

Implementasi Algoritma Harmony Search Untuk Penjadwalan Produksi Plastik

Hendry Setiawan^{*1}, Oesman Hendra Kelana², Dennys Gunawan³

^{1,2,3} Universitas Ma Chung

hendry.setiawan@machung.ac.id*

Abstrak

Permasalahan yang sering terjadi pada perusahaan yang bekerja di bidang produksi kantong plastik adalah masih tingginya kerusakan hasil produksi (afal). Hal ini dikarenakan operator yang bertugas untuk menjadwalkan produksi masih kurang memiliki kemampuan dan pengalaman yang mencukupi untuk menjadwalkan produksi, sehingga menyebabkan kemungkinan terjadinya kesalahan penjadwalan yang tinggi. Untuk memecahkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah aplikasi yang dapat merekomendasikan jadwal produksi. Algoritma yang digunakan untuk membuat aplikasi ini menggunakan algoritma harmony search. Solusi penjadwalan produksi akan direpresentasikan dalam bentuk nada-nada. Setiap nada akan improvisasi terus menerus hingga mencapai nada terbaik yang mampu memberikan rekomendasi jadwal yang terbaik. Proses pengujian yang dilakukan terhadap aplikasi dengan menggunakan data sebanyak 28 order memberikan hasil bahwa aplikasi ini dapat melakukan penjadwalan dengan tingkat keakuratan mencapai 98%.

Kata kunci: Harmony search, Produksi, Penjadwalan

Abstract

The Problem that is often faced in company working on manufacturing of plastic bags is still high rate of defective products. This problem happens because defective products always exist in every production process, which is known in technical language as afal. This is because the operator which is assigned on production scheduling doesn't have sufficient ability and experience on production scheduling which results in the high probability of unappropriated scheduling. To solve that problem, this research aims to create an application which is able to recommend a production schedule. The algorithm used to create this application is harmony search algorithms. This production scheduling solution will be represented in the form of tones. Each tone will be improved continuously until it reaches the best tone that can give the best schedule recommendation. The application testing process which used 28 data order gives result that this application can do scheduling process with 98% accuracy rate.

Keywords: Harmony search, Production, Scheduling

1. Pendahuluan

Penjadwalan menjadi salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh setiap perusahaan. Dengan dilakukannya penjadwalan yang baik membawa pengaruh pada setiap perusahaan dalam peningkatan kinerja mesin sehingga biaya produksi akan berkurang dan waktu produksi menjadi lebih cepat [1]. Penjadwalan secara garis besar dapat dibedakan dalam penjadwalan untuk *job shop* dan *flow shop*. Permasalahan yang membedakan antara *job shop* dan *flow shop* adalah pola aliran kerja yang tidak memiliki tahapan-tahapan proses yang sama. Untuk dapat melakukan penjadwalan dengan baik maka waktu proses kerja setiap mesin serta jenis pekerjaannya perlu diketahui, waktu yang dimaksud dapat diperoleh melalui pengukuran waktu kerja, jenis serta jumlah pekerjaan diperoleh dengan melakukan pengamatan dari operator pada bagian tertentu. Setelah diketahui jenis serta waktu proses kerja setiap mesin yang akan dijadwalkan maka proses penjadwalan dapat dilakukan [2].

Secara umum kendala penjadwalan yang sering terjadi pada sebuah perusahaan adalah ketidakmampuan operator dalam membagi *job* pada mesin, sehingga kerusakan hasil produksi semakin membengkak. Hal ini sering dijumpai pada perusahaan yang proses

produksinya berdasarkan permintaan, dimana setiap konsumen memiliki pesannya dengan kriteria yang berbagai macam dengan jumlah pesanan yang besar. Salah membagi *job* pada mesin akan memberikan dampak pada *job* yang lainnya, dan kemungkinan berdampak seberapa besar kerusakan hasil produksi yang akan ditanggung perusahaan, karena pada akhirnya akan memberikan kerugian bagi perusahaan.

Permasalahan yang sering terjadi di lapangan adalah masih tingginya kerusakan hasil produksi perusahaan. Sebab, dalam setiap proses produksi pasti menghasilkan kerusakan hasil produksi atau dalam bahasa teknisnya adalah *afal*. *Afal* ini akan didaur ulang sehingga dapat diproduksi kembali namun kualitas dari bijih plastik *afal* lebih rendah harga jualnya dibandingkan dengan sebelumnya. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik perusahaan, operator yang bertugas untuk menjadwalkan produksi dirasa kurang memiliki kemampuan dan pengalaman untuk menjadwalkan produksi. Ketidakmampuan operator dalam menjadwalkan produksi akan memberikan *afal* yang semakin tinggi. Sehingga apabila *afal* semakin tinggi maka akan merugikan perusahaan.

Untuk memindahkan beban kerja dari orang kepada sebuah mesin maka diperlukan algoritma optimasi. Optimasi digunakan untuk pencarian fungsi nilai maksimum atau minimum dari sebuah permasalahan linier, dinamis, non linier ataupun yang lainnya sehingga dapat menghasilkan nilai lokal optimum maupun global optimum [3]. Optimasi ini juga menunjuk pada proses pencarian elemen terbaik dari sekumpulan pilihan yang tersedia seperti yang telah dilakukan pada permasalahan pemetaan empat warna dengan *harmony search* [4]. Penelitian yang lain dilakukan dengan *harmony search* untuk mendapatkan kombinasi daya masing-masing unit pembangkit, serta mendapatkan fungsi biaya termurah dengan tidak melanggar ketentuan yang ada, yaitu *equality* dan *inequality/optimal power flow* (OPF) [5].

Berdasarkan pada penelitian yang melibatkan optimasi didalamnya, maka untuk membantu memecahkan permasalahan kerusakan hasil produksi perusahaan, dibuatlah sebuah aplikasi pengoptimalan penjadwalan produksi dengan algoritma *harmony search*. Algoritma *harmony search* merupakan salah satu pendekatan *metaheuristik* yang terinspirasi oleh musisi Jazz yang terus-menerus memperbaiki harmoni hingga menemukan harmoni terbaik yang diinginkan. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan mampu memberikan jadwal produksi yang optimal.

2. Metode Penelitian

2.1 Analisis Kebutuhan dan Pengumpulan data

Permasalahan penjadwalan produksi ini menjadi sorotan peneliti karena termasuk salah satu sebab perusahaan mengalami kerugian. Hal ini disebabkan karena adanya kesalahan jadwal produksi. Kesalahan jadwal produksi akan sangat mempengaruhi jumlah kerusakan hasil produksi (*afal*). Berdasarkan hasil pengamatan peneliti, diketahui bahwa selalu terdapat *afal* dalam setiap proses mengerjakan order. Untuk sekali pengerjaan order, *afal* dapat mencapai sekitar $\pm 6\% - 10\%$ dari kapasitas mesin yang dikerjakan.

Afal selalu terjadi di awal proses pengerjaan order. Hal ini dikarenakan untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dibutuhkan keadaan produksi yang stabil. Hasil produksi yang masih belum stabil inilah yang akan menjadi *afal*. Faktor lain yang menyebabkan tingginya *afal* adalah ukuran kapasitas mesin. Semakin besar ukuran kapasitas mesin, *afal* yang didapat juga semakin besar. Faktor lainnya adalah semakin banyak order, *afal* yang diterima akan semakin kecil. *Afal* dapat berupa kantong plastik, bongkahan plastik, plastik yang rusak, dsb. Terdapat sebanyak 17 mesin yang digunakan pada penelitian ini dimana mesin tersebut memproduksi kantong plastik jenis PP seperti yang tertera pada Tabel 1.

Pembuatan jadwal yang sesuai dengan diharapkan dilakukan dengan pemodelan jadwal dalam bentuk *slot-slot*, yang setiap *slot* merepresentasikan sebesar 100kg. Pemodelan ini juga dilakukan pada setiap kapasitas mesin ke dalam bentuk *slot-slot*. Selanjutnya setiap *slot* pada kapasitas mesin akan memiliki nomor urut yang berfungsi untuk mengetahui batasan ukuran mesin. Berikut adalah tabel permodelan dalam bentuk *slot* untuk mesin kategori kecil *double*, mesin kecil, mesin sedang, dan mesin besar yang dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Uji coba data penelitian ini dilakukan pada data *purchase order* (PO) dan tersimpan di *database* yang dimiliki oleh sebuah perusahaan. Data yang diambil adalah data dari tanggal 2 Maret 2015 – 11 April 2015 dengan jumlah pesanan sebanyak 17 pesanan. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan adalah ukuran produk dan jumlah pesanan.

Tabel 1. Daftar Mesin Jenis PP

No. Mesin			Ukuran		Kapasitas (kg)/hari
			minimal	maksimal	
1	P P	S	20 x 10	40 x 18	700
2	P P	S	20 x 10	40 x 18	700
3	P P	S	20 x 10	40 x 18	700
4	P P	K	20 x 8	40 x 22	400
5	P P	K	30 x 7	40 x 22	400
6	P P	S	20,25 x 15	50 x 35	700
7	P P	K	20 x 6	40 x 23	400
8	P P	K	20 x 6	40 x 23	400
9	P P	K	20 x 6	40 x 23	400
10	P P	S	20,25 x 15	50 x 39	700
11	P P	K	20 x 6	40 x 23	400
12	P P	B	30 x 30	60 x 55	1200
13	P P	S	20 x 15	40 x 40	700
14	P P	S	20 x 15	60 x 36	700
15	P P	S	20 x 15	40 x 40	700
16	P P	B	20 x 30	80 x 65	1200
17	P P	S	20 x 10	40 x 18	700

Tabel 2. Pemodelan Slot pada Mesin Kecil Double

Mesin Kecil Double			
Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4
0	7	14	21
1	8	15	22
2	9	16	23
3	10	17	24
4	11	18	25
5	12	19	26
6	13	20	27

Tabel 3. Pemodelan Slot pada Mesin Kecil

Mesin Kecil					
Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8	Mesin 9	Mesin 10
28	32	36	40	44	48
29	33	37	41	45	49
30	34	38	42	46	50
31	35	39	43	47	51

Tabel 4. Pemodelan Slot Pada Mesin Sedang

Mesin Sedang				
Mesin 11	Mesin 12	Mesin 13	Mesin 14	Mesin 15
52	59	66	73	80
53	60	67	74	81
54	61	68	75	82
55	62	69	76	83
56	63	70	77	84
57	64	71	78	85
58	65	72	79	86

Tabel 5. Pemodelan Slot Pada Mesin Besar

Mesin Besar	
Mesin 16	Mesin 17
87	99
88	100
89	101
90	102
91	103
92	104
93	105
94	106
95	107
96	108
97	109
98	110

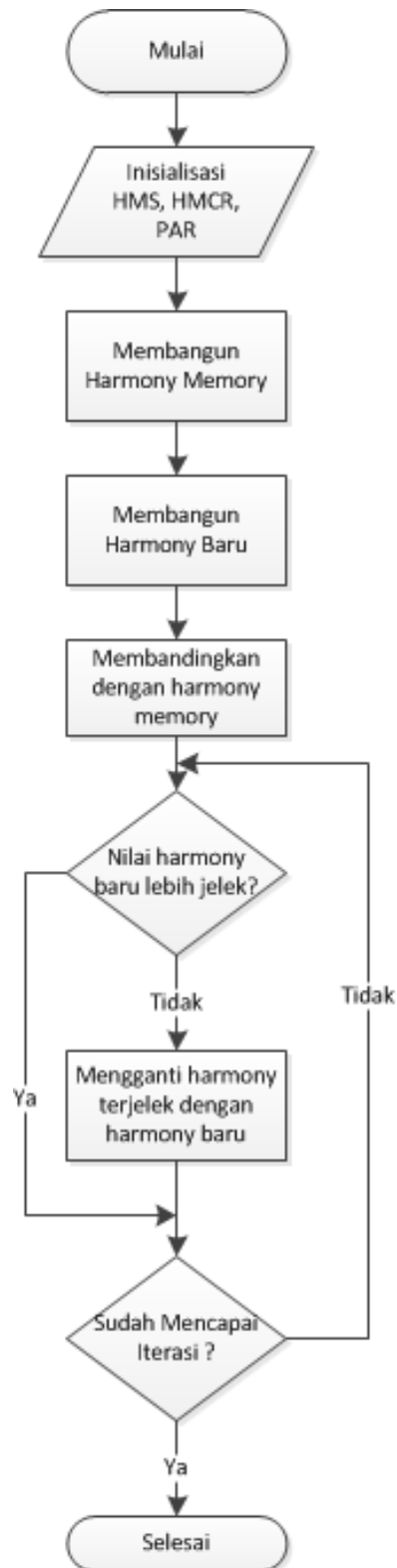
2.2 Rancangan dan Implementasi

Flowchart secara umum untuk algoritma *harmony search* terdapat pada Gambar 1. Algoritma HS menggunakan pencarian secara *random* dan menyelesaikannya tanpa informasi secara *gradient*, sehingga algoritma ini memiliki keuntungan, yaitu fleksibel dan mudah untuk diimplementasikan [6]. Pada algoritma *harmony search* terdiri dari *harmony memory* (HM) sebesar *harmony memory size* (HMS), yang akan menyimpan kandidat vektor solusi [7]. Tahap pertama yang dilakukan adalah menginisialisasikan ukuran HMS, nilai *Pitch Adjustment Rate* (PAR), nilai *Harmony Memory Considering Rate* (HMCR) dan batasan maksimum iterasi yang diinginkan [8]. Tahap kedua adalah membangun *harmony memory*. *Harmony memory* berisikan *harmony* sebanyak ukuran HMS yang telah didefinisikan sebelumnya. Tahap ketiga adalah membangkitkan sebuah *harmony* baru yang diperoleh dengan melakukan pencarian terhadap beberapa nilai yang ada pada *harmony memory*. Pencarian tersebut didasarkan pertimbangan perbandingan dengan nilai HMCR dan PAR. Tahap keempat adalah pengecekan antara nilai *aesthetic harmony* baru dengan nilai *aesthetic* dari *harmony memory* yang terendah. Jika nilai *aesthetic* di *harmony memory* lebih rendah dari nilai *aesthetic harmony* baru, maka *harmony* dengan nilai terendah akan digantikan dengan *harmony* baru. Sebaliknya, jika nilai *harmony* baru lebih rendah dari keseluruhan nilai pada *harmony memory*, maka tidak ada pergantian *harmony*. Perbaikan nilai fungsi objektif pada algoritma HS menerapkan improvisasi yang terus ditingkatkan dari iterasi ke iterasi sama seperti perbaikan kualitas suara estetika yang diperbaiki dengan latihan demi latihan [9]. Proses dari tahap ketiga hingga keempat akan diulang hingga mencapai iterasi yang telah ditentukan.

Pembentukan *harmony memory* pada penelitian ini disesuaikan dengan analisa desain luaran penjadwalan, dimana hasil luaran dari order adalah berupa *slot* untuk masing-masing mesin yang dikerjakan dalam jangka waktu satu hari kerja. Proses pembentukan *slot* dikriteriakan menjadi tiga bagian, yaitu:

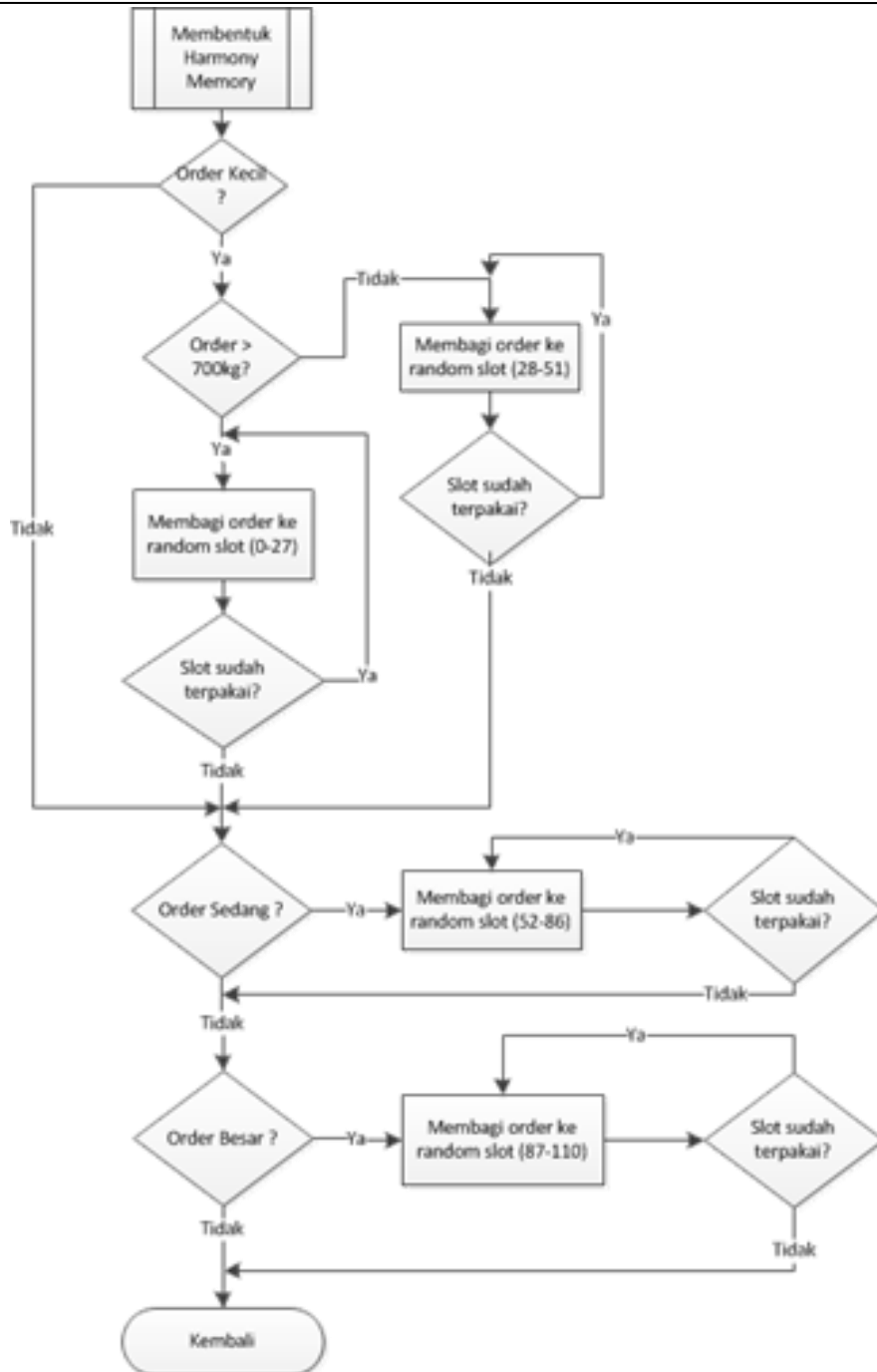
1. Ukuran kecil, untuk pembagian *slot* di ukuran kecil terdapat dua pembagian kriteria yaitu mesin kecil *double* dan mesin kecil biasa. Jika ukuran pesanan termasuk kategori kecil *double* maka pesanan akan dibagi ke dalam *random slot* antara *slot* 0 hingga *slot* 27. Jika ukuran pesanan termasuk dalam kategori kecil biasa, maka pesanan akan dibagi ke dalam *random slot* antara *slot* 28 hingga *slot* 51.
2. Ukuran sedang, jika ukuran pesanan termasuk dalam kategori sedang maka pesanan akan dibagi ke dalam *random slot* antara *slot* 52 hingga *slot* 86.

3. Ukuran besar, jika ukuran pesanan termasuk dalam kategori besar maka pesanan akan dibagi ke dalam *random slot* antara *slot 87* hingga *slot 110*.



Gambar 1. Flowchart Harmony Search

Flowchart proses membentuk *harmony memory* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Proses Membentuk Harmony Memory

Proses *random* tidak mengizinkan nomor *slot* muncul dua kali dalam satu *harmony* atau dapat dikatakan bahwa dalam satu *harmony* tidak boleh terdapat nomor *slot* yang kembar. Nomor-nomor *slot* ini juga berisi nomor urut pesanan. Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 3.

harmony	23,1	33,2	51,1	57,1	34,4	2,1	100,3
----------------	------	------	------	------	------	-----	-------

Gambar 3. Contoh Harmony

Langkah berikutnya dengan Persamaan 1 dan Persamaan 2 menetapkan suatu fungsi evaluasi/*aesthetic* yang akan digunakan untuk mengevaluasi apakah hasil penjadwalan telah sesuai dengan yang diharapkan [10].

$$\text{Fungsi } Aesthetic = \sum X_i \quad (1)$$

$$X_i = B_{jk} + \sum B_{jk-1} \quad (2)$$

Daftar Notasi:

- X_i = order ke- i
 i = sebanyak order yang dijadwalkan
 B_{jk} = bobot mesin ke- j
 j = sebanyak mesin yang dimiliki
 k = maksimal kapasitas per mesin

Agar menghitung nilai *aesthetic*-dari suatu *harmony*, maka diberikan bobot untuk setiap mesinnya. Bobot akan diberikan berdasarkan setiap kapasitas mesin sehingga untuk setiap ukuran mesin memiliki bobot yang berbeda-beda. Untuk nilai bobot masing-masing mesin dapat dibagi sebagai berikut:

1. Mesin kecil jumbo (700 kg) dimulai dari 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1.
2. Mesin kecil (400 kg) dimulai dari 4, 3, 2, 1.
3. Mesin sedang (700 kg) dimulai dari 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1.
4. Mesin besar (1200 kg) dimulai dari 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1.

Tahapan awal membangkitkan *harmony* baru dalam *harmony search*, nada-nada yang berada dalam *harmony* akan ditingkatkan hingga mendapatkan nada-nada yang lebih tepat. Tahap awal untuk meningkatkan nada adalah membangkitkan sebuah nilai acak antara 0 hingga 1. Jika nilai acak yang muncul lebih kecil dari nilai *harmony memory considering rate* (HMCR) maka pada nada yang akan ditingkatkan diambil satu nomor *slot* secara acak dari *harmony memory*.

Selanjutnya adalah membangkitkan ulang sebuah nilai acak kembali dengan rentang nilai 0 hingga 1. Jika nilai acak yang muncul lebih kecil dari nilai *pitch adjusting rate* (PAR) maka nomor *slot* yang telah terpilih akan ditingkatkan sejumlah *bandwidth*. Dalam kasus kali ini, *bandwidth* yang telah ditentukan adalah nilai acak antara -2, -1, 0, +1, +2. Apabila setelah ditingkatkan sebanyak *bandwidth* namun nomor *slot* melebihi batas ukuran. Proses penambahan nilai lama dengan *bandwidth* akan diulang kembali. Selain itu, nomor *slot* tidak diizinkan terjadi kesamaan antar nada dalam satu *harmony*. Jika terjadi kesamaan maka nilai setelah ditambah dengan *bandwidth* akan di tambahkan dengan nilai acak antara -1, 0, +1. Jika setelah ditambahkan terdapat nomor *slot* yang melewati batas ukuran maka akan ditambahkan dengan nilai acak antara -2 atau +2. Pengecekan untuk melebihi batas ukuran atau terdapat nomor yang sama dalam satu *harmony* akan terus diulang hingga memenuhi syarat.

Sebaliknya jika nilai acak antara 0 hingga 1 melebihi dari nilai PAR, maka nomor *slot* yang terpilih akan digunakan tanpa ada peningkatan sebesar *bandwidth*. Namun, untuk pengecekan tetap dilakukan agar tidak terjadi kesamaan nomor dalam satu *harmony* atau nomor *slot* yang melebihi batas. Pengecekan akan menggunakan penambahan nilai antara -1, 0, 1 yang diambil secara acak. Sama seperti proses sebelumnya, jika nomor melewati batas maka akan ditambahkan dengan nilai acak antara -2 atau +2. Pengecekan akan terus diulang hingga memenuhi syarat.

Begitu pula pada tahap awal, jika nilai acak antara 0 hingga 1 memiliki nilai yang lebih besar dari HMCR maka sistem akan membangkitkan sebuah nomor *slot* baru yang diacak. Batasan *slot* untuk mengacak nomor *slot* yang baru ditentukan berdasarkan ukuran order. Pada proses membangkitkan nada baru juga harus melewati pengecekan. Pengecekan yang dilakukan adalah agar tidak terdapat nomor *slot* yang sama dalam satu *harmony*.

Proses diatas akan dilakukan untuk seluruh nada yang dimiliki dalam *harmony memory*. Jika seluruh nada untuk *harmony* yang baru telah terbentuk maka fungsi *aesthetic* akan menghitung nilai *harmony*. Proses berikutnya adalah membandingkan nilai *aesthetic* antar *harmony* dalam *harmony memory*. Setelah didapatkan nilai *aesthetic* terendah di *harmony memory* maka akan dibandingkan dengan nilai *aesthetic* pada *harmony* baru. Jika nilai *aesthetic* pada *harmony* yang baru lebih baik dari nilai *aesthetic* terjelek di *harmony memory*

maka *harmony* yang memiliki nilai *aesthetic* terjelek akan digantikan dengan *harmony* baru. Seluruh proses diatas akan dilakukan sebanyak *iterasi* yang telah ditentukan.

2.3 Pengujian Aplikasi

Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu uji kesamaan proses yang terkait pembentukan dalam *harmony search*, akurasi, dan kecepatan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Kesamaan Proses

Uji kesamaan proses berguna untuk melihat kemiripan antara rancangan desain sistem dengan hasil setelah diimplementasikan. Proses-proses yang diuji, yaitu sebagai berikut.

1. Proses Pengolahan Data Pesanan

Tanggal	Kode PO	Nama Customer	Kode Produk	Nama Produk
7/7/2015	PO15001317	HEINZ SUPRAMA	HNS0316538	POLOS POT PP 0

Gambar 4. Pengolahan Data Pesanan

Kode PO	Nama Produk	Jumlah Pesanan	Tebal	Lebar	Kategori	Urutan
PO15001317	POLOS POT PP 0.03X16.5X28	300	30	16.5	K	1

Gambar 5. Form Penjadwalan

Pada Gambar 4 berupa *form* yang digunakan untuk menambahkan dan mengedit data yang didapatkan perusahaan pada waktu *purchase order*. Gambar 5 merupakan bentuk *form* yang akan melakukan pemilihan *purchase order* yang akan dijadwalkan dengan menggunakan algoritma *harmony search*.

Pada Gambar 6 terdapat sejumlah *purchase order* yang telah dipilih beserta detail di dalamnya serta pembentukan awal sebuah *harmony memory*. Pada Gambar 7 melakukan pengecekan terhadap pembentukan *harmony memory* baru.

Kode PO	Nama Produk	Jumlah Pesanan	Tebal	Lebar	Kategori	Urut.
PO15001238	POLOS POT PP 0.04X42X55	200	40	42	S	1
PO15001238	POLOS POT PP 0.04X17X26	100	40	17	K	2
PO15001229	POLOS POT PP 0.0225X12X21	700	22.5	12	K	3
PO15001229	POLOS POT PP 0.0225X10X15.5	400	22.5	10	K	4
PO15001234	1W - IKAN DORANG PP 0.04X8.5X14	300	40	8.5	K	5

Orderan ke-	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	Nilai Aestetik
Harmony ke 0	82	59	40	10	3	13	15	16	26	7	43	31	33	47	37	35	34	90
Harmony ke 1	62	70	30	13	22	1	25	8	19	20	39	29	51	35	37	31	47	92
Harmony ke 2	83	80	41	3	4	27	11	9	24	8	32	42	28	51	47	37	38	88
Harmony ke 3	67	68	35	5	1	25	6	22	17	4	49	33	37	39	36	50	51	85
Harmony ke 4	62	79	43	15	12	11	4	14	23	0	51	39	49	45	36	42	40	90
Harmony ke 5	59	84	32	22	5	12	18	24	25	20	33	41	28	48	30	42	47	91
Harmony ke 6	84	82	46	25	10	19	26	16	5	11	35	38	40	30	49	36	42	91
Harmony ke 7	81	64	28	21	7	16	22	17	13	26	43	47	36	49	38	45	42	90
Harmony ke 8	80	60	33	5	0	9	12	11	17	18	42	29	45	28	51	41	48	88
Harmony ke 9	52	73	47	25	9	3	6	21	14	2	42	44	29	30	48	50	31	89

Gambar 6. Harmony Memory

Orderan ke-	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	Nil.
Harmony ke 0	65	70	36	0	27	6	19	7	12	18	43	35	44	40	38	51	29	91
Harmony ke 1	85	77	46	9	4	5	21	1	6	10	30	36	40	37	35	50	47	87
Harmony ke 2	52	73	44	19	26	25	18	10	22	11	47	35	42	33	51	29	36	89
Harmony ke 3	59	80	32	5	18	2	6	8	15	27	30	41	31	28	36	29	37	87
Harmony ke 4	60	69	48	27	17	6	24	16	18	11	31	40	36	51	45	47	37	90
Harmony ke 5	53	72	44	17	2	10	16	9	19	21	39	35	32	49	43	30	51	90
Harmony ke 6	59	71	38	6	17	18	3	23	20	4	47	31	33	50	28	39	44	89
Harmony ke 7	74	66	38	10	8	14	2	3	27	26	42	44	48	29	28	36	51	92
Harmony ke 8	86	71	50	16	15	26	8	12	11	4	38	39	34	40	48	49	31	89
Harmony ke 9	69	75	28	24	0	8	21	3	17	2	37	31	43	44	38	49	45	91
harmony baru	57	72	46	10	2	12	21	3	26	4	39	44	33	45	28	29	50	88
nilai lam...	x	5	1	7	5	5	9	1	7	8	5	x	3	9	6	3	5	
berubah k...	>.	>.	>.	>.	>.	<.	>.	<.	<.	>.	>.	>.	<.	>.	>.	>.	<.	

Gambar 7. Harmony Memory Baru

3.2 Hasil Uji Coba Akurasi

Untuk memastikan hasil implementasi berjalan dengan baik, perlu dilakukan pengujian keakuratan. Dengan adanya pengujian, dapat diketahui kelebihan dan kekurangan aplikasi ini sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk kedepannya. Seluruh pengujian akan dilakukan dengan HMS 10 harmony, nilai PAR 0.3, nilai HMCR 0.9 dan iterasi sebanyak 12000. Pengujian ini menggunakan data sebuah perusahaan dari tanggal 2 Maret 2015 hingga 11 April 2015.

Pada Tabel 6 adalah pengujian ini dilakukan sebanyak order yang ada di antara tanggal 2 Maret 2015 hingga 11 April 2015. Salah satu contohnya adalah pesanan pada tanggal 8 April 2015. Terdapat 12 order dengan total keseluruhan order adalah 3000 kg yang dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 7.

Tabel 6. Pemodelan Slot pada Mesin Besar

Tanggal	Total PO	Total Pesanan (kg)	Nilai Kerusakan	Ketepatan Penjadwalan
02/03/2015	16	2700	136	100%
03/03/2015	19	3900	151	100%
04/03/2015	21	5000	241	94%
05/03/2015	11	3900	124	100%
06/03/2015	12	2600	123	100%
09/03/2015	16	3500	139	100%
13/03/2015	15	6200	281	96,77%
14/03/2015	18	3900	204	100%
17/03/2015	20	5500	246	91%
19/03/2015	2	800	34	100%
20/03/2015	8	1000	55	100%
23/03/2015	15	4600	168	93.47%
24/03/2015	24	6400	281	93.75%
25/03/2015	11	2100	82	100%
26/03/2015	11	4300	161	100%
27/03/2015	15	3200	195	100%
28/03/2015	2	300	20	100%
30/03/2015	16	5400	193	96.30%
31/03/2015	11	3700	112	100%
01/04/2015	10	3200	141	100%
02/04/2015	13	2100	91	100%
04/04/2015	5	1700	64	100%
06/04/2015	19	2800	124	100%
07/04/2015	16	3900	198	100%
08/04/2015	12	3000	119	100%
09/04/2015	15	2400	109	100%
10/04/2015	14	4400	179	95.45%
11/04/2015	16	4700	191	93.62%
rata-rata:			148.6428571	98%

08 Apr 2015

Kode PO	Nama Customer	Kode Produk	Nama Produk	Tebal	Lebar	Kat...	Ju...
PO15001265	MEGA BARU	... MGBKORO ...	6W -KACANG KORO PP...	100	14	S	100 :
PO15001265	MEGA BARU	... MGBTLR ...	6W -KACANG TELUR P...	100	14	S	100 :
PO15001265	MEGA BARU	... MGBATOM ...	6W -KACANG ATOM PP...	100	14	S	100 :
PO15001268	RESTU	... RST032540 ...	POLOS POT PP 0.03X...	30	25	K	200 :
PO15001268	RESTU	... RST031114 ...	POLOS POT PP 0.03X...	30	11	K	200 :
PO15001268	RESTU	... RST053045 ...	POLOS POT PP 0.05X...	50	30	S	200 :
PO15001271	CV. KURNIA MANDIRI	... CKMNGA2945...	1W -CAP NAGA 2838 ...	20	29	K	200 :
PO15001271	CV. KURNIA MANDIRI	... CKMNGA3245...	1W -CAP NAGA 2838 ...	20	32	K	200 :
PO15001272	CV. KURNIA MANDIRI	... CKM033858 ...	POLOS POT PP 0.03X...	30	38	S	200 :
PO15001272	CV. KURNIA MANDIRI	... CKM023548 ...	POLOS POT PP 0.02X...	20	35	K	200 :
PO15001274	BU SITI	... STI031440 ...	POLOS POT PP 0.03X...	30	14	K	300 :
PO15001275	EKA JAYA	... EJY0418935...	POLOS POT PPLPT 0....	40	18	K	1000 :

Gambar 7. Order pada Tanggal 8 April 2015

Setelah dijadwalkan dan diproses dengan algoritma *harmony search* maka seluruh order akan memiliki nomor-nomor *slot* seperti pada Gambar 8.

Orderan ke-	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	10	11	12	12		
Harmony ke 0	83	80	28	29	46	47	45	44	11	8	10	12	13	9	7	33	32	51	48	50	64	63	72	81	62	34	35
Harmony ke 1	83	80	31	28	46	47	45	44	9	8	10	7	11	12	13	30	29	49	51	50	61	63	73	59	60	32	34
Harmony ke 2	81	83	41	40	44	47	45	46	11	8	13	9	12	7	10	29	28	49	50	48	59	63	74	64	57	33	32
Harmony ke 3	81	82	31	28	46	47	44	45	10	7	8	12	11	13	9	29	30	49	48	50	59	63	76	75	60	34	35
Harmony ke 4	81	80	29	31	46	47	44	45	10	7	9	12	13	8	11	38	39	50	49	48	61	63	74	62	60	35	34
Harmony ke 5	83	80	28	29	45	47	44	46	10	7	11	9	13	8	12	38	36	48	50	51	63	64	53	66	58	32	35
Harmony ke 6	82	81	29	28	45	47	46	44	10	8	11	9	12	7	13	40	41	48	50	49	61	65	83	62	60	33	34
Harmony ke 7	83	82	28	29	46	47	45	44	10	7	13	12	9	11	8	30	31	49	51	50	64	63	61	59	60	35	34
Harmony ke 8	82	83	31	29	46	47	44	45	9	8	10	11	13	7	12	33	34	51	50	48	64	63	76	65	59	32	35
Harmony ke 9	82	80	31	29	46	47	43	42	9	10	11	7	12	8	13	30	28	51	50	48	63	64	61	65	58	35	34

Gambar 8. Nomor Slot yang Dimiliki Tiap Order

Berdasarkan hasil penjadwalan pada Gambar 9, diketahui bahwa terdapat 2 order yang tidak menempati posisi seharusnya, yaitu order nomor 3 dan order nomor 13. Sehingga ketepatan penjadwalan dapat dihitung $100\% - ((2 \times 100 / 4700) \times 100\%) = 95,8\%$.

mesin 4	mesin 5	mesin 6	mesin 7	mesin 8	mesin 9	mesin 10	mesin 11	mesin 12	mesin 13	mesin 14	mesin 15
9		8	2	3	3	14	15	1	16	6	
11		10	2	11	4	14	15	1	16	6	
		12	7	12	4	14	15	13		13	
		12			4	14	15				
						14	15				
							15				
							15				
							15				

Gambar 9. Hasil Penjadwalan Tanggal 11 April 2015

3.3 Hasil Uji Coba Kecepatan

Uji coba kecepatan mengukur lama waktu proses aplikasi untuk menghasilkan sebuah jadwal produksi sebuah perusahaan dengan percobaan order pada tanggal 8 April 2015, yaitu 1 menit 47 detik. Percobaan ini menggunakan 12 order dengan 27 nada, untuk nilai PAR menggunakan 0,3 dan nilai HMCR 0,9. Iterasi yang digunakan sebanyak 12000 iterasi. Sedangkan proses penjadwalan yang biasanya dilakukan berlangsung selama 45 menit.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Rekomendasi jadwal produksi dengan menggunakan algoritma *harmony search* telah berhasil dilakukan.
2. Tingkat keakuratan aplikasi mencapai 98% dengan nilai PAR 0.3, HMCR 0.9, HMS 10 dan diiterasi sebanyak 12000 kali.
3. Dalam segi uji coba kecepatan, aplikasi dapat dikatakan lebih memuaskan dari pada penjadwalan secara manual. Sebab, untuk menjadwalkan secara manual diperlukan waktu 45 menit. Sedangkan dengan menggunakan aplikasi ini hanya memerlukan waktu 1 menit 45 detik.

Referensi

- [1] M. Astuti, "Studi Penjadwalan Job Shop Untuk Meminimalkan Waktu Keseluruhan Menggunakan Pendekatan Algoritma Artificial Immune," *Jurnal Angkasa*, Vol. 5, No. 1, Pp. 19–28, 2013.
- [2] N. Masrurroh, "Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Ampbell Dudeck Smith, Palmer, Dan Dannenbring Di Pt," *Loka Refraktor Surabaya. Penelitian UPN "Veteran"*, Vol. 3, No. 2, Pp. 158–171, 2006.
- [3] S. Patil And D. Patel, "An Overview: Improved Harmony Search Algorithm And Its Applications In Mechanical Engineering," *International Journal Engineering Science and Innovative Technology.*, Vol. 2, No. 1, 2013.
- [4] B. Daham And M. Mohammed, "Parameter Controlled Harmony Search Algorithm For Solving The Four-Color Mapping Problem," *International Journal of Computer and Information Technology*, Pp. 3–6, 2014.

-
- [5] E. A. Zuliari, "Harmony Search Algorithm (HSA) Untuk Optimal Power Flow (OPF)," *Jurnal Iptek*, Vol. 17, No. 1, Pp. 23–34, 2013.
 - [6] M. Huang, S. Guo, X. Liang, And X. Jiao, "Application Of Improved Harmony Search Algorithm In Test Case Selection," *Journal of Software*, Vol. 9, No. 5, Pp. 1170–1177, 2014.
 - [7] C. Worasuchee, "A Harmony Search With Adaptive Pitch Adjustment For Continuous Optimization," *Reviews Harmony Search*, Vol. 4, No. 4, 2011.
 - [8] Z. Geem, K. Lee, And Y. Park, "Application Of Harmony Search To Vehicle Routing," *American Journal of Applied*, Vol. 2, No. 12, Pp. 1552–1557, 2005.
 - [9] I. Aulia, E. Nababan, And M. Muchtar, "Penerapan Harmony Search Algorithm Dalam Permasalahan Penjadwalan Flow Shop," *Dunia Teknologi Informasi-Jurnal*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–7, 2012.
 - [10] R. Putra, "Penerapan Algoritma Harmony Search Pada Resource Constrained Project Scheduling Problem (RCPSp)," *SKRIPSI Jurusan Matematika-Fakultas MIPA UM*, 2013.