

TUGAS AKHIR

**OPTIMALISASI PENEMPATAN KAPASITOR DAN DG (DISTRIBUTED
GENERATOR) TERHADAP PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN DAN
PENURUNAN LOSSES PADA SISTEM TENAGA IEEE 30 BUS**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Program Strata Satu (S-1)
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:
Arief Kurniawan.
(20120120061)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2016

HALAMAN PERNYATAAN

Yang betanda tangan di bawah ini:

NAMA : **Arief Kurniawan**
NIM : **20120120061**
Jurusan : **Teknik Elektro**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Agustus 2016

Arief Kurniawan

MOTO

“Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan; dan saya percaya pada diri saya sendiri.”

“Semua orang tidak perlu menjadi malu karena pernah berbuat kesalahan, selama ia menjadi lebih bijak sana dari yang sebelumnya.”

“ Semua orang pernah patah hati, All you have to do is move on.”

“Teman sekaligus musuh terbesarmu adalah dirimu sendiri, takhlukan dan kau akan merasakan indahnya dunia ini secara bebas.”

Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha yang disertai dengan doa, karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa berusaha.”

PERSEMBAHAN:

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayahnya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, kenikmatan dan kesabaran untuk mengerjakan tugas akhir ini.

Terima kasih juga buat kepada Orang tuaku, kakakku dan adikku yang telah menjadi motivasi juga inspirasi dan tiada henti memberikan dukungan lahir dan batin.

Terimakasih yang tak terhingga buat seluruh dosen-dosenku, terutama pembimbingku yang tak pernah lelah dan sabar memberikan bimbingan dan arahan kepadaku.

Terimakasih juga kepada para teman-teman yang senantiasa menjadi penyemangat dan menemani meraskan indahnya petualangan di bumi pertiwi ini. Terimakasih sudah mau menemaniku bermain dan berbagi pemikiran tentang bumi ini yang membuat aku ingin selalu mengalahkan diriku sendiri dan merasakan indahnya bumi yang besar dan indah ini.

Terimakasih juga buat kamu yang sudah membuatku tetap fokus untuk mengejar impianku. Kita akan terus bertengkar dan akan terus bertengkar untuk saling memahami namun kita memiliki suatu cara untuk menyelesaikannya tanpa mengucapkan maaf.

That's our home, we'll go home someday....with laugh

Best regards

Arief Kurniawan

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr.Wb.

Puji dan rasa syukur mendalam penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Salam dan salawat semoga selalu tercurah pada baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul " Optimisasi penempatan Kapasitor dan DG (Distributed Generator) terhadap perbaikan profil tegangan dan penurunan losses pada sistem tenaga IEEE 30 bus " ini kami susun untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai. Secara khusus rasa terimakasih tersebut kami sampaikan kepada:

- 1) Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat berjalan dengan lancar dan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
- 2) Bapak Prof. Dr. Bambang Cipto, M.A. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 3) Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 4) Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 5) Bapak Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.

- 6) Bapak Karisma Trinanda Putra, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.
- 7) Segenap Dosen pengajar dan Staff Laboratorium di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 8) Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 9) Teman-teman Trafo Konslet, Big Brother, Teknik Elektro kelas A dan angkatan 2011, Keceme Familia, Physioadventure, Alumni SMA Negeri 5 Metro angkatan 4, Azizah Nur Annis Arfani dan mbak Novi Prihatiningrum,
- 10) Serta semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima Kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Akhir kata semoga Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Rabbal Alamin,

Wassalammu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15 Agustus 2016

Arief Kurniawan

INTISARI

Semakin besar suatu sistem maka akan mengakibatkan banyaknya potensi gangguan baik kecil maupun besar. Karena itu perlunya dilakukan sebuah evaluasi kestabilan didalam sistem agar sistem tersebut dapat bertahan dan kembali dalam keadaan kesetimbangan saat terjadinya gangguan maupun setelah terjadinya gangguan.

Test System IEEE 30 *bus* modifikasi merupakan data sistem distribusi tenaga listrik yang paling banyak digunakan sebagai database, metode *Newton-Raphson*, metode *RCF* (*Reactive Contribution Factor*) dan prinsip dari metode *LSF* (*Loss Sensitivity Factor*) merupakan metode metode yang sangat efektif digunakan dalam pengoptimalan suatu sistem distribusi.

Dalam pengoptimalan penempatan kapasitor ini berhasil memperbaiki nilai profil tegangan dan menurunkan total losses sebesar 1,21 % dengan injeksi total sebesar 10 MVar pada *bus* 26 dan 30 pada sistem. Selain itu, Pemasangan *Distributed Generator* ini dapat memurunkan losses sebesar 3,3 % dengan prinsip dari metode *LSF* dan 9,03 % dengan menggunakan skenario 1.

Kata Kunci : Kestimbangan, Metode *Newton-Raphson*, Metode *RCF*, Metode *LSF*, Profil Tegangan, Losses, Kapasitor, *Distributed Generator*

ABSTRACT

The bigger a system power distribution make a many potential of disorder. Therefore an evaluation stability on the system power distribution make the exiting system can survive and back when distruption or after distruption.

The test system IEEE 30 *buses* modification represents data distribution system of electric power as database, a method of *Newton-Raphson*, a method of *RCF (Reactive Contribution Factor)*, and the principle of a method of *LSF (Loss Sensitivity Factor)* is a effective methode for an optimalization in distribution system.

On this optimization, an additional *Capasitor* can incress a voltage profil and reduce a total losses as much as 1,21 % with 10 Mvar injection on *bus* 26 and 30. Then an additional *Distributed Generator* the system reduce a losses as much as 3,3 % with a *LSF* methode and 9,03 % used scenario 1.

Key Word : Equilibrium, *Newton-Raphson* Method, *RCF* Method, *LSF* Method, Voltage Profil, Losses, *Capasitor*, *Distributed Generator*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1.
1.2. Rumusan 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 DAN DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	7.
2.2. Dasar Teori.....	8.
2.2.1. Studi Aliran Daya.....	8.
A. Aliran Daya	8.

B. Metode <i>Newton-Raphson</i>	10.
2.2.2. Kompensasi Saluran Transmisi.....	17.
A. Kapasitor	17.
B. Reactive Contribution Factor (<i>RCF</i>).....	19.
C. Distributed Generator (<i>DG</i>)	21.
D. Loss Sensitivity Factor (<i>LSF</i>)	22.
2.2.3. MATLAB.....	23.

BAB III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	25.
3.2. Langkah – langkah Penyusunan Tugas Akhir.....	28.
3.3. Diagram Alir Aliran Daya <i>Newton-Raphson</i>	30.
3.4. Diagram Alir Penempatan Kapasitor	32.
3.5. Gambar User Interface Perhitungan.....	33.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

4.1. Komputasi dan Hasil Perhitungan Penempatan Kapasitor	37.
4.2. Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Profil Tegangan dan Losses.....	44.
4.3. Pengaruh Penempatan Distributed Generator (<i>DG</i>).....	50.

BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan	62.
5.2. Saran.....	63.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Modifikasi <i>bus</i> data input sistem IEEE 30 <i>bus</i>	25.
Tabel 3.2.	Line data input sistem IEEE 30 <i>bus</i>	26.
Tabel 4.1.	Profil tegangan <i>bus</i> dalam sistem IEEE 30 <i>bus</i>	39.
Tabel 4.2.	<i>Bus</i> dengan tegangan < 0.95	39.
Tabel 4.3.	Hasil <i>RCF</i> tahap 1	41.
Tabel 4.4.	Hasil <i>RCF</i> tahap 2	43.
Tabel 4.5.	Lokasi dan besaran kapasitor	43.
Tabel 4.6.	Efek penempatan kapasitor pada <i>bus</i> 30.....	45.
Tabel 4.7.	Perbandingan tegangan sebelum dan sesudah diinjeksi.....	48.
Tabel 4.8.	Perbandingan besar losses dan drop tegangan dari setiap Tahapan.....	50.
Tabel 4.9.	Daya nyata pembebanan pada <i>bus</i>	51.
Tabel 4.10.	Losses pada jaringan	53.
Tabel 4.11.	Skenario pembanding.....	54.
Tabel 4.12.	Perbandingan nilai losses sebelum dan <i>DG</i> skenario 1	56.
Tabel 4.13.	Perbandingan nilai losses	57.
Tabel 4.14.	Perbandingan nilai losses sebelum dan <i>DG</i> skenario 1 dan 2... ..	58.
Tabel 4.15.	Perbandingan losses	59.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Single-line diagram dari sistem transmisi tanpa kompensasi dan diagram fasornya	18.
Gambar 2.2.	single-line diagram dari sistem transmisi yang dikompensasi dengan kapasitor shunt dan diagram fasornya	19.
Gambar 2.3.	Pengaruh penambahan <i>DG</i> terhadap losses dalam sistem tenaga listrik.....	22.
Gambar 2.4.	Kurva losses nonlinier	23.
Gambar 3.1.	<i>Flowchart</i> metodologi penelitian	28.
Gambar 3.2.	<i>Flowchart</i> Aliran Daya <i>Newton-Raphson</i>	30.
Gambar 3.3.	<i>Flowchart</i> penelitian penempatan kapasitor	32.
Gambar 3.4.	User interface analisa aliran daya sistem IEEE 30 <i>bus</i>	34.
Gambar 4.1.	Kondisi awal profil tegangan sistem IEEE 30 <i>bus</i>	38.
Gambar 4.2.	Pencarian <i>Reactive Contribution Factor</i> tahap 1	40.
Gambar 4.3.	Pencarian <i>Reactive Contribution Factor</i> tahap 2	42.
Gambar 4.4.	Kondisi profil tegangan setelah penambahan kapasitor tahap 1	44.
Gambar 4.5.	Tegangan sebelum dan sesudah diberikan 2 kapasitor	47.
Gambar 4.6.	Grafik pembebanan sistem IEEE 30 <i>bus</i>	51.
Gambar 4.7.	Grafik losses pada jaringan sistem IEEE 30 <i>bus</i>	52.
Gambar 4.8.	Perbandingan losses sebelum dan sesudah penambahan <i>DG</i> dengan skenario 1.....	55.
Gambar 4.9.	Perbandingan losses sebelum dan <i>DG</i> skenario 2.....	57.