

## **TUGAS AKHIR**

**STUDI RUGI – RUGI PENURUNAN JARINGAN DISTRIBUSI  
DENGAN ADANYA PENETRASI UNIT PEMBANGKIT  
TENAGA ANGIN DAN TENAGA SURYA**



**DISUSUN OLEH:**

**NUR TRI WALUYO  
4140401-021**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
PEMINATAN TEKNIK TENAGA LISTRIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2010**

**PENGESAHAN**

**STUDI RUGI – RUGI PENURUNAN JARINGAN DISTRIBUSI**

**DENGAN ADANYA PENETRASI UNIT PEMBANGKIT**

**TENAGA ANGIN DAN TENAGA SURYA**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

NUR TRI WALUYO

4140401-021

Jakarta, 16 JUNI 2010

Telah disetujui dan disahkan oleh:

Dosen pembimbing

(DR. Hamzah Hilal)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro/Koordinator Tugas Akhir

(Ir. Yudhi Gunardi, MT)

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Tri Waluyo

Nim : 4140401-021

Jurusan : Teknik Elektro

Peminatan : Teknik Tenaga Listrik

Dengan demikian menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat adalah asli, dan dapat dipertanggung jawabkan keasliannya.

Jakarta, 9 juli 2010

(Nur Tri Waluyo)

## **KATA PENGANTAR**

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia serta kekuasaanNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpah kepada Rasulullah SAW, para sahabat serta keluarganya dan kepada umatnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir yang diberi judul **STUDI RUGI – RUGI PENURUNAN JARINGAN DISTRIBUSI DENGAN ADANYA PENETRASI UNIT PEMBANGKIT TENAGA ANGIN DAN TENAGA SURYA** ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menempuh ujian sidang Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Dengan diselesaiannya tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama pembuatan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak DR. Hamzah Hilal, selaku dosen pembimbing yang telah sabar dan telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi dan arahan serta petunjuk yang berharga bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Yudhi Gunardi, ST. MT, selaku Ketua Jurusan dan juga Koordinator Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Seluruh dosen dan staf pegawai Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

4. Bapak Wasito SE dan Ibu mardianah sumarti, selaku orang tua penulis yang telah banyak memberikan materi, mendoakan dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Catur isnanto yang selama ini sudah menjadi adik yang baik dan memberikan pertolongan.
6. Teman-teman angkatan 2004 jurusan Teknik Elektro yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu..
7. Rekan-rekan seperjuanganku: Adhi Rafianto (cimol), Ahmad Wahyu Dani, Kasnuri, Taufik Abdul Rahman, Budi wibowo (badrun).
8. Rahmat Furqoni, Suranto sahabat baik yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penulis dalam merakit komponen dan memberikan bahan yang penulis belum dapat.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi kebaikan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat menjadi manfaat bagi pembaca dan juga penulis khususnya.

Jakarta, 8 Juli 2010

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xi</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Metode Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3

### **BAB II JARINGAN DISTRIBUSI DAN SUMBER ENERGI NON-KONVENTIONAL**

2.1 Jaringan Tegangan Menengah (JTM).....	4
2.1.1 Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah (JTM).....	4
a. Saluran udara tegangan menengah (SUTM).....	4
b. Saluaran kabel tegangan menengah (SKTM).....	5
2.1.2 Konfigurasi Jaringan Tegangan Menengah (JTM).....	5

a. Konfigurasi Radial.....	6
b. Konfigurasi Ring.....	7
c. Konfigurasi Spindel.....	8
2.2 Jaringan Tegangan Rendah (JTR) .....	9
2.3 Energi Surya.....	9
2.3.1 Sel Surya Fotovoltaik .....	9
2.3.2 Bahan Sel Surya.....	10
2.3.3 Prinsip Kerja Sel Surya Fotovoltaik.....	10
2.4 Energi Angin.....	13
2.4.1 Faktor Yang Mempengaruhi Pembangkitan Energi Angin.....	15
2.4.2 Prinsip Kerja Energi Angin .....	16
2.5 Sistem Kogenerasi.....	20
2.5.1 Pengertian Kogenerasi.....	21
2.5.2 Efisiensi Sistem Kogenerasi.....	21
2.5.3 Klasifikasi Kogenerasi.....	22
2.5.4 Sistem Kogenerasi Mesin Diesel.....	23

### **BAB III PENGURANGAN RUGI-RUGI DENGAN ADANYA SEL SURYA DAN TENAGA ANGIN**

3.1 Rugi-Rugi Tenaga Listrik .....	24
3.2 Rugi-Rugi Teknis .....	24
3.3 Rugi-Rugi Pada Penghantar Saluran .....	25
3.3.1 Rugi-Rugi di Jaringan Tegangan Menengah (JTM).....	25
3.3.2 Rugi-Rugi di Jaringan Tegangan Rendah (JTR).....	26

3.4 Rugi-Rugi Pada Transformator .....	26
3.4.1 Rugi Besi.....	27
3.4.2 Rugi Tembaga.....	28
3.5 Pengaruh Penyuntikan Daya Dalam Jaringan Distribusi.....	29
3.6 Pengaruh Letak Penyuntikan Daya Dalam Jaringan Distribusi.....	30
3.6.1 Kondisi Normal .....	31
3.6.2 Kondisi Setelah Disuntikan Tenaga Angin Pada Bus C Sebesar 250 kW.....	33
3.6.3 Kondisi Setelah Disuntikan Sel Surya Pada Bus G Sebesar 150 kW.....	38
3.6.4 Kondisi Setelah Disuntikan Tenaga Angin Pada Bus C Sebesar 250 kW dan Sel Surya Pada Bus G Sebesar 150 kW.....	42
3.6.5 Kondisi Setelah Disuntikan Tenaga Angin Pada Bus E Sebesar 250 kW dan Sel Surya Pada Bus G Sebesar 150 kW.....	45
3.7 Gabungan Beberapa Kondisi Sistem.....	49

#### **BAB IV SIMULASI PADA PENYULANG ROKOK DARI GI TELUK NAGA**

4.1 Data Penyulang .....	52
4.2 Data Sel Surya dan Tenaga Angin.....	54
4.3 Penempatan Sel Surya dan Tenaga Angin .....	54
a. Kondisi Normal.....	54
b. Kondisi Setelah Disuntikan Sel Surya dan Tenaga Angin.....	54
4.4 Analisis Kondisi Tanpa Tenaga Angin Dan Surya ( Kondisi F ).....	54
4.5 Analisis Kondisi Telah Disuntikan Tenaga Surya Dan Angin.....	58

**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	64
5.2. Saran .....	65

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Panjang saluran antar Bus.....	30
Tabel 3.2 Beban dan trafo konsumen.....	31
Tabel 3.3 Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi normal.....	32
Tabel 3.4 Rugi-rugi saluran dalam kondisi tanpa tenaga angin.....	33
Tabel 3.5 Rugi-rugi trafo dalam kondisi tanpa tenaga angin.....	34
Tabel 3.6 Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus C.....	35
Tabel 3.7 Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus C.....	36
Tabel 3.8 Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus C.....	37
Tabel 3.9 Tegangan dan daya konsumen dalam kondisi setelah disuntikan Sel Surya pada Bus G.....	39
Tabel 3.10 Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan Sel Surya pada Bus G.....	40
Tabel 3.11 Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan Sel Surya pada Bus G.....	41
Tabel 3.12 Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus C dan Sel Surya pada Bus G.....	42
Tabel 3.13 Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus C dan Sel Surya pada Bus G.....	43
Tabel 3.14 Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus C dan Sel Surya pada Bus G.....	44

Tabel 3.15 Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus E dan Sel Surya pada Bus G.....	46
Tabel 3.16 Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus E dan Sel Surya pada Bus G.....	47
Tabel 3.17 Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Angin pada Bus E dan Sel Surya pada Bus G.....	48
Tabel 4.1 Data trafo distribusi pada penyulang Rokok.....	52
Tabel 4.2 Panjang saluran pada penyulang Rokok.....	53
Tabel 4.3 Daya dan tegangan konsumen pada penyulang Rokok dalam kondisi normal.....	55
Tabel 4.4 Rugi-rugi trafo pada penyulang Rokok dalam kondisi normal.....	56
Tabel 4.5 Rugi-rugi panjang saluran pada penyulang Rokok dalam kondisi normal.....	48
Tabel 4.6 Daya dan tegangan konsumen pada penyulang Rokok dalam kondisi setelah disuntikan sel surya dan tenaga angin.....	50
Tabel 4.7 Rugi-rugi trafo pada penyulang Rokok dalam kondisi setelah disuntikan sel surya dan tenaga angin.....	50
Tabel 4.8 Rugi-rugi panjang saluran pada penyulang Rokok dalam kondisi setelah disuntikan sel surya dan tenaga angin.....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jaringan tegangan menengah berupa feeder-feeder radial yang keluar dari GI.....	5
Gambar 2.2	GI dan GH dalam jaringan tegangan menengah.....	6
Gambar 2.3	Jaringan tegangan menengah dengan konfigurasi ring.....	6
Gambar 2.4	ringan tegangan menengah dengan konfigurasi spindel.....	7
Gambar 2.5	Jaringan tegangan rendah dengan empat jurusan (SUTR).....	8
Gambar 2.6	Sketsa penampang dua dimensi dari kristal silikon.....	10
Gambar 2.7	Semikonduktor tipe-p (kiri) dan tipe-n (kanan).....	12
Gambar 2.8	Sambungan p-n dan munculnya daerah deplesi.....	12
Gambar 2.9	Skema penyaluran energi surya.....	13
Gambar 2.10	Skema unit pembangkit tenaga angin.....	17
Gambar 2.11	Sketsa kincir angin.....	17
Gambar 2.12	Perbandingan efisiensi sistem konvensional dengan sistem kogenerasi.....	22
Gambar 2.13	Sistem Kogenerasi Mesin Diesel.....	23
Gambar 3.1	Rangkaian ekivalen trafo satu fasa tanpa beban.....	23
Gambar 3.2	Rangkaian ekivalen trafo fasa tunggal tanpa beban yang disederhanakan.....	26
Gambar 3.3	Rangkaian ekivalen hubung singkat.....	28
Gambar 3.4	Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi tanpa tenaga angin dan surya.....	29
Gambar 3.5	Rugi-rugi saluran dalam keadaan tanpa tenaga angin dan surya.....	32

Gambar 3.6. Rugi-rugi trafo dalam kondisi tanpa tenaga angin dan surya.....	34
Gambar 3.7. Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi setelah disuntikan tenaga angin pada Bus C.....	36
Gambar 3.8. Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan.....	37
Gambar 3.9. Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan.....	38
Gambar 3.10 Tegangan dan daya konsumen dalam kondisi setelah disuntikan Tenaga Surya pada Bus G.....	39
Gambar 3.11. Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan.....	40
Gambar 3.12. Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan.....	41
Gambar 3.13 Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi setelah disuntikan tenaga angin pada Bus C dan tenaga surya pada Bus G.....	43
Gambar 3.14. Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan.....	44
Gambar 3.15. Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan.....	45
Gambar 3.16. Daya dan tegangan konsumen dalam kondisi setelah disuntikan tenaga angin pada Bus E dan tenaga surya pada Bus.....	46
Gambar 3.17. Rugi-rugi saluran dalam kondisi setelah disuntikan tenaga angin.....	47
Gambar 3.18 Rugi-rugi trafo dalam kondisi setelah disuntikan tenaga angin pada Bus E dan tenaga surya pada Bus G.....	48
Gambar 3.19. Daya aktif untuk ke 5 kondisi.....	49
Gambar 3.20. Daya reaktif untuk ke 5 kondisi.....	49
Gambar 3.21. Tegangan (V) untuk ke 5 kondisi.....	50
Gambar 3.22. Rugi-rugi trafo (kW/kVAR) untuk ke 5 kondisi.....	50

Gambar 3.23. Rugi-rugi saluran (W/VAR) untuk ke 5 kondisi.....	51
Gambar 4.1 Daya dan tegangan konsumen pada penyulang Rokok dalam kondisi normal.....	55
Gambar 4.2 Rugi-rugi trafo pada penyulang Rokok dalam kondisi normal.....	56
Gambar 4.3 Daya dan tegangan konsumen pada penyulang Rokok dalam kondisi setelah disuntikan sel surya dan tenaga angin.....	59
Gambar 4.4 Rugi-rugi trafo pada penyulang Rokok dalam kondisi setelah disuntikan sel surya dan tenaga angin.....	60
Gambar 4.5. Daya aktif untuk kedua kondisi.....	61
Gambar 4.6. Daya reaktif untuk kedua kondisi.....	62
Gambar 4.7. Daya semu untuk kedua kondisi.....	62
Gambar 4.8. Tegangan untuk kedua kondisi.....	63