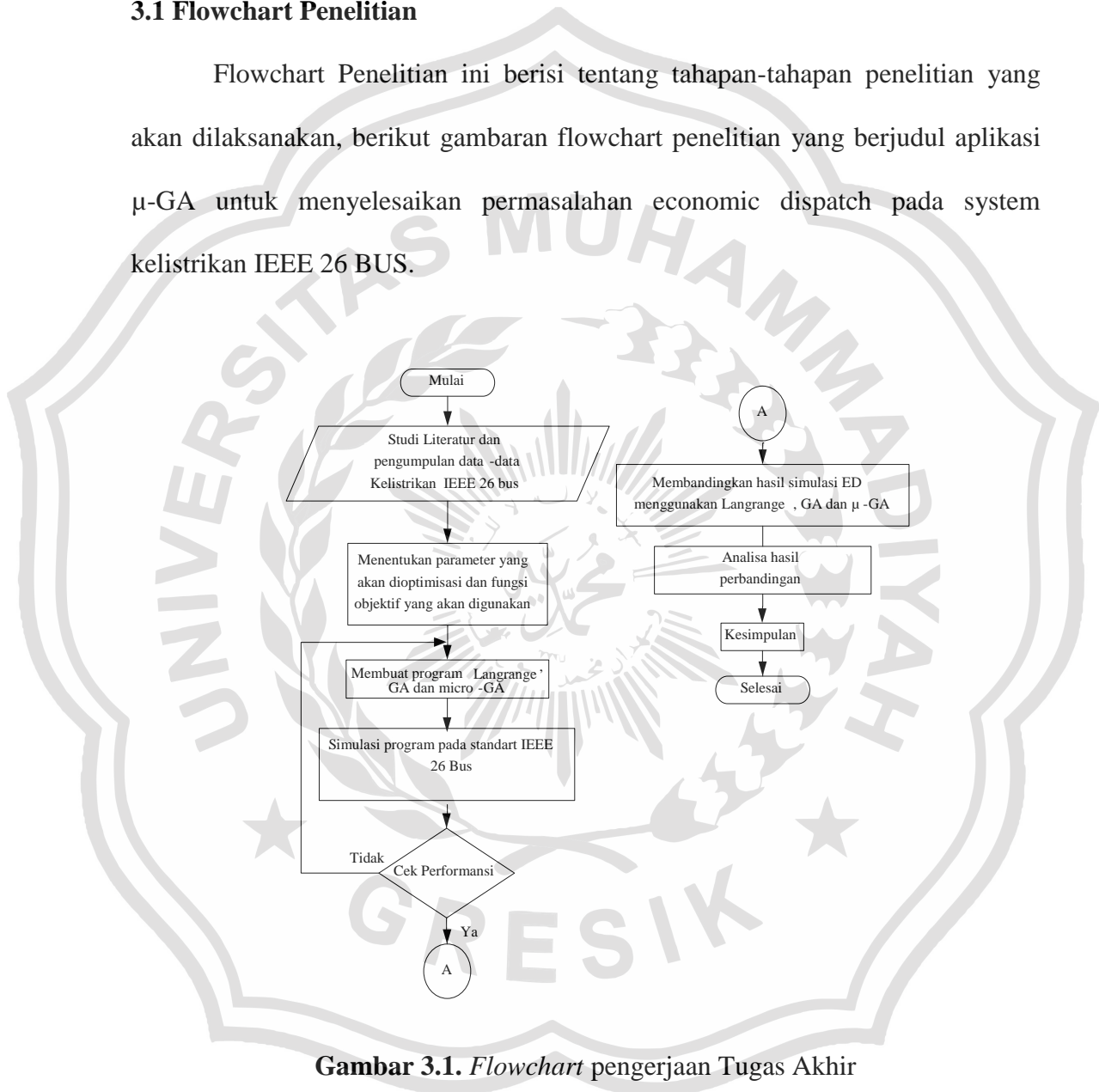


BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian

Flowchart Penelitian ini berisi tentang tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan, berikut gambaran flowchart penelitian yang berjudul aplikasi μ -GA untuk menyelesaikan permasalahan economic dispatch pada system kelistrikan IEEE 26 BUS.



Gambar 3.1. Flowchart pengerjaan Tugas Akhir

Pengerjaan Tugas Akhir ini dimulai dengan studi literatur tentang sistem tenaga listrik terutama optimisasi pembangkitan economic dispatch, setelah itu dilakukan pengumpulan data sistem tenaga listrik IEEE 26 bus yang berupa data

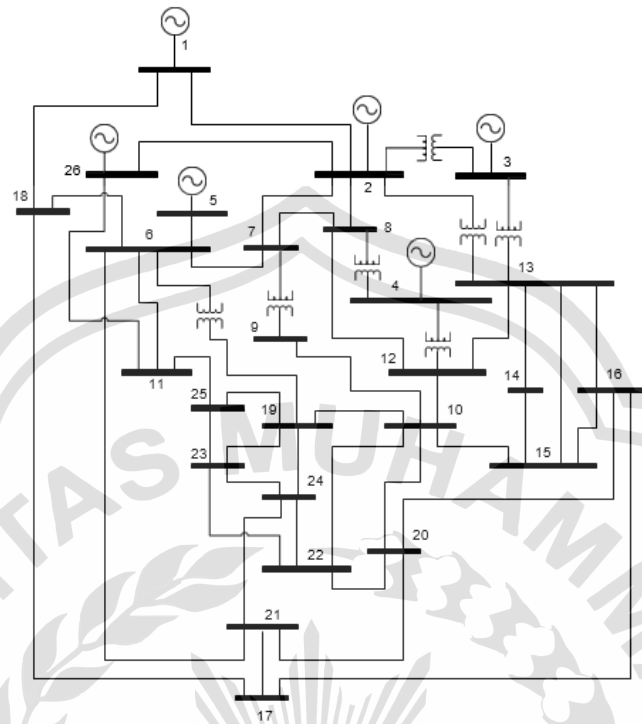
saluran, data bus, karakteristik input-output pembangkit. Setelah pengumpulan data maka dilakukan penyusunan program μ -GA, serta program Lagrange dan GA standard sebagai pembanding. Kemudian mensimulasikan tiga program tersebut pada sistem tenaga listrik IEEE 26 bus. Hasil simulasi μ -GA kemudian dibandingkan dengan program Lagrange dan program GA standart. Dari hasil perbandingan kemudian dilakukan analisis dan disimpulkan berdasarkan hasil analisis.

3.2 Studi Literatur

Pengerjaan Tugas Akhir ini dimulai dengan studi literatur tentang sistem tenaga listrik terutama optimisasi pembangkitan *economic dispatch*, setelah itu dilakukan sistem tenaga listrik IEEE 26 bus yang berupa data saluran, data bus, karakteristik input-output pembangkit. Setelah pengumpulan data maka dilakukan penyusunan program μ -GA, serta program *Lagrange* dan GA standard sebagai pembanding. Kemudian mensimulasikan tiga program tersebut pada sistem tenaga listrik IEEE 26 bus. Hasil simulasi μ -GA kemudian dibandingkan dengan program *Lagrange* dan program GA standart. Dari hasil perbandingan kemudian dilakukan analisis dan disimpulkan berdasarkan hasil analisis.

3.3 Sistem Tenaga Listrik IEEE 26 Bus

Single Line Diagram sistem 26 bus ditunjukkan oleh Gambar 3.2, sedangkan Tabel 3.1 dan 3.2 masing-masing menunjukkan data bus dan data saluran sistem 26 bus dari buku "*Power System Analysis*" karangan Hadi Saadat.



Gambar 3.2. Single line diagram sistem 26 bus

Tabel 3.1. Data bus beban pada sistem tenaga listrik 26 bus

<i>Bus No</i>	<i>Bus Code</i>	<i>Voltage Magnitude</i>	<i>Angle Degree</i>	<i>Load</i>	
				<i>MW</i>	<i>MVAR</i>
1	1	1,025	0,0	51	41
2	2	1,020	0,0	22	15
3	2	1,025	0,0	64	50
4	2	1,050	0,0	25	10
5	2	1,045	0,0	50	30
6	0	1,000	0,0	76	29
7	0	1,000	0,0	0,0	0,0
8	0	1,000	0,0	0,0	0,0

Lanjutan **Tabel 3.1.** data bus beban pada sistem tenaga listrik 26 bus

<i>Bus No</i>	<i>Bus Code</i>	<i>Voltage Magnitude</i>	<i>Angle Degree</i>	<i>Load</i>	
				<i>MW</i>	<i>MVAR</i>
9	0	1,000	0,0	89	50
10	0	1,000	0,0	0,0	0,0
11	0	1,000	0,0	25	15
12	0	1,000	0,0	89	48
13	0	1,000	0,0	31	15
14	0	1,000	0,0	24	12
15	0	1,000	0,0	70	31
16	0	1,000	0,0	55	27
17	0	1,000	0,0	78	38
18	0	1,000	0,0	153	67
19	0	1,000	0,0	75	15
20	0	1,000	0,0	48	27
21	0	1,000	0,0	46	23
22	0	1,000	0,0	45	22
23	0	1,000	0,0	25	12
24	0	1,000	0,0	54	27
25	0	1,000	0,0	28	13
26	2	1,015	0,0	40	20

Tabel 3.2. Data saluran sistem tenaga listrik 26 bus

i - j	R (p.u)	X (p.u)	1/2 B (p.u)	Tap Setting
1 - 2	0,00055	0,00480	0,03000	1
1- 18	0,00130	0,01150	0,06000	1
2 - 3	0,00146	0,05130	0,05000	0,96
2 - 7	0,01030	0,05860	0,18000	1
2 - 8	0,00740	0,03120	0,03900	1
2 - 13	0,00357	0,09670	0,02500	0,96
2 - 26	0,03230	0,19670	0,00000	1
3 - 13	0,00070	0,00548	0,00050	1,017
4 - 8	0,00080	0,02400	0,00010	1,05
4 - 12	0,00160	0,02070	0,01500	1,05
5 - 6	0,00690	0,03000	0,09900	1
6 - 7	0,00535	0,03060	0,00105	1
6 - 11	0,00970	0,05700	0,00010	1
6 - 18	0,00374	0,02220	0,00120	1
6 - 19	0,00350	0,06600	0,04500	0,95
6 - 21	0,00500	0,09000	0,02260	1
7 - 8	0,00120	0,00693	0,00010	1
7 - 9	0,00095	0,04290	0,02500	0,95
8 - 12	0,00200	0,01800	0,02000	1

Lanjutan **Tabel 3.2.** data saluran sistem tenaga listrik 26 bus

i – j	R (p.u)	X (p.u)	1/2 B (p.u)	Tap Setting
9 - 10	0,00104	0,04930	0,00100	1
10 - 12	0,00247	0,01320	0,01000	1
10 - 19	0,05470	0,23600	0,00000	1
10 - 20	0,00660	0,01600	0,00100	1
10 - 22	0,00690	0,02980	0,00500	1
11 - 25	0,09600	0,27000	0,01000	1
11 - 26	0,01650	0,09700	0,00400	1
12 - 14	0,03270	0,08020	0,00000	1
12 - 15	0,01800	0,05980	0,00000	1
13 - 14	0,00460	0,02710	0,00100	1
13 - 15	0,01160	0,06100	0,00000	1
13 - 16	0,01793	0,08880	0,00100	1
14 - 15	0,00690	0,03820	0,00000	1
15 - 16	0,02090	0,05120	0,00000	1
16 - 17	0,09900	0,06000	0,00000	1
16 - 20	0,02390	0,05850	0,00000	1
17 - 18	0,00320	0,06000	0,03800	1
17 - 21	0,22900	0,44500	0,00000	1
19 - 23	0,03000	0,13100	0,00000	1
19 - 24	0,03000	0,12500	0,00200	1
19 - 25	0,11900	0,22490	0,00400	1
20 - 21	0,06570	0,15700	0,00000	1

Lanjutan **Tabel 3.2.** data saluran sistem tenaga listrik 26 bus

i – j	R (p.u)	X (p.u)	1/2 B (p.u)	Tap Setting
20 - 22	0,01500	0,03660	0,00000	1
21 - 24	0,04760	0,15100	0,00000	1
22 - 23	0,02900	0,09900	0,00000	1
22 - 24	0,03100	0,08800	0,00000	1
23 - 25	0,09870	0,11680	0,00000	1

Pengujian sistem tenaga listrik IEEE 26 bus ini dimaksudkan untuk mengamati performansi optimisasi biaya pembangkitan dan *losses* yang dihasilkan metode *Lagrange*, GA dan μ -GA. Sistem ini menggunakan *base* daya sebesar 100 MVA dan terdiri dari 6 unit pembangkit dengan batasan-batasan sebagai berikut:

$$\text{Pembangkit 1 : } 100 \leq P_1 \leq 500 \quad (\text{MW})$$

$$\text{Pembangkit 2 : } 50 \leq P_2 \leq 200 \quad (\text{MW})$$

$$\text{Pembangkit 3 : } 80 \leq P_3 \leq 300 \quad (\text{MW})$$

$$\text{Pembangkit 4 : } 50 \leq P_4 \leq 150 \quad (\text{MW})$$

$$\text{Pembangkit 5 : } 50 \leq P_5 \leq 200 \quad (\text{MW})$$

$$\text{Pembangkit 26: } 50 \leq P_{26} \leq 120 \quad (\text{MW})$$

Unit-unit pembangkit tersebut memiliki fungsi biaya pembangkitan sebagai berikut:

$$C_1 = 0,0070 P_1^2 + 7 P_1 + 240$$

$$C_2 = 0,0095 P_2^2 + 10 P_1 + 200$$

$$C_3 = 0,0090 P_3^2 + 8,5 P_3 + 220$$

$$C_4 = 0,0090 P_4^2 + 11 P_4 + 200$$

$$C_5 = 0,0080 P_5^2 + 10,5 P_5 + 220$$

$$C_{26} = 0,0075 P_{26}^2 + 12 P_{26} + 190$$

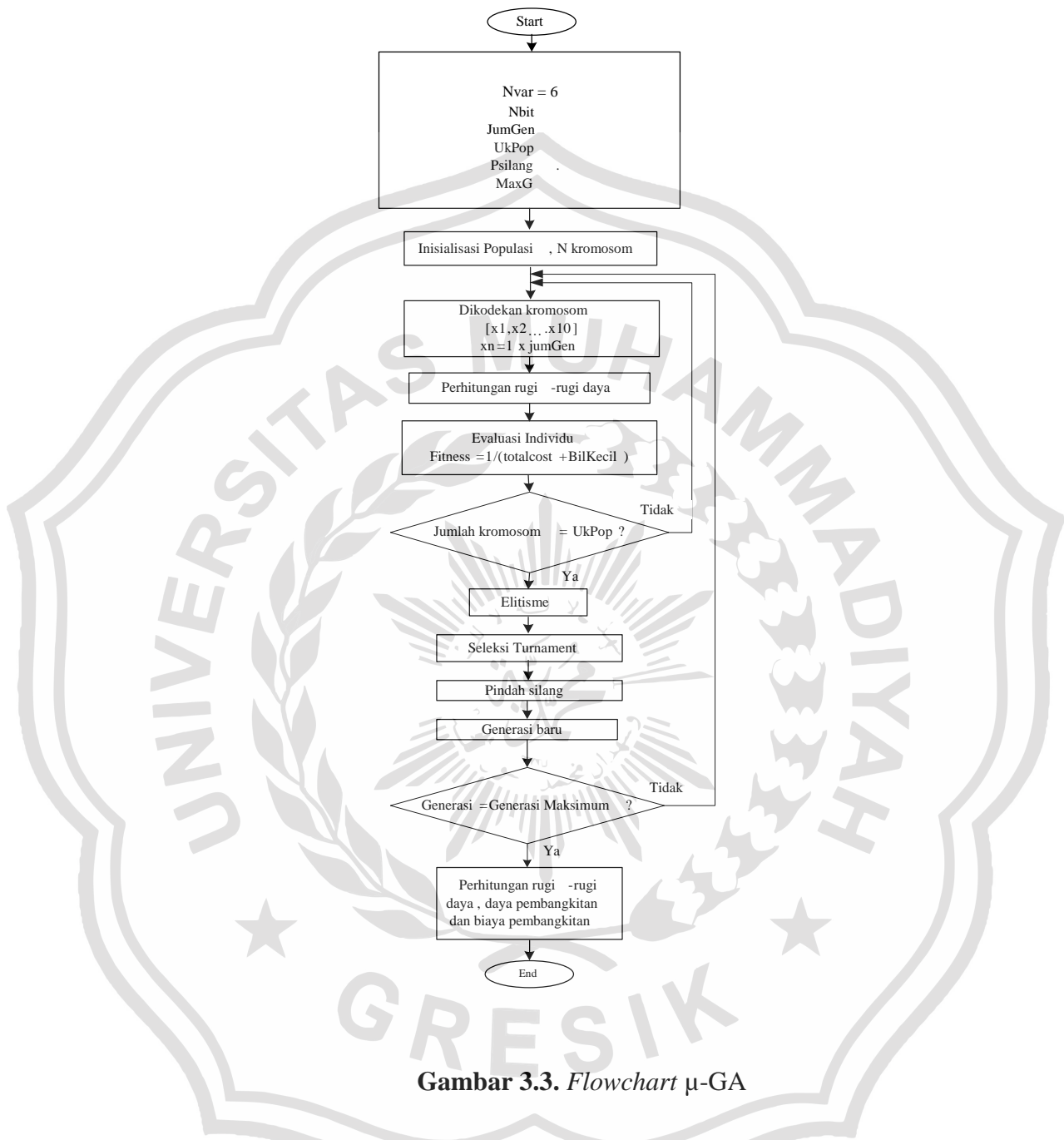
3.4 Penerapan μ -GA pada Sistem Tenaga Listrik IEEE-26 Bus

Gambar 3.3 menunjukkan *flowchart* penyelesaian *Economic dispatch* sistem tenaga IEEE- 26 bus menggunakan program μ -GA, pada program ini rugi-rugi daya diperhitungkan, perhitungan rugi-rugi daya dilakukan menggunakan analisa *load flow Newton Rapshon*.

Tabel 3.3 menunjukkan parameter dari μ -GA, Nvar adalah jumlah variabel yang menunjukkan jumlah bus generator, Nbit adalah jumlah bit tiap individu, JumGen adalah jumlah total bit dalam satu kromosom, UkPop adalah jumlah populasi dalam satu generasi. Psilang adalah probabilitas/skala pindah silang, dan MaxG adalah jumlah iterasi.

Tabel 3.3. Data parameter μ -GA

Parameter μ -GA	Sistem tenaga listrik IEEE-26 bus
Nvar	6
Nbit	10
JumGen	60
UkPop	30
Psilang	0,5
MaxG	20
Ntour	2
Basemva	100
Accuracy	0,0001



Gambar 3.3. Flowchart μ -GA

Operasi μ -GA dijelaskan secara rinci dibawah ini:

3.4.1 Inisialisai Populasi

Inisialisasi populasi pada program ini bertujuan untuk membangkitkan sebuah populasi yang berisi sejumlah kromosom secara random.

3.4.2 Perhitungan Rugi-Rugi Transmisi

Perhitungan rugi-rugi transmisi dilakukan dengan metode aliran daya *Newton Rapshon*. Hasil dari Perhitungan ini berupa rugi-rugi transmisi. Pada operasi selanjutnya perhitungan rugi-rugi juga akan dilakukan untuk mengetahui nilai *fitness* setelah diperoleh generasi baru.

3.4.3 Pengkodean Kromosom

Kromosom yang telah dibangkitkan akan dikodekan menjadi individu x yang bernilai real, nilai x menunjukkan nilai daya pada bus generator. Nilai x akan selalu berada pada interval nilai batasan daya minimum dan maksimum pembangkitan masing-masing generator, batasan daya bisa dilihat pada Bab 3.2 data sistem kelistrikan IEEE 26 bus.

3.4.4 Evaluasi Individu

Permasalahan ED merupakan permasalahan minimasi biaya pembangkitan, sehingga solusi yang paling optimal adalah fungsi dengan biaya pembangkitan seminimal mungkin dan daya yang bangkitkan tetap pada batasan daya yang telah ditentukan.

Pada GA individu yang memiliki *fitness* besar, maka individu tersebut akan lebih bertahan dibandingkan dengan individu dengan nilai *fitness* lebih kecil. Sehingga fungsi *fitness* yang digunakan adalah,

$$F = \frac{1}{(h+a)} \quad (3.1)$$

Nilai h pada persamaan 3.1 adalah nilai total biaya pembangkitan, sedangkan a adalah bilangan yang memiliki nilai kecil untuk menghindari nilai *fitness* (f) tak

hingga, jika nilai h bernilai 0.

Semakin kecil nilai h maka semakin besar nilai dari f . Sehingga hasil optimal akan ditunjukkan dengan nilai *fitness* yang paling besar.

3.4.5 Elitisme

Karena seleksi yang dilakukan secara *random*, sehingga tidak ada jaminan bahwa satu individu yang memiliki nilai *fitness* tertinggi akan selalu terpilih. Untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tersebut tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa duplikatnya. Pada program μ -GA, individu dengan nilai *fitness* terpilih akan disimpan dalam memori *BestX*.

3.4.6 Linier Fitness Ranging

Untuk menghindari kecenderungan konvergen pada optimum lokal, maka digunakan penskalaan nilai *fitness*, sehingga diperoleh nilai *fitness* baru yang lebih baik, yaitu yang memiliki variasi tinggi.

Linear fitness ranging akan melakukan penskalaan nilai *fitness* ke dalam ranking sehingga diperoleh nilai-nilai *fitness* baru yang berada dalam rentang MaxF dan MinF, MaxF berarti nilai *fitness* terbesar dan MinF berarti nilai *fitness* terkecil.

3.4.7 Seleksi Turnamen

Tahapan seleksi turnamen dilakukan sebagai berikut; $N/2$ group individu dipilih secara acak dari total N populasi tanpa penggantian, kemudian group tersebut masuk ke dalam turnamen. Individu dengan *fitness* lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain, akan menjadi $N/2$ populasi orang tua pada *mating*

pool. kemudian seleksi dilakukan lagi hingga terbentuk total N populasi orang tua untuk reproduksi. Populasi orang tua inilah yang kemudian dilakukan operasi pindah silang untuk menghasilkan populasi baru.

3.4.8 Pindah Silang

Setelah dilakukan seleksi, maka kromosom orang tua akan terpilih untuk dilakukan operasi pindah silang. Pindah silang dilakukan berdasarkan skala pindah silang

3.4.9 Konvergensi dan Re-inisialisasi

Cek konvergensi dilakukan untuk mengetahui apakah generasi baru dari operasi μ -GA sudah optimal atau belum, konvergensi ini ditandai dengan adanya kesamaan nilai pada kromosom, pada beberapa kasus, μ -GA telah dikatakan telah mencapai nilai konvergensi jika bit kromosom pada populasi memiliki kesamaan paling tidak 95% dibandingkan dengan kromosom terbaik.

Setelah didapatkan kromosom terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi, dan μ -GA telah mengalami konvergensi, maka akan dilakukan re- inisialisasi, re-inisialisasi dilakukan untuk mendapatkan nilai output dari permasalahan ED, nilai output yang didapat antara lain, total daya terbangkit, total rugi-rugi transmisi, total biaya pembangkitan dan waktu iterasi.