

**ANALISIS HUBUNG SINGKAT *LINE TO GROUND* PADA SISTEM
DISTRIBUSI STANDAR IEEE 18 *BUS* DENGAN ADANYA
PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION* (DG)
MENGUNAKAN PROGRAM ETAP *POWER STATION 4.0***



TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Syarat-syarat untuk
Mencapai Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Diajukan Oleh :

**SUPRIYADI
D 400 090 054**

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

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “**analisis hubung singkat *line to ground* pada sistem distribusi standar ieee 18 bus dengan adanya pemasangan *distributed generation* (dg) menggunakan program etap *power station 4.0***” ini diajukan oleh :

Nama : Supriyadi

NIM : D400 090 054

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 : Senin

Tanggal : 10 Juni 2013

Mengetahui,

Pembimbing 1



(Agus Supardi, ST.MT)

Pembimbing 2



(Aris Budiman, ST.MT)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**analisis hubung singkat *line to ground* pada sistem distribusi standar ieee 18 bus dengan adanya pemasangan *distributed generation (dg)* menggunakan program etap power station 4.0**” ini telah diajukan dan dipertahankan di hadapan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 5 Juni 2013

Dewan Penguji Tugas Akhir :

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



Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMS



(Ir. Agus Ryanto, MT)

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS



(Ir. Jatmiko, MT)

Pernyataan Keaslian Skripsi

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul

“analisis hubung singkat *line to ground* pada sistem distribusi standar ieee 18 bus dengan adanya pemasangan *distributed generation* (dg) menggunakan program etap *power station 4.0*”

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagai mana mestinya

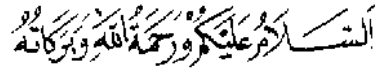
Surakarta

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Supriyadi', with a horizontal line underneath it.

Supriyadi

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, hidayah serta taufiqnya sehingga sampai saat ini masih diberikan kesempatan untuk beribadah dan meyembah pada-NYA 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 *line to ground* pada sistem distribusi standar ieee 18 bus dengan adanya pemasangan *distributed generation* (dg) menggunakan program *etap power station 4.0*”**.

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan tulus ikhlas dan kerendahan hati penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Bambang Setiadji, selaku Rektor UMS.
2. Bapak Ir. Agus Riyanto, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3. Bapak Ir. Jatmiko, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Agus Supardi, ST.MT dan Bapak Aris Budiman, ST.MT selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Hasyim Asy'ari, ST.MT dan Bapak Umar, ST.MT selaku penguji Tugas Akhir.
6. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu.
7. Kedua orang tuaku tercinta dan seluruh keluarga terima kasih atas semua kasih sayang, do'a, yang tiada hentinya dan tidak pernah surut sehingga penulis bisa seperti saat ini.
8. Lilies Mustikaningdyah, S.Pd dan Parno, S.Pd yang selalu membantuku dan mengarahkanku demi terselesainya Tugas Akhir ini.
9. Anna Nurhayati, Amd.Keb yang selalu do'a in dan memberiku semangat.
10. Adek dan ponakanku : Dwix, Santy , Adri , Muksin, Eriek, David, Isna, Ratih, Adit, Mbak Mii, Mbak Susy, Mbak Watik, Mas Agus, Mas Yus, Mas Mur. Mereka yang selalu mendukung dan memberikan semangat buat aku.
11. Anggota Genk Woyo-woyo angkatan 2009 : Agus Pur, Munady, Simbah, Arika, Iqbal, Arex, dSupp, Gepenk, Pakde Trie, Kokomeng, Ipin, Dan Din Dun, Kuncoro, dll. Kawan yang tak pernah terlupa.

12. Teman - teman di KMTE, temen-temen di Robot *Research* dan temen-temen di GOS *Eltrum* Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah berbagi dalam suka duka bersama selama 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.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta , Maret 2013



Penulis

MOTTO

*“derita membuat kita berpikir, berpikir membuat kita
bijak, kebijakan membuat hidup lebih bermakna”*

*“Ada satu hal yang kuketahui benar, yakni bahwa aku
tidak tahu apa-apa”*

(Socrates)

*“Mencerca seorang kawan hanya dilakukan kalau anda
berdua saja dengannya, tetapi hargailah seseorang kawan
dimuka umum”*

(Solon)

*“Suatu perkara yang sangat saya takuti ialah perut
buncit, penidur dan pemalas”*

(Al-Hadist)

*“ilmu pengetahuan tanpa agama akan salah arah, agama
tanpa ilmu pengetahuan buta”*

(Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Karya kecil ini kupersembahkan untuk yang tercinta dan terkasih :

- 1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahnya yang tanpa batas sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.*
- 2. Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat islam dari jaman kebodohan menuju jaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan teknologi.*
- 3. Ayah dan Ibunda tercinta. Kasih sayang, pengorbanan, dan doa yang penuh dengan keihlasan hati, bekerja keras demi membesarkan dan mendidik tanpa pamrih, yang hanya berharap anaknya dapat menjadi lebih baik dari mereka.*
- 4. Adik ku tersayang yang senantiasa memberikan memotivasi dan doanya.*
- 5. Lilies Mustikaningdyah, S.Pd dan Parno, S.Pd yang selalu membantuku dan mengarahkanku demi terselesainya Tugas Akhir ini.*

6. *Anna Nurhayati, Amd.Keb yang selalu mendo'akan dan memberiku semangat.*
7. *Adik dan ponakanku : Dwix, Santy , Adri , Muksin, Eriek, David, Isna, Ratih, Adit, Mbak Mii, Mbak Susy, Mbak Watik, Mas Agus, Mas Yus, Mas Mur. Mereka yang selalu mendukung dan memberikan semangat buat aku.*
8. *Anggota Genk Woyo-woyo angkatan 2009 : Agus Pur, Munady, Simbah, Arika, Iqbal, Arex, dSupp, Gepenk, Pakde Trie, Kokomeng, Ipin, Dan Din Dun, Kuncoro, Gondez dll. Kawan yang tak pernah terlupakan.*
9. *Teman - teman di KMTE, temen-temen di Robot Research dan temen-temen di GOS Eltrum Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah berbagi dalam suka duka bersama selama ini.*

DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari ketertarikan penulis terhadap simulasi yang terdapat pada program *ETAP Power Station*, khususnya simulasi terhadap jaringan listrik. Penulis mencari informasi tentang tugas akhir yang ada di perpustakaan kampus. Penulis bertukar pikiran dengan Romdhon Prabowo yang memiliki tugas akhir tentang simulasi aliran beban menggunakan program *ETAP Power Station*.

Setelah mendapatkan inspirasi dan topik yang akan dituang ke dalam Tugas Akhir, penulis berkonsultasi dengan Bapak Agus Supardi S.T, M.T,. Beliau menawarkan untuk menganalisa arus hubung singkat pada sistem distribusi standart IEE 18 bus dengan adanya DG menggunakan program *ETAP Power Station*. Penelitian ini terbagi menjadi dua, penulis membahas analisis hubung singkat *line to ground* pada sistem distribusi standart IEE 18 bus adanya pemasangan DG (*Distributed Generation*) menggunakan program *ETAP Power Station 4.0* dan analisis hubung singkat tiga fasa pada sistem distribusi standart IEE 18 bus adanya pemasangan DG (*Distributed Generation*) menggunakan program *ETAP Power Station 4.0* dibahas dengan teman saya bernama Tulus Wahyu Wibowo.

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 masukan 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. Penulis mensimulasi hubung singkat dengan memvariasi lokasi gangguan, pemasangan DG dan jumlah DG.

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

Demikian daftar kontribusi penulis buat dengan sejujur-jujurnya.

Surakarta, Maret 2013

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



(Agus Supardi, ST.MT)

Dosen Pembimbing II



(Aris Budiman, ST.MT)

Mahasiswa



(Supriyadi)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
DAFTAR KONTRIBUSI.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAKSI	xviii
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. <i>Distributed Generation</i>	7
2.2.2. Aliran Daya	8
2.2.3. Gangguan Hubung Singkat.....	9
2.2.4. Sistem Distribusi Tenaga Listrik	13
2.2.5. Jaringan Tegangan Menengah 20 kV	14
2.2.6. Sekilas Tentang <i>ETAP POWER STATION</i>	19
2.2.6.1 Pengertian <i>ETAP Power Station</i>	19
2.2.6.2 Metode Perhitungan Hubung Singkat Pada <i>ETAP Power Station</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Jadwal Penelitian.....	24
3.2 Tahapan Penelitian	24
3.2.1 Pengumpulan Data.....	24
3.2.2 Tahapan Studi Literatur	24
3.2.3 Tahapan Pengolahan Data.....	24
3.3 Alat Dan Bahan	25
3.3.1 Perangkat Komputer dan Perangkat Lunak.....	25
3.3.2 Sistem Distribusi Standar IEEE 18 <i>Bus</i>	25
3.3.3 Data <i>Distributed Generation (DG)</i>	29
3.3.4 Data Kapasitor.....	29
3.3.5 Data Impedansi Saluran.....	30
3.3.6 Data Beban Tiap <i>Bus</i>	31
3.3.7 Data Gardu Induk.....	32

3.3.8 Fasilitas Pada <i>ETAP Power Station 4.0</i>	33
3.3.8.1 <i>Project Toolbar</i>	33
3.3.8.2 <i>Mode Toolbar</i>	33
3.3.8.3 <i>Short Circuit Analysis</i>	34
3.4 Diagram Alur Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Simulasi Arus Hubung Singkat	36
4.2 Hasil Simulasi	40
4.2.1 Simulasi Arus Hubung Singkat <i>Line To Ground</i>	
Tanpa DG.....	40
4.2.2 Simulasi Arus Hubung Singkat <i>Line To Ground</i> Dengan	
Menvariasi Lokasi Pemasangan DG Dan Lokasi Gangguan...	42
4.2.3 Simulasi Arus Hubung Singkat <i>Line To Ground</i> Dengan	
Menvariasi Jumlah Pemasangan DG Dan Lokasi Gangguan...	48
4.3 Perhitungan Arus Hubung Singkat Dengan Metode Thevenin.....	50
BAB V PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55
Daftar Pustaka	56
Lampiran	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis <i>bus</i> dan besarannya.....	9
Tabel 3.1. Kapasitas kapasitor untuk simulasi.....	29
Tabel 3.2. Data Impedansi saluran untuk simulasi.....	30
Tabel 3.3. Data beban tiap <i>bus</i> untuk simulasi.....	31
Tabel 3.4. Kapasitas gardu induk untuk simulasi.....	32
Tabel 4.1. Arus hubung singkat <i>line to ground</i> tanpa DG.....	40
Tabel 4.2. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 1.....	42
Tabel 4.3. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 2.....	42
Tabel 4.4. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 3.....	43
Tabel 4.5. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 4.....	43
Tabel 4.6. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 5.....	44
Tabel 4.7. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 6.....	44
Tabel 4.8. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 7.....	45
Tabel 4.9. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 8.....	45
Tabel 4.10. Arus hubung singkat <i>line to ground</i> yang terjadi dengan beberapa DG yang dihubungkan.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gangguan dari fasa ke tanah.....	13
Gambar 2.3. Sistem jaringan radial.....	15
Gambar 2.4. Sistem jaringan hantaran penghubung (<i>Tie line</i>).....	16
Gambar 2.5. Sistem jaringan lingkaran (<i>loop</i>).....	17
Gambar 2.6. Sistem jaringan <i>spindel</i>	18
Gambar 2.7. Sistem jaringan gugus <i>cluster</i>	19
Gambar 3.1. Diagram garis tunggal sistem distribusi standard IEEE 18 bus...	26
Gambar 3.2. Model sistem distribusi standard IEEE 18 bus dalam ETAP <i>Power Station 4.0</i>	27
Gambar 3.3. Hasil simulasi hubung singkat <i>line to ground</i> yang terjadi pada <i>bus 1</i> dengan adanya 1 buah DG di <i>bus 8</i>	28
Gambar 3.4. <i>Project toolbar</i>	33
Gambar 3.5. <i>Mode Toolbar</i>	33
Gambar 3.6. <i>Short Circuit Analysis</i>	34
Gambar 3.7. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	35
Gambar 4.1. Model sistem distribusi standard IEEE 18 bus dalam ETAP <i>Power Station 4.0</i>	38
Gambar 4.2. Hasil simulasi hubung singkat <i>line to ground</i> yang terjadi pada <i>bus 1</i> dengan adanya 1 buah DG di <i>bus 8</i>	39
Gambar 4.3. Arus hubung singkat <i>line to ground</i> tanpa DG dengan bervariasi	

lokasi gangguan.....	41
Gambar 4.4. Arus hubung singkat <i>line to ground</i> dengan bervariasi lokasi pemasangan DG dan lokasi gangguan.....	46
Gambar 4.5. Arus hubung singkat <i>line to ground</i> dengan bervariasi jumlah pemasangan DG dan lokasi gangguan.....	49
Gambar 4.6. Rangkaian sederhana hubung singkat pada <i>bus 1</i> sistem distribusi standard IEEE 18 <i>bus</i> dalam ETAP <i>Power Station 4.0</i>	50
Gambar 4.8. <i>Text report</i> hubung singkat pada <i>bus 1</i> dalam simulasi ETAP <i>Power Station 4.0</i>	53

ABSTRAKSI

Pembangkit listrik skala kecil tersebar (Distributed Generation, DG) menjadi suatu pilihan baru dalam penyediaan tenaga listrik. Pembangkit ini tidak hanya ekonomis tetapi keberadaannya di dekat pelanggan listrik juga menurunkan biaya transmisi dan distribusinya. Berkaitan dengan arus hubung singkat, salah satu faktor yang berpengaruh adalah impedansi sumber dan impedansi saluran. Dengan adanya pemasangan DG di dekat pelanggan listrik, maka juga akan berpengaruh terhadap impedansi total sistem sehingga akan berpengaruh terhadap arus hubung singkatnya.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis arus hubung singkat line to ground pada sistem distribusi standard IEEE 18 bus dengan adanya pemasangan DG. Penelitian dimulai dengan membuat model sistem distribusi dan DG dengan menggunakan ETAP Power Station. 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. Jika modelnya belum sempurna, maka dilakukan perbaikan model lagi. Setelah itu dilakukan simulasi hubung singkat line to ground dengan memvariasi lokasi hubung singkat, lokasi pemasangan DG dan kapasitas DG-nya. Hasil simulasi arus hubung singkat line to ground diamati dan data-datanya kemudian dianalisis.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya DG dalam sistem distribusi maka arus hubung singkat line to ground-nya akan naik. Jumlah dan lokasi pemasangan DG juga berpengaruh terhadap magnitude arus hubung singkat line to ground-nya. Semakin dekat lokasi pemasangan DG dengan lokasi gangguan maka arus hubung singkatnya akan semakin besar.

Kata kunci : *distributed generation (DG), hubung singkat line to ground, sistem distribusi*