



**PENGARUH PENAMBAHAN RESISTANSI PADA
PEMUTUS TENAGA (PMT) TERHADAP REDAMAN
GELOMBANG TEGANGAN AKIBAT PEMBUKAAN
PMT DI UNIT PEMBANGKITAN PT. PJB GRESIK**

SKRIPSI

Oleh

**Aprilliana Widya Mandasari
NIM 031910201026**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2008**



**PENGARUH PENAMBAHAN RESISTANSI PADA
PEMUTUS TENAGA (PMT) TERHADAP REDAMAN
GELOMBANG TEGANGAN AKIBAT PEMBUKAAN PMT
DI UNIT PEMBANGKITAN PT. PJB GRESIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Fakultas Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Aprilliana Widya Mandasari
NIM. 031910201026

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2008**

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN RESISTANSI PADA
PEMUTUS TENAGA (PMT) TERHADAP REDAMAN
GELOMBANG TEGANGAN AKIBAT PEMBUKAAN PMT
DI UNIT PEMBANGKITAN PT. PJB GRESIK**

Oleh:

**Aprilliana Widya Mandasari
NIM. 031910201026**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Andi Setiawan, ST., MT

Dosen Pembimbing Anggota : Syamsul Bahcri M., ST.,M.MT

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengaruh Penambahan Resistansi Pada Pemutus Tenaga (PMT) Terhadap Redaman Gelombang Tegangan Akibat Pembukaan PMT Di Unit Pembangkitan PT. PJB Gresik* oleh:

nama : Aprilliana Widya Mandasari

nim : 031910201026

hari : Senin

tanggal: 07 Januari 2008

tempat: Laboratorium Komputer Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Menyetujui,

Pembimbing Utama (Ketua Penguji)

Pembimbing Pendamping (Sekretaris)

Andi Setiawan, ST., MT
NIP. 132 162 513

Syamsul Bahcri M., ST.,M.MT
NIP. 132 206 139

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Sumardi, ST., MT
NIP. 132 206 138

Suprihadi P. ST., MT
NIP. 132 148 400

Ir. Widyono Hadi, MT
NIP. 131 832 307

Mengetahui
Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Elektro

Bambang Supeno, ST
NIP. 131 832 307

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprilliana Widya Mandasari

NIM : 031910201026

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *"Pengaruh Penambahan Resistansi Pada PMT Terhadap Redaman Gelombang Tegangan Akibat Pembukaan Pemutus Tenaga (PMT) Di Unit Pembangkitan PT. PJB Gresik"* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 07 - 01 - 2008

Yang menyatakan,

Aprilliana Widya Mandasari

NIM 031910201026

MOTTO

ALLAH AKAN MENINGGIKAN ORANG-ORANG YANG BERIMAN DI
ANTARA KAMU DAN
ORANG-ORANG YANG DIBERI ILMU PENGETAHUAN BEBERAPA
DERAJAT.

(Terjemahan Surat Al-Mujadalah Ayat 11)

SATU-SATUNYA ORANG YANG TIDAK MEMBUAT KESALAHAN
ADALAH ORANG YANG TIDAK PERNAH MELAKUKAN APA-APA
(Theodore Roosevelt)

KERJAKAN APA YANG BISA DIKERJAKAN HARI INI, KARENA YANG
KITA KERJAKAN HARI INI AKAN MENENTUKAN LANGKAH KITA DI
HARI ESOK

(Vaknown)

MANA ADA ORANG PANDAI KALAU IA MENGIKUTI NAFSUNYA DAN
MANA ADA ORANG BODOH KALAU IA MENGEKANG NAFSUNYA

(Ibnu Athailah)

JANGAN PERNAH BERTANYA SEBERAPA PENTING ARTI ORANG
LAIN UNTUK KITA, TAPI TANYAKANLAH SEBERAPA PENTING DIRI
KITA UNTUK ORANG LAIN.

(My Self)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan kenangan indah dalam hidupku dan semoga ini menjadikan langkah awal dalam membahagiakan semua orang yang aku sayangi. Untuk itu ingin dipersembahkan karya ini kepada.....

- ❖ Kedua orang tuaku. Ayahanda Agus Purnomo dan Ibunda Hermin Widyaningrum yang tak pernah lelah memberikan cinta, kasih sayang, semangat dan do'a serta mengajarkan makna dan tujuan hidup
- ❖ Adikku Dian Anggie Absari yang telah memberikan dorongan dan semangat untuk selalu berusaha menjadi yang terbaik
- ❖ Sahabat lamaku dan orang terdekat yang selalu memberi aku semangat dan selalu membantuku (Ari Rangga, Mas Tegar)
- ❖ Sahabatku dalam suka dan duka, teman seperjuangan dalam penelitian, teman yang selalu ada buat aku dan selalu membantuku (Dinink, Emmi) serta basecamp yang nyaman (Kosan dinink)
- ❖ Teman-temanku (Pipiet, Aris, Dewi, Nia, Anton dan semua angkatan 03 TE) yang selalu membantuku
- ❖ Rekan-rekan "Senasib seperjuangan di Kampus Teknik Tercinta" yang telah memberikan kedamaian dan mengajarkan pentingnya arti kebersamaan

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah dipanjatkan ke hadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul **“Pengaruh Penambahan Resistansi Pada Pemutus Tenaga (PMT) Terhadap Redaman Gelombang Tegangan Akibat pembukaan PMT Di Unit Pembangkitan PT. PJB Gresik”** dapat diselesaikan. Penulisan skripsi ini merupakan tugas akhir guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Strata Satu pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, telah banyak mendapat bantuan, arahan, bimbingan dan saran-saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini diucapkan trima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
3. Andi Setiawan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Syamsul Bahcri M., ST.,M.MT. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Sumardi, ST., MT selaku Dosen Penguji I yang telah banyak memberikan nasehat dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Suprihadi Prasetyono, ST., MT selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan nasehat dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dosen Penguji III yang telah banyak memberikan nasehat dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

8. Teman-teman TE 03 yang telah mengajarkan pentingnya kebersamaan dan saling tolong-menolong;
9. Almamater yang dibanggakan;
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu selama menyelesaikan skripsi ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi yang memerlukan

Jember, Januari 2008

Penyusun

Aprilliana Widya Mandasari

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Komponen-komponen sistem tenaga dapat digambarkan sebagai sirkuit-sirkuit ekivalennya. Sirkuit ekivalen tersebut terdiri dari parameter jaringan resistansi, induktansi dan kapasitansi. Pemutusan arus melalui pemutus tenaga (PMT) akan mengakibatkan kondisi *transient* atau peralihan pada kontak-kontak pemutus tenaga. Kondisi tersebut berlangsung relatif singkat (dalam orde milisekon) sebelumnya peredaman.

Peredaman kondisi peralihan ini bergantung pada parameter resistansi yang ditambahkan untuk meredam gelombang tegangan berfrekuensi alami tersebut yang muncul sebagai akibat dari operasi pembukaan PMT. Sebagai piranti hitung, akan digunakan simulasi program untuk menunjukkan pengaruh penambahan parameter resistansi pada gelombang tegangan pemulihan peralihan (TPP).

Kata kunci : PMT, Transien, Tegangan Pemulihan Peralihan.

RINGKASAN

Pengaruh Penambahan Resistansi Pada Pemutus Tenaga (PMT) Terhadap Redaman Gelombang Tegangan Akibat pembukaan PMT Di Unit Pembangkitan PT. PJB Gresik; Aprilliana Widya mandasari, 031910201026, 2007, 60 halaman; Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Dalam tugas akhir ini akan dianalisis tentang pengaruh penambahan resistansi terhadap redaman gelombang tegangan pada saat pembukaan PMT.

Dalam sistem ini yang digunakan adalah PMT yang biasa digunakan pada tegangan ekstra tinggi. PMT yang digunakan adalah PMT dengan udara tekan (*Air Blast Circuit Breaker*) dan PMT SF₆ (*SF₆ Circuit Breaker*). Prinsip kerja PMT udara tekan serupa dengan prinsip kerja PMT gas SF₆, hanya saja pada PMT udara tekan yang menjadi media pemutus listrik adalah udara tekan. Karena kemampuan isolasi udara lebih rendah daripada kemampuan isolasi gas SF₆, maka pada PMT udara tekan dibutuhkan tekanan udara yang lebih besar dibandingkan dengan tekanan gas SF₆ pada PMT gas SF₆. Untuk mendapatkan tekanan udara yang dikendaki pada PMT udara tekan diperlukan kompresor. Hal ini tidak menguntungkan disebabkan karena harganya PMT menjadi lebih mahal. Sedangkan SF₆ adalah gas yang mempunyai sifat yang mudah terbakar, tidak berwarna lebih berat dibandingkan udara, sifat pemadaman dan dielektrik baik, gas SF₆ juga mempunyai stabilitas yang baik, pada temperatur tinggi sifat-sifat kimia tidak berubah. Gas SF₆ berfungsi sebagai pemadam loncatan bunga api dan sebagai isolasi antar bagian-bagian yang bertegangan dan bagian yang

bertegangan dengan badan. Gas SF₆ mampu dengan cepat menyerap elektron bebas pada lintasan busur diantara kontak-kontak PMT. Elektron ini akan menghasilkan isolasi setelah arus nol, sehingga diameter busur mengecil dan akhirnya padam

Proses perhitungannya adalah dengan mengetahui terlebih dahulu data instalasi SUTET yang terdapat di Unit Pembangkitan PT. PJB Gresik. Setelah itu akan dilakukan perhitungan-perhitungan yang disesuaikan dengan rumus-rumus yang telah ada. Selain dilakukan perhitungan secara manual, perhitungan juga dilakukan dengan program aplikasi yaitu dengan bantuan program simulasi MATLAB 6.5.

Hasil simulasi yang ditampilkan adalah berbentuk gambar gelombang tegangan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
DAFTAR PEMBIMBING	ii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
RINGKASAN	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pemutus Tenaga	5
2.2 Pemutus Tenaga Pada Tegangan Ekstra Tinggi	5
2.3 Air Blast Circuit Breaker	6
2.4 Proses Terjadinya Busur Listrik dalam Saklar	7
2.5 SF6 Circuit Breaker	13
2.6 Mekanisme Pemutus Tenaga (Switchgear)	16
2.7 Tegangan Pemulihan Peralihan	20
2.8 Parameter- Parameter Saluran Transmisi	21

2.8.1 Resistansi	21
2.8.2 Induktansi.....	22
2.8.3 Kapasitansi	23
2.9 Resistor <i>Switching</i>	24
2.10 Sistem Per Unit	25
2.11 Keadaan Peralihan Akibat Pembukaan PMT	26
BAB 3. METODE PENELITIAN	30
3.1 Tempat dan Waktu	30
3.2 Alat dan Bahan.....	30
3.3 Tahap-tahap Penelitian	30
BAB 4. HASIL DAN ANALISIS DATA	
4.1 Parameter-Parameter Saluran Transmisi	37
4.1.1 Induktansi saluran transmisi.....	37
4.1.2 Kapasitansi saluran transmisi.....	38
4.1.3 Satuan per unit.....	39
4.2 Tegangan Pemulihan Peralihan pada saluran Transmisi	41
4.2.1 Tegangan Pemulihan Peralihan tanpa penambahan resistansi.....	41
4.2.2 Tegangan Pemulihan peralihan dengan penambahan Resistansi.....	45
4.2.3 Perhitungan Resistansi	57
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR BACAAN	60
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hubungan Resistor dan Kapasitor dengan Kontak PMT	7
Gambar 2.2 Proses terjadinya Busur Api Listrik pada Kontak Sakelar	8
Gambar 2.3 Skema Satu Fasa dari Saluran Transmisi	10
Gambar 2.4 Tegangan Pemulihan Transien	10
Gambar 2.5 Pemulihan Derajat Isolasi PMT dan <i>Transient Recovery Voltage</i>	12
Gambar 2.6 Penampung Udara, Ruang Pemutus, dan Katup Penghembus	12
Gambar 2.7 PMT SF6 500 kV	14
Gambar 2.8 Konstruksi Ruang Pemadaman PMT SF6 Secara Umum	14
Gambar 2.9 Penampang/Potongan PMT Untuk Rel (busbar) Berisolasi Gas SF6 Buatan Alstom 72,5-245 kV	15
Gambar 2.10 Konstruksi Ruang Pemadaman PMT SF6 Secara Sederhana	16
Gambar 2.11A Mekanisme Penggerak PMT yang Menggunakan Pegas Dalam Keadaan PMT Tertutup Dilihat dari Sisi Depan	18
Gambar 2.11B Mekanisme Penggerak PMT yang Menggunakan Pegas Dalam Keadaan PMT Terbuka Dilihat dari Sisi Depan	18
Gambar 2.11C Mekanisme Penggerak PMT yang Menggunakan Pegas Dilihat dari Sisi Samping	19
Gambar 2.12 Bentuk Gelombang Tegangan Peralihan dan Pemulihan	20
Gambar 2.13 Susunan Penghantar Pada Rangkaian tunggal	23
Gambar 2.14 Rangkaian Ekuivalen untuk Mengetahui <i>Transient Recovery Voltage</i>	28
Gambar 2.15 Sistem Satu Fasa dengan Resistansi	29
Gambar 3.1 Diagram Alir untuk Progran Matlab	34
Gambar 3.2 Diagram Alir untuk Formulasi	35
Gambar 3.3 Diagraan Tahap-Tahap Penelitian	37

Gambar 4.1	Gelombang Tegangan Pemulihan Peralihan Tanpa Penambahan Resistansi	45
Gambar 4.2	Gelombang Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT dengan Penambahan Resistansi Sebesar 1 pu.....	50
Gambar 4.3	Gelombang Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT dengan Penambahan Resistansi Sebesar 2 pu.....	52
Gambar 4.4	Gelombang Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT dengan Penambahan Resistansi Sebesar 3 pu.....	54
Gambar 4.5	Gelombang Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT dengan Penambahan Resistansi Sebesar 4 pu.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT Tanpa Penambahan Resistansi	44
Tabel 4.2 Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT Tanpa dan dengan Penambahan Resistansi $R = 1 \text{ pu}$	49
Tabel 4.3 Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT Tanpa dan dengan Penambahan Resistansi $R = 2 \text{ pu}$	51
Tabel 4.4 Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT Tanpa dan dengan Penambahan Resistansi $R = 3 \text{ pu}$	53
Tabel 4.5 Tegangan Pemulihan Peralihan Akibat Pembukaan PMT Tanpa dan dengan Penambahan Resistansi $R = 4 \text{ pu}$	55