

Evaluation Of Production Process Scheduling In Order To Improve Optimization Using Genetic Algorithm

[Evaluasi Penjadwalan Proses Produksi Dalam Rangka Peningkatan Optimasi Menggunakan Algoritma Genetika]

Ahmad Fikri Ardianto¹⁾, Tedjo Sukmono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: 181020700010@umsida.ac.id

Abstract. *PT. Kemasan Ciptatama Sempurna is a company engaged in manufacturing styrofoam. In companies, there is often a mismatch of the production scheduling system when the number of orders from various customers places orders simultaneously, thus affecting the existing production capacity and resulting in delays in production time. This study aims to obtain the best time results in completing production capacity and obtaining fitness value between production processes. The Genetic Algorithm approach is one of the alternative solutions in fixing problems in scheduling by providing a significant time solution in minimizing the delay in production in accordance with the wishes of consumers both in terms of scheduling time that has been agreed with the consumer n sehingga makespan which provides optimal value production scheduling. The results of this study in production planning obtained a makespan value in the 2021 order activity of 1162.5 hours, this work process uses a genetic algorithm so that a makespan result of 1141.5 hours is obtained. This is more effective than manual scheduling with an efficiency value of 1.02 with a 21-hour savings of makespan.*

Keywords - *Styrofoam, First Come First Served, Genetic Algorithm, Makespan*

Abstrak. *PT. Kemasan Ciptatama Sempurna merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur styrofoam. Pada perusahaan sering terjadi ke tidak sesuaian sistem penjadwalan produksi ketika jumlah order dari pelanggan yang beragam melakukan pemesanan secara bersamaan, sehingga berpengaruh pada kapasitas produksi yang ada dan mengakibatkan keterlambatan waktu produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil waktu terbaik dalam penyelesaian kapasitas produksi serta memperoleh nilai fitness diantara proses produksi. Pendekatan Algoritma Genetika merupakan salah satu solusi alternatif dalam memperbaiki permasalahan dalam penjadwalan dengan memberikan solusi waktu yang signifikan dalam meminimumkan keterlambatan produksi sesuai dengan keinginan konsumen baik dari segi waktu penjadwalan yang telah disepakati dengan konsumen sehingga makespan yang memberikan nilai optimal penjadwalan produksi. Hasil penelitian ini pada perencanaan produksi didapatkan nilai makespan pada kegiatan order tahun 2021 sebesar 1162,5 jam, proses pengerjaan ini menggunakan algoritma genetika sehingga di dapatkan hasil makespan 1141,5 jam. Hal ini lebih efektif dari penjadwalan manual dengan pemberian nilai efisiensi sebesar 1,02 dengan penghematan makespan 21 jam.*

Kata Kunci - *Styrofoam, First Come First Served, Algoritma Genetika, Makespan*

I. PENDAHULUAN

Sistem penjadwalan produksi PT. Kemasan Ciptatama Sempurna dalam pengimplementasiannya menggunakan aturan waktu *order* masuk pertama keluar pertama *First Come First Serve* (FCFS). Mengenai aturan FCFS, terdapat waktu pemrosesan yang singkat dan lama. Pesanan yang pertama maka akan diproduksi terlebih dahulu. Dalam sebuah pekerjaan terutama dalam order perlu dijalankan melalui sebuah antrian. Terlihat pada proses penjadwalan produksi, produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan penjadwalan dan total waktu pengerjaan pada 5 produk yaitu sudut, siku, pelampung, sheet, box, dengan total waktu proses produksi membutuhkan waktu 9,2 jam dengan rincian proses awal pencampuran bahan sebesar 1,2 jam dan 8 jam untuk pengolahan produk sesuai kebutuhan, mulai dari produk sudut, siku, pelampung, sheet dan box menghasilkan rata-rata 3264 pcs perhari. Sedangkan target produksi total keseluruhan produk per hari sebanyak 5608 pcs. Dilakukan pengoptimalan total waktu produksi menjadi 8 jam, sehingga dalam 1 *shift* dapat menyelesaikan seluruh proses produksi pada semua produk. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan dalam penjadwalan untuk menyesuaikan kebutuhan pelanggan. Produk yang dihasilkan antara lain *styrofoam* seperti Sudut, Siku, Pelampung, *Sheet*, dan *Box* yang dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Produk Produksi Periode Juni – Agustus 2021.

No.	Jenis Produk	Periode			Hasil Produksi
		Juni	Juli	Agustus	
1.	Sudut	15.108	14.086	14.806	44.000
2.	Siku	8.196	8.117	8.167	24.480
3.	Pelampung	10.910	10.797	10.933	32.640
4.	Sheet	36.290	35.991	35.239	107.520
5.	Box	12.168	12.084	11.908	36.160
Total					244.800

Sumber: Pengolahan Data (2021)

Dari tabel 1.1 dapat dilihat bahwa total produksi per hari menghasilkan 3264 pcs sehingga perbulan menghasilkan total produk sebesar 81600 pcs per bulan atau 244.800 per 3 bulan. Pada permasalahan yang telah diteliti di dapatkan masalah pada penjadwalan produksi.

Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Periode Juni – Agustus 2021.

No.	Jenis Produk	Kapasitas Produksi	Operasional Mesin
1.	Sudut	108.000	Mesin Moulding A
2.	Siku	42.000	Mesin Moulding B
3.	Pelampung	50.400	Mesin Pier Block C
4.	Sheet	191.600	Mesin Pier Block D
5.	Box	83.600	Mesin Pier Block E

Sumber: Pengolahan Data (2021)

Dari tabel 1.2 diketahui bahwa produk sudut 36.000 pcs per bulan diperoleh melalui mesin *moulding type A*. Untuk produk siku dihasilkan dari mesin *moulding type B* dengan kapasitas 14.000 pcs per bulan. Untuk pelampung dihasilkan dari mesin *pier block type C* sebesar 16.800 pcs per bulan, produk sheet dihasilkan dari mesin *pier block type D* sebesar 63.866 pcs per bulan dan untuk produk box dihasilkan dari mesin *pier block type E* sebesar 27.866 pcs per bulan.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan metode algoritma genetika agar penjadwalan lebih akurat dan tepat waktu dalam proses produksi di PT. Kemasan Ciptatama Sempurna yang memiliki banyak jenis produk sehingga memerlukan proses penjadwalan dalam penentuan target produksi dan menentukan solusi alternatif dalam proses penjadwalan pada tiap-tiap jenis produk. Prinsip metode algoritma genetika menggunakan urutan *job* yang terbaik, sehingga mendapatkan urutan-urutan kinerja dalam sistem penjadwalan. Dalam metode algoritma genetika pendekatan metaheuristik merupakan pendekatan yang paling populer (Wulandari, 2018).

II. METODE

1. Waktu dan Tempat Penelitian

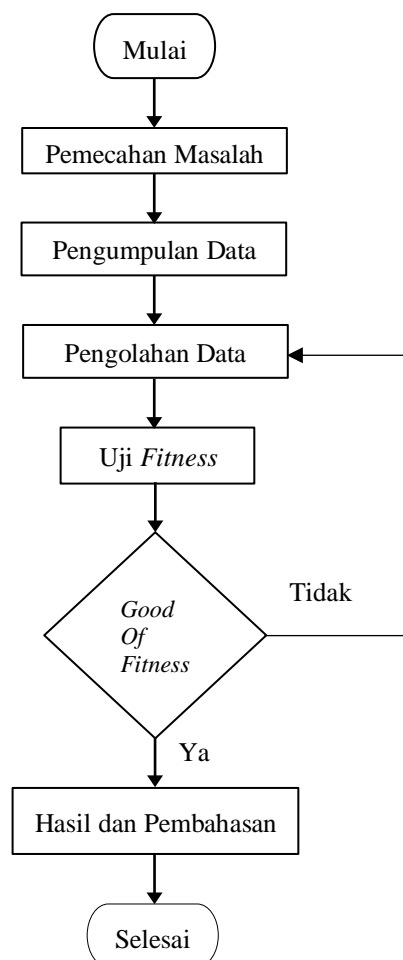
Penelitian ini dilakukan di PT. Kemasan Ciptatama Sempurna berlokasi di Jl. Randupitu-Gunung Gangsir No.1, Gempol, Kabupaten Pasuruan, dengan melakukan penelitian dibidang produksi. Riset dicoba dalam rentang waktu enam bulan yakni dimulai periode Maret – Agustus 2021.

2. Pengambilan Data

Data penelitian diambil dengan data pengamatan primer dan sekunder). Data primer ini mencukupi data yang diambil secara langsung pada objek penelitian. Jenis data primer yang digunakan yaitu kualitatif. Dalam penelitian kualitatif, jumlah sumber data atau responden tidak ditentukan sebelumnya, sebab apabila telah diperoleh informasi yang maksimal, maka tujuan menelaah sudah terpenuhi. Oleh karena itu konsep sampel dalam penelitian kualitatif adalah berkaitan dengan bagaimana memilih responden dan situasi tertentu yang dapat memberikan informasi yang terpercaya mengenai fokus penelitian. Untuk memperoleh data yang jelas dan sesuai dengan masalah penelitian, maka peneliti mendatangi lokasi penelitian dan memperoleh data dari responden yang meliputi:

1. Kepala staf perencanaan produksi PPIC, yaitu seorang yang bertanggung jawab atas jalannya tata kelola dan jadwal perencanaan produksi, serta mengetahui penyebab terjadinya keterlambatan proses produksi.
2. Kepala staf proses produksi, yaitu seorang yang bertanggung jawab untuk memproses dan juga mengelola sebuah produk atau barang mulai dari bahan dasar yang kemudian akan diolah menjadi bahan yang jadi.

3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kapasitas Produksi

Data perusahaan yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah data terkait proses produksi styrofoam mulai dari data proses produksi, data kapasitas produksi, data hasil produksi, data permintaan perusahaan dalam proses produksi periode Juni – Agustus tahun 2021.

Jenis produk	Kapasitas produksi	Hasil produksi	Jumlah Permintaan
Sudut	108.000	93,600	99,000
Siku	132,000	75,600	86,000
Pelampung	50,400	40,800	51,000
Sheet	141,600	134,400	180,000
Box	153,600	145,200	167,500

Tabel 1. Kapasitas Produksi

Setelah menentukan variabel terkait, perlu untuk menentukan batas yang mempengaruhi masalah. Kendala dibuat untuk membatasi fungsi kebugaran dan sebagai kriteria berhenti yang digunakan dalam proses iterasi. Batasan yang digunakan dalam tugas akhir meliputi jumlah total barang yang diproduksi harus sama dengan jumlah permintaan setiap tujuan

2. Data Proses Operasi

Untuk dapat mengatasi masalah penjadwalan proses produksi ini, dibutuhkan beberapa data yang akan digunakan untuk mendapatkan solusi penjadwalan proses produksi yang optimal dan untuk melakukan analisis komparatif. Data yang dibutuhkan meliputi data mesin dan proses produksi. Penjelasan dari tabel adalah bahwa dalam proses pilar proses pertama melewati mesin pertama, proses kedua melewati mesin kedua, proses ketiga dilakukan oleh mesin ketiga, proses keempat dan proses terakhir dilakukan oleh mesin kelima.

Mesin	Kode
Expander	1
Box Dryer	2
Compression	3
Pierre Block	4
CNC	5

Tabel 2: Kode Mesin

Dari uraian tabel di atas, dapat dilihat bahwa proses produksi dilakukan sesuai dengan urutan mesin, urutan mesin didasarkan pada set kode mulai dari kode 1 yang merupakan proses awal hingga kode 5 yang adalah proses terakhir. Selanjutnya, penentuan waktu proses produksi.

No.	Job Production	Jumlah mesin(unit)				
		1	2	3	4	5
1	Sudut	1	2	3	4	5
2	Siku	1	2	3	4	5
3	Pelampung	1	2	3	4	-
4	Sheet	1	2	3	4	-
5	Box	1	2	3	4	-

Tabel 3: Proses Operasi

<i>Job</i>	Waktu Proses				
	1	2	3	4	5
Sudut	285	240	262	236	177
Siku	277	214	231	241	237
Pelampung	216	289	198	247	-
Sheet	271	199	243	267	-
Box	261	263	239	237	-

Tabel 4: Waktu Proses Pekerjaan Produksi

3. Inisialisasi Populasi Awal

Dalam menentukan inisialisasi ini, kita dapat melihat nilai masing-masing individu atau gen dan *nilai kebugaran* masing-masing individu atau gen.

Kromosom	Biner	x	<i>Fitness</i>
V1	1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0	2,066	0.8147
V2	1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0	6,067	0.9058
V3	1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1	4,670	0.1270
V4	1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0	0.422	0.9134
V5	1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1	1,213	0.6324
V6	0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 1	2,840	0.0975
V7	1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1	2,568	0.2785
V8	0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0	7.222	0.5469
V9	1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 1 1 0	6.013	0.9575
V10	0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1	6.786	0.9649
V11	0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1	5,355	0.1576
V12	0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1	11,667	0.9706
V13	0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0	5.062	0.9572

	1 0 1 0 0 1 0 0		
V14	1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0	0,257	0.4854
V15	1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1	7,113	0.8003
V16	0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0	5.162	0.1419
V17	1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0	6,870	0.4218
V18	0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	6,311	0.9157
V19	0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0	5,369	0.7922
V20	0 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0	6,714	0.9595
V21	1 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 1	3,501	0.6557
V22	1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0	4,732	0.0357
Total		11.6847	

Tabel 5. Hasil Probabilitas Kromosom

Total *Fitness* adalah 13325, sehingga *kebugaran* relatif (PK) dari setiap kromosom hingga kromosom 22 dengan cara yang sama hasil dari 22 nilai kebugaran relatif menghasilkan : 0.072, 0.077, 0.010, 0.078, 0.541, 0.008, 0.023, 0.046, 0.081, 0.082, 0.013, 0.083, 0.081, 0.041, 0.068, 0.012, 0.036, 0.078, 0.067, 0.082, 0.056, 0.003. Kemudian dilanjutkan dengan mengacak kromosom sehingga nilainya adalah 0,617, 0,499, 0,708, 1,145, 0,898, 0,464, 0,430, 0,596, 0,345, 0,560, 0,682, 0,357, 0,467, 0,627, 0,629, 0,624, 0,733, 0,231, 0,288, 0,451, 0,453 , 0,409. Nilai crossover yang dihasilkan pada nilai probabilitas adalah 0,25 dengan total waktu 2699 detik, 0,45 dengan nilai 4589, diikuti nilai probabilitas crossover sebesar 0,6 dengan total waktu 6478 detik dan nilai probabilitas crossover sebesar 0,9 dengan nilai 9718 detik. Hasil penentuan nilai acak pada kromosom menghasilkan 4 nilai kebugaran terkecil dengan tabel di bawah ini:

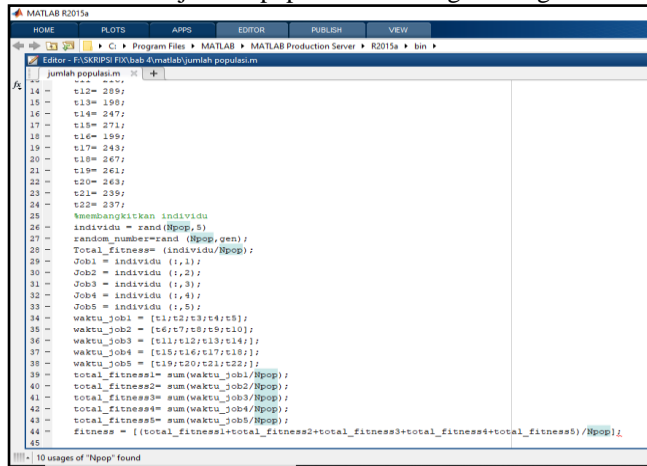
Kromosom	Biner	X	<i>Fitness</i>
V3	1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1	2,801	0.028
V7	1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1	2,134	0.032
V11	0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1	1,799	0.023
V22	1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0	8,317	0.024

Tabel 6: Probabilitas Crossover yang Dipilih

4. Daftar Pemrograman

Cantumkan pemrograman sebagai input menggunakan software Matlab (*.m) yang digunakan dalam solusi yang akan menggunakan tools Genetic Algorithm yang sudah terdapat dalam software Matlab.

A. Menentukan jumlah populasi dalam algoritma genetika.

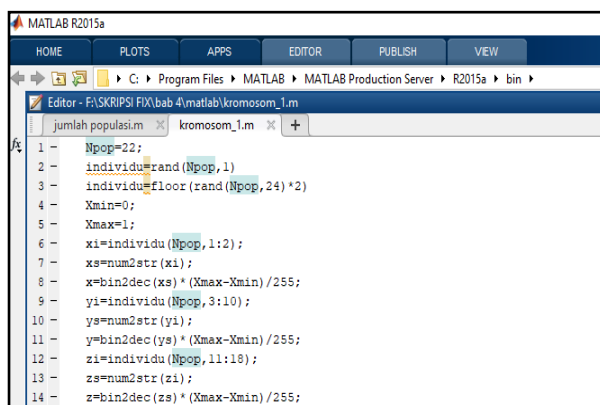


```

14 - t10= 209;
15 - t11= 196;
16 - t14= 247;
17 - t15= 271;
18 - t16= 199;
19 - t17= 243;
20 - t18= 267;
21 - t19= 261;
22 - t20= 243;
23 - t21= 239;
24 - t22= 237;
25 - %Membangkitkan individu
26 - individu = rand(Npop,5)
27 - random_number=rand (Npop,gen);
28 - Total_fitness= (individu/Npop);
29 - Job1 = individu (1,1);
30 - Job2 = individu (1,2);
31 - Job3 = individu (1,3);
32 - Job4 = individu (1,4);
33 - Job5 = individu (1,5);
34 - waktu_job1 = [t1;t2;t3;t4;t5];
35 - waktu_job2 = [t6;t7;t8;t9;t10];
36 - waktu_job3 = [t11;t12;t13;t14];
37 - waktu_job4 = [t15;t16;t17;t18];
38 - waktu_job5 = [t19;t20;t21;t22];
39 - total_fitness1= sum(waktu_job1/Npop);
40 - total_fitness2= sum(waktu_job2/Npop);
41 - total_fitness3= sum(waktu_job3/Npop);
42 - total_fitness4= sum(waktu_job4/Npop);
43 - total_fitness5= sum(waktu_job5/Npop);
44 - fitness = ((total_fitness1+total_fitness2+total_fitness3+total_fitness4+total_fitness5)/Npop);
45
  
```

Gambar 2: Membangkitkan individu

Setelah melakukan proses penginputan jumlah populasi dalam menghasilkan individu, batas untuk menentukan batas nilai dalam kromosom adalah 22 kromosom, yang diproduksi pada gambar berikut:

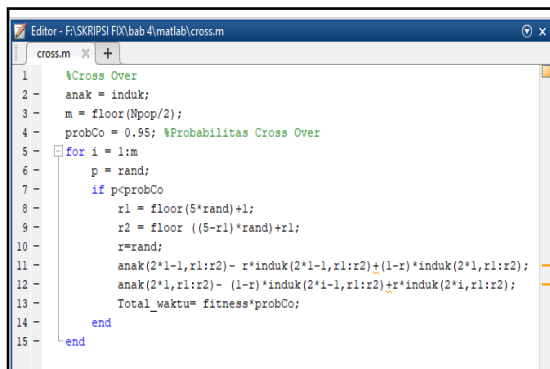


```

1 - Npop=22;
2 - individu=rand (Npop,1)
3 - individu=floor (rand (Npop,24) *2)
4 - Xmin=0;
5 - Xmax=1;
6 - xi=individu (Npop,1:2);
7 - xs=num2str (xi);
8 - x=bin2dec (xs) * (Xmax-Xmin) /255;
9 - yi=individu (Npop,3:10);
10 - ys=num2str (yi);
11 - y=bin2dec (ys) * (Xmax-Xmin) /255;
12 - zi=individu (Npop,11:18);
13 - zs=num2str (zi);
14 - z=bin2dec (zs) * (Xmax-Xmin) /255;
  
```

Gambar 3. Penentuan nilai kromosom

Setelah proses penentuan nilai kromosom, langkah selanjutnya adalah menentukan persilangan algoritma genetika sebagai proses pemilihan posisi acak dengan menukar karakter dalam string dengan fungsi menghasilkan kromosom anak dari kombinasi bahan gen kedua kromosom induk dan probabilitas crossover ditentukan untuk mengontrol frekuensi crossover.



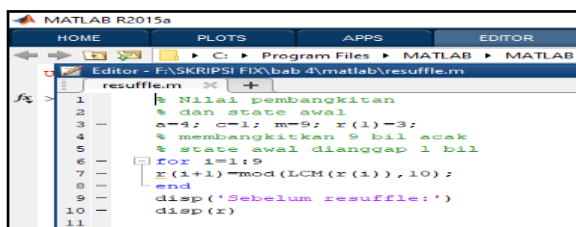
```

1 %Cross Over
2 anak = induk;
3 m = floor(Npop/2);
4 probCo = 0.95; %Probabilitas Cross Over
5 for i = 1:m
6     p = rand;
7     if p<probCo
8         r1 = floor(5*rand)+1;
9         r2 = floor ((5-r1)*rand)+r1;
10        r=rand;
11        anak(2^i-1,r1:r2) - r*induk(2^i-1,r1:r2)+(1-r)*induk(2^i,r1:r2);
12        anak(2^i,r1:r2) - (1-r)*induk(2^i-1,r1:r2)+r*induk(2^i,r1:r2);
13        Total_waktu= fitness*probCo;
14    end
15 end

```

Gambar 4. Hasil penentuan crossover

Langkah selanjutnya adalah menghasilkan angka acak menggunakan LCM sebagai berikut agar dapat menghubungkan dan menghasilkan kromosom terbaru yang lebih baik dan dapat digunakan dengan nilai kromosom yang optimal dan diikuti dengan reshuffle dalam menentukan nilai kromosom yang lebih baik.

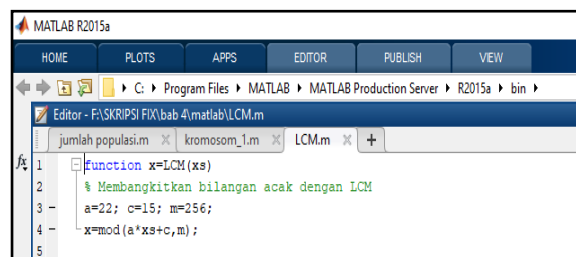


```

1 % Nilai pembangkitan
2 % dan state awal
3 a=4; c=1; m=9; r(1)=3;
4 % membangkitkan 9 bil acak
5 % state awal dianggap 1 bil
6 for i=1:9
7     x(i+1)=mod(LCM(x(i)),10);
8 end
9 disp('Sebelum reshuffle:')
10 disp(x)
11

```

Gambar 5: LCM



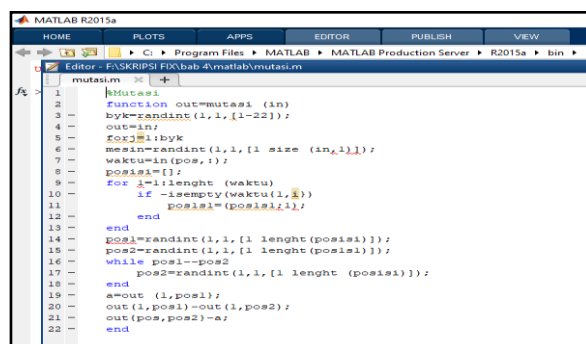
```

1 function x=LCM(x)
2 % Membangkitkan bilangan acak dengan LCM
3 a=22; c=15; m=256;
4 x=mod(a*x+c,m);
5

```

Gambar 6: Nilai probabilitas kromosom reshuffle

Kegiatan terakhir adalah mutasi kromosom yang dipilih dari 4 nilai alternatif kromosom paling optimal yang dapat digunakan sebagai solusi alternatif dalam menentukan penjadwalan proses produksi.



```

1 %Mutasi
2 function out=mutasi(in)
3 byk=randint(1,1,[1-22]);
4 out=in;
5 for i=1:byk
6 mesin=randint(1,1,[1 size(in,1)]);
7 waktu=in(pos,:);
8 posisi=[];
9 for i=1:length(waktu)
10 if isempty(waktu(i,:))
11 posisi=posel(i);
12 end
13 end
14 pos1=randint(1,1,[1 length(posisi)]);
15 pos2=randint(1,1,[1 length(posisi)]);
16 while pos1==pos2
17 pos2=randint(1,1,[1 length(posisi)]);
18 end
19 a=out(1,pos1);
20 out(1,pos1)=out(1,pos2);
21 out(pos,pos2)=a;
22 end

```

Gambar 7. Mutasi jadwal produksi

VII. SIMPULAN

Proses produksi menggunakan algoritma genetika diperoleh waktu terbaik dalam penjadwalan kapasitas produksi sebesar 2521 detik, hal ini merupakan peningkatan efisiensi proses produksi yang dibuktikan dengan proses produksi sebelumnya yaitu 3600 detik (proses produksi sudut), sehingga menghemat waktu 1079 detik dengan menentukan nilai kromosom. Dari 22 proses produksi yang dihasilkan, setiap produk menghasilkan nilai kebugaran terbaik dalam proses produksi sudut dengan nilai kesesuaian 0,1270 detik pada mesin kompresi, sehingga penggunaan proses produksi secara optimal dapat dilakukan dengan menggunakan mesin kompresi sehingga dapat mengurangi *lead time produksi*. Dengan demikian, total waktu produksi dapat dikurangi karena pemilihan alternatif di bengkel pekerjaan produksi menggunakan algoritma genetika dengan nilai 0,023 detik pada kromosom ke-11.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh jajaran dosen Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, khususnya Prodi Teknik Industri. Serta juga tak luput dari ingatan atas dukungan dari orang tua, keluarga, sahabat dan rekan yang telah membantu hingga terselesaikannya penelitian ini

REFERENSI

- [1] A. Wulandari, "Penerapan Modifikasi Algoritma Genetika Dengan Penambahan Konsep Improvement Dalam Permasalahan Penjadwalan Hybrid Flowshop," 2018.
- [2] L. Amelia and Aprianto, "Optimalisasi Penjadwalan Produksi Dengan Metode Algoritma Genetika Di Pt . Progress Diecast," *InovisiTM*, vol. 7, no. 2, pp. 40–46, 2011.
- [3] M. Wirahadi, "Elemen Interior Berbahan Baku Pengolahan Sampah Styrofoam Dan Sampah Kulit Jeruk," *J. Intra*, vol. 5, no. 2, pp. 144–153, 2017.
- [4] R. Kharisma P., E. Ferbrianti, and L. Herlina, "Penjadwalan Produksi Flow Shop Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan Nawaz Enscore Ham (NEH)," *J. Tek. Ind. Univ. Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 5, no. 3, p. 1432, 2017.
- [5] R. Frishta Ayu, "ANALISIS PERENCANAAN PRODUKSI PADA PT. ARMSTRONG INDUSTRI INDONESIA DENGAN METODE FORECASTING DAN AGREGAT PLANNING Frishta Ayu Reicita," vol. 7, no. 3, pp. 160–168, 2019.
- [6] M. I. Fitrianda, "Pengaruh variasi temperature dan holding time pada proses metal injection molding AI/PP terhadap cacat shrinkage," pp. 1–80, 2013.
- [7] D. A. R. Rohmat Taufiq, Rachmat Destriana, Angga Aditya Permana, "Analisis Sistem Penjadwalan Produksi Di Pabrik 1," *Proceeding SENDIU*, pp. 978–979, 2021.
- [8] R. Christian and D. S. Donoriyanto, "Penerapan Algoritma Genetika Dalam Penjadwalan Mata Kuliah Program Studi Teknik Industri Upn "Veteran" Jawa Timur," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 16, no. 2, pp. 1–12, 2021, doi: 10.33005/tekmapro.v16i2.157.
- [9] E. Guanabara, K. Ltda, E. Guanabara, and K. Ltda, *PRINCIPLES OF SEQUENCING AND SCHEDULING*.
- [10] H. A. Ihamsah, S. Amar, and N. Irfina, "Perencanaan Penjadwalan Produksi Meminimasi Total Weighted Tardiness dengan Menggunakan Total Weighted Algoritma Genetika," *Semin. Nas. Mesin dan Ind.*, vol. 9, no. April, pp. 27–29, 2017.
- [11] I. Triswara and S. A. veline Anne Marie, "Perancangan Sistem Pengadaan Komponen Perakitan Berdasarkan Material Requirement Planning Dan Penjadwalan Produksi Dengan Metode Algoritma Genetika," *Teknol. dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [12] A. Zhagi, F. Agustina, D. Bambang, and A. Priatna, "Perencanaan Produksi dan Pengendalian pada Kombinasi Metode MRP dan MILP," vol. 08, pp. 56–69, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JEM>.
- [13] R. D. Apnena, "Optimasi penjadwalan flow shop perusahaan garment dengan metode Campell Dudek Smith, algoritma Nawaz Enscore Ham, dan algoritma Pour dengan kriteria minimisasi makespan," *J. Informatics Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–35, 2021.
- [14] H. Ardiansyah and M. B. S. Junianto, "Penerapan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Mata Pelajaran," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 329, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3418.
- [15] S. D. Annisya and J. A. Saifudin, "Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (Cds), Nawaz Enscore Ham (Neh), Dan Palmer Untuk Mengurangi Makespan Di Pt. X," *Juminten*, vol. 1, no. 3, pp. 165–176, 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i3.119.

- [16] A. Alfandianto, Y. A. Nugroho, and W. Setiafindari, "Penjadwalan Produksi Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika di PT Pertani (Persero) Cabang D.I. Yogyakarta," *J. DISPROTEK*, vol. 8, no. 2, pp. 1–7, 2017.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.