

## OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN ALGORITMA HARMONY SEARCH DI PT. ADI SATRIA ABADI (ASA)

Inaaratul Chusna Ichda Purwanto, Yohanes Anton Nugroho, Suseno  
Program Studi Teknik Industri Universitas Teknologi Yogyakarta  
chusnanaara@gmail.com, yohanesanton@uty.ac.id, suseno@uty.ac.id

### Abstract

*PT Adi Satria Abadi (ASA) is a company engaged in the processing of leather, especially sheep skin and goat skin, which is used for the manufacture of golf gloves. The problem faced by the company is the production process that exceeds the due date to other customers who order products at PT ASA. From the research, it is known that the cause is a company scheduling method that has not been organized so that the production sequence is concurrent. Selection of methods Harmony Search algorithms in scheduling are caused by delays. The Harmony Search algorithm can provide a better makespan value than the company method. The results of the company method obtain 0.9 months makespan average, the Harmony Search Algorithm method produces an average 0.8 months makespan. In addition, the use of the Harmony Search Algorithm method can reduce the average value of 0.1 months makespan. The results of the study in three months experienced time savings of 0.6 months, 0.6 months and 0.1 months respectively.*

**Keywords:** scheduling, Maximum, Lateness, Mean, Flow

### Abstrak

PT Adi Satria Abadi (ASA) adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kulit terutama kulit domba dan kulit kambing yang digunakan untuk bahan pembuatan sarung tangan golf. Masalah yang dihadapi perusahaan adalah proses produksi yang melebihi due date ke pemesan lain yang memesan produk di PT ASA. Dari penelitian, diketahui penyebabnya adalah metode penjadwalan perusahaan yang belum terorganisir sehingga sequence produksinya mengalami concurrent. Pemilihan metode Algoritma Harmony Search dalam penjadwalan disebabkan karena adanya keterlambatan. Algoritma Harmony Search dapat memberikan nilai rata-rata makespan yang lebih baik daripada metode perusahaan. Hasil metode perusahaan memperoleh rata-rata makespan 0,9 bulan, metode Algoritma Harmony Search menghasilkan rata-rata makespan 0,8 bulan. Selain itu, penggunaan metode Algoritma Harmony Search dapat mengurangi nilai rata-rata makespan 0,1 bulan. Hasil penelitian dalam tiga bulan mengalami penghematan waktu masing-masing sebesar 0,6 bulan, 0,6 bulan dan 0,1 bulan.

**Kata kunci:** penjadwalan, Maximum, Lateness, Mean, Flow

### PENDAHULUAN

PT. Adi Satria Abadi (ASA) merupakan salah satu perusahaan internasional di wilayah Yogyakarta yang memproduksi sarung tangan golf berbahan baku kulit domba. Proses Produksi PT. ASA masih terbelah manual dan masih mengandalkan tenaga manusia, seperti menjahit dan pemotongan kulit. Proses produksi yang dilakukan pada perusahaan menggunakan system *batch* dengan model *make to order*. Kapasitas produksinya mencapai 288.557 buah sarung tangan golf perbulan. Adapun factor yang menjadi pertimbangan dalam penjadwalan proses

produksi di PT. ASA antara lain: jumlah bahan baku yang disediakan, jumlah stasiun kerja, jumlah tenaga produksi, jumlah mesin produksi serta kebutuhan konsumen.

Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah proses produksi sarung tangan yang melebihi *duedate* ke pemesan lain yang memesan produk di PT. ASA, dengan kapasitas permintaan 3700 pcs. *Makespan* atau waktu produksi yang seharusnya selesai dalam satu bulan, terpaksa ditambah 1,5 bulan. Akibatnya, jadwal pengiriman produk mengalami *lateness* atau keterlambatan 0,5 bulan. Dalam hal ini,

keterlambatan yang terjadi dipengaruhi oleh penjadwalan yang masih belum terorganisir, sehingga *sequence* produksinya mengalami *concurrent* pada stasiun kerja tertentu. Terjadinya *concurrent* mengindikasikan penjadwalan pada sistem produksi perusahaan perlu dilakukan pembenahan.

Implementasi algoritma *Harmony Search* untuk penjadwalan produksi digunakan oleh Gunawan (2017). Penggunaan metode Algoritma *Harmony search* pada penelitian tersebut terbukti mampu mengurangi atau memaksimalkan permasalahan dalam penjadwalan proses produksi sarung tangan golf. Selain itu, metode Algoritma *Harmony search* diharapkan dapat membantu proses penjadwalan secara *sequence* digunakan oleh Aulia (2012). Berdasarkan latarbelakang masalah, maka peneliti berusaha merancang model penjadwalan menggunakan metode Algoritma *harmony search* dan mengangkatnya menjadi sebuah penelitian bidang industri manufaktur.

## TINJAUAN PUSTAKA

Algoritma *Harmony search* diusulkan oleh Geem pada tahun 2001. *Harmony search* menirukan evolusi yang terjadi pada proses pertunjukan musik. Teknik ini menggunakan proses pencarian seperti pada improvisasi music yang berusaha mendapatkan keadaan terbaik berdasarkan perkiraan estetika. Dengan analogi tersebut, *harmony search* melakukan proses optimasi untuk mendapatkan keadaan terbaik dengan cara mengevaluasi fungsi objektif. Mirip perkiraan estetika yang ditentukan menggunakan himpunan pola-pola titik nada (*pitch*) yang dikeluarkan oleh alat-alat musik. Perbaikan nilai fungsi objektif pada *harmony search* menerapkan improvisasi yang terus ditingkatkan dari iterasi keiterasi, sama seperti pada perbaikan kualitas suara estetika yang diperbaiki dengan latihan demi latihan. Berdasarkan konsep algoritma diatas, berikut adalah langkah-langkah dari algoritma *harmony search* (Suyanto, 2010).

### 1. Inisialisasi Parameter

Pada tahap pertama, permasalahan optimasi ditentukan, sebagai berikut:

$$\text{Minimasi} = f(x) \quad (2.1)$$

$$\text{dengan batasan } x_i \in X_i; i=1,2, N \quad (2.2)$$

Keterangan:

$f(x)$  = Fungsi objektif

$x_i$  = Variabel keputusan

$X_i$  = Himpunan variabel keputusan ke- $i$

$N$  = Jumlah variabel keputusan

Pada langkah pertama semua parameter harus ditentukan kemudian parameter-parameter *harmony search* yang lain juga harus ditentukan.

- a. *Harmony Memory Size* (HMS) adalah jumlah vektor solusi yang bisa disimpan dalam *harmony memory*.
- b. *Harmony Memory Considering Rate* (HMCR) adalah probabilitas dari *harmony memory* untuk digunakan kembali sebagai hasil dari vektor solusi. Nilainya 0 HMCR 1, pada umumnya digunakan berkisar antara 0,7 sampai 0,95 karena jika *rate* terlalu rendah, maka hanya sedikit harmoni bagus yang terpilih dan juga dapat menyebabkan proses konvergensi (keadaan menuju satu titik) terlalu lambat. Jika *rate* terlalu besar, maka akan menyebabkan vektor solusi pada *harmony memory* banyak terpakai dan tidak sempat mengeksplorasi yang lain, di mana pada akhirnya sulit mencapai solusi yang baik (Setiawan, 2010).
- c. *Pitch Adjusting Rate* (PAR) adalah parameter yang mempunyai peran signifikan dalam menentukan jumlah nilai yang harus diubah, disesuaikan atau ditukar dengan nilai yang lain. Nilainya adalah 0 PAR 1, umumnya digunakan berkisar antara 0,1 sampai 0,5 (Setiawan, 2010).
- d. Kriteria berhenti merupakan banyaknya iterasi untuk melakukan improvisasi.

### 2. Inisialisasi *harmony memory*

Pada tahap ini dibangkitkan matriks *harmony memory* (HM) yang didapatkan

dengan membangkitkan variabel keputusan  $x_i$  secara *random* sehingga membentuk vektor solusi  $x_i$ , kemudian hitung nilai fungsi objektif  $f(x)$  masing-masing vektor solusi. Berikut merupakan matriks *harmony memory*:

$$\begin{bmatrix}
 x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} & \dots & x_{1,N-1} & x_{1,N} \\
 x_{2,1} & x_{2,2} & x_{2,3} & \dots & x_{2,N-1} & x_{2,N} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_{HMS-1,1} & x_{HMS-1,2} & x_{HMS-1,3} & \dots & x_{HMS-1,p-1} & x_{HMS-1,N} \\
 x_{HMS,1} & x_{HMS,2} & x_{HMS,3} & \dots & x_{HMS,N-1} & x_{HMS,N}
 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}
 f(x_1) \\
 f(x_2) \\
 \dots \\
 f(x_{HMS-1}) \\
 f(x_{HMS})
 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- $F(x)$  = Fungsi objektif
- $HM$  = Matriks *harmony memory*
- $HMS$  = Baris matriks *harmony memory*
- $N$  = Jumlah variabel keputusan
- $x_{HMS,N}$  = Variabel keputusan ke-N pada sebanyak HMS

3. Improvisasi Harmony Baru

Dalam memperbaiki harmoni baru,  $(x' = x'_1, x'_2, \dots, x'_N)$  menggunakan dua aturan, yang diantaranya adalah:

a. HMCR (*Harmony Memory Considering Rate*)

Pada tahap ini nilai variabel keputusan  $x'$  dipilih secara acak dari variabel-variabel mana saja yang tersimpan dalam HM (*Harmony memory*)  $(x_1^1, x_1^2, \dots, x_i^{HMS})$  dengan probabilitas  $x'$ . Pembangkitan variabel keputusan yang tidak berada pada HM, maka akan dipilih secara acak dari himpunan variabel  $x'$  dengan probabilitas  $1-HMCR$ . Pembangkitan variabel keputusan baru pada tahap ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$x'_i = \{x'_i \mid (\{x_1^1, x_1^2, \dots, x_i^{HMS}\})HMCR\}$$

$$x'_i \in X_i HMCR - 1 \quad (2.4)$$

b. PAR (*Pitch Adjusting Rate*)

Pada tahap ini merupakan tahap penyesuaian variabel keputusan baru  $x_i$  yang dihasilkan pada tahap HMCR (*Harmony memory consideration*

*rate*). Variabel keputusan tersebut akan disesuaikan dengan variabel-variabel yang berdekatan dengan probabilitas  $HMCR \times PAR$ . Variabel keputusan  $x_i$  yang dihasilkan oleh *harmony memory consideration rate* dipertahankan dengan probabilitas  $HMCR(1 - PAR)$ . Penyesuaian variabel pada tahap ini ada dua formulasi yaitu variabel diskrit menggunakan aturan sebagai berikut:

$$x'_i = \{x'_i \mid (k + m)HMCR \times PAR\}$$

$$x'_i HMCR \times (1 - PAR) \quad (2.5)$$

Keterangan:

- $K$  = Indeks pada elemen  $X_i$
- $x'_i$  = Variabel keputusan ke- $i$
- $X_i$  = Variabel ke- $k$  pada elemen  $X_i$
- $M$  = Indeks tetangga (+1 atau -1)

4. Memperbarui Harmony Memory

Apabila dari vektor menemukan solusi baru,  $(x' = x'_1, x'_2, \dots, x'_N)$  dan pada vektor tersebut memiliki solusi yang lebih baik dibandingkan dengan vektor solusi terburuk didalam HM (*Harmony Memory*), vektor solusi baru tersebut dimasukan kedalam HM dan vektor solusi terburuk dikeluarkan dari HM, dan apabila nilai vektor solusi tidak lebih baik maka tidak akan terjadi perubahan pada HM.

5. Cek Kriteria Berhenti

Apabila kriteria pemberhentian telah tercapai, maka proses pengerjaan dihentikan. Apabila kriteria pemberhentian belum, tercapai maka akan kembali pada langkah ketiga dan keempat. Kriteria pemberhentian dari algoritma *Harmony Search* adalah jumlah iterasi yang telah ditentukan. Berikut merupakan diagram alir tahapan proses pada algoritma *Harmony Search*.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di PT. Adi Satria Abadi (ASA) Jl. Laksda Adisucipto Km. 11 Ds. Sidokerto RT 03 RW 01 Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571. Tujuan utama dari penelitian ini yaitu mengoptimalkan penjadwalan produksi dengan pendekatan

algoritma *harmony search*. Tentunya salah satu bagian utama adalah melakukan *assessment* dan memberikan rekomendasi dan tindakan mitigasi

Penelitian dilakukan dengan berbagai metode, mulai dari wawancara, analisis metode pemodelan, inialisasi parameter, desain masalah, studi pustaka, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, kesimpulan dan saran. Tujuan dari metodologi penelitian adalah agar pelaksanaan penelitian mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil perbandingan keterlambatan maksimum dari perusahaan dan algoritma *harmony search*, dengan menerapkan algoritma *harmony search* dapat meminimalkan *lateness*. Hasil yang diperoleh dari perhitungan langkah sebelumnya, bahwa perbulan rata-rata *lateness* dari metode perusahaan 2,7 bulan, sedangkan nilai rata-rata untuk metode penjadwalan dari algoritma *harmony search* adalah 2,1 bulan. Minimalisir *lateness* berkurang menjadi 38% dari 50% keadaan sebelumnya. Sehingga terjadi penghematan sebesar 12% atau rata-rata 0,6 bulan. Berikut adalah hasil perbandingan *maximum lateness*.

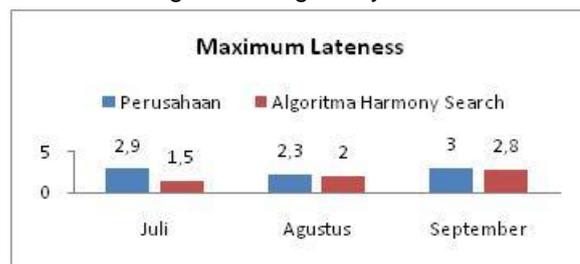
Tabel 1. Hasil Perbandingan Keterlambatan Maksimum

Bulan	Perusahaan	Algoritma Harmony Search	Penghematan
Juli	2.9	1.5	1.4
Agustus	2.3	2	0.3
September	3	2.8	0.2
Rata-rata	2.7	2.1	0.6
Persentase	50%	38%	12%

Analisis histogram menggambarkan hasil perbandingan nilai *lateness* dari perusahaan dan algoritma *harmony search*. Hasil pada histogram menunjukkan bahwa nilai *maximum lateness* perusahaan yang mempunyai titik tertinggi dan paling mendominasi selama tiga bulan. Penyebab terjadinya *lateness* yaitu proses produksi yang mengalami *concurrent* pada stasiun kerja tertentu.

Hasil dari metode algoritma *harmony search* meyakinkan bahwa nilai keoptimalan sangat berperan penting dalam meminimalisir

*maximum lateness*. Berikut adalah hasil visualisasi diagram histogramnya.



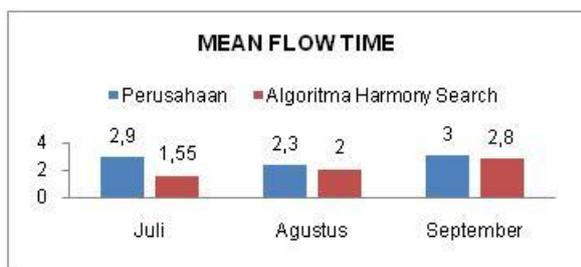
Gambar 1. Diagram Histogram Perbandingan *Maximum Lateness* (Sumber: Olah Data, 2018)

Hasil yang diperoleh dari langkah perhitungan sebelumnya, bahwa dalam tiga bulan, waktu alir rata-rata (*mean flow time*) dari metode penjadwalan perusahaan adalah 2,7 bulan, sedangkan nilai rata-rata untuk metode penjadwalan dari algoritma *harmony search* adalah 2,1 bulan. Sehingga terjadi penghematan atau rata-rata 11% atau 0,6 bulan. Berikut adalah hasil perbandingan waktu alir rata-rata dari metode perusahaan dan metode algoritma *harmony search*.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Waktu Alir Rata-Rata

Bulan	Perusahaan	Algoritma Harmony Search	Penghematan MFT
Juli	2.9	1.55	1.35
Agustus	2.3	2	0.3
September	3	2.8	0.2
Rata-rata	2.7	2.1	0.6
Persentase	50%	39%	11%

Hasil pada histogram menunjukkan bahwa nilai waktu alir rata-rata perusahaan 2,7 bulan, mempunyai titik tertinggi dan paling mendominasi selama 3 bulan. Hasil dari metode algoritma *harmony search* meyakinkan bahwa, nilai keoptimalan sangat berperan penting dalam meminimalisir *mean flow time*, karena dapat meminimalisir 0,6 bulan. Berikut adalah hasil visualisasi diagram histogramnya:



Gambar 2. Diagram Histogram Perbandingan Waktu Alir Rata-Rata (Sumber: Olah Data, 2018)

Hasil analisis perhitungan pada metode perusahaan mempunyai *makespan* rata-rata 0,87 bulan, *makespan* rata-rata metode algoritma harmony search 0,81 bulan. Sehingga meyakinkan bahwa menggunakan metode algoritma harmony search lebih optimal dan berperan penting dalam meminimalisir *makespan*. Berikut adalah hasil perbandingan *makespan*:

Tabel 3. Hasil Perbandingan Waktu Produksi (*makespan*)

Bulan	Metode	Kapasitas Produksi	Kapasitas Perhari	Makespan (hari)	Makespan (bulan)
Juli	Perusahaan	491	400	10.5	0.35
	Algoritma Harmony Search	391	400	10.0	0.33
Agustus	Perusahaan	362	400	10.2	0.34
	Algoritma Harmony Search	346	400	10.1	0.28
September	Perusahaan	19393	400	57.7	1.92
	Algoritma Harmony Search	19349	400	55.0	1.83

(Sumber: Olah Data, 2018)

Analisis histogram menggambarkan hasil perbandingan *makespan* dari metode perusahaan dan algoritma harmony search. Hasil histogram menunjukkan bahwa nilai *makespan* dari metode algoritma harmony search lebih optimal 0,06 selama tiga bulan. Hasil dari metode algoritma harmony search meyakinkan bahwa nilai keoptimalan sangat berperan penting dalam meminimalisir nilai *makespan*. Berikut adalah hasil visualisasi diagram histogramnya.



Gambar 3. Analisis grafik perbandingan (*makespan*) (Sumber: Olah Data, 2018)

harmony search adalah 2,1 bulan. Minimalisir *lateness* menjadi 12%, sehingga terjadi penghematan rata-rata 0,6 bulan.

Bahwa optimasi penjadwalan produksi terbukti dapat meminimalkan *lateness*. Hasil yang diperoleh *mean flow time* dari metode perusahaan adalah 2,7 bulan, sedangkan *mean flow time* dari metode penjadwalan algoritma harmony search adalah 2,1 bulan. Minimalisir *mean flow time* menjadi 11%, sehingga terjadi penghematan rata-rata 0,6 bulan. Hasil yang diperoleh dari perhitungan dan analisis pada metode perusahaan mempunyai *makespan* rata-rata 0,9 bulan, sedangkan *makespan* algoritma harmony search mempunyai rata-rata 0,8 bulan, sehingga metode algoritma harmony search bisa meminimalisir 0,1 bulan. Meyakinkan bahwa menggunakan metode algoritma harmony search lebih optimal dan berperan penting dalam meminimalisir *makespan*.

**SIMPULAN**

Hasil yang diperoleh dari perhitungan langkah sebelumnya, bahwa dalam tiga bulan rata-rata *lateness* dari metode perusahaan adalah 2,7 bulan, sedangkan nilai rata-rata *lateness* dari metode penjadwalan algoritma

**DAFTAR PUSTAKA**

Alfandianto Alex., Nugroho, Yohanes., Setiafindari, Widya. (2017). Penjadwalan Produksi Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika di PT Pertani (Persero). *Jurnal Disprotek*. ISSN 2088-6500. Vol 8 No. 2.

- Aulia, Indra., Nababan, Erna Budhiarti., Muchtar M.Anggia. (2012). Penerapan Harmony Search Algorithm dalam Permasalahan Penjadwalan Flow Shop. *Jurnal Dunia Teknologi Informasi*. Universitas Sumatera Utara.
- Baker, K. R. 1974. Introduction to Sequencing and Scheduling. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- C. Worasuchee. (2011). A Harmony Search With Adaptive Pitch Adjustment For Continuous Optimization. *Journal Reviews Harmony Search*, Vol. 4, No.
- E. A. Zuliari. (2013). Harmony Search Algorithm (HSA) Untuk Optimal Power Flow (OPF). *Jurnal Iptek* Vol. 17, No. 1, Pp. 23–34.
- I. Aulia, E. Nababan, And M. Muchtar. (2012). Penerapan Harmony Search Algorithm Dalam Permasalahan Penjadwalan Flow Shop. *Dunia Teknologi Informasi-Jurnal*. Vol. 1, No.1, Pp. 1–7.
- M. Huang, S. Guo, X. Liang, And X. Jiao. (2014). Application Of Improved Harmony Search Algorithm In Test Case Selection. *Journal of Software* Vol. 9, No. 5, Pp. 1170–1177.
- Setiawan, Achmad., dan Santosa, Budi. (2010). Penerapan Algoritma Harmony Search dalam Penyelesaian Resource Constrained Project Scheduling Problem. Institut Teknologi Sepuluh September. Surabaya.
- Setiawan, Hendry., Kelana, Oesman Hendra., Gunawan, Dennys. (2017). Implementasi Algoritma Harmony Search Untuk Penjadwalan Produksi Plastik. *Jurnal Kinantik Vol 2 No 2*. Universitas Ma Chung.
- Suyanto. (2010). *Algoritma Harmony Search*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Vollman, T. E., Whybark, dan Lee Berry W. (1998). *Manufacturing Planning & Control System*, 4th Edition. McGraw-Hill Trade.
- Z. Geem, K. Lee, And Y. Park. (2005). Application Of Harmony Search To Vehicle Routing. *American Journal of Applied*, Vol. 2, No. 12, Pp. 1552–1557.