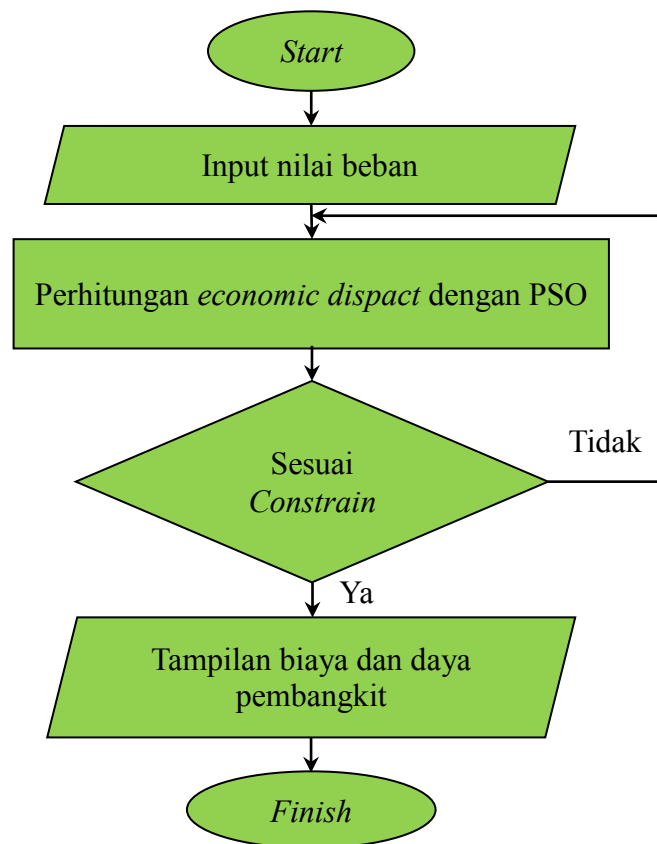


### BAB III

## METODE PENELITIAN

Dalam skripsi ini, diperlukan prosedur berupa langkah-langkah pengerjaan berdasarkan *flowchart* dibawah ini :



Gambar 3.1 *Flowchart* metodologi pengerjaan tugas akhir

Prinsip kerja sistem menurut *flowchart* diagram pada tugas akhir ini:

1. Input nilai beban

Pada tahapan ini merupakan tahapan paling awal dari simulasi perhitungan pembagian beban ekonomis pembangkit tenaga listrik, nilai beban disini

diartikan sebagai daya yang ingin dibangkitkan oleh pembangkit dan dalam satuan P.U (per unit). Data awal yang dimasukkan adalah berupa asumsi beban (P.U) dan lamda. Nilai beban asumsi yang digunakan yaitu berkisar antara 0.1 hingga 1 dan nilai asumsi lamda yang digunakan 1000 karena nilai tersebut sebagai referensi dalam tebakan awal. Nilai nilai tersebut diperlukan sebagai awalan dalam proses simulasi yang nantinya berfungsi untuk mencari biaya, *increment cost* dan pembagian beban. Pada perancangan simulasi ini hanya menggunakan iterasi saja karena selisih antara beban asumsi awal dengan hasil iterasi sangat kecil yaitu kurang 1 dan selisih beban waktu awal dari iterasi ketiga dan kedua tidak berubah.

## 2. Perhitungan *economic dispatch*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan pembagaian beban ekonomis untuk keenam pembangkit. Persamaan-persamaan perhitungan pembagaian beban ekonomis keenam pembangkit ditanamkan dalam *source code* program simulasi pemilihan matlab sebagai perangkat lunak utama karena matlab mempunyai fitur GUI yang dapat menampilkan hasil dari perhitungan pembagaian beban ekonomis dengan iterasi menggunakan metode newton rapson.

## 3. Sesuai *constraint*

Pada tahap ini karena parameter yang dimasukkan akan dikonversi karena data yang dipangan yang diambil adalah data steam sedangkan nilai yang

didapat adalah tidak selalu perisisi ssehingga hasil yang didapatkan adalah mendekati karena ada bebarapa generator yang mendapat 4 inputan steam.

#### 4. Menampilan biaya keenam pembangkit

Biaya pembangkitan ini didapatkan setelah nilai pembagaian beban ekonomisnya didapatkan. Persamaan persamaan perhitungan ini ditanamkan pada program simulasi. Dan hasilnya di tampilkan pada GUI program matlab.

### 3.1 Perancangan Program

Prosedur standar untuk menerapkan algoritma PSO adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi populasi dari *particle-particle* dengan posisi dan *velocity* secara *random* dalam suatu ruang dimensi penelusuran.
2. Evaluasi fungsi *fitness* optimisasi yang diinginkan di dalam *variabel d* pada setiap *particle*.
3. Membandingkan evaluasi *fitness particle* dengan Pbestnya. Jika nilai yang ada lebih baik dibandingkan dengan nilai Pbestnya, maka Pbest diset sama dengan nilai tersebut dan *Pi* sama dengan lokasi *particle* yang ada *Xi* dalam ruang dimensional *d*.
4. Identifikasi *particle* dalam lingkungan dengan hasil terbaik sejauh ini.
5. Update velocity dan posisi particle.
6. Kembali ke step 2 sampai kriteria terpenuhi, biasanya berhenti pada nilai fitness yang cukup baik atau sampai pada jumlah maksimum iterasi.

Ukuran swarm atau populasi yang dipilih adalah tergantung pada persoalan yang dihadapi. Ukuran swarm yang umum digunakan berkisar antara 20 sampai 50. Hal tersebut telah dipelajari sejak dahulu bahwa PSO hanya perlu ukuran *swarm* atau populasi yang lebih kecil dibanding algoritma-algoritma evolusiner yang lain untuk mendapatkan solusisolusi terbaik. Dan pada umumnya nilai-nilai untuk koefisien akselerasi  $c1$  dan  $c2 = 2.0$ . Namun demikian, nilai koefisien akselerasi tersebut dapat ditentukan sendiri yang digunakan di dalam penelitian yang berbeda, biasanya nilai  $c1$  dan  $c2$  adalah sama dan berada pada rentang antara 0 sampai 4.

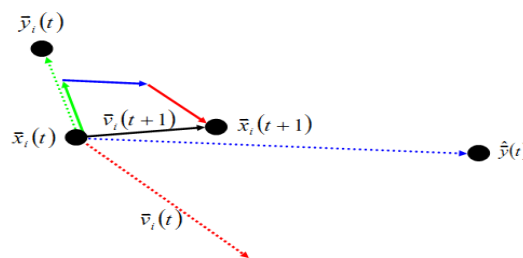
Perpindahan *particle* dan *update velocity* berdasarkan persamaan PSO berikut:

Speed Update Equations:

$$v_i(t+1) = \omega \cdot v_i(t) + c1 \cdot r1i(t) \cdot (y_i(t) - x_i(t)) + c2 \cdot r2i(t) \cdot (\hat{y}_i(t) - x_i(t)) \quad (5.1)$$

Speed Update Equations:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1) \quad (5.2)$$



Gambar 3.2 *Position And Moving Particles Illustrated*

Ket :

$v_i(t)$  = Kecepatan partikel pada iterasi ke-t

$x_i(t)$  = Posisi partikel pada iterasi ke-t

$W$  = Inertia weight factor

$C1$  dan  $c2$  = konstanta akselerasi

$R1$  dan  $r2$  = nilai acak antara 0 - 1

Choosing The Best Local Position:

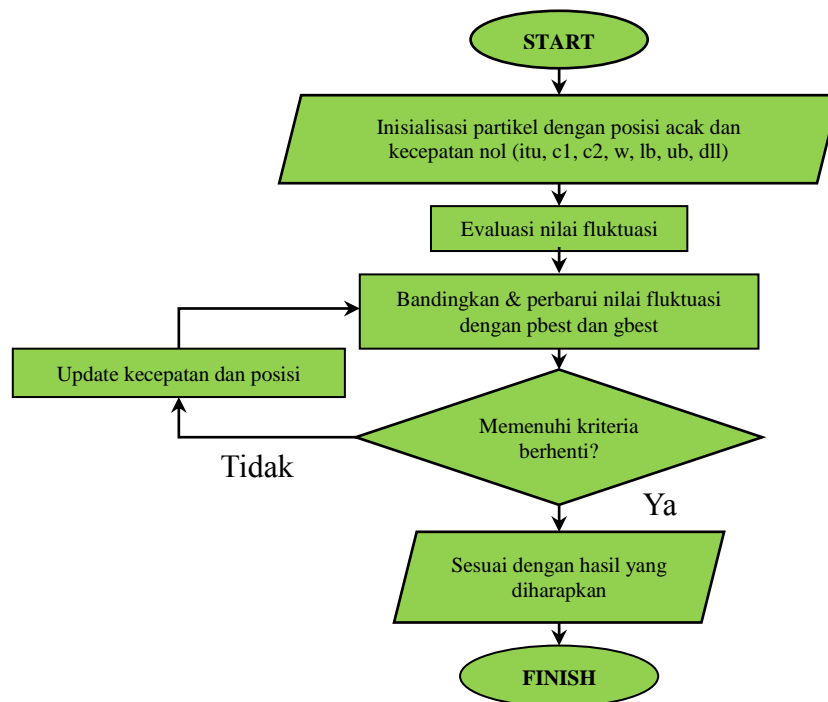
$$y_i(t+1) = y_i(t) \quad \text{if } f(x_i(t+1)) \geq f(y_i(t)) \quad (5.3)$$

$$y_i(t+1) = Y_i(t+1) \quad \text{if } f(x_i(t+1)) < f(y_i(t)) \quad (5.4)$$

Choosing The Best Global Position:

$$y(t) = \arg \min \{f(x_0(t)), f(x_1(t)), \dots, f(x_n(t))\} \quad (5.5)$$

Dimana,  $w(j)$  adalah koefisien inertia untuk manipulasi hasil dari *velocity* sebelumnya dengan *velocity* sekarang.  $r1$  dan  $r2$  merupakan angka acak seragam antara 0 dan 1.



Gambar 3.3 *Flowchart Particle Swarm Optimazion*

Keterangan :

1. *Particle*

anggota (individu) pada suatu *swarm*. Setiap *particle* merepresentasikan suatu solusi yang potensial pada permasalahan yang diselesaikan. Posisi dari suatu *particle* adalah ditentukan oleh representasi solusi saat itu.

2. *Pbest (Personal best)*

posisi *Pbest* suatu *particle* yang menunjukkan posisi *particle* yang dipersiapkan untuk mendapatkan suatu solusi yang terbaik.

3. *Gbest (Global best)*

posisi terbaik *particle* pada *swarm*.

4. *Velocity (vektor)*

vektor yang menggerakkan proses optimisasi yang menentukan arah di mana suatu *particle* diperlukan untuk berpindah (*move*) untuk memperbaiki posisinya semula.

5. *Inertia weight*

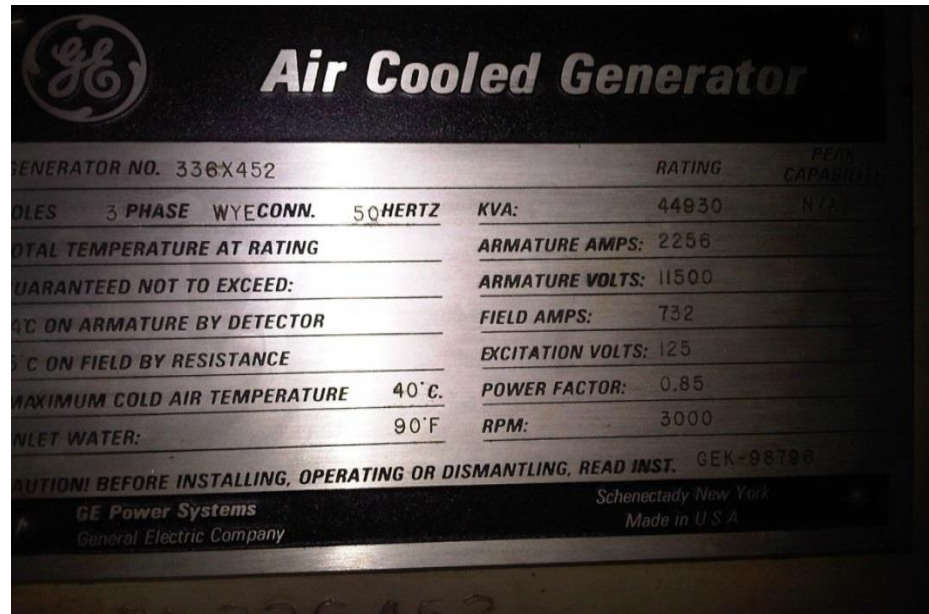
*inertia weight* di simbolkan  $w$ , parameter ini digunakan untuk mengontrol dampak dari adanya *velocity* yang diberikan oleh suatu *particle*.

### 3.2 Pengambilan dan Pengolahan Data

Penulis melakukan pengambilan data yang dibutuhkan untuk penelitian dan kemudian data akan diolah dengan menggunakan metode yang telah ditentukan agar selanjutnya dapat memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

### 3.2.1 Generator

#### 3.2.1.1 Generator GTG



Gambar 3.4 Nameplate Generator GTG

Pada *nameplate* generator PLTG dapat diketahui data utama generator antara lain :

Tipe	: GEK – 987796 336X452
Kutub	: 2
Tegangan	: 11.5 V
Arus	: 2256 A
Kecepatan	: 3000
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan Eks	: 125 V
Power Factor	: 0.85
KVA	: 44930

### 3.2.1.2 Generator UBB



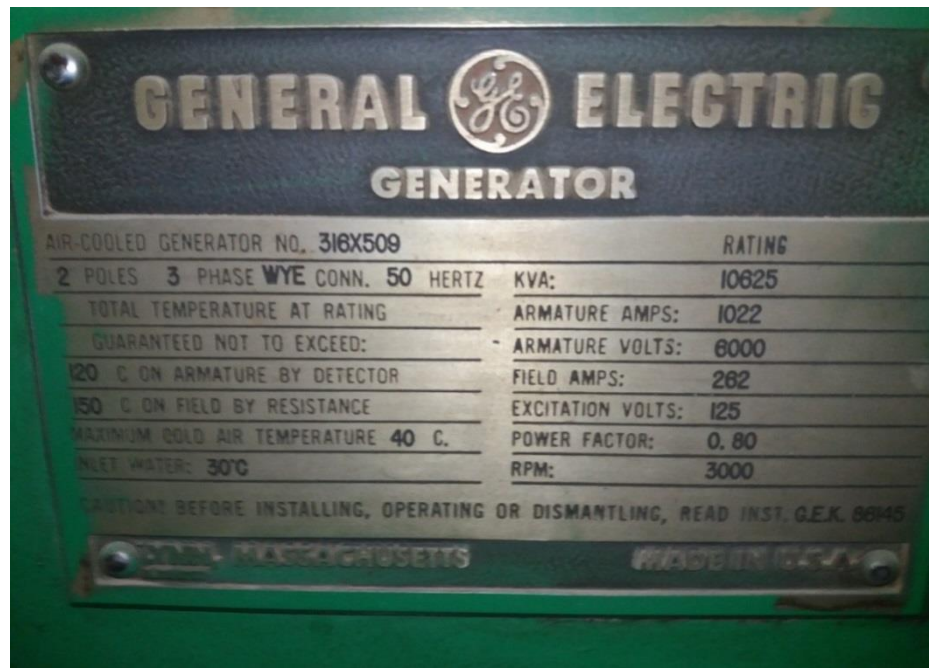
Gambar 3.5 Nameplate Generator UBB

Pada *nameplate* generator PLTU dapat diketahui data utama generator antara lain :

Type	: QF-W32-2
Kutub	: 2
Tegangan	: 6300 V
Arus	: 3885.7 A
Kecepatan	: 3000 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan Eks	: 58 V, 450 A
Power Factor	: 0.85
KVA	: 44930



### 3.2.1.3 Generator TG 65

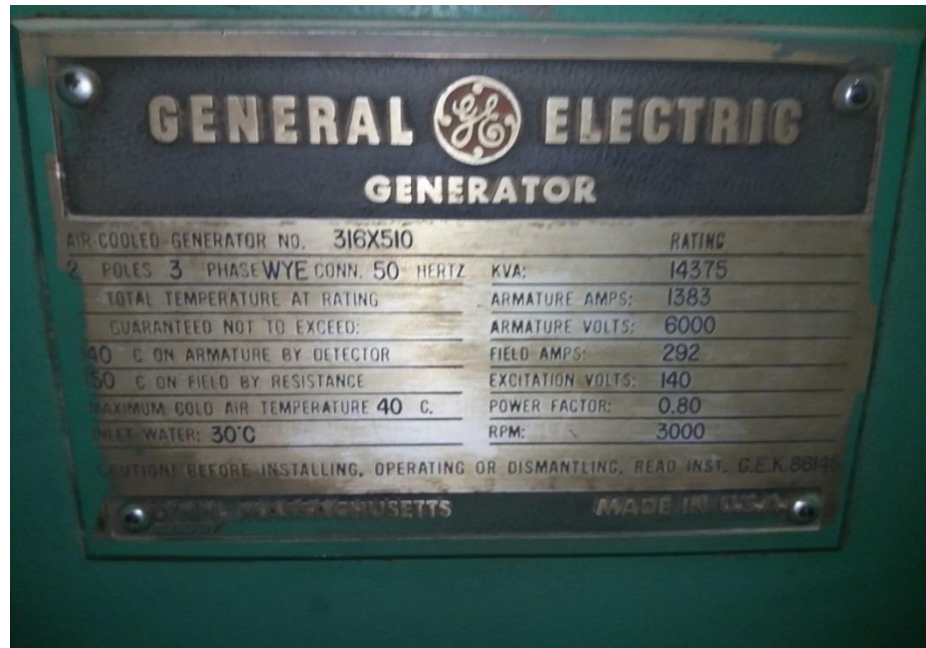


Gambar 3.6 Nameplate Generator TG 65

Pada *nameplate* generator PLTU dapat diketahui data utama generator antara lain :

Tipe	: G E K 86145 316X509
Kutub	: 2
Tegangan	: 6000 V
Arus	: 1022 A
Kecepatan	: 3000 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan Eks	: 125 V
Power Factor	: 0.80
KVA	: 10625

### 3.2.1.4 Generator TG 66

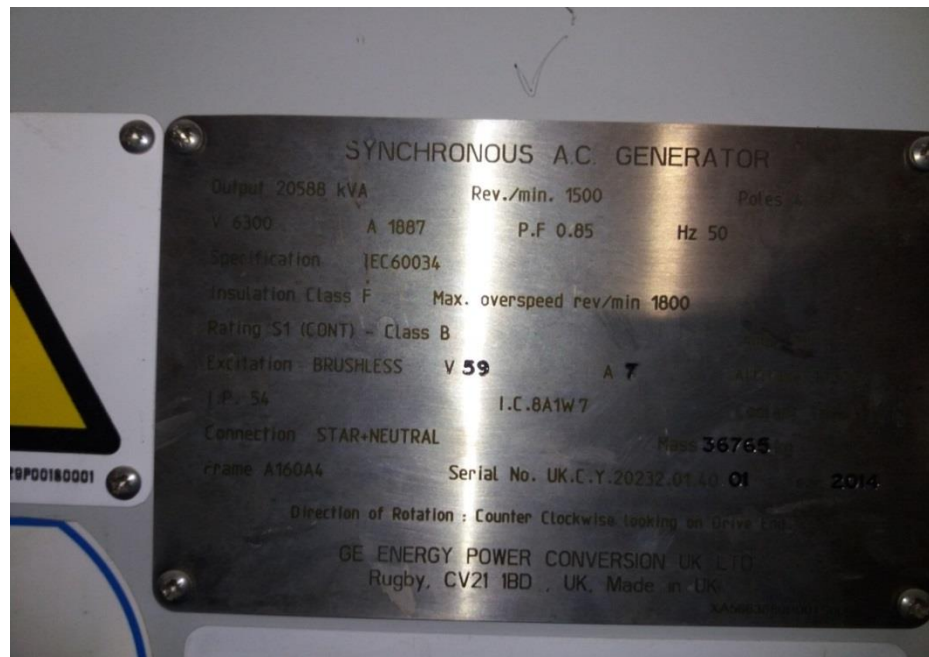


Gambar 3.7 Nameplate Generator TG 66

Pada *nameplate* generator PLTU dapat diketahui data utama generator antara lain :

Tipe	: G E K 86146 316X510
Kutub	: 2
Tegangan	: 6000 V
Arus	: 1383 A
Kecepatan	: 3000 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan Eks	: 140 V
Power Factor	: 0.80
KVA	: 14375

### 3.2.1.5 Generator TG 6101

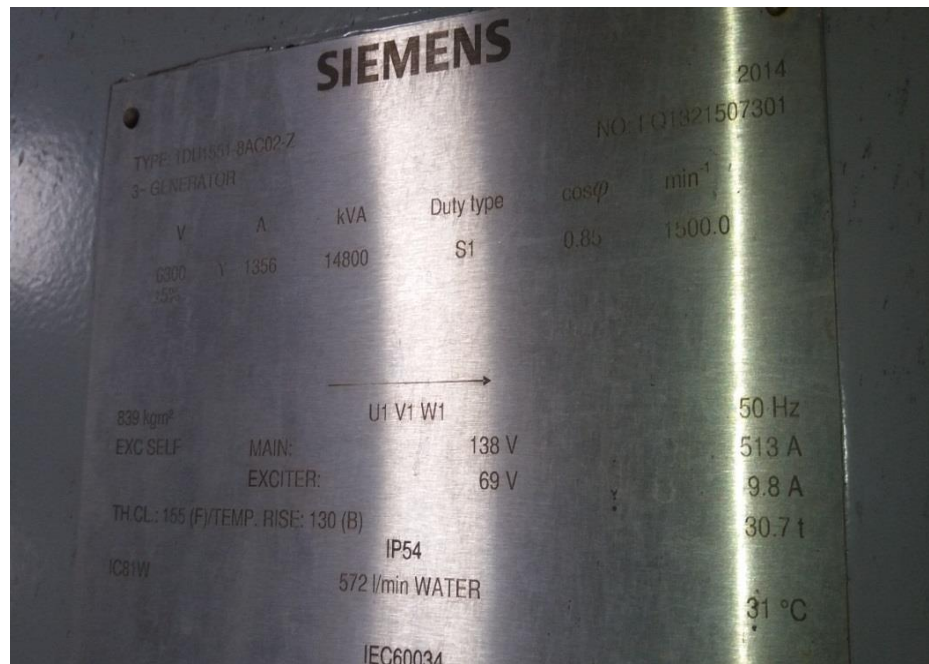


Gambar 3.8 Nameplate Generator TG 6101

Pada *nameplate* generator PLTU dapat diketahui data utama generator antara lain :

Tipe	: UK.C.Y.20232.01.40.01
Kutub	: 4
Tegangan	: 6000 V
Arus	: 1887 A
Kecepatan	: 1500 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan Eks	: 59 V
Power Factor	: 0.85
KVA	: 20588

### 3.2.1.6 Generator TG 6103



Gambar 3.9 Nameplate Generator TG 6103

Pada *nameplate* generator PLTU dapat diketahui data utama generator antara lain :

Tipe	: 1DU1551-8AC02-Z
Kutub	: 4
Tegangan	: 6000 V
Arus	: 1356 A
Kecepatan	: 1500 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan Eks	: 69/138 V
Power Factor	: 0.85
KVA	: 14800



### 3.2.3 Data Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit

#### 3.2.3.1 Daya Pembangkit Unit GTG 25 MW Bahan Bakar Natural Gas

Berikut data lapangan daya dan jumlah konsumsi bahan bakar gas alam pada GTG ditunjukkan pada table dibawah ini.

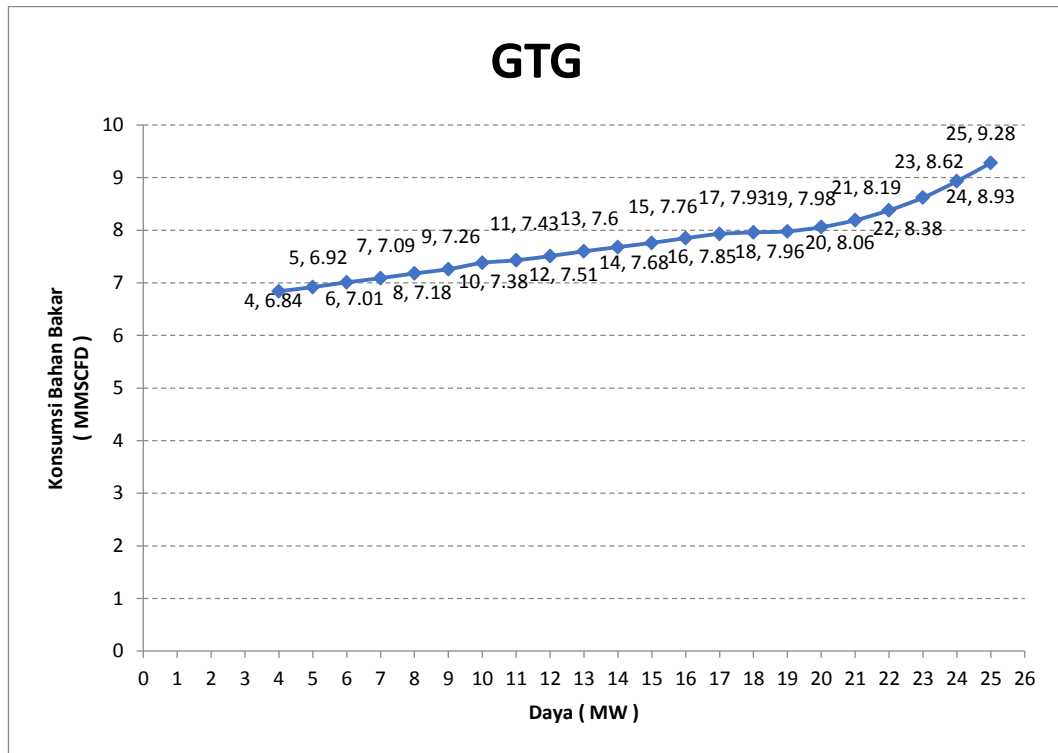
Tabel 3.1 GTG

<b>Daya (Megawatt)</b>	<b>Konsumsi Bahan Bakar Gas Alam MMSCFD (Million Standard Cubic Feet Per Day)</b>
4	6.84
5	6.92
6	7.01
7	7.09
8	7.18
9	7.26
10	7.38
11	7.43
12	7.51
13	7.60
14	7.68
15	7.76
16	7.85
17	7.93
18	7.96
19	7.98
20	8.06
21	8.19
22	8.38
23	8.62
24	8.93
25	9.28

Nb. P min operasional = 4 MW

P max operasional = 25 MW

Dibawah ini adalah grafik perubahan kenaikan daya terhadap pemakaian bahan bakar pada GTG.



Gambar 3.11 Grafik Garis Data Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit GTG

### 3.2.3.2 Daya Pembangkit Unit UBB 32 MW Bahan Bakar Batu Bara

Berikut data lapangan daya dan jumlah konsumsi bahan bakar batu bara pada UBB ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.2 UBB

Daya (Megawatt)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Ton/Jam)
4	2.67
5	3.33

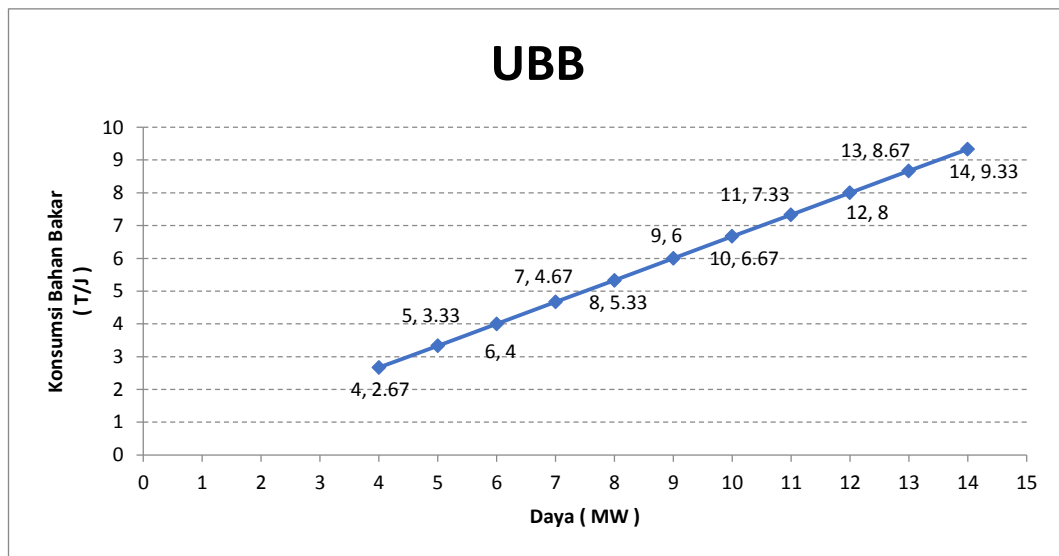
Tabel 3.2 Lanjutan

Daya (Megawatt)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Ton/Jam)
6	4
7	4.67
8	5.33
9	6
10	6.67
11	7.33
12	8
13	8.67
14	9.33

Nb. P min operasional = 4 MW

P max operasional = 14 MW

Dibawah ini adalah grafik perubahan kenaikan daya terhadap pemakaian bahan bakar pada UBB.



Gambar 3.12 Grafik Garis Data Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit UBB



### 3.2.3.3 Daya Pembangkit Unit STG 65 (8.5 MW) Bahan Bakar Sulfurid Acid (SA)

Berikut data lapangan daya dan jumlah konsumsi bahan bakar Sulfurid Acid pada STG 65 ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 STG 65

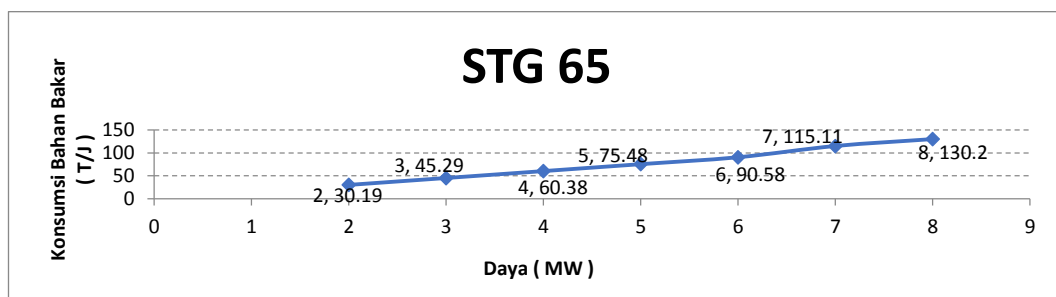
Daya (Megawatt)	Konsumsi Bahan Bakar SA (Ton/Jam)
2	30.19
3	45.29
4	60.38
5	75.48
6	90.58
7	115.11
8	130.20

Nb. Menggunakan *Medium Pressure Steam* (MPS)

P min operasional = 2 MW

P max operasional = 8 MW

Dibawah ini adalah grafik perubahan kenaikan daya terhadap pemakaian bahan bakar pada STG 65.



Gambar 3.13 Grafik Garis Data Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 65

### 3.2.3.4 Daya Pembangkit Unit STG 66 (11.5 MW) Bahan Bakar Sulfurid Acid (SA)

Berikut data lapangan daya dan jumlah konsumsi bahan bakar Sulfurid Acid pada STG 66 ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.4 STG 66

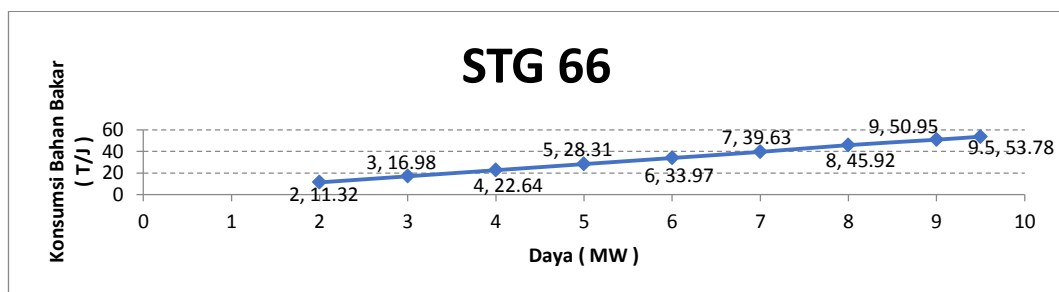
Daya (Megawatt)	Konsumsi Bahan Bakar SA (Ton/Jam)
2	11.32
3	16.98
4	22.64
5	28.31
6	33.97
7	39.63
8	45.92
9	50.95
9.5	53.78

Nb. Menggunakan *Low Pressure Steam* (LPS)

P min operasional = 2 MW

P max operasional = 9.5 MW

Dibawah ini adalah grafik perubahan kenaikan daya terhadap pemakaian bahan bakar pada STG 66.



Gambar 3.14 Grafik Garis Data Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 66

### 3.2.3.5 Daya Pembangkit Unit Revam STG 6101 (17.5 MW) Bahan Bakar Sulfurid Acid (SA)

Berikut data lapangan daya dan jumlah konsumsi bahan bakar Sulfurid Acid pada STG 6101 ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.5 STG 6101

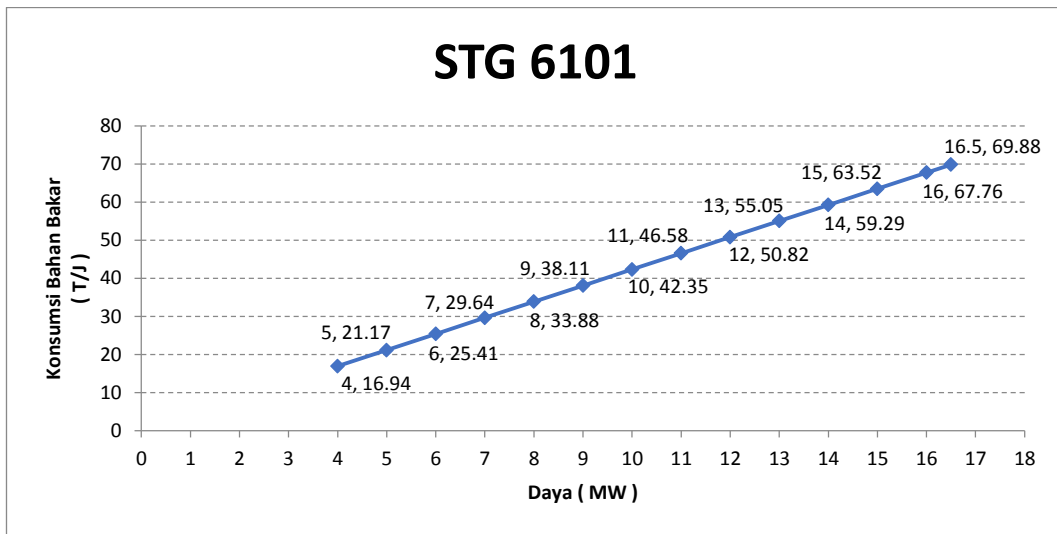
Daya (Megawatt)	Konsumsi Bahan Bakar SA (Ton/ Jam)
4	16.94
5	21.17
6	25.41
7	29.64
8	33.88
9	38.11
10	42.35
11	46.58
12	50.82
13	55.05
14	59.29
15	63.52
16	67.76
16.5	69.88

Nb. Menggunakan *Medium Pressure Steam* (MPS)

P min operasional = 4 MW

P max operasional = 16.5 MW

Dibawah ini adalah grafik perubahan kenaikan daya terhadap pemakaian bahan bakar pada STG 6101.



Gambar 3.15 Grafik Garis Data Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 6101

### 3.2.3.6 Daya Pembangkit Unit Revamping STG 6103 (12.5 MW) Bahan Bakar Batu Bara

Berikut data lapangan daya dan jumlah konsumsi bahan bakar Sulfurid Acid pada STG 6103 ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.6 STG 6103

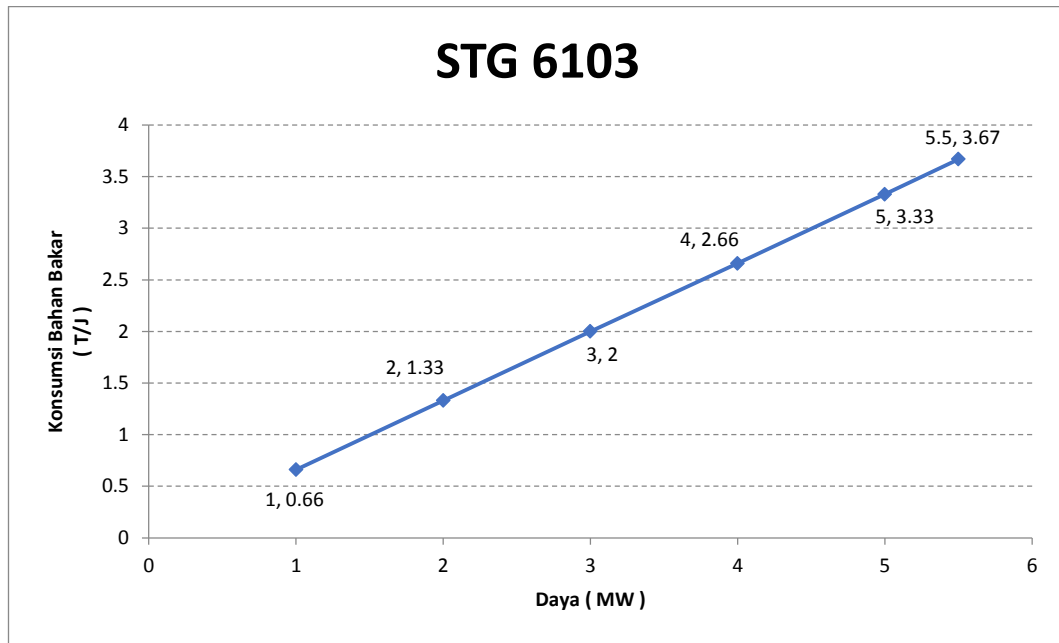
Daya (Megawatt)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Ton/Jam)
1	0.66
2	1.33
3	2.00
4	2.66
5	3.33
5.5	3.67

Nb. Menggunakan *High Pressure Steam* (HPS)

P min operasional = 1 MW

P max operasional = 5.5 MW

Dibawah ini adalah grafik perubahan kenaikan daya terhadap pemakaian bahan bakar pada STG 6103.



Gambar 3.16 Grafik Garis Data Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 6103

### 3.3 Penentuan Fungsi Biaya

Fungsi biaya merupakan fungsi yang digunakan dalam proses optimasi yang nantinya dapat menentukan beban dan *increment cost* pembangkit. Fungsi biaya didapatkan dengan metode *polynomial* orde enam. Pada studi kasus ini data yang didapat merupakan data lapangan yang belum diolah dan harus dikalikan dengan nilai bahan bakar untuk mendapatkan satuan Juta/Jam.

Untuk mendapat nilai dalam satuan juta/jam. Data tabel daya pembangkitan dan konsumsi bahan bakar akan dibuat persamaan A, B, dan C.

menggunakan *polynomial orde* dua menggunakan simulasi matlab 2014a (terlampir). Sehingga didapat persamaan sebagai berikut dibawah ini :

1. GTG,  $C_1 = 6.8426 + 0.0159 P_1 + 0.0028 P_1^2$  MMSCFD/jam

2. UBB,  $C_2 = -0.0091 + 0.6680 P_2 - 0.0001 P_2^2$  Ton/jam

3. STG 65,  $C_3 = 6.0579 + 11.1680 P_3 + 0.5613 P_3^2$  Ton/jam

4. STG 66,  $C_4 = -0.1922 + 5.7360 P_4 - 0.0044 P_4^2$  Ton/jam

5. TG 6101,  $C_5 = 0.0033 + 4.2335 P_5 + 0.0001 P_5^2$  Ton/jam

6. TG 6103,  $C_6 = -0.0052 + 0.6665 P_6 + 0.0002 P_6^2$  Ton/jam