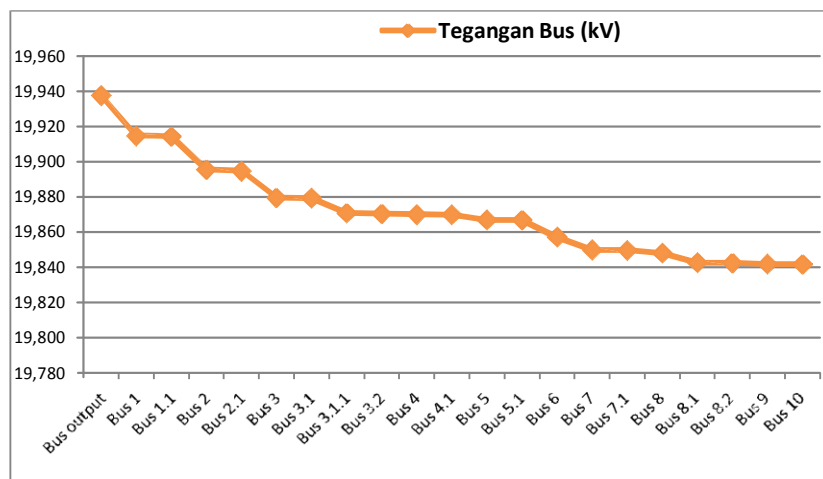
Gambar 5 SLD Gejayan 3 Beban 80% saat *running program*

8, Wibowo, Analisis Aliran Beban 20 Kv Pada Penyulang 15 Dan Manuver Penyuplaian Listrik Penyulang 3 Gardu Induk Gejayan Dengan Menggunakan Etap 7.0.0

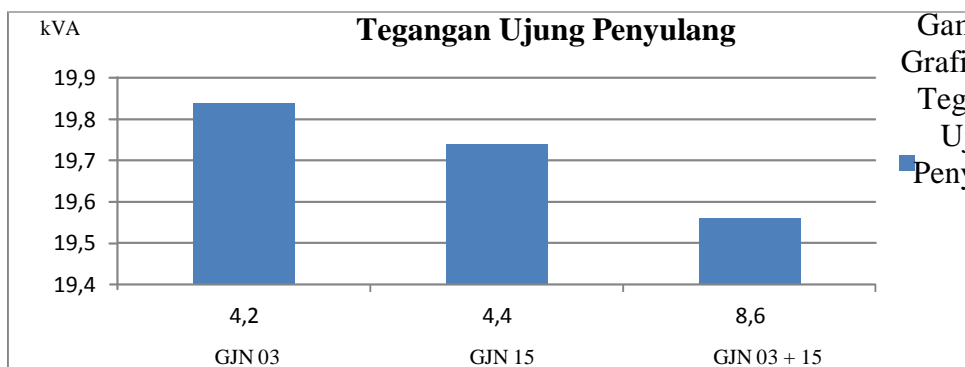




Gambar 4 Grafik Susut Tegangan GJN 15 Beban 80%



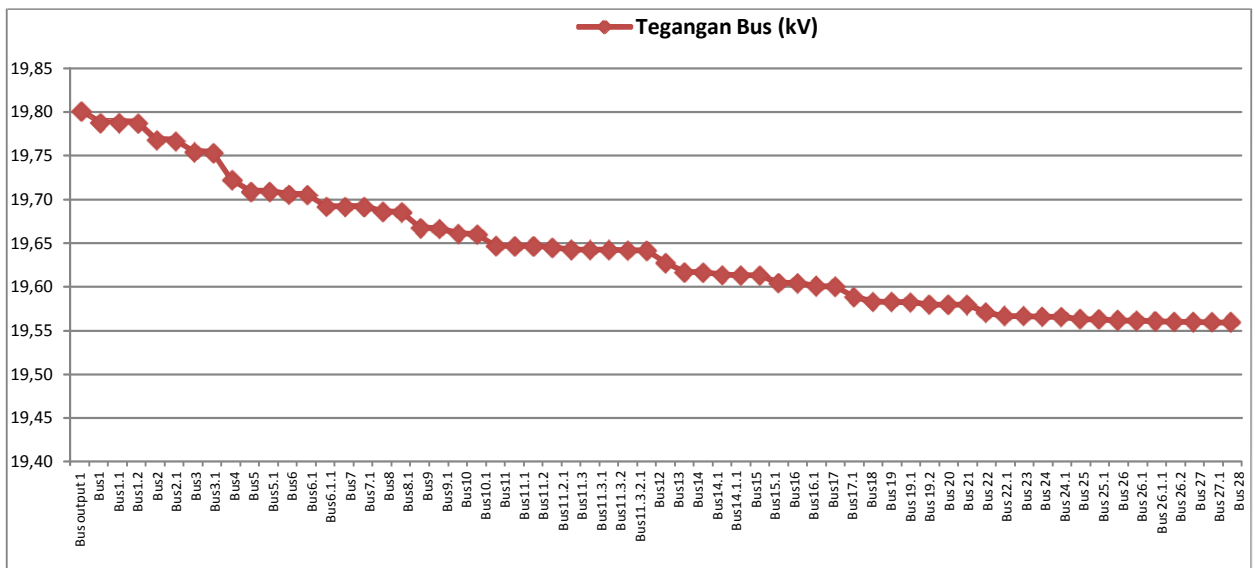
Gambar 6 Grafik Susut Tegangan GJN 3 Beban 80%



Gambar 8 Grafik Jatuh Tegangan Ujung Penyulang

Vd

Kms



Gambar 7 Grafik Susut Tegangan GJN 15 & GJN 3 Beban 80%

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan melalui simulasi aliran beban dapat diambil kesimpulan, antara lain :

1. Besar beban, tahanan dan panjang saluran sangat mempengaruhi besar jatuh tegangan, *losses* daya aktif dan daya reaktif.
2. Dengan besar beban 80%, drop voltage gejakan 15 yaitu 1.28%, dan *losses* daya aktif sebesar 19.1 kW dan daya reaktif sebesar 105 kVAR.
3. Drop voltage gejakan 3 beban 80% yaitu 0.79%, dan *losses* daya aktif sebesar 7.6 kW dan daya reaktif sebesar 28 kVAR.
4. Pada pelimpahan beban gejakan 3

ke gejakan 15, tegangan masih

sesuai standar. Jatuh tegangan di ujung penyulang bus 28.1 sebesar 2.2% dan tegangan 19.56 kV.

5. Pemakaian beban gejayan 15 sudah mampu menyimpulkan keadaan kondisi tegangan seluruh penyulang gardu induk gejayan, karena pemakain beban gejayan 15 sudah diatas rata-rata pemakaian beban seluruh penyulang. Tegangan seluruh penyulang gardu induk gejayan sangat baik tidak ada yg melebihi +5% dan -10%, dan mampu membebani penyulang lainnya sesuai SOP PT. PLN APJ Yogyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

Dzackiy, Unggul. 2011. *“Simulasi Aliran Daya Pada Penyulang 2 Gardu Induk Rawalo Dengan Menggunakan Software Etap 7.0.0.”* Semarang : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Hakiki, Ikhlas. 2011. *“Analisa Drop Tegangan Pada Feeder Setapuk Tegangan Menengah 20 KV Di Gardu Induk Sei-Wie PT. PLN (PERSERO) Cabang Singkawang.”* Pontianak : Tugas Akhir. Politeknik Negeri Pontianak.

Hani, Slamet. 2006. *“Kontribusi Saluran Bawah Tanah 150 KV Untuk Perbaikan Profil Tegangan Sistem di Yogyakarta.”* Yogyakarta : Tesis. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Masruri. 2006. *“Evaluasi Profil Tegangan Pada Saluran Distribusi 20 KV di PT. PLN (PERSERO) Area Pelayanan & Jaringan (APJ) Yogyakarta Dengan Bantuan ETAP 4.0.0.”* Yogyakarta : Skripsi. Fakultas Teknologi Industri IST Akprind Yogyakarta.

Suhadi. *“Teknik Distribusi Tenaga Listrik.”* Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Sulistyarso, Edhy. 2010. *“Analisis Aliran Beban Sistem Distribusi Menggunakan Etap Power Station 4.0.0.”* Surakarta : Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

## BIODATA PENULIS

Yuda Agung Marsudi Wibowo lahir di kota Balikpapan 15 Januari 1991. Menempuh pendidikan di SD Negeri 004 Balikpapan, SD Negeri 028 Sengata Utara, SMP Negeri 1 Sengata Utara, SMA Negeri 1 Sengata Utara dan sekarang sebagai mahasiswa Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta.

Yogyakarta, Oktober 2013  
Mengetahui, Dosen  
Pembimbing

**Slamet Hani, ST., MT.**  
**NIK : 95.0363.499.E**