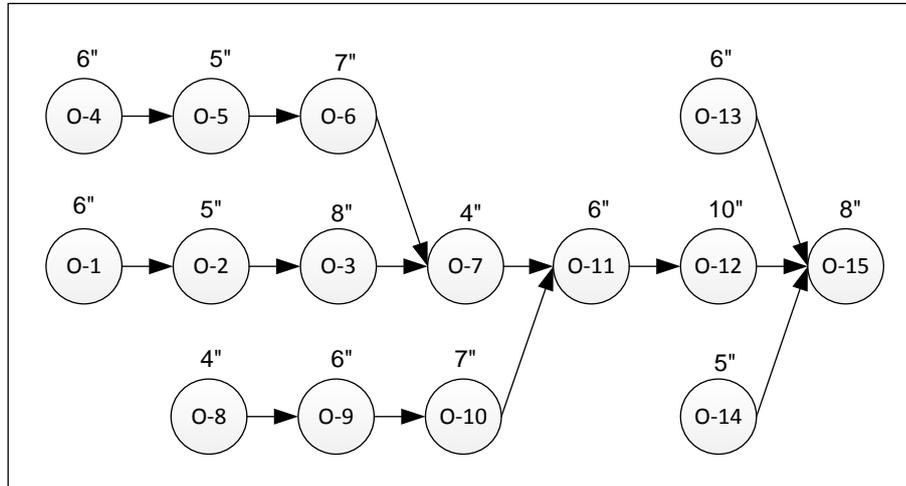


# **LAMPIRAN A**

**Perhitungan Algoritma Genetika Pada  
*Simple Case* Secara Manual**

**Simple Case**

Contoh kasus *line balancing* :



No	Elemen Kerja	Mesin	Waktu (detik)
1	1	A	6
2	2		5
3	3		8
4	4		6
5	5		5
6	6		7
7	8		4
8	9		6
9	10		7
10	7		4
11	11	B	6
12	12		10
13	13		6
14	14		5
15	15		8

Target produksi : 1200 unit/hari

Jam kerja : 8 jam kerja/hari

$$\text{Waktu siklus (C)} = \frac{\text{waktu kerja yang tersedia}}{\text{target produksi}} = \frac{8 * 3600}{1200} = 24 \text{ detik}$$

Parameter algoritma genetika :

- Ukuran populasi = 4
- Jumlah generasi = 2
- Probabilitas crossover (Pc) = 0.95
- Probabilitas mutasi (Pm) = 0.01

Langkah-langkah pengerjaan *simple case* secara manual adalah :

**Langkah 1 : Menentukan *Encoding* generasi ke-0**

Dalam proses encoding ini terbentuk 4 buah kromosom sebagai populasi awal sesuai dengan ukuran populasi yang telah ditentukan di awal.

Berdasarkan *precedence diagram* yang telah dibentuk, maka semua elemen kerja ditugaskan dalam masing-masing kromosom dengan memperhatikan :

- Waktu setiap stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus aktual.
- Jenis mesin yang digunakan dalam satu stasiun kerja adalah sama.
- Urutan penugasan elemen kerja dalam suatu stasiun kerja tidak boleh ada yang *backtrack*.

Berikut ini adalah kromosom-kromosom yang terbentuk :

Kromosom 1	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
Kromosom 2	2	2	3	2	2	4	5	3	3	4	5	5	1	1	6
Kromosom 3	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5
Kromosom 4	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6

Berdasarkan kromosom yang telah terbentuk diatas, maka didapatkan hasil penugasan elemen kerja untuk setiap kromosom sebagai berikut :

1. Kromosom 1

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti
1	A	1	6	6
		2	5	11
		4	6	17
		8	4	21
2	B	13	6	6
		14	5	11
3	A	3	8	8
		5	5	13
		9	6	19
4	A	6	7	7
		10	7	14
5	B	7	4	4
		11	6	10
		12	10	20
6	B	15	8	8

2. Kromosom 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti
1	B	13	6	6
		14	5	11
2	A	1	6	6
		2	5	11
		4	6	17
		5	5	22
3	A	3	8	8
		8	4	12
		9	6	18
4	A	6	7	7
		10	7	14
5	B	7	4	4
		11	6	6
		12	10	20
6	B	15	8	8

3. Kromosom 3

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti
1	A	1	6	6
		2	5	11
		4	6	17
		5	5	22
2	A	6	7	7
		8	4	11
		9	6	17
		10	7	24
3	A	3	8	8
4	B	7	4	4
		13	6	10
		14	5	15
5	B	11	6	6
		12	10	16
		15	8	24

#### 4. Kromosom 4

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti
1	B	13	6	6
		14	5	11
2	A	1	6	6
		2	5	11
		4	6	17
		8	4	21
3	A	3	8	8
		5	5	13
		6	7	20
4	A	9	6	6
		10	7	13
5	B	7	4	4
		11	6	10
		12	10	20
6	B	15	8	8

#### **Langkah 2 : Menghitung Decoding**

Ukuran dari *fitness value* yang digunakan adalah efisiensi lintasan total (ELT), sebab dengan semakin besarnya nilai ELT, maka suatu lintasan produksi dapat dikatakan lebih efisien.

Berikut ini adalah nilai *decoding* dari setiap kromosom awal :

##### 1. Kromosom 1

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	A	1	6	6	100,00%
		2	5	11	
		4	6	17	
		8	4	21	
2	B	13	6	6	52,38%
		14	5	11	
3	A	3	8	8	90,48%
		5	5	13	
		9	6	19	
4	A	6	7	7	66,67%
		10	7	14	
5	B	7	4	4	95,24%
		11	6	10	
		12	10	20	
6	B	15	8	8	38,10%
					73,81%

2. Kromosom 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	B	13	6	6	50,00%
		14	5	11	
2	A	1	6	6	100,00%
		2	5	11	
		4	6	17	
		5	5	22	
3	A	3	8	8	81,82%
		8	4	12	
		9	6	18	
4	A	6	7	7	63,64%
		10	7	14	
5	B	7	4	4	90,91%
		11	6	6	
		12	10	20	
6	B	15	8	8	36,36%
					70,45%

3. Kromosom 3

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	A	1	6	6	91,67%
		2	5	11	
		4	6	17	
		5	5	22	
2	A	6	7	7	100,00%
		8	4	11	
		9	6	17	
		10	7	24	
3	A	3	8	8	33,33%
4	B	7	4	4	62,50%
		13	6	10	
		14	5	15	
5	B	11	6	6	100,00%
		12	10	16	
		15	8	24	
					77,50%

#### 4. Kromosom 4

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	B	13	6	6	52,38%
		14	5	11	
2	A	1	6	6	100,00%
		2	5	11	
		4	6	17	
		8	4	21	
3	A	3	8	8	95,24%
		5	5	13	
		6	7	20	
4	A	9	6	6	61,90%
		10	7	13	
5	B	7	4	4	95,24%
		11	6	10	
		12	10	20	
6	B	15	8	8	38,10%
					73,81%

#### **Langkah 3 : Melakukan Crossover**

Langkah-langkah untuk melakukan proses *crossover* dari semua *parent* yang ada adalah sebagai berikut :

- Menetapkan probabilitas *crossover* ( $P_c$ ).
- Bangkitkan bilangan random untuk setiap kromosom yang ada, lalu dibandingkan dengan nilai  $P_c$  yang telah ditentukan diatas.  
Jika nilai bilangan random pada suatu kromosom lebih kecil dari nilai  $P_c$ , maka kromosom tersebut dapat menjadi *parent* untuk proses *crossover*.
- Menentukan pasangan *parent* yang akan di *crossover* secara acak.
- Tentukan *crossing site* secara acak dengan menggunakan metode *partial-mapped crossover*, kemudian tukarkan nilai yang ada dalam *crossing site* tersebut pada masing-masing pasangan *parent*.
- Kromosom baru hasil proses *crossover* dinamakan *offspring crossover*.

Bilangan random untuk  $P_c$  kromosom 1 : 0.478

Bilangan random untuk  $P_c$  kromosom 2 : 0.547

Bilangan random untuk  $P_c$  kromosom 3 : 0.248

Bilangan random untuk  $P_c$  kromosom 4 : 0.765

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 1 dan 3 adalah : 5 dan 9.

Kromosom 1	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kromosom 3	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 2 dan 4 adalah : 5 dan 8.

Kromosom 2	2	2	3	2	2	4	5	3	3	4	5	5	1	1	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kromosom 4	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6

Hasil *crossover* dari kedua pasangan kromosom tersebut adalah :

Offspring Crossover Kromosom 1	1	1	3	1	3	2	4	2	2	4	5	5	2	2	6	Tidak Valid
Offspring Crossover Kromosom 2	2	2	3	2	2	3	5	2	3	4	5	5	1	1	6	Tidak Valid
Offspring Crossover Kromosom 3	1	1	3	1	1	4	5	1	3	2	5	5	4	4	5	Tidak Valid
Offspring Crossover Kromosom 4	2	2	3	2	3	4	5	3	4	4	5	5	1	1	6	Valid

Suatu kromosom dikatakan valid apabila kromosom tersebut memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Waktu proses total setiap stasiun kerja  $\leq$  waktu siklus aktual.
- Semua elemen kerja dalam satu stasiun kerja menggunakan jenis mesin yang sama.
- Tidak melanggar *precedence diagram*.

*Offspring crossover* kromosom 1 dikatakan tidak valid, karena stasiun 2 melanggar *precedence diagram*, dimana elemen kerja O-13 dan O-14 menggunakan mesin B sedangkan elemen kerja O-6, O-8, dan O-9 menggunakan mesin A. *Offspring crossover* kromosom 2 juga dikatakan tidak valid, karena waktu stasiun 2 melebihi waktu siklus aktual yang ada. Sedangkan *offspring crossover* kromosom 3 juga dikatakan tidak valid, karena waktu stasiun 1 melebihi waktu siklus aktual yang ada.

Berikut adalah hasil dari *Offspring Crossover* Kromosom 4:

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti
1	B	13	6	6
		14	5	11
2	A	1	6	6
		2	5	11
		4	6	17
3	A	3	8	8
		5	5	13
		8	4	17
4	A	6	7	7
		9	6	13
		10	7	20
5	B	7	4	4
		11	6	10
		12	10	20
6	B	15	8	8

#### **Langkah 4 : Menghitung Decoding**

*Decoding* hasil *crossover* generasi ke-1 yang valid adalah *Offspring crossover* Kromosom 4.

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	B	13	6	6	55,00%
		14	5	11	
2	A	1	6	6	85,00%
		2	5	11	
		4	6	17	
3	A	3	8	8	85,00%
		5	5	13	
		8	4	17	
4	A	6	7	7	100,00%
		9	6	13	
		10	7	20	
5	B	7	4	4	100,00%
		11	6	10	
		12	10	20	
6	B	15	8	8	40,00%
					77,50%

### Langkah 5 : Melakukan Mutasi

Langkah-langkah untuk melakukan proses mutasi dari semua kromosom ada adalah sebagai berikut :

- Menetapkan probabilitas mutasi ( $P_m$ ).
- Bangkitkan bilangan random untuk setiap nilai gen yang berada dalam setiap kromosom, lalu dibandingkan dengan nilai  $P_m$ .
- Jika bilangan random lebih kecil dari  $P_m$ , maka kromosom tersebut mengalami mutasi.
- Proses mutasi dilakukan menggunakan metode *order-based mutation*, dengan ketentuan sebagai berikut :
  - Jika nilai bilangan random lebih kecil atau sama dengan  $\frac{1}{2} P_m$ , maka kurangi nilai gen dengan satu. Jika nilai gen tersebut adalah satu, maka tambahkan nilai gen tersebut dengan satu.
  - Jika nilai bilangan random lebih besar dari  $\frac{1}{2} P_m$  hingga nilai  $P_m$ , maka tambahkan nilai gen tersebut dengan satu.
- Kromosom baru hasil proses mutasi dinamakan *offspring* mutasi.

Berikut ini adalah bilangan random yang dibangkitkan untuk setiap gen pada semua kromosom :

Kromosom 1	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
	0,780	0,591	0,205	0,350	0,499	0,297	0,126	0,688	0,437	0,765	0,615	0,369	0,472	0,924	0,318
Kromosom 2	2	2	3	2	2	4	5	3	3	4	5	5	1	1	6
	0,781	0,569	0,526	0,162	0,993	0,385	0,331	0,888	0,578	0,476	0,869	0,029	0,872	0,682	0,673
Kromosom 3	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5
	0,635	0,931	0,396	0,128	0,163	0,299	0,225	0,036	0,060	0,447	0,153	0,259	0,141	0,650	0,150
Kromosom 4	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6
	0,990	0,744	0,658	0,342	0,889	0,959	0,592	0,450	0,379	0,191	0,205	0,377	0,053	0,380	0,369
Offspring Crossover Kromosom 4	2	2	3	2	3	4	5	3	4	4	5	5	1	1	6
	0,558	0,823	0,234	0,470	0,918	0,212	0,127	0,578	0,937	0,765	0,755	0,566	0,739	0,629	0,513

Semua kromosom tidak mengalami mutasi, karena nilai setiap bilangan randomnya lebih besar dari nilai  $P_m$  yakni 0.01.

### **Langkah 6 : Menghitung *Decoding***

Hasil dari *offspring* mutasi yang valid, dihitung *decoding*nya. Pada contoh kasus yang dihitung oleh penulis, tidak ada kromosom yang mengalami mutasi, maka tidak dilakukan perhitungan *decoding* untuk hasil mutasi.

### **Langkah 7 : Melakukan seleksi generasi 1**

Hasil efisiensi total dari setiap kromosom yang valid adalah:

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 1	73,81%
2	Kromosom 2	70,45%
3	Kromosom 3	77,50%
4	Kromosom 4	73,81%
5	Offspring Crossover Kromosom 4	77,50%

Karena ukuran populasi adalah 4, maka kromosom yang dipilih untuk dilakukan generasi ke-2 adalah 4 buah hasil kromosom terbaik.

Untuk kasus ini, kromosom yang dipilih adalah :

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 1	73,81%
2	Kromosom 3	77,50%
3	Kromosom 4	73,81%
4	Offspring Crossover Kromosom 4	77,50%

### **Langkah 8 : Melakukan *Crossover* untuk generasi 2**

Bilangan random untuk Pc kromosom 1 : 0.793

Bilangan random untuk Pc kromosom 3 : 0.852

Bilangan random untuk Pc kromosom 4 : 0.392

Bilangan random untuk Pc *offspring crossover* kromosom 4 : 0.861

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 1 dan 3 adalah : 12 dan 15.

Kromosom 1	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kromosom 3	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 4 dan *offspring crossover* 4 adalah : 6 dan 9.

Kromosom 4	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Offspring Crossover Kromosom 4	2	2	3	2	3	4	5	3	4	4	5	5	1	1	6

Hasil *crossover* dari kedua pasangan kromosom tersebut adalah :

OC Kromosom 1 Generasi 2	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	4	4	5	Tidak Valid
OC Kromosom 3 Generasi 2	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	2	2	6	Tidak Valid
OC Kromosom 4 Generasi 2	2	2	3	2	3	3	5	3	4	4	5	5	1	1	6	Valid
OC OC Kromosom 4 Generasi 2	2	2	3	2	3	4	5	2	4	4	5	5	1	1	6	Valid

Suatu kromosom dikatakan valid apabila kromosom tersebut memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Waktu proses total setiap stasiun kerja  $\leq$  waktu siklus aktual.
- Semua elemen kerja dalam satu stasiun kerja menggunakan jenis mesin yang sama.
- Tidak melanggar *precedence diagram*.

*Offspring crossover* kromosom 1 generasi 2 dikatakan tidak valid, karena tidak terdapat stasiun 2. *Offspring crossover* kromosom 3 generasi 2 juga dikatakan tidak valid, karena stasiun 2 menggabungkan elemen kerja dimana jenis mesinnya berbeda.

Hasil *offspring crossover* kromosom yang valid adalah sebagai berikut :

1. *Offspring Crossover* Kromosom 4 Generasi ke-2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti
1	B	13	6	6
		14	5	11
2	A	1	6	6
		2	5	11
		4	6	17
3	A	3	8	8
		5	5	13
		6	7	20
		8	4	24
4	A	9	6	6
		10	7	13
5	B	7	4	4
		11	6	10
		12	10	20
6	B	15	8	8

2. *Offspring Crossover* OC Kromosom 4 Generasi ke-2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti
1	B	13	6	6
		14	5	11
2	A	1	6	6
		2	5	11
		4	6	17
		8	4	21
3	A	3	8	8
		5	5	13
4	A	6	7	7
		9	6	13
		10	7	20
5	B	7	4	4
		11	6	10
		12	10	20
6	B	15	8	8

**Langkah 9 : Menghitung Decoding**

Decoding hasil crossover generasi ke-2 yang valid adalah :

1. *Offspring crossover* Kromosom 3 Generasi 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	B	13	6	6	45,83%
		14	5	11	
2	A	1	6	6	70,83%
		2	5	11	
		4	6	17	
3	A	3	8	8	100,00%
		5	5	13	
		6	7	20	
		8	4	24	
4	A	9	6	6	54,17%
		10	7	13	
5	B	7	4	4	83,33%
		11	6	10	
		12	10	20	
6	B	15	8	8	33,33%
					64,58%

2. *Offspring crossover* Kromosom 4 Generasi 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	B	13	6	6	52,38%
		14	5	11	
2	A	1	6	6	100,00%
		2	5	11	
		4	6	17	
		8	4	21	
3	A	3	8	8	61,90%
		5	5	13	
4	A	6	7	7	95,24%
		9	6	13	
		10	7	20	
5	B	7	4	4	95,24%
		11	6	10	
		12	10	20	
6	B	15	8	8	38,10%
					73,81%

### **Langkah 10 : Melakukan *Mutasi* generasi 2**

Langkah-langkah untuk melakukan proses mutasi dari semua kromosom ada adalah sebagai berikut :

- Menetapkan probabilitas mutasi ( $P_m$ ).
- Bangkitkan bilangan random untuk setiap nilai gen yang berada dalam setiap kromosom, lalu dibandingkan dengan nilai  $P_m$ .
- Jika bilangan random lebih kecil dari  $P_m$ , maka kromosom tersebut mengalami mutasi.
- Proses mutasi dilakukan menggunakan metode *order-based mutation*, dengan ketentuan sebagai berikut :
  - Jika nilai bilangan random lebih kecil atau sama dengan  $\frac{1}{2} P_m$ , maka kurangi nilai gen dengan satu. Jika nilai gen tersebut adalah satu, maka tambahkan nilai gen tersebut dengan satu.
  - Jika nilai bilangan random lebih besar dari  $\frac{1}{2} P_m$  hingga nilai  $P_m$ , maka tambahkan nilai gen tersebut dengan satu.
- Kromosom baru hasil proses mutasi dinamakan *offspring* mutasi.

Kromosom 1	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
	0,243	0,182	0,377	0,327	0,848	0,354	0,136	0,862	0,930	0,650	0,229	0,417	0,153	0,426	0,386
Kromosom 3	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5
	0,686	0,565	0,285	0,787	0,293	0,316	0,705	0,732	0,135	0,065	0,344	0,100	0,666	0,534	0,189
Kromosom 4	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6
	0,550	0,509	0,104	0,981	0,162	0,624	0,673	0,763	0,565	0,320	0,901	0,535	0,709	0,697	0,840
Offspring Crossover Kromosom 4	2	2	3	2	3	4	5	3	4	4	5	5	1	1	6
	0,794	0,923	0,429	0,409	0,219	0,130	0,762	0,399	0,982	0,612	0,409	0,606	0,403	0,394	0,291
OC Kromosom 4 Generasi 2	2	2	3	2	3	3	5	3	4	4	5	5	1	1	6
	0,467	0,102	0,161	0,752	0,418	0,165	0,525	0,691	0,192	0,960	0,125	0,984	0,326	0,859	0,417
OC OC Kromosom 4 Generasi 2	2	2	3	2	3	4	5	2	4	4	5	5	1	1	6
	0,720	0,089	0,959	0,972	0,041	0,909	0,897	0,776	0,591	0,152	0,438	0,279	0,715	0,105	0,887

### **Langkah 11 : Menghitung *Decoding***

Hasil dari *offspring* mutasi yang valid, dihitung *decoding*nya. Pada contoh kasus yang dihitung oleh penulis, tidak ada kromosom yang mengalami mutasi, maka tidak dilakukan perhitungan *decoding* untuk hasil mutasi.

### **Langkah 12 : Melakukan seleksi generasi 2**

Hasil efisiensi total dari setiap kromosom yang valid adalah:

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 1	73,81%
2	Kromosom 3	77,50%
3	Kromosom 4	73,81%
4	Offspring Crossover Kromosom 4	77,50%
5	OC Kromosom 4 Generasi 2	64,59%
6	OC OC Kromosom 4 Generasi 2	73,81%

Kromosom yang terpilih menjadi populasi baru generasi ke-2 adalah :

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 3	77,50%
2	Offspring Crossover Kromosom 4	77,50%
3	Kromosom 4	73,81%
4	OC OC Kromosom 4 Generasi 2	73,81%

Maka kromosom yang terpilih adalah yang memiliki efisiensi lintasan total terbesar yaitu Kromosom 3 dan *offspring Crossover* Kromosom 4 yaitu sebesar 77,50%. Sesuai dengan hasil software yang dihasilkan lintasan yang dipilih adalah *Offspring Crossover* Kromosom 4

# **LAMPIRAN B**

**Hasil *Simple Case* Menggunakan  
*Software***

*Output* hasil perhitungan *Simple Case* menggunakan *software* yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

Generasi	Populasi	Efisiensi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	73,81%	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
0	2	70,45%	2	2	3	2	2	4	5	3	3	4	5	5	1	1	6
0	3	77,50%	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5
0	4	73,81%	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6
1	C2&4-5&8	77,50%	2	2	3	2	3	4	5	3	4	4	5	5	1	1	6
1	1	73,81%	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
1	2	70,45%	2	2	3	2	2	4	5	3	3	4	5	5	1	1	6
1	3	77,50%	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5
1	4	73,81%	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6
2	C4&3-6&9	64,59%	2	2	3	2	3	3	5	3	4	4	5	5	1	1	6
2	C4&3-6&9	73,81%	2	2	3	2	3	4	5	2	4	4	5	5	1	1	6
2	1	73,81%	1	1	3	1	3	4	5	1	3	4	5	5	2	2	6
2	2	77,50%	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	5	5	4	4	5
2	3	73,81%	2	2	3	2	3	3	5	2	4	4	5	5	1	1	6
2	4	77,50%	2	2	3	2	3	4	5	3	4	4	5	5	1	1	6

Keterangan :

- Pada generasi ke-1, terlihat penulisan C 2&4 – 5&8, yang berarti : kromosom 2 dan 4 dari hasil generasi ke-0 (encoding) dilakukan proses crossover dengan nilai crossing site adalah 5 dan 8.
- Pada generasi ke-2, terlihat penulisan C 4&3 – 6&8, yang berarti : kromosom 4 dan 3 dari hasil generasi ke-1 (encoding) dilakukan proses crossover dengan nilai crossing site adalah 6 dan 8.
- Hasil *crossover* dan mutasi yang ditampilkan oleh *software* adalah hanya hasil *decoding* kromosom yang valid.

Dari tabel rangkuman hasil *output software*, terlihat bahwa nilai efisiensi tertinggi adalah sebesar 77,50% dengan susunan kromosom sebagai berikut :

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	Ti	Cum Ti	Efisiensi Lintasan
1	B	13	6	6	55,00%
		14	5	11	
2	A	1	6	6	85,00%
		2	5	11	
		4	6	17	
3	A	3	8	8	85,00%
		5	5	13	
		8	4	17	
4	A	6	7	7	100,00%
		9	6	13	
		10	7	20	
5	B	7	4	4	100,00%
		11	6	10	
		12	10	20	
6	B	15	8	8	40,00%
					77,50%

# **LAMPIRAN C**

**Langkah-langkah Penggunaan**

*Software*

Langkah-langkah untuk menyelesaikan kasus efisiensi lintasan perusahaan menggunakan *software* yang telah dibuat, adalah sebagai berikut :

1. Tampilan awal dari *software*

Pada tampilan awal ini terdiri dari 2 bagian yaitu: *Input product* dan Proses. Pilih menu "*input product*" untuk menginput data awal yang dibutuhkan untuk proses perhitungan dan penyeimbangan lintasan produksi. Setelah mengisi "*input product*", pilih menu "proses" untuk menjalankan program tersebut serta menampilkan hasilnya .



2. Pilih menu *input product*

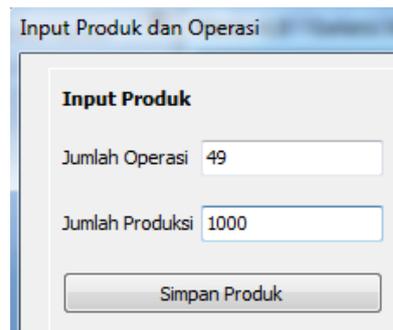
Pada *input product* akan menampilkan suatu jendela input seperti : target produksi, jumlah jam kerja, jenis operasi, jenis mesin yang digunakan, operasi pendahulu, operasi pengikut, dan waktu operasi.

No	Nama Operasi	Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut	Waktu	Mesin

Cara menginput data awal ke dalam menu *input product* adalah:

**Langkah 1 :**

- Pada kolom input produk berisi jumlah elemen kerja yang diinginkan (d disesuaikan dengan peta proses operasi yang diamati)
- Kemudian mengisi jumlah produksi atau target produksi yang ingin dicapai.
- Lalu pilih simpan produk.



The screenshot shows a dialog box titled "Input Produk dan Operasi". Inside the dialog, there is a section titled "Input Produk". It contains two input fields: "Jumlah Operasi" with the value "49" and "Jumlah Produksi" with the value "1000". Below these fields is a button labeled "Simpan Produk".

**Langkah 2 :**

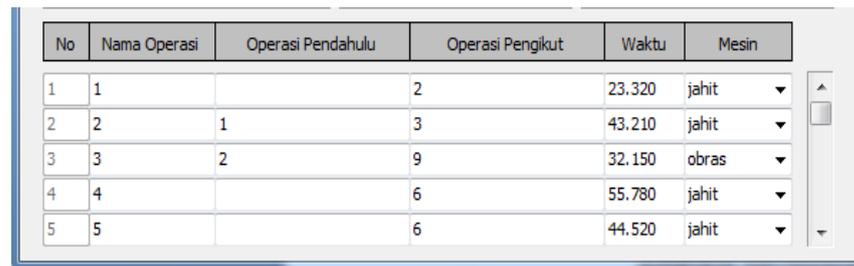
- Pada kolom input mesin, kita melakukan input terhadap semua jenis mesin yang akan digunakan dalam proses produksi semua elemen kerja tersebut.
- Setiap memasukkan nama mesin, pilih menu simpan mesin.
- Kemudian masukkan nama mesin berikutnya dan pilih menu simpan mesin sampai semua jenis mesin selesai di input.



The screenshot shows a dialog box titled "Input Mesin". It contains one input field labeled "Mesin" with the value "Jahit". Below the field is a button labeled "Simpan Mesin".

### **Langkah 3 :**

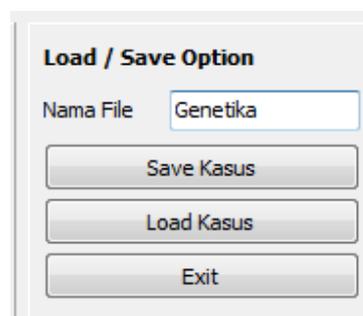
- Jumlah elemen kerja akan ditampilkan sesuai dengan angka yang dimasukkan ke jumlah operasi pada input produk.
- Lakukan pengisian pada nama operasi.
- Operasi pendahulu (*Predecessor*) merupakan no. operasi pendahulu dari jenis operasi yang bersangkutan sesuai dengan urutan dalam *precedence diagram*.
- Operasi pengikut (*followers*) merupakan no. operasi pengikut dari jenis operasi yang bersangkutan sesuai dengan urutan dalam *precedence diagram*.
- Waktu proses merupakan waktu dari elemen kerja.
- Jenis mesin dipilih berdasarkan operasi yang menggunakan jenis mesin tersebut.



No	Nama Operasi	Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut	Waktu	Mesin
1	1		2	23.320	jahit
2	2	1	3	43.210	jahit
3	3	2	9	32.150	obras
4	4		6	55.780	jahit
5	5		6	44.520	jahit

### **Langkah 4 :**

- Setelah semua data dimasukkan, maka pilih menu *save* kasus untuk melakukan penyimpanan semua data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan efisiensi lintasan.



**Load / Save Option**

Nama File

- Setelah data disimpan, keluar (exit) ke menu utama dan pilih menu proses.

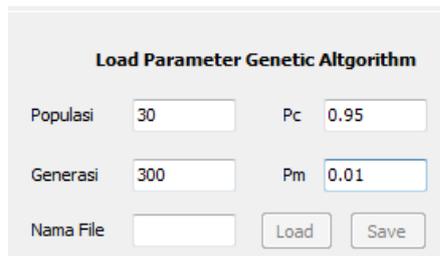
Cara melakukan proses data adalah sebagai berikut :

**Langkah 1 :**

- Melakukan *load case* dengan mengetik nama file yang sama saat di save kasus pada menu *input product*.
- Maka total operasi dan jumlah produksi akan tampil sesuai yang telah di input di menu *input product*.

### Langkah 2 :

- Melakukan *load parameter* pada algoritma genetika.
- Melakukan input terhadap jumlah generasi dan jumlah populasi yang diinginkan.
- Menentukan *probabilitas crossover* (Pc) dan *probabilitas mutasi* (Pm).
- Menyimpan (*save*) parameter genetika algoritma yang digunakan untuk memproses data.



**Load Parameter Genetic Algorithm**

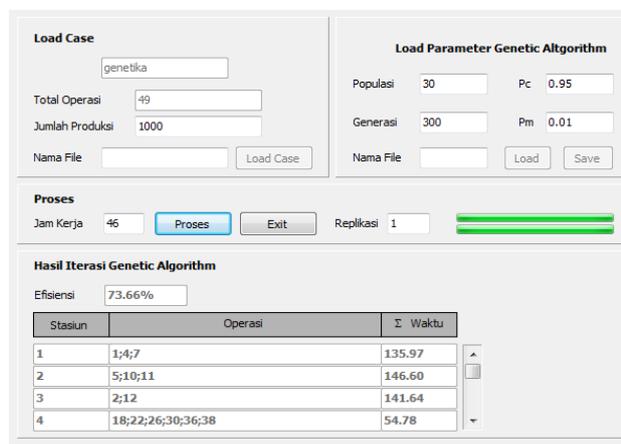
Populasi  Pc

Generasi  Pm

Nama File

### Langkah 3 :

- Melakukan proses untuk mendapatkan efisiensi lintasan tertinggi.
- Replikasi berguna untuk melakukan pengulangan proses data dengan menggunakan parameter yang sama, sesuai dengan yang kita inginkan.



**Load Case**

Total Operasi

Jumlah Produksi

Nama File

**Load Parameter Genetic Algorithm**

Populasi  Pc

Generasi  Pm

Nama File

**Proses**

Jam Kerja    Replikasi  

**Hasil Iterasi Genetic Algorithm**

Efisiensi

Stasiun	Operasi	Σ Waktu
1	1;4;7	135.97
2	5;10;11	146.60
3	2;12	141.64
4	18;22;26;30;36;38	54.78

Berdasarkan penugasan elemen kerja ke dalam stasiun kerja menggunakan *software* genetika algoritma (GA) yang diusulkan, dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Ukuran populasi : 30
- Jumlah generasi : 300
- Probabilitas Crossover (Pc) : 0.95
- Probabilitas Mutasi (Pm) : 0.01

Maka didapatkan efisiensi lintasan total yang paling tinggi adalah sebesar 73,66%, dengan susunan kromosom adalah sebagai berikut :

Stasiun Kerja (SK)	Task (EK)	Operasi	Mesin	Task Time (ti)	Waktu Siklus (ST)	Efisiensi
1	1	Menjahit Label	Jahit	23,32	135,97	86,17%
	4	Menjahit bagian depan kanan		55,78		
	7	Menjahit tutup saku kanan		56,87		
2	5	Menjahit saku kanan	Jahit	44,52	146,6	92,90%
	10	Menjahit Bagian depan kiri		56,01		
	11	Menjahit saku kiri		46,07		
3	2	Menyambung badan belakang atas bagian depan dengan badan belakang atas bagian belakang	Jahit	43,21	141,64	89,76%
	12	Memasang saku kiri		98,43		
4	18	Menyetrika kain keras untuk scoder tangan kanan	Steam	8,22	54,78	34,71%
	22	Menyetrika kain keras untuk manset tangan kanan		8,22		
	26	Menyetrika kain keras untuk scoder tangan kiri		10,57		
	30	Menyetrika kain keras untuk manset tangan kiri		10,57		
	36	Menyetrika kain keras untuk kaki kerah		8,63		
	38	Menyetrika kain keras untuk daun kerah		8,57		
5	6	Memasang saku kanan	Jahit	98,84	157,61	99,88%
	13	Menjahit tutup saku kiri		58,77		
6	8	Memasang tutup saku kanan	Jahit	28,60	147,74	93,62%
	14	Memasang tutup saku kiri		28,16		
	27	Menjahit scoder tangan kiri		31,97		
	31	Menjahit manset tangan kiri		38,89		
	39	Menjahit daun kerah		20,12		
7	3	Menyambung badan belakang atas dan badan belakang bawah	Obras	30,83	92,31	58,50%
	9	Mengobras Bahu kanan		30,7		
	15	Mengobras bahu kiri		30,78		
8	19	Menjahit scoder tangan kanan	Jahit	31,97	157,56	99,85%
	23	Menjahit manset tangan kanan		38,89		
	37	Menjahit kaki kerah		20,15		
	40	Merakit kerah		66,55		
9	16	Menjahit scoder tangan kanan	Jahit	100,65	142,78	90,48%
	28	Memasang scoder tangan kiri		42,13		
10	17	Memasang panel kanan	Jahit	100,95	150,40	95,31%
	29	Menjahit tangan kiri		49,45		
11	20	Memasang scoder tangan kanan	Jahit	42,13	150,48	95,36%
	32	Memasang manset tangan kiri		108,35		
12	21	Menjahit tangan kanan	Jahit	49,45	<b>157,8</b>	100,00%
	24	Memasang manset tangan kanan		108,35		
13	25	Memasang tangan kanan ke badan	Obras	34,95	149,13	94,51%
	33	Memasang tangan kiri ke badan		36,23		
	34	Mengobras samping kiri		38,95		
	35	Mengobras samping kanan		39,00		
14	41	Memasang kerah	Obras	83,98	123,98	78,57%
	42	Klem bagian bawah		40,00		
15	43	Mengobras keseluruhan bagian depan	Obras	77,12	77,12	48,87%
16	44	Mengobras keseluruhan bagian dalam	Obras	120,86	120,86	76,59%
17	45	Memasang lubang kancing	Pelubang kancing	100,83	100,83	63,90%
18	46	Memasang kancing	Pasang kancing	98,43	98,43	62,38%
19	47	Inspeksi jahitan	Manual	41,05	41,05	26,01%
20	48	Menyetrika pakaian jadi	Steam	67,68	67,68	42,89%
21	49	Dipacking	Manual	26,12	26,12	16,55%
				Efisiensi Total		73,66%

## KOMENTAR DOSEN PENGUJI

Nama Mahasiswa : Vincent Nataprawira  
NRP : 0923048  
Judul Tugas Akhir : Usulan Perbaikan Lintasan Produksi Produk Kemeja Lengan Panjang Dewasa Dalam Upaya Mencapai Target Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Di CV Surya Advertising And T-Shirt, Bandung)  
Dosen : Ir. Heru Susilo, M.Sc.

### Komentar-Komentar Dosen Penguji:

1. Saran yang ditulis harus dapat dipahami dan dimengerti dengan jelas oleh pengelola perusahaan: apa saja dan upaya-upaya apa saja yang harus dilakukan oleh perusahaan agar dapat memperbaiki kekurangan maupun kelemahan proses kerja/produksi yang ada diperusahaan saat ini
2. Saran yang ditulis belum menjawab “point 1” diatas. Saran harus menjabarkan hasil analisa yang telah dibuat, dalam bentuk oprasional upaya-upaya perbaikan yang harus dilakukan.
3. Kesimpulan dan saran harus “nyambung” dan seiring dengan perumusan masalah dalam bab 1.

## KOMENTAR DOSEN PENGUJI

Nama Mahasiswa : Vincent Nataprawira

NRP : 0923048

Judul Tugas Akhir : Usulan Perbaikan Lintasan Produksi Produk Kemeja Lengan Panjang Dewasa Dalam Upaya Mencapai Target Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Di CV Surya Advertising And T-Shirt, Bandung)

Dosen : Santoso, S.T., M.T.

Komentar-Komentar Dosen Penguji:

1. Cek salah-salah ketik
2. Sukses, Gbu

## KOMENTAR DOSEN PENGUJI

Nama Mahasiswa : Vincent Nataprawira

NRP : 0923048

Judul Tugas Akhir : Usulan Perbaikan Lintasan Produksi Produk Kemeja Lengan Panjang Dewasa Dalam Upaya Mencapai Target Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Di CV Surya Advertising And T-Shirt, Bandung)

Dosen : Vivi Arisandhy, S.T., M.T.

Komentar-Komentar Dosen Penguji:

1. Cek format penulisan yang belum rapi
2. Cek skala gambar yang tidak sesuai