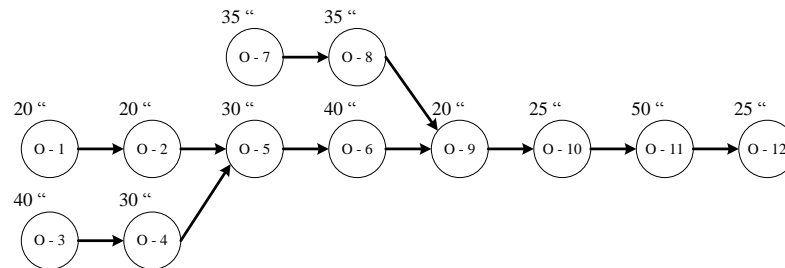


LAMPIRAN A
PERHITUNGAN SIMPLE CASE
SECARA MANUAL E

Simple Case

Contoh kasus *line balancing* :



Jenis Mesin	Operasi	Waktu (detik)
A	1	20
	2	20
	3	40
	4	30
	5	30
	6	40
	7	35
B	8	35
	9	20
	10	25
C	11	50
D	12	25

Target produksi : 300 unit/hari

Jam kerja : 8 jam kerja/hari

$$\text{Waktu siklus (C)} = \frac{\text{waktu kerja yang tersedia}}{\text{target produksi}} = \frac{8 * 3600}{300} = 96 \text{ detik}$$

Parameter algoritma genetika :

- Ukuran populasi = 4
- Jumlah generasi = 2
- Probabilitas crossover (Pc) = 0.95
- Probabilitas mutasi (Pm) = 0.10

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	2	1	2	2	4	1	3	5	5	6	7
Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
Kromosom 4	1	2	1	1	2	4	2	3	5	5	6	7

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	20	20
		3	40	60
		7	35	95
2	A	2	20	20
		4	30	50
		5	30	80
3	B	8	35	35
4	A	6	40	40
5	B	9	20	20
		10	25	45
6	C	11	50	50
7	D	12	25	25

2. Kromosom 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		2	20	40
		3	40	80
2	A	4	30	30
		5	30	60
		7	35	95
3	A	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

3. Kromosom 3

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		3	40	60
		4	30	90
2	A	2	20	20
		5	30	50
		7	35	85
3	A	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

4. Kromosom 4

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		3	40	60
		4	30	90
2	A	2	20	20
		5	30	50
		7	35	85
3	B	8	35	35
4	A	6	40	40
5	B	9	20	20
		10	25	45
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

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. Efisiensi Kromosom 1

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		3	40	60	
		7	35	95	
2	A	2	20	20	84
		4	30	50	
		5	30	80	
3	B	8	35	35	36.84
4	A	6	40	40	42.11
5	B	9	20	20	47.37
		10	25	45	
6	C	11	50	50	52.63
7	D	12	25	25	26.32
Efisiensi Total					55.64

2. Efisiensi Kromosom 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	84
		2	20	40	
		3	40	80	
2	A	4	30	30	100
		5	30	60	
		7	35	95	
3	A	6	40	40	42.11
4	B	8	35	35	84.21
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	52.63
6	D	12	25	25	26.32
Efisiensi Total					64.91

3. Efisiensi Kromosom 3

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		3	40	60	
		4	30	90	
2	A	2	20	20	94
		5	30	50	
		7	35	85	
3	A	6	40	40	44.44
4	B	8	35	35	88.89
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	55.56
6	D	12	25	25	27.78
Efisiensi Total					68.52

4. Efisiensi Kromosom 4

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		3	40	60	
		4	30	90	
2	A	2	20	20	94
		5	30	50	
		7	35	85	
3	B	8	35	35	38.89
4	A	6	40	40	44.44
5	B	9	20	20	50.00
		10	25	45	
5	C	11	50	50	55.56
6	D	12	25	25	27.78
Efisiensi Total					58.73

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 Pc kromosom 1 : 0.825

Bilangan random untuk Pc kromosom 2 : 0.921

Bilangan random untuk Pc kromosom 3 : 0.485

Bilangan random untuk Pc kromosom 4 : 0.734

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 1 dan 4 adalah : 6 dan 9.

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 2 dan 3 adalah : 5 dan 9.

Kromosom 1	1	2	1	2	2	4	1	3	5	5	6	7
Kromosom 4	1	2	1	1	2	4	2	3	5	5	6	7
Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6

Hasil *crossover* dari kedua pasangan kromosom tersebut adalah :

Offspring Crossover Kromosom 1	1	2	1	2	2	4	2	3	5	5	6	7	Tidak Valid
Offspring Crossover Kromosom 4	1	2	1	1	2	4	1	3	5	5	6	7	Tidak Valid
Offspring Crossover Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6	Valid
Offspring Crossover Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	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.

Offspring crossover kromosom 1 dikatakan tidak valid, karena waktu stasiun 2 melebihi waktu siklus aktual yang ada. Sementara *Offspring crossover* kromosom 4 juga dikatakan tidak valid, karena waktu stasiun 1 melebihi waktu siklus aktual yang ada.

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

1. *Offspring Crossover* Kromosom 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		2	20	40
		3	40	80
2	A	4	30	30
		5	30	60
		7	35	95
3	A	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

2. *Offspring Crossover* Kromosom 3

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		3	40	60
		4	30	90
2	A	2	20	20
		5	30	50
		7	35	85
3	A	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

Langkah 4 : Menghitung Decoding

Decoding hasil *crossover* generasi ke-1 yang valid adalah :

1. *Offspring crossover* Kromosom 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	84
		2	20	40	
		3	40	80	
2	A	4	30	30	100
		5	30	60	
		7	35	95	
3	A	6	40	40	42.11
4	B	8	35	35	84.21
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	52.63
6	D	12	25	25	26.32
Efisiensi Total					64.91

2. *Offspring crossover* Kromosom 3

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		3	40	60	
		4	30	90	
2	A	2	20	20	94
		5	30	50	
		7	35	85	
3	A	6	40	40	44.44
4	B	8	35	35	88.89
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	55.56
6	D	12	25	25	27.78
Efisiensi Total					68.52

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	2	1	2	2	4	1	3	5	5	6	7
		0.311	0.252	0.124	0.571	0.675	0.752	0.234	0.514	0.718	0.225	0.574	0.554
	Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.231	0.385	0.412	0.304	0.174	0.714	0.215	0.712	0.512	0.612	0.343	0.275
	Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.543	0.477	0.674	0.921	0.807	0.932	0.527	0.614	0.724	0.815	0.435	0.522
	Kromosom 4	1	2	1	1	2	4	2	3	5	5	6	7
		0.649	0.358	0.482	0.537	0.238	0.158	0.242	0.411	0.162	0.782	0.214	0.349
Offspring Crossover Kromosom 2		1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.246	0.586	0.264	0.167	0.544	0.268	0.246	0.971	0.257	0.264	0.552	0.681
Offspring Crossover Kromosom 3		1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.649	0.964	0.864	0.915	0.934	0.468	0.664	0.494	0.647	0.249	0.346	0.548

Semua kromosom tidak mengalami mutasi, karena nilai setiap bilangan randomnya lebih besar dari nilai P_m yakni 0.10.

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 Total (%)
1	Kromosom 1	55.64
2	Kromosom 2	64.91
3	Kromosom 3	68.52
4	Kromosom 4	58.73
5	Offspring Crossover Kromosom 2	64.91
6	Offspring Crossover Kromosom 3	68.52

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 Total (%)
1	Kromosom 2	64.91
2	Kromosom 3	68.52
3	Offspring Crossover Kromosom 2	64.91
4	Offspring Crossover Kromosom 3	68.52

Langkah 8 : Melakukan Crossover untuk generasi 2

Bilangan random untuk Pc kromosom 2 : 0.213

Bilangan random untuk Pc kromosom 3 : 0.591

Bilangan random untuk Pc *offspring crossover* kromosom 2 : 0.462

Bilangan random untuk Pc *offspring crossover* kromosom 3 : 0.784

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 2 dan 3 adalah : 1 dan 11.

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan *offspring crossover* kromosom 2 dan *offspring crossover* 3 adalah : 5 dan 11.

Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6

Offspring Crossover Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Offspring Crossover Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6

Hasil *crossover* dari kedua pasangan kromosom tersebut adalah :

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

Offspring Crossover 2 Kromosom 2 Generasi 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6	Valid
Offspring Crossover 2 Kromosom 3 Generasi 2	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	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.

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

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

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	t_i	Cum t_i
1	A	1	20	20
		3	40	60
		4	30	90
2	A	2	20	20
		5	30	50
		7	35	85
3	A	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
6	C	11	50	50
7	D	12	25	25

2. *Offspring Crossover* Kromosom 3 Generasi ke-2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		2	20	40
		3	40	80
2	A	4	30	30
		5	30	60
		7	35	95
3	A	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

3. *Offspring Crossover 2* Kromosom 2 Generasi ke-2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		2	20	40
		3	40	80
2	A	4	30	30
		5	30	60
		7	35	95
3	A	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

4. *Offspring Crossover 2* Kromosom 3 Generasi ke-2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti
1	A	1	20	20
		3	40	60
		4	30	90
2	A	2	20	20
		5	30	50
		7	35	85
3	B	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

Langkah 9 : Menghitung Decoding

Decoding hasil *crossover* generasi ke-2 yang valid adalah :

1. *Offspring crossover* Kromosom 2 Generasi 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		3	40	60	
		4	30	90	
2	A	2	20	20	94
		5	30	50	
		7	35	85	
3	A	6	40	40	44.44
4	B	8	35	35	88.89
		9	20	55	
		10	25	80	
6	C	11	50	50	55.56
7	D	12	25	25	27.78
Efisiensi Total					68.52

2. *Offspring crossover* Kromosom 3 Generasi 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	84
		2	20	40	
		3	40	80	
2	A	4	30	30	100
		5	30	60	
		7	35	95	
3	A	6	40	40	42.11
4	B	8	35	35	84.21
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	52.63
6	D	12	25	25	26.32
Efisiensi Total					64.91

3. *Offspring crossover 2 Kromosom 2 Generasi 2*

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	84
		2	20	40	
		3	40	80	
2	A	4	30	30	100
		5	30	60	
		7	35	95	
3	A	6	40	40	42.11
4	B	8	35	35	84.21
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	52.63
6	D	12	25	25	26.32
Efisiensi Total					64.91

4. *Offspring crossover 2 Kromosom 3 Generasi 2*

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		3	40	60	
		4	30	90	
2	A	2	20	20	94
		5	30	50	
		7	35	85	
3	B	6	40	40	44.44
4	B	8	35	35	88.89
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	55.56
6	D	12	25	25	27.78
Efisiensi Total					68.52

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.

Elemen Kerja		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.568	0.241	0.204	0.684	0.345	0.649	0.167	0.264	0.256	0.415	0.486	0.154
	Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.516	0.134	0.554	0.380	0.318	0.234	0.264	0.594	0.497	0.216	0.349	0.154
	Offspring Crossover Kromosom 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.594	0.473	0.679	0.345	0.064	0.782	0.306	0.315	0.467	0.341	0.548	0.645
	Offspring Crossover Kromosom 3	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.557	0.634	0.456	0.486	0.657	0.201	0.404	0.647	0.559	0.643	0.594	0.371
	Offspring Crossover Kromosom 2 Generasi 2	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.564	0.684	0.578	0.241	0.316	0.915	0.346	0.135	0.504	0.167	0.318	0.348
	Offspring Crossover Kromosom 3 Generasi 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.648	0.514	0.216	0.514	0.349	0.975	0.647	0.384	0.346	0.213	0.349	0.348
	Offspring Crossover Kromosom 2 Generasi 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.216	0.349	0.143	0.213	0.261	0.746	0.346	0.264	0.316	0.371	0.316	0.892
	Offspring Crossover Kromosom 3 Generasi 2	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
		0.215	0.035	0.193	0.084	0.461	0.751	0.642	0.301	0.326	0.234	0.164	0.349

Gen yang mengalami mutasi menggunakan metode *order-based mutation* dari kromosom diatas adalah :

1. *Offspring crossover* kromosom 2 generasi 1
Elemen kerja ke-5 dengan nilai bilangan random sebesar $0.064 > \frac{1}{2} P_m$, maka elemen kerja tersebut yang seharusnya dikerjakan di stasiun 2 menjadi dikerjakan di stasiun 3.
2. *Offspring crossover* kromosom 3 generasi 2
➤ Elemen kerja ke-2 dengan nilai bilangan random sebesar $0.035 \leq \frac{1}{2} P_m$, maka elemen kerja tersebut yang seharusnya dikerjakan di stasiun 2 menjadi dikerjakan di stasiun 1.

- Elemen kerja ke-4 dengan nilai bilangan random sebesar $0.084 > \frac{1}{2} P_m$, maka elemen kerja tersebut yang seharusnya dikerjakan di stasiun 1 menjadi dikerjakan di stasiun 2.

Jadi, hasil mutasi generasi ke-2 adalah :

Offspring Mutasi Crossover Kromosom 2	1	1	1	2	3	3	2	4	4	4	5	6
Offspring Mutasi Crossover Kromosom 3 Generasi 2	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6

Berdasarkan hasil mutasi, penugasan elemen kerja untuk kromosom *offspringnya* adalah sebagai berikut :

1. Offspring Mutasi Crossover Kromosom 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	t_i	Cum t_i
1	A	1	20	20
		2	20	40
		3	40	80
2	A	4	30	30
		7	35	65
3	A	5	30	30
		6	40	70
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

2. Offspring Mutasi Crossover Kromosom 3 Generasi 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	t_i	Cum t_i
1	A	1	20	20
		2	20	40
		3	40	80
2	A	4	30	30
		5	30	60
		7	35	95
3	B	6	40	40
4	B	8	35	35
		9	20	55
		10	25	80
5	C	11	50	50
6	D	12	25	25

Langkah 11 : Menghitung Decoding

Berikut ini adalah hasil *offspring* mutasi untuk setiap kromosom yang terbentuk untuk mengetahui efisiensi lintasannya :

1. *Offspring* Mutasi Crossover Kromosom 2 Generasi 1

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		2	20	40	
		3	40	80	
2	A	4	30	30	81.25
		7	35	65	
3	A	5	30	30	87.50
		6	40	70	
4	B	8	35	35	100
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	62.50
6	D	12	25	25	31.25
Efisiensi Total					77.08

2. *Offspring* Mutasi Crossover Kromosom 3 Generasi 2

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	84.21
		2	20	40	
		3	40	80	
2	A	4	30	30	100
		5	30	60	
		7	35	95	
3	B	6	40	40	42.11
4	B	8	35	35	84.21
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	52.63
6	D	12	25	25	26.32
Efisiensi Total					64.91

Langkah 12 : Melakukan seleksi generasi 2

Hasil efisiensi total dari setiap kromosom yang valid adalah:

No.	Kromosom	Efisiensi Lintasan Total (%)
1	Kromosom 2 Generasi ke-1	64.91
2	Kromosom 3 Generasi ke-1	68.52
3	Offspring Crossover Kromosom 2 Generasi ke-1	64.91
4	Offspring Crossover Kromosom 3 Generasi ke-1	68.52
5	Offspring Crossover Kromosom 2 Generasi ke-2	68.52
6	Offspring Crossover Kromosom 3 Generasi ke-2	64.91
7	Offspring Crossover Kromosom 2 Generasi ke-2	64.91
8	Offspring Crossover Kromosom 3 Generasi ke-2	68.52
9	Offspring Mutasi Crossover Kromosom 2 Generasi ke-2	77.08

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

No.	Kromosom	Efisiensi Lintasan Total (%)
1	Kromosom 3 Generasi ke-1	68.52
2	Offspring Crossover Kromosom 3 Generasi ke-1	68.52
3	Offspring Crossover Kromosom 3 Generasi ke-2	68.52
4	Offspring Mutasi Crossover Kromosom 2 Generasi ke-2	77.08

Maka kromosom yang terpilih adalah yang memiliki efisiensi lintasan total terbesar yaitu *offspring Mutasi Crossover Kromosom 2* generasi ke-2 sebesar 77.08 %.

LAMPIRAN B
HASIL PERHITUNGAN SIMPLE CASE
MENGGUNAKAN SOFTWARE

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

Generasi	Populasi	Efisiensi	Operasi											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Kromosom											
0	1	55.64%	1	2	1	2	2	4	1	3	5	5	6	7
0	2	64.91%	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
0	3	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
0	4	58.73%	1	2	1	1	2	4	2	3	5	5	6	7
1	C2&3-5&10	64.91%	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
1	C2&3-5&10	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
1	1	64.91%	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
1	2	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
1	3	64.91%	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
1	4	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
2	C1&2-1&12	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
2	C1&2-1&12	64.91%	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
2	C4&3-5&12	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
2	C4&3-5&12	64.91%	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
2	M3	77.08%	1	1	1	2	3	3	2	4	4	4	5	6
2	M8	64.91%	1	1	1	2	2	3	2	4	4	4	5	6
2	1	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
2	2	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
2	3	68.52%	1	2	1	1	2	3	2	4	4	4	5	6
2	4	77.08%	1	1	1	2	3	3	2	4	4	4	5	6

Keterangan :

- Pada generasi ke-1, terlihat penulisan C 2&3 – 5&10, yang berarti : kromosom 2 dan 3 dari hasil generasi ke-0 (encoding) dilakukan proses crossover dengan nilai crossing site adalah 5 dan 9 (10-1).
- Pada generasi ke-2, terlihat penulisan m3, yang berarti : mutasi dilakukan pada kromosom 3 dari generasi 1. Sedangkan m8 berarti : mutasi dilakukan pada hasil crossover kromosom 4 dari generasi ke-2.
- 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 77.08%, dengan susunan kromosom sebagai berikut :

Stasiun Kerja	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	A	1	20	20	100
		2	20	40	
		3	40	80	
2	A	4	30	30	81.25
		7	35	65	
3	A	5	30	30	87.50
		6	40	70	
4	B	8	35	35	100
		9	20	55	
		10	25	80	
5	C	11	50	50	62.50
6	D	12	25	25	31.25
Efisiensi Total					77.08

LAMPIRAN C

**LANGKAH-LANGKAH PENYELESAIAN
KASUS PERUSAHAAN MENGGUNAKAN
SOFTWARE**

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

1. Tampilan awal dari *software*

Tampilan menu awal terdiri dari 2 bagian yaitu : *input product* dan proses. Sebelum memproses, terlebih dahulu melakukan input data dengan mengklik menu *input product*, kemudian memasukkan data awal yang dibutuhkan untuk proses perhitungan untuk mendapatkan efisiensi suatu lintasan produksi, sedangkan menu Proses digunakan untuk melihat efisiensi lintasan yang paling tinggi.



2. Pilih menu *input product*

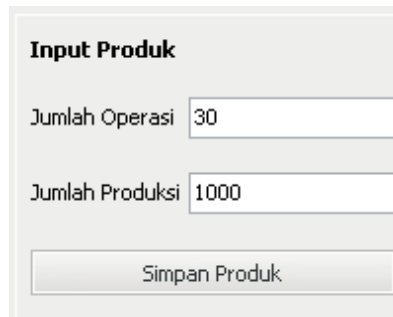
Pada *input product* akan menampilkan suatu jendela input seperti : target produksi, jumlah jam kerja, jenis operasi, jenis mesin yang digunakan, operasi pendahulu, operasi pengikut, dan waktu operasi.

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,
- Kemudian mengisi jumlah produksi atau target produksi yang ingin dicapai.
- Lalu pilih simpan produk.



Input Produk

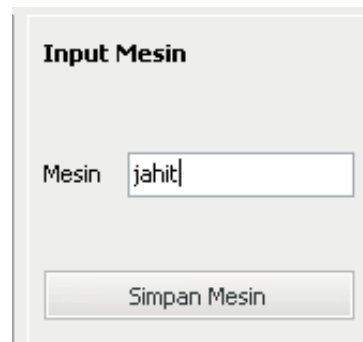
Jumlah Operasi 30

Jumlah Produksi 1000

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.



Input Mesin

Mesin jahit

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		3	150.000	jahit
2	2		3	150.000	jahit
3	3	1;2	4	20.000	jahit
4	4	3	5	62.000	jahit
5	5	4	6	37.000	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).

Maka didapatkan efisiensi lintasan total yang paling tinggi adalah sebesar 55.18%, dengan susunan kromosom adalah sebagai berikut :

Stasiun	Mesin	Operasi	ti	Cum ti	Efisiensi Stasiun (%)
1	Mesin Jahit	1	150	150	93.75
2	Mesin Jahit	2	150	150	93.75
3	Mesin Obras	8	18	18	50.625
		11	18	36	
		19	45	81	
4	Mesin Jahit	3	20	20	86.25
		4	62	82	
		9	18	100	
		12	18	118	
		20	20	138	
5	Mesin Jahit	5	37	37	85.625
		6	100	137	
6	Mesin Obras	7	25	25	88.125
		10	35	60	
		13	35	95	
		14	46	141	
7	Mesin Jahit	15	14	14	80.625
		16	40	54	
		17	40	94	
		18	35	129	
8	Mesin Obras	21	35	35	21.875
9	Mesin Jahit	22	50	50	31.25
10	Mesin Obras	23	30	30	18.75
11	Mesin Rantai	24	60	60	37.5
12	Mesin Jahit	25	50	50	31.25
13	Mesin Jahit	26	160	160	100
14	Gunting	27	60	60	37.5
15	Manual	28	60	60	37.5
16	Steam	29	40	40	25
17	Manual	30	30	30	18.75
		Efisiensi Lintasan Total			55.18

DATA PENULIS

Nama : Fenndy Halim
Tempat/Tanggal Lahir : Pematangsiantar/04 Desember 1989
Alamat : Jl. Prambanan No. 68
Pematangsiantar, Sumatera Utara
No. Handphone : 081-8090-777-55
Alamat E-mail : fenndyhalim_89@yahoo.com
Pendidikan : SMA Methodist Pematangsiantar
Teknik Industri Universitas Kristen Maranatha
Nilai Tugas Akhir : 3.58 (A)
Tanggal USTA : 1 July 2011

KOMENTAR DOSEN PENGUJI

Nama Mahasiswa : Fenndy Halim
NRP : 0723061
Tanggal USTA : 01 July 2011
Judul Tugas Akhir : Upaya Perbaikan Lintasan Produksi "CV. Wattoo-Wattoo
Garment Bandung" Menggunakan Pendekatan
Algoritma Genetika

Komentar dan Saran Dosen Penguji I (Ir. Kartika Suhada, MT.) :

1. Pertimbangkan kembali penempatan stasiun kerja, karena terlihat *crowded* alirannya.

KOMENTAR DOSEN PENGUJI

Nama Mahasiswa : Fenndy Halim
NRP : 0723061
Tanggal USTA : 01 July 2011
Judul Tugas Akhir : Upaya Perbaikan Lintasan Produksi "CV. Wattoo-Wattoo Garment Bandung" Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika

Komentar dan Saran Dosen Penguji II (Vivi Arisandhy, ST., MT.) :

1. Pertimbangkan kembali penempatan stasiun kerja, karena terlihat *crowded* alirannya.
2. Presentasi : - Suara jelas.
- Slide cukup baik, hanya ada tabel-tabel yang tulisannya kurang jelas (mungkin karena warna background & ukuran huruf kecil tp warna huruf tipis).
3. Buat Diagram Alir untuk kondisi saat ini.
4. Perbaiki *layout* usulan, karena alirannya agak susah kalau mau diterapkan → Bagaimana *material handlingnya*?
5. Lini dipadatkan di 1 meja → Cek kelebihan & kekurangannya.

KOMENTAR DOSEN PENGUJI

Nama Mahasiswa : Fenndy Halim
NRP : 0723061
Tanggal USTA : 01 July 2011
Judul Tugas Akhir : Upaya Perbaikan Lintasan Produksi "CV. Wattoo-Wattoo
Garment Bandung" Menggunakan Pendekatan
Algoritma Genetika

Komentar dan Saran Dosen Penguji III (Victor Suhandi, ST., MT.) :

1. Penguasaan teori.
2. Susunan stasiun kerja agak semerawut.