



PAPER – OPEN ACCESS

Penjadwalan Produksi untuk Meminimasi Makespan dengan Implementasi Algoritma Bee Colony

Author : Prakasa Imam dan Rosnani Ginting
DOI : 10.32734/ee.v2i3.750
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 2 Issue 3 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Penjadwalan Produksi untuk Meminimasi *Makespan* dengan Implementasi Algoritma *Bee Colony*

Prakasa Imam¹, Rosnani Ginting²

¹Jl. Abdul Hakim Perumahan Claissc No.71, Kota Medan 20155, Indonesia

²Kampus USU, Jl. Almamater, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

imamprakasa.ip@gmail.com, rosnani_usu@yahoo.co.id

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi mesin yang akan digunakan untuk mesin Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dan juga menghasilkan spare part mesin untuk perusahaan lainnya. Tingginya permintaan dan cepatnya perkembangan dalam bidang industri seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan munculnya persaingan antara perusahaan yang satu dengan yang lainnya. Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan tersebut harus berusaha untuk mempertahankan atau menambah jumlah konsumennya. Salah satu usahanya adalah dengan memberikan pelayanan yang terbaik kepada para pelanggannya yaitu dengan menyelesaikan pesanan sesuai dengan waktu yang telah disepakati. Dalam mengatasi masalah tersebut maka, dibuatlah suatu system penjadwalan dengan menggunakan metode *Bee Colony* yang dapat menghasilkan waktu proses keseluruhan yang optimal sehingga dapat meminimisasi waktu penyelesaian seluruh pesanan (*makespan*).

Keyword: Penjadwalan produksi; *Makespan*; Algoritma *Bee Colony*

Abstract

PT. XYZ is a manufacturing company that produces plastic cups based on customer orders (job order). Companies apply production scheduling in the order of jobs on the order, where every first job comes must be completed first from another job (which has the same working time limit). This has an impact on the delay in delivering products to consumers. To avoid delays in product shipments, it is necessary to schedule production at the company in order to minimize the time of product completion (makespan). This research uses Simulated Annealing Algorithm. The Simulated Annealing algorithm is a type of heuristic method because it has great potential to solve the optimization problem, where the parameters used are the initial temperature (T_i) of 2000C, the reduction factor temperature (s) is 0.95, the number of iterations is 15 times. The Simulated Annealing Algorithm is equal to 20149,89 minutes. It can be seen that by using the proposed method, there is a reduction of makespan of 4418.86 minutes = 75.65 hours = 3.06 days. So that job scheduling can be fulfilled on time and no delay of due date set by 14 days. So it can be concluded Simulated Annealing algorithm is more effective than First Come First Served method.

Keyword : Production Scheduling, Algorithm *Bee Colony*, *Makespan*.

1. Pendahuluan

Tingginya permintaan dan cepatnya perkembangan dalam bidang industri seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan munculnya persaingan antara perusahaan yang satu dengan yang lainnya. Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan tersebut harus berusaha untuk mempertahankan atau menambah jumlah konsumennya. [1] Salah satu usahanya adalah dengan memberikan pelayanan yang terbaik kepada para pelanggannya yaitu dengan menyelesaikan pesanan sesuai dengan waktu yang telah disepakati. PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi mesin yang akan digunakan untuk mesin Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dan juga menghasilkan spare part mesin untuk perusahaan lainnya. Perusahaan berproduksi berdasarkan pesanan atau order yang masuk (job-order), sedangkan urutan proses pengerjaan antara job satu dengan job lainnya berbedabeda atau job shop. Pembuatan berbagai spare part ini mempunyai urutan dan waktu proses yang berbeda, serta membutuhkan set-up mesin terlebih dahulu.

Selain itu, jika kondisi ini terus-menerus terjadi maka perusahaan sulit mengatur atau memenuhi order dan ini juga akan berakibat langsung terhadap pengiriman order berikutnya. Beberapa spare part yang mengalami keterlambatan yang dipesan pada bulan November.

Tabel 1. Keterlambatan Jumlah Pengiriman

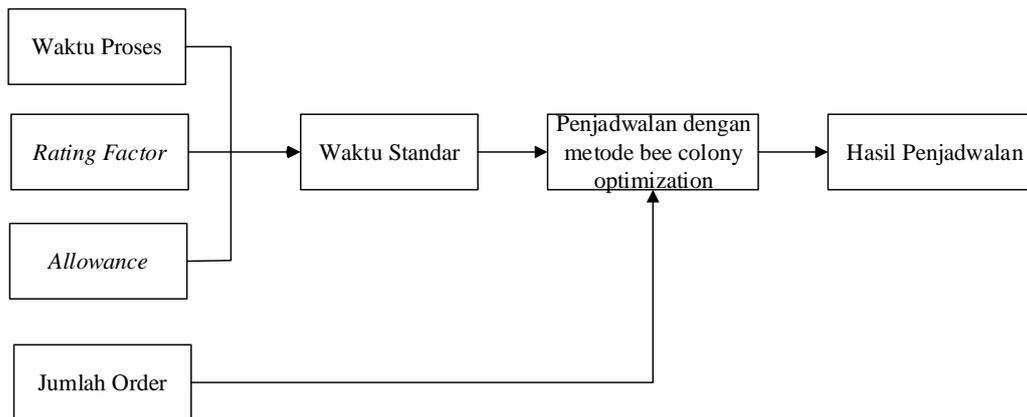
Spare part	Keterlambatan pengiriman (hari)
Ring	1
Plat cutter (2 x 12,5) cm	7
Plat cutter (2 x 26,5) cm	7
Roda roli	9
Kaki pompa	14

Dari data di atas dapat diketahui bahwa terdapat data jumlah keterlambatan pengiriman dan jumlah yang tertinggi dalam keterlambatan pengiriman ada pada kaki pompa. Oleh karena itu, untuk menghindari hal semacam ini, perlu disertai adanya metode penjadwalan yang tepat. Perusahaan menggunakan aturan order yang telah tiba terlebih dahulu, akan dilayani terlebih dahulu (First Come First Serve). Dengan adanya metode penjadwalan yang tepat, diharapkan waktu penyelesaian produk (makespan) yakni jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pemrosesan seluruh job, menjadi singkat. Dengan demikian, waktu yang masih tersisa dapat digunakan untuk menyelesaikan rencana produksi komponen lain. Terdapat banyak metode penjadwalan yang dapat menyelesaikan penjadwalan job shop ini. Dalam hal ini metode penjadwalan yang ingin dianalisis adalah dengan menggunakan metode *analysis bee colony*. [2,3]

2. Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian deskriptif (*Deskriptive Research*) yaitu suatu penelitian yang memaparkan masalah terhadap suatu masalah yang ada sekarang berdasarkan data secara sistematis [4]. Pada penelitian ini meliputi proses pengumpulan, penyajian dan pengolahan data serta analisa dan interpretasi.

Penelitian ini dirancang berdasarkan kerangka berpikir yang menunjukkan hubungan logis antara faktor/variabel yang terkait. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap waktu standar suatu proses kerja yang menentukan total waktu proses sehingga diperoleh urutan penjadwalan dan Makespan Time. Hal ini dikarenakan penilaian total waktu proses dipengaruhi oleh waktu set up, waktu standar, jumlah permintaan dan jumlah mesin. Penelitian ini juga mengamati tipe produk yang turut mempengaruhi urutan penjadwalan [5].



Gambar 1. Kerangka Konseptual

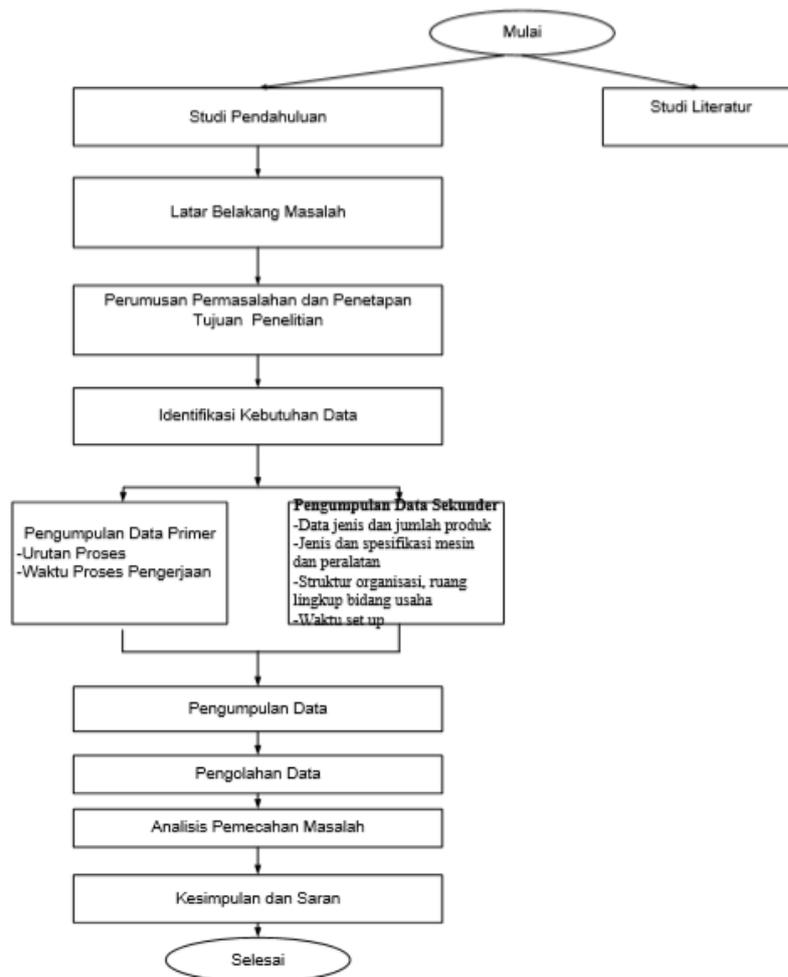
Variabel bebas adalah variabel yang dapat mempengaruhi perubahan dalam variabel terikat yang mempunyai hubungan positif maupun negatif terhadap variabel terikat. Jenis dari penjadwalan produksi akan sangat bergantung pada hal-hal berikut:

1. Jumlah job yang dijadwalkan terdiri dari 1, 2, 3, sampai n-job.
2. Jumlah Mesin yang digunakan terdiri dari 1, 2, 3, sampai n-job.
3. Ukuran dari pelaksanaan penjadwalan yaitu rata-rata waktu alir dan makespan.
4. Cara job datang, terdiri dari 2 yaitu:
 4. statis dan dinamis
5. Jenis Aliran Proses yang digunakan sangat mempengaruhi permasalahan yang akan terjadi pada saat tahap penjadwalan produksi.

Kerangka berpikir yang digunakan dalam penelitian ini secara garis besar dapat dibagi dalam beberapa tahapan:

1. Cari fakta-fakta tentang kinerja model penjadwalan yang ada saat ini.
2. Lakukan identifikasi dan analisis permasalahan model penjadwalan tersebut.
3. Rumuskanlah permasalahan tersebut.
4. Bangkitkan alternatif-alternatif pemecahan masalah.
5. Rumuskan pemecahan masalah.

Berikut ini merupakan *block diagram* dari pengolahan data waktu standard yang digunakan:



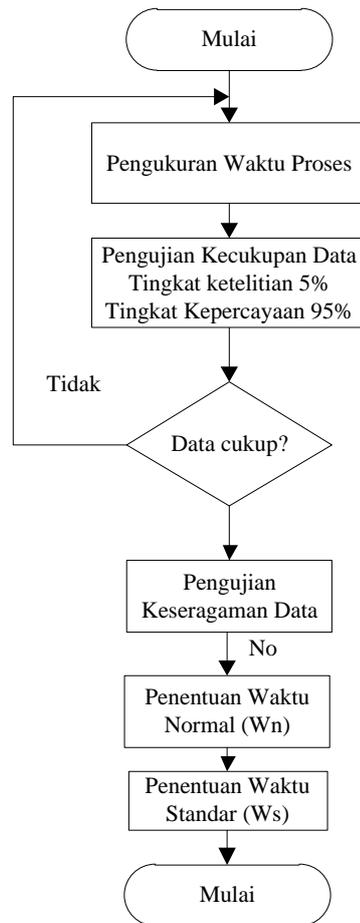
Gambar 2. Block Diagram Pengolahan Data Algoritma Bee Colony

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data Primer : Waktu pengerjaan produk oleh unit-unit produksi yang terdapat pada sepanjang lintasan jalur produksi.
- Data Sekunder: Data jenis produk, Jumlah produk yang dipesan, Data jumlah dan jenis mesin, Waktu Set Up

Pengukuran waktu secara langsung dilakukan untuk kegiatan pengumpulan data pada sepanjang lintasan produksi untuk produk cangkir plastik bening MGT 20, MK AD 110, MK 125 D, MG 180, MK EM 180, MGA 150. Penggunaan jam henti (*stopwatch*) sebagai instrumen untuk pengukuran waktu

Proses pengolahan data dapat dilakukan setelah semua data yang diperlukan diperoleh dimana analisis data dilakukan dalam penelitian ini untuk mendapatkan nilai waktu standar yang digunakan dalam pemecahan masalah.



Gambar 3. Flow Chart Simulated Annealing dalam Pengurutan Job

3. Hasil dan Pembahasan

PT. Bina Karya Logam Mandiri selama ini menggunakan metode First Come First Serve dalam menjadwalkan setiap job yang datang. Berdasarkan data yang diperoleh selama bulan Desember 2013 urutan job yang dikerjakan berdasarkan job yang pertama sekali datang adalah job 3-job 4-job 2-job 5 –job 1. Dengan aturan First Come First Serve ini, diperoleh makespan sebesar 10042 menit = 167,76 jam. Dari keadaan diatas dapat dianalisis bahwa metode penjadwalan yang diterapkan perusahaan belum tepat untuk memenuhi seluruh order. Karena dalam kenyataannya perusahaan sering mengalami keterlambatan pengiriman.

Penjadwalan dengan metode *bee colony* digunakan untuk menemukan mesin yang mengalami bottleneck, yang memiliki beban pekerjaan yang besar. Mesin yang bottleneck ditentukan dari nilai keterlambatan maksimumnya. Mesin yang memiliki keterlambatan maksimum terbesar dan bernilai positif adalah mesin yang mengalami bottleneck. 17 Dari hasil perhitungan dengan metode Shifting Bottleneck Heuristic diperoleh bahwa nilai makespan adalah 9128 menit = 152,12 jam. Dari keadaan ini dianalisis bahwa metode penjadwalan usulan menghasilkan nilai makespan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode perusahaan. Dari keadaan diatas dapat dianalisis bahwa metode penjadwalan yang diusulkan dapat meminimisasi waktu penyelesaian sebesar 15,64 jam.

Aturan Short Processing Time (SPT) Priority Dispatching Heuristic dengan aturan SPT merupakan metode yang dalam menentukan urutan pekerjaannya adalah berdasarkan waktu proses tercepat, dimana waktu proses yang paling kecil dikerjakan terlebih dahulu. 18 Penurunan makespan berarti perusahaan dapat melakukan penghematan waktu dalam mengerjakan produk serta menyelesaikan masalah keterlambatan pengiriman produk kepada konsumen sehingga ancaman terhadap penalty akibat keterlambatan pengiriman dapat dihindari. Dari hasil perhitungan dengan metode Priority Dispatching Heuristic aturan SPT diperoleh bahwa nilai makespan adalah 6612 menit = 110,19 jam. Nilai makespan ini lebih baik dibanding nilai makespan perusahaan karena nilai makespan SPT lebih kecil. 19 Dianalisa

bahwa order yang dapat dikerjakan selama 110,19 jam untuk seluruh order, namun nyatanya diselesaikan selama 167,76 jam. Dengan menggunakan metode ini diperoleh minimisasi waktu penyelesaian sebesar 57,57 Jam.

Aturan prioritas MWKR adalah pekerjaan diurutkan berdasarkan sisa waktu proses, mulai dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Aturan prioritas aturan LWKR adalah pekerjaan diurutkan berdasarkan sisa waktu proses mulai dari yang paling kecil sampai yang paling besar. Dari hasil perhitungan dengan metode Priority Dispatching Heuristic aturan MWKR diperoleh bahwa nilai makespan adalah 6834 menit = 113,9 jam. Nilai makespan ini lebih baik dibanding nilai makespan perusahaan karena nilai makespan MWKR lebih kecil.

Penurunan makespan berarti perusahaan dapat melakukan penghematan waktu dalam mengerjakan produk serta menyelesaikan masalah keterlambatan pengiriman produk kepada konsumen sehingga ancaman terhadap penalty akibat keterlambatan pengiriman dapat dihindari. Dari keadaan ini dianalisa bahwa order yang dapat dikerjakan selama 113,9 jam untuk seluruh order, namun nyatanya diselesaikan selama 167,76 jam. Dengan menggunakan metode ini diperoleh minimisasi waktu penyelesaian sebesar 53,86 Jam.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. Bina Karya Logam Mandiri dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode penjadwalan produksi yang memberikan hasil yang optimum diantara metode usulan dan metode perusahaan adalah metode Priority Dispatching Heuristic aturan SPT dengan makespan 6612 menit.
2. Total makespan yang didapat dari metode penjadwalan aktual diterapkan di PT. Bina Karya Logam Mandiri dengan aturan First Come First Serve sebesar 10042 menit = 167,76 jam. Dengan Makespan ini pengerjaan order tidak terpenuhi tepat waktu.
3. Menyelesaikan permasalahan penjadwalan dengan menggunakan metode PDH aturan SPT dapat meminimisasi waktu penyelesaian seluruh Job. Order yang diselesaikan selama 167,76 jam dapat dikerjakan selama 110,19 jam untuk seluruh order. Minimisasi waktu penyelesaian sebesar 57,57 jam.
4. Urutan pekerjaan yang dihasilkan dari metode PDH aturan SPT adalah mesin bor urutannya adalah 1, mesin bubut urutannya adalah 1, mesin bubut duduk urutannya adalah 1-5, mesin potong urutannya adalah 3-4, mesin potong gas urutannya adalah 5, mesin las urutannya adalah 2-1-3-4-5, mesin milling urutannya adalah 1, mesin tab urutannya 2, mesin pon urutannya adalah 3-4 dan mesin bending urutannya adalah 3-4. Urutan pekerjaan diatas merupakan urutan pekerjaan yang optimal dan diharapkan dapat memenuhi kriteria minimisasi makespan.
5. Untuk nilai performance yaitu persentase penghematan makespan menunjukkan bahwa penjadwalan dengan metode PHD aturan SPT memiliki performance yang baik dibandingkan dengan metode yang digunakan oleh perusahaan.

Referensi

- [1] Panjaitan, Maylandari. 2018. *Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Algoritma genetika di PT. sinar Utama Nusantara*.
- [2] Davidovic, et al. 2010. *Bee colony optimization for scheduling*
- [3] Quan Ke Pan. 2010. *A discrete Bee Colony Optimization for flowshop Scheduling Problem*
- [4] Sinulingga, Sukaria. 2016. *Metode Penelitian*.
- [5] Ginting, Rosnani. 2011. *Penjadwalan Mesin*.