



**UMSurabaya**

TUGAS AKHIR

ANALISIS KONTINGENSI SALURAN  
TRANSMISI PADA JARINGAN 150 kV  
SURABAYA SELATAN

FEBRY JOHAN PALASWORO

NIM. 20111330004

( DOSEN PEMBIMBING I )

DWI SONGGO P.,ST,MM

( DOSEN PEMBIMBING II )

ANANG WIDIANTORO,ST,MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2015



**UMSurabaya**

## TUGAS AKHIR

ANALISIS KONTINGENSI SALURAN  
TRANSMISI PADA JARINGAN 150 kV  
SURABAYA SELATAN

FEBRY JOHAN PALASWORD  
NIM. 20111330004

( DOSEN PEMBIMBING I )

DWI SONGGO P.,ST.,MM

( DOSEN PEMBIMBING II )

ANANG WIDIANTORO,ST.,MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA  
2015

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR

ANALISIS KONTINGENSI SALURAN TRANSMISI PADA  
JARINGAN 150KV SURABAYA SELATAN

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana  
Di Jurusan Elektro Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh :

**FEBRY JOHAN PALASWORD**

**NIM.20111330004**

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dwi Songgo, S.T., M.M.      Anang Widiatoro, S.T., M.T.**

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR

ANALISIS KONTINGENSI SALURAN TRANSMISI PADA  
JARINGAN 150kV SURABAYA SELATAN

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana  
Di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

**Ir. Suprapdi, M.T.**

**Rifqi Firmansyah, S.T., M.T.**

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR

ANALISIS KONTINGENSI SALURAN TRANSMISI PADA  
JARINGAN 150KV SURABAYA SELATAN

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana  
Di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh :

**FEBRY JOHAN PALASWORD**  
**NIM.20111330004**

Disetujui oleh :  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Dwi Songgo, S.T., M.M.**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :Febry Johan Palasworo

NIM :20111330004

Jurusan/ Program Studi :Elektro

Fakultas/ Program :Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri; bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Surabaya, 1 Juli 2015

Yang membuat pernyataan,

(Febry Johan Palasworo)  
20111330004

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil 'alamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul **“Analisis Kontingensi Saluran Transmisi Pada Jaringan 150 kV Surabaya Selatan.”** Merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, arahan dan bantuan dari berbagaipihak. Untuk itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dwi Songgo P.,ST.,MM, selaku dosen pembimbing utama dan ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah meluangkan waktunya, membimbing dan memberikan pengarahan masukan kepada penulis.
2. Bapak Anang Widiatoro,ST.,MT, selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya, membimbing dan memberikan pengarahan masukan kepada penulis.
3. Segenap Bapak Ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada penulis selama

menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya.

4. Kedua orang tua penulis yang tidak ada henti-hentinya memberikan dukungan berupa materi dan moril kepada penulis yang tidak dapat disebutkan secara satu persatu.
5. Keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan semangat, doa dan dukungan kepada penulis.
6. Titis Malaysiati Firmela Mujasih, yang senantiasa menemani penulis, mendengarkan keluhan, memberikan motivasi, doa, dan semangat kepada penulis.
7. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2011 yang telah membantu dalam berbagai kegiatan perkuliahan maupun dorongan positif dalam pengerjaan tugas akhir.
8. Dan semua pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas semua bantuan yang telah diberikan.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca sekalian. Akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik



dan saran yang membangun dari pembaca. Kritik dan saran dapat dikirimkan ke email penulis di [febry.jp@gmail.com](mailto:febry.jp@gmail.com)

Surabaya, 1 Juli 2015

Febry Johan Palasworo

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	9
2.2 Sistem Interkoneksi .....	10
2.3 Diagram Segaris ( <i>single line</i> ) .....	11
2.4 Transformator Tenaga .....	14
2.5 Gardu Induk .....	26
2.6 Saluran Transmisi .....	30
2.7 Beban .....	36
2.8 Segitiga Daya .....	39

2.9	Jatuh Tegangan.....	41
2.10	Studi Aliran Daya .....	46
2.11	Metode Aliran Daya <i>Newton-Raphson</i> .....	48
2.12	Keamanan Sistem Tenaga Listrik.....	49
2.13	Analisis Kontingensi.....	64
2.14	Metode Line MVA Performance Indek.....	67
2.15	Electrical Transient Analyzer Program (ETAP).....	68
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>75</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penyelesaian Tugas Akhir.....	75
3.2	Rencana Kegiatan .....	75
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	75
3.4	Metode Analisis.....	76
3.5	Deskripsi dan Data.....	77
3.6	Diagram Alir Penyelesaian Masalah.....	78
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>81</b>
4.1	Aliran Daya Saluran Transmisi 150 kV Sebelum Kontingensi ( <i>PraContingency</i> .....	81
4.2	Analisis Kondisi Sebelum Kontingensi ( <i>Pra-Contingency</i> ) Saluran Transmisi Pada Sistem Interkoneksi 150 kV Surabaya Selatan.....	84

4.3	Analisis Setelah Kontingensi ( <i>Post-Contingency</i> ) Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Metode Performansi Indeks .....	87
4.4	Analisis Pelanggaran ( <i>Violation</i> ) Yang Terjadi Akibat Kontingensi Saluran Transmisi 150 kV .....	88
4.5	Solusi <i>Contingency Violation</i> Pada Saluran Transmisi .....	94
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>95</b>
5.1	Kesimpulan .....	95
5.2	Saran .....	96
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>99</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 2.1	Gambaran luas infrastruktur listrik..... 9
Gambar 2.2	Topologi Jaringan Interkoneksi Jawa Timur – Bali ..... 11
Gambar 2.3	Diagram Segaris Suatu Sistem Listrik..... 13
Gambar 2.4	Suatu kumpulan mengelilingi magnet akan timbul gaya geraklistrik..... 16
Gambar 2.5	Prinsip dasar dari Transformator (Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga PT PLN..... 17
Gambar 2.6	Bagian dalam trafo 3 phasa ..... 18
Gambar 2.7	Transformator Tipe Inti..... 19
Gambar 2.8	Transformator Tipe Cangkang ..... 19
Gambar 2.9	Prinsip dasar dari Transformator (Panduan PemeliharaanTrafoTenaga PT PLN..... 20
Gambar 2.10	Transformator 3 phasa hubungan Y-Y ..... 22
Gambar 2.11	Transformator 3 phasa hubungan $\Delta$ - $\Delta$ ..... 23
Gambar 2.12	Transformator 3 phasa hubungan Y- $\Delta$ ..... 24
Gambar 2.13	Transformator 3 phasa hubungan $\Delta$ -Y ..... 25
Gambar 2.14	Gardu Induk jenis pasang dalam ..... 28
Gambar 2.15	Gardu Induk pasang luar ..... 29
Gambar 2.16	Gardu Induk jenis mobile ..... 30

Gambar 2.17 Model saluran jarak pendek.....	32
Gambar 2.18 Saluran jarak menengah.....	33
Gambar 2.19 Permodelan saluran transmisi jarak jauh dengan parameter yang didistribusikan.....	35
Gambar 2.20 Gabungan beban model statis dan Dinamis .....	37
Gambar 2.21 Segitiga daya.....	39
Gambar 2.22 Rangkaian dengan beban induktif.....	41
Gambar 2.22 Rangkaian dengan beban kapasitif.....	41
Gambar 2.23 Rangkaian pengganti distribusi listrik .....	43
Gambar 2.24 Secara vektor .....	44
Gambar 2.25 Keadaan saat optimal <i>dispatch</i> .....	54
Gambar 2.26 Keadaan saat setelah terjadi kontingensi .....	55
Gambar 2.27 Keadaan saat <i>secure dispatch</i> .....	55
Gambar 2.28 Keadaan saat sistem aman setelah terjadi kontingensi.....	56
Gambar 2.29 Contoh prosedur analisis kontingensi .....	66
Gambar 3.1 Flow Chart Penyelesaian Masalah.....	79
Gambar 4.1 Grafik Tegangan Pada Tiap Bus 150kV Surabaya Selatan Saat Kondisi Normal.....	61
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Pada Tiap Bus 150 kV	

	Setelah Pemasangan <i>Shunt Capacitor</i> di Bus Wonokromo .....	65
Gambar 4.3	Grafik perbandingan arus pada saluran saat kondisi normal dan setelah <i>outage</i> saluran Rungkut 1 – Sukolilo 1 .....	90
Gambar 4.4	Grafik perbandingan arus pada saluran saat kondisi normal dan setelah <i>outage</i> saluran Ngagel 1 – Sukolilo1 .....	93

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel2.1	Klasifikasi Bus ..... 48
Tabel4.1	Hasil Simulasi Aliran Daya Tegangan Pada Tiap Bus 150kVMenggunakan ETAP 12..... 81
Tabel 4.2	Hasil Simulasi Aliran Daya Pada Saluran Transmisi 150kV SaatKondisiNormal ..... 83
Tabel4.3	Hasil Simulasi Aliran Daya Tegangan Pada Tiap Bus 150kVSetelah Pemasangan <i>Shunt Capacitor</i> di Bus Wonokromo..... 85
Tabel 4.4	Urutan Kontingensi Saluran T ransmisiMenggunakan Metode PerformansiIndeks ..... 87
Tabel 4.5	Aliran daya pada saluran transmisi setelah <i>outage</i> saluran Rungkut 1 - Sukolilo 1 ..... 89
Tabel 4.6	Aliran daya pada saluran transmisi setelah <i>outage</i> saluran Ngagel 1 - Sukolilo 1 ..... 92



## DAFTAR PUSTAKA

- Chibuzo Joseph, Nnonyeludan Madueme, Theopilus C. (2013). *Power System Contingency Analysis: A Study of Nigeria's 330 kV Transmission Grid*. Department of Electrical Engineering University of Nigeria, Nsukka.
- Das, Debapriya (2006). *Electrical Power Systems*. West Bengal, India: New Age International (P) Ltd., Publishers.
- Firmansyah, Fery, 2010. "Peningkatan Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jawa Barat 150 kV dengan Analisa Kontingensi (N-1)", Jurusan Teknik Elektro-FTI ITS.
- Grainger, JJ, Stevenson, W.D. (1994). *Power System Analysis*. New York: Mc. Graw Hill Inc.
- Hermawan, Ahmad. 2008. *Distribusi dan Transmisi Sistem Tenaga Listrik*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Kundur, Prabha (1994). *Power System Stability and Control*. New York: Mc. Graw Hill Inc.
- Cundoko. 2015. *Feedback Infra Kantongi Proyek Listrik di Sumut*, <http://www.migasreview.com/>.
- Sumardjati, Prih. 2008. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Theodore, Wildi (1997). *Electrical Machines, Drives and Power System 3rd*. New Jersey: Prentice Hall Inc.

- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2007) . *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor : 03 Tahun 2007 : CC 2.1 Tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik Jawa-Madura-Bali.*
- Boylestad, Robert L (2010). *Electronic Device and Circuit Theory.*
- Murty, P.S.R. (2007). *Power System Analysis.* Hyderabad, India: B.S Publication.
- Rachman, Arif, 2010. “*Analisis Kontingensi Sistem Jawa-Bali 500 kV Untuk Mendesain Keamanan Operasi*” Jurusan Teknik Elektro FTI ITS.
- Sutrisna, Kadek Fendy. 2011. *Kondisi Kelistrikan di Beberapa Wilayah Indonesia.*
- Saadat, Hadi. 1999. *Power System Analysis.* Singapore: Mc. Graw-Hill.
- Chung Hsin Electric & Machinery Mfg. 2009. *Power Equipment Product.* Web.Taoyuan Country, Taiwan.
- Verma, Kusum dan Niazi K. R. (2012). *Contingency Constrained power System Security Assessment using Cascade Neural Network,* J. Electrical System
- Wood, Allen J dan Woolenberg, Bruce F. (1996). *Power Generation Operation and Control.* New York : John Wiley & Sons, Inc.

PT PLN (Persero) P3B. 2003. *Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga*.

Gardu Induk. 2013. <https://scadaku.wordpress.com/tag/indonesia/>.