



## **Penjadwalan Produksi *Job shop* Mesin Majemuk Menggunakan Algoritma *Non Delay* untuk Meminimalkan *Makespan***

**Adhie Tri Wahyudi<sup>1</sup>, Bagus Ismail Adhi Wicaksana<sup>2</sup>, Maresta Andriani<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Setia Budi

Jln. Letjen. Sutoyo, Mojosongo, Jebres, Surakarta 57127

Email: <sup>1</sup>adhie.wahyudi@gmail.com, <sup>2</sup>bagoeswitjaksana@gmail.com, <sup>3</sup>maresta19@gmail.com

### **Abstract**

*Scheduling is an important factor in both manufacturing and service industry environments. Scheduling is a resource allocation arrangement for completing tasks that involve work, resources and time. With the scheduling, all work can be completed according to priority and can minimize processing time, so that makespan is minimal. In addition, it can reduce idle machines and reduce the inventory of semi-finished goods. Maryati Small Micro and Medium Enterprises (IKM) is a business that is engaged in the manufacture of clothing that produces various types of products such as baby clothes, teenage clothes to adults. So far, IKM Maryati is in the process of machine scheduling by determining the order of Job execution based on the longest to shortest total Job processing time. Scheduling with this method creates problems for the company, as evidenced by the accumulation of semi-finished goods at several work-stations. Another problem is when orders arrive at a certain period with a large variety and number of products, causing Job completion that exceeds the target time (due-date). The size of the makespan causes the production time to increase, so the company is late to start production of orders in the following month. In this study, the Non-delay algorithm is used to solve the problems that arise in IKM Maryati. The result obtained is the scheduling using the existing method by IKM Maryati which produces 44 days makespan value. Meanwhile, by applying the Non-delay compound engine algorithm, it produces a makespan of 42 days. This shows that the compound machine Non-delay Algorithm method can minimize the makespan value in IKM Maryati. There is an efficiency of 4.55% in both time and cost variables.*

**Keywords:** *production scheduling, job shop, muti-machines, non – delay algorithm*

### **Abstrak**

Penjadwalan merupakan faktor penting pada lingkungan industri manufaktur maupun jasa. Penjadwalan merupakan pengaturan alokasi sumber daya untuk menyelesaikan tugas-tugas yang melibatkan pekerjaan, sumber daya dan waktu. Dengan adanya penjadwalan, semua pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan prioritasnya dan dapat meminimalkan waktu pengerjaan, sehingga *makespan* menjadi minimal. Selain itu, juga dapat mengurangi mesin-mesin yang menganggur dan dapat mengurangi persediaan barang setengah jadi. Industri Kecil dan Menengah (IKM) Maryati merupakan bidang usaha yang bergerak dibidang pembuatan pakaian yang memproduksi berbagai jenis produk seperti pakaian bayi, pakaian remaja hingga dewasa. Selama ini IKM Maryati dalam proses penjadwalan mesin dengan cara menentukan urutan pengerjaan *Job* berdasarkan total waktu pengerjaan *Job* terlama hingga terpendek. Penjadwalan dengan metode tersebut menimbulkan masalah bagi perusahaan, dibuktikan dengan adanya penumpukan barang setengah jadi di beberapa stasiun kerja. Masalah lain adalah ketika pesanan yang datang pada suatu periode tertentu dengan variasi dan jumlah produk yang banyak sehingga menimbulkan penyelesaian *Job* yang melebihi waktu target (*due-date*). Besarnya *makespan* menyebabkan waktu produksi menjadi bertambah, sehingga perusahaan terlambat untuk memulai produksi pesanan pada bulan selanjutnya. Pada penelitian ini, algoritma *Non – delay* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang muncul di IKM Maryati. Hasil yang diperoleh adalah penjadwalan dengan metode yang selama ini digunakan IKM Maryati menghasilkan nilai *makespan* 44 hari. Sedangkan, dengan menerapkan algoritma *Non-delay* mesin majemuk menghasilkan *makespan* 42 hari.

Hal ini menunjukkan bahwa metode Algoritma *Non-delay* mesin majemuk dapat meminimasi nilai *makespan* di IKM Maryati. Terdapat efisiensi sebesar 4.55% baik pada variabel waktu maupun variabel biaya.

**Kata kunci:** penjadwalan produksi, *job shop*, algoritma *non – delay*, mesin majemuk

## Pendahuluan

Penjadwalan merupakan faktor penting pada lingkungan industri manufaktur maupun jasa (Nasution et al., 2017). Penjadwalan merupakan pengaturan alokasi sumber daya untuk menyelesaikan tugas-tugas yang melibatkan pekerjaan, sumber daya dan waktu (Harto et al., 2016). Dengan adanya penjadwalan, semua pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan prioritasnya dan dapat meminimalkan waktu pengerjaan, sehingga *makespan* menjadi minimal. *makespan* merupakan total waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kumpulan tugas (*Job*) (Nasution et al., 2017). Jika *makespan* minimal, maka dapat mengurangi waktu mesin-mesin menganggur dan juga dapat mengurangi persediaan barang setengah jadi (Khoiroh, 2018).

IKM Maryati, yang menjadi mitra penelitian ini, adalah IKM konveksi yang memproduksi beberapa jenis produk seperti pakaian bayi, pakaian remaja hingga dewasa. Beberapa tahun terakhir, sistem produksi mayoritas yang dikerjakan di IKM Maryati adalah *make to order*. Pembeli telah menentukan model dan jenis baju yang harus dibuat dalam jumlah yang cukup besar. Selain melayani permintaan pesanan dari customer dalam skala besar, IKM Maryati juga tetap melayani permintaan kios/ toko baju batik yang berjualan di pasar baju tradisional Surakarta. Seluruh hasil produksi IKM Maryati langsung berpindah tempat ke tempat customer, sehingga IKM Maryati tidak memerlukan *inventory*. Untuk operasional usahanya, IKM Maryati memperkerjakan 20 orang tenaga kerja dan 8 jenis mesin, dengan jumlah total sebanyak 15 mesin (Tabel 1). Dengan melihat proses produksi yang selama ini berlangsung, dapat disimpulkan aliran proses produksi di IKM Maryati adalah berjenis *Job shop*. *Job shop* adalah jenis aliran proses produksi yang digunakan untuk produk-produk dengan jumlah produksi yang sedikit tapi banyak model atau variannya (Tampubolon, 2018). Pada umumnya, karakteristik proses produksi dengan *job shop* adalah setiap produk

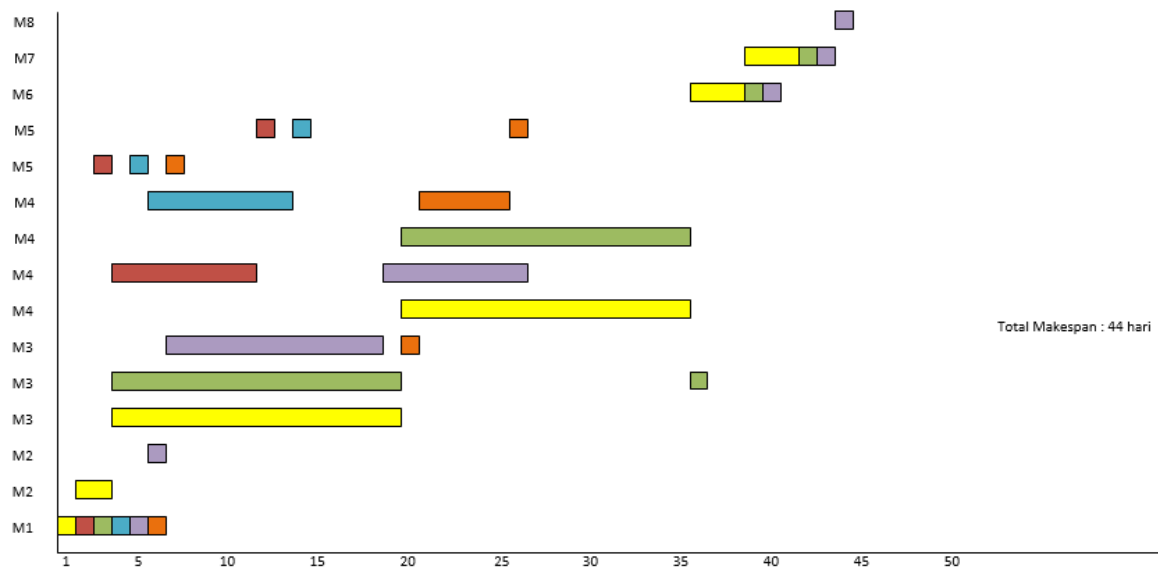
memiliki proses penyelesaian yang berbeda di setiap operasinya (Ginting, 2009).

Masalah acap kali terjadi pada IKM Maryati adalah ketika pesanan yang datang pada suatu periode tertentu dengan variasi dan jumlah produk yang banyak. Perusahaan sering kali mengalami penyelesaian pekerjaan yang melebihi waktu target (*due-date*). Kesulitan dalam penjadwalan akan berpengaruh pada membuat perusahaan memiliki kendala dalam proses produksinya yaitu terjadinya penumpukan pekerjaan (barang setengah jadi) dan keterlambatan. Cahyanto & Munawir (2016) dalam penelitiannya menyampaikan bahwa penumpukan persediaan barang setengah jadi (*in-process inventory*) disebabkan besarnya waktu alir rata-rata (*mean flow time*).

**Tabel 1.** Data mesin dan jumlah

No	Nama Mesin	Jml	Kode Mesin
1	Mesin Potong	1	M1
2	Mesin Bordir	2	M2
3	Mesin Jahit	3	M3
4	Mesin Obras	4	M4
5	Mesin Overdeck	2	M5
6	Mesin Lubang Kancing	1	M6
7	Mesin Kancing	1	M7
8	Mesin Neci/Kril	1	M8
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	

Besarnya *makespan* menyebabkan waktu produksi menjadi bertambah, sehingga perusahaan terlambat untuk memulai produksi pesanan pada bulan selanjutnya. Hal ini terjadi karena jadwal produksi dibuat berdasarkan waktu pengerjaan *Job* terlama hingga terkecil. Setelah dilakukan analisa, ternyata mekanisme jadwal produksi yang selama ini diterapkan perusahaan, menyebabkan tidak meratanya operasional stasiun kerja dan mesin. Beberapa stasiun *overload* hingga menyebabkan terjadi penumpukan barang setengah jadi, sementara stasiun kerja lainnya relatif menganggur. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1, yang memperlihatkan *Gantt chart* jadwal produksi



**Gambar 1.** Gantt chart perencanaan jadwal produksi metode *existing*

*existing*. Terlihat bahwa untuk mengerjakan satu proyek pembuatan baju kodokan bayi diperlukan waktu produksi 44 hari.

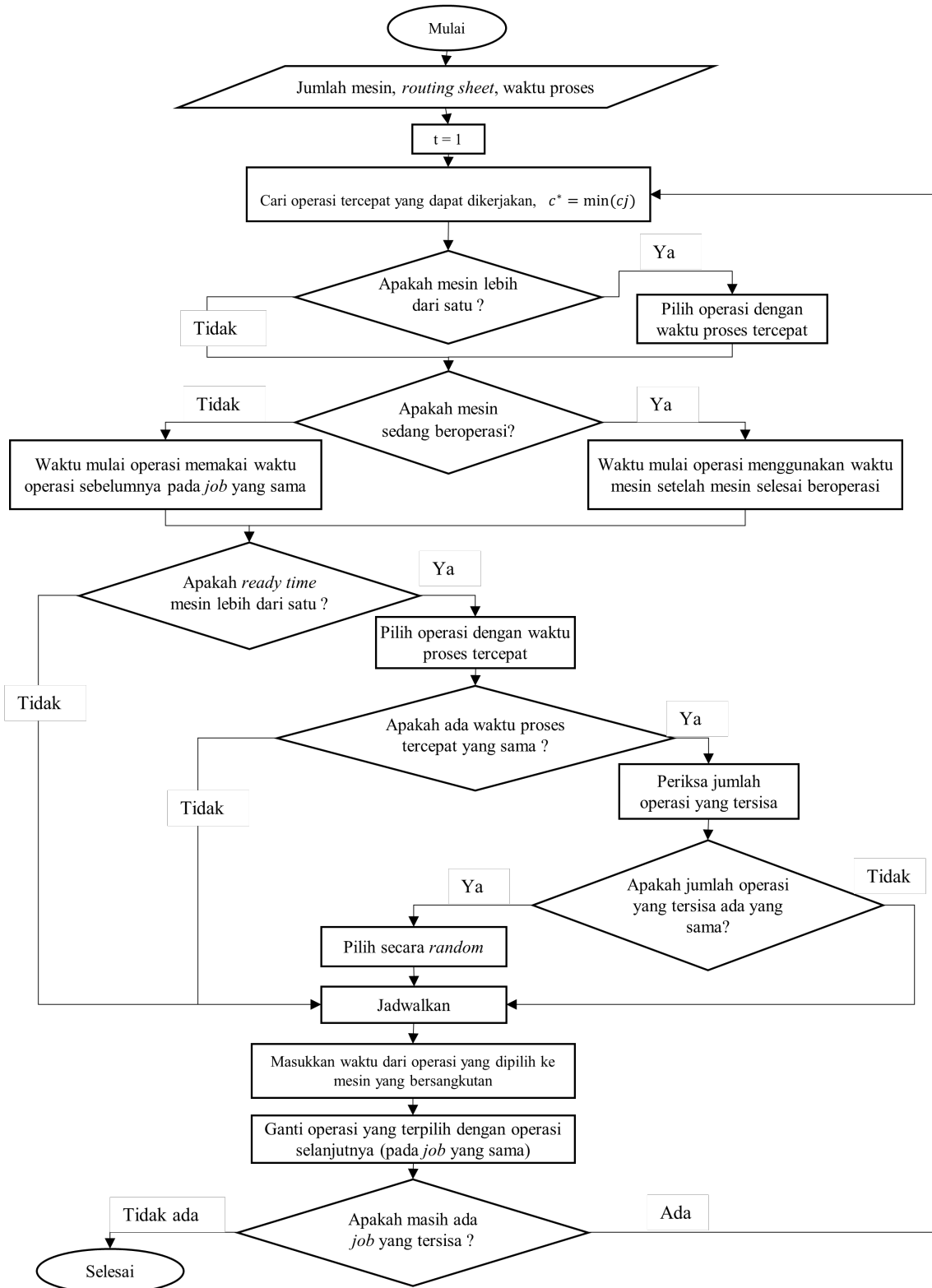
Nasution et al. (2017) dan Tampubolon (2018) melakukan penelitian proses penjadwalan produksi menggunakan mesin majemuk dengan mengimplementasikan metode/ algoritma *Artificial Immune System* atau genetika. Namun pada kedua kasus yang diteliti, mesin tersebut tidak bekerja secara paralel dan mesin yang digunakan hanya dapat melakukan satu proses operasi saja. Pada kasus penjadwalan produksi di IKM Maryati, terdapat *idle time* pada mesin sehingga dalam menentukan urutan proses operasi produksi menggunakan penjadwalan mesin majemuk.

Pada publikasi Ong (2013) dan Ong & Juliyanti (2013) disebutkan Algoritma Non-delay (ND) adalah sebuah pendekatan *heuristik* yang dapat digunakan untuk meminimasi *makespan*, minimasi *flow time*, serta dapat meningkatkan produktivitas mesin dengan cara meminimalkan jumlah mesin yang menganggur. Algoritma *Non-delay* (ND) mampu diterapkan pada kasus produksi mesin majemuk dan bekerja paralel. Pada publikasi Setiawan (2019), disebutkan bahwa algoritma *Artificial Immune System* termasuk dalam kategori metode *metaheuristik*. Jadi penerapan metode *metaheuristik* tidak bergantung pada jenis permasalahan. Namun demikian, algoritma *Non-Delay* (ND) memiliki kelebihan lain, yaitu lebih mudah untuk

diimplementasikan. Kemudian, Fithri & Ramawinta (2016) dalam publikasinya membandingkan kinerja tiga metode penjadwalan *Job shop*, yaitu metode penjadwalan yang selama ini diterapkan (berdasar kebiasaan), metode penjadwalan aktif dan penjadwalan dengan metode *Non-delay* (ND). Hasilnya, metode ND merupakan metode yang paling efektif karena menghasilkan perencanaan waktu produksi yang paling singkat. Berdasarkan beberapa kelebihan algoritma ND yang telah disampaikan, artikel ini memaparkan penerapan algoritma ND untuk menyelesaikan permasalahan produksi yang dialami oleh IKM Maryati. Hasil penelitian yang diperoleh, memperkuat artikel yang ditulis Ong (2013) dan Ong & Juliyanti (2013), bahwa algoritma ND yang diimplementasikan pada IKM Maryati membuktikan bahwa *makespan* dapat diminimalkan dan memberikan dampak berupa penurunan biaya operasional produksi.

### Metode Penelitian

Langkah pertama dari penelitian ini adalah pengumpulan data, yaitu jumlah mesin, *routing sheet* produksi dan waktu proses. Data produk yang akan diproduksi dan kelengkapannya kemudian diolah untuk membuat perencanaan jadwal produksi dengan menggunakan *framework* algoritma *Non-delay* (ND) mesin majemuk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Ong, 2013).



**Gambar 2.** Flowchart algoritma *non delay* mesin majemuk (Ong, 2013)

### Hasil dan Pembahasan

Data yang diolah pada penelitian ini adalah produksi baju kodokan bayi yang diselesaikan selama 4 bulan, yaitu dari bulan Juni 2020

sampai dengan bulan September 2020. Tabel 2 memperlihatkan item produk, jumlah yang diproduksi dan kode *Job* produksi. Tabel 3 memperlihatkan waktu proses produksi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek

pembuatan baju kodokan bayi. Tabel 4 memperlihatkan data *routing* mesin yang direncanakan.

**Tabel 2.** Jumlah produksi baju kodokan bayi

No	Nama Produk	Jumlah (lusin)	Kode Job
1	Kodokan Motif A	60	J1
2	Kaos Kodokan Motif A	60	J2
3	Kodokan Motif B	90	J3
4	Kaos Kodokan Motif B	90	J4
5	Kodokan Perempuan A	40	J5
6	Kaos Kodokan Perempuan A	40	J6

Berdasarkan Gambar 2, untuk menjalankan algoritma ND dengan bantuan tabel iterasi, terdapat beberapa simbol teknis agar dapat memahami setiap *stage* yang dipresentasikan (Tabel 3).

**Tabel 3.** Penjelasan simbol dan definisi

Simbol	Definisi
St	Stage (Tahap)
Pek	Pekerjaan yang dijadwalkan. Terdiri dari kombinasi Job – Operasi – Mesin
m	Identitas mesin
Cj	Waktu mulai pekerjaan
tij	Waktu proses

**Tabel 4.** Waktu proses produksi baju kodokan (hari)

Job	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10
J1	1			16	16	1	1	1		
J2	1		1		8				1	
J3	1	2		16	16		3	3		
J4	1		1		8				1	
J5	1	1		12	8		1	1		1
J6	1		1	1	5				1	

**Tabel 5.** *Routing* mesin proses produksi baju kodokan

Routing Mesin										
Job	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10
J1	M1			M3	M4	M3	M6	M7		
J2	M1		M5		M4				M5	
J3	M1	M2		M3	M4		M6	M7		
J4	M1		M5		M4				M5	
J5	M1	M2		M3	M4		M6	M7		M8
J6	M1		M5	M3	M4				M5	

Simbol	Definisi
rij	Waktu penyesuaian pekerjaan ( $rj = Cj + tij$ )
C*	Cj terpilih
m*	Mesin terpilih
Pst	Pekerjaan (Job-Operasi-Mesin) yang akan dijadwalkan pada jadwal parsial berikutnya

Setelah mendapat data-data input yang diperlukan, dilanjutkan pengolahan data untuk mendapatkan penjadwalan produksi dengan menggunakan metode Algoritma ND mesin majemuk sesuai alur yang ditampilkan pada *flowchart* (Gambar 2).

Berdasarkan *flowchart* algoritma ND mesin majemuk (Gambar 2), langkah pertama pengolahan data adalah inisiasi semua pekerjaan dengan  $t = 0$ , karena belum ada proses yang dijadwalkan. Selanjutnya menentukan *Job*, operasi dan mesin yang akan dijadwalkan pada jadwal parsial yang mengandung sejumlah  $t$  operasi (Pst).

Sebagai contoh, pekerjaan yang dijadwalkan adalah (111; 211; 311; 411; 511; 611). Merujuk Tabel 5, pekerjaan 111 yang dimaksud adalah *Job* 1, Operasi 1 menggunakan Mesin 1. Sedangkan pekerjaan 211 adalah *Job* 2, Operasi 1 menggunakan Mesin 1. Merujuk Tabel 4, waktu proses produksi untuk pekerjaan 111 dan pekerjaan 211 adalah 1 hari.

Berdasarkan Gambar 2, sebagai langkah pertama, waktu mulai (Cj) diinisiasi dengan angka 0 jika merupakan pekerjaan *stage 1*. Namun untuk pekerjaan *stage 2* dan selanjutnya, nilai Cj diisi dengan nilai rj jika mesin masih beroperasi atau Cj diisi dengan nilai tij jika mesin sedang menganggur (Ginting, 2009). Waktu proses (tij) diinput berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4. Waktu penyelesaiannya (rj) merupakan penjumlahan Cj dan tij pada pekerjaan yang sama (Ginting, 2009).

Selanjutnya, dari pekerjaan yang dijadwalkan di atas, tentukan waktu mulai (Cj) dan waktu proses (tij) sehingga diketahui waktu penyelesaiannya (rj), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Iterasi proses *stage 1*

St	Pek	Cj	tij	rj	C*	m*	Pst
1	111	0	1	1			
	211	0	1	1			
	311	0	1	1			
	411	0	1	1			
	511	0	1	1			
	611	0	1	1	0	1	611

Langkah kedua (berdasarkan *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 2), adalah mencari pekerjaan yang memiliki waktu proses (tij) tercepat. Apabila ternyata terdapat waktu proses (tij) tercepat lebih dari satu, maka pilih secara acak. Seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6, pekerjaan *stage 1* yang terpilih adalah 611 (ditandai dengan warna kuning), kemudian masukkan pekerjaan tersebut ke kolom Pst. Kolom C\* diisi dengan data Cj terpilih dan m\* diisi dengan data mesin terpilih (Tabel 6).

Langkah ketiga, karena pekerjaan terpilih adalah pekerjaan 611 yang merupakan *Job 6*, Operasi 1, Mesin 1. Selanjutnya, mengeluarkan pekerjaan yang telah terpilih (yaitu 611) lalu memasukkan pekerjaan berikutnya dari *Job* yang sama. Berdasarkan tabel *routing* mesin (Tabel 5), pekerjaan berikutnya dari *Job 6* setelah 611 (lihat sebelah kanannya) adalah pekerjaan 635 (atau *Job 6 – Operasi 3 – Mesin 5*). Masukkan pekerjaan 635 ke tabel iterasi *stage 2* (Tabel 7). Data Cj, tij dan rj disesuaikan berdasarkan prosedur yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan data yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 7.** Iterasi proses *stage 2*

St	Pek	Cj	tij	rj	C*	m*	Pst
2	111	1	1	2			
	211	1	1	2			
	311	1	1	2			
	411	1	1	2			
	511	1	1	2			
	635	1	1	2	1	5	635

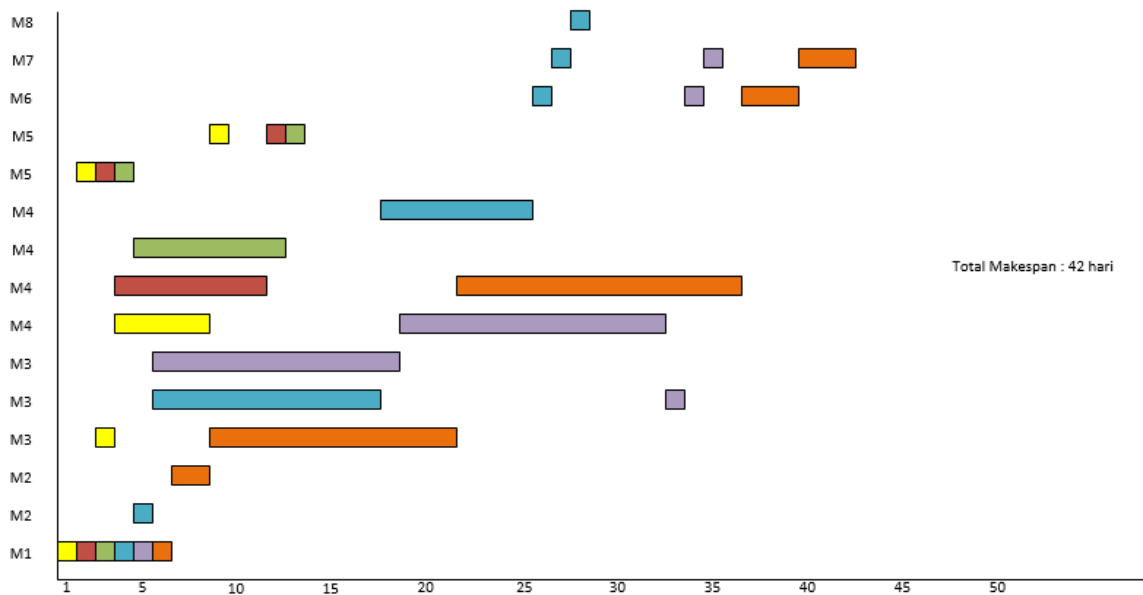
Langkah berikutnya, mengulangi langkah ke-2 untuk mendapatkan pekerjaan yang memiliki waktu proses (tij) tercepat hingga tidak ada lagi pekerjaan yang tersisa. Pada langkah terakhir, nilai rj yang diperoleh merupakan total waktu produksi dari penjadwalan yang dibuat oleh algoritma ND mesin majemuk (ditunjukkan pada Tabel 8).

**Tabel 8.** Iterasi proses *stage 28 sd 31*

St	Pek	Cj	tij	rj	C*	m*	Pst
28	187	39	1	40	39	7	187
	354	24	16	40			
29	354	24	16	40	24	4	354
30	376	40	1	41	40	6	376
31	387	41	1	42	41	7	387

Pada Tabel 8, algoritma ND mesin majemuk berhenti pada *stage 31* karena algoritma sudah tidak menemukan kembali pekerjaan yang tersisa. Dengan demikian nilai rj pada langkah terakhir inilah yang menjadi *output*, yaitu merupakan total waktu produksi dari penjadwalan yang dibuat oleh algoritma ND mesin majemuk. Gambar 3 memperlihatkan *Gantt chart* perencanaan produksi usulan dengan menggunakan algoritma ND mesin majemuk yang menghasilkan nilai *makespan* sebesar 42 hari. Melihat *Gantt chart* yang ditampilkan pada Gambar 3, walaupun algoritma ND mampu meminimasi *makespan*, dan mengurangi *in-process inventory*, terlihat masih terdapat mesin yang menganggur dalam proses produksi. Hal ini, seperti juga disampaikan oleh Barokah et al., (2016) disebabkan karena karakteristik proses produksi bertipe *Job Shop*.

Tabel 9 memperlihatkan data biaya operasional harian berbasis *job* dan jumlah mesin yang bekerja. Berdasarkan data yang diperlihatkan pada Tabel 9, diketahui perbandingan biaya operasional produksi



**Gambar 3.** Gantt chart perencanaan produksi usulan

menggunakan metode penjadwalan yang selama ini digunakan di pabrik (*existing*) dengan usulan penjadwalan dengan algoritma ND mesin majemuk (Tabel 10).

**Tabel 9.** Biaya operasional harian

Job	Jumlah Mesin	Biaya satuan	Total Biaya
Potong	1	Rp55,000	Rp55,000
bordir	2	Rp50,000	Rp100,000
Jahit	3	Rp45,000	Rp135,000
Obras	4	Rp45,000	Rp180,000
Dek	2	Rp45,000	Rp90,000
Lubang	1	Rp40,000	Rp40,000
Kancing	1	Rp40,000	Rp40,000
Neci	1	Rp38,000	Rp38,000
<b>Total</b>	<b>15</b>		<b>Rp678,000</b>

**Tabel 10.** Perbandingan biaya operasional produksi

Keterangan	Data existing	Data Non-delay
Jumlah Hari	44	42
Biaya operasional	Rp29,832,000	Rp28,476,000

Efisiensi waktu penjadwalan produksi usulan yang menggunakan algoritma ND mesin majemuk memperlihatkan adanya penghematan biaya operasional sebesar Rp. 1,356,000.00.

## Kesimpulan

Dengan menggunakan tabel iterasi yang dibuat dengan *tools* Microsoft excel, algoritma *Non-delay* mesin majemuk dapat melakukan proses penjadwalan secara otomatis. Apabila terdapat perubahan input pada Tabel 4 dan Tabel 5, maka output dapat menyesuaikan secara otomatis. Penjadwalan dengan metode *existing* yang dilakukan IKM Maryati menghasilkan nilai *makespan* 44 hari, sedangkan dengan menerapkan algoritma *Non-delay* mesin majemuk menghasilkan *makespan* 42 hari. Hal ini menunjukkan bahwa metode Algoritma *Non-delay* mesin majemuk dapat meminimasi nilai *makespan* di IKM Maryati. Terdapat efisiensi sebesar 4.55% baik pada variabel waktu maupun variabel biaya.

Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan tujuan untuk lebih mengoptimalkan pendayagunaan mesin produksi. Sehingga selain *makespan* dan *in-process inventory* yang menjadi lebih baik, *idle time* mesin juga menjadi lebih singkat. Selain itu, pengembangan juga dapat dilakukan dengan membuat aplikasi penjadwalan Job Shop menggunakan algoritma *Non-Delay* mesin majemuk berbasis Android. Harapannya, supervisor produksi dapat semakin mudah dan cepat dalam membuat penjadwalan produksi.

## Daftar Pustaka

Cahyanto, W. N., & Munawir, H., 2016.

- Penjadwalan Job Shop Mesin Majemuk Menggunakan Algoritma Non Delay Untuk Meminimumkan Mean Flow Time Dan Penentuan Due Date.* Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Fithri, P., & Ramawinta, F., 2016. Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma Pembangkitan Jadwal Aktif dan Algoritma Penjadwalan Non-delay Untuk Produk Hydrotiller dan Hammermil Pada CV. Cherry Sarana Argo. *J. Optimasi Sitem Ind*, 12, 377–399.
- Ginting, R., 2009. *Penjadwalan Mesin* (1st ed.). Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Harto, S., Garside, A.K., & Utama, D.M., 2016. Penjadwalan Produksi Menggunakan Algoritma Jadwal Non Delay Untuk Meminimalkan *makespan* Studi Kasus di CV. Bima Mebel. *Spektrum Ind.*, 14. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12928/si.v14i1.3706>.
- Khoiroh, S.M., 2018. Pengembangan Algoritma Non Delay Pada Kasus Penjadwalan Non-Permutation Hybrid Flow shop Untuk Meminimalisasi Mean Flow time. *J. Tek. Ind*, 19, 148–156. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/JTIU MM.Vol19.No2.148-156>.
- Nasution, R., Garside, A.K., & Utama, D.M., 2017. Penjadwalan *Job Shop* Dengan Pendekatan Algoritma Artificial Immune System. *J. Tek. Ind*, 18, 29–42.
- Ong, J.O., 2013. Penjadwalan *Non-delay* Melalui Mesin Majemuk Untuk Meminimumkan *makespan*. *Spektrum Ind.*, 11, 185–195. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12928/si.v11i2.1661>
- Ong, J.O., & Juliyanti, D., 2013. Pengembangan Model Penjadwalan Mesin Majemuk Melalui *Job* Sisipan. *Prosiding Industrial Engineering National Conference (IENACO)*. Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Tampubolon, F.R., 2018. *Penggunaan Algoritma Genetika pada Persoalan Multiobjective Flexible Job Shop Scheduling*. Universitas Sumatera Utara.