

**ANALISIS STABILITAS TEGANGAN 150 kV SISTEM JAWA TIMUR
SUBSISTEM PAITON-GRATI MENGGUNAKAN FVSI (*FAST VOLTAGE
STABILITY INDEX*)**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Program Studi Teknik Elektro S1



Disusun Oleh :

Yuliani

E.5051.1601864

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2021

Yuliani, 2021

**ANALISIS STABILITAS TEGANGAN 150 KV SISTEM JAWA TIMUR SUBSISTEM PAITON-GRATI
MENGGUNAKAN FVSI (*FAST VOLTAGE STABILITY INDEX*)**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**ANALISIS STABILITAS TEGANGAN 150 kV SISTEM JAWA TIMUR
SUBSISTEM PAITON-GRATI MENGGUNAKAN FVSI (*FAST VOLTAGE
STABILITY INDEX*)**

Oleh
YULIANI

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Yuliani
Universitas Pendidikan Indonesia
2021

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
YULIANI
E.5051.1601864
Konsentrasi Teknik Tenaga Elektro
ANALISIS STABILITAS TEGANGAN 150 kV SISTEM JAWA TIMUR
SUBSISTEM PAITON-GRATI MENGGUNAKAN FVSI (*FAST VOLTAGE*
***STABILITY INDEX*)**

Disetujui dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Yadi Mulyadi, MT.

NIP. 19630727 199302 1 002

Dosen Pembimbing II

Azo
13/8/21



Dr. Tasma Sucita, S.T., MT.

NIP. 19641007 199101 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknin Elektro



Dr. Yadi Mulyadi, MT.

NIP. 19630727 199302 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Analisis Stabilitas Tegangan 150 kV Sistem Jawa Timur Subsistem Paiton-Grati Menggunakan FVSI (*Fast Voltage Stability Index*)**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya Saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, Saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya Saya ini.

Bandung, Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Yuliani

NIM. 1601864

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. karena atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Stabilitas Tegangan 150 kV Sistem Jawa Timur Subsistem Paiton-Grati Menggunakan FVSI (*Fast Voltage Stability Index*)**”. Skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan wawasan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik membangun atas segala kekurangan, sehingga akan menjadikan perbaikan di kemudian hari.

Bandung, Agustus 2021



Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Cahya Ridwan dan Ibu Rohaeti, selaku orang tua dari penulis yang tak pernah berhenti memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan nasihat.
2. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku pembimbing I yang tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T.. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro.
6. Bapak Dr. Hasbullah, S.Pd., M.T. selaku pembimbing akademik penulis yang selalu memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
7. Dosen pengajar dan staff Departemen Pendidikan Teknik Elektro. Terimakasih atas semua ilmu, wawasan, dan pembelajaran yang telah diberikan.
8. Sylvia Khadijah, Devi Ivana Athaliana, Annisa Inggar, Ghina Shofi N A, Rosena Shinta Bella, Dias Hegar Pinanggih, Efraimy Ruth S, Anggin Nisrina dan Siti Nunung Nuraeni selaku sahabat yang selalu menghibur dan menemani penulis sehingga semangat dalam mengerjakan skripsi ini.
9. Teknik Elektro UPI 2016, D3 Teknik Elektrp UPI 2016, dan Pendidikan Teknik Elektro UPI 2016, teman-teman seperjuangan yang sama-sama berjuang menyelesaikan studi di Teknik Elektro.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat

membangun penulis harapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, Agustus 2021



Penulis

ABSTRAK

Kestabilan tegangan memiliki peran penting dalam sistem kelistrikan, karena untuk menjaga nilai tegangan pada sistem saat kondisi normal atau dalam keadaan terjadi gangguan. Sistem kestabilan tegangan merupakan salah satu faktor yang perlu kita perhatikan dalam perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik. Pada penelitian ini, stabilitas tegangan sistem Jawa Timur subsistem Paiton-Grati akan kita lihat menggunakan metode FVSI (*Fast Voltage Stability index*) dan LQP (*Line Stability Factor*) dengan menggunakan dua periode beban pada tanggal 16 Mei 2018 pukul 08.00 WIB dan 20.00 WIB dimana jika hasil index menunjukkan angka dibawah 1 (satu) maka kondisi tegangan dalam keadaan stabil. Hasil perhitungan FVSI (*Fast Voltage Stability index*) dan LQP (*Line Stability Factor*) dalam penelitian ini menunjukkan semua saluran bus berada pada angka dibawah 1 (satu). Pada saat periode beban pukul 08.00 WIB memiliki nilai FVSI (*Fast Voltage Stability index*) dan LQP (*Line Stability Factor*) paling besar yaitu pada saluran dari Gendong Wetan ke Rejoso dengan nilai 0,04805 dan saluran pengiriman Paiton ke Situbondo dengan nilai 0,07892. Sedangkan pada periode beban pukul 20.00 WIB yang memiliki nilai FVSI (*Fast Voltage Stability index*) dan LQP (*Line Stability Factor*) paling tinggi yaitu sama-sama terdapat pada saluran Paiton ke Situbondo dengan masing-masing nilai 0,08857 dan 0,09748.

Kata Kunci : Kestabilan tegangan, FVSI (*Fast Voltage Stability index*), LQP (*Line Stability Factor*), sistem Jawa Timur subsistem Paiton – Grati.

ABSTRACT

Voltage stability has an important role in the electrical system, because that use for maintain the voltage value in the system when normal condition or in a state of disturbance. The voltage stability system is one of the factors that we need to consider in the planning and operation of the electric power system. In this study, the voltage stability of the East Java Paiton-Grati subsystem will be examined using the FVSI (Fast Voltage Stability index) and LQP (Line Stability Factor) methods using two load periods on May 16, 2018 at 08.00 WIB and 20.00 WIB. the index results show a number below 1 (one) then the voltage condition is stable. The calculation results of FVSI (Fast Voltage Stability index) and LQP (Line Stability Factor) in this study show that all bus lines are below 1 (one). During the load period at 08.00 WIB, the FVSI (Fast Voltage Stability index) and LQP (Line Stability Factor) values were the largest is channel from Gendong Wetan to Rejoso with a value of 0.04805 and Paiton to Situbondo delivery channel with a value of 0.07892. Meanwhile, in the load period at 20.00 WIB, the highest FVSI (Fast Voltage Stability index) and LQP (Line Stability Factor) values are both on the Paiton to Situbonndo channel with values of 0.08857 and 0.09748.

Keyword: Voltage Stability, FVSI (Fast Voltage Stability index), LQP (Line Stability Factor), system East Java subsystem Paiton-Grati.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	3
BAB II.....	4
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	4
2.1.1 Pembangkit Listrik	6
2.1.2 Transmisi Tenaga Listrik	6
2.1.3 Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.1.4 Beban Listrik.....	8
2.2 Studi Aliran Daya.....	9
2.3 Definisi Daya.....	10

2.3.1	Daya Aktif (<i>Active Power</i>).....	11
2.3.2	Daya Reaktif (<i>reactive power</i>).....	11
2.3.3	Daya Semu (<i>apparent power</i>).....	11
2.4	Faktor Daya	12
2.5	Definisi Kestabilan Tegangan	13
2.6	<i>Fast Voltage Stability Index (FVSI)</i>	14
2.7	Indeks yang lain.....	16
BAB III		18
3.1	Prosedur Penelitian.....	18
3.1.1	Lokasi dan Subjek Penelitian.....	19
3.2	Metode Pengumpulan Data	19
3.3	Data Penelitian	19
3.3.1	Data Single Line Diagram.....	19
3.3.2	Data Pembangkitan Subsitem Paiton-Grati.....	20
3.3.3	Data Impedansi Saluran Subsistem Paiton-Grati	21
3.3.4	Data Beban Subsistem Paiton Grati	22
3.4	Tahap Simulasi	23
BAB IV		31
4.1	Temuan Penelitian.....	31
4.1.1	Pemodelan Jaringan menggunakan ETAP 16.0.....	31
4.1.2	Hasil perhitungan <i>Load Flow</i>	31
4.1.3	Hasil Perhitungan FVSI (<i>Fast Voltage Stability Index</i>).....	35
4.1.4	Hasil Perhitungan LQP (<i>Line Stability Factor</i>)	42
4.1.5	Perbandingan Hasil FVSI dan LQP	49
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	50

BAB V.....	52
5.1 Simpulan.....	52
5.2 Implikasi.....	52
5.3 Rekomendasi	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem Tenaga Listrik.....	4
Gambar 2.2 Pembagian Level Tegangan	5
Gambar 2.3 Arus dan tegangan Pada Beban Resistif.....	8
Gambar 2.4 Arus dan Tegangan Pada Beban Induktif.....	9
Gambar 2.5 Arus dan Tegangan Pada Beban Kapasitif	9
Gambar 2.6 Arah Aliran Arus Listrik	10
Gambar 2.7 Segitiga Daya	12
Gambar 2.8 Representasi model sistem tenaga listrik 2 bus.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2 Subsistem Paiton-Grati.....	20
Gambar 3.3 Aliran Daya Simulasi Data.....	24
Gambar 3.4 <i>Single Line Diagram</i> Subsistem Paiton Grati 150 kV	25
Gambar 3.5 Pengisian Parameter <i>Power Grid</i>	26
Gambar 3.6 Pengisian Parameter Bus.....	26
Gambar 3.7 Pengisian Parameter <i>Cable Editor</i>	27
Gambar 3.8 Pengisian <i>Lumped Load</i>	28
Gambar 3.9 Hasil Simulasi <i>Load Flow</i>	29
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> jaringan 150 kV Subsistem Paiton Grati	31
Gambar 4.2 Grafik hasil perhitungan load flow pukul 08.00 WIB.....	33
Gambar 4.3 Grafik hasil perhitungan Data <i>load flow</i> pukul 20.00 WIB	35
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan FVSI dan LQP pukul 08.00 WIB.....	50
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan FVSI dan LQP pukul 20.00 WIB.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Pembangkitan Sistem Interkoneksi 150 kV Jawa Timur Subsistem Paiton-Grati	20
Tabel 3.2 Data Saluran Impedansi	21
Tabel 3.3 Data Beban tanggal 16 Mei 2018 pukul 08.00 WIB Subsistem Paiton Grati.....	22
Tabel 3.4 Data Beban tanggal 16 Mei 2018 pukul 20.00 WIB Subsistem Paiton Grati.....	23
Tabel 4.1 Hasil perhitungan <i>Load Flow</i> pada pukul 08.00	32
Tabel 4.2 Hasil perhitungan <i>Load Flow</i> pada pukul 20.00	33
Tabel 4.3 perhitungan FVSI pada pukul 08.00	35
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Metode FVSI pukul 08.00 WIB	37
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan FVSI pada pukul 20.00	39
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Metode FVSI pukul 20.00 WIB	41
Tabel 4.7 Perhitungan LQP pada Pukul 08.00	42
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan LQP pada Pukul 08.00	45
Tabel 4.9 Perhitungan LQP pada pukul 20.00	46
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Metode LQP pukul 20.00 WIB	48

DAFTAR PUSTAKA

- Sugiyanto. (2017). *SALURAN TRANSMISI SISTEM JAWA TIMUR SUBSISTEM PAITON – GRATI DENGAN MENGGUNAKAN LINE THE STUDY OF VOLTAGE STABILITY ANALYSIS ON TRANSMISSION LINE SYSTEM PAITON-GRATI SUBSYSTEM IN EAST JAVA USING LINE COLLAPSE.*
- Bernat, J. O., & Preece, R. (2019). Impact of VSC-HVDC reactive power control schemes on voltage stability. *2019 IEEE Milan PowerTech, PowerTech 2019, September*, 509–523. <https://doi.org/10.1109/PTC.2019.8810794>
- Di, D., & Pln, P. T. (2015). *Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan.*
- Syahputra, R. (1995). How to address the gray market threat using price coordination. *Long Range Planning*, 28(4), 131.
[https://doi.org/10.1016/0024-6301\(95\)94318-s](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)94318-s)
- Ilmiah, J., & Teknik, P. (2016). *Analisis kerugian daya pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kv unit pelayanan transmisi cilegon baru - cibinong.*
- Industri, F. T. (2016). *EVALUASI KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIDI DAN SAIFI PADA PT . PLN. 2252.*
- Izadi, M., Safdarian, A., Moeini-Aghtaie, M., & Lehtonen, M. (2019). Optimal placement of protective and controlling devices in electric power distribution systems: A MIP Model. *IEEE Access*, 7, 122827–122837.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2938193>
- Jirjees, M. A., Al-Nimma, D. A., & Al-Hafidh, M. S. M. (2018). Voltage Stability Enhancement based on Voltage Stability Indices Using FACTS Controllers. *International Iraqi Conference on Engineering Technology and Its Applications, IICETA 2018*, 141–145.
<https://doi.org/10.1109/IICETA.2018.8458094>
- Kusumaningtyas, A. B., Hidayat, M. N., & Wibowo, S. S. (2016). *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.
8, 64–69.

- Martina, C., Alessandro, P., & Fabio, S. (2018). Modelling of Rail Guided Vehicles serving an automated parts-to-picker system. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1476–1481. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.295>
- Matin, F., & Jeong, Y. (2018). *Implementation of Particle Swarm Optimization Method for Voltage Stability Analysis in 150 kV Sub System Grati – Paiton East Java* *Implementation of Particle Swarm Optimization Method for Voltage Stability Analysis in 150 kV Sub System Grati – Paiton East Java.* <https://doi.org/10.1088/1757-899X/336/1/012001>
- Meena, M. K., & Kumar, N. (2018). On-line monitoring and simulation of transmission line network voltage stability using FVSI. *2018 2nd IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems, ICPEICES 2018*, 3, 257–260. <https://doi.org/10.1109/ICPEICES.2018.8897403>
- Modarresi, J., Gholipour, E., & Khodabakhshian, A. (2016). A comprehensive review of the voltage stability indices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.010>
- Naeem, R., Cheema, M. S., Ahmad, M., Haider, S. A., & Shami, U. T. (2016). Impact of HVDC grid segmentation topology on transient stability of HVDC-segmented electric grid. *ICOSST 2015 - 2015 International Conference on Open Source Systems and Technologies, Proceedings*, 132–136. <https://doi.org/10.1109/ICOSST.2015.7396415>
- Pratikto, H., Hadi, S. P., & Putranto, L. M. (2014). *ANALISIS STABILITAS TEGANGAN SISTEM TENAGA LISTRIK 500 kV JAWA BALI DENGAN FAST VOLTAGE STABILITY INDEX (FVSI)*. 1(April), 17–23.
- Priawan, A. R., Shidiq, I. M., Suyono, H., Ph, D., Elektro, J. T., Elektro, J. T., Brawijaya, U., & Haryono, J. M. T. (2015). *Analisis stabilitas transient sistem tenaga listrik pada pt. kebon agung malang. 1*, 1–6.

- Syahputra, E., Pelawi, Z., Hasibuan, A., Elektro, D. T., Teknik, F., Medan, U. A., Elektro, D. T., Teknik, F., Islam, U., Utara, S., Elektro, D. T., Teknik, F., & Malikussalaeh, U. (2018). *ANALISIS STABILITAS SISTEM TENAGA LISTRIK*. 2(2), 29–48.
- Tambunan, J. M., Harmonik, D., & Daya, P. (1945). *Analisis pengaruh jenis beban listrik terhadap kinerja pemutus daya listrik di gedung cyber jakarta. TEGANGAN DENGAN MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK PADA LINE 5 PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK (Skripsi) Oleh WINDU NUR HARDIRANTO*. (2017).
- Widodo, D., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2019). *Analisis gangguan transmisi tenaga listrik menggunakan metode root cause analysis (rca) di pt pln app purwokerto gardu induk 150 kv pekalongan*.
- Zeynalian, M., & Khorasani, M. Z. (2018). Structural performance of concrete poles used in electric power distribution network. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 18(3), 863–876.
<https://doi.org/10.1016/j.acme.2018.01.005>
- Wibowo, Sigi. 2018. *Analisa Sistem Tenaga*. Malang:POLINEMA PRESS