

**STUDI PERHITUNGAN SUSUT TEGANGAN (*VOLTAGE DROP*)
DAN RUGI-RUGI (*LOSSES*) PER PENYULANG MENGGUNAKAN
ETAP 4.0. (*ELECTRICAL TRANSIENT ANALYZER PROGRAM*)
DI GARDU INDUK BANDUNG SELATAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir di Jurusan
Pendidikan Teknik Elektro



Oleh :

FERI SISWOYO H.

E. 044. 011449

**PROGRAM STUDI LISTRIK TENAGA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2007

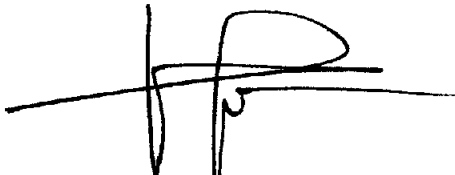
LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir

**STUDI PERHITUNGAN SUSUT TEGANGAN (*VOLTAGE DROP*)
DAN RUGI-RUGI (*LOSSES*) MENGGUNAKAN ETAP 4.0.
(*ELECTRICAL TRANSIENT ANALYZER PROGRAM*) DI
GARDU INDUK BANDUNG SELATAN**

FERI SISWOYO H.
E.044.011449

Pembimbing I



Yadi Mulyadi, drs., MT.
NIP. 132 046 213

Pembimbing II



Hasbullah, S.Pd., MT.
NIP. 132 297 303

Mengetahui,

**Ketua Badan Bimbingan Penyelesaian Tugas Akhir
Program S-1 Pendidikan Teknik Elektro**



Wasimudin Surya S, ST., MT.
NIP. 132 163 105

**Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
FPTK – UPI**



Tasma Sucita, drs., ST., MT.
NIP : 131 930 255

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul : **“Studi Perhitungan Susut Tegangan (Voltage Drop) dan Rugi-rugi (Losses) Per Penyulang Menggunakan ETAP 4.0. (Electrical Transient Analyzer Program) di Gardu Induk Bandung Selatan”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap karya saya ini.

Bandung, Maret 2007

Yang Membuat Pernyataan

Feri Siswoyo H.



ABSTRAK

Studi Perhitungan Susut Tegangan (*Voltage Drop*) dan Rugi-rugi (*Losses*) Per Penyulang Menggunakan Electrical Transient Analyzer Program di Gardu Induk Bandung Selatan.

Peranan listrik sangat vital seiring dengan perkembangan suatu daerah. Kebutuhan akan listrik juga dapat dikatakan sebagai tolak ukur kemajuan suatu daerah. Daerah Bandung Selatan merupakan daerah yang terdiri dari perumahan, industri, pertokoan, sekolah serta universitas memerlukan efisiensi operasional yang optimal.

Program ETAP (*Electrical Transient Analyze Program*) Power Station versi 4.0. merupakan program untuk membantu perhitungan *voltage drop* dan *losses* dengan mudah. Dengan memasukkan data-data dan gambar *single line diagram* pada program dan disimulasikan maka sudah didapat hasil perhitungan *voltage drop* dan *losses* berupa data dan gambar.

Sebagai media pembelajaran, perhitungan *voltage drop* dan *losses* dengan menggunakan ETAP 4.0. diterapkan pada 19 penyulang di PLN GI Bandung Selatan. Rata-rata *voltage drop* untuk 19 penyulang GI Bandung Selatan adalah 0,59 kV (2,95 %) dengan tegangan operasi 20 kV. Dan *losses* total untuk 19 penyulang GI Bandung Selatan sebesar 965,93 kW dengan daya total sebesar 101290,3 kW, maka persentase *losses* adalah 0,95 %.

Kata kunci : Penyulang 20 kV, *Voltage Drop*, *Losses*, ETAP 4.0.



KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan dan keistiqomahan kepada penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Dan semoga sholawat serta salam tetap tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW., kepada keluarga dan sahabatnya yang telah mengantarkan kita ke jalan-Nya.

Penulisan Tugas Akhir yang berjudul **Studi Perhitungan Penurunan Tegangan (*Voltage Drop*) dan Rugi-rugi (*Losses*) Menggunakan ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) Versi 4.0. di Gardu Induk Bandung Selatan.**

Segala upaya, ketelitian dan kecermatan telah penulis curahkan, namun sebagai manusia biasa penulis merasa bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karenanya kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa mendatang.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan semua pihak baik bantuan moril, material maupun spiritual yang tak ternilai harganya, karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada :

1. Ibu dan Ayah tercinta serta keluarga penulis, yang telah dengan ikhlas dan penuh kesabaran memberikan bantuan baik moril, material maupun spiritual, “Robbighfirlii waliwaalidayya warhamhumaa kamaa robbayaanii shoghiiroo”.

2. Bapak Drs. Tasma Sucita, ST., MT., sebagai Ketua Jurusan yang telah memberikan rekomendasi mengenai penelitian ini.
3. Bapak Wasimudin Surya S., ST., MT., sebagai Ketua BBPTA yang telah menerima proposal penelitian Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. Yadi Mulyadi, MT., sebagai pembimbing I yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan saran dan pandangan sehingga membuka wawasan penulis menjadi lebih luas.
5. Bapak Hasbullah, S.Pd., MT., sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu memberikan gagasan dan masukan serta koreksi dan revisi dalam penyempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Chris Timotius K.K., Ir., MM., sebagai partisipan yang telah memberikan masukan, koreksi dan revisi dalam penyempurnaan penulisan Tugas Akhir ini
7. Bapak Elih Mulyana, Drs., M.Si., sebagai partisipan yang telah memberikan masukan, koreksi dan revisi dalam penyempurnaan penulisan Tugas Akhir ini
8. Bapak Ade Gaffar A., S.Pd., M.Si., sebagai partisipan yang telah memberikan masukan, koreksi dan revisi dalam penyempurnaan penulisan Tugas Akhir ini
9. Bapak dan Ibu Dosen serta staff Tata Usaha (Bapak Qomar dan Ibu Sri) Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan kelancaran dalam perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Bapak Kepala UBS P3B PT. PLN (PERSERO) wilayah region Jawa Barat dan Banten yang telah memberikan izin pengambilan data di gardu induk Bandung Selatan.

11. Bapak Dahyar Safari, sebagai SPV Pengukuran dan Transaksi Energi APD Bandung yang telah memberikan bimbingan dan kesempatan untuk mengadakan penelitian.
12. Bapak Wahyu Sudirman (Transmisi), Bapak Amar (Proteksi), Bapak Dedi (Operasional Majalaya), Bapak Yudi Ganifah (UPJ Bandung Selatan), Bapak Endang (APJ Bandung) yang telah membimbing dan memberikan kesempatan untuk mengadakan penelitian.
13. Rekan-rekan Elektro ITB 2001 (Mas Edi, Mas Yando, Mas Arif) yang telah meluangkan waktu dan memberikan support. *Matur nuwun Mas!!!*
14. Adinda tercinta Sayyidati Azizatush Sholihat dan Keluarga Besar Bapak Ust. Basyirin BA., yang dengan tulus penuh kesabaran, cinta dan kasih sayang serta do'a dan spiritnya kepada penulis.
15. Sahabat yang telah menemaniku dalam perjuangan ini, Cepi, Yuga, Bayu. (Ingat lima perkara sebelum lima perkara!!!)
16. Rekan-rekan seperjuangan di HME Jurusan Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2001 yang telah banyak memberikan motivasi dan bantuan morilnya khususnya anak-anak "robul".
17. Sahabat perjuangan (Neng Pipit n friends, Rahmat SW., Cuciyatna, Acep, Oha, Asep R., Sir Atep, Gun-Gun, Hendi, Andri, Iyan Kurniadi, A. Ahmadi).
18. Ikhwan-akhwat RZI khususnya Div. Relal Unit Kipas, Kesehatan yang telah memberikan do'a dan semangat. Jazakumullahu Khoiron Katsiro untuk tausiahnya. Tetap Semangat Bahagiakan Ummat Allahu Akbar!!!

19. Dan Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis mengucapkan terima kasih.

Semoga segala amal baik yang telah mereka berikan dapat diterima Allah SWT dan mendapatkan pahala yang lebih baik.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, yang hanya semata-mata kesalahan penulis, Karena tidak ada yang sempurna kecuali milik-NYA.

Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Aamiin.

Alhamdulillahirabbil'aalamiin

Wassalam

Bandung, Februari 2007

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Pembatasan Maslah	2
1.4. Tujuan Tugas Akhir	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik 20 KV	6
2.2. Klasifikasi Jaringan Distribusi Primer	9
2.2.1. Sistem Jaringan Distribusi Primer Menurut Susunan Peletakannya	10
2.2.2. Sistem Jaringan Distribusi Primer Menurut Tempat Peletakannya	10
2.2.3. Sistem Jaringan Distribusi Primer Menurut Konstruksi Konduktor	10
2.2.4. Sistem Jaringan Distribusi Primer Menurut Susunan Rangkaiannya	12
2.2.4.1. Sistem Radial	12

2.2.4.2. Sistem Ring	17
2.2.4.3. Sistem <i>Spindle</i>	19
2.2.4.4. Sistem <i>Spot Network</i>	20
2.3. Tingkat Tegangan Penyulang	21
2.4. Pembebanan Penyulang	22
2.5. Rugi-Rugi (<i>Losses</i>)	26
2.6. Penurunan Tegangan (<i>Voltage Drop</i>)	27
2.7. Metode Newton Raphson	29

BAB III. PENGAMBILAN DATA

ETAP Power Station versi 4.0.	35
3.1. Data Beban Penyulang G.I. Bandung Selatan	39
3.2. Data Beban Penyulang dan Panjang Penyulang	40
3.3. Data Konduktor	41

BAB IV ANALISA PENURUNAN TEGANGAN DAN RUGI-RUGI

4.1. Analisa Penurunan Tegangan pada Penyulang	42
4.2. Analisa Rugi-Rugi pada Penyulang	43
4.3. Analisa Perhitungan dan Evaluasi Penurunan Tegangan (<i>Voltage Drop</i>) pada Tiap Penyulang	44
4.4. Analisa Perhitungan dan Evaluasi Rugi-Rugi (<i>Losses</i>) pada Tiap Penyulang	48
4.5. Analisa Perhitungan dan Evaluasi Penurunan Tegangan (<i>Voltage Drop</i>) Rugi-Rugi pada Tiap Penyulang Menggunakan ETAP Power Station 4.0	52
4.5.1. Penyulang SBB (Selatan Banjaran Biru)	52
4.5.2. Penyulang SBM (Selatan Banjaran Merah)	53
4.5.3. Penyulang SPH (Selatan Pengtai Hijau)	54

4.5.4. Penyulang SPP (Selatan Pengtai Putih)	55
4.5.5. Penyulang SPM (Selatan Papyrus Merah)	56
4.5.6. Penyulang DGSI (Desa Gandasoli)	57
4.5.7. Penyulang SRNG (Soreang)	58
4.5.8. Penyulang ASRI (Arjasari)	59
4.5.9. Penyulang CPLH (Cipolah)	60
4.5.10. Penyulang BLED (Bale Endah)	61
4.5.11. Penyulang CMNG (Cimaung)	62
4.5.12. Penyulang SSM (Selatan Soreang Merah)	63
4.5.13. Penyulang SSK (Selatan Soreang Kuning)	64
4.5.14. Penyulang SPU (Selatan Papyrus Ungu)	65
4.5.15. Penyulang SBH (Selatan Banjaran Hijau)	66
4.5.16. Penyulang SMB (Selatan Malakasari Biru)	67
4.5.17. Penyulang SBK (Selatan Banjaran Kuning)	68
4.5.18. Penyulang SBC (Selatan Banjaran Coklat)	69
4.5.19. Penyulang SSH (Selatan Soreang Hijau)	70

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	72

DAFTAR PUSTAKA	73
-----------------------------	----

LAMPIRAN	74
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Data Beban Tiap Penyulang Periode Bulan Juni Tahun 2005	39
Tabel 3.2. Data Beban Penyulang dan Panjang Penyulang	40
Tabel 3.3. Data Teknis Penghantar AAAC (A3C).....	41
Tabel 3.4. Data Teknis Kabel AL	41
Tabel 4.1. Analisa <i>Voltage Drop</i> pada Tiap Penyulang dengan Perhitungan Rumus	44
Tabel 4.2. Perbandingan <i>Voltage Drop</i> Menggunakan ETAP dengan Perhitungan Rumus	47
Tabel 4.3. Analisa <i>Losses</i> Pada Tiap Penyulang dengan Perhitungan Rumus ...	48
Tabel 4.4. Perbandingan <i>Losses</i> Menggunakan ETAP dengan Perhitungan Rumus	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Sistem Jaringan Distribusi	7
Gambar 2.2. Bentuk Umum Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	8
Gambar 2.3. Jaringan Distribusi Primer	9
Gambar 2.4. Skema Sisten Jaringan Distribusi Primer	12
Gambar 2.5. Sistem Radial Murni	13
Gambar 2.6. Sistem Radial Pohon	14
Gambar 2.7. Sistem Radial Interkoneksi	15
Gambar 2.8. Sistem Radial Pusat Beban	16
Gambar 2.9. Radial Daerah Fasa	17
Gambar 2.10. Sistem Ring (<i>Loop</i>)	18
Gambar 2.11. Susunan Saluran Distribusi <i>Spindle</i>	19
Gambar 2.12. Skema Sistem <i>Spot Network</i>	20
Gambar 2.13. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Tegangan Penyulang Primer	22
Gambar 2.14. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Rute Penyulang	24
Gambar 2.15. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah dari Penyulang	25
Gambar 2.16. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Ukuran Konduktor..	26
Gambar 2.17. <i>Voltage Drop</i> pada Saluran Distribusi	27
Gambar 2.18. Hubungan Fasa pada Beban Induktif	27
Gambar 2.19. Diagram Vektor <i>Voltage Drop</i>	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Jalanya Penelitian	38
Gambar 4.1. Grafik Voltage Drop Pada Penyulang Menggunakan Rumus	46
Gambar 4.2. Grafik Voltage Drop Pada Penyulang Menggunakan ETAP 4.0.	46
Gambar 4.3. Grafik <i>Losses</i> Pada Penyulang Menggunakan Rumus	49
Gambar 4.4. Grafik <i>Losses</i> Pada Penyulang Menggunakan ETAP 4.0.	50
Gambar 4.5. Penyulang SBB (Selatan Banjaran Biru)	52
Gambar 4.6. Penyulang SBM (Selatan Banjaran Merah)	53
Gambar 4.7. Penyulang SPH (Selatan Pengtai Hijau)	54

Gambar 4.8. Penyulang SPP (Selatan Pengtai Putih)	55
Gambar 4.9. Penyulang SPM (Selatan Papyrus Merah)	56
Gambar 4.10. Penyulang DGSI (Desa Gandasoli)	57
Gambar 4.11. Penyulang SRNG (Soreang)	58
Gambar 4.12. Penyulang ASRI (Arjasari)	59
Gambar 4.13. Penyulang CPLH (Cipolah)	60
Gambar 4.14. Penyulang BLED (Bale Endah)	61
Gambar 4.15. Penyulang CMNG (Cimaung)	62
Gambar 4.16. Penyulang SSM (Selatan Soreang Merah)	63
Gambar 4.17. Penyulang SSK (Selatan Soreang Kuning)	64
Gambar 4.18. Penyulang SPU (Selatan Papyrus Ungu)	65
Gambar 4.19. Penyulang SBH (Selatan Banjaran Hijau)	66
Gambar 4.20. Penyulang SMB (Selatan Malakasari Biru)	67
Gambar 4.21. Penyulang SBK (Selatan Banjaran Kuning)	68
Gambar 4.22. Penyulang SBC (Selatan Banjaran Coklat)	69
Gambar 4.23. Penyulang SSH (Selatan Soreang Hijau)	70

DAFTAR LAMPIRAN

- I. Listing Program Perhitungan *Voltage Drop* dan *Losses* Penyulang dari Program ETAP 4.0.
- II. Analisa Perhitungan *Voltage Drop* dan *Losses* pada Tiap Penyulang Menggunakan Rumus
- III. Analisa Perhitungan *Voltage Drop* dan *Losses* pada Tiap Penyulang Menggunakan ETAP 4.0.
- IV. Gambar Diagram Satu Garis
 1. Konfigurasi Jaringan Transmisi Region Jawa Barat
 2. Gardu Induk Bandung Selatan 150 / 20 kV
 3. Gardu Induk Bandung Selatan dan Gardu Induk Panasia (*Network*)
 4. Gardu Induk Bandung Selatan dan Gardu Induk Panasia (*Spindle*)
- V. Data Penyulang
 1. Setting Terpasang Penyulang
 2. Beban penyulang
 3. Panjang Jaringan dan Beban Trafo
- VI. Surat-surat
 1. Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing
 2. Surat Penelitian
 3. Matriks Jurnal Bimbingan
 4. Surat Pernyataan



DAFTAR PUSTAKA

- 2001, *Electrical Transient Analyser Program (ETAP) Power Station 4.0 User Guide*, Operation Technology, Inc.
- Arismunandar, A., & Kuwahara, S., 1993. *Teknik Tenaga Listrik*. Jilid 2. Jakarta : P.T. Prandya Paramita.
- Budiono, Mismail, 1981. *Analisa Sistem Tenaga*. Malang : Lembaga Penerbitan Universitas Brawijaya Malang. Usana Offset.
- Burke, James J., 1994. *Power Distribution Engineering-Fundamental And Applications*. New York : Marcel Dekker Inc.
- Charles A. Gross. 1986. *Power Sistem Analysis*. Canada : John Wiley and Sons.
- Gonen, T., 1986. *Electric Power Distribution System Engineering*. Singapore : McGraw-Hill Co.
- Granger, J. J.,and Stevenson W.D., 1994. *Power System Analysis*, Mc Graw- Hill, Book Inc, New York.
- Hutauruk, T.S. 1986. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional, 2000.
- PT. PLN (persero) P3B, 2003. *Buku Petunjuk Pengoperasian Gardu Induk*
- PT. PLN (persero) Distribusi Jawa Barat dan Banten, 2003. *Pembekalan Teknis Tenaga Out Sourcing Operator Gardu Induk Sisi 20 kV*.