

**STUDI ANALISA KESTABILAN TEGANGAN PADA
SALURAN TRANSMISI SISTEM WILAYAH PALEMBANG,
SUMATERA SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN *FAST
VOLTAGE STABILITY INDEX (FVSI) DAN LINE STABILITY
FACTOR (LQP)***



SKRIPSI

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

OLEH

ALVEDO MOHD IZAZI

03041281320023

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

**STUDI ANALISA KESTABILAN TEGANGAN PADA
SALURAN TRANSMISI SISTEM WILAYAH PALEMBANG,
SUMATERA SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN *FAST
VOLTAGE STABILITY INDEX (FVSI) DAN LINE STABILITY
FACTOR (LQP)***



SKRIPSI

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

OLEH:

ALVEDO MOHD IZAZI

03041281320023

Palembang, Desember 2019

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Menyetujui,
Pembimbing**


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197108141999031005

Ir. Antonius Hamdadi, M. S
NIP. 19561214 1986031002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alvedo Mohd Izazi

NIM : 03041281320023

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Studi Analisa Kestabilan Tegangan Pada Saluran Transmisi Sistem Wilayah Palembang, Sumatera Selatan Dengan Menggunakan *Fast Voltage Stability Index (FVSI)* dan *Line Stability Factor (LQP)*” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Desember 2019



Alvedo Mohd Izazi

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan



Pembimbing Utama

Ir. Antonius Hamdadi, M.S.

Tanggal

17, 12, 2019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat membuat tugas akhir skripsi ini yang berjudul **“Studi Analisa Kestabilan Tegangan Pada Saluran Transmisi Sistem Wilayah Palembang, Sumatera Selatan Dengan Menggunakan *Fast Voltage Stability Index (FVSI)* dan *Line Stability Factor (LQP)*”**.

Pembuatan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua saya Amin Izazi, dan ibunda Tety Puspa W dan kakak serta adik-adik saya yang telah memberikan dukungan sepenuhnya baik materi maupun moril serta motivasi selama pembuatan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Antonius Hamdadi, M.S. selaku Pembimbing Utama tugas akhir yang selalu memberi bimbingan, arahan dan nasihatnya.
3. Bapak Sugi selaku pembimbing dalam pengambilan data sekaligus Staff Supervisor bagian Pembangkit dan Transmisi PT. PLN (Persero) Unit Pengaturan Beban (UPB) Keramasan wilayah SUMBAGSEL
4. Staf dan karyawan PT. PLN (Persero) Unit Pengaturan Beban (UPB) Keramasan Wilayah SUMBAGSEL
5. Bapak M. Abu Bakar Siddik, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
6. Ibu Dr. Herlina, S.T. M.T. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro
7. Ibu Hera Hikmarika, S.T. M.ENG. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberi motivasi dan arahan selama menentukan matakuliah yang harus diambil
8. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga uraian ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, Desember 2019

Penulis

ABSTRAK

STUDI ANALISA KESTABILAN TEGANGAN PADA SALURAN TRANSMISI SISTEM WILAYAH PALEMBANG, SUMATERA SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN *FAST VOLTAGE STABILITY INDEX (FVSI)* DAN *LINE STABILITY FACTOR (LQP)*

(Alvedo Mohd Izazi, 03041281320023, 2019, 44 halaman)

Stabilitas tegangan adalah bagian terpenting yang perlu dipertimbangkan dalam merencanakan operasi sistem tenaga listrik. Terjadinya permasalahan seperti tegangan jatuh harus dihindari dan hal ini disebabkan oleh beberapa kondisi seperti pembebanan yang tinggi, atau gangguan yang lain. Pada Tugas Akhir ini, stabilitas tegangan sistem tenaga listrik 150 kV Kota Palembang, Sumatera Selatan akan dianalisa dengan *Fast Voltage Stability Index (FVSI)*, dan *Line Stability Factor (LQP)*. *Fast Voltage Stability Index (FVSI)* merupakan indeks stabilitas tegangan yang melihat pada sistem saluran, *Line Stability Factor (LQP)* merupakan indeks yang didapat dari formulasi stabilitas tegangan pada sistem yang dituju berdasarkan konsep saluran transmisi saluran.

Kata Kunci : Stabilitas Tegangan, FVSI, LQP

ABSTRACT

STUDI ANALISA KESTABILAN TEGANGAN PADA SALURAN TRANSMISI SISTEM WILAYAH PALEMBANG, SUMATERA SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN *FAST VOLTAGE STABILITY INDEX (FVSI)* DAN *LINE STABILITY FACTOR (LQP)*

(Alvedo Mohd Izazi, 03041281320023, 2019, 44 halaman)

Voltage stability is the most important part that needs to be considered in planning the operation of an electric power system. Problems such as voltage drop must be avoided and this is caused by several conditions such as high loading or other disturbances. In this Final Project, the 150 kV electrical system voltage stability in Kota Palembang, South Sumatra will be analyzed with the Fast Voltage Stability Index (FVSI), and Line Stability Factor (LQP). Fast Voltage Stability Index (FVSI) is a voltage stability index that looks at the channel system, Line Stability Factor (LQP) is an index obtained from the formulation of voltage stability in the intended system based on the concept of the channel transmission line.

Keywords: Voltage Stability, FVSI, LQP

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
NOMENKLATUR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5. Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sistem Tenaga Listrik	5
2.2. Diagram Pengganti Saluran Transmisi	5
2.2.1. Saluram Transmisi Pendek (<i>Short Line</i>).....	6
2.2.2. Saluran Transmisi Menengah (<i>Medium Line</i>)	7
2.2.3. Saluran Tranmisi Panjang (<i>Long Line</i>).....	10

2.3. Definisi Daya	12
2.3.1. Daya Aktif (<i>Active Power</i>)	13
2.3.2. Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>)	13
2.3.3. Daya Nyata (<i>Aparrant Power</i>).....	13
2.4. Faktor Daya.....	15
2.5. Level Tegangan Pada Sistem Tenaga Listrik.....	15
2.6. Definisi Kestabilan Tegangan.....	15
2.7. ETAP 12.6.0 Power Station	16
2.8. <i>Fast Voltage Stability Index</i> (FVSI).....	17
2.9. <i>Line Stability Factor</i> (LQP)	20
2.10. Keseimbangan Beban.....	20

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.1.1. Lokasi.....	22
3.1.2. Waktu Penelitian.....	22
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	23
3.2.1. Studi Literatur	23
3.2.2. Pengumpulan Data.....	23
3.3. Pengolahan Data	24
3.4. Diagram Alir Proses Kestabilan Tegangan Transmisi Wilayah Palembang, Sumatera Selatan Dengan Menggunakan <i>Fast Voltage Stability Index</i> (FVSI) dan <i>Line Stability Factor</i> (LQP) ..	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sistem 150 KV Wilayah SUM-SEL	25
4.2. Data Penelitian Sistem 150 KV Wilayah SUM-SEL.....	25
4.3. Data Simulasi	30
4.4. Sistem Tenaga Listrik Kota Palembang	31
4.5. Simulasi dan Analisa pada Sistem Kota Palembang.....	31

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Diagram Pengganti Saluran Pendek	6
Gambar 2.2. Diagram Pengganti Saluran Transmisi Jarak Menengah Nominal T	8
Gambar 2.3. Diagram Rangkaian Phi (π)	9
Gambar 2.4. Rangkaian Ekuivalen Saluran Panjang	11
Gambar 2.5. Penjumlahan Trigonometri Daya aktif, reaktif, dan semu.....	14
Gambar 2.6. Level Tegangan	15
Gambar 2.7. Representasi Model Sistem Tenaga Listrik 2 Bus	17
Gambar 3.1. Gambar Diagram Alir	24

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1. Waktu Penelitian	22
Tabel 4.1. Data Saluran Pada Sistem Tenaga Listrik 150 KV Wilayah Sumsel	25
Tabel 4.2. Data Pembangkitan Sistem Interkoneksi 150 KV Wilayah SUMSEL	26
Tabel 4.3. Data Transformator dan Penghantar Sistem Interkoneksi 150 KV....	27
Tabel 4.4. Data Beban Jam 10.00	28
Tabel 4.5. Data Beban Jam 19.30	29
Tabel 4.6. Aliran Daya pada Jam 10.00	32
Tabel 4.7. Aliran Daya pada Jam 19.30	32
Tabel 4.8. Perhitungan X dan Z	34
Tabel 4.9. Perhitungan FVSI dan LQP pada Jam 10.00	37
Tabel 4.10. Perhitungan FVSI dan LQP pada Jam 19.30	40

NOMENKLATUR

V_S	: Tegangan sisi kirim (Volt).
I_S	: Arus sisi kirim (Ampere).
V_R	: Tegangan sisi terima (Volt).
I_R	: Arus sisi terima (Ampere).
Z	: Impedansi saluran (Ohm).
P_S	: Daya sisi kirim (Watt)
P_R	: Daya sisi terima (Watt)
η	: Efisiensi (%)
$\cos \varphi$: Faktor Daya
δ	: perbedaan sudut antara sisi pengirim dan sisi penerima
Q_j	: Daya reaktif pada sisi penerima (Var)
V_i	: Tegangan pada sisi pengirim (Volt)
X	: Reaktansi saluran (Ohm)
P_i	: Daya aktif pada sisi pengirim (Watt)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan energi listrik baik untuk keperluan industri maupun rumah tangga, maka sejumlah besar energi listrik harus bisa disalurkan secara ekonomis dari suatu pembangkit ke pusat beban. Sistem tenaga listrik adalah suatu sistem yang dibentuk melalui hubungan peralatan dan komponen listrik seperti generator, transformator, dan beban listrik atau konsumen. Pusat pembangkit dan pusat beban secara umum terpisah dalam ratusan hingga ribuan kilometer. Sistem ini dikelompokkan ke dalam tiga bagian yaitu pembangkitan, bagian transmisi, dan bagian distribusi.

Pada saluran transmisi diperlukan adanya kestabilan tegangan untuk mendapatkan besar yang sangat efisien ketika sampai ke konsumen untuk digunakan. Dengan adanya penstabilan saluran dalam hal tegangan mampu untuk menjaga besar tegangan yang didapatkan terutama saat terjadi gangguan. Terjadinya ketidakstabilan tegangan diakibatkan oleh besar tegangan pada tegangan penerima turun dari keadaan normalnya sehingga disebut *voltage collapse*. Apabila hal ini terjadi, maka akan menimbulkan *black out* pada saluran tersebut. Dengan adanya analisis stabilitas tegangan dapat ditentukan apakah saluran tersebut memiliki tingkat kestabilan yang efisien atau tidak. Analisa ini juga diperlukan ketika merencanakan ataupun mengoperasikan sistem tenaga listrik.

Sehingga dalam masalah ini untuk menganalisa adanya kestabilan pada saluran transmisi kota Palembang dibuat tugas akhir yang berjudul “Studi Analisa Kestabilan Tegangan Pada Saluran Transmisi Sistem Wilayah Palembang, Sumatera Selatan Dengan Menggunakan *Fast Voltage Stability Index* (FVSI) dan *Line Stability Factor* (LQP)”.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana nilai *Fast Voltage Stability Index* (FVSI) dan *Line Stability Factor* (LQP) apabila sistem mengalami ketidakstabilan.
2. Berapakah nilai indeks *Fast Voltage Stability Index* (FVSI) dan *Line Stability Factor* (LQP) terbesar dan terkecil pada sistem saluran transmisi Palembang.

1.3. Tujuan Penulisan

Pembuatan tugas akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui indeks *Fast Voltage Stability Index* (FVSI) dan *Line Stability Factor* (LQP) pada saluran transmisi wilayah kota Palembang.
2. Dapat menganalisa sistem saluran transmisi wilayah Palembang dalam kondisi stabil atau tidak.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Dalam studi ini, hanya menentukan besarnya nilai indeks *Fast Voltage Stability Index* (FVSI) dan *Line Stability Factor* (LQP) dengan menggunakan simulasi *Load Flow* ETAP 12.6.0 untuk mengetahui kestabilan sistem dan hanya mencakup saluran transmisi wilayah Palembang.

1.5. Sistematika Penulisan

Merupakan urutan kronologis untuk menjelaskan proses serta gambaran secara umum dalam tugas akhir ini yang terdiri sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, manfaat penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori pendukung, seperti sistem tenaga listrik, sistem transmisi tenaga listrik, aliran daya, kestabilan sistem tenaga listrik, keseimbangan beban, teori *Fast Voltage Stability Index* (FVSI), *Line Stability Factor* (LQP) dan *Line Collapse Proximity Index* (LCPI).

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai lokasi dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, pengumpulan data, diagram alir mengenai metode yang digunakan dalam menentukan perhitungan *Fast Voltage Stability Index* (FVSI), *Line Stability Factor* (LQP) dan *Line Collapse Proximity Index* (LCPI).

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab membahas mengenai pengolahan data untuk menentukan kestabilan tegangan pada sistem saluran transmisi kota Palembang melalui metode FVSI dan LQP.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab merupakan hasil akhir dari pembahasan bab-bab sebelumnya dengan memberikan saran terhadap penulisan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. D. Stevenson, "Analisa Sistem Tenaga," p. 241, 1983.
- [2] S. Fauzi, "Analisa Switching Pada Saluran Transmisi 150 KV Bukit Asam," Universitas Sriwijaya, 1989.
- [3] A. Hamdadi, "Diktat Kuliah 'Analisa Sistem Tenaga,'" Universitas Sriwijaya, 2005.
- [4] T. S. Hutaeruk, *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga, 1985.
- [5] C. W. Taylor, "Power System Voltage Stability- Carson W Taylor.pdf." .
- [6] S. Hadi, "Power-System-Analysis-by-Hadi-Saadat-Ele.pdf." .
- [7] Sugiyanto, "Saluran Transmisi Sistem Jawa Timur Subsystem Paiton – Grati Dengan Menggunakan Line the Study of Voltage Stability Analysis on Transmission Line System Paiton-Grati Subsystem in East Java Using Line Collapse," 2017.
- [8] H. Pratikto, S. P. Hadi, and L. M. Putranto, "ANALISIS STABILITAS TEGANGAN SISTEM TENAGA LISTRIK 500 kV JAWA BALI DENGAN FAST VOLTAGE STABILITY INDEX (FVSI)," vol. 1, no. April, pp. 17–23, 2014.
- [9] T. Van Cutsem and C. Vournas, *Voltage stability of electric power systems*. 2008.
- [10] T. van Cutsem, "Voltage Stability of Electric Power Systems.pdf." .

- [11] A. B. Kusumaningtyas, M. N. Hidayat, and S. S. Wibowo, "Terhadap Profil Tegangan Pada Bus Wlingi Jaringan 150 Kv Dengan Metode Fast Voltage stability Index (Fvsi) Sub Sistem Grati Paiton Region 4 B-64 B-65," vol. 8, pp. 64–69, 2016.
- [12] I. Musirin and T. K. Abdul Rahman, "Novel fast voltage stability index (FVSI) for voltage stability analysis in power transmission system," in *2002 Student Conference on Research and Development: Globalizing Research and Development in Electrical and Electronics Engineering, SCOReD 2002 - Proceedings*, 2002, doi: 10.1109/SCORED.2002.1033108.