



PAPER – OPEN ACCESS

Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Algoritma Non Delay untuk Meminimasi Makespan

Author : Bahana Dimas Anfari, dkk
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1800
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and 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 Menggunakan Metode Algoritma *Non Delay* untuk Meminimasi *Makespan*

Bahana Dimas Anfari, Miranda Azalia, Nurul Novia Azmi

Fakultas Teknik, Departemen Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara Jl. Almamater, Kota Medan 20155, Indonesia

bahanadimas8@gmail.com, mirandaazalia2@gmail.com, nurulnoviaazmia@gmail.com

Abstrak

Perusahaan harus dapat menjaga kepercayaan konsumen, sehingga di masa mendatang konsumen akan tetap melakukan pemesanan. Hal yang perlu diperhatikan untuk mempertahankan kepercayaan konsumen adalah mengirimkan produk tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati. CV. Star Umroh Engineering merupakan perusahaan yang bergerak dengan sistem produksi bersifat *Make to Order* yaitu perusahaan membuat produk untuk memenuhi pesanan konsumen berdasarkan dengan rancangan yang sebelumnya sudah ada dasarnya. Dilakukannya penelitian ini yaitu untuk menemukan metode usulan perbaikan yang dapat membantu meminimasi *makespan* pada perusahaan. Perusahaan memiliki 5 *work center* yang pada setiap *work center* menggunakan mesin yang berbeda dalam pengerjaannya. Proses produksi perusahaan dilakukan dengan metode FCFS membutuhkan *makespan* sebesar 7.721,4 menit. Metode usulan yang dilakukan yaitu metode algoritma *non delay* dapat menurunkan nilai *makespan* dari 7.721,4 menit menjadi 5.658,9,02 menit. Pada metode algoritma *non delay* didapat *job* yang paling akhir dikerjakan adalah *job* 1 operasi 5 pada mesin 5 dengan jumlah 15 iterasi. Hal ini dapat membantu perusahaan untuk meminimalkan ongkos produksi. Tingkat *efficiency index* dari metode usulan diperoleh sebesar 1,428. $E_i > 1$ artinya penjadwalan dengan metode usulan memberikan solusi yang lebih optimal atau performansi yang lebih optimal. *Relative Error* memperoleh nilai sebesar 36,45% yang artinya pengurangan *makespan* pada algoritma *non delay* lebih optimum daripada metode aktual.

Kata Kunci: Penjadwalan; *Non Delay*; *Makespan*

Abstract

Companies must be able to maintain consumer trust, so that in the future consumers will continue to place orders. What needs to be considered to maintain consumer trust is to deliver products on time according to the agreed schedule. CV. Star Umroh Engineering is a company engaged in a *Make to Order* production system, namely the company makes products to fulfill consumer orders based on pre-existing designs. The purpose of this research is to find a method of suggesting improvements that can help minimize profits for the company. The company has 5 work centers in which each work center uses a different machine in the process. The company's production process is carried out using the FCFS method, which takes 7.721,4 minutes hours to manufacture. The search method used is the non-delay algorithm method which can reduce the make-up value from 8081.57 minutes to 5658.9.02 minutes. In the non-delay algorithm method, the job that was obtained that was the last to be done was job 1 operation 5 on machine 5 with a total of 15 iterations. This can help companies to minimize production costs. The level of efficiency index of the tourist method is 1.428. $E_i > 1$ means that scheduling with the tourist method provides a more optimal solution or more optimal performance. *Relative Error* obtained a value of 36,45%, which means that the reduction in the non-delay algorithm is more optimal than the actual method.

Keywords: Scheduling; *Non Delay*; *Makespan*

1. Pendahuluan

Penjadwalan melibatkan pengalokasian sumber daya dan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan yang ada. Dengan menggunakan penjadwalan, semua pekerjaan dapat diprioritaskan dan diselesaikan dengan efisien, sehingga waktu pengerjaan dapat diminimalkan dan *makespan* menjadi minimal. Dengan membuat nilai *makespan* seminimal mungkin, dapat mengurangi waktu mesin yang tidak digunakan dan mengurangi persediaan barang setengah jadi [1]. Penjadwalan memiliki peran yang signifikan dalam kegiatan produksi perusahaan karena berdampak pada tingkat produktivitas. Jadwal yang efisien akan menghasilkan efisiensi dalam sistem produksi perusahaan, yang pada gilirannya akan meningkatkan tingkat utilisasi perusahaan. Tingkat utilisasi yang tinggi memungkinkan perusahaan mempertahankan kapasitas produksi mereka pada tingkat maksimal, yang pada akhirnya akan meningkatkan keuntungan perusahaan [6].

Kualitas sistem penjadwalan yang optimal sangat penting dalam menjaga kelancaran proses penyelesaian produk dan mencegah penurunan volume produksi. Beberapa kriteria yang menandai sistem penjadwalan yang baik meliputi minimasi shop time untuk mengurangi waktu pengerjaan secara keseluruhan, maksimasi utilitas dengan meminimalkan waktu tidak produktif, minimasi *work-in-process* (WIP) untuk mengurangi jumlah pekerjaan dalam proses dan meningkatkan responsivitas produksi, minimasi earliness untuk menghindari waktu tunggu yang tidak perlu, dan minimasi customer *waiting time* dengan mengukur berbagai parameter terkait keterlambatan dan waktu antrian pelanggan. Dengan memperhatikan kriteria-kriteria tersebut, sistem penjadwalan yang baik dapat meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan. Penggunaan sumber daya dapat dioptimalkan sehingga waktu tidak produktif dapat diminimalkan, jumlah pekerjaan dalam proses dapat dikurangi untuk mengurangi waktu penyelesaian, dan pelanggan dapat dilayani dengan waktu tunggu yang lebih singkat. Dalam keseluruhan, sistem penjadwalan yang baik berkontribusi pada peningkatan kepuasan pelanggan, efisiensi produksi, dan keuntungan perusahaan [12].

CV. Star Umroh Engineering adalah perusahaan yang mengadopsi strategi produksi *Make to Order*, yang berarti produk dibuat sesuai dengan pesanan dari pelanggan. Dalam konteks ini, perusahaan menggunakan definisi produk standar dan produk kustom untuk memenuhi permintaan pelanggan. Dalam sistem produksi *Make to Order*, tantangan yang muncul adalah bagaimana mengelola tingkat persediaan komponen atau bahan baku yang diperlukan untuk memenuhi pesanan yang masuk. Perusahaan perlu mengantisipasi kebutuhan dan memastikan ketersediaan komponen atau material yang tepat pada saat yang dibutuhkan, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar. Selain itu, perusahaan juga perlu menjaga kemampuan untuk memenuhi pesanan yang masuk dengan tepat waktu. Hal ini melibatkan perencanaan yang baik, koordinasi yang efisien antara departemen terkait, dan pengaturan produksi yang optimal. Dengan melakukan hal ini, perusahaan dapat memastikan bahwa pesanan pelanggan diproses dengan baik dan tepat waktu. Sebagai perusahaan *Make to Order*, fokus utama CV. Star Umroh Engineering adalah memberikan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan permintaan pelanggan. Dengan mengelola persediaan dan proses produksi dengan efektif, perusahaan dapat memenuhi order-order yang masuk dan menjaga kepuasan pelanggan. [4]. CV. Star Umroh Engineering bergerak di bidang manufaktur berupa pembuatan Mesin Industri, Mesin Pertanian, Mesin Peternakan, Mesin Perikanan, Mesin *Paving Block* Hidrolik, Alat Press Batako, Mesin Cetak Batu Bata, Mesin Pemecah Batu, Mesin Pencacah Plastik, Alat Breket Arang dan lain sebagainya [3].

Adapun sistem yang digunakan perusahaan dalam memenuhi pesanan konsumen yaitu sistem *First Come First Serve* (FCFS). Metode FCFS menggunakan aturan yang memprioritaskan tugas yang lebih dulu datang untuk diproses hingga selesai. Kelebihan metode ini mengarah pada keadilan sedangkan memiliki kelemahan yaitu mengenai batas waktu proses yang diperlukan [2]. Adapun jumlah *order* yang masuk pada ke perusahaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Part Penyusun *Blender Portable*

No	Jumlah <i>Order</i>	<i>Order</i> Masuk	Status <i>Order</i>
1	2	Juni 2020	Tepat waktu
2	1	September 2020	Tepat waktu
3	1	September 2020	Tepat waktu
4	3	Februari 2021	Terlambat
5	1	April 2021	Tepat waktu

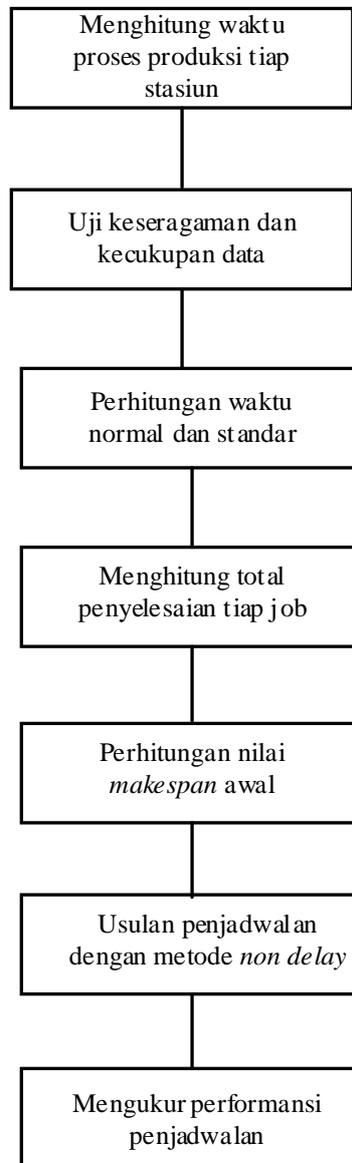
Diketahui terdapat 8 mesin jumlah *order* dan terdapat 3 mesin yang terlambat yaitu pada *order* periode Februari 2021. Keterlambatan terjadi karena *order* yang diterima tidak dikirimkan secara tepat waktu. Keterbatasan sumber daya, kapasitas produksi, dan adanya pesanan yang bervariasi menyebabkan munculnya *idle time* dan bertambahnya nilai *makespan*. *Makespan* merupakan total waktu dalam menyelesaikan pekerjaan mulai dari urutan pertama pada mesin maupun stasiun pertama hingga ke pekerjaan atau stasiun urutan terakhir [5]. Nilai *makespan* yang besar menambah waktu produksi yang dapat menimbulkan terjadinya keterlambatan. Sehingga perlu dilakukannya perbaikan terhadap metode yang diterapkan perusahaan, menjadi metode yang dapat meminimalkan nilai *makespan* pada perusahaan.

Algoritma *Non-delay* (ND) adalah pendekatan heuristik yang bertujuan untuk mengurangi *makespan*, waktu aliran, dan meningkatkan produktivitas mesin dalam penjadwalan. Pendekatan ini dilakukan dengan mengurangi jumlah mesin yang tidak digunakan dan memastikan bahwa operasi yang dapat dimulai tidak menyebabkan mesin menjadi tidak digunakan. Algoritma ND merupakan metode penjadwalan yang aktif dan proaktif dalam memanfaatkan mesin secara efisien, sehingga meningkatkan efektivitas produksi [10]. Algoritma *Non-delay* (ND) mampu diterapkan pada kasus produksi mesin majemuk dan bekerja paralel [1].

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk menemukan usulan perbaikan yang dapat membantu dalam meminimasi *makespan* pada perusahaan. Menghitung nilai *makespan* metode aktual dan metode *non delay*. Serta menghitung nilai *Efficiency Index* (EI) dan *Relative Error* (RE) dari metode *non delay*.

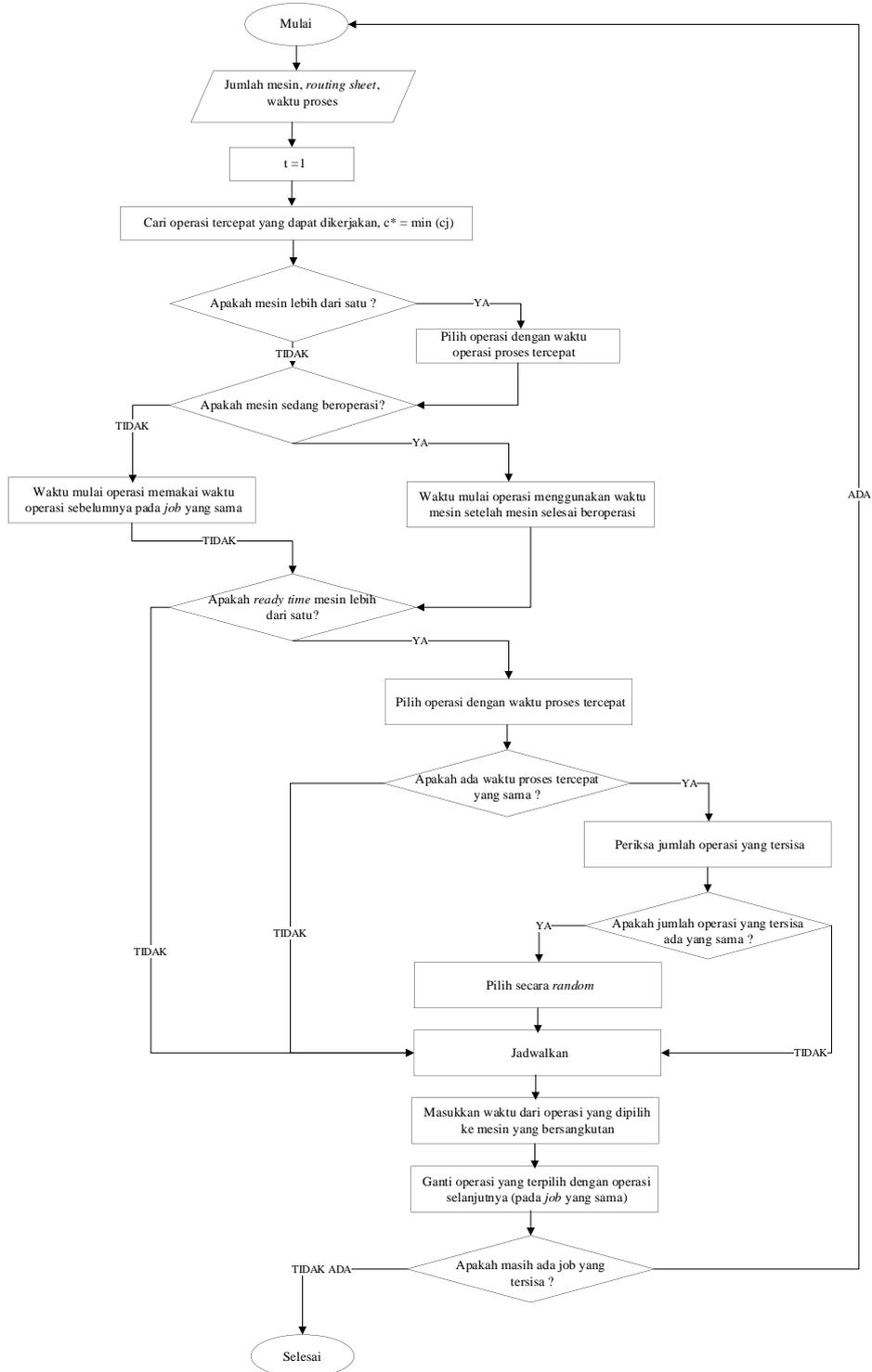
2. Metode Penelitian

Tahapan untuk melakukan proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 [5].



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah proses pengolahan data yang dilakukan dengan metode algoritma *non delay* adalah sebagai berikut. [1]



Gambar 2. Langkah-Langkah Metode Penelitian dengan Metode *Non Delay*

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk mengumpulkan data dalam proses penelitian, dilakukan pengumpulan data yang terkait dengan proses produksi. Pengumpulan data dilakukan secara langsung melalui metode *stop watch time study* dan wawancara dengan para pekerja. *Stopwatch Time Study* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan waktu standar yang diamati secara langsung di lokasi produksi menggunakan alat utama berupa jam henti atau *stopwatch*. Dengan menggunakan metode ini, peneliti dapat mengukur waktu yang diperlukan dalam setiap aktivitas produksi dengan akurat dan objektif. Wawancara dengan para pekerja juga dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai proses produksi dan faktor-faktor yang memengaruhi waktu dan efisiensi kerja. Dengan mengumpulkan data melalui metode ini, peneliti dapat memperoleh informasi yang diperlukan untuk analisis dan perbaikan dalam proses produksi [7]. Waktu baku adalah waktu penyelesaian yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik pada saat itu [14]. Adapun data yang dikumpulkan yaitu.

- Data primer, meliputi data waktu proses produksi, urutan proses produksi, *rating factor*, *allowance*
- Data sekunder, meliputi data mesin produksi, data permintaan, dan data kapasitas produksi.

Perhitungan *rating factor* dilakukan untuk mengetahui waktu normal yang dibutuhkan oleh operator dalam bekerja. Penilaian *rating factor* dilakukan terhadap elemen kerja yang dilakukan secara manual. Nilai *allowance* yang dibutuhkan operator dalam mengerjakan proses produksi pada tiap *work center*.

3.1. Uji Keseragaman dan Uji Kecukupan

Pada uji keseragaman, dilakukan evaluasi terhadap data yang telah diperoleh untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki tingkat keseragaman yang memenuhi batas kontrol atas (BKA) sebesar 968 dan batas kontrol bawah (BKB) yang telah ditentukan [8]. Setelah melakukan perhitungan pada semua *work center*, hasilnya menunjukkan bahwa data yang digunakan memiliki tingkat keseragaman yang memadai dan sesuai dengan batas kontrol yang ditentukan. Uji kecukupan data dilakukan untuk mengevaluasi apakah data yang telah dikumpulkan sudah mencukupi untuk mewakili keseluruhan populasi data [9]. Dalam pengujian ini, menggunakan tingkat keyakinan 95%, dengan nilai Z sebesar 1,96 dan tingkat ketelitian 5%. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, diperoleh nilai $N > N'$ ($10 > 0,12$), yang berarti data waktu proses produksi pada WC 1 telah mencukupi. Setelah melakukan perhitungan kecukupan data pada seluruh proses produksi, dapat disimpulkan bahwa semua data yang digunakan telah mencukupi untuk mewakili populasi keseluruhan.

3.2. Waktu Normal dan Waktu Standar

Waktu normal yang dibutuhkan operator dalam bekerja dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$W_n = \text{Waktu produksi} \times \text{Rating Factor} \quad [15]$$

$$= 1706,8 \times 1$$

$$= 1706,8$$

Selanjutnya dihitung waktu standar dengan rumus berikut.

$$W_s = W_n \times (100\% / (100\% - \text{Allowance}\%)) \quad [15]$$

$$W_s = W_n \times (100\% / (100\% - 15\%))$$

$$= 2008$$

Rekapitulasi waktu normal dan waktu standar seluruh *work center* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Standar

Work Center	Job	Waktu Siklus (Menit)	Waktu Normal (Menit)	Waktu Standar (Menit)
I	A	1706,8	1706,8	2008
	B	1654,2	1654,2	1946,12
	C	1209,5	1209,5	1422,94
II	A	145,7	150,07	178,66
	B	24,6	25,34	30,16
	C	25	25,75	30,65
III	A	786	809,58	975,40
	B	746	768,38	925,76

Work Center	Job	Waktu Siklus (Menit)	Waktu Normal (Menit)	Waktu Standar (Menit)
IV	C	785,5	809,07	974,78
	A	156,7	161,40	194,46
	B	147,5	151,93	183,04
V	C	142,1	146,36	176,34
	A	1231	1231	1465,48
	B	1154,6	1154,6	1374,52
	C	1123,7	1123,7	1337,74

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dari awal sampai pekerjaan berakhir. Rumus perhitungan waktu penyelesaian sebagai berikut.

$$Tij = \text{Waktu Set Up} + \text{Waktu Standar} \times (\text{Jumlah Order/ Unit Mesin})$$

$$\text{Waktu Penyelesaian} = Tij / \text{Kapasitas Produksi}$$

Contoh perhitungan waktu penyelesaian proses produksi alat press batako cetakan batako pada WC I yaitu

$$Tij = 35 + 2008 \times (1/1)$$

$$= 2043 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu penyelesaian} = 2043/1$$

$$= 2043 \text{ menit}$$

3.3. Penjadwalan dengan Metode Aktual dan Metode Usulan

Metode yang dilaksanakan oleh perusahaan adalah *First Come First serve* (FCFS). Urutan pekerjaan dilakukan berdasarkan *job* yang diterima. Sehingga urutan pekerjaannya yaitu Job A- Job B – Job C. Perhitungan *makespan* perusahaan dengan metode aktual dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Hasil *Makespan* dengan Metode FCFS pada Tiap Stasiun

Work Center		Job		
		A	B	C
I	Mulai	0	2043	4024,12
	Selesai	2043	4024,12	5482,06
II	Mulai	2043	4024,12	5482,06
	Selesai	2251,66	4084,28	5542,71
III	Mulai	2251,66	4084,28	5542,71
	Selesai	3242,05	5025,04	6532,49
IV	Mulai	3242,05	5025,04	6532,49
	Selesai	3446,51	5218,08	6718,83
V	Mulai	3446,51	5218,08	6718,83
	Selesai	4936,99	6617,61	8081,57

Diketahui ahwa perusahaan memiliki nilai *makespan* sebesar 8081,57 menit atau sama dengan 134,69 jam untuk memenuhi *order* yang masuk.

Penjadwalan usulan dilakukan dengan metode *non delay* yang dilakukan dengan Langkah-langkah sebagai berikut. [11]. Metode ini melibatkan langkah-langkah berikut. Pertama, pada langkah awal, waktu (t) dan jadwal parsial (Pst) diatur menjadi 0. Kemudian, kumpulan operasi untuk dijadwalkan (St) dibentuk menambahkan semua operasi yang tidak memiliki operasi pendahulu. Selanjutnya, pada langkah kedua, dilakukan pemilihan nilai *c** sebagai waktu mulai paling awal di mana suatu operasi dapat dilakukan, serta penentuan mesin (*m**) di mana waktu tersebut dapat direalisasikan. Langkah ketiga melibatkan penambahan operasi dengan prioritas tertinggi dari Pst ke dalam jadwal parsial, jika operasi tersebut membutuhkan mesin *m** dan memiliki waktu mulai yang sama dengan *c** sesuai dengan aturan prioritas yang ditetapkan. Dengan demikian, terbentuklah jadwal parsial untuk tahap berikutnya. Langkah terakhir adalah membuat jadwal parsial baru (Pt+1) dengan memperbarui kumpulan data, termasuk menghilangkan operasi j dari St. Selanjutnya, St+1 dibentuk dengan menambahkan operasi k sebagai pengikut langsung dari operasi yang dihapus, sambil meningkatkan nilai t sebanyak satu. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, penjadwalan non-delay dapat dilakukan untuk meminimalkan waktu pengerjaan dan meningkatkan produktivitas mesin dengan mengurangi jumlah

mesin yang menganggur. Waktu proses digunakan sebagai data yang akan diolah pada setiap *stage* pada metode *non delay*. Waktu proses tiap *job* dan stasiun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Waktu Proses

	O1	O2	O3	O4	O5
J1 – A	1706,8	145,7	786	156,7	1231
J2 – B	1654,2	24,6	746	147,5	1154,6
J3 - C	1209,5	25	785,5	142,1	1123,7

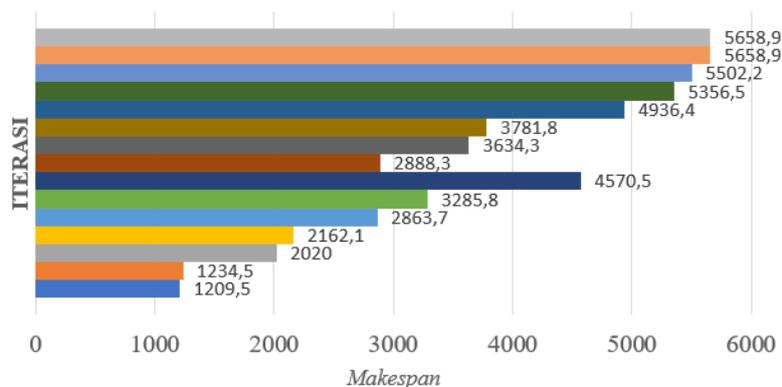
Mesin yang digunakan tiap *job* dan stasiun dapat dilihat pada data rute mesin pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Routing Mesin

Job	Routing Mesin (M)				
	O1	O2	O3	O4	O5
J1 – A	1	2	3	4	5
J2 – B	1	2	3	4	5
J3 - C	1	2	3	4	5

Setelah semua data dikumpulkan, proses penjadwalan dengan metode *non delay* dilakukan pada setiap *stage*. Penjadwalan *non delay* dilakukan sesuai dengan algoritma yang terdapat pada *flowchart* dapat dilihat pada iterasi 1 sampai iterasi 15. *Gantt chart* algoritma *non delay* dilihat pada Gambar 3.

Gantt Algoritma Non Delay



Gambar 3. Gantt Chart Metode Non Delay

Ditemukan bahwa total waktu produksi sebesar 5.658,9 menit. Job terakhir yang diselesaikan adalah pekerjaan 1 operasi 5 pada mesin 5 melakukan 15 iterasi.

Setelah mendapatkan nilai *makespan* dari setiap eksperimen numerik yang dilakukan, dilakukan pengukuran kinerja algoritma perbaikan dengan menghitung indeks efisiensi dan kesalahan relatif. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah algoritma perbaikan akan lebih baik daripada metode aktual yang digunakan [13].

- Menghitung nilai *Efficiency Index* (EI)

$$\begin{aligned}
 E_i &= C_{\max} \text{ Metode Aktual} / C_{\max} \text{ Metode Usulan} \\
 &= 134,69 / 94,31 \\
 &= 1,428
 \end{aligned}$$

Nilai $E_i > 1$, artinya algoritma *non delay* memiliki performansi yang lebih baik daripada metode aktual perusahaan [13].

- Menghitung nilai *relative error* (RE)

$$\begin{aligned} RE &= (F_{\max} \text{ Non delay} - F_{\max} \text{ FCFS}) / (F_{\max} \text{ Non Delay}) \\ &= (94,31 - 128,69) / (94,31) \\ &= 36,45 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan nilai E_i diketahui bahwa perbedaan nilai *makespan* antara metode aktual dan metode usulan yaitu sebesar 36,45%. Jadi metode *non delay* dapat dikatakan bisa mengatasi permasalahan perusahaan dengan meminimalkan nilai maksepan perusahaan [13].

4. Kesimpulan

Usulan perbaikan yang dapat membantu dalam meminimasi *makespan* pada perusahaan yaitu metode non delay. Metode *non delay* dapat mengurangi *makespan* menjadi sebesar 2.062,5 menit. Metode aktual yang diterapkan perusahaan yaitu *First Come First Serve* memiliki nilai *makespan* sebesar 7.721,4 menit atau 128,69 jam. Sedangkan nilai *makespan* perusahaan dengan menerapkan algoritma non delay yaitu sebesar 5.658,902 menit atau 94,31 jam. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai *makespan* metode non delay. Nilai *Efficiency Index* (EI) dari metode usulan diperoleh sebesar 1,364. $E_i > 1$ artinya penjadwalan dengan metode usulan memberikan solusi yang lebih optimal atau performansi yang lebih optimal. *Relative Error* (RE) memperoleh nilai sebesar 36,45%. Nilai *relative error* masih diterima jika masih berada didalam batas 40%. Sehingga pengurangan *makespan* pada algoritma *non delay* lebih optimum daripada metode aktual.

Referensi

- [1] Wahyudi, Adhie Tri., dkk.. (2021). "Penjadwalan Produksi Job shop Mesin Majemuk Menggunakan Algoritma Non Delay untuk Meminimalkan Makespan" *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*.10 (2):184
- [2] Ramadhan, Gilang., Setyawan, genry Bambang., dan Tony Soebijono. (2015). "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Aturan Prioritas pada Pt. IGLAS (Persero)" *JSIKA.4* (2):3
- [3] Tampubolon, Ferdinan Rinaldo. (2021). "Penyelesaian Penjadwalan Flexible Job Shop untuk Minimasi Due Windows dengan Algoritma Genetika" *Jurnal Indonesia Sosial Sains*. (6):895
- [4] Saleh, Firmansyah dan Dharmayanti, Dian. (2021). "Penerapan Material Requirement Planning (MRP) Pada Sistem Informasi Pesanan dan Inventory Control Pada Cv. ABC" *Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*.1 (1):78
- [5] Ginting, Rosnani. (2009). "Penjadwalan Mesin" Yogyakarta: Graha Ilmu. Hal.14
- [6] Sitorus, Hotna Marina, dkk. (2013). "Pengembangan Algoritma Viral Systems Untuk Masalah Penjadwalan Hybrid Flow Shop Untuk Meminimasi Makespan" *IENACO*. Hal.1
- [7] Pradana, Aditya Yudha dan Pulansari, Farida. (2021). "Analisis Pengukuran Waktu Kerja dengan Stopwatch Time Study Untuk Meningkatkan Target Produksi Di PT. XYZ" *Juminten : Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*. 2 (1):14
- [8] Ramadhan, Rahadian, dkk.. (2014). "Analisa Beban Kerja Dengan Menggunakan Work Sampling dan Nasa-Tlx Untuk Menentukan Jumlah Operator (Studi Kasus: PT XYZ)" *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. 2 (5):967-968
- [9] Djunaidi, Muh, dkk. (2014) "Analisis Kepuasan Pelanggan Dengan Pendekatan Fuzzy Service Quality dalam Upaya Peningkatan Kualitas Pelayanan" *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Hal.143
- [10] Khoiroh, Siti. (2018). "Pengembangan Algoritma Non Delay Pada Kasus Penjadwalan Non-Permutation Hybrid Flow Shop Untuk Meminimalisasi Mean Flow Time" *Jurnal Teknik Industri* 19 (2): 149-150.
- [11] Tengku dan Yurike. "Penjadwalan Produksi High Mix Low Volume Menggunakan Algoritma Non Delay untuk Meningkatkan Target Produksi di PT. X" *Jurnal Teknik Industri* 9(3): 223.
- [12] Fithri, Prima dan Ramawinta, Fitri. (2013). "Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma Pembangkitan Jadwal Aktif Dan Algoritma Penjadwalan Non-Delay Untuk Produk Hydrotiller Dan Hammermil Pada Cv. Cherry Sarana Agro" *Jurnal Optimasi Sitem Industri* 12 (2): 378.
- [13] Utama, Dana Marsetiya, dkk. (2019). "Pengembangan Algoritma Hybrid Flowshop Three Stage Dengan Mempertimbangkan Waktu Setup" *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 18 (1): 76.
- [14] Afiani, Rahmi dan Darminto Pujotomo. (2017). "Penentuan Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time Study Studi Kasus Cv.Mans Group" *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 6 (1).
- [15] Cahyawati, Amanda Nur dan Nugky Dyah Prastuti. (2018). "Analisis Pengukuran Waktu Kerja Pada Proses Packaging Kasa Hidrofil Menggunakan Metode Stopwatch Time Study" *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*. Hal. 259.