

**EVALUASI RUGI RUGI DAYA PADA SISTEM TRANSMISI
150 KV SUMATERA BARAT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

OLEH:

RAHMADHIAN
NPM. 0310017111064



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2015**

LEMBARAN PENGESAHAN
EVALUASI RUGI RUGI DAYA PADA SISTEM TRANSMISI 150 kV
SUMATERA BARAT

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1)
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

RAHMADHIAN
0310017111064

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Ir. Cahayahati, MT
NIK : 930 500 331

Pembimbing II

Ir. Ija Darmana, MT
NIK: 940 700 335

Diketahui Oleh:

Fakultas Teknologi Industri
Dekan

Jurusan Teknik Elektro
Ketua

Drs. Mulyanef, M.Sc
NIP: 19590208 198701 1001

Ir. Arnita, MT
NIP: 19622411 199203 2002

KATA PENGANTAR

Dengan kesempatan yang sangat berbahagia ini, tiada satu kalimah dan pujian selain untuk pencipta alam dan isinya Allah SWT yang maha berilmu tinggi dari segalanya, maha adil dan bijaksana, pemelihara alam semesta, dengan ucapan kalimah awal dari nama-Nya dan diakhiri rasa syukur dengan nama-Nya maka Dialah yang maha menentukan apa-apa yang ada dilangit dan dibumi, tiada satupun kekuasaan dan kekuatan dialam semesta ini selain dari pertolongan-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan petunjuk dan pertolongan-Nya, Maha Agung Allah atas segala firman-firman-Nya. Tidak lupa pula shalawat dan beriring salam kepada tauladan seluruh umat manusia Rasullullah SAW yang telah membuka tabir gelap dunia dari zaman zahiliyah ke zaman sekarang ini, dengan segala wahyu yang diturunkan Allah kepada Rasul-Nya, yang mana wahyu tersebut berisi segala ilmu yang ada dilangit dan dibumi yaitu kitab maha suci berisikan firman-firman Allah Al-Qur'an yang tiada keraguan lagi didalamnya.

Skripsi ini disusun adalah dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana Strata-1 pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. Adapun judul skripsi yang penulis ambil adalah "Implementasi Sistem Pentanahan Grid Pada Tower Transmisi 150 KV (Aplikasi Pada Tower 150 kV Antara Gardu Induk Indarung Dengan Gardu Induk Bungus".

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat gagasan, saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini

penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Kedua orang tua Papa dan Mama, serta adik tersayang Hafiz dan Febri yang tidak henti-hentinya memberikan doa, semangat, dan dukungan-dukungan dari dulu sampai sekarang.
2. Bapak Ir. Mulyanef, Msc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universtas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Yani Ridal, MT selaku wakil Dekan Fakultas Teknologi Industri Universtas Bung Hatta.
4. Ibu Ir. Arnita, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, dan sekaligus pembimbing I yang telah banyak membantu dan membimbing dalam segala ruang lingkup perkuliahan maupun penyelesaian skripsi ini secara profesional serta arahan , diskusi, support dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Ir. Cahaya Hati, M.T, selaku pembimbing I yang telah banyak membantu secara profesional serta arahan , diskusi, support dan motivasi dalam penyelesaian skripsi.
6. Bapak Ir. Ija Darmana, MT selaku pembimbing II yang telah banyak membantu serta membimbing dalam penyelesaian skripsi ini dan segala ruang lingkup perkuliahan maupun penyelesaian skripsi ini secara profesional serta arahan , diskusi, support dan motivasi dalam penyelesaian skripsi

7. Bapak Mirzazoni ST, MT, selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
8. Seluruh dosen serta karyawan dilingkungan Teknik Elektro yang telah memberikan pengajaran, arahan, nasehat, mendidik sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang perkuliahan dan skripsi ini.
9. Staf dan karyawan PT. PLN P3B Unit Pelayanan Transmisi Padang, yang telah memberikan Izin penelitian kepada penulis.
10. Kepada seluruh teman-teman, senior, junior Teknik Elektro atas dukungan, bantuan dan motifasinya hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan kebaikan yang tiada tara.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kejanggalan dan kekurangan, disebabkan kemampuan penulis masih terbatas, namun berkat kesungguhan dan dorongan serta bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat juga penulis selesaikan dengan baik.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan teknik Elektro di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Padang, Desember 2015

Penulis,

ABSTRAK

Sistem tenaga listrik secara umum terdiri dari 3 bagian utama, yaitu pusat pembangkit, saluran transmisi dan system distribusi. Sistem kelistrikan antar pusat – pusat pembangkit dan pusat – pusat beban pada umumnya terpisah dalam ratusan, bahkan ribuan kilometer. Hal ini terjadi karena beban (konsumen) terdistribusi pada setiap tempat, sementara lokasi pembangkitan umumnya terletak pada pusat – pusat sumber energi (PLTA) yang pada umumnya jauh dari pusat perkotaan. Oleh karena itu tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui kawat – kawat saluran transmisi. Saluran – saluran transmisi membawa tenaga listrik dari pusat pembangkitan hingga ke pusat beban melalui saluran tegangan tinggi 150 kV. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung losses pada saluran transmisi 150 kV dengan menggunakan software ETAP 12.6.0. Penggunaan software ETAP 12.6.0 yaitu berperan untuk mempermudah menghitung losses daya pada sistem 150 kV Sumatera Barat.

ABSTRACT

Electrical power system generally consists of three main parts, namely plants, transmission lines and distribution systems. The electrical system between the central station and the centers of the load is generally separated into hundreds, even thousands of kilometers. This occurs because the load (consumer) is distributed at each place, while the location of generation is generally located in the central source of energy (hydropower), which is generally far from urban centers. Therefore, the electric power generated is channeled through the wires transmission line. Transmission line carries electricity from the generation facility to the load centers via high voltage lines of 150 kV. The aim of this study is to calculate the losses in the transmission line of 150 kV using ETAP software 12.6.0. ETAP software is instrumental to facilitate calculate power losses in the system of 150 kV West Sumatra.

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.3 Tinjauan Pustaka | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II. STUDI ALIRAN DAYA PADA SISTEM TENAGA LISTRIK | |
| 2.1 Umum | |
| 2.2 Studi Aliran Daya | 7 |
| 2.3 Daya Listrik | 9 |
| 2.3.1 Daya Nyata | 9 |
| 2.3.2 Daya Semu | 10 |
| 2.3.3 Daya Reaktif | 10 |
| 2.4 Persamaan Aliran Daya | 11 |
| 2.5 Sistem Transmisi | 13 |
| 2.6 Losses Pada Sistem Transmisi | 15 |

| | |
|---|----|
| 2.7 Penyaluran Dan Susut Daya | 16 |
| 2.8 Kesalahan Dalam Perhitungan Susut Energi | 17 |
| 2.9 Metode Untuk Menyelesaikan Aliran Daya | 19 |
| BAB III. LOSSES DAYA | |
| 3.1 Umum | 20 |
| 3.2 Studi Rugi – Rugi Pada Transmisi | 22 |
| 3.3 Metode Newton Raphson | 23 |
| 3.4 Pengenalan Software ETAP 12.6.0 | 33 |
| 3.4.1 Simulasi Yang Dapat Dilakukan Di ETAP | 29 |
| 3.4.2 Elemen Elemen Yang Terdapat Pada ETAP 12.6.0 | 31 |
| 3.4.2.1 Toolbar Elemen | 31 |
| 3.4.2.1 Toolbar Load Flow | 34 |
| 3.4.3 Data Yang Dibutuhkan | 35 |
| 3.4.4 Langkah Dalam Simulasi ETAP | 39 |
| 3.5 Flowchart Menghitung Losses Daya Sistem 150 kV Pada Sistem Transmisi Sumatera Barat | 43 |
| BAB IV. HASIL DAN ANALISA | |
| 4.1 Single Line Diagram Sistem Transmisi 150 kV Sumatera Barat | 44 |
| 4.2 Data | 45 |
| 4.2.1 Data Trafo | 45 |
| 4.2.2 Data Beban | 46 |
| 4.2.3 Data Beban Statis | 47 |
| 4.2.4 Data Kawat Transmisi | 48 |
| 4.2.5 Data Busbar | 49 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 4.3 Hasil Analisa Perhitungan manual | 57 |
| 4.8.Hasil Analisa Dengan ETAP 12.6.0 | 57 |

BAB V.KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 62 |
| 5.2 Saran | 63 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Diagram proteksi gardu induk..... | 6 |
| Gambar 2.2 Gangguan tiga fasa simetris | 12 |
| Gambar 2.3 Gangguan satu fasa ke tanah | 13 |
| Gambar 2.4Gangguan antar fasa | 14 |
| Gambar 2.5Gangguan antar fasa ke tanah..... | 14 |
| Gambar 2.6Prinsip kerja rele differensial | 15 |
| Gambar 2.7Karakteristik kerja rele diferensial | 16 |
| Gambar 2.8Rangkaian arus rele REF saat terjadi gangguan eksternal | 17 |
| Gambar 2.9Kurva karakteristik rele OCR..... | 18 |
| Gambar 2.10Karakteristik <i>instantaneous overcurrent relay</i> | 19 |
| Gambar 2.11 Karakteristik <i>definite time overcurrent relay</i> | 20 |
| Gambar 2.12 <i>Plug setting (pick-up)</i> dari DTOC <i>relay</i> | 21 |
| Gambar 2.13 Waktu <i>setting</i> dari DTOC <i>relay</i> | 21 |
| Gambar 2.14 Kurva <i>inverse time</i> | 22 |
| Gambar 2.15Kurva karakteristik rele EFR..... | 24 |
| Gambar 2.16Karakteristik waktu OVR danUVR adalah <i>Inverse</i> | 25 |
| Gambar 2.17Contoh <i>one-line diagram</i> ETAP 7.5 | 29 |
| Gambar 2.18Contoh simulasi koordinasi rele proteksi | 30 |
| Gambar 2.19Kurva koordinasi rele proteksi | 30 |
| Gambar 2.20Output sistem proteksi | 31 |
| Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian | 32 |
| Gambar 4.1Tampilan awal ETAP 7.5 | 37 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.2Rancangan awal EPD untuk pembebanan trafo 1 | 38 |
| Gambar 4.3 <i>Running load flow</i> trafo 1 | 40 |
| Gambar 4.4 <i>Running short circuit</i> trafo 1 | 41 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Karakteristik OCR IEC 60255 | 23 |
| Tabel 2.2 Kode dan lambang rele proteksi..... | 26 |
| Tabel 4.1 <i>Load flow report</i> | 39 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|------|--|
| ANSI | : <i>American National Standards Institute</i> |
| CB | : <i>Circuit Breaker</i> |
| CT | : <i>Current Transformer</i> |
| DTOC | : <i>Definite Time Overcurrent Relay</i> |
| EFR | : <i>Earth Fault Relay</i> |
| EPD | : <i>Electrical Power Distribution</i> |
| ETAP | : <i>Electrical Transient Analysis Program</i> |
| GUI | : <i>Graphical User Interface</i> |
| IEC | : <i>International Electrotechnical Commission</i> |
| IEEE | : <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> |
| OCR | : <i>Overcurrent Relay</i> |
| OVR | : <i>Overvoltage Relay</i> |
| PSM | : <i>Plug Setting Multiplier</i> |
| REF | : <i>Restricted Earth Fault</i> |
| TMS | : <i>Time Multiplier Setting</i> |
| UVR | : <i>Undervoltage Relay</i> |
| VSD | : <i>Variable Speed Drive</i> |

DAFTAR ISTILAH

Pick-up : Nilai arus minimum yang menyebabkan rele bekerja

Time Delay : Waktu tunda sebelum CB *trip*

TMS : Waktu rele bekerja / waktu operasi rele

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I** : Single Line Diagram Sistem Transmisi Sumatera Barat
- Lampiran II** : Data trafo dan Beban Transmisi Data Kawat Transmisi Dan
Data Busbar
- Lampiran III** : Hasil Simulasi ETAP

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1 : Data Trafo Sistem 150 kV Sumatera Barat | 45 |
| Tabel 4.2 : Data Beban Sistem 150 kV Sumatera Barat | 46 |
| Tabel 4.3 : Data Kawat Transmisi 150 kV Sumatera Barat | 47 |
| Tabel 4.4 : Data Busbar 150 kV Sumatera Barat | 48 |