



PAPER – OPEN ACCESS

Penjadwalan Produksi dengan Algoritma Semut

Author : William dan Rosnani Ginting
DOI : 10.32734/ee.v2i3.746
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-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Penjadwalan Produksi dengan Algoritma Semut

William¹, Rosnani Ginting²

¹Jl. Bahagia, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

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

¹Williamgo1011@gmail.com , ²rosnani_usu@yahoo.co.id

Abstrak

PT XYZ adalah perusahaan yang memproduksi jenis crumb, dalam memproduksi baja tersebut waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan konsumen adalah 24 jam berturut-turut dengan menggunakan metode SPT, dengan sistem tersebut perusahaan tidak menggunakan prioritas dalam memproduksi baja, bahan dioperasikan pada mesin yang kosong, sedangkan mesin lain dalam keadaan (idle). Selama ini, perusahaan sering mengalami kesulitan memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu sehingga baik perusahaan maupun konsumen sering mengalami kerugian. Masalah ketidaktepatan jadwal pengiriman pesanan tersebut disebabkan oleh jadwal produksi yang tidak tepat atau sistem penjadwalan produksi yang belum optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari alternatif penjadwalan terbaik berdasarkan makespan time terkecil yang dibutuhkan dalam proses produksi, sehingga diharapkan waktu 24 jam dapat digunakan untuk memproduksi dengan siklus produksi. Makespan yang ada tidak dapat memenuhi batas waktu pekerjaan selesai (duedate). Apabila masalah tersebut tidak segera diatasi maka konsumen yang melakukan order akan kecewa dan melakukan komplain, bahkan perusahaan akan mendapat penalty karena keterlambatan pengiriman dan lambat laun akan kehilangan order yang menyebabkan perusahaan tidak mampu bersaing dalam dunia industri. Selain menyusun jadwal produksi, maka kepala produksi juga bertugas untuk mengatur kelancaran produksi agar sumber daya yang dapat dihasilkan produk sesuai jadwal yang telah disusun . dan bertugas untuk mengalokasikan tenaga kerja dalam melaksanakan proses produksi. Untuk memecahkan masalah tersebut, salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghindari keterlambatan penyelesaian produk dan penjadwalan produksi yang optimal adalah maka dilakukan perbandingan metode algoritma semut dan metode SPT .

Kata kunci: Penjadwalan produksi; *Makespan*; Algoritma semut

Abstract

PT XYZ is a company that manufactures crumb types, in producing steel the time needed to meet consumer demand is 24 consecutive hours using the SPT method, with the system the company does not use priority in producing steel, the material is operated on an empty machine, whereas other machines are idle. So far, companies often have difficulty meeting consumer demand in a timely manner so that both companies and consumers often suffer losses. The problem of inaccuracy in the order delivery schedule is caused by an improper production schedule or an under-optimal production scheduling system. The purpose of this study is to find the best alternative scheduling based on the smallest makespan time needed in the production process, so that it is expected that 24 hours can be used to produce with the production cycle. The available one cannot meet the duedate deadline. If the problem is not immediately resolved, the consumers who make the order will be disappointed and make complaints, even the company will get a penalty for late delivery and will eventually lose orders that cause the company is unable to compete in the industrial world. In addition to arranging a production schedule, the head of production is also tasked with regulating the smooth production so that the resources that can be produced by the product according to the schedule have been prepared. and the task is to allocate labor in carrying out the production process. To solve this problem, one method that can be used to avoid delays in product completion and optimal production scheduling is the ant algorithm method and SPT method. Ant algorithm is a probabilistic algorithm based on the mechanism of finding the shortest path. Ant algorithms can be used to solve complex optimization problems that cannot be solved by traditional optimization techniques such as transportation problems, computer games and others. So in overcoming the limitations of delay, a comparison between the SPT method and the Ant Algorithm is used to find the smallest makespan which is the solution in solving the problem of delay.

Keywords: *Production scheduling; Makespan; Ant Algorithms*

1. Pendahuluan

Proses produksi adalah suatu cara, metode ataupun teknik menambah kegunaan suatu barang dan jasa dengan menggunakan faktor produksi yang ada. Tingkat produksi optimal atau adalah sejumlah produksi tertentu yang dihasilkan dengan meminimumkan total waktu atau total biaya. Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi adalah PT XYZ. PT XYZ adalah perusahaan yang memproduksi jenis crumb, dalam memproduksi baja tersebut waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan konsumen adalah 24 jam berturut-turut dengan menggunakan metode short process time (SPT), dengan system tersebut perusahaan tidak menggunakan prioritas dalam memproduksi baja, bahan dioperasikan pada mesin yang kosong, sedangkan mesin lain dalam keadaan (idle). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari alternatif penjadwalan terbaik berdasarkan makespan time terkecil yang dibutuhkan dalam proses produksi, sehingga diharapkan waktu 24 jam dapat digunakan untuk memproduksi dengan siklus produksi. Masalah yang dihadapi oleh PT. XYZ adalah keterlambatan penyelesaian order yang mempengaruhi delivery time ke tangan customer karena pelaksanaan penjadwalan produksi di lantai pabrik belum menghasilkan makespan yang sesuai dengan order yang ada. Oleh karena itu, dituntut untuk mencari solusi pemecahan masalah optimal dalam penentuan jadwal produksi untuk meminimisasi total waktu penyelesaian (makespan) semua order dengan algoritma semut. Agar penelitian ini lebih fokus dalam menganalisis masalah, maka obyek kajian hanya akan dibatasi sebagai berikut. Penjadwalan merupakan kegiatan mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan sejumlah pekerjaan. Keterbatasan sumber daya yang dimiliki menimbulkan proses penjadwalan sehingga diperlukan adanya pengaturan sumber-sumber daya tersebut secara efisien. Unit-unit produksi (resources) dapat dimanfaatkan secara optimum dengan dilakukan pengurutan pekerjaan ini. Berbagai model penjadwalan telah dikembangkan untuk mengatasi persoalan penjadwalan tersebut [1]

Tujuan dalam permasalahan ini adalah untuk mencari total waktu penyelesaian (*makespan*) yang paling minimum dengan metode algoritma semut. Penjadwalan merupakan kegiatan mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan sejumlah pekerjaan. Keterbatasan sumber daya yang dimiliki menimbulkan proses penjadwalan sehingga diperlukan adanya pengaturan sumber-sumber daya tersebut secara efisien. Unit-unit produksi (*resources*) dapat dimanfaatkan secara optimum dengan dilakukan pengurutan pekerjaan ini. Berbagai model penjadwalan telah dikembangkan untuk mengatasi persoalan penjadwalan tersebut [2].

Penjadwalan Flowshop adalah suatu unit-unit yang bergerak secara terus menerus melalui suatu rangkaian stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk. Sumber daya yang dialokasikan pada pejadwalan flowshop akan dilewati oleh setiap job secara berurutan. Setiap job memiliki urutan tahap atau rute pengerjaan yang sama. Kriteria yang digunakan mempengaruhi ukuran performansi penjadwalan, antara lain: total waktu untuk penyelesaian semua job minimum (*makespan*), rata-rata keterlambatan yang minimum (*mean tardiness*), rata-rata waktu penyelesaian setiap job yang minimum (*mean flow time*), dan sebagainya. Penentuan jadwal yang memenuhi seluruh kriteria yang ada sangat sulit untuk dilakukan. Oleh karena itu, minimasi makespan dapat mewakili seluruh kriteria yang ada.

Salah satu masalah yang cukup penting dalam sistem produksi adalah bagaimana melakukan pengaturan dan penjadwalan pekerjaan (*jobs*), agar pesanan dapat selesai sesuai dengan kontrak. Di samping itu sumber-sumber daya yang tersedia dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin. Salah satu usaha untuk mencapai tujuan di atas adalah melakukan penjadwalan proses produksi yang terencana. Penjadwalan proses produksi yang baik dapat mengurangi waktu menganggur (*idle time*) pada unit-unit produksi dan meminimumkan *work in process*.

Masalah penjadwalan sebenarnya masalah murni pengalokasian dan dengan bantuan model matematis akan dapat ditentukan solusi optimal. Model-model penjadwalan akan memberikan rumusan masalah yang sistematis berikut dengan solusi yang diharapkan. Sebagai alat bantu yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penjadwalan dikenal satu model yang sederhana dan umum dipergunakan secara luas yakni Gantt Chart. Gantt Chart merupakan grafik hubungan antara alokasi sumber daya dengan waktu. Pada sumbu vertikal digambarkan jenis sumber daya yang digunakan dan sumbu horizontal digambarkan satuan waktu.

Dari Gantt Chart kemudian ditentukan urutan (*sequence*) dari job yang memberikan kriteria penjadwalan terbaik, misalnya waktu pemrosesan tersingkat, utilitas mesin/peralatan tertinggi, idle-time minimum, dan lain-lain. Masalah penjadwalan akan muncul apabila terdapat pekerjaan yang harus diselesaikan tetapi memiliki keterbatasan pada mesin atau fasilitas yang tersedia. Salah satunya usaha yang dapat dilakukan adalah dengan meminimalkan total waktu makespan. permasalahan yang dihadapi adalah perencanaan penjadwalan dan tingginya tingkat permintaan

yang terkadang melebihi kapasitas dan mengharuskan perusahaan untuk dapat mengoptimalkan penjadwalan produksi.

Penjadwalan produksi selama ini berdasarkan kesamaan proses produksi, tanpa mempertimbangkan waktu siklus penyelesaian seluruh job. Hal ini menyebabkan waktu penyelesaian seluruh produksi (*makespan*) menjadi lebih panjang. Berdasarkan hal tersebut maka di dalam penelitian ini ini diberikan alternatif metode penjadwalan produksi melalui penerapan algoritma Ant Colony untuk meminimumkan *makespan*. Algoritma Ant Colony merupakan salah satu pendekatan metaheuristik yang mampu memberikan hasil positif untuk menyelesaikan permasalahan optimasi dengan menemukan solusi yang baik.

Algoritma Ant Colony merupakan salah satu pendekatan metaheuristik yang mampu memberikan hasil positif untuk menyelesaikan permasalahan optimasi dengan menemukan solusi yang baik. Perhitungan yang menyebar dapat menghindari terjebak pada keadaan lokal optimum, serta dengan penerapan algoritma heuristik Greedy yang mampu menghasilkan solusi cukup baik pada tahap awal pencarian.

Algoritma ini berawal dari pengamatan terhadap kegiatan semut dalam mencari makanan, sehingga semut yang lain dapat mengetahui jalan terbaik untuk mencari sumber makanan. Dalam perjalanan dari sarang semut sampai ke sumber makanan, maka semut mengeluarkan wewangian yang bernama pheromone. Pheromone dapat dicium oleh semut-semut dari koloni berikutnya, sehingga mereka akan terpengaruh untuk mengikuti jalan yang sama. Berawal dari pengamatan ini, maka Deneubourg dan temannya melakukan percobaan menggunakan dua buah jembatan yang panjangnya divariasikan untuk menghubungkan sarang semut dengan letak makanan

2. Metodologi 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 [3]. Pada penelitian ini meliputi proses pengumpulan, penyajian dan pengolahan data serta analisa dan interpretasi.

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.

1. Variabel Independen
 - a. Permintaan tiap jenis produk pada periode bulanan.
 - b. Kapasitas stasiun kerja yang tersedia yang dinyatakan dalam batch.
 - c. Waktu proses produksi pada masing-masing stasiun.
 - d. Variabel-variabel ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi penjadwalan produksi pada rantai produksi.

2. Variabel Dependen

Variabel dependen merupakan variabel yang dipengaruhi. Variabel tersebut yaitu penjadwalan produksi yang dilaksanakan pada rantai pabrik. Penjadwalan dengan metode gabungan *Ant Algorithm* terdiri atas beberapa tahap yaitu

- a. Metode penjadwalan yang digunakan perusahaan adalah *SPT (Short Processing Time)* yang tidak mempertimbangkan besarnya *makespan*.
- b. Dalam memecahkan masalah tersebut maka diidentifikasi faktor penyebab besarnya *makespan* tersebut.
- c. Perhitungan fungsi tujuan, dihitung berdasarkan nilai *makespan*.
- d. Penentuan sampel elit, maka nilai *makespan* dari semua sampel diurutkan dari terkecil hingga terbesar.
- e. Perhitungan parameter performansi penjadwalan yaitu *Efficiency Index*

Data-data yang digunakan untuk penelitian ini memiliki sumber data yang dapat ditunjukkan sebagai berikut:

1. Data Primer adalah data yang diperoleh melalui proses pengukuran dengan bantuan suatu instrument yaitu stopwatch dan melalui pengamatan langsung menggunakan alat tulis, lembar pengamatan dan papan pengamatan. Data yang termasuk dalam kategori ini adalah:
 - a. Data Primer : waktu pengerjaan suatu produk oleh unit produksi pada sepanjang lintasan jalur produksi.

- b. Data Sekunder: waktu set up mesin, latar belakang perusahaan, umur mesin, jumlah mesin, kapasitas mesin dan rencana produksi untuk suatu periode tertentu. Pengukuran waktu secara langsung dilakukan untuk

Adapun langkah-langkah dalam algoritma adalah:

1. Inisialisasi setiap parameter
2. Penyusunan rute kunjungan setiap *ant* ke setiap node
3. Perhitungan *makespan time* pada setiap *ant*

$$- Z = \max \{ c_i, i=1,2,\dots,n \}$$

$$- C_i = q(\sigma, m)$$

$$- q(\sigma, m) = \max \{ q(\sigma, j), q(\sigma, j-1) \} + t_{ij}$$

4. perhitungan perubahan probabilitas intensitas jejak ant antar mode

$$P_{ij}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [n_{ij}(t)]^\beta}{\sum [\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [n_{ij}(t)]^\beta}$$

5. perhitungan perubahan probabilitas intensitas jejak kai ant anatar node untuk siklus berikutnya. Upadte pheromone lokal.

$$\tau_{ij} \leq (1-\rho) \tau_{ij} + \rho \cdot \Delta \tau_{ij}$$

dengan

$$\Delta \tau_{ij} = 1/(p_{ij} \cdot c)$$

Dimana

P_{ij} = waktu job i pada mesin j

C = jumlah lokasi

ρ = parameter dengan nilai 0 sampai 1

$\Delta \tau_{ij}$ = perubahan pheromone

6. update pheromone global

$$\tau_{ij} \leq (1-\alpha) \tau_{ij} + \alpha \cdot \Delta \tau_{ij}$$

$$\begin{cases} p_{gb}^{-1} & \text{jika } ij \in \text{tur terbaik} \\ 0 & \end{cases}$$

Dimana

τ_{ij} = nilai pheromone akhir setelah mengalami perubahan lokal

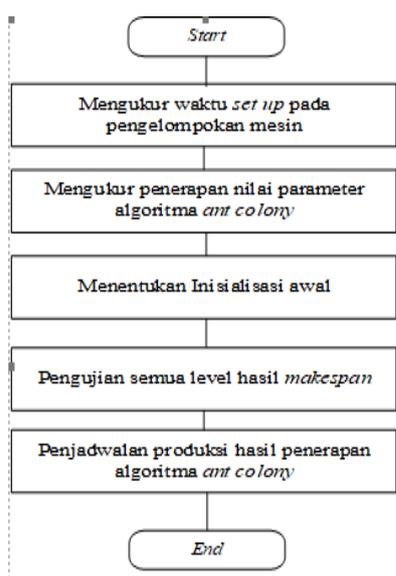
p_{gb} = waktu tercepat pada akhir siklus

α = parameter nilai antara 0-1

$\Delta \tau_{ij}$ =perubahan pheromone

7. jika pemberhentian terpenuhi atau jumlah maksimum iterasi selesai, ambil urutan job/operasi yang memiliki *makespan time* terkecil. Jika tidak kembali kelangkah 2.

Kegiatan pengumpulan data pada sepanjang lintasan



Gambar 1. Flow Chart Alogritma Semut dalam Pengurutan Job

3. Hasil dan Pembahasan

Data permintaan produk pada PT. ABC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 . Data Keterlambatan

Periode 2016	Order per Bulan	Total Produksi	Jumlah keterlambatan
Januari	12	4000	1
Februari	12	5000	2
Maret	12	4000	1
April	14	5000	2
Mei	12	5600	0
Juni	16	5700	3
Juli	14	4200	2
Agustus	14	6200	1
September	12	5400	1
Oktober	16	5200	2
November	16	4000	3
Desember	12	5800	1
Total	164	61100	11

Tabel 2. Data Permintaan Produk

No	Stasiun Kerja	Nama Mesin / Peralatan	Jumlah Mesin/ Peralatan	Jumlah Operator	Jumlah Operator Pembantu
1	Pembuatan mal	Gergaji, Mesin Potong	2	1	
2	Pengadukan pasir	Ayakan Pasir, Mesin	4	1	
3	Pencetakan pasir	Pengaduk	30	1	
4	Peleburan logam	Cetakan	2	1	
5	Pencetakan logam	Tungku Kupola	30	1	
6	Penggerindaan / pembubutan	Mesin Bubut, Mesin Gerinda dan Mesin Bor	3	1	
7	Finishing	Spray Krom dan Mesin Las	4	1	

Waktu setup adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan operasi/kerja. Waktu yang tersebut menyangkut pengaturan komponen mesin, waktu penyediaan peralatan kerja dan sebagainya. Pengukuran waktu setup dilakukan sebanyak 10 kali dan dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data. Dari hasil tersebut, diperoleh data seragam dan cukup. Waktu setup setiap .

Stasiun Kerja dapat Tabel 3. Data Kapasitas *Work center* Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada perusahaan Terdapat dua tahapan proses produksi pada perusahaan. Tahap I adalah proses pembuatan mal pada tahap I ini terdapat 1 *job* dengan 2 mesin artinya setiap *job* memiliki 2 mesin pemroses. Tahap II adalah proses pengadukan pasir menggunakan 1 *job* dengan 3 mesin, artinya setiap *job* memiliki 3 mesin pemroses. Maka Penjadwalan produksi dengan metode *Shortest Processing Time* (SPT) dengan jenis mesin paralel digunakan untuk mencari *makespan time* terkecil dengan algoritma semut. Dari setiap kombinasi ant colony dengan 2 level pada 120 *job* dilakukan percobaan sebanyak 7 replikasi. Maka diperoleh nilai *makespan* pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Penjadwalan dengan Algoritma Semut

α	B	P	Ncmax	M	Makespan
1	1	0.1	50	8	238903,39
1	1	0.5	50	8	237460,81
1	10	0.1	50	8	244453,77
1	10	0.5	50	8	248033,23
10	1	0.1	50	8	232068,60
10	1	0.5	50	8	223250,63
10	10	0.1	50	8	239699,74

Penjadwalan Produksi dengan hasil penerapan spt untuk mencari metode mana paling efektif dalam menghadapi terjadinya keterlambatan dalam produksi

Tabel 3. Penjadwalan dengan SPT

No	Kode Proses	Waktu siklus <i>job</i> (detik)
1	A5	1346.43
2	A6	1395.72
3	A1	1639.70

Tabel 3. Penjadwalan dengan SPT (Lanjutan)

No	Kode Proses	Waktu siklus job (detik)
4	A2	2102.76
5	A3	6796.20
6	A4	16329.20
7	B3	1144.36
8	B5	5343.75
9	B6	8942.40
10	B4	28443.23
11	C5	1370.71
12	C2	1572.85
13	C6	2978.033
14	C1	4359.75
15	C3	5458.67
16	C4	10977.2
17	D1	357.79
18	D6	625.46
19	D4	3009.97
20	E1	3278.39
21	E6	16253.21
22	E5	17092.80
23	E2	30502.52
24	E3	34133.8
25	E4	57492.65
26	F4	10675.04
27	G1	13782.00

Tabel 4. Perbandingan Makespan Algoritma Ant Colony dengan Metode SPT

<i>Makespan</i>	
Algoritma Ant Colony	Metode Shortest Processing Time (SPT)
223250,63 detik	10675.04

$$EI = \frac{\text{MakeSpan (SPT)}}{\text{Maksepan (Algoritma Semut)}} = \frac{10675.04}{223250.63} = 0,04$$

EI < 1 menunjukkan bahwa metode usukan diberikan masih kurang memberikan performance baik, metode diterapkan sudah membaik sehingga tidak diperlukan lagi metode untuk meminimasi terjadinya keterlambatan. *Makespan* yang terpilih adalah algoritma SPT (*Shortest Processing Time*) untuk menjadi alternative dalam mengatasi keterlambatan

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data serta analisis pemecahan masalah dalam penjadwalan produksi dengan menggunakan pendekatan algoritma semut

1. Makespan untuk pengerjaan produk metode Algoritma semut adalah 223250,63 jam
2. Makespan untuk pengerjaan produk metode SPT adalah 10675.04

3. Dengan menggunakan algoritma semut maka diperoleh waktu yang lebih baik dibandingkan dengan Penjadwalan Produksi dengan metode Shortest Processing Time (SPT).

Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian “Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetik di PT. Inti Jaya Logam ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya hasil penelitian ini dapat diterapkan sebagai alternatif pemecahan masalah di lapangan dengan terlebih dahulu menata ulang rantai produksi, sehingga stasiun kerjanya menjadi teratur dan tidak terjadi penumpukan barang setengah jadi pada tempat yang tidak semestinya

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. 2009. Penjadwalan Mesin. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Sinulingga, Sukaria. 2016. *Metode Penelitian*
- [3] Kurniadi, Dedy. 2007. Penjadwalan Proses Produksi Menggunakan Ant Colony Algorithm
- [4] H. Irawan, Daniel. Usulan Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Algoritma *Ant Colony System* (Studi Kasus Cv. Bina Rubber Sumedang)