

**Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode Langsung Dengan
Mempertimbangkan Beban Sensitif Tegangan di Gardu Induk
Bukit Siguntang Penyulang Harimau**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

OLEH
MOLLY ZAZAKURNIA
03041381419108

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

**Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode Langsung
Dengan Mempertimbangkan Beban Sensitif Tegangan di
Gardu Induk Bukit Siguntang Penyulang Harimau**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

OLEH:

**MOLLY ZAZAKURNIA
03041381419108**

Palembang, Maret 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP 197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.
NIP. 195601051985031003



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK KAMPUS PALEMBANG
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Raya Prabumulih KM 32 Inderalaya Ogan Ilir Kode Pos 30662
Jalan Sriwijaya Negara, Bukit Besar, Palembang Kode Pos 30139
Website: <http://elektro.ft.unsri.ac.id> Email: elektro@ft.unsri.ac.id

BERITA ACARA UJIAN SIDANG SARJANA (TUGAS AKHIR)
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNSRI KAMPUS PALEMBANG
PERIODE SEMESTER GENAP TA 2017/2018 TANGGAL 6 MARET 2018

Nama : Molly Farzakurnia
Nim : 03041301419108
Judul Tugas Akhir : Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode Langsung Dengan Memperbaiki Beban Sensitif Terjangan di Garpu Induk Bukit Siguntang Penyulang Harimau
Pembimbing Utama : Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc
Pembimbing Pembantu :

No	Perbaikan	Dosen	Tanda Tangan
1.	Kata Pengantar & Daftar Pustaka	Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, MM	
2.	Tabel	Ir. Antonius Hamdadi, M.S	
3.	Data kabel	Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc	
4.			
5.			

Pembimbing Utama

Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc
NIP. 195601051985031003

ABSTRAK

Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode Langsung dengan Mempertimbangkan Beban Sensitif Tegangan di Gardu Induk Bukit Siguntang Penyulang Harimau

(Molly Zazakurnia, 03041381419108, 2018, 77 halaman)

Studi Aliran Daya sangat berguna untuk menghasilkan informasi yang terdapat pada suatu sistem tenaga listrik. Informasi tersebut memiliki banyak manfaat dalam mengevaluasi dan menganalisa suatu sistem tenaga listrik terutama pada sistem distribusi jaringan radial. Naik turunnya beban merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sistem distribusi radial. Pada tugas akhir ini perubahan tegangan berpengaruh terhadap beban dan dinamakan Beban Sensitif Tegangan. Terdapat beberapa metode yang pada umumnya digunakan pada sistem seperti metode Gauss Seidel, Newton Rapshon, dan Fast Decouple. Namun metode tersebut tidak dapat digunakan pada sistem distribusi jaringan radial karena memiliki nilai R/X yang tinggi. Metode Langsung adalah metode yang digunakan pada tugas akhir ini. dimana hasil perhitungan numeriknya tepat dan mendekati hasil perhitungan yang berada dalam keadaan nyata. Hasil perhitungan yang didapat pada kondisi beban sensitif tegangan tidak terlalu berbeda pada saat kondisi normal yakni memiliki nilai persentase maksimal 0.05735308% untuk tegangan dan 1.30675201% untuk aliran daya pada Penyulang Harimau Gardu Induk Bukit Siguntang, sehingga dapat dikatakan metode ini sangat cocok digunakan untuk memecahkan masalah aliran daya dalam sistem distribusi.

Kata Kunci: Aliran Daya, Beban Sensitif Tegangan, Saluran Distribusi Radial, Metode Langsung

ABSTRACT

The Power Flow Analysis Using Direct Approach by Considering Voltage Sensitive Load in the Siguntang Substation Tiger Repeaters

(Molly Zazakurnia, 03041381419108, 2018, 77 pages)

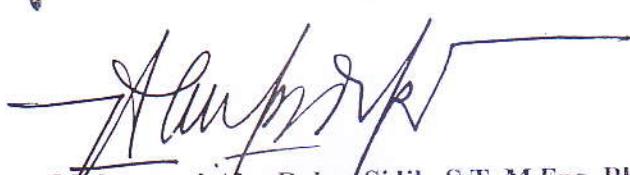
The Power Flow Studies are very useful for generating the information on the electric power system. It has many benefits in evaluating and analyzing a power system especially on radial network distribution systems. The rise and fall of the load is one of the factors that are affecting the radial distribution system. In this essay the changes of voltages affect the variable load, called as Voltage Sensitive Load. There are several methods that generally used in systems such as Gauss Seidel method, Newton Rapshon method, and Fast decouple method but those methods can not be used in the radial network distribution system because of their high R / X value. Forward Backward Sweep Method is the method used in this essay, where the result of numerical calculation is accurate and close to the calculation result in real condition. The calculation results obtained at the voltage sensitive load conditions are not too different from the normal condition with maximum percentage value of 0.05735308%, for voltage and 1.30675201% for power flow at the Harimau Feeder Bukit Siguntang Substation, so we can say this method can be used to solve the problem of power flow in distribution system.

Keywords : *Load Flow, Voltage Sensitive Load, Radial Distribution Channels, Forward Direct Approach*

Palembang, Maret 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP.1971081419999031005

Menyetujui,

Pembimbing



Ir. Rudyanto Thavib, M.Sc

NIP.195601051985031003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **ANALISA ALIRAN DAYA MENGGUNAKAN METODE LANGSUNG DENGAN MEMPERTIMBANGKAN BEBAN SENSITIF TEGANGAN DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG PENYULANG HARIMAU.** Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan berdasarkan pengamatan langsung ke lapangan, wawancara dan membaca literatur-literatur yang berkaitan dengan isi Tugas Akhir.

Pada Tugas Akhir ini juga penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, Terima kasih kepada :

Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.

selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan nasihatnya sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T.,M.Eng.,Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Iwan Pahendra, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Orang tua saya tercinta Bapak Ir. Zainuddin dan Ibu Dra. Huzaimah, adik – adik saya yakni Maya Dwiza Anisya, dan Maharani Triza Putri, serta keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan baik berupa moral maupun materi selama menyusun Tugas Akhir ini.

4. Bapak Danang selaku pembimbing dalam pengambilan data sekaligus perwakilan bagian Distribusi PT. PLN (Persero) Wilayah S2JB Area Palembang Rayon Rivai.
5. Staf dan karyawan PT. PLN (Persero) Wilayah S2JB Area Palembang.
6. Bapak Hairul Alwani., selaku Dosen Pembimbing Akademik
7. Segenap Dosen Pengajar Teknik Elektro Universitas Sriwijaya atas semua bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
8. Teman – teman dan orang terdekat yang selalu memberikan bantuan dan dukungan kepada saya selama mengerjakan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan.....	I-3
1.3. Rumusan Masalah.....	I-3
1.4. Batasan Masalah	I-3
1.5. Metode Penulisan.....	I-4
1.6. Sistematika Penulisan	I-5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik	II-7
2.1.1. Jaringan Radial	II-8
2.2. Aliran Daya.....	II-9
2.3. Representasi	II-10
2.3.1. Generator Sinkron.....	II-10

2.3.2. Transformator	II-11
2.3.3. Kawat atau Saluran Transmisi	II-11
2.3.4. Beban-Beban.....	II-11
2.4. Klasifikasi Bus	II-12
2.5. Perhitungan Aliran Daya dengan Metode Langsung (<i>Direct Approach</i>).....	II-14
2.5.1. Analisis Aliran Daya dengan Beban Sensitif Tegangan.....	II-15
2.5.2. Arus Injeksi Pada Sistem Jaringan Distribusi Radial	II-16
2.5.3. Bus Injeksi Terhadap Arus Cabang (BIBC)	II-17
2.5.4 Arus Cabang Terhadap Tegangan Bus (BIBV)	II-19
2.6. Rugi-Rugi Daya	II-21

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Umum	III-23
3.2. Lokasi Analisa Data	III-24
3.3. Tahapan Penelitian.....	III-24
3.4. Diagram Alir Perhitungan Aliran Daya	III-25

BAB IV PERHITUNGAN ALIRAN DAYA DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum	IV-27
4.2. Data Penelitian	IV-29
4.2.1. Data Beban Transformator Penyulang Harimau.....	IV-29
4.2.2. Data Beban Transformator Dalam Satuan Per Unit.....	IV-30

4.2.3. Data Impedansi Saluran	IV-33
4.3. Perhitungan Aliran Daya Penyulang Harimau dengan Metode <i>Direct Approach</i>	IV-38
4.3.1. Membentuk Matriks Bus Injeksi ke Arus Cabang (BIBC)..	IV-40
4.3.2. Membentuk Matriks Arus Cabang ke Tegangan Bus (BIBV)	IV-42
4.3.3.Perhitungan Aliran Daya Penyulang Harimau Menggunakan Metode <i>Direct Approach</i> dengan Iterasi	IV-47
4.3.3.1. Iterasi Ke 1	IV-47
4.3.3.2. Iterasi Ke 2	IV-57
4.3.3.3. Perhitungan Aliran Daya	IV-63
4.4. Perbandingan Perhitungan Tegangan, Aliran Daya, Beban dan Rugi – Rugi Daya Saat Kondisi Beban Sensitif Tegangan dengan Metode <i>Forward Backward Sweep</i>	IV-68
4.4.1. Perbandingan Perhitungan Tegangan saat Kondisi Beban Sensitif Tegangan dengan Metode <i>Forward Backward Sweep</i>	IV-68
4.4.2. Perbandingan Perhitungan Aliran Daya saat Kondisi Beban Sensitif Tegangan dengan Metode <i>Forward Backward Sweep</i>	IV-70
4.4.3. Perbandingan Perhitungan Rugi-Rugi Daya saat Kondisi Beban Sensitif Tegangan dengan Metode <i>Forward Backward Sweep</i>	IV-75

4.5. Pembahasan.....	IV-75
----------------------	-------

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V-77
5.2. Saran	V-78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Jaringan Distribusi Radial.....	II-9
Gambar 2.2. Segitiga Daya.....	II-12
Gambar 2.3. Konfigurasi Jaringan Radial Sederhana.....	II-16
Gambar 3.1. Diagram Alir Perhitungan Aliran Daya dengan Metode Langsung	III-26
Gambar 4.1. Diagram Satu Garis Penyulang Harimau.....	IV-28
Gambar 4.2. Diagram Satu Garis Jalur Arus Beban pada Penyulang Harimau	IV-39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Klasifikasi Bus	II-14
Tabel 4.1. Data Beban Transformator Distribusi Penyulang Harimau	IV-29
Tabel 4.2. Data Beban Aktif dan Beban Reaktif	IV-32
Tabel 4.3. Data Impedansi Saluran Penyulang Harimau.....	IV-34
Tabel 4.4. Data Impedansi Saluran dalam Satuan Per Unit	IV-37
Tabel 4.5. Besar Nilai Arus Beban pada Iterasi ke-1	IV-48
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Selisih Tegangan Iterasi ke-1	IV-52
Tabel 4.7. Nilai Tegangan Pada Iterasi ke-1	IV-54
Tabel 4.8. Arus Injeksi pada Iterasi ke-1.....	IV-55
Tabel 4.9. Nilai Jatuh Tegangan Iterasi ke-2.....	IV-58
Tabel 4.10. Tegangan Pada Iterasi ke-2	IV-60
Tabel 4.11. Arus Injeksi pada Iterasi ke-2.....	IV-61
Tabel 4.12. Aliran Daya dan Rugi – Rugi Daya Penyulang Harimau.....	IV-66
Tabel 4.13. Perbandingan Tegangan Tiap Bus Penyulang Harimau saat Kondisi Beban Sensitif Tegangan dengan Metode Langsung dan Metode Forward Backward Sweep	IV-69
Tabel 4.14. Perbandingan Aliran Daya Tiap Bus Penyulang Harimau saat Kondisi Beban Sensitif Tegangan dengan Metode Langsung dan Metode Forward Backward Sweep	IV-71
Tabel 4.15. Nilai Beban Saat Kondisi Beban Sensitif.....	IV-74

Tabel 4.16. Perbandingan Perhitungan Rugi-Rugi Daya saat Kondisi Beban
Sensitif Tegangan dengan Metode Langsung dan Metode Forward
Backward Sweep IV-75

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Impedansi Saluran Penyulang Harimau	L-1
Lampiran 2. Perhitungan Nilai Impedansi Saluran Dalam Satuan Per Unit	L-2
Lampiran 3. Perhitungan Beban Transformator Distribusi Penyulang Harimau	L-3
Lampiran 4. Perhitungan Iterasi ke 1	L-4
Lampiran 5. Perhitungan Iterasi ke 2	L-5
Lampiran 6. Perhitungan Aliran Daya dan Rugi-Rugi Daya	L-6
Lampiran 7. Diagram Satu Garis Gardu Induk Bukit Siguntang	L-7
Lampiran 8. Diagram Satu Garis Penyulang Harimau.....	L-8

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan sumber energi yang sangat pesat-pesat pertumbuhan keperluannya pada zaman sekarang, semakin banyaknya jumlah penduduk di Indonesia, maka semakin banyak pula yang memerlukan listrik. Untuk mencapai kebutuhan para penduduk tersebut, maka Indonesia harus memperbanyak pembangunan pembangkit dan membuatnya dengan kapasitas yang besar pula, agar bisa menyalurkan listrik tersebut kepada penduduk di Indonesia. Selain itu pula jika kita membangun pembangkit tidak lupa kita akan memikirkan tingkat kualitas dan efisiensinya agar disalurkan dengan baik.

Pembangkit juga tidak akan lepas dari suatu sistem jaringan pendistribusian, dimana pembangkit akan menghasilkan daya yang besar dan menyalirkannya melalui jaringan transmisi kemudian melalui distribusi hingga sampai ke beban. Penyaluran tersebutlah yang disebut dengan aliran daya. Pada jaringan distribusi juga memiliki jenis distribusi, salah satunya yaitu radial. Jenis distribusi radial banyak dipengaruhi oleh naik turunnya beban, maka dari itu, tugas akhir ini mengenai beban sensitif tegangan dimana beban yang berubah – ubah dipengaruhi oleh perubahan tegangan. Dalam penyelesaian aliran daya terdapat beberapa metode yaitu *Gauss*



Seidel, Newton Rapson, serta Fast – decoupled. Tetapi jika kita memakai jenis distribusi radial, maka metode tersebut tidak bisa dipakai untuk menghitung aliran daya yang mempertimbangkan beban sensitifnya. Oleh sebab itu diperlukan metode yang bisa menghitung aliran daya dengan handal dan mempunyai kesesuaian dengan sistem nyatanya yaitu Metode Langsung. Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mengambil nilai hasil dari aliran daya untuk membandingkannya, hasil yang di ambil dari referensi penelitian yang telah dilakukan yaitu oleh *Perhitungan Aliran Daya Menggunakan Metode Forward Backward Sweep dengan Beban Sensitif*. Saluza, Lydia. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. 2018. Dan *Analisa Aliran Daya Penyalang Harimau pada Gardu Induk Bukit Siguntang Menggunakan Metode Direct approach dan Software ETAP 7.5.0*. Rialdi, Muhammad Wiko. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. 2017.

Maka dari itu, penulis mengangkat judul tugas akhir yang berjudul, Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode Langsung dengan Mempertimbangkan Beban Sensitif Tegangan di Gardu Distribusi Tegangan Menengah.



1.2 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Perhitungan aliran daya dengan menggunakan metode langsung terhadap beban sensitif
2. Membandingkan hasil perhitungan aliran daya pada kondisi beban sensitif tegangan dengan menggunakan Metode Langsung dan Metode Forward Backward Sweep
3. Menganalisa aliran daya saat kondisi beban sensitif tegangan pada jaringan ditribusi radial tegangan menengah

1.3 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, yakni :

1. Bagaimana Proses perhitungan nilai tegangan, aliran daya dan rugi – rugi daya pada sistem jaringan distribusi dengan menggunakan metode langsung saat beban sensitif ?
2. Bagaimana proses pembaruan nilai P dan Q saat beban sensitif ?

1.4 Pembatasan Masalah

dalam perhitungan aliran daya banyak terjadinya permasalahan dan perbedaan, untuk mendapatkan hasil yang terarah maka ruang lingkup yang akan dianalisa dalam tugas akhir ini adalah :

1. Perhitungan aliran daya menggunakan metode langsung terhadap beban sensitif



-
2. Sistem jaringan distribusi radial tegangan menengah terletak pada penyulang Harimau Gardu Induk Bukit Siguntang.
 3. Membahas perhitungan tegangan dan rugi – rugi pada sisi distribusi primer
 4. Menganalisa dan memandangkan hasil aliran daya pada kondisi normal dan kondisi beban sensitif tegangan

1.5 Metodologi Penulisan

Metodologi dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Studi Literatur

Mempelajari materi mengenai tugas akhir ini melalui jurnal, artikel maupun internet, Serta buku – buku yang mencakup pembahasan tugas akhir ini.

2. Pengumpulan Data

Pegumpulan data yang diambil dari perusahaan yang akan digunakan pada tugas akhir ini.

3. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data, maka data tersebut akan diolah melalui proses perhitungan dengan metode langsung.

4. Menganalisa Data

Menganalisa aliran daya, tegangan dan rugi – rugi yang didapatkan dari hasil perhitungan aliran daya saat kondisi normal dan kondisi beban sensitif tegangan.

5. Metode Bimbingan/Konsultasi



Melakukan konsultasi dan diskusi dengan dosen pembimbing mengenai topik masalah tugas akhir ini.

6. Menarik Kesimpulan

Berisi kesimpulan yang dapat dari hasil perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan yang membahas tentang latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodeologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab yang membahas tentang dasar teori mengenai studi aliran daya sistem tenaga listrik radial

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dan menjelaskan perhitungannya, lokasi pengambilan data, dan tahapan Penulisan

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil data yang sudah dihitung secara manual dengan metode langsung terhadap beban sensitif Tegangan



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran – saran yang diambil dari analisa yang dilakukan

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hamdadi, Antonius. 2005. *Diktat Kuliah “Analisa Sistem Tenaga”*. Palembang : JurusanTeknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- [2] Pabla, A S. 1981. *Electric Power Distribution Systems*. New Delhi : Tata McGraw HillInternational Book Company.
- [3] Novialifiah, Rizka Winda , Adi Soeprijanto dan Rony Seto Wibowo. 2014. Skripsi :*Algoritma Aliran Daya untuk Sistem Distribusi Radial dengan Beban SensitifTegangan*. Surabaya : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri InstitutTeknologi Sepuluh November (ITS).
- [4] Rialdi, Muhammad Wiko. 2017. Skripsi :*Analisa Aliran Daya Penyulang Harimau padaGardu Induk Bukit Siguntang Menggunakan Metode Direct approach dan Software ETAP 7.5.0*. Palembang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UniversitasSriwijaya.
- [5] Saputra, Ade Riski. 2017. Skripsi :*Analisa Aliran Daya Penyulang Harimau pada Gardu Induk Bukit Siguntang Menggunakan Metode Z_{BR}& K-Matrik dan Software ETAP 7.5.0*. Palembang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

[6] Stevenson, William D.,Granger, Jhon J.. 1994. Power System Analysis. New York: McGraw-Hill International Edition

[7] Suhadi, dkk. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

[8] SPLN No. 72. 1987. *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. Jakarta : Perusahaan Listrik Negara