

**ANALISA PENGGUNAAN STS SISTEM DISTRIBUSI 20 KV
G.I SENGKALING MENGGUNAKAN
SOFTWARE PSCAD POWER SIMULATION**

SKRIPSI



Disusun oleh :

**YEROBEAM PISDON
NIM. 03.12.056**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE
IS CURRENTLY CONDUCTING AN INVESTIGATION
OF THE ACTS OF VIOLENCE COMMITTED
BY THE ORGANIZATION OF THE
BLACK PANTHER PARTY

MEMORANDUM

TO : DIRECTOR, FBI
FROM : SAC, NEW YORK
SUBJECT: [REDACTED]

RE: [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA PENGGUNAAN STS PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV
G.I SENGKALING MENGGUNAKAN
SOFTWARE PSCAD POWER SIMULATION**

SKRIPSI

***Disusun Dan Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk
Mencapai Gelar Sarjana Teknik Strata Satu***

Disusun oleh :
Yerobeam Pison
NIM : 03.12.056



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y. 101.8800.189

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700151

Dosen Pembimbing II

Bambang Prio H, ST, MT
NIP.Y. 1028400082

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yerobeam Pisdon

Nim : 0312056

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali ditentukan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, Saya bersedia menerima sanksinya.



Malang 28 Maret 2012

Yang Membuat Pernyataan

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Yerobeam Pisdon".

YEROBEAM PISDON

NIM : 0312056

ABSTRAK

ANALISA PENGGUNAAN *STS* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV G.I SENGKALING MENGGUNAKAN *SOFTWARE PSCAD POWER SIMULATION*

Yerobeam Pisdon, NIM : 03.12.056

Dosen Pembimbing : Ir. Taufik Hidayat, MT dan Bambang Prio H , ST, MT

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail:

Permasalahan kualitas daya telah menarik beberapa peneliti beberapa tahun belakangan ini. Salah satu masalah yang paling sering terjadi adalah gangguan berupa *voltage sags*. Alternatif yang paling efektif dan sering dipakeu untuk memperbaiki kondisi tersebut pada jaringan akibat adanya gangguan *voltage segs* adalah dengan menginjeksikan daya reaktif tambahan atau dengan kata lain memasang kompensator daya tambahan yang dibutuhkan oleh system disisi beban.

Tujuan utama dari makalah ini adalah untuk menilai dan mengevaluasi kinerja *Static Transfer Switch (STS)* untuk rekonfigurasi pengumpan. Ada dua jaringan pengumpan tertentu yaitu pilihan dan alternatif yang dipilih untuk studi simulasi pengumpan adalah (Penyulang Batu). Dari analisa pemasangan *STS* menggunakan *PSCAD /EMTDC power simulation* dapat dilihat bahwa tegangan dapat dikompensasi sampei $V = 0.988$ pu atau $V = 19.76$ kV.

Kata kunci: Kualitas daya, Rekonfigurasi Feeder, Penyulang batu, *Static Transfer Switch*, Beralih detetktif tegangan pada beban yang sensitif.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-NYA kami dapat menyelesaikan Penyusunan Skripsi ini yang merupakan syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro Konsentrasi Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak luput dari bantuan beberapa pihak yang terus memberi masukan dan dukungan. Pada kesempatan kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT, selaku Ketua Jurusan Elektro.
3. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT Selaku Dosen Pembimbing 1
4. Bapak Bambang Prio H, ST, MT, Selaku Dosen Pembimbing 2
5. Kedua Orang Tua untuk doa dan dukungannya selama ini
6. Seluruh Dosen Elektro Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang
7. Semua pihak yang telah mendukung skripsi ini.

Menyadari akan banyaknya kekurangan yang ada dalam penyusunan laporan maka kami menganggap bahwa laporan ini belumlah sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran sangat membantu guna mendapatkan hasil yang lebih baik.

Malang, Februari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | i |
| SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah | 2 |
| 1.5. Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 4 |
| | |
| BAB II LANDASAN TEORI | 5 |
| 2.1. Sistem Tenaga Listrik | 5 |
| 2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik | 5 |
| 2.3. Jaringan Pada Sistem Disteribusi Primer | 6 |
| 2.3.1. Jaringan Radial | 6 |
| 2.3.2. Jaringan Hantaran Penghubung (<i>Tie Line</i>) | 7 |
| 2.3.3. Jaringan Lingkar (<i>Loop</i>) | 7 |
| 2.3.4. Jaringan Spidel | 8 |
| 2.3.5. Sistem Gugus atau Sistem Kluser | 9 |
| 2.4. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah 380/220V) | 9 |
| 2.5. Kualitas Daya Elektrik | 11 |
| 2.5.1. Klasifikasi Kualitas Daya | 11 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.2. Kualitas Tegangan | 11 |
| 2.5.3. Gangguan Dalam Sistem Tenaga Listrik | 13 |
| 2.5.4. Variasi Tegangan | 14 |
| 2.5.5. Besar Jatuh Tegangan | 20 |
| 2.5.6. <i>Voltage Sags</i> Dan <i>Voltage Swell</i> | 20 |
| 2.5.7. Penyebab <i>Voltage Sags</i> | 21 |
| 2.5.8. Perhitungan Nilai <i>Voltage Sags</i> dan <i>Voltage Swell</i> Sitem | 22 |
| 2.6. Daya dalam Sistem Tenaga Listrik | 23 |
| 2.6.1. Daya Nyata (<i>Real Power</i>) | 23 |
| 2.6.3. Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>) | 23 |
| 2.6.4. Faktor Daya (<i>Power Factor</i>) | 24 |
| 2.7. Prinsip Dasar Konfigurasi Silang | 25 |
| 2.8. <i>Static Transfer Switch</i> | 27 |
| 2.8.1. Fungsi Dasar <i>Static Transfer Switch</i> | 28 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 30 |
| 3.1. Metodologi Penelitian | 30 |
| 3.2. <i>Flowchart</i> Kompensasi dalam PSCAD | 31 |
| 3.3. <i>Software PSCAD/EMTDC V 4.2 Power Simulation</i> | 32 |
| 3.4. Memulai <i>PSCAD/EMTDC Power Simulation</i> | 33 |
| 3.5. Bahan dan Alat yang Diperlukan | 35 |
| 3.6. Tempat Penelitian | 35 |
| BAB IV SIMULASI DAN ANALISA | 36 |
| 4.1. Simulasi | 36 |
| 4.1.1. <i>Single Line</i> Diagram Penyulang Batu | 37 |
| 4.1.2. Pemodelan <i>Single Line</i> Penyulang Batu dalm <i>PSCAD</i> | 38 |
| 4.1.3. Sumber Tga Fasa | 39 |
| 4.1.4. Trafo Tiga Fasa | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.5. Beban Fixed | 41 |
| 4.1.6. Gangguan Satu Fasa ke Tanah | 41 |
| 4.1.7. <i>Static Transfer Switch (STS)</i> | 42 |
| 4.1.8. Data Pembebanan Penyulang Batu..... | 43 |
| 4.1.9. Pemodelan <i>Single Line</i> Penyulang Batu Sebelum Pemasangan <i>STS</i> dalam <i>PSCAD</i> | 45 |
| 4.1.10. Hasil Simulasi Sebelum Injeksi <i>STS</i> pada $t = 0.2 \text{ s} - 0.5 \text{ s}$ | 46 |
| 4.1.11. Pemodelan <i>Single Line</i> Penyulang Batu Setelah Pemasangan <i>STS</i> dalam <i>PSCAD</i> | 47 |
| 4.1.12. Hasil Simulasi Sesudah Injeksi <i>STS</i> pada $t = 0.2 \text{ s} - 0.5 \text{ s}$ | 48 |
| 4.2. Analisa | 49 |
| | |
| BAB V PENUTUP | 50 |
| 5.1. Kesimpulan | 50 |
| 5.2. Saran. | 50 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |
| | |
| LAMPIRAN | 52 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.1. | Skema Jringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Distribusi Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan | 5 |
| Gambar 2.2. | Konfigurasi Jaringan Radial | 6 |
| Gambar 2.3. | Konfigurasi Jaringan Hantaran Penghubung | 7 |
| Gambar 2.4. | Konfigurasi Jaringan Loop | 8 |
| Gambar 2.5. | Konfigurasi Jaringan Spindel | 8 |
| Gambar 2.6. | Konfigurasi Jaringan Kluster | 9 |
| Gambar 2.7. | Hubungan Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah dan Konsumen | 10 |
| Gambar 2.8. | Aliran Daya Melalui Saluran Pendek | 12 |
| Gambar 2.9. | Perubahan Tegangan Sebagai Fungsi Aliran Daya Reaktif | 12 |
| Gambar 2.10. | Profil Tegangan Interupsi Sesaat pada Sisi Pemakai | 16 |
| Gambar 2.11. | Profil Variasi Tegangan rms Saat Terjadi Gangguan Fasa ke Tanah | 17 |
| Gambar 2.12. | Profil Tegangan karena Gangguan Fasa ke Tanah | 17 |
| Gambar 2.13. | Profil Tegangan (<i>sags</i>) karena adanya Gangguan pada Tempat yang Jauh | 18 |
| Gambar 2.14. | Profil kenaikan Tegangan pada dua Fasa karena adanya Gangguan Satu Fasa ke Tanah. | 19 |
| Gambar 2.15. | Ilustrasi <i>Voltage Sags</i> dan <i>Voltage Swell</i> | 20 |
| Gambar 2.16. | Ilustrasi <i>Voltage Sags</i> diatas menunjukkan suatu besaran rms <i>Voltage Sags</i> untuk suatu Peristiwa <i>Motor Starting</i> | 21 |
| Gambar 2.17. | Gambar Terjadinya <i>Voltage Sags</i> | 22 |
| Gambar 2.18. | Model Pembagi Tegangan untuk <i>Voltage Sags</i> dan <i>Voltage Swell</i> | 22 |

| | |
|---|----|
| Gambar 2.19. Segitiga Daya | 24 |
| Gambar 2.20. Struktur Dasar Silang | 25 |
| Gambar 2.21. Contoh Tegangan Output (Voul) dan Arus Input (I_SI dan I_S2) Selama Transfer antara Sumber - sumber di Fase Oposisi Tanpa Penambahan Delay | 27 |
| Gambar 2.22. Dasar Per Fase STS Pengaturan dua Pengumpan yang terpisah | 28 |
| | |
| Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Kompensasi Masalah dengan Simulasi menggunakan <i>PSCAD</i> | 31 |
| Gambar 3.2. Tampilan Utama <i>Software PSCAD/EMTDC Power Simulation</i> | 33 |
| Gambar 3.3. Tampilan <i>Master Library</i> | 34 |
| Gambar 3.4. Tampilan Model Utama | 34 |
| | |
| Gambar 4.1. <i>Single Line</i> Sistem Distribusi Penyulang batu | 37 |
| Gambar 4.2. Pemodelan Sistem <i>Single Line</i> penyulang Batu dalam <i>PSCAD</i> | 38 |
| Gambar 4.3. Pemodelan Sumber Tiga Fasa dalam <i>PSCAD</i> | 39 |
| Gambar 4.4. Pemodelan Trafo Tiga Fasa dalam <i>PSCAD</i> | 40 |
| Gambar 4.5. Pemodelan Beban <i>Fixed</i> | 41 |
| Gambar 4.6. Pemodelan Gangguan Satu Fasa ke Tanah | 41 |
| Gambar 4.7. Pemodelan <i>Static Transfer Switch (STS)</i> | 42 |
| Gambar 4.8. Pemodelan Sistem Sebelum Pemasangan <i>STS</i> | 45 |
| Gambar 4.9. Hasil Simulasi pada saat Gangguan Satu Fasa ke Tanah | 46 |
| Gambar 4.10. Pemodelan Sistem Sesudah Pemasangan <i>STS</i> | 47 |
| Gambar 4.11. Hasil Simulasi Setelah Gangguan Satu Fasa ke Tanah | 48 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1. Data Pembebanan Penyulang Batu | 44 |
| Tabel 4.2. Data Tegangan dan Aliran Daya Setelah Mengalami Gangguan Beban Lebih Selama $t = 0.2$ s sampei dengan $t = 0.5$ s | 47 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Gangguan tegangan merupakan suatu fenomena yang sering terjadi pada sistem tenaga terutama pada G.I Sengkaling, mulai dari sumber sampai ke pelanggan. Akibat dari gangguan tegangan antara lain disisi sumber bisa merusak sistem terutama pada trafo dayanya, sedangkan disisi konsumen bisa merusak peralatan- listrik yang sensitif terhadap gangguan. Oleh karena itu perlu adanya penanggulangan terhadap gangguan yang terjadi. Adapun tujuan penaggulangan tersebut adalah agar sistem dapat tetap beroperasi sampai pada batas tertentu saat terjadi gangguan. (J.W. Schwartzzenberg 1995).

Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah *voltage sags*. *Voltage Sags* merupakan penurunan tegangan *rms* sesaat berkisar antara 0.1 pu hingga 0.9 pu pada frekuensi daya dengan durasi antara 0.5 siklus hingga 1 menit. Gangguan tegangan ini dikarakteristikkan oleh perubahan besaran tegangan dalam durasi singkat yang dirasakan oleh konsumen. Sebagai efek yang dirasakan oleh konsumen sangat tergantung pada besaran tegangan selama terjadinya gangguan, lama terjadinya gangguan, dan sensitifitas dari peralatan konsumen. Penurunan tegangan yang singkat ini biasanya terjadi karena gangguan pada sistem, juga adanya enerjisasi beban-beban berat atau pengasutan motor induksi yang besar. Penelitian ini menganalisa kualitas tegangan dengan mereduksi gangguan berupa *voltage sags* pada sistem Gardu Induk Sengkaling Penyulang Batu. *STS* dirancang untuk mentransfer pasokan sumber tegangan AC satu fasa atau tiga fasa apabila terjadi beban lebih, *STS* dapat memberikan transfer cepat ke beban sensitif dengan alternatif sumber AC ketika sumber tegangan yang diinginkan gagal. selain menjadi cepat, transfer harus dilakukan dengan tidak paralel dengan sumber sehingga besarnya tegangan keluaran dari transformator daya dapat dikendalikan dan mampu meningkatkan kualitas tegangan pada konsumen (sisi terima) dan sumber (sisi kirim). Sehubungan dengan itu perlu adanya analisa yang tepat mengenai pengaruh gangguan pada tegangan tersebut, walaupun nilainya relatif kecil dan waktunya temporer namun *voltage sags* mengganggu kontinyuitas dan mempengaruhi kualitas penyaluran daya ke konsumen. Maka dari itu perlu adanya analisa dan pengontrolan tentang pengaruh gangguan tersebut supaya bisa digunakan sebagai acuan untuk menjaga keandalan penyaluran tenaga listrik di masa mendatang.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Gangguan tegangan merupakan salah satu fenomena yang sering terjadi pada sistem tenaga terutama pada (1) Sengkaling, mulai dari sumber sampai ke pelanggan. Akibat dari gangguan tegangan antara lain disini sumber bisa merasa sistem tenaga pada area dasarnya, sedangkan disini konsumen bisa merasa peralatan- listrik yang sensitif terhadap gangguan. Oleh karena itu perlu adanya penanganan terhadap gangguan yang terjadi. / Tujuan ujian penerapannya tersebut adalah agar sistem dapat tetap beroperasi sampai pada batas tertentu saat terjadi gangguan. (J.W. Schweitzer, 1997).

Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah *low voltage* yang merupakan penurunan tegangan yang sesaat berkisar antara 0,1 pu hingga 0,9 pu pada frekuensi daya dengan durasi antara 0,2 siklus hingga 1 menit. Gangguan tegangan ini dikarakteristikkan oleh perubahan besaran tegangan dalam durasi singkat yang dirasakan oleh konsumen. Sebagai *low voltage* yang dirasakan oleh konsumen sangat tergantung pada besaran tegangan selama terjadinya gangguan. Lama terjadinya gangguan, dan sensitifitas dari peralatan konsumen. Penurunan tegangan yang singkat ini biasanya terjadi karena gangguan pada sistem, juga adanya operasi beban-beban berat atau pengaliran motor induksi yang besar. Penelitian ini menganalisa kualitas tegangan dengan metodeksi gangguan berupa *low voltage* pada sistem Gardu Induk Sengkaling Panyawang Batas. SVS dirancang untuk mentransfer pasokan sumber tegangan AC satu fasa atau tiga fasa apabila beban telah SVS dapat memberikan transfer cepat ke beban sensitif dengan alternatif sumber AC ketika sumber tegangan yang diinginkan gagal, selain menjadi cepat, transfer harus dilakukan dengan tidak peduli dengan sumber sehingga besarnya tegangan keluaran dari transformator daya dapat dikendalikan dan mampu meningkatkan kualitas tegangan pada konsumen (sisi terima) dan sumber (sisi kirim). Sehubungan dengan itu perlu adanya analisa yang tepat mengenai pengaruh gangguan pada tegangan tersebut walaupun nilaiya relatif kecil dan waktunya temporer namun *low voltage* mengganggu kontinuitas dan mempengaruhi kualitas penyediaan daya ke konsumen. Maka dari itu perlu adanya analisa dan pengontrolan tentang pengaruh gangguan tersebut supaya bisa digunakan sebagai acuan untuk menjaga keandalan penyediaan tenaga listrik di masa mendatang.

Alternatif yang paling efektif dan sering dipakai untuk memperbaiki kondisi tersebut pada jaringan akibat adanya gangguan *voltage sags* adalah dengan menginjeksikan daya reaktif tambahan atau dengan kata lain memasang kompensator daya tambahan yang dibutuhkan oleh sistem disisi beban. Salah satu kompensator yang telah dibuat dan dipakai untuk menghadapi masalah ini adalah *Static Transfer Switch* (R.W. De Doncker 1995).

STS juga dapat mengkompensasi ketidakseimbangan tegangan, mereduksi tegangan kedip, mengontrol aliran daya dan mengurangi harmonisa. Keandalan dari sistem dapat dianalisa memakai simulasi-simulasi *software PSCAD power Simulation* kualitas daya yang spesifik dalam sistem distribusi. Namun dengan menggunakan STS dapat mengkompensasi masalah kualitas daya yang berbeda.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang timbul adalah:

1. Bagaimana memperbaiki kualitas tegangan
2. Bagaimana mereduksi gangguan *voltage segs*

1.3. Tujuan pembahasan

Adapun tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah untuk untuk mempertahankan profil tegangan pada Penyulang Batu G.I Sengkaling dengan menggunakan *STS* dalam *SOFTWARE PSCAD Power Simulation*.

1.4. Batasan masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas, maka ruang lingkup pembahasan adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan dan simulasi dilakukan dengan *software PSCAD Power Simulation*
- b. Studi dilakukan pada G.I. Sengkaling Penyulang Batu.
- c. Data diambil pada bulan November dan Desember 2011.
- d. Mekanisme kerja menggunakan *Static Transfer Switch* dalam perbaikan kualitas tegangan dengan mereduksi *voltage sags*.

1.5. Metodologi penelitian

Metode yang digunakan dalam penyelesaian skripsi ini antara lain:

1. Mencari topik yang akan dibahas dalam tugas akhir.
2. Konsultasi dengan pembimbing tugas akhir.
3. Pemahaman terhadap masalah yang akan dibahas.
4. Mencari bahan-bahan referensi sebagai sumber literatur.
5. Melakukan analisa lapangan pada subjek penelitian, sesuai dengan permasalahan yang dibahas.
6. Melakukan analisa berdasarkan hasil simulasi program *PSCAD Power Simulation*.
7. Menarik kesimpulan dari perbandingan sistem yang menggunakan alat kompensasi *STS* dan tanpa alat kompensasi *STS*.

Adapun sumber data yang digunakan sebagai bahan untuk menyusun skripsi ini meliputi:

1. Sumber data primer, yaitu sumber data yang berasal dari peninjauan langsung pada objek pengamatan.
2. Sumber data sekunder, yaitu sumber data yang berasal dari buku-buku referensi.
3. Dari *website* internet yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

1.6. Sistematika penulisan

Pembahasan dalam skripsi ini akan diuraikan dalam 5 bab. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi penguraian tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian dan Sistematika pembahasan yang akan dipaparkan dalam skripsi ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi penjelasan teori singkat sistem distribusi tenaga listrik secara umum beserta gangguan-gangguan yang biasa terjadi pada sistem distribusi G.I dan tentang *Static Transfer Switch (STS)*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang penjelasan tahapan yang dilakukan pada penelitian, bahan dan alat yang diperlukan serta tempat penelitian

BAB IV : SIMULASI DAN ANALISA

Menguraikan tentang hasil simulasi dan menganalisa hasil simulasi.

BAB V : KESIMPULAN

Merupakan bab terakhir yang memuat inti sari dari hasil pembahasan analisa dari hasil simulasi program *PSCAD* yang berisikan perbandingan dari penggunaan *STS* dan yang tanpa *STS*.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Tenaga Listrik.

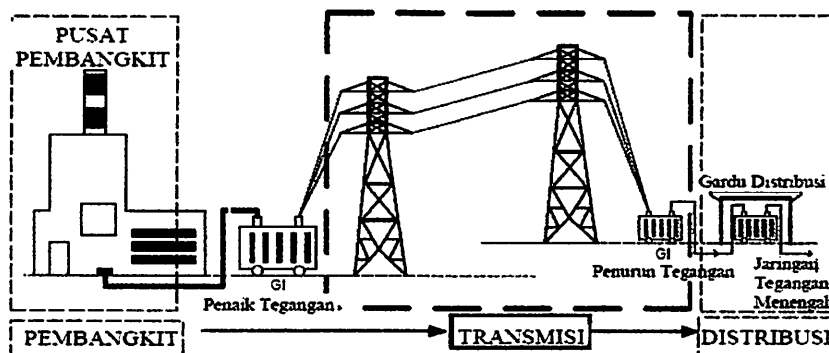
Sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem yang terpadu yang terbentuk oleh hubungan-hubungan peralatan dan komponen komponen listrik. Sistem tenaga listrik ini mempunyai peranan utama untuk menyalurkan energi listrik yang dibangkitkan oleh generator ke konsumen yang membutuhkan energi listrik tersebut.

Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian sub sistem yaitu :

1. Sistem pembangkitan : berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga sebagai prodaktor energi.
2. Sistem transmisi atau penyalur : berfungsi sebagai penyalur daya listrik dalam skala besar dari pembangkit ke bagian sistem distribusi.
3. Sistem distribusi dan beban : berfungsi sebagai distributor energi ke konsumen yang memerlukan energi tersebut.

2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.

Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk atau pembangkit tenaga ke konsumen melalui gardu distribusi.



Gambar 2.1

Skema Penyaluran Sistem Distribusi Tenaga Listrik

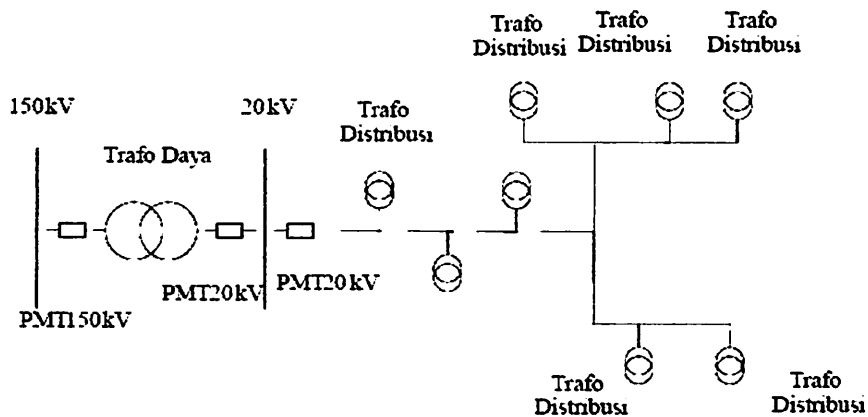
Tegangan sistem distribusi dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian besar, yaitu distribusi primer (20KV) dan distribusi sekunder (380/220V). Jaringan distribusi 20KV sering disebut Sistem Distribusi Tegangan Menengah dan jaringan distribusi 380/220V sering disebut jaringan distribusi sekunder atau disebut Jaringan Tegangan Rendah 380/220V.

2.3. Jaringan Pada Sistem Distribusi Primer.

Jaringan Pada Sistem Distribusi tegangan menengah (Primer, 20KV) dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu Jaringan Radial, Jaringan hantaran penghubung (*Tie Line*), Jaringan Lingkaran (*Loop*), Jaringan Spindel dan Sistem Gugus atau Kluster.

2.3.1. Jaringan Radial.

Sistem distribusi dengan pola Radial seperti Gambar 2.2 Adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial.



Gambar 2.2

Konfigurasi Jaringan Radial

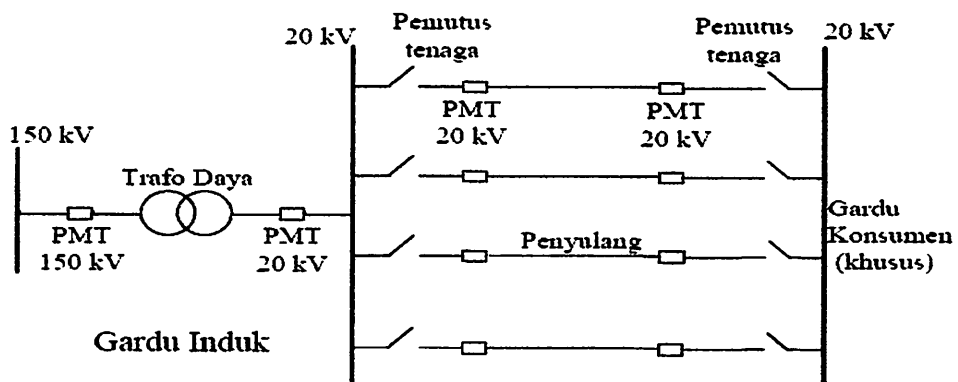
Dalam penyulang tersebut dipasang gardu-gardu distribusi untuk konsumen. Gardu distribusi adalah tempat dimana trafo untuk konsumen dipasang. Bisa dalam bangunan beton atau diletakan diatas tiang. Keuntungan dari sistem ini adalah sistem ini tidak rumit dan lebih murah dibanding dengan sistem yang lain.

Namun keandalan sistem ini lebih rendah dibanding dengan system lainnya. Kurangnya keandalan disebabkan karena hanya terdapat satu jalur utama yang

menyuplai gardu distribusi, sehingga apabila jalur utama tersebut mengalami gangguan, maka seluruh gardu akan ikut padam. Kerugian lain yaitu mutu tegangan pada gardu distribusi yang paling ujung kurang baik, hal ini dikarenakan jatuh tegangan terbesar ada diujung saluran.

2.3.2. Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line).

Sistem distribusi Tie Line seperti Gambar 2.3. digunakan untuk pelanggan penting yang tidak boleh padam (Bandar Udara, Rumah Sakit, dan lainlain).



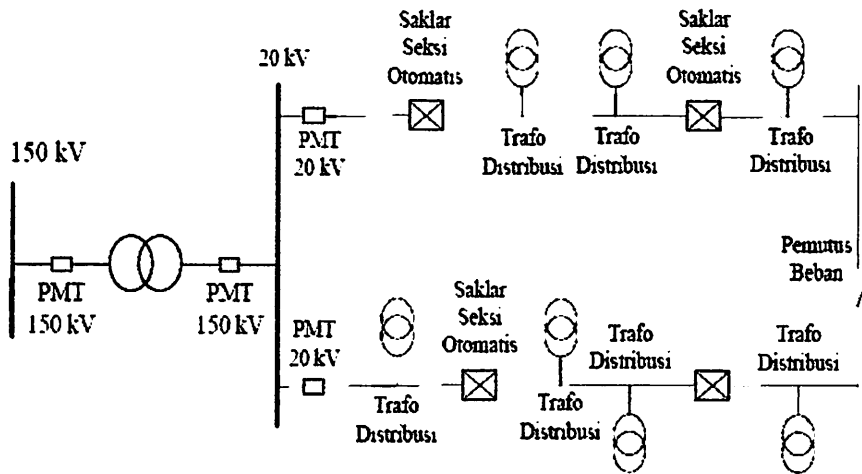
Gambar 2.3

Konfigurasi Jaringan Hantaran Penghubung

Sistem ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan Automatic Change Over Switch / Automatic Transfer Switch, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut sehingga bila salah satu penyulang mengalami gangguan maka pasokan listrik akan di pindah ke penyulang lain.

2.3.3. Jaringan Lingkar (Loop).

Pada Jaringan Tegangan Menengah Struktur Lingkaran (Loop) seperti Gambar 2.4. dimungkinkan pemasokannya dari beberapa gardu induk, sehingga dengan demikian tingkat keandalannya relatif lebih baik.

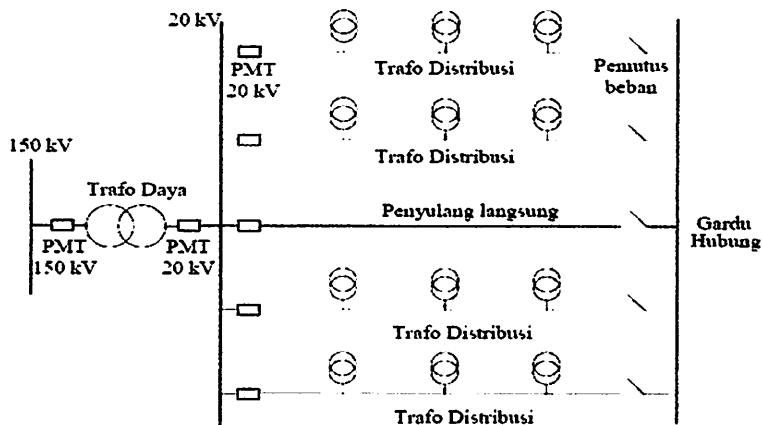


Gambar 2.4.

Konfigurasi Jaringan Loop

2.3.4. Jaringan Spindel.

Sistem Spindel seperti pada Gambar 2.5. adalah suatu pola kombinasi jaringan dari pola Radial dan Ring. Spindel terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH).



Gambar 2.5

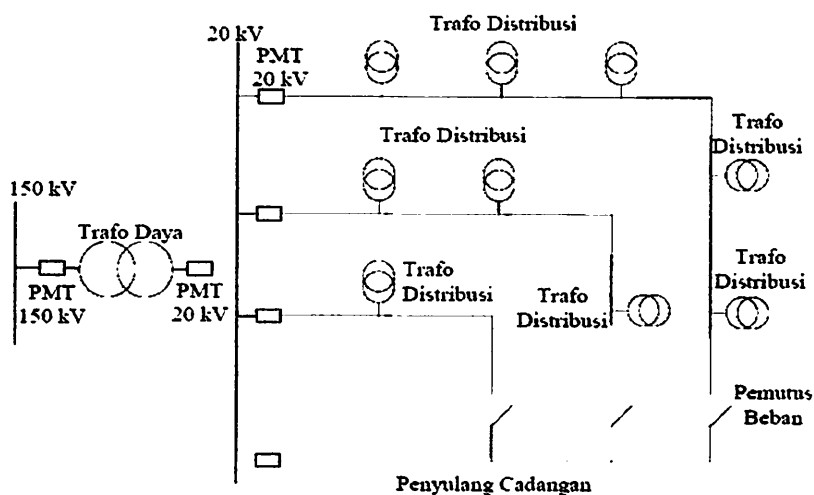
Konfigurasi Jaringan Spindel

Pada sebuah spindel biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan (express) yang akan dihubungkan melalui gardu hubung. Pola Spindel biasanya digunakan pada jaringan tegangan menengah (JTM) yang menggunakan kabel tanah/saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM).

Namun pada pengoperasiannya, sistem Spindel berfungsi sebagai sistem Radial. Di dalam sebuah penyulang aktif terdiri dari gardu distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan tegangan kepada konsumen baik konsumen tegangan rendah (TR) atau tegangan menengah (TM).

2.3.5. Sistem Gugus atau Sistem Kluster.

Konfigurasi Gugus seperti pada Gambar 2.6. banyak digunakan untuk kota besar yang mempunyai kerapatan beban yang tinggi. Dalam sistem ini terdapat Saklar Pemutus Beban, dan penyulang cadangan.



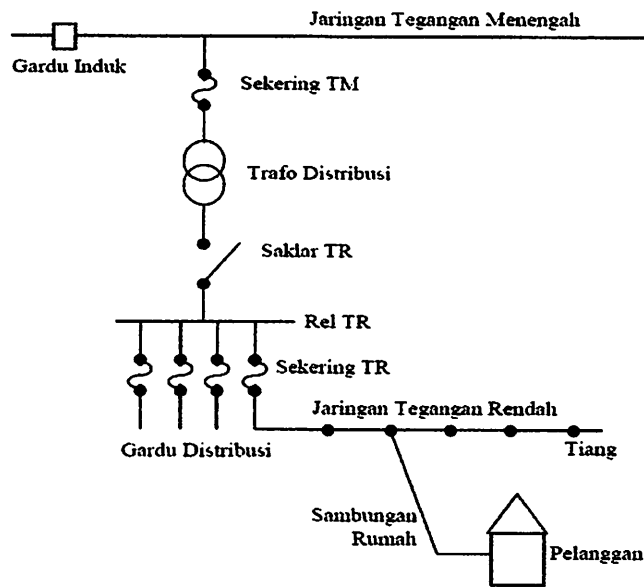
Gambar 2.6

Konfigurasi Jaringan kluster

Dimana penyulang ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salah satu penyulang konsumen maka penyulang cadangan inilah yang menggantikan fungsi suplai kekonsumen.

2.4. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah 380/220V).

Sistem distribusi sekunder seperti pada Gambar 2.7. merupakan salah satu bagian dalam sistem distribusi, yaitu mulai dari gardu trafo sampai pada pemakai akhir atau konsumen.



Gambar 2.7

Hubungan tegangan menengah ke tegangan rendah dan konsumen

Melihat letaknya, sistem distribusi ini merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan konsumen, jadi sistem ini selain berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya (trafo distribusi), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. Mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan.

Jatuh tegangan pada sistem distribusi mencakup jatuh tegangan pada :

1. Penyulang Tegangan Menengah (TM).
2. Transformator Distribusi.
3. Penyulang Jaringan Tegangan Rendah.
4. Sambungan rumah.
5. Instalasi rumah.

Jatuh tegangan adalah perbedaan tegangan antara tegangan kirim dan tegangan terima karena adanya impedansi pada penghantar. Maka pemilihan penghantar (penampang penghantar) untuk tegangan menengah harus diperhatikan. Jatuh tegangan yang di-ijinkan tidak boleh lebih dari 5% ($\Delta V \geq 5\%$). Secara umum ΔV dibatasi sampai dengan 3,5%.

Skripsi ini akan mengambil studi pada sistem distribusi tenaga listrik di wilayah PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Cabang Area Pelayanan Malang Unit Pelayanan dan Jaringan Batu. Area Kota Batu disuplai oleh satu buah gardu induk (GI).

Gardu Induk tersebut terdiri beberapa penyulang yang berfungsi untuk mensuplai daya listrik ke saluran pelanggan listrik. Satu buah Gardu Induk yang mensuplai kebutuhan tenaga listrik untuk Kota Batu adalah Gardu Induk Sengkaling.

2.5. Kualitas Daya Elektrik

2.5.1. Klasifikasi Kualitas Daya

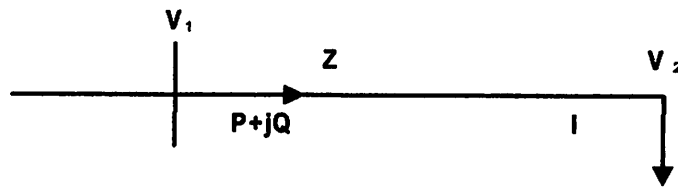
Istilah kualitas daya digunakan secara luas dalam fenomena elektromagnetik pada sistem daya. Peningkatan penggunaan peralatan elektronika telah memberikan keinginan yang sangat tinggi dalam menganalisis kualitas sistem dengan pengembangan terminologi khusus untuk menggambarkan fenomena tersebut.

Dengan semakin tingginya biaya atau tarif listrik, maka tuntutan keandalan kualitas daya listrik menjadi pertimbangan utama. Kualitas daya listrik sangat dipengaruhi oleh penggunaan jenis-jenis beban tertentu, salah satunya pemakaian beban non linier. Dengan adanya pengoperasian beban seperti ini maka akan menghasilkan kualitas tegangan yang buruk dan dampaknya mempengaruhi kualitas daya, sehingga menimbulkan banyak kerugian-kerugian. Untuk mendapatkan kualitas tenaga listrik yang baik, maka perlu dilakukan langkah-langkah perbaikan kualitas daya, yaitu dengan cara melakukan audit *power quality* guna menentukan langkah-langkah serta upaya yang tepat untuk mengurangi kualitas tegangan yang buruk, contohnya dengan menggunakan alat kompensasi. Sehingga kerugian dapat diminimalkan agar kualitas tenaga listrik dapat optimal sehingga kontinuitas pelayanan semakin terjaga.

2.5.2. Kualitas Tegangan

Keseimbangan daya reaktif yang dihasilkan dan digunakan harus dapat dipertahankan agar tidak terjadi perubahan tegangan. Bila besaran tegangan ini mengalami perubahan, maka daya reaktif pada simpul tersebut tidak dapat dipertahankan lagi. Ini perlu aliran daya reaktif pada sistem.

Dari gambar dibawah ini terlihat bahwa pembangkit memberikan daya sebesar $P+jQ$ ke beban. Misalkan R dianggap jauh lebih kecil dari X , maka resistansi saluran dapat diabaikan. Sehingga impedansi saluran dituliskan $Z = jX$.



Gambar 2.8

Aliran Daya Melalui Saluran Pendek

Jatuh tegangan yang terjadi sepanjang saluran disebabkan oleh adanya impedansi sehingga hubungan yang terjadi :

$$V_2 = V_1 - I.Z$$

Karena daya yang mengalir pada simpul I adalah $P + jQ$, maka :

$$I = \frac{P + jQ}{V_1^*}$$

Jika V_1 dipilih sebagai referensi maka dapat dianggap mempunyai sudut nol maka persamaan menjadi :

$$I = \frac{P - jQ}{V_1}$$

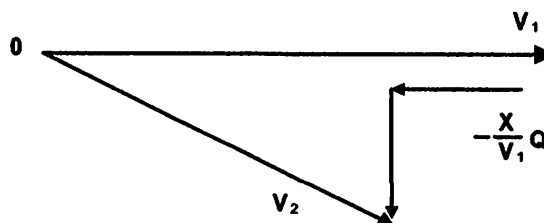
Substitusi persamaan (2.3) ke persamaan (2.1) diperoleh :

$$V_2 = V_1 - \left(\frac{P - jQ}{V_1} \right).Z$$

$$V_2 = V_1 - \left(\frac{jXP}{V_1} + \frac{XQ}{V_1} \right)$$

$$V_2 = V_1 - \frac{X}{V_1}Q - j\frac{X}{V_1}P$$

Persamaan diatas dapat dilihat dalam bentuk gambar sebagai berikut :



Gambar 2.9

Perubahan Tegangan Sebagai Fungsi Aliran Daya Reaktif

Dari persamaan diatas dapat dijelaskan :

1. Perubahan daya aktif ΔP pada dasarnya hanya mempengaruhi sudut fasa tegangan sedangkan magnitudo tegangan hampir tidak berubah.
2. Perubahan daya reaktif ΔQ pada dasarnya hanya mempengaruhi magnitudo tegangan [V] dan hampir tidak berpengaruh pada sudut fasa tegangan.

2.5.3. Gangguan Dalam Sistem Tenaga Listrik

Pada dasarnya gangguan dalam sistem distribusi tenaga listrik dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu gangguan yang bersifat sementara dan yang bersifat permanen, gangguan yang bersifat sementara atau *temporary* biasanya hanya terjadi dalam waktu yang sebentar, kemudian normal kembali. Sehingga apabila terjadi gangguan sementara maka diusahakan tidak sampai trip pada sistem secara keseluruhan, karena menyangkut kontinuitas pelayanan ke beban.

Secara umum jenis gangguan yang dapat terjadi dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu:

- a. Gangguan shunt :
 1. Gangguan tiga fasa (3ϕ).
 2. Gangguan line to line (L-L).
 3. Gangguan double line to ground (2L-G).
 4. Gangguan single line to ground (SL-G).
- b. Gangguan seri :
 1. Gangguan satu saluran terbuka.
 2. Gangguan dua saluran terbuka.
 3. Impedansi seri tak seimbang.
- c. Gangguan simultan, merupakan dua jenis gangguan yang terjadi pada waktu yang bersamaan, berupa :
 1. Untuk menganalisa gangguan pada rangkaian tiga fasa seimbang, maka menganalisanya dapat diselesaikan secara langsung dengan menggunakan rangkaian setara fasa tunggal.
 2. Gangguan hubung singkat tak simetris.

Hampir semua gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik adalah merupakan gangguan tidak simetri. Gangguan tidak simetri ini terjadi sebagai akibat dari gangguan satu fasa ke tanah, gangguan antar fasa atau gangguan dua fasa ke tanah.

Selain itu gangguan pada kualitas daya elektrik dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Transien tegangan lebih : Transien tegangan lebih ini berupa transien implus yang disebabkan oleh sambaran petir dan transien osilasi disebabkan oleh energisasi kapasitor bank, energisasi saluran dan Transformator.
2. Gangguan variasi tegangan : gangguan variasi tegangan ini disebabkan pengasutan motor mengakibatkan terjadinya tegangan seperti *voltage Dip*, *Swell* dan interupsi.
3. Distorsi harmonisa : Harmonisa ini muncul sebagai akibat dari beroperasinya beban nonlinier satu fasa dan harmonisa ketiga serta beban nonlinier tiga fasa.
4. Fluktuasi tegangan : Gangguan ini disebabkan oleh adanya flicker dan gangguan tidak seimbang.

2.5.4. Variasi Tegangan.

Variasi tegangan dibagi dalam dua kategori yaitu variasi tegangan dalam durasi pendek dan durasi panjang. Gangguan hubung singkat merupakan gangguan yang dominan dari variasi tegangan yang berdurasi pendek. Sedangkan gangguan dalam durasi panjang umumnya sebagai akibat dari perubahan pada konfigurasi sistem daya, seperti penyambungan beban-beban besar atau pengoperasian peralatan regulasi tegangan yang tidak sesuai. Beberapa kejadian seperti pengasutan langsung motor-motor berbeban besar yang dapat menimbulkan variasi tegangan yang bisa dikategorikan sebagai variasi tegangan durasi pendek atau panjang, sangat tergantung dari waktu yang digunakan untuk mengasut motor hingga mencapai kecepatannya. Motor induksi akan menarik arus sebesar 6 hingga 10 kali arus beban penuhnya selama pengasutan. Jika besaran arus relatif lebih besar dari arus gangguan yang terjadi pada sistem pada titik tertentu, maka akan mengakibatkan tegangan sags yang signifikan. Dalam kasus ini tegangan sags tiba-tiba menurun hingga 80 % dan kemudian secara perlahan kembali ke besaran normal dalam waktu tiga detik .

Variasi tegangan dan interupsi sulit dicegah pada sistem daya, karena hal ini terjadi selama terjadinya gangguan pada sistem daya. Karena gangguan ini tidak mungkin diselesaikan secara menyeluruh sehingga variasi tegangan akan selalu muncul.

1. Variasi tegangan durasi panjang.

Variasi tegangan dalam durasi lama dapat berupa tegangan lebih (*Over Voltage*) atau tegangan rendah (*Under Voltage*). Kedua kondisi ini pada umumnya bukan sebagai

akibat dari gangguan sistem, akan tetapi disebabkan oleh variasi beban pada sistem dan sistem operasi pensaklaran (*switching*). Variasi tegangan ini dinyatakan dalam besaran tegangan *rms* terhadap waktu.

a. Tegangan lebih (*Over Voltage*).

Tegangan lebih merupakan kenaikan nilai tegangan *rms* yang lebih besar dari pada 110 % dalam durasi yang lebih dari 1 menit. Tegangan lebih pada umumnya sebagai akibat dari *switching* beban (pelepasan beban yang besar atau energisasi kapasitor bank). Tegangan lebih juga terjadi karena sistem tidak mampu (lemah) terhadap regulasi tegangan atau pengaturan tegangan yang tidak sesuai. Penyetingan tap transformator yang tidak sesuai dapat juga menyebabkan terjadinya tegangan lebih pada sistem.

b. Tegangan rendah (*Under Voltage*).

Tegangan rendah merupakan penurunan nilai tegangan *rms* lebih kecil dari 90 % dalam durasi waktu yang lebih dari 1 menit. Tegangan rendah sebagai akibat adanya pensaklaran masuk beban atau pelepasan kapasitor bank hingga peralatan regulasi tegangan pada sistem mengembalikan tegangan ke batas toleransi yang diperbolehkan. Sirkuit yang terbeban lebih dapat menyebabkan terjadinya tegangan rendah.

c. Interupsi permanen.

Apabila tegangan suplai mencapai nilai nol dan berlangsung dalam waktu melebihi 1 menit, variasi tegangan dalam durasi panjang dipandang sebagai interupsi bertahan. Interupsi tegangan yang melebihi 1 menit biasanya merupakan gangguan yang permanen dan membutuhkan intervensi manusia dalam pemulihannya.

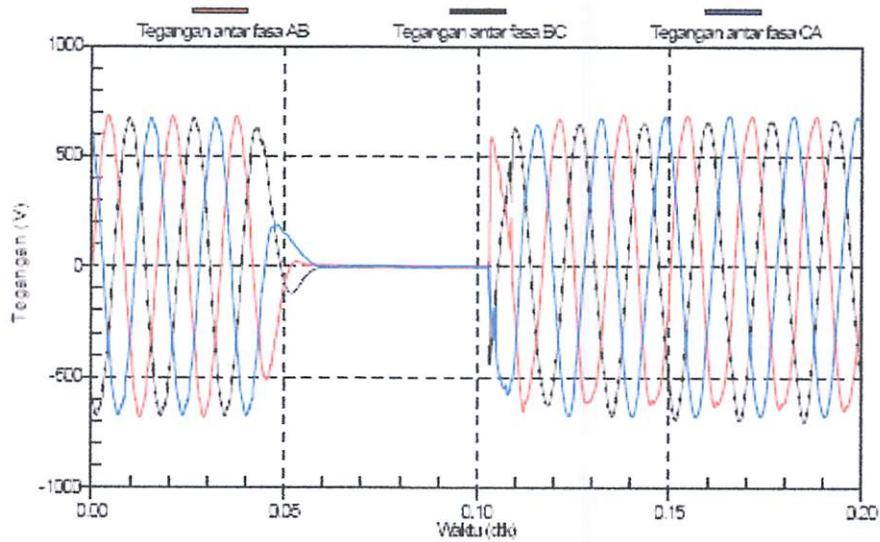
2. Variasi tegangan durasi pendek.

Variasi tegangan durasi pendek disebabkan oleh kondisi gangguan, energisasi beban besar yang membutuhkan arus awal yang besar, atau terjadinya kehilangan sambungan sementara pada pengawatan sistem. Tergantung dari lokasi gangguan dan kondisi sistem, gangguan ini dapat berupa jatuh tegangan temporer (*sags*) atau kenaikan tegangan (*swell*), atau terjadi kehilangan tegangan sama sekali (interupsi). Lokasi gangguan bisa dekat atau jauh dari titik yang ditinjau. Dalam kasus lain dampak pada tegangan selama terjadinya kondisi gangguan yang sebenarnya adalah variasi dalam durasi yang singkat hingga peralatan proteksi memulihkan gangguan.

a. Interupsi.

Suatu interupsi terjadi ketika tegangan suplai atau arus beban mengalami penurunan hingga dibawah 0,1 pu dalam periode waktu yang tidak melebihi satu menit. Interupsi dapat terjadi karena adanya gangguan sistem, kegagalan peralatan dan tidak

berfungsinya alat kontrol. Interupsi diukur dengan durasi waktu karena besaran tegangan selalu lebih kecil dari 10% tegangan nominal. Durasi suatu interupsi yang disebabkan gangguan pada sistem utylity ditentukan waktu operasi dari peralatan proteksi utility.



Gambar. 2.10

Profil Tegangan Interupsi Sesaat pada Sisi Pemakai

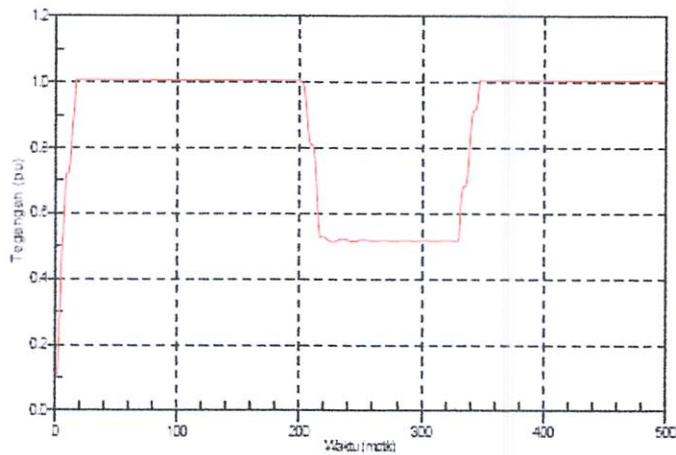
Penutupan sesaat (*instantaneous reclosing*) umumnya akan membatasi interupsi yang disebabkan oleh gangguan tidak permanen lebih kecil dari 30 siklus. Penundaan penutupan dari peralatan proteksi dapat menyebabkan interupsi temporer. Durasi interupsi yang disebabkan oleh gagal berfungsinya peralatan atau kehilangan koneksi bisa tidak tentu.

Beberapa interupsi terjadi setelah terlebih dahulu adanya penurunan tegangan (*sags*) dan interupsi seperti ini terjadi karena adanya gangguan pada sistem sumber. Penurunan tegangan terjadi antara waktu awal gangguan dan waktu beroperasinya peralatan proteksi.

b. Penurunan Tegangan (*Sags*).

Penurunan tegangan (*sags*) merupakan penurunan tegangan *rms* sesaat berkisar antara 0.1 pu hingga 0.9 pu pada frekuensi daya dengan durasi antara 0.5 siklus hingga 1 menit. Variasi tegangan seperti penurunan tegangan dan interupsi tegangan temporer merupakan dua masalah kualitas daya yang sangat penting bagi konsumen. Konsumen mengerti bahwa interupsi tidak dapat dicegah secara menyeluruh pada sistem daya, namun konsumen tidak memberikan sedikit toleransi terhadap peristiwa ini bila terjadi

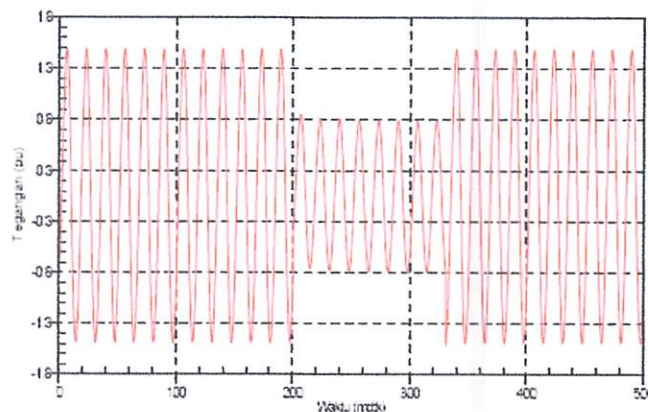
kegagalan operasi dari peralatannya dengan adanya gangguan temporer yang sering terjadi hingga terjadi pemadaman. Gangguan tegangan ini dikarakteristikan oleh perubahan besaran tegangan dalam durasi singkat yang dirasakan oleh konsumen. Sebagai efek yang dirasakan oleh konsumen sangat tergantung pada besaran tegangan selama terjadinya gangguan, lama terjadinya gangguan, dan sensitifitas dari peralatan konsumen. Penurunan tegangan biasanya terjadi karena gangguan pada sistem, juga adanya enerjisasi beban-beban berat atau pengasutan motor induksi yang besar. Gambar 2.11 berikut ini memperlihatkan variasi penurunan tegangan yang disebabkan oleh gangguan fasa ke tanah (SLG) pada feeder lain di *substasion* yang sama.



Gambar. 2.11

Profil Variasi Tegangan RMS Saat Terjadi Gangguan Fasa ke Tanah

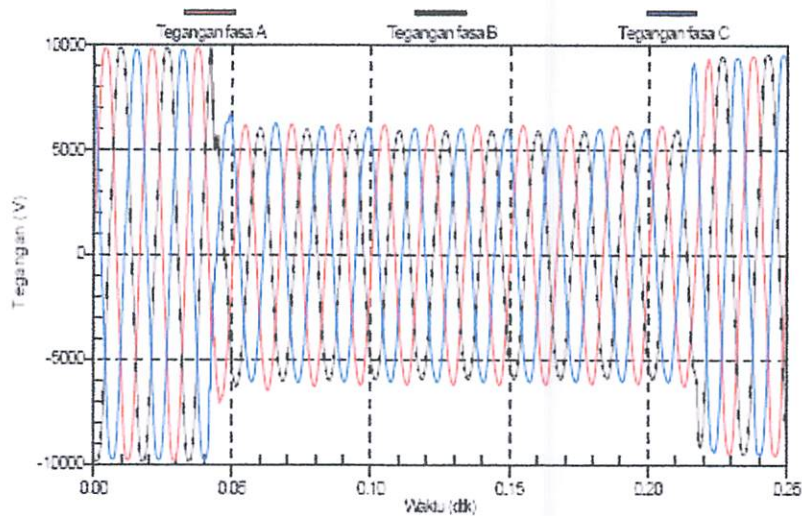
Gambar dibawah memperlihatkan profil penurunan tegangan karena adanya gangguan fasa ke tanah yang berlangsung sekitar 125 mdetik.



Gambar. 2.12

Profil Tegangan karena Gangguan Fasa ke Tanah

Penurunan tegangan juga dibagi dalam tiga kategori, yaitu penurunan tegangan sesaat, penurunan tegangan sementara dan penurunan tegangan temporer. Gambar 2.13 berikut ini memperlihatkan profil penurunan tegangan yang disebabkan oleh gangguan yang terjadi pada lokasi yang jauh.



Gambar. 2.13

Profil tegangan (*sags*) karena adanya gangguan pada tempat yang jauh

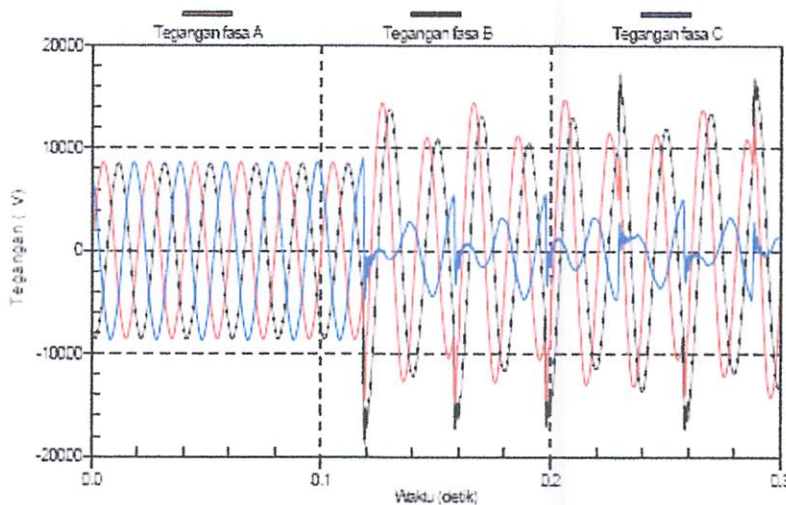
c. Kenaikan Tegangan (*Swell*)

Durasi kenaikan tegangan terbagi dalam tiga kategori yaitu sesaat (*instantaneous*), sementara (*momentary*), dan temporer (*temporary*) yang juga terbagi dalam kategori interupsi (*interruptions*) kenaikan tegangan (*swells*). Kenaikan tegangan (*swell*) didefinisikan sebagai kenaikan tegangan atau arus *rms* antara 1.1 pu hingga 1.8 pu pada frekuensi daya selama durasi waktu 0.5 siklus hingga 1 menit. Seperti halnya penurunan tegangan, kenaikan tegangan biasanya berhubungan dengan kondisi gangguan sistem, tetapi tidak umum seperti kenaikan tegangan. Suatu hal yang bisa dilihat bahwa kenaikan tegangan dapat terjadi karena kenaikan tegangan temporer pada fasa yang tidak mengalami gangguan selama terjadinya gangguan satu fasa ke tanah (*SLG*). Kenaikan tegangan juga dapat terjadi karena adanya pelepasan beban yang besar (*switch off*) atau energisasi suatu kapasitor bank yang besar

Kenaikan tegangan dikarakteristikan oleh besaran nilai *rms* dan durasi waktunya. Karakteristik dari penurunan tegangan selama kondisi gangguan merupakan fungsi dari lokasi gangguan, impedansi sistem, dan pentanahan. Pada sistem yang tidak ditanahkan, dengan impedansi urutan nol yang tak terbatas, tegangan fasa ke tanah pada

fasa yang tidak ditanahkan menjadi 1.73 per-unit selama gangguan satu fasa ke tanah. Kenaikan tegangan sesaat kurang umum dibandingkan penurunan tegangan sesaat dan besarnya tidak terlalu tinggi. Penyebab yang paling umum munculnya kenaikan tegangan karena kondisi gangguan satu fasa ke tanah. Selama gangguan satu fasa ke tanah, tegangan pada fasa yang tidak terganggu akan mengalami kenaikan tegangan sehubungan adanya impedansi urutan nol. Pada sistem yang tidak ditanahkan, tegangan pada fasa yang tidak mengalami gangguan dapat meningkat hingga 173%. Pada hampir sebagian besar sistem, kenaikan tegangan lebih kecil dari 144%. Kenaikan tegangan dapat di kontrol oleh transformator tegangan konstan. Saluran daya aktif dengan elemen seri dapat juga mengontrol kenaikan tegangan.

Pendekatan terhadap gardu induk (*substation*) pada sistem yang ditanahkan, akan ada tegangan kecil atau sama sekali tidak ada tegangan yang muncul pada fasa yang tidak terjadi gangguan karena transformator substation biasanya terkoneksi delta-wye, yang memberikan alur impedansi urutan nol yang rendah untuk arus gangguan. Gangguan pada titik yang berbeda sepanjang 4 kawat, feeder dengan multi pentanahan akan mempunyai variasi derajat kenaikan tegangan pada fasa yang tidak terganggu. Gambar 2.14 berikut ini memperlihatkan profil kenaikan tegangan yang terjadi pada fasa yang tidak terganggu pada gangguan satu fasa ke tanah pada suatu feeder distribusi.



Gambar. 2.14

Profil kenaikan tegangan pada dua fasa
karena adanya gangguan satu fasa ke tanah

2.5.5. Besar Jatuh Tegangan (*Drop Voltage*).

Jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan distribusi 20 kV diakibatkan oleh nilai resistansi dan reaktansi dari saluran. Jatuh tegangan pada sistem distribusi mencakup jatuh tegangan pada:

- Penyulang utama 7%.
- Trafo distribusi 4%.
- JTR 5%.
- Sambungan Rumah 2%.

Sesuai dengan definisi, jatuh tegangan adalah :

$$\Delta V = V_k - V_t$$

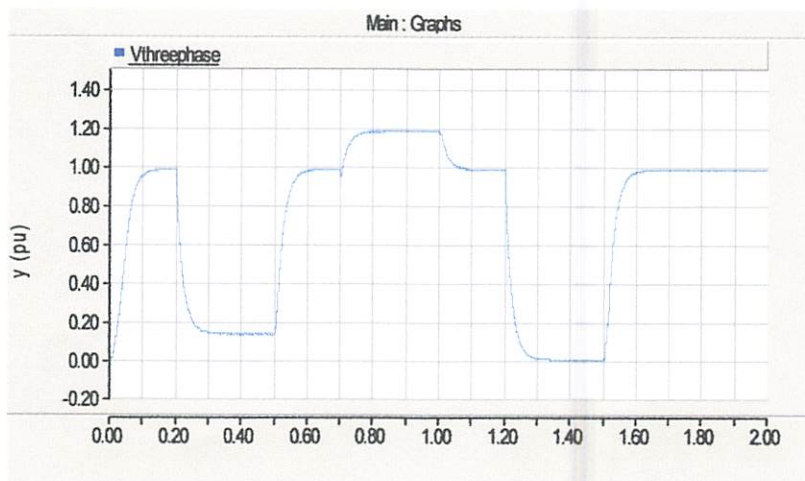
Dengan,

V_k = nilai mutlak tegangan ujung kirim.

V_t = nilai mutlak tegangan ujung terima.

2.5.6. *Voltage Sags* dan *Voltage Swell*.

Kebutuhan akan energi listrik yang terus berkembang menghendaki suatu kontinuitas pencatutan dan juga memerlukan kualitas dari bentuk tegangannya. Gangguan terhadap tegangan yang biasa terjadi antara lain, *voltage sags*, *voltage swell*, fluktuasi tegangan, harmonisa, dan juga ketidakseimbangan tegangan. Gangguan yang sangat berpengaruh pada kualitas tegangan adalah *Voltage Sags* dan *Voltage Swell*.



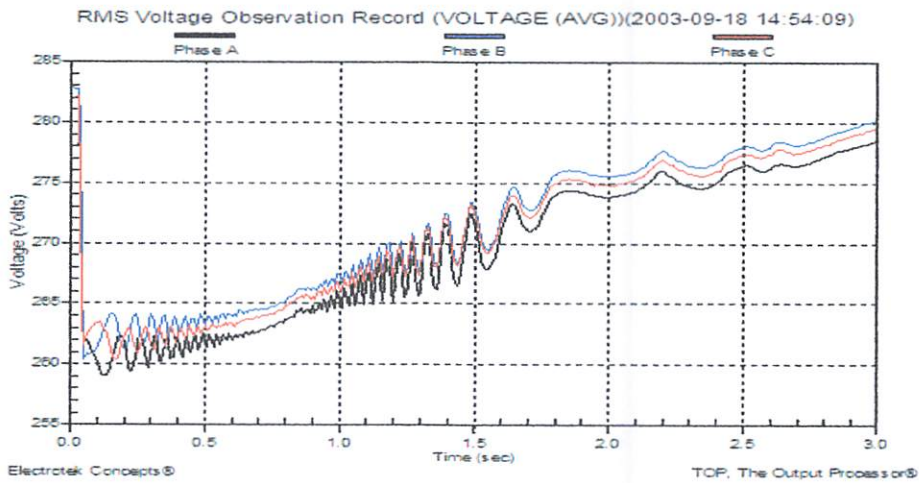
Gambar. 2.15

Ilustrasi *Voltage Sags* dan *Voltage Swell*

2.5.7. Penyebab *Voltage Sags*.

Voltage sags atau *voltage dip* merupakan penurunan tegangan pada frekuensi daya antara 0.1 dan 0.9 pu selama durasi waktu dari 0.5 *cycles* hingga 1 menit yang disebabkan oleh :

1. Starting beban-beban yang besar seperti motor listrik, dimana hal ini akan menghasilkan perubahan yang cepat dari tegangan.



Gambar 2.16

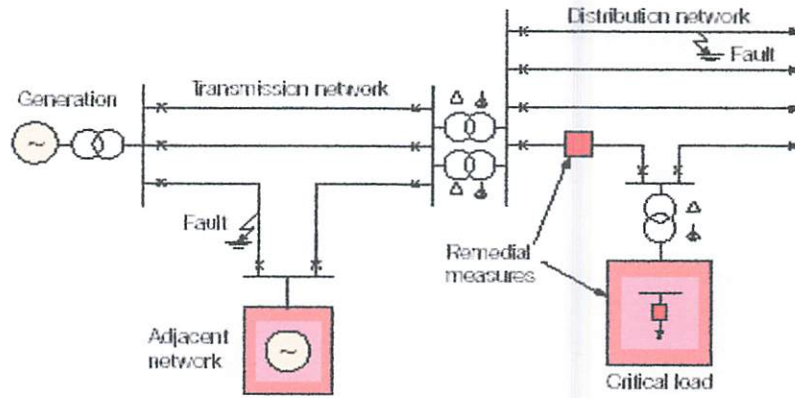
Ilustrasi *voltage sags* Gambar di atas menunjukkan suatu besaran rms *voltage sags* untuk suatu peristiwa *motor starting*.

2. Saat de-energisasi kapasitor.
3. Gangguan hubung singkat.
4. Pengoperasian pemanas elektrik.
5. Umumnya karena adanya kehilangan koneksi.

Besaran *voltage sags* tergantung pada :

1. Lokasi gangguan.
2. Tipe gangguan: satu-, dua- atau tiga-fasa; ditanahkan atau tidak ditanahkan.
3. Impedansi gangguan / resistansi.

Terjadinya *voltage sags* akibat *fault* dapat diilustrasikan pada Gambar 2.15

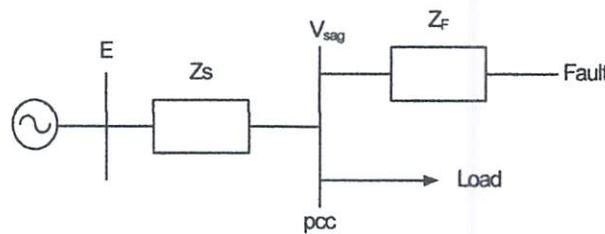


Gambar. 2.17

Gambaran Terjadinya *Voltage Sags*

2.5.8. Perhitungan Nilai *Voltage Sags* dan *Voltage Swell* Sistem.

Untuk menghitung besaran *voltage sags* dan *voltage swell* pada sistem radial dapat dilihat pada contoh model yang ditunjukkan pada Gambar 2.16



Gambar. 2.18

Model Pembagi Tegangan untuk *Voltage Sags* dan *Voltage Swell*

Dari Gambar 2.16 di atas dilihat adanya 2 impedansi yaitu; Z_s (impedansi sumber pada titik kopling bersama) dan Z_F (impedansi antara titik kopling bersama dan gangguan). Titik kopling bersama (*point of common coupling* atau PCC) adalah titik dimana cabang-cabang arus beban dalam posisi off dari arus gangguan. Jadi besaran kedip tegangan dinyatakan dengan persamaan:

$$V_{sags} = \frac{Z_F}{Z_s + Z_F} * E$$

Persamaan 1 dapat digunakan untuk menghitung besaran *voltage sags* sebagai fungsi dari jarak terhadap gangguan. Karenanya dinyatakan $Z_F = Z * L$, dimana Z adalah impedansi dari saluran per unit panjang dan L adalah jarak antara kesalahan dan

PCC. Besaran kedip tegangan sebagai fungsi dari jarak terhadap gangguan dinyatakan dengan persamaan:

$$V_{\text{sags}} = \frac{zL}{Z_s + zL} * E$$

Perhitungan nilai *voltage sags* di atas juga dapat diterapkan untuk perhitungan *voltage swell*.

2.6. Daya dalam Sistem Tenaga Listrik.

2.6.1. Daya Nyata (*Real Power*)

Secara umum daya aktif dinyatakan oleh persamaan :

$$P = [V] [I] \cos \varphi$$

dimana :

V = tegangan

I = Arus

P = Daya rata-rata yang disebut juga daya aktif.

2.6.2. Daya Reaktif (*Reactive Power*).

Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif (VAR).

Persamaan daya reaktif adalah :

$$Q = [V] [I] \sin \varphi$$

Dua macam daya reaktif yaitu : daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif, dimana keduanya memiliki tanda yang berlawanan. Daya reaktif kapasitif adalah daya yang dibutuhkan oleh kapasitor yang tidak menghasilkan kerja, tetapi tersimpan dalam bentuk energi magnetis atau energi kapasitif.

Daya reaktif induktif adalah daya listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan oleh alat-alat seperti motor induksi, transformator dan sebagainya.

2.6.3. Daya Semu (*Apparent Power*).

Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif.

Daya semu dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

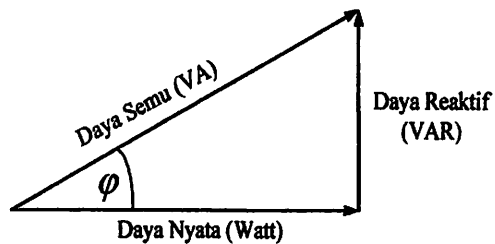
$$S = [V] [I]$$

2.6.4. Faktor Daya (*Power Factor*).

Faktor daya pada dasarnya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya nyata dan daya semu, dinyatakan oleh persamaan:

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya Nyata (kW)}}{\text{Daya Semu (kVA)}}$$

Untuk daya sendiri dibentuk oleh dua komponen, daya nyata (Watt) dan komponen daya reaktif (VAR). Hubungan ini dapat digambarkan dalam diagram vektor berikut:



Gambar 2.19

Segitiga Daya

Dengan Faktor Daya:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{kW}{kVA}$$

$$kW = kVA \cos \varphi$$

$$kVAR = kVA \sin \varphi = kW \tan \varphi$$

$$\tan \varphi = \frac{kVAR}{kW}$$

dengan:

$\text{Cos } \varphi$ = Faktor Daya

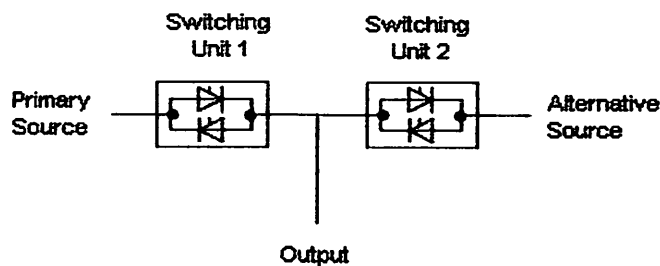
P = Daya Nyata (kW)

S = Daya Semu (kVA)

Q = Daya Reaktif

2.6.5. Prinsip Dasar Konfigurasi Silang

Fitur dasar dari konfigurasi silang adalah memungkinkan proses peralihan sumber daya ke beban antaran sumber tegangan dan sumber tegangan alternatif dengan cepat, untuk menghindari gangguan sementara dalam beban daya yang diberikan ke beban. Pada konfigurasi silang, menggunakan dua sumber tegangan yang berbeda dan independen dari satu sama lain. Seperti diilustrasikan dalam gambar.3.2, blok diagram silang sangat sederhana: unit switching pada kedua input terdiri dari pasang anti-paralel SCR (switch statis). Namun struktur daya yang sederhana ini dikelola oleh sebuah control yang kompleks yang menyesuaikan dan mengatur berbagai kondisi operasi yang berbeda.



Gambar 2.21

Struktur Dasar Silang

Mengingat jenis penggunaan peralatan ini juga penting untuk diingat bahwa transfer selalu harus berlangsung sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya aliran arus antara sumber (yang mungkin tidak terkendali), yang berarti bahwa ia harus menggunakan apa yang disebut teknik break before make (BBM). Ini adalah fitur yang membuat sumbu radikal berbeda dengan switch statis lainnya. Yang terakhir, jika peralatan tidak memiliki fungsi BBM terlepas dari spesifikasi saat ini seperti konfigurasi silang, karena sifat dari SCR, pada saat dibawah kondisi tertentu saat operasi sementara yang menghubungkan dua sumber input secara paralel selama

switching. Akibatnya, jika sumber yang diwakili dua vector yang berbeda (berbeda dalam amplitude dan fasa), selama peralihan fasa saat switching, arus mungkin dapat melewati diantara sumber yang dibatasi oleh saluran dan impedansi generator. Hal ini dapat dengan mudah menyebabkan jatuhnya tegangan dari saluran system karena aktivasi dari perangkat system pelindung.

Pada konfigurasi silang, transfer terjadi ketika sumber aktif (sumber yang memasok beban) tidak sesuai lagi (yaitu berada diluar batas tegangan dan frekuensi yang diatur). Switching darurat dapat terjadi dengan sumber sinkron dan tidak sinkron (sinkronisme dipahami sebagai hubungan fase relatif).

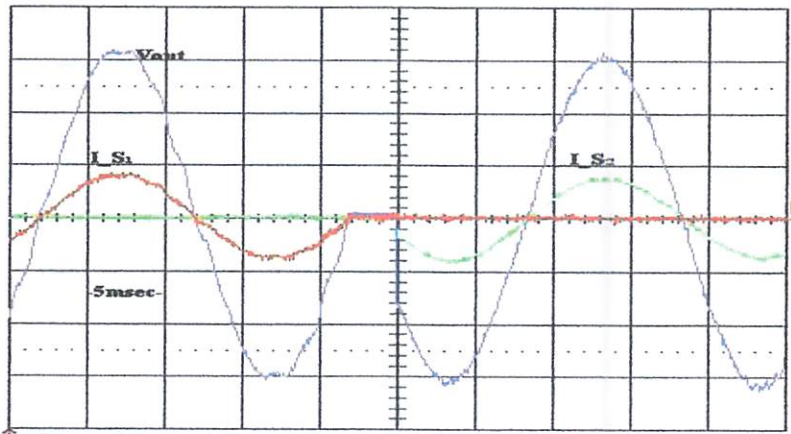
Dalam kedua kasus dan dalam keadaan sinusoidal, transfer darurat ke sumber alternatif terjadi hanya dalam beberapa mikrodetik saat parameter sumber aktif diluar batas yang dapat diterima (waktu tergantung pada cara sumber bergerak keluar dari batas-batas dan factor daya beban). Selama switching dengan keadaan sumber aktif keluar dari sinkronisme, penundaan (delay) juga dapat ditambahkan ke waktu transfer. Penundaan (delay) ini dapat membuktikan bahwa sangat diperlukan penundaan tadi jika terjadi beban tidak kompatibel dengan tiba-tiba beralih antara dua sumber yang keluar dari fase melampaui batas tertentu atau dengan komponen tegangan langsung sehingga perubahan penundaan (delay) tersebut sangat diperlukan (lihat gambar. 3.3).

Konfigurasi silang tidak hanya melakukan swiching darurat, tetapi juga switching dapat dikendalikan secara manual oleh operator. Transfer-transfer ini berguna untuk mengatur kedua system dan pada saat pemeliharaan system. Mereka hanya mungkin dengan kedua sumber dalam keadaan sinron dan dalam batas-batas yang diizinkan, karena mereka mengambil tempat dalam apa yang disebut waktu nol (kurang dari 1 ms), sebagai zero crossing. Jika sumber tidak dalam sinkronisme, konfigurasi silang hanya melakukan transfer manual ketika perbedaan fasa antara sumber kembali dalam batas-batas yang diatur dalam parameter kondisi sinkron.

Akhirnya pengaruh dari hubung singkat pada output juga menentukan, pengaruh dari hubung singkat pada sumber utama tadi. Sehingga menyebabkan terjadinya switching dari sumber utama ke sumber alternatif dapat dihambat. Ini memiliki tujuan ganda: untuk menjamin aktivasi dari rusaknya perangkat pelindung dan tujuan utamanya untuk mencegah keseriusan gangguan yang dapat mempengaruhi sumber alternatif juga. Control dibuat cukup fleksibel untuk memungkinkan kebebasan dalam mengatur banyak sudut, tidak hanya untuk setiap fitur yang dijelaskan, tetapi untuk

berbagai masalah lain mulai dari manajemen sumber utama, pangkuan dan pengelolaan berbagai modus kesalahan saklar statis, untuk berkomunikasi dengan system control, dll

Ini semua dapat dikonfigurasi cukup hanya dengan mengatur parameter perangkat lunak melalui antarmuka serial RS232 dan tanpa mengganggu operasi silang normal (yaitu catu daya ke beban).



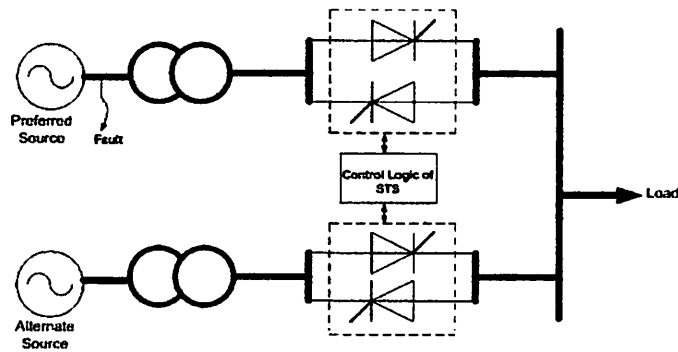
Gambar 2.22

Contoh Tegangan Output (voul) dan Arus Input (I_S1 dan I_S2) Selama Transfer Antara Sumber-Sumber di Fase Oposisi Tanpa Penambahan Delay

2.6.6. Static Transfer Switch (STS)

STS dirancang untuk mentransfer pasokan sumber tegangan pada beban, antara sumber tegangan AC satu-fasa atau tiga-fasa apabila terjadi beban lebih. Tidak seperti switch transfer otomatis (ATS), STS dapat mentransfer 20 kali lebih cepat ke beban (biasanya 1 / 4 dari siklus), sehingga dapat mengatasi gangguan/kerusakan pada peralatan-peralatan listrik yang sensitif seperti peralatan-peralatan elektronika. STS dapat mentransfer sumber Tegangan ke beban hanya seketika (biasanya 100 mikrodetik).

STS dapat diaplikasikan pada industri-industri yang membutuhkan pasokan listrik seperti industri-industri yang menggunakan sistem komputer dan telekomunikasi, dan pada sistem keamanan otomatis untuk bangunan serta peralatan-peralatan lainnya yang sangat sensitif apabila terjadi *voltage segs* dan hubung singkat, maka STS digunakan agar tegangan segera kembali ke nilai normal.



Gambar 2.20

Dasar per fase STS pengaturan dua pengumpan yang terpisah

2.6.7. Fungsi Static Transfer Switch

Jatuh tegangan telah menjadi salah satu perhatian utama kualitas daya dalam beberapa tahun terakhir. Terutama untuk high-tech dan manufaktur presisi, gangguan produksi yang disebabkan oleh Jatuh tegangan menyebabkan kerugian, diperkirakan US \$ 100.000 hingga US \$ 1.000.000 setiap acara melorot untuk pengecoran semikonduktor di Taiwan Ketersediaan switch semikonduktor dapat diandalkan dan persyaratan kualitas yang ketat tegangan beban sensitif telah membuat tegangan menengah Switch berbasis thyristor transfer statis (STSs) Pengganti menarik bagi Electro-Mechanical Switch Transfer (EMTSS) selama beberapa tahun terakhir. Statis transfer switch yang tersedia untuk tegangan hingga 38KV dan beban peringkat saat 1200A. Hal ini membuat mereka cocok untuk operasi daya tinggi industri Sebuah STS dapat memberikan transfer cepat beban sensitif terhadap alternatif sumber daya ac ketika sumber yang diinginkan gagal Selain menjadi cepat, transfer harus dilakukan dengan tidak paralel sumber. Setelah dua kasus yang dijalankan untuk menekankan validasi dan efektivitas kinerja logika kontrol STS. Kemudian, di bagian berikut, logika kontrol yang sama STS adalah diterapkan untuk rekonfigurasi jaringan pengumpan untuk menghilangkan sags tegangan.

Dalam tulisan ini, peningkatan kualitas tegangan sistem distribusi primer telah dipelajari dengan menggunakan Static Transfer Switch (STS). Pengumpan jaringan dua, pilihan dan alternatif, telah dipertimbangkan untuk analisis kualitas tegangan. Kedua pengumpan jaringan dari IESCO sistem (Islamabad Listrik Supply Company, Pakistan). Terutama, beban sensitif diberi makan oleh jaringan pengumpan disukai. Tapi, dalam kasus sag tegangan / gangguan, kontrol logika STS transfer beban sensitif ke jaringan pengumpan alternatif. Oleh karena itu, keandalan dan kualitas tenaga listrik dapat ditingkatkan untuk beban kritis. Program PSCAD yang telah digunakan untuk pemodelan dan analisis dari distribusi pengumpan. Untuk lokasi optimal dari STS dan peningkatan daya berkualitas, studi simulasi telah dilakukan banyak tanpa dan dengan Static Transfer Switch.

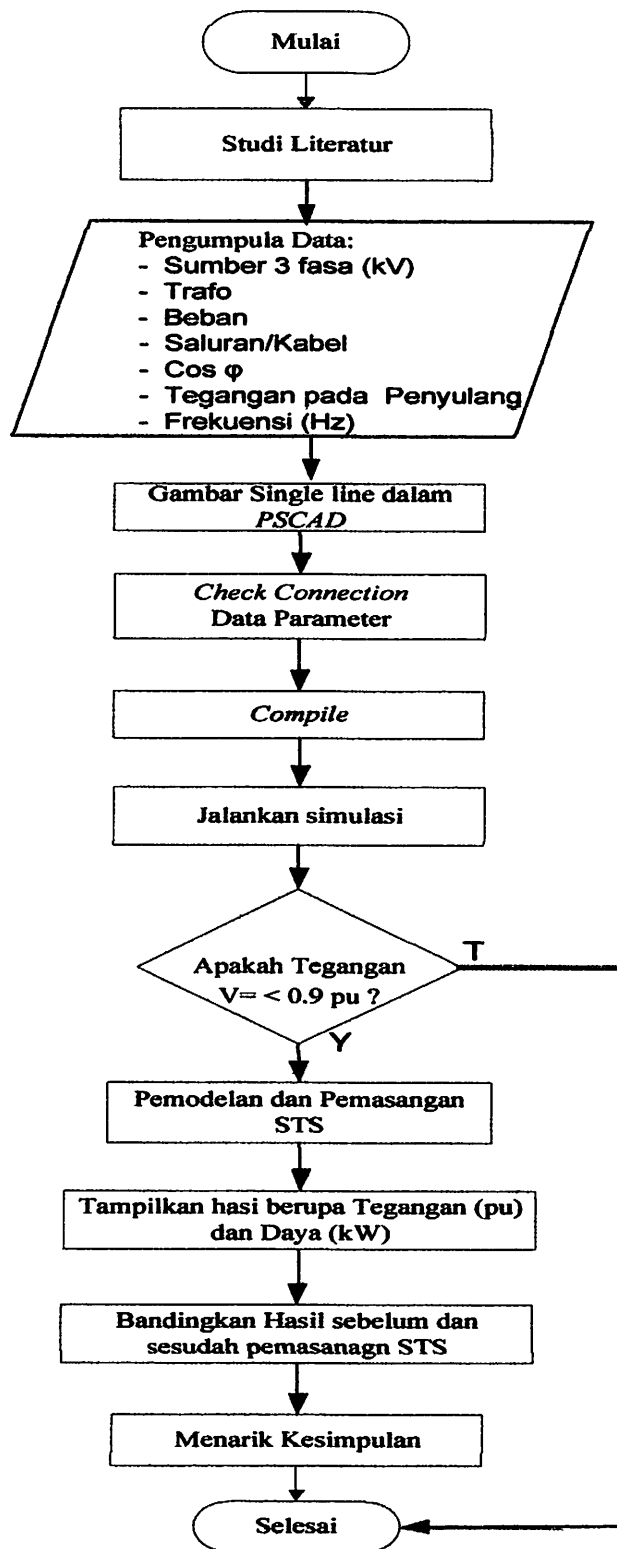
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini mulai dari studi literatur, baik dari jurnal dan pustaka. Identifikasi masalah pada sistem daya mengenai penyebab-penyebab yang dapat menimbulkan terjadinya *voltage sag*. Pengumpulan data lapangan berupa data sumber, data trafo, data beban dan data saluran, faktor daya (*power factor*), tegangan pada penyulang dan frekuensi. Pemodelan *single line* diagram dilakukan dalam *PSCAD* kemudian dilakukan *running* simulasi, apakah output tegangan lebih kecil dari $V = 0,9$ pu atau $V = 20$ kV, jika tidak selesai. Jika kurang dari $V = 0.9$ pu, maka dilakukan pemodelan *STS* dengan *Power System Computer Aided Design (PSCAD)* yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya *voltage sag* sehingga beban-beban sensitif yang digunakan pada industri dapat dilindungi. Analisis *voltage sag* dilakukan akibat gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah. Hasil simulasi berupa tegangan *rms* (dalam *pu*), daya dan sebelum pemasangan *STS* yang akan dibandingkan dengan hasil simulasi sesudah pemasangan, apabila *STS* hasil simulasi dengan pemasangan *STS* sesuai dengan standar *IEEE 1159-1995* maka dilakukan analisis hasil dan menarik kesimpulan. Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1

3.2. *flowchart* kompensasi dengan *PSCAD*



Gambar 3.1

Flowchat kompensasi masalah dengan simulasi menggunakan *PSCAD*

3.3. *Software PSCAD/EMTDC V 4.2 Power Simulation.*

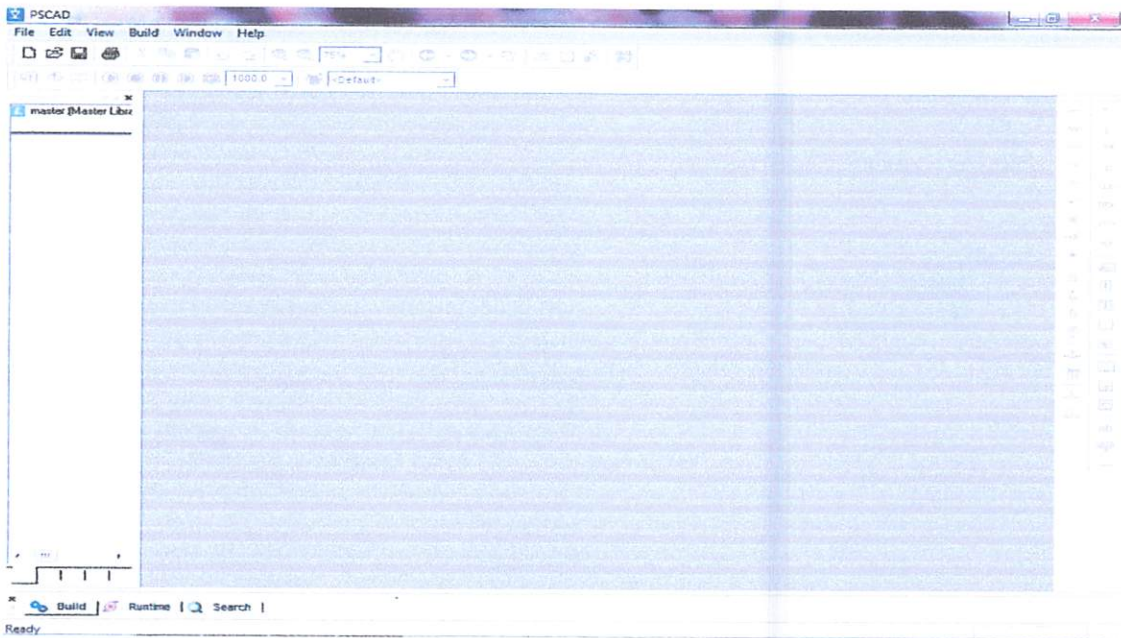
PSCAD (Power System CAD) adalah *graphical user interface* yang sangat baik dan fleksibel. *PSCAD* memungkinkan pengguna menggambar, mengkonstruksi sebuah rangkaian, menjalankan sebuah simulasi, analisa hasil dan manajemen data terintegrasi secara lengkap. Penggambaran, pengontrolan dan pengukuran juga tersedia, jadi pengguna dapat mengubah parameter sistem, menjalankan simulasi dan melihat hasil secara langsung.

Dibawah ini adalah model umum yang terdapat di dalam studi sistem menggunakan *PSCAD/EMTDC* :

1. *Resistors, inductors, capacitors.*
2. *Mutually coupled windings, such as transformers.*
3. *Frequency dependent transmission lines and cables (including the most accurate time domain line model in the world).*
4. *Current and voltage sources.*
5. *Switches and breakers.*
6. *Protection and relaying.*
7. *Diodes, thyristors, GTOs, IGBTs.*
8. *Analog and digital control functions.*
9. *AC and DC machines, exciters, governors, stabilizers and inertial models.*
10. *Meters and measuring functions.*
11. *Generic DC and AC controls.*
12. *HVDC, SVC, and other FACTS controllers.*
13. *Wind source, turbines and governors.*

3.4. Memulai *PSCAD/EMTDC Power Simulation*.

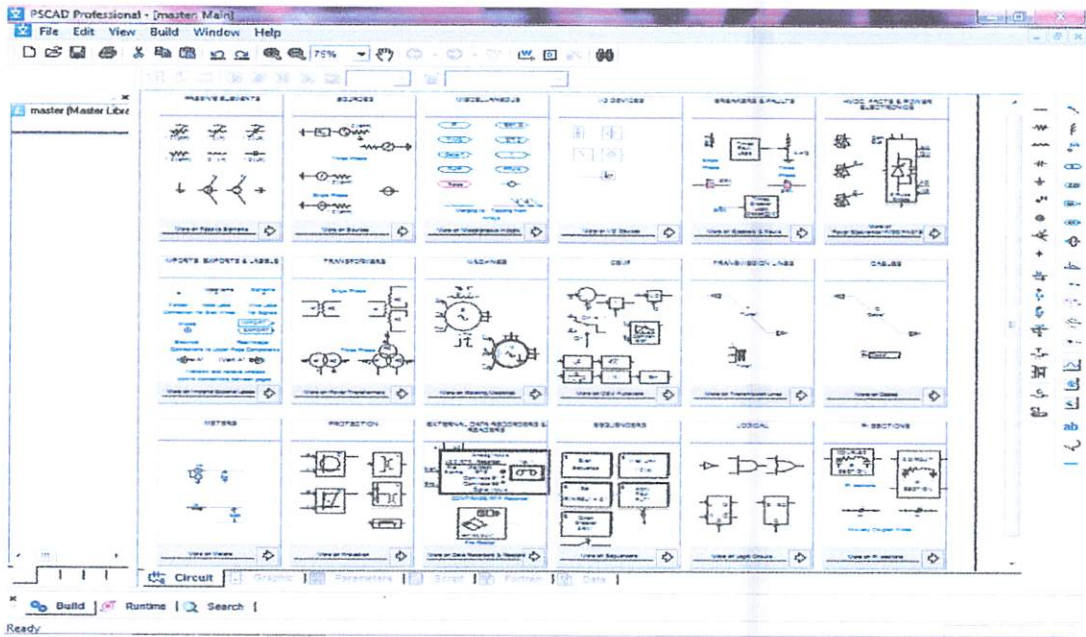
Tampilan Utama *PSCAD Power Simulation* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2

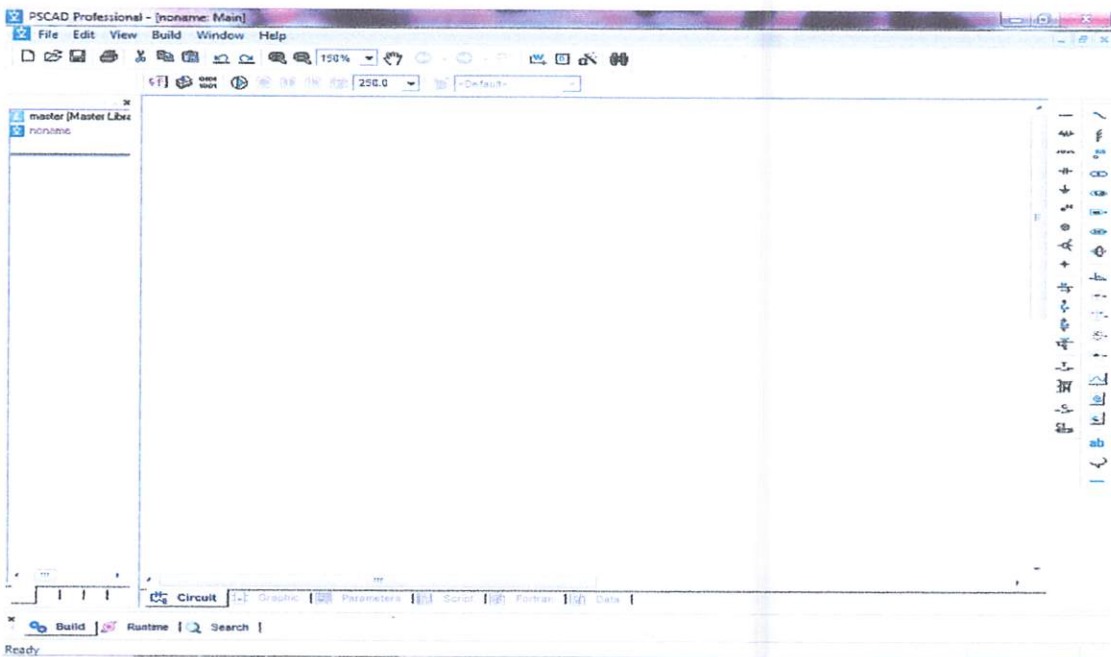
Tampilan utama *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation*

- a. Untuk memulai membuat *single line* baru maka kita klik: File > New > case. Setelah melakukan prosedur di atas secara *default* PSCAD akan memberi nama *file* baru yang kita buat dengan nama “noname”. Kemudian kita klik nama *file*-nya maka akan muncul tampilan seperti Gambar 3.5.
- b. Semua komponen yang akan digunakan dalam menggambar *single line* terdapat di dalam *Master Library* seperti pada tampilan di bawah ini. Untuk menggunakan *right klik on the component* > *copy* dan kemudian *paste* pada modul.



Gambar 3.3
Tampilan *Master Library*

- c. *Double klik file* baru yang sudah dibuat, maka akan muncul tampilan seperti di bawah ini, komponen-komponen dirangkai dalam modul ini.



Gambar 3.4
Tampilan Modul Utama

3.5. Bahan dan Alat yang Diperlukan

Bahan dan alat yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah:

a. Sebuah komputer jinjing (*Laptop*) dengan spesifikasi:

- *Operating system: Windows XP professional.*

- *Processor : Intel(R) Core (TM)2 CPU T6500 2,10 GHz,2,00 GB RAM.*

b. *Software PSCAD (Power System Computer Aided Design) versi student 4.2 dan software ETAP Power Station versi 4.0.*

3.6. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Penyulang Batu, G.I Sengkaling dan di Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik (SSTE) ITN Malang.

BAB IV

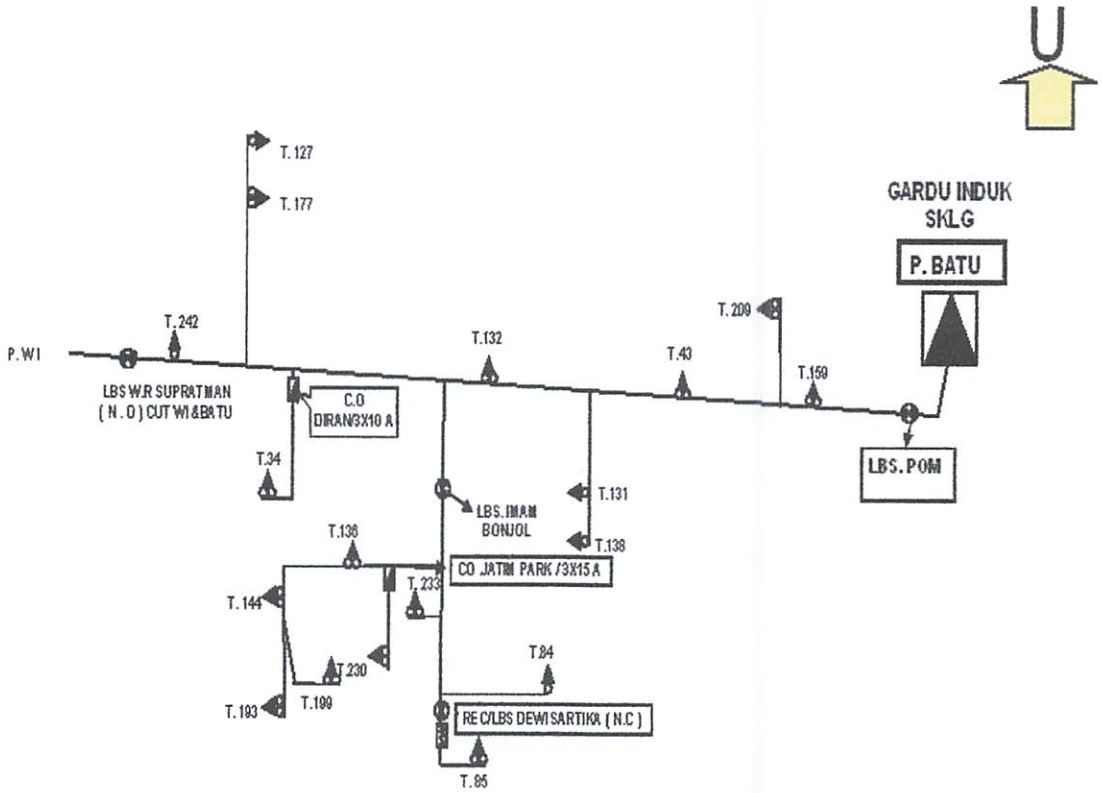
SIMULASI DAN ANALISA

4.1. Simulasi

Simulasi dilakukan dengan membuat pemodelan single line diagram penyulang batu dapat dilihat pada (gambar 4.1), selanjutnya membuat pemodelan single line penyulang batu dalam software *PSCAD* yang hasil gambarnya dapat dilihat pada (gambar 4.2.), gambar pemodelan sumber tiga fasa dapat dilihat pada (gambar 4.3), trafo tiga fasa dapat dilihat pada (gambar 4.4), beban trafo dapat dilihat pada (gambar 4.5), gangguan satu fasa ke tanah dapat dilihat pada (gambar 4.6), pemodelan *STS* dapat dilihat pada (gambar 4.7). Selanjutnya data pembebanan penyulang batu dimasukkan dalam pemodelan single line dalam *PSCAD* sebelum pemasangan *STS*, dapat dilihat pada (Gambar 4.8 dan 4.9). Setelah itu dilakukan check conection data parameter, compile dan jalankan simulasi. Apakah tegangan $V = < 0.9$ pu, apabila tidak maka selesai, apabila ya maka dilakukan pemodelan dan pemasangan *STS* yang dapat dilihat pada (Gambar 4.10 dan 4.11), selanjutnya tampilkan hasil berupa tegangan (pu) dan daya (kw) dan bandingkan hasil sebelum dan sesudah pemasangan *STS*, selanjutnya dapat menarik kesimpulan.

4.1.1. Single Line Diagram Penyulang Batu

Gambar 4.1 adalah *single line* penyulang batu yang akan disimulasikan menggunakan *software PSCAD power simulation*

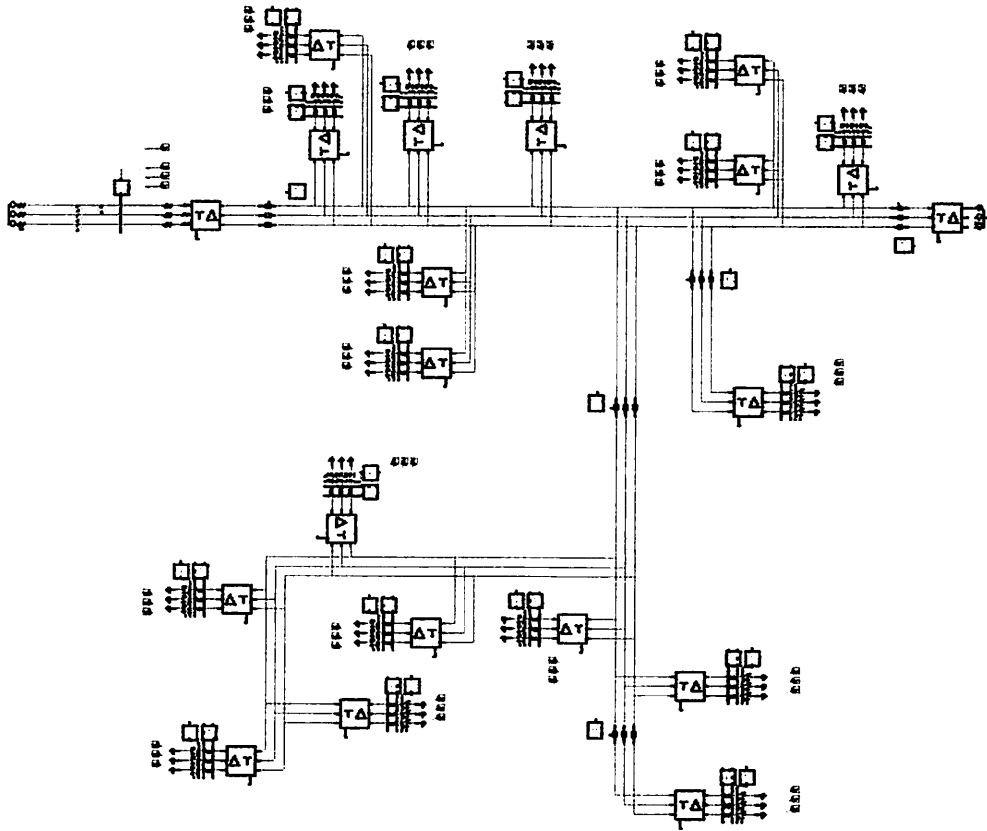


Gambar 4.1

Single Line Diagram Penyulang Batu

4.1.2. Pemodelan *single line* penyulang batu dalam *PSCAD*

Gambar 4.2 dibawah ini adalah pemodelan single line penyulang batu yang telah disimulasikan dalam *PSCAD*

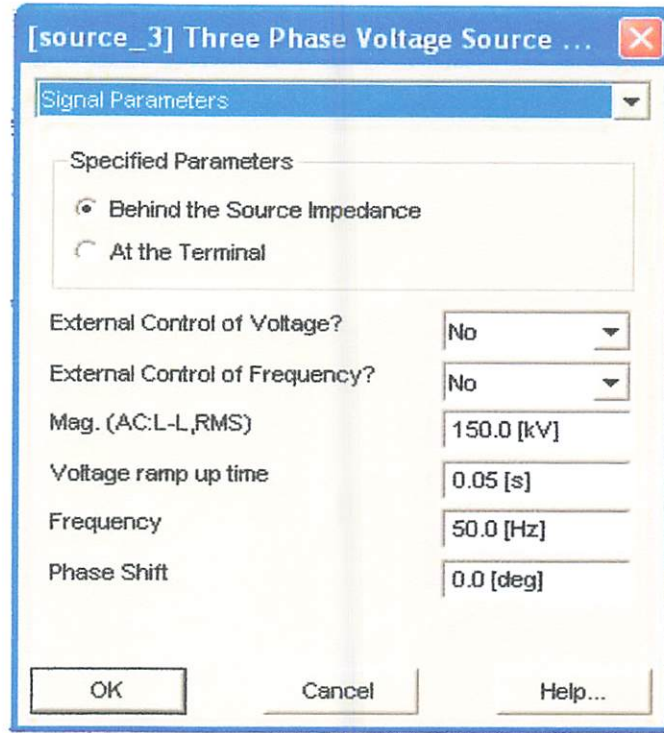
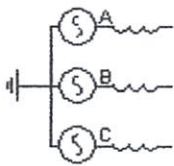


Gambar 4.2

Pemodelan Sistem *single line* penyulang Batu dalam *PSCAD*

4.1.3. Sumber tiga fasa

Gambar 4.3 dibawah ini adalah pemodelan sumber tegangan tiga fasa dalam *PSCAD*, Sedangkan pada sisi kanan *title bar* untuk input data sumber tegangan 150 kV dan frekuensi 50 Hz.

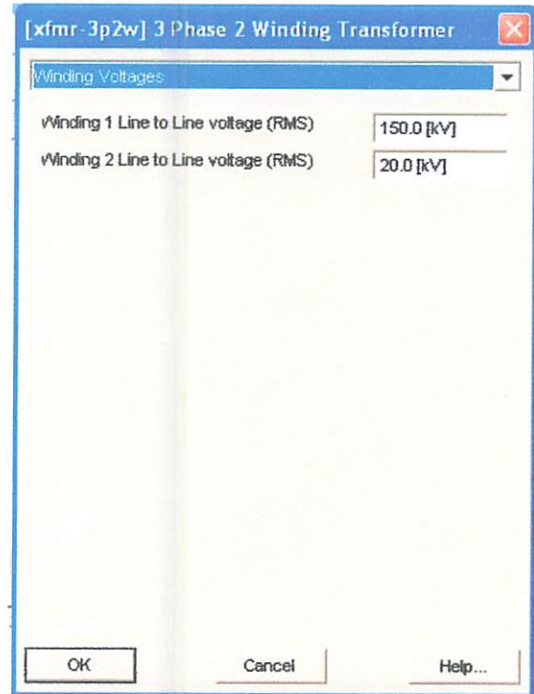
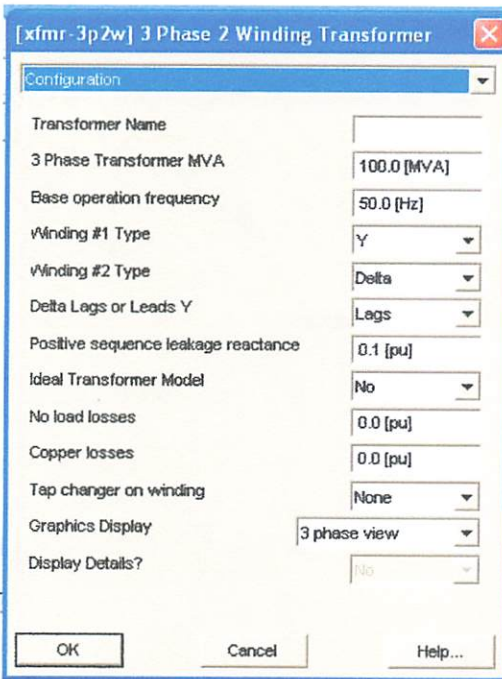
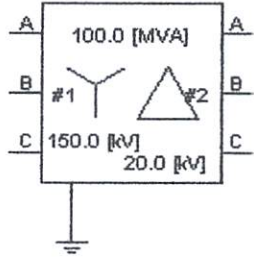


Gambar 4.3

Pemodelan Sumber Tiga Fasa dalam *PSCAD*

4.1.4. Trafo tiga fasa

Gambar 4.4 dibawah ini adalah pemodelan trafo dalam *PSCAD*, dan input data berupa kapasitas trofo 100 MVA, tegangan kumparan primer 150 kV dan kumparan skunder 20 kV.

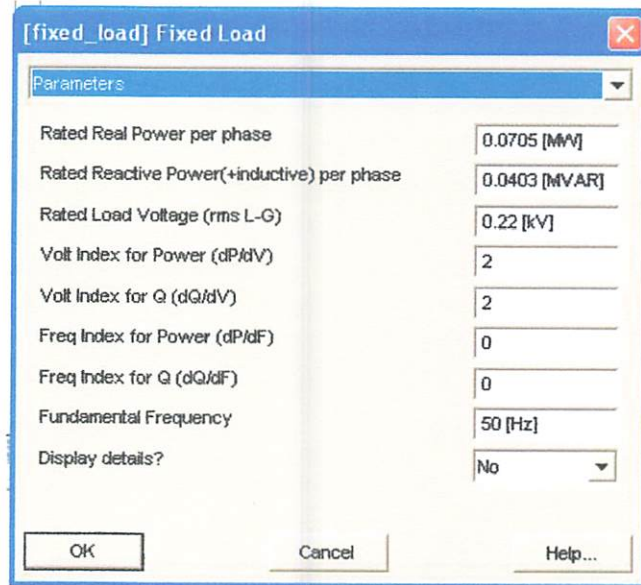
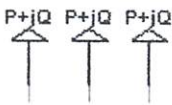


Gambar 4.4

Pemodelan Trafo tiga Fasa Dalam *PSCAD*

4.1.5. Beban *fixed*

Gambar 4.5 dibawah ini adalah pemodelan beban dalam *PSCAD*, input data berupa daya aktif dalam MW dan daya reaktif dalam MVAR..

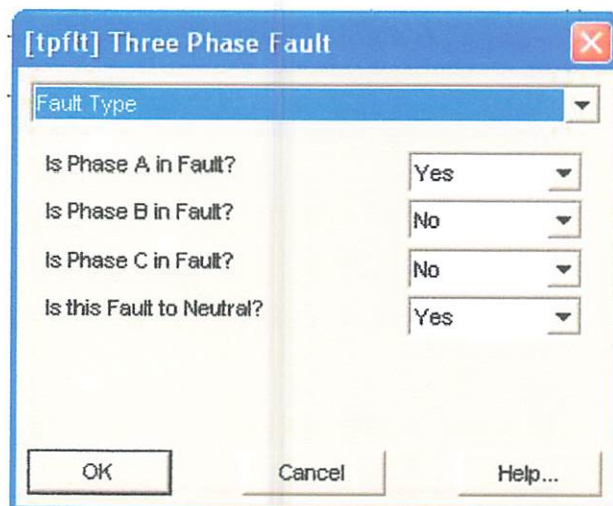
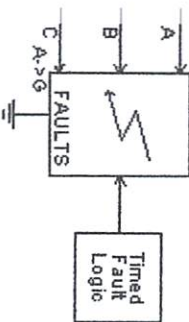


Gambar 4.5

Pemodelan Beban *Fixed*

4.1.6. Gangguan satu fasa ke tanah

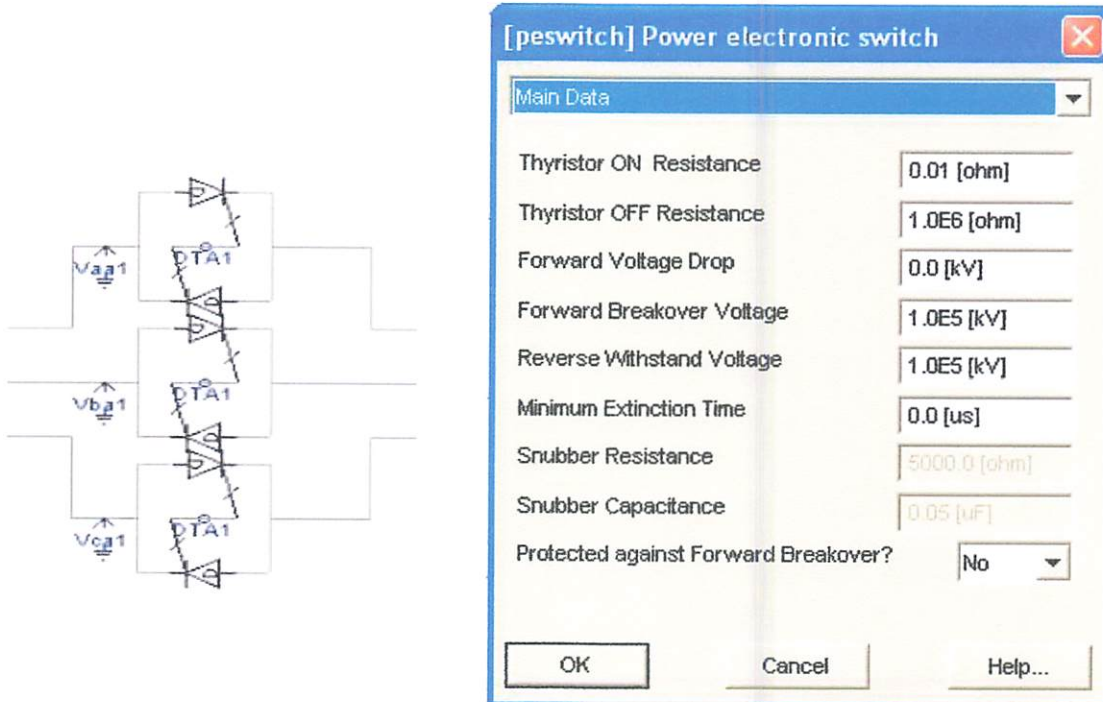
Gambar 4.6 dibawah ini adalah pemodelan dari jenis gangguan dalam *PSCAD*, pada skripsi ini gangguan berupa satu fasa ke tanah.



Gambar 4.6 Pemodelan Gangguan Satu Fasa Ke Tanah

4.1.7. Static Transfer Switch (STS)

Gambar 4.7 dibawah ini adalah simbol *control STS* dalam PSCAD, dan *title bar* untuk mengatur daya.



Gambar 4.7

Pemodelan *Static Transfer Switch (STS)*

4.1.8. Data Pembebanan Penyulang Batu

Untuk pengisian data parameter menggunakan program *PSCAD Power Simulation* maka perlu data saluran yang tercantum sebagai berikut:

- a. Sumber tiga fasa 150 kV
- b. Penyulang Batu mempunyai panjang saluran keseluruhan 28.443 m.
- c. Jenis konduktor saluran AAAC.
- d. Ukuran konduktor 150 mm.
- e. Tagangan 20 kV
- f. Frekuensi 50 Hz

Tabel 4.1 Data Pembebanan Penyulang Batu

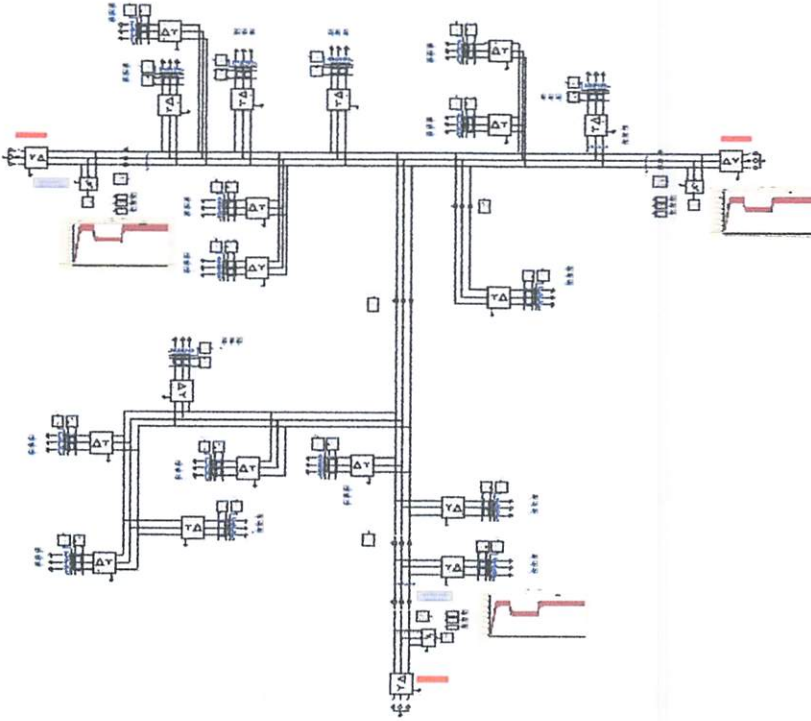
| NO | PENY. | GARDU TRAFO | | | | TGL. UKUR | JAM UKUR | PADA TRAFO | | | | TEGANGAN (VOLT) PADA TRAFO | | | BEBAN TRAFO | | COS ϕ | | |
|----|-------|-------------|---------------------|-----------------|---------------|--------------|-------------|------------|-----|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|-------------|-------|------------|------|------|
| | | NO. Grd | ALAMAT | DAYA (KVA) | TEG. (V) | | | R | S | T | N | R | S | T | (KVA) | (%) | R | S | T |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BTU | 34 | Jl. Raya Mojorejo | 100 | 220/380 | 07/09/2011 | 19:00 | 77 | 62 | 53 | 31 | 227 | 230 | 227 | 44 | 44 | 0,95 | 0,91 | 0,95 |
| 2 | BTU | 43 | Jl. Ngandat | 160 | 220/380 | 07/09/2011 | 19:22 | 182 | 163 | 191 | 77 | 224 | 225 | 220 | 120 | 75 | 0,94 | 0,94 | 0,93 |
| 3 | BTU | 84 | Jl. Diponegoro | 200 | 220/380 | 02/10/2011 | 19:19 | 180 | 152 | 109 | 83 | 218 | 223 | 220 | 96 | 48 | 0,91 | 0,87 | 0,87 |
| 4 | BTU | 85 | Ds. Oro Oro Ombo | 100 | 220/380 | 23/09/2011 | 18:31 | 43 | 31 | 36 | 24 | 224 | 221 | 210 | 25 | 25 | 0,79 | 0,89 | 0,93 |
| 5 | BTU | 127 | Jl. Patimura | 160 | 220/380 | 07/10/2011 | 20:32 | 156 | 221 | 134 | 103 | 225 | 223 | 228 | 115 | 72 | 0,95 | 0,96 | 0,89 |
| 6 | BTU | 131 | Holtikultura | 160 | 220/380 | 05/10/2011 | 19:45 | 67 | 74 | 44 | 32 | 218 | 219 | 223 | 40 | 25 | 0,91 | 0,92 | 0,90 |
| 7 | BTU | 132 | Beji - Krajan | 100 | 220/380 | 07/09/2011 | 20:10 | 67 | 78 | 99 | 49 | 225 | 228 | 224 | 55 | 55 | 0,94 | 0,93 | 0,94 |
| 8 | BTU | 136 | Panderman Hill | 50 | 220/380 | 12/10/2011 | 19:31 | 30 | 25 | 20 | 10 | 230 | 230 | 35 | 17 | 35 | 0,92 | 0,81 | 0,80 |
| 9 | BTU | 138 | Jl. Sultan Agung | 100 | 220/380 | 14/10/2011 | 19:34 | 45 | 60 | 42 | 35 | 224 | 223 | 228 | 33 | 33 | 0,92 | 0,91 | 0,92 |
| 10 | BTU | 144 | Ds. Oro Oro Ombo | 100 | 220/380 | 23/09/2011 | 18:31 | 43 | 31 | 36 | 24 | 224 | 221 | 210 | 25 | 25 | 0,79 | 0,89 | 0,93 |
| 11 | BTU | 159 | Perum Kusuma Estit | 100 | 220/380 | 17/10/2011 | 19:30 | 43 | 66 | 17 | 42 | 224 | 226 | 230 | 28 | 28 | 0,96 | 0,91 | 0,92 |
| 12 | BTU | 177 | Belakang Pasar Batu | 100 | 220/380 | 07/10/2011 | 20:44 | 98 | 131 | 95 | 84 | 220 | 221 | 220 | 71 | 71 | 0,93 | 0,95 | 0,93 |
| 13 | BTU | 193 | Jl. Arjuno | 150 | 220/380 | 21/09/2011 | 17:39 | 140 | 85 | 95 | 87 | 212 | 218 | 218 | 68 | 45 | 0,94 | 0,92 | 0,93 |
| 14 | BTU | 199 | Jl. Mojorejo | 160 | 220/380 | 09/07/2011 | 18:29 | 143 | 136 | 122 | 74 | 219 | 220 | 223 | 88 | 55 | 0,93 | 0,92 | 0,90 |
| 15 | BTU | 209 | Jl.WR.Supratman | 160 | 220/380 | 21/09/2011 | 18:20 | 99 | 104 | 167 | 71 | 217 | 222 | 216 | 80 | 50 | 0,87 | 0,87 | 0,89 |
| 16 | BTU | 230 | Jl. Kartika Bunga | 100 | 220/380 | 16/10/2011 | 20:45 | 72 | 44 | 75 | 30 | 228 | 233 | 228 | 44 | 44 | 0,96 | 0,95 | 0,95 |
| 17 | BTU | 233 | Jl. Dewisartika | 160 | 220/380 | 09/08/2011 | 18:41 | 166 | 122 | 193 | 108 | 223 | 228 | 220 | 107 | 67 | 0,92 | 0,93 | 0,94 |
| 18 | BTU | 242 | Dk. Poh Kopek | 100 | 220/380 | 17/10/2011 | 18:40 | 85 | 97 | 123 | 87 | 228 | 239 | 231 | 70 | 70 | 0,95 | 0,96 | 0,97 |

| NO | BEMBA | NO | ALYANAT | DAYA | LEG | TGL | JAM | BADA TRAFIK | | | | BADA TRAFIK (NOTI) | | | | TRAFIK BEMBA | COR | | | | |
|----|-------|-----|--------------|------|---------|------------|-------|-------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|--------------|-----|-------|------|------|------|
| | | | | | | | | R | S | T | M | R | S | T | M | | | (KAV) | (%) | R | S |
| 1 | B11 | 345 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 14/10/2011 | 18:00 | 42 | 81 | 152 | 81 | 558 | 558 | 551 | 551 | 10 | 10 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 2 | B11 | 333 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 08/10/2011 | 18:01 | 160 | 135 | 160 | 108 | 553 | 558 | 550 | 550 | 101 | 81 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| 3 | B11 | 330 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 12/10/2011 | 18:42 | 15 | 44 | 12 | 30 | 558 | 553 | 558 | 558 | 44 | 44 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 4 | B11 | 300 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 14/10/2011 | 18:50 | 80 | 104 | 121 | 11 | 511 | 550 | 548 | 548 | 60 | 60 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 5 | B11 | 188 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 08/10/2011 | 18:50 | 143 | 130 | 155 | 14 | 518 | 550 | 553 | 553 | 82 | 82 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 6 | B11 | 183 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 14/10/2011 | 18:30 | 140 | 82 | 82 | 81 | 515 | 518 | 519 | 519 | 88 | 42 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 7 | B11 | 111 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 04/10/2011 | 18:44 | 80 | 131 | 80 | 84 | 550 | 551 | 550 | 550 | 11 | 11 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| 8 | B11 | 129 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 14/10/2011 | 18:30 | 43 | 90 | 11 | 45 | 554 | 552 | 530 | 530 | 56 | 58 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 9 | B11 | 104 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 14/10/2011 | 18:31 | 43 | 31 | 30 | 34 | 554 | 551 | 510 | 510 | 52 | 52 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| 10 | B11 | 132 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 14/10/2011 | 18:34 | 42 | 80 | 45 | 32 | 554 | 553 | 558 | 558 | 33 | 33 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 11 | B11 | 130 | DK Baha Baha | 20 | SS01380 | 15/10/2011 | 18:31 | 30 | 52 | 50 | 10 | 530 | 530 | 32 | 32 | 11 | 11 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 12 | B11 | 133 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 04/10/2011 | 18:10 | 81 | 18 | 88 | 43 | 552 | 558 | 554 | 554 | 82 | 22 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| 13 | B11 | 131 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 02/10/2011 | 18:42 | 81 | 14 | 44 | 35 | 518 | 518 | 553 | 553 | 40 | 52 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,01 |
| 14 | B11 | 151 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 04/10/2011 | 18:35 | 120 | 551 | 134 | 02 | 552 | 553 | 558 | 558 | 112 | 15 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,01 |
| 15 | B11 | 82 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 18/10/2011 | 18:21 | 43 | 31 | 30 | 34 | 554 | 551 | 510 | 510 | 52 | 52 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| 16 | B11 | 84 | DK Baha Baha | 500 | SS01380 | 05/10/2011 | 18:18 | 130 | 125 | 102 | 83 | 518 | 552 | 550 | 550 | 80 | 48 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 17 | B11 | 43 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 04/10/2011 | 18:53 | 185 | 193 | 181 | 11 | 554 | 552 | 550 | 550 | 130 | 12 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 18 | B11 | 34 | DK Baha Baha | 100 | SS01380 | 04/10/2011 | 18:02 | 11 | 85 | 83 | 31 | 551 | 530 | 551 | 551 | 44 | 44 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |

Tabel 4.1 Data Pengukuran Kecepatan Jalan

4.1.9. Pemodelan *single line* penyulang batu sebelum pemasangan *STS* dalam *PSCAD*

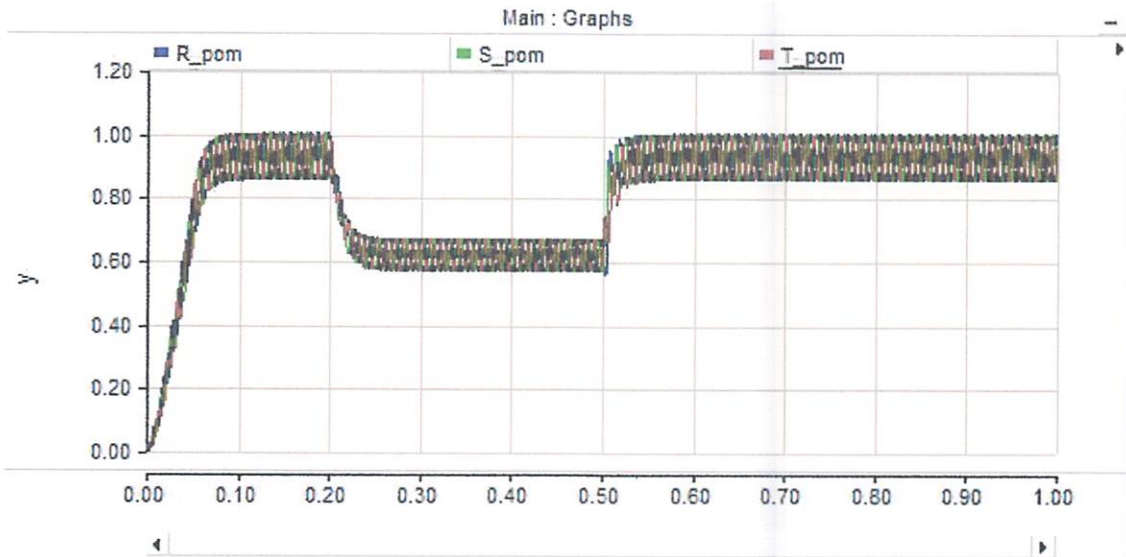
Gambar 4.2 dibawah ini adalah pemodelan *single line* penyulang batu yang telah disimulasikan dalam *PSCAD* sebelum pemasangan *static transfer switch* (*STS*)



Gambar 4.8
Pemodelan Sistem Sebelum Pemasangan *STS*

4.1.10. Hasil Simulasi Sebelum Injeksi STS pada $t = 0.2 \text{ s} - 0.5 \text{ s}$

Pada saat $t = 0.0 \text{ s} - 0.2 \text{ s}$ tegangan berada pada kondisi normal yaitu $v = 1.0 \text{ pu}$ atau $v = 20 \text{ kV}$, setelah $t = 0.2 \text{ s} - 0.5 \text{ s}$ tegangan turun sebesar $v = 0.581 \text{ pu}$ atau sebesar 11.62 kV , ini disebabkan oleh adanya gangguan satu fasa ke tanah. Setelah $t = 0.5 \text{ s} - t = 1.0 \text{ s}$ tegangan kembali normal.

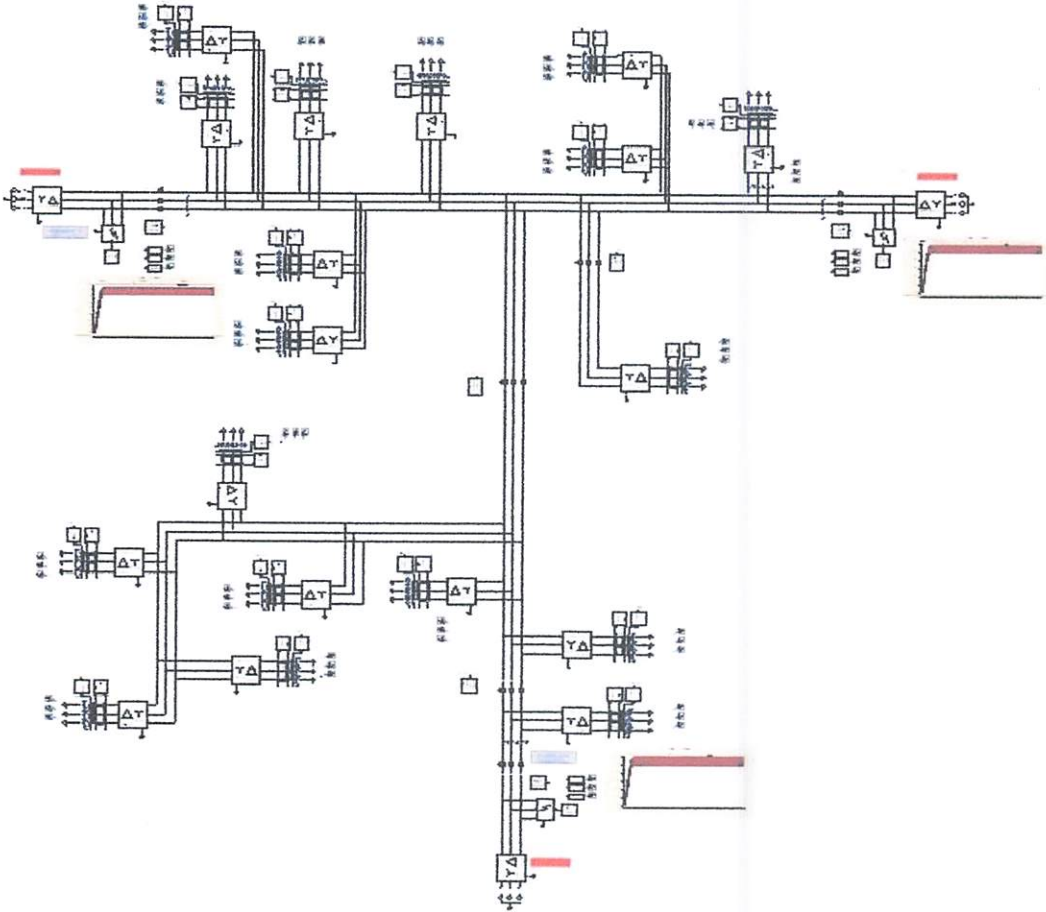


Gambar 4.9

Hasil Simulasi pada Saat Gangguan Satu Fasa ke Tanah

4.1.11. Pemodelan single line penyulang batu setelah pemasangan *STS* dalam *PSCAD*

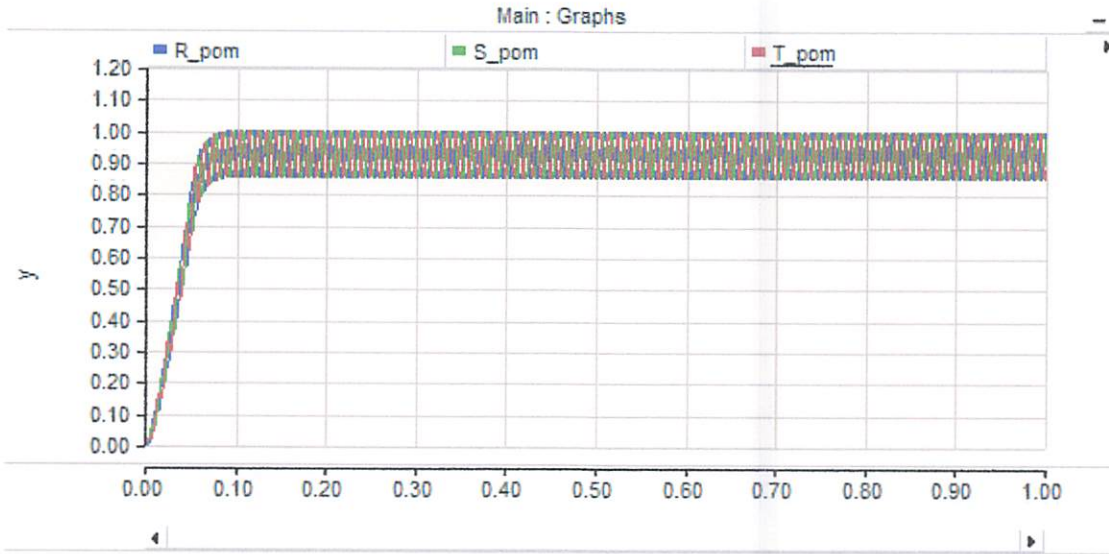
Gambar dibawah ini adalah pemodelan single line penyulang batu yang telah disimulasikan dalam *software PSCAD* setelah pemasangan *static transfer switch (STS)*



Gambar 4.10
Pemodelan Sistem Sesudah Pemasangan *STS*

4.1.12. Hasil Simulasi Sesudah Injeksi STS pada $t = 0.2 \text{ s} - 0.5 \text{ s}$

Pada saat $t = 0.0 \text{ s} - 0.2 \text{ s}$ tegangan berada pada kondisi normal yaitu $v = 1.0 \text{ pu}$ atau $v = 20 \text{ kV}$, setelah $t = 0.2 \text{ s} - 0.5 \text{ s}$ *static transfer switch* (STS) diinjeksikan sehingga tegangan menjadi $v = 0.988 \text{ pu}$ atau $v = 19.76 \text{ kV}$, ini disebabkan oleh adanya gangguan satu fasa ke tanah. Setelah $t = 0.5 \text{ s} - t = 1.0 \text{ s}$ tegangan kembali normal.



Gambar 4.11

Hasil Simulasi Setelah Gangguan Satu Fasa ke Tanah

Dari hasil simulasi perhitungan menggunakan *PSCAD Power Simulation*, data gangguan tanpa kompensasi STS dan sesudah kompensasi STS dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2
Data tegangan dan aliran daya setelah mengalami gangguan beban lebih selama $t = 0.2 \text{ s}$ sampai dengan $t = 0.5 \text{ s}$

| No | TEGANGAN | |
|----|--|--|
| | Sebelum pemasangan STS (pu) | Setelah pemasangan STS (pu) |
| 1. | $V = 0.581 \text{ pu}$ atau $V = 11.62 \text{ kV}$ | $V = 0.988 \text{ pu}$ atau $V = 19.76 \text{ kV}$ |

4.2. Analisa

Berdasarkan perbandingan nilai tegangan pada (table 4.2) dapat disimpulkan bahwa pemasangan dari *Static Transfer Switch (STS)* dapat menginjeksikan tegangan saat terjadi *voltage sags* akibat pemakeian beban berlebihan yaitu sebelum pemasangan *STS* $V = 0.581$ pu atau $V = 11.62$ kV dan setelah pemasangan *STS* akan menjadi $V = 0.988$ pu atau $V = 19.76$ kV.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari Hasil Analisis penggunaan *STS* untuk mempertahankan profil tegangan pada Penyulang Batu G.I Sengkaling dapat disimpulkan:

- (a) Penggunaan *Static Transfer Switch (STS)* mampu mempertahankan profil tegangan rms antara 0.9 pu sampai 1,0 pu.
- (b) Dari analisa penggunaan *STS* menggunakan *PSCAD/EMTDC* dapat dilihat bahwa tegangan dapat dikompensasi sampai $V = 0.988$ pu atau $V = 19.76$ kV.

5.2. Saran

Untuk menganalisis *voltage sags*, jika memungkinkan sebaiknya dapat diperoleh data lapangan yang mencatat waktu terjadinya *voltage sags* agar dapat diketahui karakteristik beban yang dipakai konsumen dengan melihat jatuh dan kenaikan tegangan yang tercatat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alexander Domijan, Alejandro Montenegro, Albert J. F. Keri and Kenneth E. Mattern, "Simulation Study of the World's First Distributed Premium Power Quality Park," *IEEE Trans. Power Delivery*, vol. 20, no. 2, pp. 1483-1492, Apr. 2005.
- [2]. Alexander Domijan, Jr., Alejandro Montenegro, Albert J. F. Keri and Kenneth E. Mattern, "Custom Power Devices: An Interaction Study," *IEEE Trans. on Power Systems*, vol. 20, no. 2, pp. 1111-1118, May 2005.
- [3]. Masoud Karimi, Hossein Mokhtari, and M. Reza Iravani, "Wavelet Based On-Line Disturbance Detection for Power Quality Applications," *IEEE Trans. on Power Delivery*, vol. 15, no. 4, pp. 1212-1220, October 2000.
- [4]. Olimpo Anaya-Lara and E. Acha "Modeling and Analysis of Custom Power Systems," *IEEE Trans. on Power Delivery*, vol. 17, no. 1, pp. 226-272, May 2002.
- [5]. Manitoba HVDC Research Centre, "User's guide PSCAD/EMTDC: version 4.1.0," 2004.
- [6]. Po-Tai cheng and Chia-Han Tsai, "An improved solid-state transfer switch controller for sensitive industrial loads," *IEEE, PES General Meeting*, vol. 4, pp. 2514-2519, 13-17 July 2003.
- [7]. Hossien Mokhtari, Shashi B. Dewan, and M. Reza Iravani, "Effect of Regenerative Load on a Static Transfer Switch Performance," *IEEE Trans. on Power Delivery*, vol. 16, no. 4, pp. 619-624, October 2001.
- [8]. R.W. De Doncker, W.T. Eudy, J.A. Maranto, H. Mehta, and J.W. Schwartzzenberg, "Medium voltage subcycle transfer switch," *Power Quality Assurance*, pp. 46-51, July/August 1995.
- [9]. J.W. Schwartzzenberg and R.W. De Doncker, "15 KV Medium voltage static transfer switch," in *IEEE IAS 30th annual meeting*, Orlando, FL, pp.2515-2520, Oct. 1995.
- [10]. Hossien Mokhtari, Shashi B. Dewan, and M. Reza Iravani, "Performance Evaluation of Thyristor Based Static Transfer Switch," *IEEE Trans. on Power Delivery*, vol. 15, no. 3, pp. 960-966, July 2000.

LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT.BNI PERSERO MALANG KAMPUS I : JL.Bendungan sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015
Malang 65145
BANK NIAGA MALANG KAMPUS II : JL.Raya Karanglo, Km 2 Telp (0341) 4173636 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Yerobeam Pison
NIM : 03.12.056
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1
Judul Skripsi : Analisa penggunaan *STS* pada sistem distribusi 20 kV G.I
sengkaling menggunakan *software PSCAD power simulation*

Dipertahankan dihadapan tim penguji skripsi jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 18 Februari 2012
Dengan Nilai : 76.3 (B+) *rr*

Panitia Ujian Skripsi,

Ketua Majelis Penguji

Sekretaris Majelis Penguji


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 108800189


Dr. Eng. Arynanto Soetedjo ST, MT
NIP. Y. 1030800417

Anggota Penguji,

PENGUJI I

PENGUJI II


Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209


Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 1028700172



REPUBLIC OF INDONESIA
MINISTRY OF EDUCATION AND CULTURE
INSTITUTION FOR THE DEVELOPMENT OF EDUCATION

RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER FOR THE DEVELOPMENT OF EDUCATION
Jember, 18 February 2012

RESEARCH REPORT
TECHNOLOGY IN EDUCATION

Researcher: Nur Hafid
Date: 18 February 2012
Title: The Effectiveness of Learning Management System (LMS) in Improving Student Learning Outcomes
Abstract: This research aims to determine the effectiveness of Learning Management System (LMS) in improving student learning outcomes. The research method used is quantitative research with a survey approach. The data analysis technique used is descriptive statistical analysis. The results of the research show that the use of LMS has a positive effect on student learning outcomes.

The research is conducted in the form of a survey in the form of a questionnaire (S-1) form.

Keywords: LMS, Learning Management System, Student Learning Outcomes, Effectiveness, Research Methodology.

Author's Name

Author's Name

Author's Name

Dr. Nur Hafid, M.Pd.
NIP. 197001011980001

Dr. Nur Hafid, M.Pd.
NIP. 197001011980001

Author's Name

Author's Name

Author's Name

Dr. Nur Hafid, M.Pd.
NIP. 197001011980001

Dr. Nur Hafid, M.Pd.
NIP. 197001011980001



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT.BNI PERSERO MALANG KAMPUS I : JL.Bendungan sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015
Malang 65145
BANK NIAGA MALANG KAMPUS II : JL.Raya Karanglo, Km 2 Telp (0341) 4173636 Malang

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

- Hari : Sabtu
Tanggal : 18 Februari 2012
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :
1. Nama : Yerobeam Pison
 2. NIM : 03.12.056
 3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
 4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
 5. Judul Skripsi : Analisa penggunaan *STS* pada sistem distribusi 20 kV G.I sengkaling menggunakan *software PSCAD power simulation*

Perbaikan meliputi :

| No | Materi Perbaikan | keterangan |
|----|--|------------|
| 1 | Mohon sikripsinya dicek antara judul, tujuan dan kesimpulan sangat tidak bersesuaian alias bertentangan !! | |

Disetujui :

Penguji Pertama

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y.1038900209

Penguji kedua

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y.1028700172

Mengetahui,

Pembimbing I

Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y.1018700151

Pembimbing II

Bambang Prio H, ST, MT
NIP.Y. 1028400082



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : YEROBEAM PISDON
 NIM : 03-12-056
 Semester : XYI
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : ~~TEKNIK ELEKTRONIKA~~
 TEKNIK ENERGI LISTRIK ✓
 ~~TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA~~
 TEKNIK KOMPUTER
 ~~TEKNIK TELEKOMUNIKASI~~
 Alamat : Jl. PERUSAHAAN NO.5

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan **SKRIPSI** adalah sebagai berikut :

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

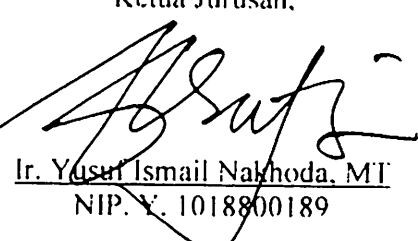
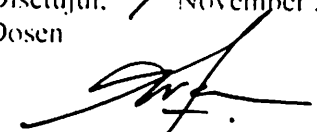
Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro

Malang, 4.....AGUSTUS.....2011
 Pemohon



FORMULIR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO/T. ENERGI LISTRIK S-1

| | | | |
|---|---|--|-------|
| 1. Nama Mahasiswa : Yerobeam Pisdon | | Nim : 03.12.056 | |
| 2. Waktu Pengajuan : | Tanggal | Bulan | Tahun |
| | 5 | November | 2011 |
| 3. Spesifikasi Judul *) | | | |
| 3. | a. Sistem Tenaga Elektrik | e. Elektronika & Komponen | |
| | b. Energi & Konversi Energi | f. Elektro Digital & Komputer | |
| | c. Tegangan Tinggi & Pengukuran | g. Elektronika Komunikasi | |
| | d. Sistem Kendali Industri | h. Lainnya | |
| 4. Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : | | Ketua Jurusan, | |
| 4. <u>Awan Uji Krisnanto, ST, MT</u> | |  Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT NIP. Y. 1018800189 | |
| 5. Judul yang diajukan Mahasiswa : | ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 KV MENGGUNAKAN <i>SOFTWER PSCAD/EMTDC</i> POWER SIMULATION PADA SALURAN G.I SENGKALING | | |
| 6. Perubahan Judul yang Disetujui Dosen materi bidang ilmu | | | |
| 7. Catatan : | | | |
| 8. Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu | Disetujui, 7 November 2011 Dosen  <u>Awan Uji K, ST MT</u> | | |

Perhatian :

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan ke Jurusan paling lambat *satu minggu* setelah disetujui Kelompok Dosen Keahlian dengan dilampirkan Proposal Skripsi beserta persyaratan Skripsi sesuai Form. S-1.
2. *) dilingkari a, b, c,atau f, sesuai bidang Keahlian.
3. **) diisi oleh Jurusan.

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Taufik Hidayat, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yerobeam Pisdon
Nim : 03.12.056
Semester : XVI
Jurusan : Teknik Elektro S-I
Konsentrasi : Energi Listrik

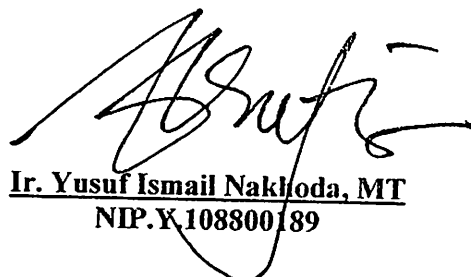
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul
(proposal terlampir) :

**ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 kV G.I
SENGKALING MENGGUNAKAN *SOFTWER PSCAD/EMTDC
POWER SIMULATION***

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.


Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. X.108800189

Malang, Nopember 2011

Hormat Kami,



Yerobeam Pisdon
Nim : 03.12.056

*) coret yang tidak perlu

Form S-3a

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Bambang Prio H, ST, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yerobeam Pisdon
Nim : 03.12.056
Semester : XVI
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Energi Listrik


Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul
(proposal terlampir) :

**ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 Kv G.I
SENGKALING MENGGUNAKAN *SOFTWER PSCAD/EMTDC
POWER SIMULATION***

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.


Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. X 108800189

Malang, Nopember 2011

Hormat Kami,


Yerobeam Pisdon
Nim : 03.12.056

*) coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Yerobeam Pisdon
Nim : 03.12.056
Semester : XVI
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Energi Listrik

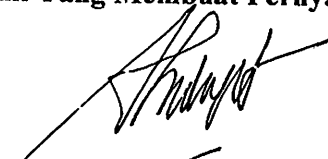
Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) , untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

**ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 Kv G.I
SENGKALING MENGGUNAKAN *SOFTWER PSCAD/EMTDC
POWER SIMULATION***

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Nopember 2011

Kami Yang Membuat Pernyataan,



Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y. 1018700151

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan
kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*)Coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Yerobeam Pisdon
Nim : 03.12.056
Semester : XVI
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) , untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut, dengan judul :

**ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 Kv G.I
SENGKALING MENGGUNAKAN *SOFTWARE PSCAD/EMTDC
POWER SIMULATION***

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Nopember 2011

Kami Yang Membuat Pernyataan,



Bambang Prio H, ST, MT
NIP.Y.1028400082

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan
kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.

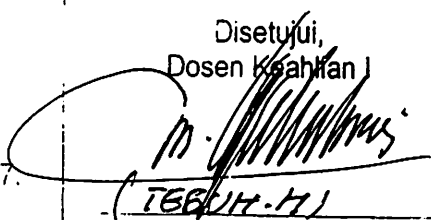
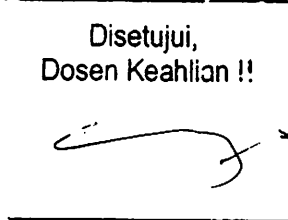
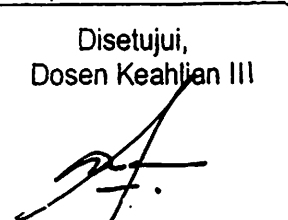
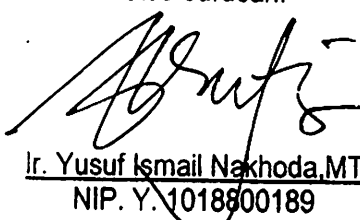
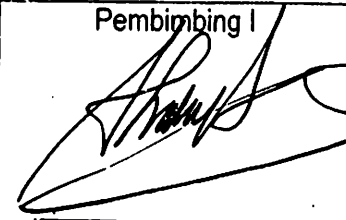
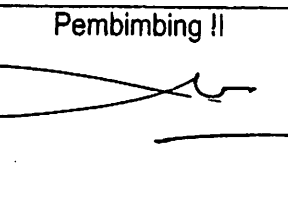
*)Coret yang tidak perlu

Form S-3b



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/ Teknik Komputer & Informatika*)

| | | | | |
|--|---|---|---------------|--|
| 1. | Nama Mahasiswa: <u>YEROBEAM PUSDON</u> | Nim: <u>03-12-056</u> | | |
| 2. | Keterangan | Tanggal | Waktu | Tempat |
| | Pelaksanaan | <u>28-11-2011</u> | <u>09.00</u> | Ruang: |
| Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**) | | | | |
| 3. | a. Sistem Tenaga Elektrik | e. Elektronika & Komponen | | |
| | b. Energi & Konversi Energi | f. Elektronika Digital & Komputer | | |
| | c. Tegangan Tinggi & Pengukuran | g. Elektronika Komunikasi | | |
| | d. Sistem Kendali Industri | h. lainnya | | |
| 4. | Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa | <u>ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 KV G.1 SENGKALING MENGGUNAKAN SOFTWARE PSCAD/EMTDC POWER SIMULATION</u> | | |
| 5. | Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian | | | |
| 6. | Catatan: | | | |
| | | | | |
| Persetujuan Judul Skripsi | | | | |
| Disetujui, Dosen Keahlian I | | Disetujui, Dosen Keahlian II | | Disetujui, Dosen Keahlian III |
|  <u>(TEBUH-H)</u> | |  | |  |
| Mengetahui, Ketua Jurusan. | | Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs | | |
|  <u>Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT</u> NIP. Y. 1018600189 | | Pembimbing I | Pembimbing II | |
|  | |  | | |

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 26 Nopember 2011

Nomor : ITN- 832/I.TA/2/11
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr/I. **IR. H. TAUFIK HIDAYAT, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
Untuk Mahasiswa :

Nama : YEROBEAM PISDON
Nim : 0312056
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Komputer & Informatika

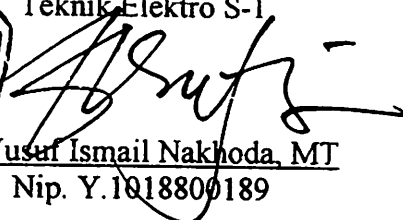
Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/i selama masa waktu (enam) 6 bulan, terhitung mulai
tanggal :

24 Nopember 2011 s/d 24 Mei 2012

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1,
Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Nip. Y. 1018800189

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Berangkutan
2. Arsip

Form. S 4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 26 Nopember 2011

Nomor : ITN- 833/I.TA/2/11
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr/I. **BAMBANG PRIO H, ST, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

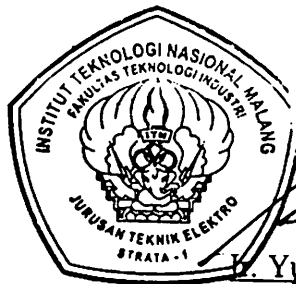
Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
Untuk Mahasiswa :

Nama : YEROBEAM PISDON
Nim : 0312056
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Komputer & Informatika

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/i selama masa waktu (enam) 6 bulan, terhitung mulai
tanggal :

24 Nopember 2011 s/d 24 Mei 2012

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1,
Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

[Signature]
D. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Nip. Y 1018800189

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Berangkutan
2. Arsip

Form. S 4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : YEROBEAM PISDON
Nim : 03.12.056
Masa Bimbingan : 24 NOPEMBER 2011 s/d 24 MEI 2012 *2012*
Judul Skripsi : ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 kV
G.I SENGKALING MENGGUNAKAN SOFTWARE
PSCAD/EMTDC POWER SIMULATION

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|-------------|---|------------------|
| 1. | 6 Feb 2012 | Menyusun data? sumber 3 fase, Trato, beban, Saluran Kabel, C&G, Tegangan, frekuensi. | <i>AB</i> |
| 2. | 7 Feb 2012 | melibat an Laporan judul nya sesuai analisis penggunaan SIS pd sistem distribusi 20kV. | <i>AB</i> |
| 3. | 14 Feb 2012 | pada bab IV simulasi dan Analisis urutannya penyelesaian masalah sesuai dengan flowchart. | <i>AB</i> |
| 4. | | | |
| 5. | | | |
| 6. | | | |
| 7. | | | |
| 8. | | | |
| 9. | | | |
| 10. | | | |

Malang
Dosen Pembimbing,

Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y. 1018700151



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : YEROBEAM PISDON
Nim : 03.12.056
Masa Bimbingan : 24 NOPEMBER 2011 s/d 24 MEI 2012 *24*
Judul Skripsi : ANALISA REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 20 kV
G.I SENGKALING MENGGUNAKAN SOFTWARE
PSCAD/EMTDC POWER SIMULATION

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|---------|-----------|--------------------|
| 1. | | Bab I | <i>[Signature]</i> |
| 2. | | Bab II | <i>[Signature]</i> |
| 3. | | Bab III | <i>[Signature]</i> |
| 4. | | Bab IV | <i>[Signature]</i> |
| 5. | | Bab V | <i>[Signature]</i> |
| 6. | | Acc major | <i>[Signature]</i> |
| 7. | | | |
| 8. | | | |
| 9. | | | |
| 10. | | | |

Malang

Dosen Pembimbing,

Bambang Prio H, ST, MT
NIP.Y. 1028400082