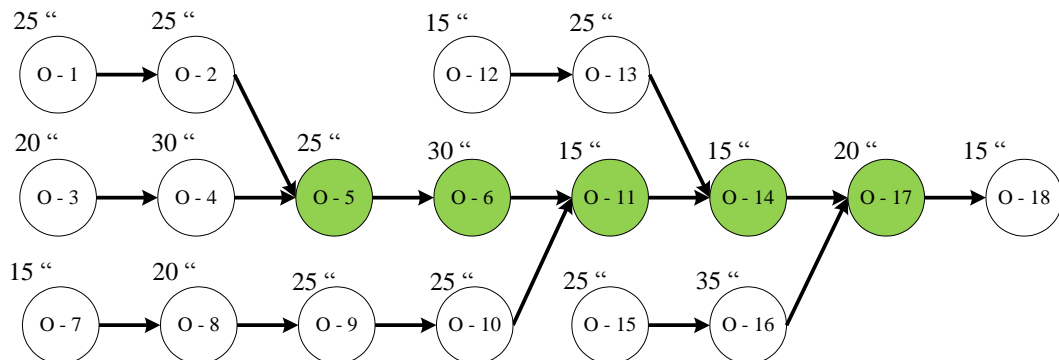


LAMPIRAN

Contoh kasus sederhana:



Target produksi per hari : 400 unit

Jam kerja per hari : 8 jam

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\text{waktu kerja yang tersedia}}{\text{target produksi}} = \frac{8 \times 3600}{400} = 72 \text{ detik}$$

Parameter algoritma genetika:

- Ukuran populasi = 4
- Ukuran generasi = 2
- Probabilitas crossover (Pc) = 0,95
- Probabilitas mutasi (Pm) = 0,01

Langkah-langkah pengerjaan algoritma genetik secara manual berdasarkan kasus sederhana yang di buat adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *Encoding* generasi ke-0

Pada proses encoding terbentuk 4 buah kromosom sebagai populasi awal sesuai dengan ukuran populasi yang telah ditentukan di awal. Berdasarkan *precedence diagram* yang telah dibentuk, 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 :

1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8

Penugasan kromosom yang telah dibentuk maka didapatkan hasil penugasan elemen kerja tiap kromosom sebagai berikut:

Kromosom 1

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	4	30	30
		8	20	50
		12	15	65
3	A	2	25	25
		9	25	50
4	A	10	25	25
		15	25	50
5	A	13	25	25
		16	35	60
6	B	5	25	25
		6	30	55
		11	15	70
7	B	14	15	15
		17	20	35
8	A	18	15	15

Kromosom 2

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	8	20	20
		9	25	45
		12	15	60
3	A	4	30	30
		15	25	55
4	A	2	25	25
		10	25	50
5	A	13	25	25
		16	35	60
6	B	5	25	25
		6	30	55
		11	15	70
7	B	14	15	15
		17	20	35
8	A	18	15	15

Kromosom 3

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	2	25	25
		8	20	45
		12	15	60
3	A	4	30	30
		13	25	55
4	B	5	25	25
		6	30	55
5	A	9	25	25
		15	25	50
6	A	10	25	25
		16	35	60
7	B	11	15	15
		14	15	30
		17	20	50
8	A	18	15	15

Kromosom 4

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	8	25	25
		9	20	45
		12	15	60
3	A	4	30	30
		13	25	55
4	A	2	25	25
		10	25	50
5	A	15	25	25
		16	35	60
6	B	5	25	25
		6	30	55
		11	15	70
7	B	14	15	15
		17	20	35
8	A	18	15	15

2. Menghitung *Decoding*

Efisiensi lintasan adalah tolak ukur dalam sebuah metode *line balancing*, semakin besar efisiensi lintasan maka dapat dikatakan suatu lintasan produksi menjadi lebih efisien.

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

Kromosom 1

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	85.71%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	4	30	30	92.86%
		8	20	50	
		12	15	65	
3	A	2	25	25	71.43%
		9	25	50	
4	A	10	25	25	71.43%
		15	25	50	
5	A	13	25	25	85.71%
		16	35	60	
6	B	5	25	25	100.00%
		6	30	55	
		11	15	70	
7	B	14	15	15	50.00%
		17	20	35	
8	A	18	15	15	21.43%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					72.32%

Kromosom 2

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	85.71%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	8	20	20	85.71%
		9	25	45	
		12	15	60	
3	A	4	30	30	78.57%
		15	25	55	
4	A	2	25	25	71.43%
		10	25	50	
5	A	13	25	25	85.71%
		16	35	60	
6	B	5	25	25	100.00%
		6	30	55	
		11	15	70	
7	B	14	15	15	50.00%
		17	20	35	
8	A	18	15	15	21.43%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					72.32%

Kromosom 3

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	100.00%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	2	25	25	100.00%
		8	20	45	
		12	15	60	
3	A	4	30	30	91.67%
		13	25	55	
4	B	5	25	25	91.67%
		6	30	55	
5	A	9	25	25	83.33%
		15	25	50	
6	A	10	25	25	100.00%
		16	35	60	
7	B	11	15	15	83.33%
		14	15	30	
		17	20	50	
8	A	18	15	15	25.00%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					84.38%

Kromosom 4

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	85.71%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	8	25	25	85.71%
		9	20	45	
		12	15	60	
3	A	4	30	30	78.57%
		13	25	55	
4	A	2	25	25	71.43%
		10	25	50	
5	A	15	25	25	85.71%
		16	35	60	
6	B	5	25	25	100.00%
		6	30	55	
		11	15	70	
7	B	14	15	15	50.00%
		17	20	35	
8	A	18	15	15	21.43%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					72.32%

3. Melakukan *Crossover*

Langkah-langkah untuk melakukan proses *crossover* dari semua *parent* 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 : 0.339

Bilangan random untuk P_c kromosom 2 : 0.927

Bilangan random untuk P_c kromosom 3 : 0.243

Bilangan random untuk P_c kromosom 4 : 0.165

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 2 dan 1 adalah : 11 dan 14, sedangkan untuk *crossing site* pasangan kromosom 3 dan 4 adalah : 9 dan 11.

kromosom 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

kromosom 1	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

kromosom 3	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

kromosom 4	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Hasil *crossover* dari kedua pasangan kromosom tersebut adalah:

Offspring Crossover Kromosom 1	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8	Valid
Offspring Crossover Kromosom 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8	Valid
Offspring Crossover Kromosom 3	1	2	1	3	4	4	1	2	2	4	6	2	3	7	5	6	7	8	Tidak Valid
Offspring Crossover Kromosom 4	1	4	1	3	6	6	1	2	5	6	7	2	3	7	5	5	7	8	Tidak 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*.

Pada offspring crossover kromosom 3 dan offspring crossover kromosom 4 dinyatakan tidak valid karena waktu total setiap stasiun kerja pada offspring crossover kromosom 3 dan offspring crossover kromosom 4 lebih besar dari waktu siklus aktual yang ada. Berikut adalah hasil dari offspring crossover kromosom 1 dan offspring crossover kromosom 2:

offspring crossover kromosom 1

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	4	30	30
		8	20	50
		12	15	65
3	A	2	25	25
		9	25	50
4	A	10	25	25
		15	25	50
5	A	13	25	25
		16	35	60
6	B	5	25	25
		6	30	55
		11	15	70
7	B	14	15	15
		17	20	35
8	A	18	15	15

offspring crossover kromosom 2

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	8	20	20
		9	25	45
		12	15	60
3	A	4	30	30
		15	25	55
4	A	2	25	25
		10	25	50
5	A	13	25	25
		16	35	60
6	B	5	25	25
		6	30	55
		11	15	70
7	B	14	15	15
		17	20	35
8	A	18	15	15

4. Menghitung Decoding

Decoding hasil *crossover* generasi ke-1 yang valid adalah offspring crossover kromosom 1 dan offspring crossover kromosom 2. Berikut adalah hasil offspring crossover kromosom 1 dan offspring crossover kromosom 2:

offspring crossover kromosom 1

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	85.71%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	4	30	30	92.86%
		8	20	50	
		12	15	65	
3	A	2	25	25	71.43%
		9	25	50	
4	A	10	25	25	71.43%
		15	25	50	
5	A	13	25	25	85.71%
		16	35	60	
6	B	5	25	25	100.00%
		6	30	55	
		11	15	70	
7	B	14	15	15	50.00%
		17	20	35	
8	A	18	15	15	21.43%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					72.32%

offspring crossover kromosom 2

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	85.71%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	8	20	20	85.71%
		9	25	45	
		12	15	60	
3	A	4	30	30	78.57%
		15	25	55	
4	A	2	25	25	71.43%
		10	25	50	
5	A	13	25	25	85.71%
		16	35	60	
6	B	5	25	25	100.00%
		6	30	55	
		11	15	70	
7	B	14	15	15	50.00%
		17	20	35	
8	A	18	15	15	21.43%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					72.32%

5. Melakukan *Mutasi*

Langkah-langkah untuk melakukan proses mutasi dari semua kromosom 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, tetapi bila bilangan random lebih besar dari P_m , maka kromosom tersebut tidak mengalami mutasi.
- Kromosom baru hasil proses mutasi dinamakan *offspring* mutasi.

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

Kromosom 1	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
	0.289	0.764	0.927	0.643	0.522	0.661	0.591	0.259	0.607	0.262	0.984	0.653	0.865	0.682	0.546	0.347	0.688	0.892
Kromosom 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
	0.894	0.395	0.893	0.047	0.341	0.752	0.164	0.485	0.818	0.058	0.820	0.133	0.363	0.124	0.991	0.324	0.695	0.468
Kromosom 3	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
	0.953	0.260	0.413	0.765	0.252	0.876	0.849	0.912	0.353	0.840	0.165	0.416	0.941	0.740	0.368	0.227	0.487	0.367
Kromosom 4	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
	0.369	0.197	0.898	0.520	0.167	0.320	0.663	0.654	0.973	0.524	0.135	0.662	0.398	0.465	0.955	0.049	0.666	0.846
Offspring Crossover Kromosom 1	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
	0.289	0.424	0.976	0.048	0.669	0.094	0.785	0.145	0.356	0.218	0.494	0.491	0.586	0.244	0.546	0.757	0.851	0.067
Offspring Crossover Kromosom 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
	0.854	0.237	0.257	0.852	0.444	0.477	0.238	0.362	0.240	0.125	0.476	0.317	0.723	0.642	0.672	0.244	0.142	0.268

Semua kromosom tidak mengalami mutasi karena nilai random dari tiap gen lebih besar dari Pm.

6. Menghitung *Decoding*

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

7. Melakukan seleksi generasi ke-1

Hasil efisiensi lintasan tiap kromosom yang valid adalah sebagai berikut:

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 1	72.32%
2	Kromosom 2	72.32%
3	Kromosom 3	84.38%
4	Kromosom 4	72.32%
5	Offspring Crossover Kromosom 1	72.32%
6	Offspring Crossover Kromosom 2	72.32%

Berdasarkan ukuran populasi yang telah ditentukan oleh penulis sebesar 4, maka dipilih 4 hasil kromosom terbaik. Kromosom yang terpilih adalah sebagai berikut:

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 1	72.32%
2	Kromosom 2	72.32%
3	Kromosom 3	84.38%
4	Kromosom 4	72.32%

8. Melakukan Crossover untuk generasi ke-2

- Bilangan random untuk Pc kromosom 1 : 0.413
- Bilangan random untuk Pc kromosom 2 : 0.320
- Bilangan random untuk Pc kromosom 3 : 0.893
- Bilangan random untuk Pc kromosom 4 : 0.758

Bilangan random yang diperoleh untuk *crossing site* pasangan kromosom 3 dan 4 adalah : 13 dan 15, sedangkan untuk *crossing site* pasangan kromosom 1 dan 2 adalah : 2 dan 4.

Kromosom 1	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
Kromosom 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
Kromosom 3	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
Kromosom 4	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8

Hasil *crossover* dari kedua pasangan kromosom tersebut adalah:

OC kromosom 1 generasi 2	1	4	1	3	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8	tidak valid
OC kromosom 2 generasi 2	1	3	1	2	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8	tidak valid
OC kromosom 3 generasi 2	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8	valid
OC kromosom 4 generasi 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8	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*.

Pada offspring crossover kromosom 3 dan offspring crossover kromosom 4 dinyatakan tidak valid karena waktu total setiap stasiun kerja pada offspring crossover kromosom 3 dan offspring crossover kromosom 4 lebih besar dari waktu siklus aktual yang ada.

Berikut adalah hasil dari offspring crossover kromosom 3 dan offspring crossover kromosom 4:

offspring crossover kromosom 3

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	2	25	25
		8	20	45
		12	15	60
3	A	4	30	30
		13	25	55
4	B	5	25	25
		6	30	55
5	A	9	25	25
		15	25	50
6	A	10	25	25
		16	35	60
7	B	11	15	15
		14	15	30
		17	20	50
8	A	18	15	15

offspring crossover kromosom 4

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)
1	A	1	25	25
		3	20	45
		7	15	60
2	A	8	25	25
		9	20	45
		12	15	60
3	A	4	30	30
		13	25	55
4	A	2	25	25
		10	25	50
5	A	15	25	25
		16	35	60
6	B	5	25	25
		6	30	55
		11	15	70
7	B	14	15	15
		17	20	35
8	A	18	15	15

9. Menghitung *Decoding* Generasi ke-2

Decoding hasil *crossover* generasi ke-2 yang valid adalah offspring *crossover* kromosom 3 dan offspring *crossover* kromosom 4. Berikut adalah hasil offspring *crossover* kromosom 3 dan offspring *crossover* kromosom 4:

offspring *crossover* kromosom 3

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	100.00%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	2	25	25	100.00%
		8	20	45	
		12	15	60	
3	A	4	30	30	91.67%
		13	25	55	
4	B	5	25	25	91.67%
		6	30	55	
5	A	9	25	25	83.33%
		15	25	50	
6	A	10	25	25	100.00%
		16	35	60	
7	B	11	15	15	83.33%
		14	15	30	
		17	20	50	
8	A	18	15	15	25.00%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					84.38%

offspring *crossover* kromosom 4

Stasiun	Mesin	Operasi	ti (detik)	ti kumulatif (detik)	Efisiensi Lintasan
1	A	1	25	25	85.71%
		3	20	45	
		7	15	60	
2	A	8	25	25	85.71%
		9	20	45	
		12	15	60	
3	A	4	30	30	78.57%
		13	25	55	
4	A	2	25	25	71.43%
		10	25	50	
5	A	15	25	25	85.71%
		16	35	60	
6	B	5	25	25	100.00%
		6	30	55	
		11	15	70	
7	B	14	15	15	50.00%
		17	20	35	
8	A	18	15	15	21.43%
Efisiensi Lintasan Rata-rata					72.32%

10. Melakukan *Mutasi* generasi ke-2

Langkah pengerjaan sama dengan langkah 5. Berikut hasil bilangan random yang dibangkitkan untuk tiap gen pada semua kromosom.

Kromosom 1	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
	0.161	0.305	0.116	0.736	0.351	0.512	0.635	0.334	0.687	0.048	0.561	0.638	0.321	0.964	0.380	0.713	0.735	0.327
Kromosom 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
	0.761	0.952	0.046	0.534	0.649	0.731	0.459	0.413	0.521	0.523	0.618	0.214	0.515	0.013	0.996	0.248	0.338	0.154
Kromosom 3	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
	0.238	0.731	0.428	0.884	0.648	0.533	0.536	0.590	0.789	0.529	0.190	0.421	0.129	0.288	0.724	0.773	0.022	0.370
Kromosom 4	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
	0.254	0.106	0.996	0.445	0.117	0.690	0.629	0.788	0.737	0.132	0.792	0.497	0.620	0.107	0.543	0.268	0.515	0.736
OC kromosom 3 generasi 2	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
	0.740	0.830	0.135	0.674	0.568	0.342	0.943	0.675	0.290	0.185	0.942	0.396	0.160	0.975	0.816	0.858	0.891	0.446
OC kromosom 4 generasi 2	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
	0.057	0.515	0.933	0.318	0.389	0.724	0.957	0.968	0.558	0.341	0.354	0.345	0.312	0.675	0.458	0.178	0.597	0.974

Semua kromosom tidak mengalami mutasi karena nilai random dari tiap gen lebih besar dari P_m .

11. Menghitung *Decoding*

Tidak ada kromosom yang mengalami mutasi, maka tidak dilakukan perhitungan *decoding*.

12. Melakukan seleksi generasi ke-2

Hasil efisiensi lintasan dari tiap kromosom yang valid adalah sebagai berikut:

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 1	72.32%
2	Kromosom 2	72.32%
3	Kromosom 3	84.38%
4	Kromosom 4	72.32%
5	OC kromosom 3 generasi 2	84.38%
6	OC kromosom 4 generasi 2	72.32%

Berdasarkan ukuran populasi yang telah ditentukan oleh penulis sebesar 4, maka dipilih 4 hasil kromosom terbaik. Kromosom yang terpilih adalah sebagai berikut:

No	Kromosom	Efisiensi Lintasan
1	Kromosom 1	72.32%
2	Kromosom 2	72.32%
3	Kromosom 3	84.38%
4	OC kromosom 3 generasi 2	84.38%

Berikut adalah hasil *output* dari *software* genetik:

Generasi	Populasi	Efisiensi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	1	72.32%	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
0	2	72.32%	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
0	3	84.38%	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
0	4	72.32%	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
1	C2&1-11&14	72.32%	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
1	C2&1-11&14	72.32%	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
1	1	72.32%	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
1	2	72.32%	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	5	7	3	5	7	8
1	3	84.38%	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
1	4	72.32%	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
2	C4&3-13&15	72.32%	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
2	C4&3-13&15	84.38%	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
2	1	72.32%	1	3	1	2	6	6	1	2	3	4	6	2	5	7	4	5	7	8
2	2	84.38%	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8
2	3	72.32%	1	4	1	3	6	6	1	2	2	4	6	2	3	7	5	5	7	8
2	4	84.38%	1	2	1	3	4	4	1	2	5	6	7	2	3	7	5	6	7	8

Keterangan :

- Pada generasi ke-1, terlihat penulisan C 2&1 – 11&14, yang berarti : kromosom 2 dan 1 dari hasil generasi ke-0 (*encoding*) dilakukan proses *crossover* dengan nilai *crossing site* adalah 11 dan 14.
- Pada generasi ke-2, terlihat penulisan C 4&3 – 13&15, yang berarti : kromosom 4 dan 3 dari hasil generasi ke-1 (*encoding*) dilakukan proses *crossover* dengan nilai *crossing site* adalah 13 dan 15.

Hasil *crossover* dan mutasi yang ditampilkan oleh *software* adalah hanya hasil *decoding* kromosom yang valid.

Langkah-langkah untuk menyelesaikan kasus sederhana 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*

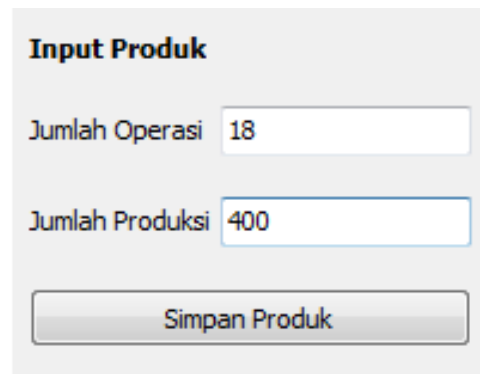
Pada *input product* akan menampilkan suatu jendela input seperti : target produksi, jumlah jam kerja, jenis operasi, jenis mesin yang digunakan, operasi pendahulu, operasi pengikut, dan waktu operasi.

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.



Input Produk

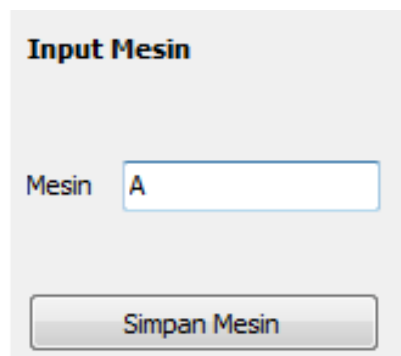
Jumlah Operasi 18

Jumlah Produksi 400

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 A

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	25	A
2	2	1	5	25	A
3	3		4	20	A
4	4	3	5	30	A
5	5	2;4	6	25	B

Langkah 4 :

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

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

Proses ALB - Genetic

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
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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*.

Proses ALB - Genetic

Load Case

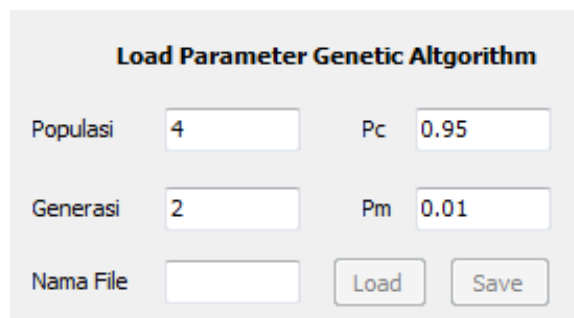
Total Operasi

Jumlah Produksi

Nama File

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.



The image shows a dialog box titled "Load Parameter Genetic Algorithm". It has four input fields: "Populasi" with the value "4", "Generasi" with the value "2", "Pc" with the value "0.95", and "Pm" with the value "0.01". Below these fields is a "Nama File" input field and two buttons labeled "Load" and "Save".

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.

Berdasarkan penugasan elemen kerja menggunakan *software Genetic Algoritim* (GA), dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Ukuran populasi : 4
- Jumlah generasi : 2
- Probabilitas Crossover (Pc) : 0.95
- Probabilitas Mutasi (Pm) : 0.01

Maka didapatkan efisiensi lintasan total yang paling tinggi adalah sebesar 84,38%, sebagai berikut:

Proses ALB - Genetic

Load Case

DD

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;3;7	60.00
2	2;8;12	60.00
3	4;13	55.00
4	5;6	55.00
5	9;15	50.00
6	10;16	60.00
7	11;14;17	50.00
8	18	15.00