

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



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan oleh:

TULUS WAHYU WIBOWO D. A. P

D 400 090 060

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “**ANALISIS HUBUNG SINGKAT TIGA *PHASE* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 18 *BUS* DENGAN ADANYA PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION (DG)* MENGGUNAKAN PROGRAM *ETAP POWER STATION 4.0***” ini diajukan oleh :

Nama : Tulus Wahyu Wibowo D. A. P

NIM : D400 090 060

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 : Jumat

Tanggal : 24 Mei 2013

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



(Agus Supardi, ST, MT)

Dosen Pembimbing II



(Aris Budiman, ST, M.T)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS HUBUNG SINGKAT TIGA *PHASE* 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 : Sabtu

Tanggal : 18 Mei 2013

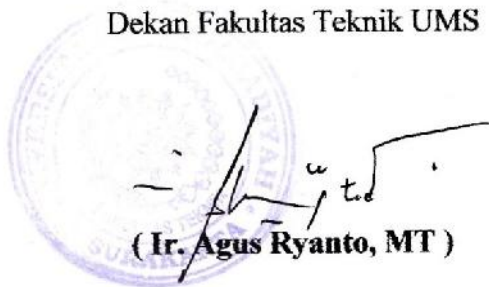
Dewan Penguji Tugas Akhir :

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. Agus Ryanto, MT)

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS



(Ir. Jatmiko, MT)

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 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 PHASE 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 Ir. Agus Ryanto, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2. Bapak Ir. Jatmiko, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta..
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, Agus Supardi, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing selama menempuh studi di Teknik Elektro UMS.
5. Bapak Umar, ST. MT. dan Bapak Hasyim Asy'ari, ST. MT. Selaku penguji Tugas Akhir.
6. Bapak dan Ibu dosen atas kesedianya membimbing dan memberikan waktunya kepada penulis selama di Teknik Elektro.
7. Kedua orang tuaku tercinta 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.
8. 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.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Elektro 2009, rekan-rekan kerja di KMTE dan temen-temen Elektro semuanya, semoga kekeluargaan ini tetap terjaga hingga nanti.
10. 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.

Surakarta, Maret 2013

Penulis

MOTTO

”Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.” (Q.S. An Najm : 39)

“Wahai manusia, sesungguhnya engkau harus bekerja keras (sungguh-sungguh dan tekun) menuju keridhoan Tuhanmu, maka pasti kamu akan menemui-Nya.” (Al-Insyiqaq:6)

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu kamu berharap” (QS. Alam Nasyrah (94) : 6 – 8)

PERSEMBAHAN

Karya kecil ini kupersembahkan untuk yang tercinta dan terkasih :

1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNYA yang tanpa batas kepada umat islam sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat islam dari jaman kebodohan menuju jaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan teknologi.
3. Bapak dan Ibuku tercinta. Kasih sayang, pengorbanan, dan doa yang penuh keikhlasan hati membanting tulang, membersarkan dan mendidik tanpa pamrih, yang hanya berharap anak-anaknya akan lebih baik dari mereka.
4. Segenap keluarga tercinta yang dapat menjadi motivasi baik moral maupun materi yang dapat membantu dalam proses belajar.
5. Seseorang yang tak kalah penting dalam hidupku telah mengajarkan kesabaran, kebersamaan, keteguhan, kesetiaan, dan telah menemani selama menjalani tugas akhir.
6. Segenap Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (KMTE).
7. Teman-teman Teknik Elektro 2009 yang sudah sama-sama berjuang hingga mencapai puncak dari masa pembelajaran.

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 Romdon 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 IEEE 18 *bus* dengan adanya DG menggunakan program *ETAP Power Station*. Penelitian ini terbagi menjadi dua, penulis membahas analisis hubung singkat tiga *phase* pada sistem distribusi standart IEEE 18 *bus* adanya pemasangan DG (*Distributed Generation*) menggunakan program *ETAP Power Station 4.0* dan analisis hubung singkat *line to ground* pada sistem distribusi standart IEEE 18 *bus* adanya pemasangan DG (*Distributed Generation*) menggunakan program *ETAP Power Station 4.0* dibahas dengan teman saya bernama Supriyadi.

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, M.T)

Mahasiswa



(Tulus Wahyu Wibowo D.A.P)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR KONTRIBUSI.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAKSI	xvii
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	15
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>	21
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Jadwal Penelitian.....	25
3.2 Tahapan Penelitian	25
3.2.1 Pengumpulan Data.....	25
3.2.2 Tahapan Studi Literatur	25
3.2.3 Tahapan Pengolahan Data.....	25
3.3 Alat Dan Bahan	26
3.3.1 Perangkat Komputer dan Perangkat Lunak.....	26
3.3.2 Sistem Distribusi Standar IEEE 18 <i>Bus</i>	26
3.3.3 Data <i>Distributed Generation</i> (DG).....	29
3.3.4 Data Kapasitor.....	30
3.3.5 Data Impedansi Saluran.....	31
3.3.6 Data Beban Tiap <i>Bus</i>	32
3.3.7 Data Gardu Induk.....	33

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>	34
3.3.8.3 <i>Short Circuit Analysis</i>	34
3.4 Diagram Alur Penelitian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Simulasi Arus Hubung Singkat	37
4.2 Hasil Simulasi	40
4.2.1 Simulasi Arus Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i> Tanpa DG.....	40
4.2.2 Simulasi Arus Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i> Dengan Menvariasi Lokasi Pemasangan DG Dan Lokasi Gangguan.....	43
4.2.3 Simulasi Arus Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i> Dengan Menvariasi Jumlah Pemasangan DG Dan Lokasi Gangguan.....	49
4.3 Perhitungan Arus Hubung Singkat Tiga <i>Phase</i> Dengan Metode Thevenin.....	51
BAB V PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
Daftar Pustaka	58
Lampiran	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis <i>bus</i> dan besarnya	9
Tabel 2.2. Standar perhitungan ANSI/IEEE pada <i>ETAP Power Station 4.0</i>	23
Tabel 3.1. Kapasitas kapasitor untuk simulasi	30
Tabel 3.2. Data impedansi saluran untuk simulasi	31
Tabel 3.3. Data beban tiap <i>bus</i> untuk simulasi	32
Tabel 3.4. Kapasitas gardu induk untuk simulasi	33
Tabel 4.1. Arus hubung singkat tiga <i>phase</i> tanpa DG.....	41
Tabel 4.2. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 1.....	43
Tabel 4.3. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 2.....	43
Tabel 4.4. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 3.....	44
Tabel 4.5. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 4.....	44
Tabel 4.6. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 5.....	45
Tabel 4.7. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 6.....	45
Tabel 4.8. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 7.....	46
Tabel 4.9. Pemasangan DG pada <i>bus</i> 8.....	46
Tabel 4.10. Arus hubung singkat tiga <i>phase</i> yang terjadi dengan beberapa DG yang dihubungkan pada <i>bus</i> 8.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan gangguan tiga <i>phase</i>	12
Gambar 2.2. Diagram sambungan jala-jala urutan positif	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 standart IEEE 18 <i>bus</i>	27
Gambar 3.2. Model sistem distribusi standart IEEE 18 <i>bus</i> dalam <i>ETAP Power Station 4.0</i>	28
Gambar 3.3. Hasil simulasi hubung singkat tiga <i>phase</i> yang terjadi pada <i>bus</i> 1 dengan adanya 1 buah DG di <i>bus</i> 8	29
Gambar 3.4. <i>Project toolbar</i>	33
Gambar 3.5. <i>Mode toolbar</i>	34
Gambar 3.6. <i>Short circuit analysis</i>	35
Gambar 3.7. <i>Flow chart</i> penelitian	36
Gambar 4.1. Model sistem distribusi standart IEEE 18 <i>bus</i> dalam <i>ETAP Power Station 4.0</i>	39
Gambar 4.2. Hasil simulasi hubung singkat tiga <i>phase</i> yang terjadi pada <i>bus</i> 1 dengan adanya 1 buah DG di <i>bus</i> 8.....	40

Gambar 4.3. Arus hubung singkat tiga <i>phase</i> tanpa DG dengan memvariasi lokasi gangguan	42
Gambar 4.4 Arus hubung singkat tiga <i>phase</i> dengan memvariasi lokasi pemasangan DG dan lokasi gangguan	47
Gambar 4.5. Arus hubung singkat tiga <i>phase</i> dengan memvariasi jumlah pemasangan DG dan lokasi gangguan	50
Gambar 4.6. Rangkaian sederhana hubung singkat pada <i>bus</i> 1 sistem distribusi standart IEEE 18 <i>bus</i> dalam <i>ETAP Power Station 4.0</i>	51
Gambar 4.7. Rangkaian ekivalen hubung singkat pada <i>bus</i> 1 sistem distribusi standart IEEE 18 <i>bus</i>	53
Gambar 4.8. <i>Text report</i> hubung singkat pada <i>bus</i> 1 dalam simulasi <i>ETAP Power Station 4.0</i>	55

ABSTRAKSI

Pembangkit listrik skala kecil (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 tiga phase 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 tiga phase dengan memvariasi lokasi hubung singkat, lokasi pemasangan DG dan kapasitas DG-nya. Hasil simulasi arus hubung singkat tiga phase diamati dan data-datanya kemudian dianalisis.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya DG dalam sistem distribusi maka arus hubung singkat tiga phase akan naik. Jumlah dan lokasi pemasangan DG juga berpengaruh terhadap magnitude arus hubung singkat tiga phasenya. Semakin dekat lokasi pemasangan DG dengan lokasi gangguan maka arus hubung singkatnya akan semakin besar.

Kata kunci : *distributed generation (DG), hubung singkat tiga phase, sistem distribusi*