



**STUDI PENGEMBANGAN JARINGAN TRANSMISI  
UNTUK MENGANTISIPASI PERTUMBUHAN BEBAN**

**SKRIPSI**

oleh

**Eka Yuniarti Firdausa  
NIM 061910201003**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2010**



**STUDI PENGEMBANGAN JARINGAN TRANSMISI UNTUK  
MENGANTISIPASI PERTUMBUHAN BEBAN**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

**Eka Yuniarti Firdausa  
NIM 061910201003**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2010**

## PERSEMBAHAN

Laporan proyek akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT dengan segala kebesarannya yang selalu memberikan terang pada gelapku, memberikan tawa pada tangisku dan memberikan harapan pada asaku serta kepada Junjunganku Nabi Muhammad SAW dengan segala tuntunannya;
2. Mamaku tersayang Hasunah, S.Pd dan Papaku tercinta Kukuh Setiadi, S.E, terima kasih telah melahirkan firda dan merawat firda dengan segala kasih sayang, doa, dukungan dan harapan yang selalu menyertai hidup firda, I love you Mommy and Daddy;
3. Bidadari kecilku Dwi Talitha Amelinda dan Ksatria pemberaniku Afif Afifi, Don't make Mom and Dad disappointed at all, OK!!!;
4. Uti Hartatik dan Alm.Kukung Munif Fatah, mami Iis, Lek Pit n OmZun, Om Holid, Lek Nelly n OmZen, Mita, Bima, Falsa n Atif , makasih atas segala doa, dukungan dan tawa yang kalian berikan;
5. Pengisi ruang hatiku Dany Agus Musthofa yang selalu menemani perjuanganku, wish you be mine forever, amien...;
6. Semua keluargaku, terima kasih atas doa dan dukungannya;
7. Semua dosen jurusan Teknik Elektro Universitas jember yang telah memberikan ilmunya kepadaku;
8. Almamaterku yang selalu aku banggakan;
9. Sahabat-sahabatku TE 06 S1 dan D3 yang membuat hari-hariku menjadi berwarna;
10. Semua orang-orang yang tidak dapat firda sebutkan, terima kasih semuanya.

## **MOTTO**

**"Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari Al'alaq. Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan perantaraan kalam, mengajar manusia apa yang tidak diketahuinya"  
(QS Al-'Alaq [96]: 1-5)**

**"today must better than yesterday and tomorrow must better than  
today "**

**"today's Passion tomorrow's inspiration"  
(SBSV 2010)**

**"Ambillah hikmah dari semua apa yang telah kamu lakukan, baik  
buruk, susah maupun senang untuk dijadikan agar kamu menjadi  
lebih baik ke depannya"**

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eka Yuniarti Firdausa

NIM : 061910201003

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Studi Pengembangan Jaringan Transmisi Untuk Mengantisipasi Pertumbuhan Beban” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Oktober 2010

Eka Yuniarti Firdausa  
NIM 061910201003

**SKRIPSI**

**STUDI PENGEMBANGAN JARINGAN TRANSMISI UNTUK  
MENGANTISIPASI PERTUMBUHAN BEBAN**



oleh

**Eka Yuniarti Firdausa  
NIM 061910201003**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T**

**Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Widyono Hadi, M.T**

## **PENGESAHAN**

Karya ilmiah Skripsi yang berjudul “Studi Pengembangan Jaringan Transmisi Untuk Mengantisipasi Pertumbuhan Beban”, telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 22 Oktober 2010

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Pembimbing:**

**Pembimbing I,**

**Dr. Azmi Saleh, ST., MT.  
NIP. 19710614 199702 1 001**

**Pembimbing II,**

**Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP. 19610414 198902 1 001**

**Penguji:**

**Penguji I,**

**Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT.  
NIP. 19700826 199702 1 001**

**Penguji II,**

**Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.  
NIP. 19800610 200501 1 003**

**Mengesahkan:**

**Dekan Fakultas Teknik,**

**Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP. 19610414 198902 1 001**

## RINGKASAN

“*Studi Pengembangan Jaringan Transmisi Untuk Mengantisipasi Pertumbuhan Beban*”; Eka Yuniarti Firdausa, 061910201003; 2010: 60 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sistem jaringan transmisi adalah salah satu bagian mayoritas dari industri tenaga listrik, tidak hanya menyediakan sebuah hubungan antara pembangkit dan *demanders* tetapi juga sebuah lingkungan yang tidak membedakan dan dapat diandalkan bagi para *suppliers* dan *demanders*. Sehingga perencanaan sistem transmisi yang bagus merupakan hal yang sangat penting. Pertumbuhan penduduk di seluruh dunia selalu mengalami peningkatan tiap tahunnya, meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan listrik juga meningkat. Peningkatan kebutuhan listrik merupakan suatu pertumbuhan beban dalam sistem jaringan transmisi yang harus dilayani. Pertumbuhan beban dalam sistem jaringan transmisi dapat diantisipasi dengan melakukan perencanaan pengembangan jaringan transmisi. Oleh karena itu dilakukan studi pengembangan jaringan transmisi untuk mengantisipasi pertumbuhan beban. Tujuan Penelitian studi pengembangan jaringan terhadap pertumbuhan beban yaitu untuk menganalisa suatu saluran transmisi yang mengalami *over load* akibat adanya pertumbuhan beban dan merencanakan pengembangan jaringan transmisi sehingga dapat mengantisipasi pertumbuhan beban sebelum mengalami *over load*.

Penelitian dilakukan dengan melakukan simulasi aliran daya selama sepuluh tahun dengan asumsi adanya pertumbuhan beban 10% tiap tahunnya. obyek analisa yang dilakukan adalah jaringan transmisi 150kV UPT Jember dengan 11 Bus. Dengan data awal yang diperoleh, dilakukan analisa dengan dua metode simulasi. Metode pertama adalah analisa simulasi aliran daya yang dilakukan tiap tahun dengan penambahan beban per tahunnya 10% dari tahun sebelumnya. Metode kedua adalah analisa simulasi aliran daya yang dilakukan lima tahun sekali dengan penambahan beban 10% per tahunnya. Dari simulasi tersebut, dilakukan analisa arus *line* dan tegangan bus jaringan transmisi. Jika arus *line*



mengalami *over load* yaitu melebihi kapasitas kabel *line* dilakukan perencanaan dengan menambah kapasitas *line* atau mengganti kabel *line* tersebut, jika tegangan bus menunjukkan nilai yang tidak sesuai dengan batas toleransi tegangan (0,95pu-1,05pu) maka ditambahkan Statcom pada bus tersebut.

Analisa hasil simulasi yang dilakukan tiap tahun menunjukkan perencanaan pengembangan jaringan transmisi harus dilakukan yaitu, pada tahun keempat dengan mengganti *line* probolinggo-kraksan, tahun kelima mengganti *line* banyuwangi-gilimanuk, tahun kedelapan menambah kapasitas *line* banyuwangi-gilimanuk, tahun kesepuluh menambah kapasitas *line* probolinggo-kraksan dan Statcom pada bus GI Tanggul. Sedangkan analisa hasil simulasi yang dilakukan lima tahun sekali menunjukkan perencanaan pengembangan jaringan transmisi yang harus dilakukan yaitu, pada tahun pertama dilakukan penggantian *line* probolinggo-kraksan dan *line* banyuwangi-gilimanuk agar jaringan transmisi mampu mengantisipasi pertumbuhan beban sampai tahun kelima, pada tahun keenam dilakukan penambahan kapasitas *line* probolinggo-kraksan dan *line* banyuwangi-gilimanuk serta penambahan Statcom pada GI Tanggul. Dari analisa kedua metode simulasi, dilakukan rincian estimasi biaya yang dibutuhkan. Estimasi biaya dengan simulasi yang dilakukan lima tahun sekali lebih rendah daripada estimasi biaya yang dilakukan tiap tahun sekali, tetapi membutuhkan jumlah investasi awal yang sangat besar.

## PRAKATA

Alhamdulillah, ucapan syukur yang tak terhingga penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul *Study Pengembangan Jaringan Transmisi Untuk Mengantisipasi Pertumbuhan Beban*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan perhatian, bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta kesabaran sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik;
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah meluangkan pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Bapak Andi Setiawan, S.T, M.T yang selalu memberikan nasehat, perhatian dan dukungan selama ini;
6. Bapak Bambang Supeno, S.T yang selalu memberikan nasehat dan semangat tiada henti selama ini;
7. Guru-guruku yang selama ini telah memberikan ilmunya sehingga membuatku menjadi seseorang yang lebih baik;
8. Dosen-dosen jurusan teknik elektro yang telah memberikan segala pengetahuan yang bermanfaat untuk kehidupan kelak;
9. Sumber Kebahagiaanku mama Hasunah dan papa Kukuh yang telah membuatku merasa menjadi manusia paling beruntung selamanya;

10. Teman-temanku yang selalu siap membantuku, Phy2, Mami Iis, Arfi, Coy, Biren, Huda, Sopian, Gaguk, Brother Padien, Tolly, Richi, Dod, Tapay, Om Deny, Rofi, Mus dan semua yang belum aku sebutkan, Don't forget me!;

Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 22 Oktober 2010

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan</b> .....	2
<b>1.5 Manfaat</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Transmisi Tenaga Listrik</b> .....	3
<b>2.2 Perencanaan Pengembangan Jaringan Transmisi</b> .....	4
<b>2.3 Perhitungan Aliran Daya</b> .....	6
<b>2.4 Perhitungan Aliran Daya Menggunakan Metode Newton Raphson</b> .....	9
<b>2.5 PSAT (Power System Analysis Toolbox)</b> .....	12
2.5.1 Cara Melakukan Study Aliran Daya Menggunakan PSAT .....	13
<b>2.6 Perhitungan Arus <i>Line</i> dan Tegangan Bus</b> .....	19

2.6.1	Rugi-Rugi pada Saluran .....	19
2.6.2	Profil Tegangan pada Masing-Masing Bus .....	20
<b>2.7</b>	<b>Perhitungan Estimasi Biaya Perencanaan Pengembangan Jaringan .....</b>	<b>20</b>
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Tempat dan Waktu .....</b>	<b>23</b>
3.1.1	Tempat .....	23
3.1.2	Waktu .....	23
<b>3.2</b>	<b>Alat dan Bahan .....</b>	<b>23</b>
3.2.1	Alat .....	23
3.2.2	Bahan .....	23
<b>3.3</b>	<b>Parameter Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Tahap-Tahap Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>Diagram Alir Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6</b>	<b>Analisis Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>3.7</b>	<b>Obyek Penelitian .....</b>	<b>25</b>
3.6.1	Studi Aliran Daya Sistem Transmisi 150kV UPT Jember	29
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil Penelitian .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Pemodelan Simulasi Pertambahan Beban pada Sistem Jaringan Transmisi dengan Menggunakan PSAT .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>Analisis Hasil Pemodelan Simulasi Studi Aliran Daya dengan Pertambahan Beban Menggunakan PSAT .....</b>	<b>31</b>
4.3.1	Analisis Arus Masing-Masing <i>Line</i> pada Jaringan Transmisi .....	31
4.3.2	Analisis Tegangan Masing-Masing Bus Jaringan Transmisi .....	38
4.3.3	Analisis Estimasi Biaya Perencanaan Pengembangan Jaringan Transmisi .....	39
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>43</b>

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**A. DATA HASIL SIMULASI TIAP TAHUN**

**B. DATA HASIL SIMULASI LIMA TAHUN SEKALI**

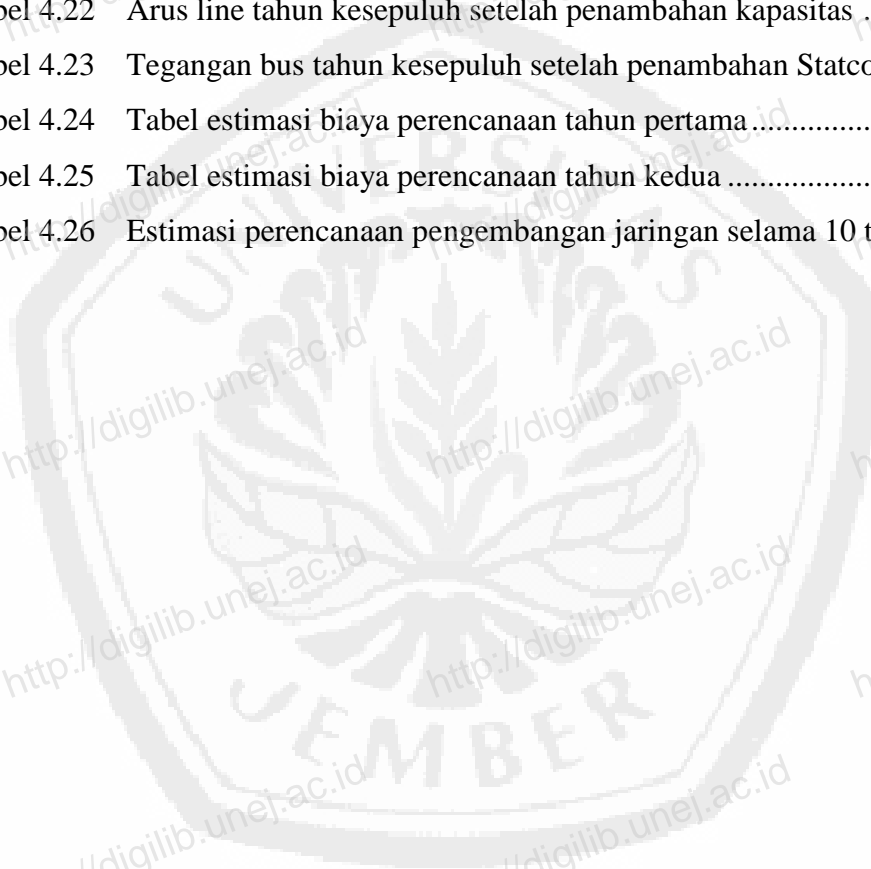
**B. HARGA KABEL ACSR**



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Parameter data pada jaringan transmisi 3 bus ..... 14
Tabel 3.1	Jadwal kegiatan penelitian ..... 21
Tabel 3.2	Data impedansi saluran dalam pu ..... 25
Tabel 3.3	Data beban pada tiap-tiap bus ..... 26
Tabel 3.4	Total estimasi biaya perencanaan pengembangan jaringan ..... 28
Tabel 4.1	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun keempat ..... 31
Tabel 4.2	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun keempat setelah penggantian kabel ..... 32
Tabel 4.3	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun kelima ..... 33
Tabel 4.4	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun kelima setelah penggantian kabel ..... 34
Tabel 4.5	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun kedelapan ..... 34
Tabel 4.6	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun kedelapan setelah penambahan kapasitas ..... 35
Tabel 4.7	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun kesepuluh ..... 36
Tabel 4.8	Hasil arus <i>line</i> simulasi aliran daya pada tahun kesepuluh setelah penambahan kapasitas ..... 37
Tabel 4.9	Tegangan tahun kesepuluh sebelum pemasangan Statcom ..... 38
Tabel 4.10	Tegangan tahun kesepuluh setelah pemasangan Statcom ..... 38
Tabel 4.11	Biaya perencanaan pengembangan pertama ..... 36
Tabel 4.12	Biaya perencanaan pengembangan kedua ..... 40
Tabel 4.13	Biaya perencanaan pengembangan ketiga ..... 41
Tabel 4.14	Biaya perencanaan pengembangan keempat ..... 41
Tabel 4.15	Estimasi biaya perencanaan pengembangan jaringan selama 10 tahun (tahun 1-5) ..... 41
Tabel 4.16	Estimasi biaya perencanaan pengembangan jaringan selama 10 tahun (tahun 6-10) ..... 42

Tabel 4.17	Arus <i>line</i> hasil perencanaan pengembangan lima tahun pertama .....	42
Tabel 4.18	Tegangan bus hasil perencanaan pengembangan selama lima tahun pertama.....	43
Tabel 4.19	Tegangan bus hasil simulasi tahun kesepuluh .....	44
Tabel 4.20	Arus <i>line</i> hasil simulasi tahun kesepuluh.....	44
Tabel 4.21	Tegangan bus hasil simulasi tahun kesepuluh .....	45
Tabel 4.22	Arus <i>line</i> tahun kesepuluh setelah penambahan kapasitas .....	46
Tabel 4.23	Tegangan bus tahun kesepuluh setelah penambahan Statcom.....	46
Tabel 4.24	Tabel estimasi biaya perencanaan tahun pertama.....	48
Tabel 4.25	Tabel estimasi biaya perencanaan tahun kedua .....	48
Tabel 4.26	Estimasi perencanaan pengembangan jaringan selama 10 tahun ..	49





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi sistem tenaga listrik dari pembangkit ke konsumen akhir	3
Gambar 2.2 Diagram sistem tenaga listrik .....	4
Gambar 2.3 Diagram prinsip kerja Statcom .....	5
Gambar 2.4 Tipikal bus dari sistem tenaga .....	9
Gambar 2.5 <i>Command window matlab</i> .....	13
Gambar 2.6 Jendela <i>interface</i> utama PSAT .....	14
Gambar 2.6 Model jaringan transmisi 3 bus .....	15
Gambar 2.7 <i>Block parameters bus</i> .....	15
Gambar 2.8 <i>Block parameter line</i> .....	16
Gambar 2.9 <i>Block parameter PQ</i> .....	16
Gambar 2.10 <i>Block parameter PV</i> .....	17
Gambar 2.11 <i>Block parameter Slack Bus</i> .....	17
Gambar 2.12 <i>Window Load data file</i> .....	18
Gambar 2.13 <i>Window data conversion</i> .....	18
Gambar 2.14 <i>Static report</i> .....	19
Gambar 2.15 Model saluran transmisi untuk perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya saluran .....	19
Gambar 3.1 Sistem transmisi tenaga listrik wilayah UPT Jember dengan Statcom .....	35

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pertumbuhan penduduk di seluruh dunia selalu mengalami peningkatan tiap tahunnya, meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan listrik juga meningkat. Peningkatan kebutuhan listrik merupakan suatu pertumbuhan beban dalam sistem jaringan transmisi yang harus dilayani. Sistem jaringan transmisi adalah salah satu bagian mayoritas dari industri tenaga listrik, tidak hanya menyediakan sebuah hubungan antara pembangkit dan *demanders*, tetapi juga sebuah lingkungan yang tidak membedakan, dan dapat diandalkan bagi para *suppliers* dan *demanders*. Sehingga perencanaan sistem transmisi yang bagus merupakan hal yang sangat penting.

Pertumbuhan beban dalam sistem jaringan transmisi dapat diantisipasi dengan melakukan perencanaan pengembangan jaringan transmisi. Perencanaan pengembangan jaringan transmisi bertujuan untuk memperkuat jaringan transmisi yang ada, untuk melayani tenaga bagi para produsen dan pelanggan. Pengembangan jaringan transmisi dapat dilakukan dengan cara yaitu, penambahan kapasitas dalam jaringan yang sudah ada jika pembangkit masih mampu menyediakan kapasitasnya. Jika pembangkit tidak mampu lagi menyediakan kapasitas yang dibutuhkan, maka perlu dibangun pembangkit baru. Dalam penambahan kapasitas baru pada suatu jaringan transmisi diperlukan skenario yang bagus untuk menentukan pengembangan *line* yang harus dilakukan dengan cara-cara yang tersedia dalam jaringan tersebut sehingga pengembangan jaringan transmisi yang akan dilakukan dapat memperkuat jaringan transmisi yang ada. Oleh sebab itu melalui tugas akhir ini akan dilakukan suatu analisa tentang perencanaan pengembangan jaringan transmisi yang ada untuk mengantisipasi adanya penambahan beban dengan membuat simulasi.