

**ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN OPTIMAL  
KAPASITOR BANK UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI  
DAYA PADA PT. DUPONT INDONESIA  
DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY-ALGORITMA GENETIKA**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :  
ERIK SEPRIONO  
NIM. 1112018**

**MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

REPUBLIC OF INDONESIA  
DEPARTMENT OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS  
JANUARY 11 1968

POSTAGE

POSTAGE PAID  
NO. 111318



POSTAGE PAID  
NO. 111318  
JANUARY 11 1968  
MALANG

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN  
OPTIMAL KAPASITOR BANK UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI  
DAYA PADA PT. DUPONT INDONESIA  
DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY-ALGORITMA GENETIKA**

**SKRIPSI**

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan  
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

**Disusun oleh :  
ERIK SEPRIONO  
NIM. 1112018**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
NIP.P. 1030100358**

**Diperiksa dan Disetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT  
NIP. 196105031992021001**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP. Y. 1038900209**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

## ABSTRAK

# ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN OPTIMAL KAPASITOR BANK UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA PADA PT. DUPONT INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY-ALGORITMA GENETIKA

Erik Sepriono, NIM : 1112018

Email: erik\_sepri@yahoo.com

Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT dan  
Ir. Teguh Herbasuki, MT

Turunnya profil tegangan dan besarnya rugi-rugi pada saluran merupakan permasalahan yang sering dihadapi semua industri. Penurunan profil tegangan tersebut diakibatkan banyaknya beban linier serta beban non linier yang ada pada sistem dan jenis serta panjang saluran yang digunakan. Untuk menjaga nilai tegangan pada batas yang diijinkan yaitu berkisar antara 0,95 sampai 1,05 pu dari tegangan nominalnya dan menurunkan rugi-rugi pada saluran dapat dilakukan dengan menempatkan kapasitor yang optimal pada lokasi beban sistem. Dalam penelitian ini dikembangkan metode dalam penyelesaian permasalahan optimasi penempatan kapasitor menggunakan logika *fuzzy* dan algoritma genetika. Logika *fuzzy* digunakan untuk mendapatkan lokasi yang optimal pada titik-titik beban sistem, sedangkan algoritma genetika digunakan untuk menentukan kapasitas kapasitor dengan menggunakan *tool optimal capacitor placement* (OCP) pada ETAP. Untuk menguji metode yang diusulkan, digunakan sistem *IEEE 14-bus* dan sistem praktis PT.Dupont Indonesia. Pada PT.Dupont Indonesia terdapat 15 bus, berdasarkan hasil *optimal capacitor placement* (OCP) kapasitor ditempatkan di Bus Bus SWBD-PS dengan besar kapasitor 4 X 100 kVar. Dengan melakukan pemasangan kapasitor maka terjadi peningkatan kualitas tegangan rata-rata dari 0,9804733 pu menjadi 0,9830733 pu, dan total rugi-rugi saluran juga menurun dari 1,337347% menjadi 1,300337%.

Kata kunci : *fuzzy*-algoritma genetika, Optimal penempatan kapasitor, Profil tegangan, Rugi-rugi pada saluran.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN OPTIMAL KAPASITOR BANK UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA PADA PT. DUPONT INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY-ALGORITMA GENETIKA”** telah terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun, penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. H. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Kepala Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
7. Kedua orang tua dan teman-teman yang turut memberikan dukungan terhadap penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyaknya kekurangan yang terdapat pada skripsi ini, oleh karena itu penulis berharap para pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini menjadi lebih sempurna.

Malang, 03 Maret 2015

Penyusun

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Analisa Aliran Daya ( <i>Load Flow</i> ) .....	4
2.1.1 Persamaan Aliran Daya ( <i>Load Flow</i> ) .....	5
2.1.2 Aliran Daya dan Rugi-Rugi Daya Pada Saluran.....	6
2.1.3 Aliran Daya dengan Metode Newton-Raphson.....	6
2.2. Pemodelan Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.2.1 Kabel dan Saluran.....	8
2.2.2 Transformator .....	8

2.2.3 Pembebanan.....	9
2.3 Hubungan Daya Reaktif dengan Tegangan.....	9
2.4 Rugi-rugi Pada Sistem Tenaga.....	11
2.5 Jatuh Tegangan ( <i>Voltage Drop</i> ).....	12
2.6 Kapasitor Bank.....	13
2.6.1 Kapasitor Untuk Regulasi Tegangan.....	14
2.6.2 Peningkatan Tegangan dengan Kapasitor.....	15
2.7 Logika <i>FUZZY</i> .....	16
2.7.1 Fuzzifikasi input.....	16
2.7.2 Operasi <i>Fuzzy Logic</i> .....	17
2.7.3 Implikasi.....	17
2.7.4 Defuzzifikasi Output.....	17
2.8 Algoritma Genetika.....	18
2.8.1 Skema Pengkodean.....	19
2.8.2 Nilai Fitness.....	19
2.8.3 Seleksi Orang Tua.....	20
2.8.4 Pindah Silang.....	20
2.8.5 Mutasi.....	21
2.8.6 Elitisme.....	21
2.8.7 Penggantian Populasi.....	22

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1 Penggunaan Metode.....	23
3.2 Logika <i>Fuzzy</i> pada MATLAB.....	23
3.2.1 Fuzzifikasi input.....	23

3.2.2 Rule Evaluation .....	24
3.2.3 Defuzifikasi Output .....	26
3.3 Algoritma Genetika pada Etap.....	27
3.4. Algoritma Analisa Penempatan Kapasitor dengan Program MATLAB dan ETAP.....	28

## **BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL**

4.1 Analisa Pemasangan Kapasitor pada Sistem IEEE 14-bus.....	32
4.1.1 Data pembangkitan sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	33
4.1.2 Data saluran sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	33
4.1.3 Data Pembebanan dan Tipe Bus pada sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	34
4.2 Hasil Analisa Pemasangan Kapasitor pada Sistem IEEE 14-bus .....	35
4.3 Analisa Pemasangan Kapasitor pada PT.Dupont Indonesia.....	38
4.3.1 Data pembangkitan sistem pada PT.Dupont Indonesia.....	38
4.3.2 Data saluran pada PT.Dupont Indonesia .....	38
4.3.3 Data pembebanan sistem pada PT.Dupont Indonesia.....	39
4.4 Analisa Aliran Daya pada PT.Dupont Indonesia.....	40
4.5 Analisa Penentuan Tempat Pemasangan Kapasitor.....	42
4.6 Penentuan Kapasitas Kapasitor dengan Algoritma Genetika pada Etap .....	42
4.7 Analisa Pemasangan Kapasitor.....	44
4.7.1 Penentuan Batas Tegangan pada Bus .....	44
4.7.2 Menentukan Pemasangan kapasitor.....	44
4.8 Hasil Analisa Pemasangan Kapasitor pada PT.Dupont Indonesia .....	44

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan..... 47

5.2 Saran..... 47

**DAFTAR PUSTAKA .....xii**

## DAFTAR TABEL

### BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

Tabel 4.1 Data pembangkitan pada sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	33
Tabel 4.2 Data saluran pada sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	33
Tabel 4.3 Data beban dan tipe-tipe bus Sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	34
Tabel 4.4 Hasil dari analisa pengujian pada Sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	35
Tabel 4.5 Besar kapasitor yang dipasang pada sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	36
Tabel 4.6 Hasil dari pemasangan kapasitor pada Sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	37
Tabel 4.7 Data Pembangkitan PT. Dupont Indonesia.....	38
Tabel 4.8 Data Saluran PT.Dupont Indonesia.....	39
Tabel 4.9 Data Beban PT. Dupont Indonesia.....	39
Tabel 4.10 Pembagian tipe bus pada PT.Dupont Indonesia.....	40
Tabel 4.11 Profil Tegangan kondisi <i>base case</i> .....	41
Tabel 4.12 Data aliran daya kondisi <i>base case</i> .....	41
Tabel 4.13 Kapasitas kapasitor hasil perhitungan dengan Optimal Capacitor Placement (OCP) pada ETAP.....	43
Tabel 4.14 Perbandingan tegangan (pu) pada PT.Dupont Indonesia.....	44
Tabel 4.15 Perbandingan rugi-rugi saluran (%) pada PT.Dupont Indonesia.....	45

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II KAJIAN PUSTAKA

Gambar 2.1	Tipikal bus dari sistem tenaga .....	5
Gambar 2.2	Model saluran transmisi untuk perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada saluran.....	6
Gambar 2.3	Pemodelan saluran dan kabel.....	8
Gambar 2.4	Rangkaian ekuivalen model $\pi$ pada transformator perfasa.....	9
Gambar 2.5	Skematik pengendalian daya reaktif.....	10
Gambar 2.6	Rangkaian sederhana pembebanan generator.....	10
Gambar 2.7	Fuzzifikasi input .....	16
Gambar 2.8	Matrik penentuan tempat kapasitor.....	17
Gambar 2.9	<i>Fuzzifikasi capasitor suitability index (CSI)</i> .....	18
Gambar 2.10	Seleksi orang tua dengan metode <i>roulette-wheel</i> .....	20
Gambar 2.11	Contoh proses pindah silang.....	21
Gambar 2.12	Proses mutasi pada algoritma genetika.....	21

### BAB III PERANCANGAN SISTEM

Gambar 3.1	Diagram alir penentuan tempat dan kapasitas kapasitor.....	29
Gambar 3.2	Diagram alir logika fuzzy pada MATLAB.....	30
Gambar 3.3	Diagram alir algoritma genetika pada ETAP.....	31

### BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

Gambar 4.1	<i>Single line diagram</i> sistem <i>IEEE 14 bus</i> .....	32
Gambar 4.2	Penggunaan Logika-FUZZY pencarian tempat pemasangan kapasitor Sistem <i>IEEE 14-bus</i> .....	36

Gambar 4.3 <i>Single line diagram</i> PT.Dupont Indonesia.....	40
Gambar 4.4 Penggunaan Logika-FUZZY untuk pencarian tempat pemasangan kapasitor.....	42
Gambar 4.5 Penentuan kapasitas kapasitor dengan <i>Optimal Capasitor Placement</i> (OCP) pada ETAP .....	43

## DAFTAR GRAFIK

### BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

Grafik 4.1 Tegangan (pu) pada Sistem <i>IEEE 14-bus</i> saat penambahan kapasitor .....	37
Grafik 4.2 Rugi-rugi saluran (%) pada Sistem <i>IEEE 14-bus</i> saat penambahan kapasitor.....	38
Grafik 4.3 Perbandingan tegangan (pu) pada PT. Dupont Indonesia sebelum dan setelah pemasangan kapasitor.....	46
Grafik 4.4 Perbandingan Rugi-rugi saluran (%) pada PT. Dupont Indonesia sebelum dan setelah pemasangan kapasitor .....	46



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri merupakan salah satu sarana terpenting dalam pembangunan suatu daerah. Salah satu industri yang sangat penting dalam suatu daerah adalah industri yang bergerak dibidang pertanian. Dengan semakin berkembangnya teknologi dan permintaan produk dengan kualitas yang baik maka akan menambah besar nilai pembebanan yang digunakan. Pertumbuhan beban ini akan diikuti dengan peningkatan permintaan suplai daya reaktif akibat beban yang bersifat induktif meningkat. Jika suatu industri tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban maka semua beban reaktifnya dipikul pada satu pusat pembangkitan sehingga akan mengalir arus reaktif pada saluran yang mengakibatkan kualitas daya menurun, tegangan jatuh dan rugi-rugi daya besar. Salah satu cara untuk memperbaiki kualitas daya adalah dengan menempatkan kapasitor yang optimal di lokasi yang strategis [1].

Untuk mendapatkan nilai tegangan yang diijinkan yaitu berkisar antara 0,95 sampai 1,05 dalam satuan PU dari tegangan nominalnya [2]. Untuk penempatan optimal dan besar kapasitas kapasitor perlu melakukan perhitungan yang tidak mudah dilakukan, perhitungan ini memerlukan metode-metode yang mutakhir.

Pada penelitian terdahulu, banyak metode yang dikembangkan dalam penyelesaian permasalahan optimasi penempatan kapasitor antara lain menggunakan logika fuzzy, algoritma genetika, jaringan syaraf tiruan, dan kombinasi antara fuzzy-algoritma genetika [1][3]. Pada masing-masing metode memiliki keuntungan dan kekurangan sehingga belum tentu metode satu lebih baik dari metode yang lainnya. Bahkan dalam satu metode terdapat berbagai cara penyelesaian yang berbeda tergantung dari parameter-parameter yang digunakan untuk menyelesaikan [3]. Dari beberapa metode yang ada untuk mencari tempat paling optimal dan besar kapasitas kapasitor maka perpaduan antara metode fuzzy-algoritma genetika dianggap lebih efisien. Dengan menggunakan perpaduan dua metode akan membuat penempatan dan kapasitas kapasitor lebih optimal [3].

## 1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana menentukan penempatan kapasitor bank yang efisien dengan menggunakan logika *fuzzy*.
- Bagaimana menentukan besar kapasitor bank yang digunakan algoritma genetika pada *software ETAP Power Station* yang berguna untuk memperbaiki performa sistem.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, maka tujuan penulisan skripsi ini adalah:

- a) Untuk mendapatkan penempatan optimal kapasitor bank dengan menggunakan logika *fuzzy*.
- b) Untuk mendapatkan kapasitas kapasitor yang berfungsi menaikan profil tegangan dan menurunkan rugi-rugi saluran dengan *tool optimal capacitor placement (OCP)* pada *software ETAP Power Station*.

## 1.4 Batasan Masalah

Supaya tidak terjadi penyimpangan antara maksud dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pada skripsi ini hanya membahas tentang pemasangan kapasitor bank yang berfungsi untuk memperbaiki profil tegangan dan mengurangi rugi-rugi saluran yang berada pada PT. Dupont Indonesia.
2. Pada skripsi ini hanya menggunakan metode *fuzzy* dengan menggunakan program *m.file* pada MATLAB dan algoritma genetika menggunakan *optimal capacitor placement (OCP)* pada ETAP.

3. Pada skripsi tidak membahas tentang nilai ekonomis pemasangan kapasitor.

## **1.5 Sistematikan Penulisan**

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas, maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini.

### **BAB II : KAJIAN PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dalam simulasi dan analisa skripsi ini.

### **BAB III : METODELOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan dan pembuatan skripsi yang meliputi pengolahan data dan mensimulasikan sesuai dengan metode yang digunakan.

### **BAB IV : HASIL DAN ANALISA HASIL**

Dalam bab ini merupakan bab yang akan memaparkan simulasi dan menganalisa hasil simulasi.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam Bab ini berisi kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan skripsi ini serta saran-saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Analisa Aliran Daya (*Load Flow*) <sup>[10]</sup>

Aliran daya atau disebut *load flow* merupakan studi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya atau tegangan sistem dalam kondisi operasi tunak (*steady state*). Studi aliran daya juga memberikan informasi guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga dan menganalisis kondisi pembangkit maupun pembebanan. Didalam menganalisis juga memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat (*critical*).

Studi aliran daya merupakan studi yang paling penting dalam perencanaan dan desain perluasan sistem tenaga listrik serta menentukan operasi terbaik pada jaringan yang sudah ada. Studi aliran daya sangat diperlukan dalam perencanaan serta pengembangan sistem dimasa yang akan datang. Karena seiring dengan bertambahnya konsumen akan kebutuhan tenaga listrik, maka akan selalu terjadi perubahan beban, perubahan unit-unit pembangkit, dan perubahan saluran transmisi. Didalam studi aliran daya, bus-bus terbagi menjadi 3 bagian, yaitu *Slack bus* atau *swing bus* atau bus referensi, *Voltage controller bus* atau bus generator (PV), dan *Load bus* atau bus beban (PQ), yang mana dapat didefinisikan sebagai berikut :

- ***Slack bus* (Bus referensi)**

Pada bus ini, rating tegangan  $|v|$  dan sudut fasa tegangan  $\delta$  sudah ditentukan besarnya sementara daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) didapatkan dari perhitungan. Biasanya nilai  $|v|$  adalah 1 pu, sedangkan sudut fasa tegangan bernilai nol, karena fasor tegangan dari bus dipakai sebagai referensi.

- ***Voltage controller bus* (Bus generator)**

Pada bus ini hanya terdapat daya pembangkit dimana  $|v|$  diatur menggunakan regulator tegangan (AVR) dan P diatur dengan governor. Sehingga untuk bus ini P dan  $|v|$  diketahui. Sementara daya reaktif (Q) dan sudut fasa ( $\delta$ ) didapatkan dari hasil perhitungan.

- **Load bus (Bus beban)**

Pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk memenuhi kebutuhan beban yang mana daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) sudah diketahui, sementara nilai tegangan  $|v|$  dan sudut fasa ( $\delta$ ) berubah-ubah menurut kebutuhan beban. Oleh karena itu nilai tegangan  $|v|$  dan sudut fasa ( $\delta$ ) harus ditentukan berdasarkan hasil perhitungan.

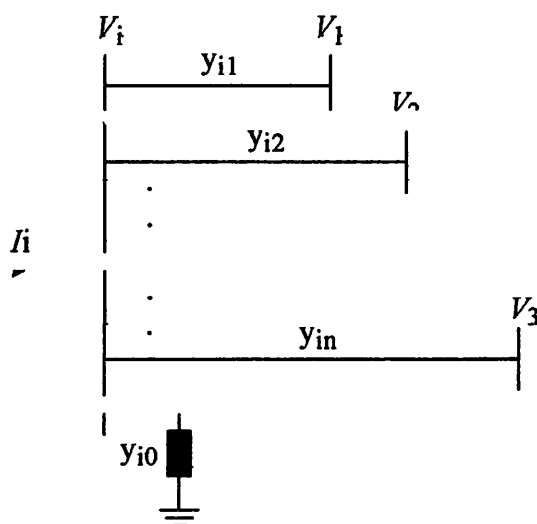
### 2.1.1 Persamaan Aliran Daya (*Load Flow*)

Persamaan aliran daya secara sederhana dapat dilihat pada gambar 2.1 Saluran tenaga dapat digambarkan dengan model  $\pi$  yang mana impedansi-impedansinya telah dirubah menjadi admitansi-admitansi per unit pada base / dasar MVA. Aplikasi hukum arus kirchhoff pada bus diberikan dalam :

Daya aktif dan daya reaktif pada bus  $i$  adalah :

$$P_i + jQ_i = V_i I_i^* \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dari rumusan diatas perhitungan aliran daya dalam sistem tenaga diselesaikan dengan teknik iterasi

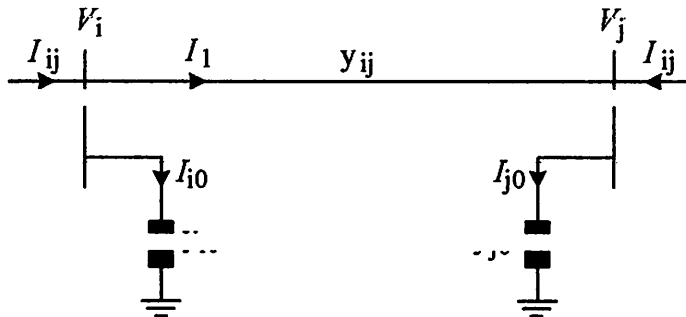


Gambar 2.1 Tipikal bus dari sistem tenaga <sup>[10]</sup>

**2.1.2 Aliran Daya dan Rugi-Rugi Daya Pada Saluran**

Pada perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada saluran dapat dilakukan dengan persamaan berikut :

$$I_{ij} = I_1 + I_{i0} = y_{ij}(V_i - V_j) + y_{i0}V_i \dots \dots \dots (2.2)$$



Gambar 2.2 Model saluran transmisi untuk perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada saluran [10]

Dari gambar diatas maka didapatkan persamaan berikut:

$$S_{ij} = V_i I_{ij}^* = V_i (V_i^* - V_j^*) y_{ij}^* + V_i V_i^* y_{i0}^* \dots \dots \dots (2.3)$$

$$S_{ji} = V_j I_{ji}^* = V_j (V_j^* - V_i^*) y_{ij}^* + V_j V_j^* y_{j0}^* \dots \dots \dots (2.4)$$

Rugi-rugi daya pada saluran  $i - j$  merupakan penjumlahan aljabar dari aliran daya dari persamaan diatas, yaitu :

$$S_{Lij} = S_{ij} + S_{ji} \dots \dots \dots (2.5)$$

**2.1.3 Aliran Daya dengan Metode Newton-Raphson**

Dalam metode Newton-Raphson jumlah iterasi yang digunakan untuk melakukan perhitungan ditentukan berdasarkan ukuran sistem. Yang mana dalam metode ini persamaan aliran daya dirumuskan dalam bentuk polar. Dari gambar sebelumnya daya yang memasuki bus  $i$  dapat dicari dengan persamaan yang dapat ditulis ulang menjadi :

$$Q_i = - \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin (\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \dots \dots \dots (2.6)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos (\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \dots \dots \dots (2.7)$$

Persamaan diatas merupakan langkah awal perhitungan aliran daya menggunakan metode *Newton-Raphson* dengan membentuk persamaan aljabar *nonlinier* dengan variabel sendiri. Besarnya setiap variabel dinyatakan dalam satuan per unit dan untuk sudut fasa dinyatakan dalam satuan radian. Persamaan (2.6) dan (2.7) dikembangkan dari deret Taylor seperti persamaan berikut ini:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_n^{(k)} \\ \Delta Q_n^{(k)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_n^{(k)} \\ \Delta |V_n^{(k)}| \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2.8)$$

Matriks Jacobian memberikan perbandingan antara perubahan tegangan pada sudut tegangan  $\Delta \delta^{(k)}$  dan besarnya tegangan  $\Delta |V^{(k)}|$  dengan perubahan daya aktif ( $\Delta P_i^{(k)}$ ) dan daya reaktif ( $\Delta Q_i^{(k)}$ ).

Secara umum persamaan daya pada setiap bus dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2.9)$$

## 2.2 Pemodelan Sistem Tenaga Listrik [5]

Dalam sistem tenaga listrik diperlukan perhitungan untuk mengetahui tegangan dan arus sangat pada setiap bagian yang ada pada sistem. Pada dasarnya setiap perhitungan pada sistem tenaga kita akan membutuhkan nilai dasar pada setiap komponen seperti generator, saluran transmisi, dan beban. Untuk mempermudah dalam perhitungan kita bisa merubah data-data riil menjadi bentuk-bentuk pemodelan.

### 2.2.1. Kabel dan Saluran

Untuk merubah model suatu transmisi atau kabel bisa menggunakan rangkaian  $\pi$  seperti disebutkan pada *Elektrische Energiesysteme*, 35-505. Untuk memodelkan suatu saluran atau kabel maka dibutuhkan parameter-parameter seperti berikut.

$R'$ = resistansi seri/km per phase ( $\Omega/\text{km}$ )

$X'$ = reaktansi seri/km per phase ( $\Omega/\text{km}$ )

Dan rangkaian paralel

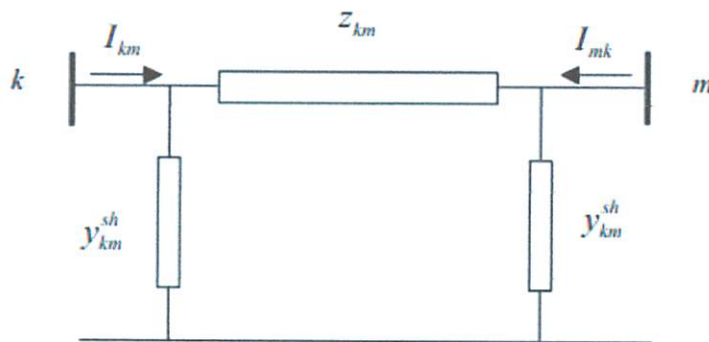
$B'$ = suseptansi paralel/km per phase (siemens/km)

$G'$ = konduktansi paralel/km per phase (siemens/km)

Dengan mendapatkan variabel-variabel diatas maka dapat dibuat persamaan:

$$Z_{km} = R_{km} + jX_{km} = \text{impedansi seri } (\Omega) \dots \dots \dots (2.10)$$

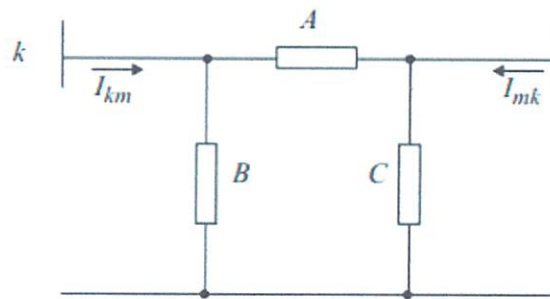
$$Y_{km}^{sh} = G_{km}^{sh} + jB_{km}^{sh} = \text{admitansi paralel } (\Omega) \dots \dots \dots (2.11)$$



Gambar 2.3 Pemodelan saluran dan kabel [5]

### 2.2.2. Transformator

Pada trafo daya, arus melalui reaktansi magnetisasi ( $X_m$ ) dan tugi inti besi ( $R_m$ ) jauh lebih kecil dibandingkan dengan arus beban, sehingga kata lain sirkuit eksitasi pada trafo daya dapat diabaikan, sehingga dimodelkan sebagai impedansi  $Z$ . Dalam suatu sistem tenaga seiring diinginkan tegangan berada dalam batas-batas tertentu. Untuk itu diperlukan suatu transformator dengan posisi tap dapat diubah autotransformator dan transformator dua belitan (*two winding transformer*). Agar pengaturan tegangan dapat lebih baik biasanya pengaturan posisi tap dilakukan disisi tegangan unggu.



Gambar 2.4 Rangkaian ekivalen model  $\pi$  pada transformator perfasa [5]

### 2.2.3. Pembebanan

Dalam sistem tenaga listrik pembebanan menjadi hal yang sangat penting. Pada sistem tegangan tinggi beban akan sangat berpengaruh pada kondisi tegangan pada seluruh sistem.

#### a. Beban Statis

Beban statis adalah model yang mempresentasikan daya aktif dan reaktif sebagai fungsi dari frekuensi tegangan dan pada bus . Respons beban statis terhadap perubahan tegangan dan frekuensi tercapai dengan cepat. Model beban statis biasanya digunakan untuk komponen seperti beban resistif dan beban penerangan, dan juga kadang-kadang digunakan untuk pendekatan terhadap komponen dinamis.

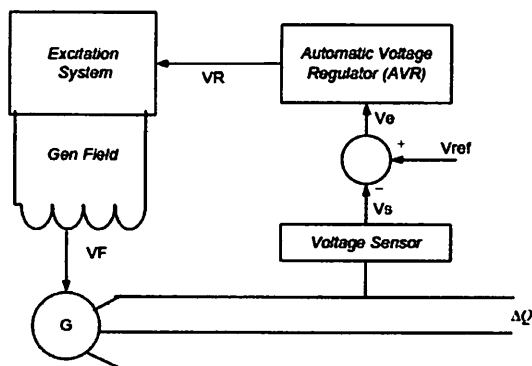
#### b. Beban Dinamis

Beban dinamis adalah beban yang merepresentasikan daya aktif dan reaktif mengikuti dinamika variabel sistem, sehingga kondisinya bisa berubah-ubah setiap saat. Beban ini biasanya diimplementasikan pada penggunaan perpaduan antara penggunaan beban bersifat induktif.

## 2.3 Hubungan Daya Reaktif dengan Tegangan [2]

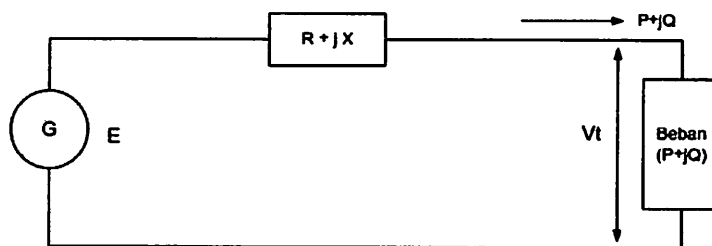
Peralatan kontrol untuk pembangkitan biasanya digunakan untuk mengatur suplai daya aktif dan reaktif. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa pengendalian daya reaktif berhubungan dengan pengendalian tegangan. Dengan mengambil bagian pengendalian reaktifnya yaitu dengan sistem eksitasi untuk

mengatur nilai daya reaktif yang dihasilkan oleh generator agar output daya reaktif yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Skematik pengendalian daya reaktif [2]

Sehingga hubungan daya reaktif dengan tegangan dapat dilihat pada persamaan gambar berikut :



Gambar 2.6 Rangkaian sederhana pembebanan generator [2]

Rangkaian diatas menunjukkan rangkaian sederhana pembebanan generator dengan tipe beban induktif. Berdasarkan rangkaian pada diatas didapatkan rumusan seperti berikut:

$$P = VI \cos \phi \text{ dan } Q = VI \sin \phi \dots\dots\dots (2.12)$$

- Dimana : E = Tegangan induksi (EMF) dalam volt
- V = Tegangan keluaran generator dibeban (volt)
- R = Resistansi saluran (Ohm)
- X = Reaktansi induktif saluran (Ohm)
- I = Arus beban (ampere)
- P = Daya aktif (watt)

$Q = \text{Daya Reaktif (Var)}$

Maka :

$$E^2 = \left( V + \frac{PR}{V} + \frac{QX}{V} \right)^2 + \left( \frac{QX}{V} + \frac{PR}{V} \right)^2 \dots\dots\dots (2.13)$$

Atau :

$$E - V = \frac{PR}{V} + \frac{QX}{V} \dots\dots\dots (2.14)$$

Jadi dapat juga ditulis bahwa

$$E - V = \Delta V \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan demikian maka terlihat bahwa hubungan daya reaktif beban dengan tegangan keluaran generator adalah :

$$E - V = \frac{PR}{V} + \frac{QX}{V}, \text{ bila } R = 0 \dots\dots\dots (2.16)$$

Maka

$$E - V = \frac{QX}{V} \dots\dots\dots (2.17)$$

Jadi berdasarkan persamaan diatas maka dapat dilihat bahwa perubahan tegangan keluaran tergantung daya reaktif beban. Tetapi dalam operasi sistem tegangan harus dijaga pada range  $0,95 < V_{pu} < 1,05$ . Dimana untuk memenuhi hal tersebut maka dibutuhkan pengendalian yang baik.

#### 2.4 Rugi-rugi Pada Sistem Tenaga <sup>[6]</sup>

Dalam proses transmisi tenaga listrik sering kali mengalami rugi-rugi pada sistem tenaga listrik yang cukup besar yang diakibatkan oleh rugi-rugi pada saluran dan juga rugi-rugi pada trafo yang digunakan. Kedua jenis rugi-rugi ini memberikan pengaruh yang besar terhadap kualitas daya serta tegangan yang dikirim kepada sisi beban (konsumen). Nilai tegangan yang melebihi batas toleransi dapat menyebabkan tidak optimalnya kerja dari peralatan disisi konsumen. Pada saluran tenaga listrik, pemilihan jenis penghantar yang

digunakan pada jaringan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Jenis penghantar dengan nilai resistansi yang kecil akan dapat memperkecil rugi-rugi tegangan dan rugi-rugi daya yang kecil pula. Besar rugi-rugi daya pada sistem distribusi dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$\text{Loss} = \sqrt{3} \times I^2 R \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana : Loss = rugi-rugi pada saluran (Watt)

R = resistansi saluran per fasa (Ohm)

I = arus yang mengalir per fasa (Ampere)

Nilai resistansi dari suatu penghantar merupakan penyebab utama rugi-rugi daya yang terjadi pada penyaluran tenaga listrik. Nilai resistansi dari penghantar dipengaruhi oleh beberapa parameter. Berikut adalah persamaan resistansi penghantar :

$$R = \frac{\rho l}{A} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana : R = resistansi saluran (Ohm)

$\rho$  = resistivitas bahan penghantar (Ohm-meter)

$l$  = Panjang penghantar

A = luas penampang ( $m^2$ )

Dengan demikian untuk mengurangi resistansi saluran pada jaringan adalah mengganti jenis bahan penghantar yang digunakan dengan bahan yang nilai resistivitasnya rendah serta memperbesar luas permukaan penghantar.

## 2.5 Jatuh Tegangan (*Voltage Drop*) [2]

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen

atau dalam besaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan tinggi masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti.

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh  $V$  pada penghantar semakin besar jika arus  $I$  didalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar  $R_l$  semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada dibawah tegangan nominal yang dibutuhkan. Atas dasar hal tersebut maka tegangan jatuh yang diijinkan adalah  $\pm 5\%$  dari tegangan nominalnya.

## 2.6 Kapasitor Bank <sup>[7]</sup>

Kapasitor Bank digunakan secara luas pada sistem tenaga untuk perbaikan faktor daya dan pengaturan tegangan. Pada sistem tenaga listrik, kapasitor bank berguna untuk mengkompensasi daya reaktif dan memastikan tegangan terjaga pada levelnya pada saat beban penuh.

Beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif, yang kemudian akan dapat menimbulkan jatuh tegangan disisi penerima. Dengan melakukan pemasangan kapasitor bank, beban akan mendapatkan suplai daya reaktif. Kompensasi yang dilakukan oleh bank kapasitor, akan dapat mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban. Dengan demikian jatuh tegangan yang terjadi dapat dikurangi.

Pengaturan tegangan dengan menggunakan bank kapasitor, selain dapat memperbaiki nilai tegangan juga dapat meningkatkan nilai faktor daya. Sebab dengan memasang bank kapasitor, akan dapat mengurangi penyerapan daya

reaktif oleh beban. Dengan berkurangnya nilai daya reaktif yang diserap oleh beban akan dapat meningkatkan nilai faktor daya.

Kapasitor bank dengan *switch* mekanik (MCS) dipasang pada bus utama pada area beban. Proses *switching* sering dilakukan secara otomatis dengan *relay* tegangan untuk melindungi ketika tegangan melebihi batasnya. Untuk stabilitas tegangan, kapasitor bank berguna untuk mendorong sumber daya terdekat beroperasi dengan faktor daya mendekati satu. Kapasitor bank memiliki keuntungan yaitu biayanya yang murah. Bank kapasitor dengan ukuran yang tepat dapat dihubungkan langsung dengan bus atau dengan bagian lilitan tersier transformator.

### 2.6.1 Kapasitor Untuk Regulasi Tegangan

*Voltage drop* merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar.

Dalam sistem penyaluran tenaga listrik herhagai upaya dilakukan untuk memperkecil nilai jatuh tegangan dan rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi. Hal tersebut mutlak dilakukan karena merugikan perusahaan penyedia tenaga listrik dan pelanggan/konsumen dari listrik itu sendiri. Beberapa langkah untuk mengatasi hal tersebut dengan Memasang voltage regulator, kapasitor seri maupun shunt pada feeder. Memasang voltage regulator, kapasitor seri maupun shunt

Peralatan pengatur tegangan dirancang untuk menjaga secara otomatis suatu nilai tegangan tertentu yang akan bervariasi terhadap perubahan beban yang ada. Pada saat beban bertambah peralatan pengatur tegangan akan memperbesar tegangan keluaran pada gardu induk untuk mengkompensasi bertambahnya jatuh tegangan. Pemasangan kapasitor akan membuat sumber daya reaktif yang dapat membangkitkan maupun menyerap daya reaktif diluar batas toleransi.

Pemasangan kapasitor secara paralel juga dapat digunakan untuk memperbaiki tegangan pada jaringan tenaga listrik dengan cara berusaha mengurangi susut tegangan dengan mengkompensasi komponen induktif yang terjadi pada jaringan tersebut. Susut tegangan akibat impedansi jaringan.

### 2.6.2 Peningkatan Tegangan dengan Kapasitor

Peningkatan tegangan dari penempatan kapasitor pada rangkaian induktif adalah sudut pandang dari kualitas daya. Jika tegangan rendah, maka kapasitor memberikan peningkatan tegangan untuk membawa tegangan kembali ke batas toleransi sistem tegangan. Namun, jika kapasitor yang kehilangan energi disaat beban dimatikan, tegangan bisa naik terlalu tinggi mengakibatkan *over voltage*. Peningkatan tegangan oleh pengguna dari instalasi kapasitor diasumsikan sebagai berikut :

$$\% \Delta V = \frac{kvar_{cap} \times Z_{tx} (\%)}{kVA_{tx}} \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana

$\% \Delta V$  = Peningkatan persen tegangan

$kvar_{cap}$  = Nilai Kapasitor Bank

$kVA_{tx}$  = Nilai trafo

$Z_{tx}$  = Impedansi trafo dalam persen

Rumus ini mengasumsikan bahwa trafo adalah sebagian dari total impedansi dari sistem tenaga sampai titik dimana kapasitor diterapkan. Seperti yang disebutkan, salah satu masalah kualitas daya yang muncul adalah bahwa tegangan naik terlalu tinggi ketika kapasitor tetap pada tingkat beban rendah. Salah satu gejala umum dari hal ini adalah beban yang besar dalam *supply transformer* dan, dalam beberapa kasus, trafo terlalu panas disebabkan oleh eksitasi yang berlebih pada inti trafo.

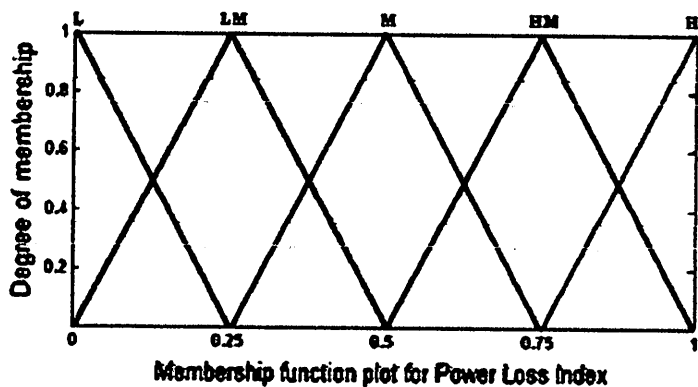
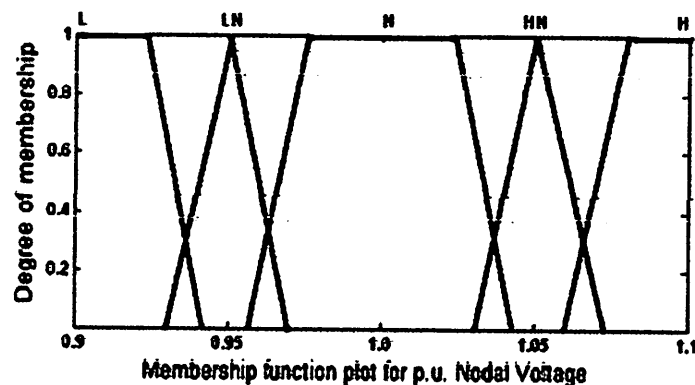
2.7 Logika FUZZY<sup>[8]</sup>

Secara umum logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi “berhitung” dengan variable kata-kata sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam logika *fuzzy* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia.

2.7.1 Fuzzifikasi input

*Fuzzy* mengambil masukan-masukan dan menentukan derajat keanggotaannya dalam sebuah *fuzzy* set menggunakan fungsi keanggotaan masing-masing *fuzzy* set. Nilai linguistik variable masukan akan dibuat berdasarkan derajat keanggotaannya.

$$PLI_{(n)} = \frac{(LR_{(n)} - LR_{(min)})}{(LR_{(max)} - LR_{(min)})} \dots \dots \dots (2.31)$$



Gambar 2.7 Fuzzifikasi input<sup>[8]</sup>

### 2.1.2 Operasi *Fuzzy Logic*

Operasi *Fuzzy logic* perlu dilakukan jika bagian *antecedent* lebih dari satu pernyataan. Hasil akhir dari operasi ini adalah derajat kebenaran *antecedent* yang berupa bilangan tunggal. Bilangan ini nantinya diteruskan ke bagian *consequent*. Operator yang dipakai untuk melakukan

AND		VOLTAGE				
		L	LN	N	HN	H
PLI	L	M	LM	L	L	L
	LM	M	LM	LM	L	L
	M	HM	M	LM	L	L
	HM	HM	HM	M	LM	L
	M	H	HM	M	LM	LM

Gambar 2.8 Matrik penentuan tempat kapasitor

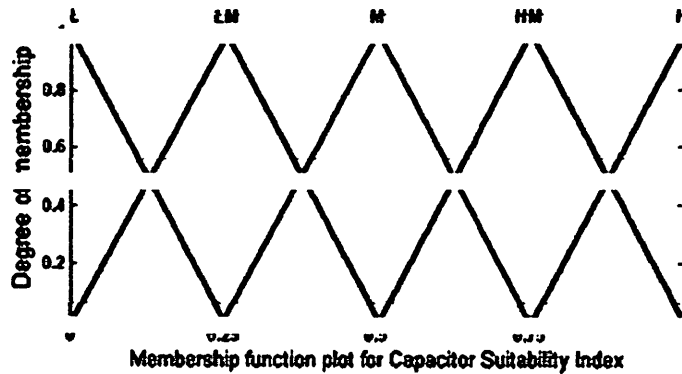
### 2.7.3 Implikasi

Implikasi adalah proses mendapatkan *consequent*/keluaran sebuah *IF-THEN* rule berdasarkan derajat kebenaran *antecedent*. Implikasi dilakukan pada setiap rule. Masukan dari proses implikasi adalah derajat kebenaran bagian *antecedent* dan *fuzzy set* keluaran yang dihasilkan dari *consequent*. Contoh:

**IF Pelayanan IS Memuaskan AND Makanan IS Enak  
THEN Bonus IS Banyak.**

### 2.7.4 Defuzzifikasi Output

(CSI) capacitor suitability index didapatkan dari *input* dua *variable* yang menghasilkan satu *output*. Pada CSI dibuat menjadi beberapa *variable* berdasarkan derajat keanggotaannya



Gambar 2.9 Fuzzifikasi kapasitor suitability index (CSI) [8]

### 2.9 Algoritma Genetik [9]

*Genetik Algorithm* (GA) merupakan metode adaptif yang diaplikasikan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Pada penelitian skripsi ini hanya difokuskan pada mencari solusi optimal saja. GA sangat berguna dan efisien untuk masalah dengan karakteristik sebagai berikut :

1. Ruang masalah sangat besar, kompleks dan sulit dipahami.
2. Tidak ada pengetahuan yang memadai untuk mempresentasikan masalah kedalam ruang pencarian yang lebih sempit.
3. Tidak tersedianya analisis matematika yang memadai.
4. Metode-metode konvensional sudah tidak mampu lagi untuk menyelesaikannya.

Dalam metode *genetic algorithm*, ada sekumpulan individu (populasi) untuk suatu permasalahan. dalam hal ini dapat diartikan sebagai aliran daya diurutkan dalam bentuk bilangan real yang menyusun gen-gen pembentuk kromosom.

Populasi dibentuk dari pembangkitan secara acak dan selanjutnya dipilih melalui prosedur operasi genetika yang terdiri dari seleksi, crossover, dan mutasi. Hasil dari mutasi dievaluasi menggunakan fungsi *fitness* untuk menentukan kromosom mana yang terpilih dilakukan proses perulangan sehingga mencapai nilai tertentu pada suatu kriteria berhenti yang telah ditetapkan sebelumnya (dapat berupa suatu nilai tertentu pada generasi tertentu).

### 2.8.1 Skema Pengkodean

Terdapat tiga skema yang paling umum digunakan dalam pengkodean GA, yaitu:

- *Real-number encoding*, pada skema ini gen berada dalam interval  $[0, R]$ , dimana  $R$  adalah bilangan real positif dan biasanya  $R = 1$ .
- *Discrete decimal encoding*, setiap gen bisa bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval  $[0, 9]$ .
- *Binary encoding*. Dalam setiap gen hanya bernilai 0 atau 1.

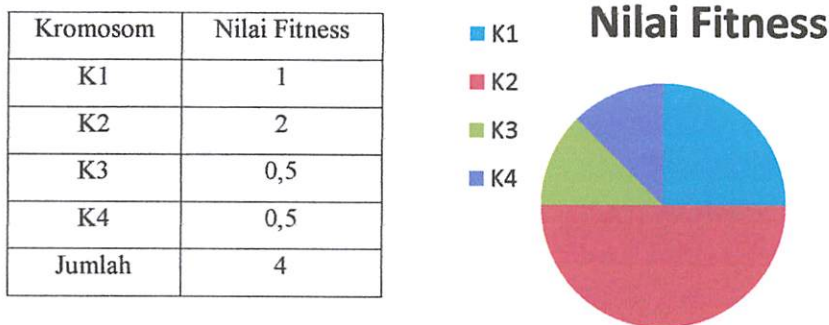
Untuk permasalahan yang membutuhkan ketelitian tinggi diperlukan jumlah gen yang lebih banyak pada skema pengkodean *binary*. Begitu juga dengan *discrete decimal encoding*. Tetapi jumlah gen yang terlalu banyak akan mempengaruhi keepatan proses dari algoritma genetika secara signifikan. Maka dari itu perlu dipertimbangkan jumlah gen yang sesuai. Beberapa aplikasi sederhana menggunakan *binary encoding* dengan sepuluh gen untuk satu variable. Dengan sepuluh gen, maka nilai maksimum yang bisa dikodekan adalah  $\frac{(2^{10}-1)}{(2^{10})} \approx 0,9990234375$ , yang berarti sudah cukup mendekati 1.

### 2.8.2 Nilai Fitness

Didalam evolusi alam, individu yang bernilai fitness tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai fitness rendah akan mati. Dalam masalah optimasi, jika solusi yang dicari adalah memaksimalkan sebuah fungsi  $h$  (dikenal dengan masalah maksimal), maka nilai fitness yang digunakan adalah nilai fungsi  $h$  tersebut, yakni  $f=h$  (dimana  $f$  adalah nilai fitness). Tetapi jika masalahnya adalah meminimalkan fungsi  $h$  (masalah minimasi), maka fungsi  $h$  tidak bisa digunakan secara langsung dikarenakan adanya aturan bahwa individu yang bernilai fitness tinggi akan mampu bertahan hidup pada generasi berikutnya.

### 2.8.3 Seleksi Orang Tua

Seleksi orang tua adalah Sebuah proses dimana dilakukan pemilihan dua buah kromosom sebagai orang tua, yang akan dipindah silangkan, biasanya dilakukan secara proposional sesuai dengan nilai fitnessnya. Suatu metiden yang umum digunakan adalah *roulette-wheel* (roda roulette). Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan *roulette-wheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda *roulette* secara proposional sesuai dengan nilai fitnessnya. Kromosom yang memiliki nilai *fitness* lebih besar menempati potongan lingkaran lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai *fitness* rendah.

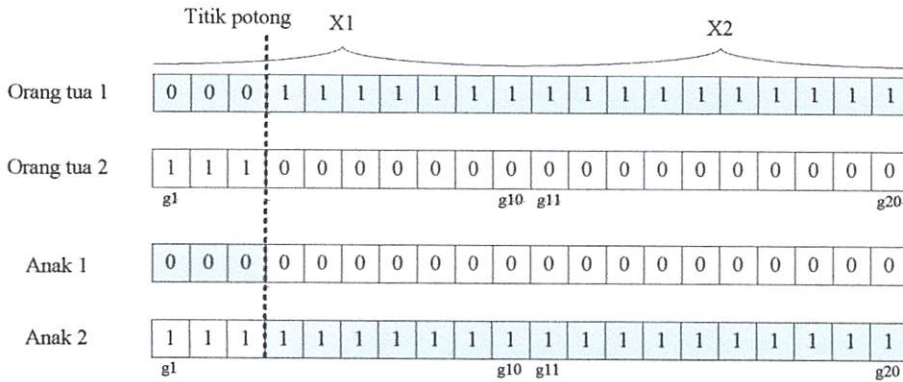


Gambar. 2.10 Seleksi orang tua dengan metode *roulette-wheel* <sup>[9]</sup>

Sebuah kromosom akan terpilih jika bilangan random yang dibangkitkan berada dalam interval nilai kumulatifnya. K1 menempati interval nilai kumulatif  $[0;0,25]$ , K2 berada dalam interval  $[0,25;0,75]$ , K3 dalam interval  $[0,75;0,875]$  dan K4 dalam interval  $[0,875;1]$ . Misalkan, jika bilangan random yang dibangkitkan adalah 0,6 maka kromosom K2 yang terpilih sebagai orang tua. Tetapi jika bilangan random adalah 0,99 maka kromosom K4 yang terpilih.

### 2.8.4 Pindah Silang

*Crossover* (pindah silang) adalah proses memindah-silangkan dua buah kromosom untuk mendapatkan solusi terbaik.

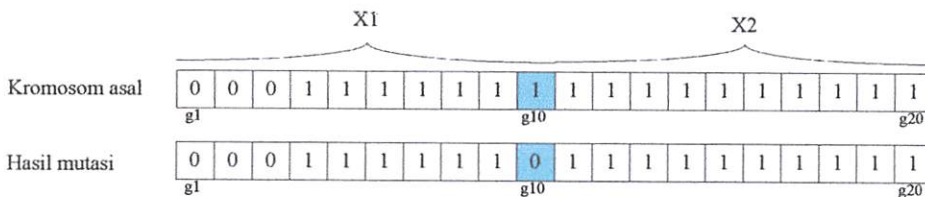


Gambar. 2.11 Contoh proses pindah silang [9]

Pindah silang bisa dilakukan dalam beberapa cara berbeda. Yang paling sederhana adalah pindah silang satu titik potong (*one-point crossover*). Suatu titik potong dipilih secara random, kemudian bagian pertama dari orang tua 1 digabungkan dengan bagian kedua dari orang tua 2.

### 2.8.5 Mutasi

Mutasi dilakukan pada semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi  $P_{mut}$  yang ditentukan maka gen tersebut dirubah menjadi nilai kebalikannya (dalam *binary encoding*, 0 dirubah menjadi 1, dan 1 menjadi 0).



Gambar. 2.12 Proses mutasi pada algoritma genetika [9]

### 2.8.6 Elitisme

Karena seleksi dilakukan secara random, maka tidak ada jaminan bahwa suatu individu bernilai *fitness* tertinggi akan selalu terpilih. Walaupun individu bernilai *fitness* tertinggi terpilih, mungkin saja individu tersebut akan rusak (nilai *fitness*-nya menurun) karena proses pindah silang. Untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tersebut tidak hilang selama

evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa kopinya. Maka proses ini disebut *elitisme*

### 2.8.7 Penggantian Populasi

Penggantian populasi (*generational replacement*) adalah sebuah proses yang dilakukan pada  $N$  individu dari suatu generasi digantikan sekaligus oleh individu  $N$  baru dari hasil pindah silang dan mutasi. Secara umum penggantian populasi dapat dirumuskan berdasarkan suatu ukuran yang disebut *generational gap*  $G$ . Ukuran ini menunjukkan presentase populasi yang digantikan dalam setiap generasi. Pada skema *generational replacement*,  $G=1$ .

Terdapat beberapa prosedur penghapusan individu, yaitu penghapusan individu yang bernilai *fitness* paling rendah atau penghapusan individu orang tua saja atau bisa juga berlaku pada semua individu dalam populasi.

## BAB III METODELOGI PENELITIAN

### 3.1 Penggunaan Metode

Dalam analisis perbaikan profil tegangan dan penurunan rugi-rugi daya ini menggunakan acuan standart IEEE. Pengujian dan penelitian ini dimulai dengan survey data yang mendukung untuk disimulasikan pada *software ETAP power Station*. Dengan data tersebut dapat disimulasikan ke dalam *software ETAP Power Station* untuk mengetahui profil tegangan dan rugi-rugi saluran yang ada pada sistem dalam kondisi *base case*. Perhitungan dilakukan dengan *Load Flow* pada *software ETAP Power Station* untuk mengetahui profil tegangan, daya aktif, daya reaktif dan rugi-rugi saluran pada sistem. Setelah mengetahui profil tegangan setiap bus pada sistem bilamana terjadi *undervoltage* digunakan logika *fuzzy* pada MATLAB untuk mendapatkan penempatan optimal kapasitor dan menggunakan algoritma genetika dengan *tool optimal capacitor placement* (OCP) pada etap untuk mendapatkan kapasitas kapasitor.

### 3.2 Logika Fuzzy pada MATLAB

Pada skripsi ini penggunaan logika *fuzzy* dilakukan dalam program MATLAB. Untuk mempermudah dalam perubahan kapasitas variable kita bisa membuat program sendiri menggunakan M-file.

#### 3.2.1. Fuzzifikasi Input

Dalam penggunaan logika *fuzzy* untuk menentukan penempatan optimal maka dilakukan fuzzifikasi input. Untuk mendapatkan fuzzifikasi tegangan dilakukan logika menggunakan *IF* dan *ELSE*.

```
if (VB1o1_2<0.94),
    RulVB1o1_2=VLOW;
else if (VB1o1_2>=0.92&&VB1o1_2<=0.98),
    RulVB1o1_2=VLOWMEDIUM;
else if (VB1o1_2>=0.96&&VB1o1_2<=1.04),
    RulVB1o1_2=VMEDIUM;
else if (VB1o1_2>=1.02&&VB1o1_2<=1.08),
    RulVB1o1_2=VHIGHMEDIUM;
else if (VB1o1_2>=1.06&&VB1o1_2<=1.1),
    RulVB1o1_2=VHIGH;
else
    disp('fuzzyfication VB1o1_2 error');end;
```

Selain menggunakan input tegangan digunakan juga input dalam bentuk *power loss index* (PLI) . Untuk mendapatkan PLI kita harus melakukan perhitungan nilai losses tiap bus dengan cara:

```
PrugBlo1_2a=((PINBlo1_2+POUTBlo1_2)/PINBlo1_2)*100;
PrugBlo1_2=abs(PrugBlo1_2a);
```

Dari perhitungan rugi-rugi setiap saluran maka dapat dilakukan perhitungan PLI yaitu:

```
PLIBlo1_2=(PrugBlo1_2-MinLos)/(MaxLos-MinLos);
```

Dengan mendapatkan nilai PLI maka dapat dilakukan fuzzifikasi untuk PLI dengan cara:

```
if (PLIBlo1_2<0.25),
    RulPLIBlo1_2=PLILOW;
else if (PLIBlo1_2>=0&&PLIBlo1_2<0.5),
    RulPLIBlo1_2=PLILOWMEDIUM;
else if (PLIBlo1_2>=0.25&&PLIBlo1_2<0.75),
    RulPLIBlo1_2=PLIMEDIUM;
else if (PLIBlo1_2>=0.5&&PLIBlo1_2<=1),
    RulPLIBlo1_2=PLIHIGHMEDIUM;
else if (PLIBlo1_2>0.75),
    RulPLIBlo1_2=PLIHIGH;
else
    disp('fuzzification PLIBlo1_2 error');
end;
```

### 3.2.2. Rule Evaluation

*Rule evaluation* dilakukan dengan memasukkan input dalam bentuk *fuzzy* dan output dalam bentuk *CSI capacitor suitability index* dengan logika berdasarkan matrik logika penempatan kapasitor.

```
if (RulVBlo1_2==VLOW&&RulPLIBlo1_2==PLILOW),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOWMEDIUM)]);
else if
(RulVBlo1_2==VLOW&&RulPLIBlo1_2==PLILOWMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzMEDIUM;
disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzMEDIUM)]);
else if
(RulVBlo1_2==VLOW&&RulPLIBlo1_2==PLIMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzHIGHMEDIUM;
disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=', num2str(defuzHIGHMEDIUM)]);
```

```

    else if
(RulVBlo1_2==VLOW&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGHMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzHIGHMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzHIGHMEDIUM) ]]);
    else if (RulVBlo1_2==VLOW&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGH),
    defuzBlo1_2=defuzHIGH;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =' ,num2str(defuzHIGH) ]]);%==
1

    else if(RulVBlo1_2==VLOWMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLILOW),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzLOWMEDIUM) ]]);
    else if
(RulVBlo1_2==VLOWMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLILOWMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzLOWMEDIUM) ]]);
    else if
(RulVBlo1_2==VLOWMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =' ,num2str(defuzMEDIUM) ]]);
    else if
(RulVBlo1_2==VLOWMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGHMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzHIGHMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzHIGHMEDIUM) ]]);
    else if
(RulVBlo1_2==VLOWMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGH),
    defuzBlo1_2=defuzHIGHMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzHIGHMEDIUM) ]]);%==2

    else if(RulVBlo1_2==VMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLILOW),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =' ,num2str(defuzLOW) ]]);
    else if
(RulVBlo1_2==VMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLILOWMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzLOWMEDIUM) ]]);
    else if
(RulVBlo1_2==VMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzLOWMEDIUM) ]]);
    else if
(RulVBlo1_2==VMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGHMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =' ,num2str(defuzMEDIUM) ]]);
    else if (RulVBlo1_2==VMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGH),
    defuzBlo1_2=defuzMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' ,num2str(defuzMEDIUM) ]]);%==3

else if(RulVBlo1_2==VHIGHMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLILOW),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;

```

```

    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOW)]);
    else if
(RulVBlo1_2==VHIGHMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLILOWMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOW)]);
    else if
(RulVBlo1_2==VHIGHMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOW)]);
    else if
(RulVBlo1_2==VHIGHMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGHMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' , num2str(defuzLOWMEDIUM)]);
    else if
(RulVBlo1_2==VHIGHMEDIUM&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGH),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' , num2str(defuzLOWMEDIUM)]); %==4

    else if(RulVBlo1_2==VHIGH&&RulPLIBlo1_2==PLILOW),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOW)]);
    else if
(RulVBlo1_2==VHIGH&&RulPLIBlo1_2==PLILOWMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOW)]);
    else if
(RulVBlo1_2==VHIGH&&RulPLIBlo1_2==PLIMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOW)]);
    else if
(RulVBlo1_2==VHIGH&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGHMEDIUM),
    defuzBlo1_2=defuzLOW;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2 =', num2str(defuzLOW)]);
    else if (RulVBlo1_2==VHIGH&&RulPLIBlo1_2==PLIHIGH),
    defuzBlo1_2=defuzLOWMEDIUM;
    disp(['CSI Bus BLOWER 1&2
=' , num2str(defuzLOWMEDIUM)]); %==5
    else
        disp('Rule evaluation CSI Bus BLOWER 1&2
error');
end;

```

### 3.2.3. Defuzifikasi Output

Defuzifikasi nilai *output* dilakukan untuk mendoatkan besar nilai CSI yang selanjutnya CSI tertinggi yang akan dijadikan sebagai bus kandidat dalam OCP.

```

defuzLOW=0;
defuzLOWMEDIUM=0.25;
defuzMEDIUM=0.5;
defuzHIGHMEDIUM=0.75;
defuzHIGH=1;

```

### 3.3 Algoritma Genetika pada Etap

Etap juga menggunakan algoritma genetika untuk menentukan kapasitas dan penempatan optimal kapasitor. Algoritma genetika adalah teknik optimasi berdasarkan teori seleksi alam. Mulai genetika algoritma dengan generasi solusi dengan keanekaragaman untuk mewakili karakteristik dari ruang pencarian secara keseluruhan. Dengan mutasi dan crossover, karakteristik yang baik dan yang dibawah untuk generasi berikutnya, solusi optimal dapat dicapai melalui generasi berulang.

Tujuan dari penempatan kapasitor yang optimal dapat dipresentasikan secara matematis sebagai berikut :

$$\min. F = \sum_{ii=1}^{N \text{ bus}} (I_{(ii)} \cdot KI + KB \cdot C_{ii} + KO \cdot X_{(ii)} T) + TP'_L KE_1 \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

Nbus = Jumlah kadidat bus

I = 0 atau 1, 0 artinya tidak ada kapasitor bank yang terpasang pada bus

KI = Biaya pemasangan kapasitor bank tiap bus

KB = Biaya pembelian bank kapasitor per kVar

C = Ukuran bank kapasitor dalam kVar

KO = Biaya operasi dalam pemeliharaan per bank, per tahun

X = Jumlah bank kapasitor

T = Waktu perencanaan (tahun)

KE = Biaya energi per kWh

P<sub>L</sub>' = Jumlah rugi daya aktif setelah dipasang kapasitor bank

Dengan meminimumkan fungsi tujuan seperti persamaan (3.1) maka akan didapatkan biaya minimum dalam penempatan kapasitor bank dengan kapasitas yang optimum sesuai waktu yang direncanakan. Syarat utama dalam penempatan kapasitas kapasitor bank yang optimal adalah memenuhi batas-batas tegangan dan rating generator yang telah ditentukan pada tiap bus, yaitu :

a. Tegangan ( $V_{pu}$ )

$$V_{\min} \leq V_{PU} \leq V_{\max}$$

b. Daya Aktif Generator

$$P_{gen_{min}} \leq P_{gen} \leq P_{gen_{max}}$$

c. Daya Reaktif Generator

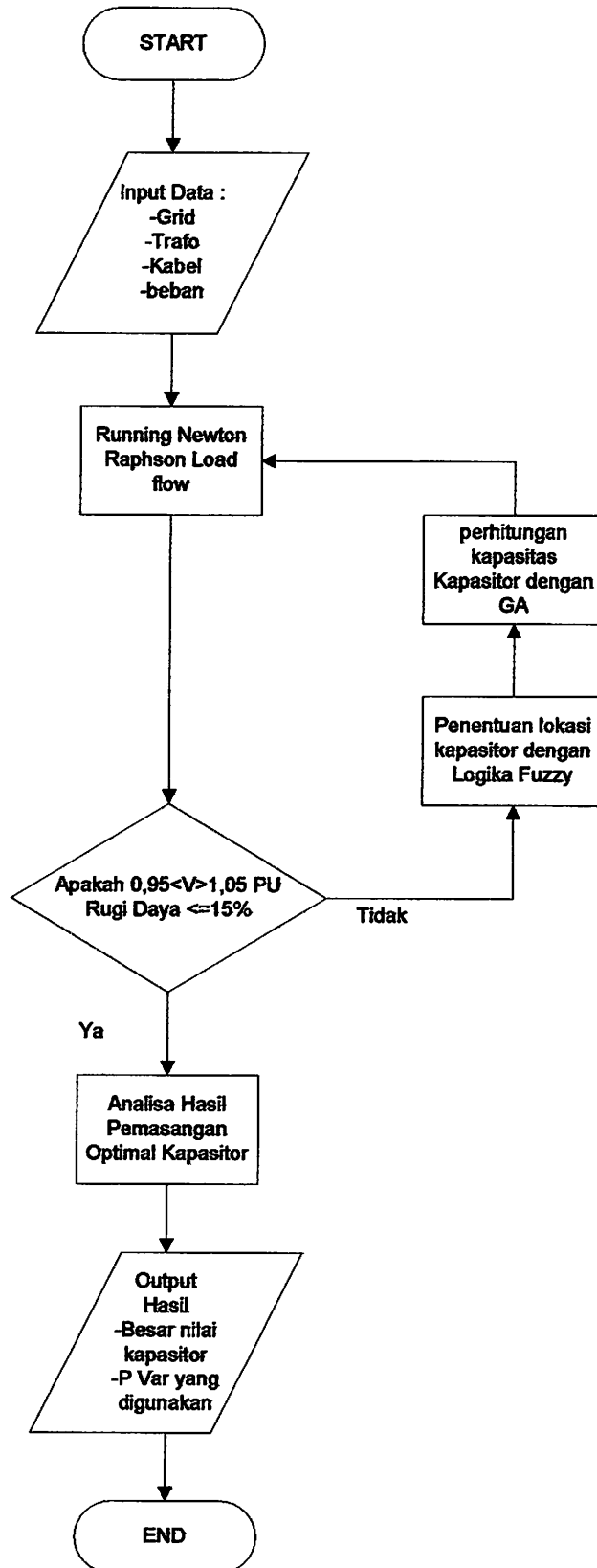
$$Q_{gen_{min}} \leq Q_{gen} \leq Q_{gen_{max}}$$

Penentuan batas daya dari generator diperlukan untuk menyesuaikan dengan generator yang digunakan pada sistem, sehingga dengan pemasangan kapasitor bank tidak akan mengganggu kinerja dari generator.

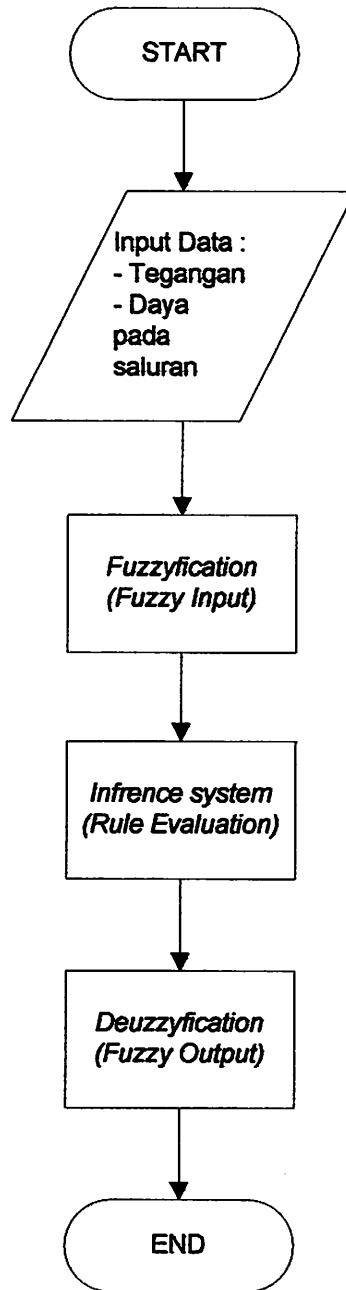
### 3.4 Algoritma Analisa Penempatan Kapasitor dengan Program MATLAB dan ETAP

1. Mulai.
2. Input data : Data generator, data saluran, data beban.
3. Menjalankan simulasi aliran daya (*Load Flow*) pada ETAP dengan menggunakan Metode Newton Raphson.
4. Mengecek apakah tegangan pada sistem telah pada batasan yang ditentukan yaitu  $0,95 \text{ pu} \leq V \leq 1,05 \text{ pu}$  dan rugi-rugi dalam batas  $\leq 15\%$ .
  - a. “Ya” : Cek hasil simulasi dan analisa data
  - b. “Tidak” : Melakukan proses logika *fuzzy* pada MATLAB untuk mendapatkan kapasitas penempatan kapasitor paling optimal.

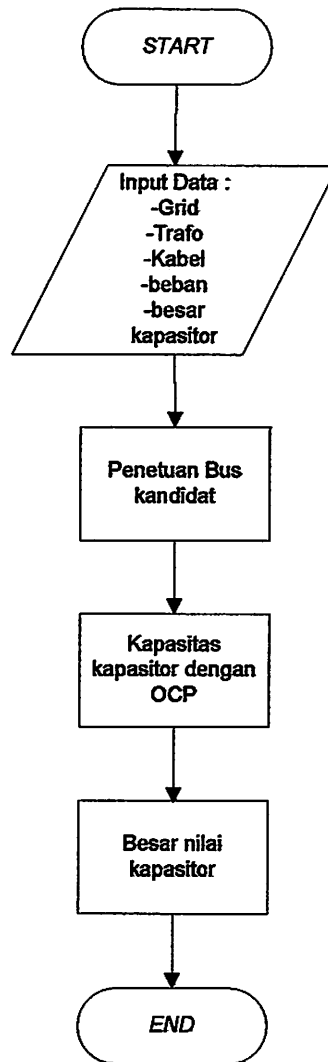
Untuk mendapatkan kondisi bus mana saja yang membutuhkan kapasitor.
5. (*OCP*) dilakukan dengan algoritma genetika pada program ETAP untuk mendapatkan kapasitas kapasitor.
6. Proses *Load Flow* untuk menganalisa keadaan sistem setelah dipasang kapasitor.
7. Setelah proses simulasi *Load Flow* selesai dan tegangan telah pada batasan yang ditentukan, kemudian cetak hasil simulasi dan analisa data.
8. Selesai.



Gambar 3.1 Diagram alir penentuan tempat dan kapasitas kapasitor



Gambar 3.2 Diagram alir logika *fuzzy* pada MATLAB



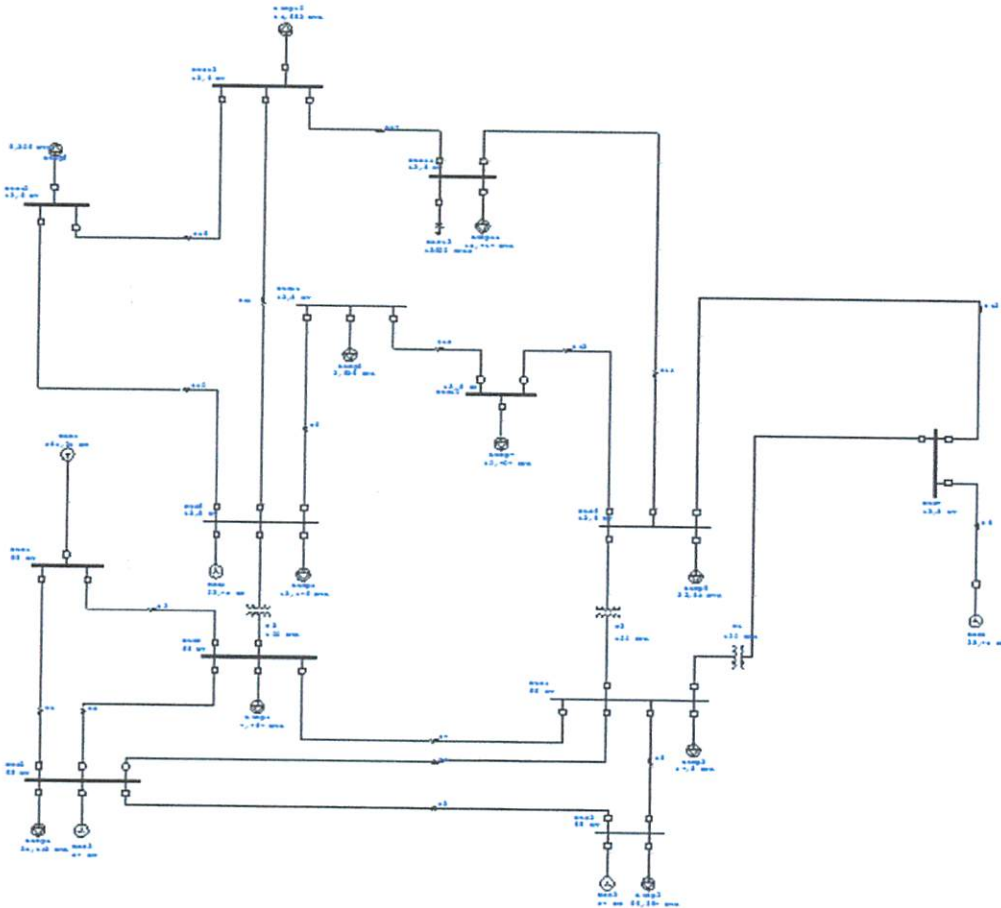
Gambar 3.3 Diagram alir algoritma genetika pada ETAP

## BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

### 4.1 Analisa Pemasangan Kapasitor pada Sistem *IEEE 14-bus*

*IEEE 14-bus* merupakan penelitian yang menggunakan *UWPF*low dan *PST* untuk mendapatkan nilai PV pada sistem, dan analisis *eigen value* untuk mempelajari kinerja pada sistem. Dalam sistem *IEEE 14-bus* kapasitor ditambahkan kedalam sistem sebagai kontrol menyuntikkan daya reaktif ke dalam sistem.

Tujuan pemasangan kapasitor ini sebagai pemeliharaan kestabilan sistem dalam kondisi *steady state* dengan menjaga nilai tegangan dalam batas-batas yang ditentukan dan mengurangi rugi-rugi yang ada pada sistem. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian sistem *IEEE 14-bus*.



Gambar 4.1 *Single line diagram* sistem *IEEE 14 bus*

#### 4.1.1 Data pembangkitan sistem *IEEE 14-bus*

Dalam pengujian sistem *IEEE 14-bus* digunakan data pembangkitan seperti berikut:

Tabel 4.1 Data pembangkitan pada sistem *IEEE 14-bus*

Generator Bus No	1	2	3	4	5
MVA	615	60	60	25	25
Xl (p.u.)	0.2396	0.00	0.00	0.134	0.134
Ra (p.u.)	0.00	0.0031	0.0031	0.0014	0.0014
Xd (p.u.)	0.8979	1.05	1.05	1.25	1.25
x'd (p.u.)	0.2995	0.1850	0.1850	0.232	0.232
x''d(p.u.)	0.23	0.13	0.13	0.12	0.12
T'do	7.4	6.1	6.1	4.75	4.75
T''do	0.03	0.04	0.04	0.06	0.06
xq(p.u.)	0.646	0.98	0.98	1.22	1.22
x'q(p.u.)	0.646	0.36	0.36	0.715	0.715
x''q(p.u.)	0.4	0.13	0.13	0.12	0.12
T'qo	0.00	0.3	0.3	1.5	1.5
T''qo	0.033	0.099	0.099	0.21	0.21
H	5.148	6.54	6.54	5.06	5.06
D	2	2	2	2	2

#### 4.1.2 Data saluran sistem *IEEE 14-bus*

Dalam pengujian sistem *IEEE 14-bus* digunakan data saluran seperti berikut:

Tabel 4.2 Data saluran pada sistem *IEEE 14-bus*

From Bus	To Bus	Resistance (p.u.)	Reactance (p.u.)	Line charging (p.u.)	tap ratio
1	2	0.01938	0.05917	0.0528	1
1	5	0.05403	0.22304	0.0492	1
2	3	0.04699	0.19797	0.0438	1
2	4	0.05811	0.17632	0.0374	1
2	5	0.05695	0.17388	0.034	1
3	4	0.06701	0.17103	0.0346	1
4	5	0.01335	0.04211	0.0128	1
4	7	0.00	0.20912	0.00	0.978
4	9	0.00	0.55618	0.00	0.969

5	6	0.00	0.25202	0.00	0.932
6	11	0.09498	0.1989	0.00	1
6	12	0.12291	0.25581	0.00	1
6	13	0.06615	0.13027	0.00	1
7	8	0.00	0.17615	0.00	1
7	9	0.00	0.11001	0.00	1
9	10	0.03181	0.08450	0.00	1
9	14	0.12711	0.27038	0.00	1
10	11	0.08205	0.19207	0.00	1
12	12	0.22092	0.19988	0.00	1
13	14	0.17093	0.34802	0.00	1

#### 4.1.3 Data Pembebanan dan Tipe Bus pada sistem *IEEE 14-bus*

Dalam pengujian sistem *IEEE 14-bus* data beban dan tipe-tipe bus yang digunakan adalah:

Tabel 4.3 Data beban dan tipe-tipe bus Sistem *IEEE 14-bus*

Bus no	P Generated (p.u.)	Q Generated (p.u.)	P Load (p.u.)	Q load (p.u.)	Bus Type*	Q Generated max.(p.u.)	Q Generated max.(p.u.)
1	2.32	0.00	0.00	0.00	2	10.0	10.0
2	0.4	-0.424	0.2170	0.2170	1	0.5	-0.4
3	0.00	0.00	0.9420	0.00	2	0.4	0.00
4	0.00	0.00	0.4780	0.00	3	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.0760	0.0160	3	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.1120	0.0750	2	0.24	-0.06
7	0.00	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.24	-0.06
9	0.00	0.00	0.2950	0.1660	3	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.0900	0.0580	3	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.0350	0.0180	3	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.0610	0.0160	3	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.1350	0.0580	3	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.1490	0.0500	3	0.00	0.00

#### 4.2 Hasil Analisa Pemasangan Kapasitor pada Sistem *IEEE 14-bus*

Setelah mendapatkan data-data seperti pembebanan, saluran dan pembangkitan maka dapat dilakukan analisa seperti berikut:

Tabel 4.4 Hasil dari analisa pengujian pada Sistem *IEEE 14-bus*

Bus	KONDISI	
	V (PU)	RUGI (%)
BUS1	1,0227	5,0953
BUS2	1	2,628
BUS3	0,9966	5,1753
BUS4	0,9794	2,6654
BUS5	0,9861	2,6528
BUS6	0,9871	2,5741
BUS7	0,9796	2,2298
BUS8	1	2,7037
BUS9	0,9677	2,2776
BUS10	0,9630	0,83457
BUS11	0,9710	1,7469
BUS12	0,9708	2,0790
BUS13	0,9652	2,7265
BUS14	0,9473	2,3705
<b>Nilai Rata-rata</b>	<b>0,981179</b>	<b>2,697105</b>

Dengan menggunakan data dari studi aliran daya maka dapat dilakukan analisa pencarian tempat optimal kapasitor dengan metode *fuzzy* pada program MATLAB.

```

MATLAB 7.10.0 (R2010a)
File Edit Debug Parallel Desktop Window Help
E:\DANGER\MY SKRIPSI\AFTER REVISI\14 bus\FUZZY
Shortcuts How to Add What's New
-----
BUS5      BUS6      BUS7      BUS8
2.6528    2.5741    2.2298    2.7037
-----
BUS9      BUS10     BUS11     BUS12
2.2776    0.83457   1.7469    2.079
-----
BUS13     BUS14
2.7265    2.3705
-----
HASIL PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY
Kondisi BUS Pada IEEE 14 BUS
-----
CSI BUS1 =0.25
CSI BUS2 =0
CSI BUS3 =0.25
CSI BUS4 =0.25
CSI BUS5 =0
CSI BUS6 =0
CSI BUS7 =0.25
CSI BUS8 =0
CSI BUS9 =0.25
CSI BUS10 =0.25
CSI BUS11 =0.25
CSI BUS12 =0.25
CSI BUS13 =0.25
CSI BUS14 =0.5
-----
Rata-Rata Rugi = 2.6971 %
-----
** Kondisi Bus Critical Atau Marginal Digunakan Untuk Bus Kandidat Pada OCP
Design By ERIK SEPRiono 1112018
fx >>
Start OVR

```

Gambar 4.2 Penggunaan Logika-*FUZZY* pencarian tempat pemasangan kapasitor Sistem *IEEE 14-bus*

Berdasarkan hasil dari penggunaan logika-*fuzzy* maka didapatkan Bus14 dengan nilai CSI paling besar adalah bus yang membutuhkan kapasitor.

Dalam perhitungan dengan *Optimal Capacitor Placement* (OCP) pada ETAP maka didapatkan kapasitas kapasitor yang akan dipasang pada sistem sebagai berikut:

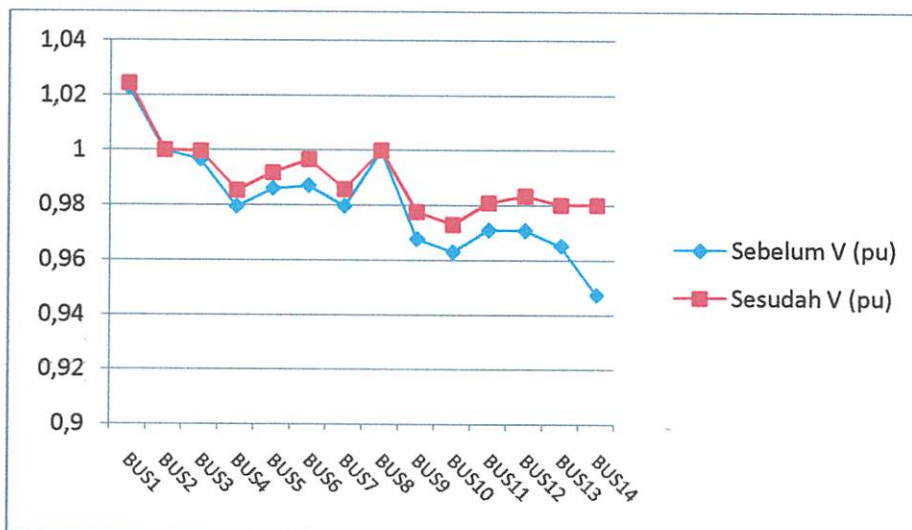
Tabel 4.5 Besar kapasitor yang dipasang pada sistem *IEEE 14-bus*

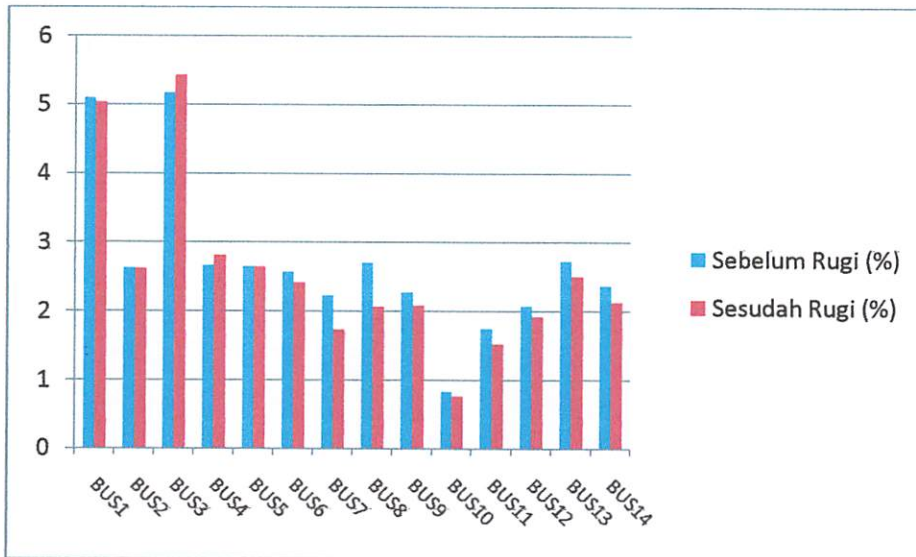
NAMA BUS	BESAR KAPASITOR
BUS14	23 X 600 Kvar

Setelah ditambahkan kapasitor maka akan menaikkan tegangan dan mengurangi rugi-rugi pada saluran pada sistem.

Tabel 4.6 Hasil dari pemasangan kapasitor pada Sistem *IEEE 14-bus*

Bus	KONDISI	
	V (PU)	RUGI (%)
BUS1	1,0244	5,0536
BUS2	1	2,6218
BUS3	0,9997	5,259
BUS4	0,9853	2,7822
BUS5	0,9918	2,6593
BUS6	0,9967	2,5209
BUS7	0,9857	1,8998
BUS8	1	2,282
BUS9	0,9775	2,3023
BUS10	0,9729	0,82438
BUS11	0,9809	1,7224
BUS12	0,9834	1,977
BUS13	0,9802	2,7212
BUS14	0,9802	2,6018
<b>Nilai Rata-rata</b>	<b>0,989907</b>	<b>2,547926</b>

Grafik 4.1 Tegangan (pu) pada Sistem *IEEE 14-bus* saat penambahan kapasitor



Grafik 4.2 Rugi-rugi saluran (%) pada Sistem *IEEE 14-bus* saat penambahan kapasitor

### 4.3 Analisa Pemasangan Kapasitor pada PT.Dupont Indonesia

Didalam melakukan studi analisa aliran daya kita harus mempunyai nilai-nilai parameter dari keadaan dilapangan antara lain berupa data-data tentang, pembangkitan (generator), saluran, dan beban.

#### 4.3.1 Data pembangkitan sistem pada PT.Dupont Indonesia

Dalam pengujian pada PT.Dupont Indonesia didapatkan data pembangkitan seperti berikut:

Tabel 4.7 Data Pembangkitan PT. Dupont Indonesia

PEMBANGKITAN	DAYA	
	MW	MVA
POWER GRID	-	125
GENSET	0,425	0,500

#### 4.3.2 Data saluran pada PT.Dupont Indonesia

Dalam pengujian pada PT.Dupont Indonesia didapatkan data saluran seperti berikut:

Tabel 4.8 Data Saluran PT.Dupont Indonesia

Dari	Ke	Sirkuit	Jarak (m)	Ukuran (mm <sup>2</sup> )	Jenis kabel
GRID	T1	3	30	95	N2XSY
LV-MDP	SWBD-PS	4	240	240	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-RC	2	120	300	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-SHL	2	180	150	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-WH1	1	90	25	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-MP	1	90	120	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-PR	1	72	25	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-SHOP	1	25	50	NYFGBY
LV-MDP	DB-CS	2	280	240	NYFGBY
LV-MDP	BLOWER 1&2	4	80	240	NYFGBY
LV-MDP	BLOWES 3&4	4	160	240	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-EMP	1	60	95	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-DRYER	1	80	95	NYFGBY
LV-MDP	SWBD-FILE ROOM	1	10	95	NYFGBY

#### 4.3.3 Data pembebanan sistem pada PT.Dupont Indonesia

Dalam pengujian sistem pada PT.Dupont Indonesia data beban dan tipe-tipe bus yang digunakan adalah:

Tabel 4.9 Data Beban PT. Dupont Indonesia

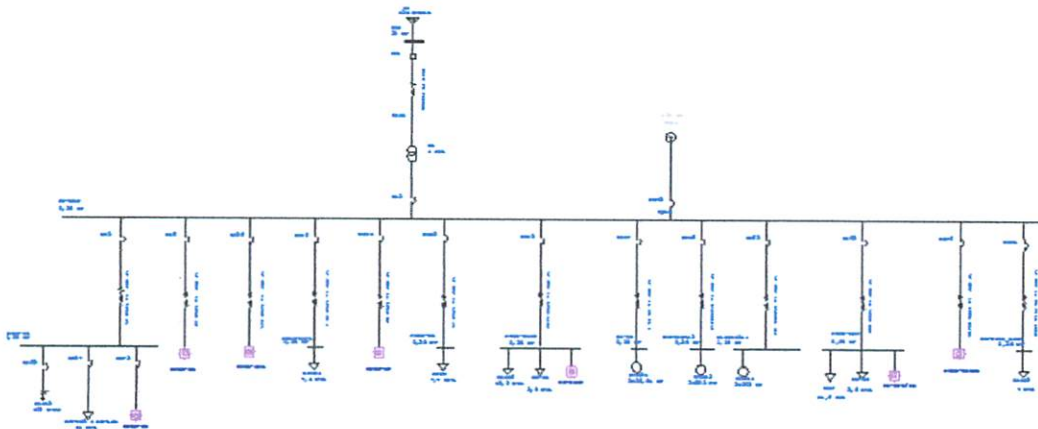
ID	LOAD	DAYA(KW)
SWBD-PS	DB-WH2	38,95
	SWBD-PS	701,9
SWBD-RC	SWBD-RC	200,4
SWBH-SHL	SWBH-SHL	216,13
SWBD-WH 1	SWBD-WH 1	7
SWBD-MP	SWBD-MP	88,2
SWBD-PR	SWBD-PR	7,7
SWBD-SHOP	SWBD-SHOP	13,3
	DB-CR	2,8
	DB-SHOP	44,1
DB-CS	DB-CS	57,6
BLOWER 1&2	BLOWER 1&2	528
BLOWER 3&4	BLOWER 3&4	528
SWBD-EMP	SWBD-EMP	11,9
	DB-GH	3,6
	DB-OFC/AC	70
SWBD-DRYER	SWBD-DRYER	94
DB-FILE ROOM	DB-FILE ROOM	7
<b>TOTAL</b>		<b>2620,58</b>

Tabel 4.10 Pembagian tipe bus pada PT.Dupont Indonesia

NAMA BUS	TIPE BUS
Bus BLOWER 1&2	BUS BEBAN
Bus BLOWER 3&4	BUS BEBAN
Bus SWBD-CS	BUS BEBAN
SWBD-FILE R	BUS BEBAN
LV-MDP	BUS GENERATOR
Bus SWBD-DRYER	BUS BEBAN
Bus SWBD-EMP	BUS BEBAN
Bus SWBD-MP	BUS BEBAN
Bus SWBD-PR	BUS BEBAN
Bus SWBD-PS	BUS BEBAN
Bus SWBD-RC	BUS BEBAN
Bus SWBD-SHOP	BUS BEBAN
Bus SWBD-WH 1	BUS BEBAN
SWBD-SHL	BUS BEBAN
PLN	SLACK BUS

#### 4.4 Analisa Aliran Daya pada PT.Dupont Indonesia

Berdasarkan data-data diatas maka dapat dilakukan analisa aliran daya dalam kondisi *base case* pada PT.Dupont Indonesia. Berikut ini merupakan single line diagram untuk analisa aliran daya pada PT.Dupont Indonesia pada *software ETAP Power Station*.



Gambar 4.3 Single line diagram PT.Dupont Indonesia

Dengan melakukan studi aliran daya pada *software ETAP Power Station* dengan kondisi *base case* maka didapatkan data-data berupa.

Tabel 4.11 Profil Tegangan kondisi *base case*

NAMA BUS	V (PU)
Bus BLOWER 1&2	0,9827
Bus BLOWER 3&4	0,974
Bus SWBD-CS	0,9846
SWBD-FILE R	0,9911
LV-MDP	0,9912
Bus SWBD-DRYER	0,9774
Bus SWBD-EMP	0,9818
Bus SWBD-MP	0,9768
Bus SWBD-PR	0,988
Bus SWBD-PS	0,9498
Bus SWBD-RC	0,9715
Bus SWBD-SHOP	0,9863
Bus SWBD-WH 1	0,9874
SWBD-SHL	0,9645
PLN	1

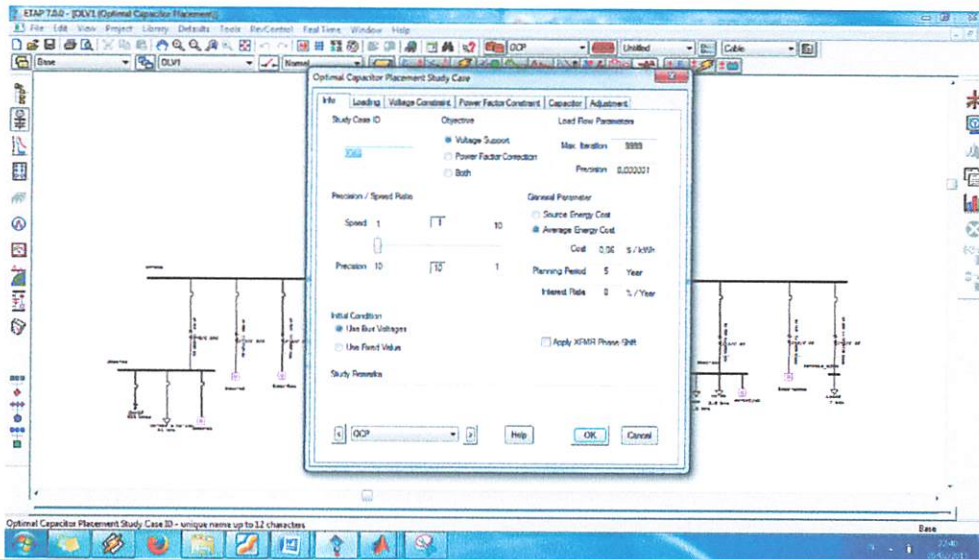
Pada kondisi *base case* terdapat bus yang mengalami jatuh tegangan di luar batas toleransi 0,95-1,05 pu yaitu pada Bus SWBD-PS dengan tegangan 94,98 pu. Berikut ini merupakan data aliran daya dalam kondisi *base case* :

Tabel 4.12 Data aliran daya kondisi *base case*

NAMA BUS	ALIRAN DARI-KE		ALIRAN KE-DARI	
	MW	MVAR	MW	MVAR
LV-MDP to BLOWER1&2	-0,485	-0,208	0,488	0,211
LV-MDP to BLOWER 3&4	-0,485	-0,208	0,492	0,214
GRID TO FEEDER	2,595	1,283	-2,595	-1,283
LV-MDP to DB CS 1	-0,051	-0,026	0,052	0,027
LV-MDP to DB-FILE ROOM	-0,007	-0,002	0,007	0,002
SWBD-EMP to DB-OFC	-0,069	-0,036	0,069	0,036
LV-MDP to SWBD-EMP	0,084	0,041	-0,083	-0,041
LV-MDP to SWBD-MP	0,102	0,057	-0,101	-0,056
LV-MDP to SWBD-PR	0,007	0,002	-0,007	-0,002
LV-MDP to SWBD-PS	0,759	0,380	-0,731	-0,357
LV-MDP to SWBD-RC	0,208	0,108	-0,204	-0,105
LV-MDP to SWBD-SHL	0,229	0,120	-0,223	-0,117
LV-MDP to SWBD-SHOP	0,060	0,028	-0,060	-0,028
LV-MDP to SWBD-WH-1	0,007	0,002	-0,007	-0,002
LV-MDP to SWBD-DRYER	0,091	0,049	-0,090	-0,048



Untuk mendapatkan kapasitas kapasitor kita harus memasukkan beberapa parameter seperti jumlah iterasi maksimal, tingkat presisi, kecepatan dalam menghitung, besar kapasitas kapasitor dan bus-bus kandidat yang ingin dihitung kapasitas kapasitornya. Dengan memberikan nilai Presisi 0,000001, kecepatan = 1:10, dan besar kapasitas 100 kVar maksimal bank 30 dengan bus kandidat pada Bus SWBD-PS.



Gambar 4.5 Penentuan kapasitas kapasitor dengan *Optimal Capacitor Placement* (OCP) pada ETAP

Dalam perhitungan dengan *Optimal Capacitor Placement* (OCP) pada ETAP maka didapatkan kpsitas kapasitor yang akan dipasang pada sistem sebagai berikut;

Tabel 4.13 Kapasitas kapasitor hasil perhitungan dengan *Optimal Capacitor Placement* (OCP) pada ETAP

Nama Bus	jumlah kapasitor
Bus SWBD-PS	4 X 100 Kvar

## 4.7 Analisa Pemasangan Kapasitor

### 4.7.1 Penentuan Batas Tegangan pada Bus

Berdasarkan Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) nomor 1 tahun 1995, tegangan pada tiap-tiap bus untuk kondisi normal ditentukan antara 0,95 pu sampai 1,05 pu. Untuk tegangan yang dibawah 0,95 pu dianggap sebagai bus dalam kondisi *under voltage* dan diatas 1,05 pu dianggap sebagai bus dalam kondisi *over voltage*.

### 4.7.2 Menentukan Pemasangan kapasitor

Didalam pemasangan kapasitor perlu diperhatikan beberapa hal yaitu terlebih dahulu dilakukan analisa aliran daya (*load flow*) untuk mengetahui apakah bus-bus itu memerlukan perbaikan tegangan. Setelah diketahui bus yang mengalami jatuh tegangan maka dapat dilakukan pemasangan kapsitor, dimana dalam perhitungan didapatkan beberapa tempat pemasangan kapasitor yaitu pada Bus SWBD-PS.

## 4.8 Hasil Analisa Pemasangan Kapasitor pada PT.Dupont Indonesia

Setelah melakukan analisa studi aliran daya, penentuan penempatan kapsitor dengan logika-*fuzzy* dan melakukan peritungan kapasitas kapasitor dengan algoritma genetika maka didapatkan sebuah studi aliran daya dengan penambahan kapasitor yang berguna memperbaiki performa sistem.

Tabel 4.14 Perbandingan tegangan (pu) pada PT.Dupont Indonesia

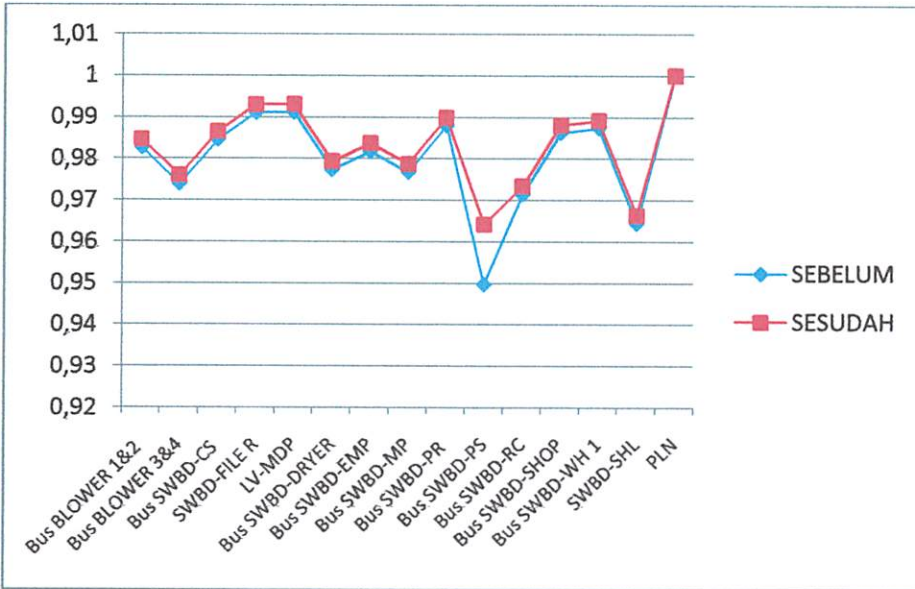
BUS	V (PU)	
	SEBELUM	SESUDAH
Bus BLOWER 1&2	0,9827	0,9846
Bus BLOWER 3&4	0,974	0,976
Bus SWBD-CS	0,9846	0,9865
SWBD-FILE R	0,9911	0,993
LV-MDP	0,9912	0,9931
Bus SWBD-DRYER	0,9774	0,9793
Bus SWBD-EMP	0,9818	0,9837
Bus SWBD-MP	0,9768	0,9787
Bus SWBD-PR	0,988	0,9899

Bus SWBD-PS	0,9498	0,9642
Bus SWBD-RC	0,9715	0,9734
Bus SWBD-SHOP	0,9863	0,9881
Bus SWBD-WH 1	0,9874	0,9892
SWBD-SHL	0,9645	0,9664
PLN	1	1
<b>Nilai rata-rata</b>	<b>0,9804733</b>	<b>0,9830733</b>

Tabel 4.15 Perbandingan rugi-rugi saluran (%) pada PT.Dupont Indonesia

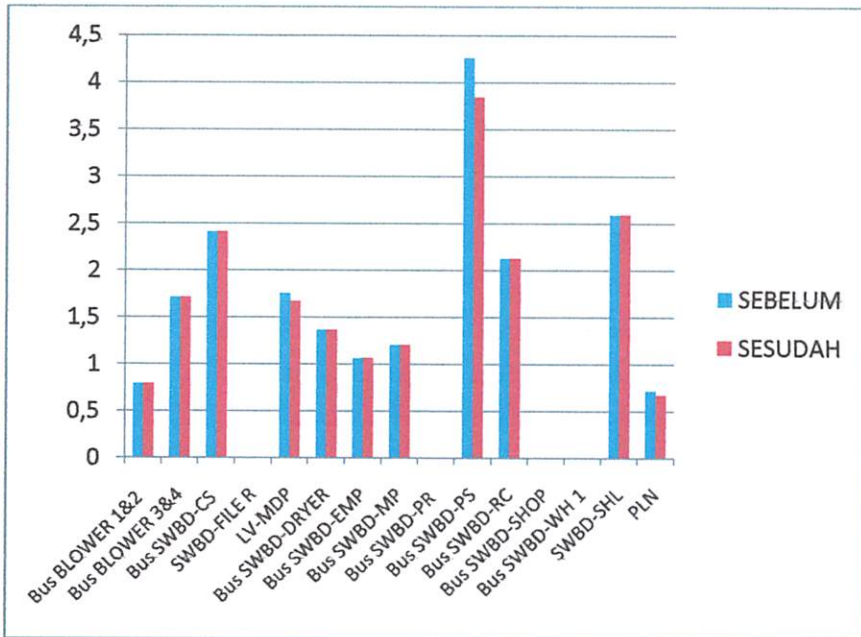
BUS	RUGI SALURAN (%)	
	SEBELUM	SESUDAH
Bus BLOWER 1&2	0,798	0,798
Bus BLOWER 3&4	1,7184	1,7184
Bus SWBD-CS	2,4137	2,4137
SWBD-FILE R	0	0
LV-MDP	1,7631	1,6753
Bus SWBD-DRYER	1,3683	1,3683
Bus SWBD-EMP	1,0698	1,0698
Bus SWBD-MP	1,2103	1,2103
Bus SWBD-PR	0	0
Bus SWBD-PS	4,269	3,845
Bus SWBD-RC	2,1334	2,1334
Bus SWBD-SHOP	0	0
Bus SWBD-WH 1	0	0
SWBD-SHL	2,5947	2,5947
PLN	0,72151	0,67816
<b>Nilai rata-rata</b>	<b>1,337347</b>	<b>1,300337</b>

Dengan menambahkan kapasitor pada sistem akan menaikkan tegangan, sehingga pada bus-bus yang mengalami tegangan jatuh akan mengalami peningkatan tegangan sehingga membuat sistem menjadi lebih baik.



Grafik 4.3 Perbandingan tegangan (pu) pada PT. Dupont Indonesia sebelum dan setelah pemasangan kapasitor

Rugi-rugi pada penyaluran juga akan menurun karena pemasangan kapasitor.



Grafik 4.4 Perbandingan Rugi-rugi saluran (%) pada PT. Dupont Indonesia sebelum dan setelah pemasangan kapasitor

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan analisis mengenai penempatan dan penentuan kapasitas optimal kapasitor pada PT. Dupont Indonesia dengan menggunakan *fuzzy*-algoritma genetika maka dapat dibuat kesimpulan berupa:

1. Dengan menggunakan logika *fuzzy*-algoritma genetika kapasitor dipasang pada lokasi optimal yaitu di Bus SWBD-PS.
2. Dengan menggunakan logika *fuzzy*-algoritma genetika didapatkan kapasitas kapasitor 4 X 100 Kvar. Maka terjadi peningkatan kualitas tegangan rata-rata dari 0,9804733 pu menjadi 0,9830733 pu, dan rugi-rugi saluran juga menurun dari 1,337347% menjadi 1,300337%.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan dari analisis data dan hasil, dapat dibuktikan bahwa, dengan menggunakan logika *fuzzy*-algoritma genetika penempatan kapasitor yang optimal akan meningkatkan performa sistem yaitu menaikkan profil tegangan dan mengurangi rugi-rugi saluran, maka dari itu pada PT. Dupont Indonesia perlu pemasangan kapasitor yang lebih optimal pada Bus SWBD-PS sebesar 4 X 100 untuk membuat performa sistem menjadi lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamajibuwono Hadha , Sukmadi Tedjo, Handoko Susatyo. 2011. *Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma Genetika Pada Sistem Distribusi Untuk Memperbaiki Faktor Daya Dan Tegangan*. Universitas Diponegoro
- [2] SPLN.1995. "Tegangan-Tegangan Standart". No.1, Agustus.
- [3] Prasad P.V, Sivanagaraju.S, Srenivasulu.N, 2007. *A Fuzzy-Genetic Algorithm For Optimal Capacitor Placement In Radial Distributor System*. Prodduturu, Vaagdevi institut of teknologi and science Prodduturu, india.
- [4] Marsudi Djiteng Ir, juni 1992 "*Operasi sistem tenaga elektrik*" diterbitkan oleh balai penerbit dan humas ISTN, Jakarta.
- [5] Andersson Goran, 2008. "*Modelling and Analysis of Electric Power Systems*" EEH - Power Systems Laboratory. ETH Zurich.
- [6] Hadi Saadat, 2004, "*Power System Analysis*", Singapore, Mc.Graw Hill.
- [7] Asy' Ari Hasyim. "*Perbaikan tegangan untuk konsumen*" jurnal teknik elektro dan komputer emitor, vol 3,no2.
- [8] Reddy M Damodar, reddy V C V Veera. "*A two-stage methodology of optimal capacitor placement for the reconfigured network*". Departement of electrical & Electronical Engineering. S V University, Tirupati, India.
- [9] Suyanto, "*Algoritma Genetia Dalam MATLAB*" Penerbit Andi.
- [10] Cekmas Cekdin. 2007. "*Sistem Tenaga Listrik*", Penerbit Andi, Yogyakarta.

# LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : ERIK SEPRIONO
2. NIM : 1112018
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : **Analisis Penentuan Kapasitas dan Penempatan Optimal Kapasitor Bank Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya pada PT. Dupont Indonesia dengan Menggunakan Fuzzy-Algorithm Genetika**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Rabu  
Tanggal : 18 Februari 2015  
Dengan Nilai : **86,1 (A) \***

**Panitia Ujian Skripsi**

Ketua Majelis Penguji

(M. Ibrahim Ashari, ST. MT.)

NIP.P.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

(Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST. MT.)

NIP. P. 1030100361

**Anggota Penguji**

Penguji I

(Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.)

NIP. Y. 1018500108

Penguji II

(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.)

NIP. Y. 1018800189



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ERIK SEPRIONO  
NIM : 1112018  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 5 Maret 2015

Yang membuat pernyataan



Erik Sepriono  
NIM : 1112018



## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Rabu, 18 Februari 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : ERIK SEPRIONO  
NIM : 1112007  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : **Analisis Penentuan Kapasitas dan Penempatan Optimal Kapasitor Bank Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya pada PT. Dupont Indonesia dengan Menggunakan *Fuzzy*-Algoritma Genetika**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Dari hasil <i>load flow</i> bus yang jelek cuma 1 bus, kenapa pada <i>fuzzy</i> direkomendasikan banyak bus?	
2.	Di cek pada <i>fuzzy</i> kenapa berbeda dengan hasil <i>load flow</i> ?	

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
NIP. Y. 1018500108

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT.  
NIP. 19610531992021001

Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP. Y. 1038900209



## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

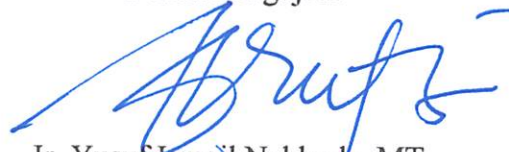
Hari/Tanggal : Rabu, 18 Februari 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : ERIK SEPRIONO  
NIM : 1112007  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : **Analisis Penentuan Kapasitas dan Penempatan Optimal Kapasitor Bank Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya pada PT. Dupont Indonesia dengan Menggunakan *Fuzzy*-Algoritma Genetika**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Dianalisa lagi penggunaan metode <i>fuzzy</i> supaya didapatkan hasil eksekusinya signifikan dengan <i>study case</i> .	<i>BY</i>
2.	Gambar yang diambil dari daftar pustaka harus diberi <i>indeks</i> sesuai urutan daftar pustaka.	<i>BY</i>

Dosen Penguji II

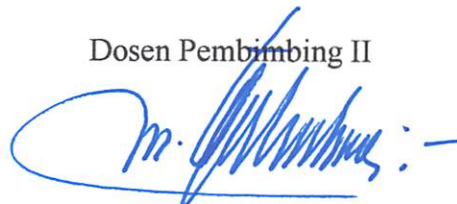
  
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.  
NIP. Y. 1018800189

Dosen Pembimbing I



Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT.  
NIP. 19610531992021001

Dosen Pembimbing II



Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP. Y. 1038900209



## MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Erik Sepriono  
NIM : 1112018  
Nama Pembimbing : Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT  
Judul Skripsi : Analisis Penentuan Kapasitas Dan Penempatan Optimal Kapasitor Bank Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya Pada PT. Dupont Indonesia Dengan Menggunakan Fuzzy - Algoritma Genetika

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	29 Oktober 2014		Analisis data <i>load flow</i> .	
2	20 Oktober 2014		Cari alternatif <i>load flow</i> yang <i>compatible</i> dengan <i>tool</i> optimasi.	
3	4 November 2014		Buat presentasi seminar progres.	
4	12 November 2014		Coba gunakan standar uji sistem untuk menguji <i>fuzzy</i> dan algoritma genetika yang di buat.	
5	6 Januari 2015		Performance sistem profile dan rugi-rugi daya sistem. Coba untuk semua bus kandidat pada standar dan real sistem.	
6	20 Januari 2015		Perbaiki tata tulis.	
7	26 Januari 2015		Perbaiki makalah seminar hasil.	
8	2 Februari 2015		Hasil <i>fuzzy</i> sesuaikan dengan jurnal, apabila ada acc seminar hasil.	
9	4 Februari 2015		Perbaiki tata tulis	

Malang, 4 Maret 2015

Pembimbing

Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT  
NIP. 196105031992021001



## MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Erik Sepriyono  
NIM : 1112018  
Nama Pembimbing : Ir. Teguh Herbasuki, MT  
Judul Skripsi : Analisis Penentuan Kapasitas Dan Penempatan Optimal Kapasitor Bank Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya Pada PT. Dupont Indonesia Dengan Menggunakan Fuzzy - Algoritma Genetika

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	30 Oktober 2014		Bimbingan laporan skripsi Bab 1 dan Bab 2	
2	6 November 2014		Konsultasi pengambilan data untuk analisa <i>load flow</i> pada PT.Dupont Indonesia	
3	20 november 2014		Bimbingan hasil <i>load flow</i> PT.Dupont Indonesia	
4	5 Desember 2015		Bimbingan hasil <i>load flow</i> sistem standart sistem <i>IEEE 14-bus</i>	
5	6 Januari 2015		Bimbingan makalah seminar progres	
6	14 Januari 2015		Penentuan penempatan dan kapasitas kapasitor pada PT.Dupont Indonesia dan sistem <i>IEEE 14-bus</i>	
7	21 Januari 2015		Bimbingan hasil <i>load flow</i> sesudah pemasangan pada PT.Dupont Indonesia dan sistem <i>IEEE 14-bus</i>	
8	4 Februari 2015		Bimbingan laporan skripsi Bab 3, Bab 4 dan Bab 5	
9	12 februari 2015		Bimbingan Abstrak dan ACC laporan skripsi	

Malang, 4 Maret 2015

Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP. Y. 1038900209





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-250/EL-FTI/2014 13 Oktober 2014  
Lampiran : -  
Perihal : **Survey Pengambilan Data Skripsi**

Kepada : Yth. Kepala Engineering PT DUPONT Indonesia  
di - Malang

Dengan hormat,


Bersama ini kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami dari Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dapat diijinkan untuk melakukan survey dalam rangka pengambilan data skripsi, pada bulan Oktober 2014.

Mahasiswa tersebut adalah:

No	Nama	NIM
1.	Erik Sepriono	1112018

Demikian atas perhatian dan kebijaksanaannya kami ucapkan terima kasih.

Ketua  
Program Studi Teknik Elektro S-1

  
**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-241/EL-FTI/2014

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **ERIK SEPRIONO**  
Nim : **1112018**  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
◦ Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

**" Semester Ganjil Tahun Akademik 2014-2015 "**

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-241/EL-FTI/2014

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **ERIK SEPRIONO**  
Nim : **1112018**  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

**" Semester Ganjil Tahun Akademik 2014-2015 "**

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**

NIP.P. 1030100358



## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : ERIK SEPRIANO  
 N I M : 11121218  
 Semester : VI  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro S-I  
 Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK  
TEKNIK ELEKTRONIKA  
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA  
TEKNIK KOMPUTER  
TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
 Alamat : Jl. Sekeloa no. 37 Jenggala Kediri Malang

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan erima kasih.

telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas  
 Recording Teknik Elektro S-I

Malang, SEPTEMBER 2014  
 Pemohon

(.....)

(.....)

Disetujui  
 Ketua Prodi Teknik Elektro S-I

Mengetahui  
 Dosen Wali

M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
 NIP. P. 1030100358

(.....)

atatan:

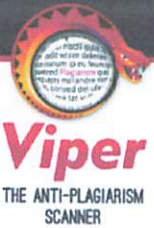
agi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat  
 rsetujuan dari Ketua Prodi T. elektro S-I

1. IP 4.775 / 3.62
2. 13.2
3. ....

Viper (4.1.90.1039)

File Actions Reports Options Help

## THE ANTI-PLAGIARISM SCANNER THAT'S ACCURATE, EASY AND FREE!



**Viper**  
THE ANTI-PLAGIARISM SCANNER

Files to Scan

Filename	Category	Word Count (Approximate)	Unique Words	Queries	Plagiarism (%)	Scan Time	Status	Progress	Print	Delete
jurnal publi	Engineering	4595	1082	339	4	00:26:37	Finished	100%		

Scanning in progress: 1 / 1

Found Documents

Location	Title	Words Matched	Match (%)	Unique Words Matched	Unique Match (%)
<a href="https://ml.scribd.com/doc/202988730/algoritma-Genetika">https://ml.scribd.com/doc/202988730/algoritma-Genetika</a>	algoritma Genetika - Scribd - Read Unlimited Books	34	1	34	1
<a href="https://ml.scribd.com/doc/182853469/Perbaikan-faktor-daya-pdf">https://ml.scribd.com/doc/182853469/Perbaikan-faktor-daya-pdf</a>	Perbaikan faktor daya.pdf - Scribd - Read Unlimited Books	65	1	65	1
<a href="https://ml.scribd.com/doc/172445663/BAB-2-Ngedit">https://ml.scribd.com/doc/172445663/BAB-2-Ngedit</a>	BAB 2 Ngedit	53	1	40	1
<a href="https://ml.scribd.com/doc/92589065/Regulasi-tegangan">https://ml.scribd.com/doc/92589065/Regulasi-tegangan</a>	Regulasi tegangan	24	1	0	<1
<a href="https://gilangmanyun.wordpress.com/feed/">https://gilangmanyun.wordpress.com/feed/</a>	Gilangmanyun's Blog	26	1	26	1
<a href="https://gilangmanyun.wordpress.com/2010/10/15/studi-aliran-daya/">https://gilangmanyun.wordpress.com/2010/10/15/studi-aliran-daya/</a>	Studi Aliran Daya   Gilangmanyun's Blog	26	1	0	<1

Original Document

membahas tentang nilai ekonomis pemasangan kapasitorKajian PustakaAnalisa Aliran Daya (Load Flow)Aliran daya atau disebut load flow merupakan studi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya atau tegangan sistem dalam kondisi operasi tunak (stedy state). Studi aliran daya juga memberikan informasi guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga dan menganalisis kondisi pembangkit maupun pembebanan. Didalam menganalisis juga memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat (critical) Studi aliran daya merupakan studi yang paling penting dalam perancangan dan desain perluasan sistem tenaga listrik serta


Found Text (<https://gilangmanyun.wordpress.com/feed/>)


▲ Gilangmanyun's Blog <https://gilangmanyun.wordpress.com> blog ini telah dirujuk ke <http://www.electrical-power.co.cc> Thu, 29 Jan id hourly 1 <http://wordpress.com/> <https://s2.wp.com/1/buttonw-com.png> Gilangmanyun's Blog <https://gilangmanyun.wordpress.com> Sejarah Penggunaan bahan Isolasi pada Kabel <https://gilangmanyun.wordpress.com/2010/11/23/sejarah-penggunaan-bahan-isolasi-pada-kabel> <https://gilangmanyun.wordpress.com/2010/11/23/sejarah-penggunaan-bahan-isolasi-pada-kabel/#comments> Tue, 23 Nov <http://gilangmanyun.wordpress.com/?p=323> ]> Dalam pembahasan saluran transmisi distribusi listrik dan teknik tegangan tinggi tak

Need help? [Click here for info!](#)

Please select the country that is nearest to your location - we may be able to use local servers to speed up your scan.

Indonesia

 Follow us on Twitter

 Like us on Facebook

Scan Internet

IN 0:28  
05/03/2015























<p><b>SKI LABORATORY</b></p>  <p><b>OTIG. D.K</b></p>	<p><b>ELKA DIGITAL LABORATORY</b></p>  <p><b>ERIXX'S</b></p>	<p><b>SSTI LABORATORY</b></p>  <p><b>E. BUDY S</b></p>	<p><b>TRANSMISI LABORATORY</b></p>  <p><b>LUCKY S.C</b></p>
<p><b>SSTI LABORATORY</b></p>  <p><b>A.ZAINUL A</b></p>	<p><b>SKI LABORATORY</b></p>  <p><b>A.FAUZI</b></p>	<p><b>KONVERSI LABORATORY</b></p>  <p><b>ARUL .F.N</b></p>	<p><b>SKI LABORATORY</b></p>  <p><b>D.SAPUTRA</b></p>
<p><b>Saund In Campus Comunnity T. Elektro S-1</b></p>		<p><b>INSTITUT TEGNOLOGI NASIONAL 2011 MALANG</b></p>	

## Biografi penulis



Erik Sepriyono lahir pada tanggal 26 September 1990 di kota Kepanjen kabupaten Malang. Merupakan anak ke tiga dari tiga bersaudara putra bapak Ngatari dan ibu Riani. Penulis memulai pendidikan pada sekolah dasar SD Negeri Jenggolo 2 Kepanjen pada tahun 1996 dengan lulus tahun 2002. Setelah menyelesaikan studi sekolah dasar penulis melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama pada SMP Negeri 2 Kepanjen pada tahun 2002 yang kemudian diselesaikan pada tahun 2005. Setelah menyelesaikan studi ke jenjang sekolah menengah pertama penulis melanjutkan studi ke jenjang sekolah menengah pertama pada SMK Muhammadiyah 1 Kepanjen, Malang tahun 2005 yang diselesaikan pada tahun 2008. Setelah menyelesaikan studi di SMK penulis menjadi karyawan di perusahaan swasta yang kemudian pada tahun 2011 penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan ke jenjang sarjana pada konsentrasi Teknik Energi Listrik S-1 di Universitas Bina Nusantara (BINUS) Jakarta. Dengan menempuh studi S-1 selama 7 semester penulis menyelesaikan Sarjana Teknik pada tanggal 28 Maret tahun 2014.





