

**ANALISIS HUBUNG SINGKAT TIGA *FASE LINE TO GROUND* PADA
SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 *BUS* DENGAN
MENGUNAKAN *SOFTWARE ETAP POWER STATION 7.0***



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Diajukan oleh:

INDRIANTO

D 400 100 050

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS HUBUNG SINGKAT TIGA FASE *LINE TO GROUND* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 BUS DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *ETAP POWER STATION 7.0*” ini diajukan oleh :

Nama : Indrianto

NIM : D400 100 050

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juli 2014

Mengetahui,

Pembimbing 1



(Agus Supardi, ST,MT.)

Pembimbing 2



(Aris Budiman, ST,MT.)

LEMBAR PENGESAHAN

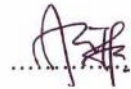
Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS HUBUNG SINGKAT TIGA FASE LINE TO GROUND PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 BUS DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ETAP POWER STATION 7.0”** ini telah diajukan dan dipertahankan di hadapan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari : *Senin*

Tanggal : *21 Juli 2014*

Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Agus Supardi, ST. MT :
2. Aris Budiman, ST. MT :
3. Umar, ST. MT :
4. Hasyim Asy'ari, ST. MT :



Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMS



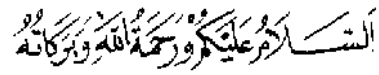
(Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph.D)

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS



(Umar, ST. MT)

KATA PENGATAR



Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, hidayah serta taufiqnya sehingga sampai saat ini masih diberikan kesempatan untuk beribadah dan meyembah padaNYA dan telah menjadikanku manusia yang berakal dan berguna dalam dunia ini. Sholawat serta salam untuk junjunganku, Nabiku Muhammad S.A.W yang aku nantikan–nantikan syafa’atnya.

Hanya karena Allah SWT akhirnya penulis bisa melewati kendala dan tantangan dalam menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun judul tugas akhir yang penulis ajukan : “ **ANALISIS HUBUNG SINGKAT TIGA FASE *LINE TO GROUND* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 *BUS* DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *ETAP POWER STATION 7.0*”.**

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan penuh rendah hati MENGUCAPKAN TERimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjo, MT. Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2. Bapak Umar S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta serta pembimbing akademik yang telah banyak membimbing selama menempuh studi di Teknik Elektro UMS.
3. Bapak, Agus Supardi, S.T., M.T. dan Bapak Aris Budiman, ST. MT selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Umar, ST. MT. dan Bapak Hasyim Asy'ari, ST. MT. Selaku penguji Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen atas kesedianya membimbing dan memberikan waktunya kepada penulis selama di Teknik Elektro.
6. Kedua orang tuaku tercinta, kakak-kakak, dan seluruh keluarga besar terima kasih atas semua kasih sayang, do'a, yang tiada hentinya dan tidak pernah surut sehingga penulis bisa seperti saat ini.
7. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Elektro 2010, rekan-rekan kerja di KMTE dan teman-teman Elektro semuanya, semoga kekeluargaan ini tetap terjaga hingga nanti.
9. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat untuk rekan-rekan mahasiswa dan pihak-pihak yang berkepentingan.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ وَالزَّكَاةُ وَالسُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ وَالزَّكَاةُ

Surakarta, Maret 2013



Penulis

MOTTO

وَلَا تَهِنُوا وَلَا تَحْزَنُوا وَأَنْتُمْ الْأَعْلَوْنَ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

“Dan janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, Padahal kamulah orang-orang yang paling Tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang yang beriman”.
(Q.S. Ali ‘Imron: 139)

وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا

“Dan Sesungguhnya telah Kami muliakan anak-anak Adam, Kami angkat mereka di daratan dan di lautan, Kami beri mereka rezki dari yang baik-baik dan Kami lebihkan mereka dengan kelebihan yang sempurna atas kebanyakan makhluk yang telah Kami ciptakan”.

(Q.S. Isra’: 70)

Kesuksesan akan didapatkan dengan kesungguhan dan kegagalan terjadi akibat kemalasan. Bersungguh-sungguhlah maka engkau akan mendapatkan dengan segera apa yang kamu cita-citakan. (Sholahuddin As-Supadi)

Hidup yang sekali ini tidak akan berulang untuk bisa diperbaiki, maka merugilah bagi jiwa-jiwa yang menyia-nyiaakan kehidupan dengan mengabaikan kebaikan untuk jiwanya dan jiwa yang lain. (Penulis)

Segera bahagiakan dan balas kebaikan orang yang engkau cintai, karena waktu tak bisa menunggumu untuk Kau sempat memberikan itu. Ketika batas waktu baginya telah datang hanya penyesalan yang akan engkau dapati. (Penulis)

PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini juga penulis persembahkan:

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat yang tidak terhingga
2. Rasulullah Muhammad SAW *uswah* terbaik ummat yang selalu dengan belah kasih mengharap *syafaat* kelak di hari perhitungan.
3. Teruntuk Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah tulus memberikan kasih sayang, doa, perhatian, bimbingan, motivasi, dukungan dan perhatiannya hingga saat ini. Maaf jika banyak salah dan belum bisa memberikan yang terbaik. Semoga ananda bisa menjadi anak yang lebih berbakti kepadamu. Ya Allah rahmatilah, berkahilah dan ampunilah beliau berdua.
4. Mbak Evi Setyani dan Mbak Kustiyarningsih yang selalu memberikan motivasi dan berperan banyak dalam menyelesaikan pendidikan yang penulis tempuh sampai saat ini. Seluruh keluarga tercinta terima kasih untuk segalanya.
5. Kepada semua Guru, *Asatidz* dan para *Murabbi* yang senantiasa menjadi sumber ilmu, hikmah, *uswah* dan inspirasi. Semoga Allah merahmati dan memberkahi ilmu beliau.
6. Seluruh sahabat yang tak akan Aku lupakan. Para sahabat “Putra Bangsa” (Akh Gito, Akh Nurhadi, Akh Wiria) bersama berjuang dari awal kuliah semoga hanya maut yang memisahkan. Sobat,

kebersamaan dan kekompakan kita sungguh merupakan hal yang tidak terlupakan.

7. Keluarga besar Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim Indonesia (KAMMI) rekan seperjuangan untuk Islam dan Indonesia yang selalu kebersamai dan menginspirasi. Semoga Kita berhasil menjadi pemimpin yang mendatangkan kebaikan.
8. Keluarga besar Lembaga Pembinaan Muslim Strategis Cahaya Ummat (LPMS-CU) perjuangan membina mahasiswa melalui kost binaan ini insyaallah akan menjadi amal *jariyah* bagi kita dan kebersamaan kita ini akan kembali bersama di surge-Nya Allah SWT.
9. Seluruh Keluarga Mahasiswa Pati di Surakarta (KAMPAS) kawan perjuangan merantau untuk menuntut ilmu. Selalu bergerak dan kuatkan kekeluargaan dan rasa persaudaraan kalian.
10. Para aktivis dakwah Kampus yang semangatnya luar biasa, teruskan berjuang sampai kemuliaan syahid berada digenggaman kalian.
11. Sahabat tercinta di daerah tempat kelahiran Tayu, Pati yang membuat kebersamaan menjadi hangat. Ulfah Inayatun Ni'mah, A. Ali Ridwan, Anif Randika, Wahyu Santoso dan Danis Fatih A yang memberikan semangat dan dorongan kepada penulis sehingga memberikan kekuatan tersendiri sebagai penggugah jiwa.
12. Semua sahabat dan pihak yang telah kebersamaiku selama masa kampus serta semua orang yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Keluarga Besar Masjid Baitus Syukur, Wisma At-Tanwir 2, dan yang

lainnya. *Matur suwun* atas sarana kehidupan yang telah diberikan. Dan teristimewa adik-adikku di Wisma At-Tanwir 2(Dhori, Iwan, Ervian, Rasyid, Riskia, Fuad), ayo kembangkan potensi diri kalian.

Man jadda Wajada

13. Teruntuk teman-teman Teknik Elektro angkatan 2010 Teman – teman ku yang tercinta mas Ari Wijayanto, mas Hilda Riefai, mas Jumanto, mas Hangga Karuna, mas Novik, mas Indrianto, mas Abdur Rozaq, mas Agus Babe dan Balap, mas Vektor, mas Amri, mas Risma, mas Doni, mas Feri , mas Ralif. Mas Bejo, mas Joko S dan P, mas Zamil, mas dicki, mas muzmunk, mas dedi imam, mas Nova, mas Teguh, mas Edi, mas Suryanto. Dan yang tidak bisa disebut satu persatu.

DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari salah satu teman yang menyarankan untuk menggunakan simulasi yang terdapat pada program *ETAP Power Station* sebagai bahan tugas akhir. Penulis mencari informasi tentang tugas akhir yang ada di perpustakaan kampus, kakak angkatan dan internet. Setelah mendapatkan inspirasi dan topik yang akan dituang ke dalam Tugas Akhir, penulis berkonsultasi dengan Bapak Agus Supardi S.T, M.T,. Beliau menyarankan untuk menganalisa arus hubung singkat tiga fase *line to line* pada sistem distribusi standar IEEE 13 bus dengan menggunakan program *ETAP Power Station 7.0*. Penelitian ini terbagi menjadi dua, penulis membahas analisis hubung singkat tiga fase *line to ground* pada sistem distribusi standar IEEE 13 bus menggunakan program *ETAP Power Station 7.0* dan analisis hubung singkat tiga fase *line to line* pada sistem distribusi standar IEEE 13 bus menggunakan program *ETAP Power Station 7.0* dibahas dengan teman saya bernama Fajar Widiyanto.

Setelah berkonsultasi dengan Bapak Agus Supardi, S.T, M.T mengenai judul Tugas Akhir dan beliau bersedia untuk membimbing penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini. Beliau juga menyarankan untuk dosen pembimbing II Tugas Akhir ini adalah Bapak Aris Budiman, ST, M.T. Setelah seminar Proposal Tugas Akhir ada beberapa saran dan masukkan dari dosen penguji demi perbaiki Tugas Akhir ini.

Penelitian ini dilakukan dengan menggambar diagram single line yang di berikan oleh Bapak Agus Supardi, ST, MT ke bentuk model *ETAP Power Station*.

Penulis memasukan data-data yang telah diberikan dan disimulasikan dengan studi aliran daya. Setelah rangkaian jalan, kemudian dilakukan simulasi hubung singkat.

Setelah simulasi berhasil, kemudian mencatat hasil data keluaran *text report* tersebut untuk analisis dalam Tugas akhir ini.

Demikian daftar kontribusi penulis buat dengan sejujur-jujurnya.

Surakarta, Juli 2014

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



Agus Supardi, ST, MT

Dosen Pembimbing II



Aris Budiman, ST, M.T

Mahasiswa



Indrianto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR KONTRIBUSI.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	xviii
ABSTRAKSI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Telaah Penelitian	6

2.2 Landasan Teori	7
2.2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik	7
2.2.2. Gangguan Hubung Singkat.....	8
2.2.3. Gangguan Hubung Singkat <i>Line to Ground</i>	10
2.2.4. Impedansi Saluran	14
2.2.5. Sistem Per Unit (p. u)	14
2.2.6. Sekilas Tentang <i>ETAP POWER STATION</i>	18
2.2.6.1 Pengertian <i>ETAP PPower Station</i>	16
2.2.6.2 Metode Perhitungan Singkat Pada <i>ETAP Power Station</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Jadwal Penelitian.....	23
3.2 Tahapan Penelitian	24
3.2.1 Pengumpulan Data.....	24
3.2.2 Tahapan Studi Literatur	23
3.2.3 Tahapan Pengolahan Data.....	24
3.3 Alat Dan Bahan	24
3.3.1 <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	24
3.3.2 Gambaran Sistem Distribusi Standar IEEE 18 <i>Bus</i>	25
3.3.3 Data Kapasitor.....	26
3.3.4 Data Impedansi Saluran.....	27
3.3.5 Data Beban Tiap <i>Bus</i>	28
3.3.6 Data Transformator.....	29
3.3.7 Fasilitas Pada <i>ETAP Power Station 4.0</i>	30

3.3.7.1 <i>Project Toolbar</i>	30
3.3.7.2 <i>Mode Toolbar</i>	31
3.3.7.3 <i>Short Circuit Analysis</i>	32
3.4 <i>Flowchart Penelitian</i>	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Umum.....	34
4.2 Hasil Simulasi Analisis Aliran Beban	35
4.3 Simulasi Hubung Singkat <i>Line to Ground</i> Pada Salah Satu <i>Bus</i> ...	37
4.3.1 Simulasi Hubung Singkat <i>Line to Ground</i> pada bus 671	38
4.4 Perhitungan Arus Hubung Singkat <i>Line to Ground</i> dengan Metode Thevenin.....	40
4.4.1 Perhitungan Hubung Singkat <i>Line to Ground</i> pada bus 671 ..	40
4.5 Menentukan Kapasitas CB (<i>Circuit Breaker</i>)	44
BAB V PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
Daftar Pustaka	51
Lampiran	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar perhitungan ANSI/IEEE pada <i>ETAP Power Station 7.0</i>	21
Tabel 3.1. Kapasitas kapasitor untuk simulasi	27
Tabel 3.2. Data impedansi saluran untuk simulasi	27
Tabel 3.3. Data beban tiap <i>bus</i> untuk simulasi	28
Tabel 3.4. Kapasitas transformator untuk simulasi	29
Tabel 4.1. Tabel hasil simulasi <i>load flow analysis</i>	37
Tabel 4.2. <i>Short circuit report</i> yang terjadi pada <i>bus 671</i>	39
Tabel 4.3. Hasil perbandingan hubung singkat.....	43
Tabel 4.4. Nilai arus pada masing – masing jaringan	44
Tabel 4.5. Hasil penentuan kapasitas <i>circuit breaker</i>	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gangguan hubung singkat satu fase ke tanah.....	10
Gambar 2.2. Rangkaian ekivalen gangguan hubung singkat satu fase ke tanah....	12
Gambar 2.3. Vektor diagram arus dan tegangan gangguan hubung singkat satu fase ke tanah	13
Gambar 2.4. Gangguan hubungan singkat satu fase ke tanah.....	13
Gambar 3.1 Diagram garis tunggal sistem distribusi standar IEEE 13 bus	25
Gambar 3.2 Model sistem distribusi standar IEEE 13 bus dalam <i>ETAP Power Station 7.0</i>	26
Gambar 3.3 <i>Project toolbar</i>	30
Gambar 3.4 <i>Mode Toolbar</i>	31
Gambar 3.5 <i>Short Circuit Analysis</i>	32
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Penelitian	33
Gambar 4.1 <i>One line</i> diagram sistem distribusi 13 bus dengan <i>ETAP Power Station</i>	35
Gambar 4.2 Model sistem distribusi standar IEEE 13 bus kondisi normal setelah di simulasi aliran daya dalam <i>ETAP Power Station 7.0</i>	36
Gambar 4.3 Hubung singkat pada bus 671	38
Gambar 4.4 Rangkaian sederhana hubung singkat pada bus 671 sistem distribusi standard IEEE 18 bus dalam <i>ETAP Power Station 4.0</i>	40

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Surakarta, Juli 2014



INDRIANTO
D400 100 050

ABSTRAKSI

Distribusi adalah penyalur tenaga listrik ke masyarakat. Oleh karena itu, jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. Sistem distribusi yang diteliti dalam hal ini adalah sistem distribusi standar IEEE 13 bus. Penyaluran tenaga listrik ke konsumen sering kali mengalami kendala berupa gangguan hubung singkat yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik.

Gangguan hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal pada impedansi yang relatif terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda. Gangguan hubung singkat ditimbulkan oleh hubung singkat antar fase atau hubung singkat fase ke tanah.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis arus hubung singkat line to ground pada sistem distribusi standar IEEE 13 bus dengan menggunakan ETAP Power Station 7.0. Penelitian dilakukan dengan membuat model sistem distribusi standar 13 bus dengan menggunakan ETAP Power Station 7.0. Data-data sistem yang diperlukan kemudian dimasukkan ke dalam model tersebut. Setelah modelnya lengkap kemudian dilakukan simulasi aliran daya untuk mengetahui apakah model yang dibuat sudah sempurna atau belum. Kemudian ditentukan lokasi yang akan terjadi gangguan hubung singkat line to ground, dalam hal ini lokasi hubung singkat dilakukan pada bus 671

Hasil simulasi menunjukkan bahwa gangguan hubung singkat line to ground jika semakin jauh bus tersebut dari power grid, maka impedansi salurannya akan semakin besar. Semakin besar impedansi salurannya maka arus hubung singkat akan semakin kecil, hubung singkat line to ground pada bus 671 hanya mempengaruhi bus 632, bus 633, bus 634, bus 671, bus 692 dan bus 675. Juga didapat hasil bahwa arus gangguan pada bus 671 dengan perhitungan ETAP sebesar 4519.00 A sedangkan dalam perhitungan manual sebesar 4305.55 A. Perbedaan ini dikarenakan pembulatan dalam perhitungan yang dilakukan.

Dengan nilai arus yang telah diketahui dapat ditentukan kapasitas circuit breaker sebagai pengaman ketika terjadi gangguan.

Kata kunci : *Hubung singkat line to ground, Sistem distribusi 13 bus, ETAP Power Station*