

PENJADWALAN MESIN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA JADWAL NON-DELAY DI PT. SNN SEKSI WORKSHOP

Inna Kholidasari^{1*}, Lestari Setiawati¹, Mirinda¹

¹ Jurusan Teknik Industri Universitas Bung Hatta
Jl. Gajah Mada No. 19 Padang

*Penulis Korespondensi: i.kholidasari@bunghatta.ac.id

Abstrak

Production scheduling is the most important part in carrying out the production process that will be carried out on a production floor. Scheduling activities are carried out before the production process begins to ensure the smooth running of the production process. If the production scheduling is not done properly, there will be obstacles in the production process and will cause losses to the company. This study aims to determine the production machine scheduling in a company engaged in the manufacture of spare parts for automotive products. This company implements a job shop production process and uses the First In First Out method in completing its work. Due to the large number of products that have to be produced, there are often two or more products that must be worked on at the same time and machine. This condition causes some products to have to wait for the associated machine to finish operating and causes long product turnaround times. This problem is solved by making a production machine scheduling using the Non-Delay method. By applying this method, the makespan of completion time can be minimized.

Keywords: Completion time, Non-Delay Method, Production scheduling

Pendahuluan

Penjadwalan mesin produksi merupakan salah satu aktivitas produksi yang penting dilakukan sebelum dilaksanakannya proses produksi. Penjadwalan mesin produksi bertujuan untuk menjamin kelancaran berjalannya proses produksi dan meminimasi waktu penyelesaian pekerjaan. Di samping itu, penjadwalan juga merupakan salah satu aktivitas dalam perencanaan produksi dimana dalam perencanaan ini ditentukan jumlah sumberdaya yang harus digunakan untuk memproduksi barang/jasa dan mengevaluasi kebutuhan tersebut. Tujuan dari aktivitas penjadwalan mesin produksi ini adalah meningkatkan produktivitas suatu proses produksi karena peningkatan penggunaan sumberdaya dan minimasi waktu proses. Selain itu, penjadwalan yang tepat juga akan mengurangi tingkat persediaan barang setengah jadi (work-in-process) dan minimasi waktu tunggu dalam proses produksi sehingga biaya

keterlambatan juga dapat diminimasi. Kegagalan dalam penjadwalkan mesin produksi akan berakibat tidak baik bagi suatu perusahaan karena akan memperpanjang waktu produksi, meningkatkan ongkos proses produksi dan juga ongkos persediaan barang selama barang tersebut diproduksi, serta keterlambatan dalam pemenuhan permintaan konsumen (demand).

Penelitian ini membahas permasalahan penjadwalan mesin pada suatu proses produksi. Studi kasus permasalahan penjadwalan mesin ini diangkat dari suatu perusahaan multinasional di Indonesia yang memproduksi produk otomotif, khususnya Seksi Workshop yang bertugas memproduksi spare part dari produk otomotif di perusahaan tersebut. Seksi Workshop membuat dan menyediakan spare part dari bagian lain di perusahaan tersebut. Selain itu, Seksi Workshop juga bertuga membuat

minimal tiga unit mesin dalam setahun. Proses produksi yang dijalankan di Seksi Workshop adalah proses produksi job shop. Job shop bisa didefinisikan sebagai proses konversi dimana unit-unit produk yang berasal dari order yang berbeda-beda dibuat mengikuti langkah-langkah yang berbeda dan memiliki fasilitas-fasilitas produksi yang dikelompokkan sesuai dengan jenis atau fungsi kerjanya (Wignjosobroto, 2000). Selain itu, bagian produksi ini menggunakan metode First In First Out dalam penyelesaian pekerjaannya. Penggunaan metode FIFO dapat mengantisipasi masing-masing dari produk agar tidak tersimpan terlalu lama sehingga produk-produk tersebut terhindar dari masa kadaluarsa. Dengan banyaknya produk yang diproduksi sering kali terdapat dua atau lebih produk yang harus dikerjakan pada mesin yang sama. Kondisi ini menyebabkan beberapa produk harus menunggu hingga mesin terkait selesai beroperasi dan menyebabkan waktu penyelesaian produk yang lama sehingga terdapat produk-produk yang tidak dapat memenuhi due date yang telah direncanakan. Solusi dari permasalahan ini adalah dengan melakukan penjadwalan mesin produksi. Sesuai dengan proses produksi dan kondisi job dan machine yang ada pada lantai produksi, metode yang tepat untuk diterapkan adalah metode penjadwalan Non-Delay.

Dari uraian di atas, ditetapkan tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan metode Penjadwalan Non-Delay dan mengevaluasi completion time di Seksi Workshop suatu perusahaan otomotif. Tujuan penelitian ini dapat dicapai dengan melakukan:

- Identifikasi waktu proses masing-masing produk di Seksi Workshop.
- Menerapkan metode Penjadwalan Non-Delay di Seksi Workshop.
- Membandingkan completion time yang terjadi pada saat sebelum dan sesudah metode Penjadwalan Non-Delay di Seksi Workshop.

Tinjauan Pustaka

Pengertian

Berbagai pengertian maupun definisi mengenai penjadwalan telah dikemukakan oleh para ahli. Misalnya Conway et al. (1967) yang mendefinisikan penjadwalan sebagai proses pengurutan pembuatan produk secara menyeluruh pada beberapa mesin. Kemudian Baker (1974) mengemukakan penjadwalan sebagai proses pengalokasian sumber daya dalam jangka waktu tertentu untuk melakukan serangkaian tugas. Sedangkan menurut Morton (1993), penjadwalan adalah proses pengorganisasian, pemilihan, dan penentuan waktu penggunaan sumber-sumber untuk mengerjakan semua aktivitas yang diperlukan sehingga memenuhi kendala aktivitas dan sumber daya.

Berbeda dengan Baker (1974), Fogarty et al. (1991) secara lebih sederhana mendefinisikan penjadwalan sebagai aktivitas pembuatan jadwal, baik Jadwal Induk Produksi (Master Production Schedule, MPS), jadwal bengkel, jadwal perawatan dan sebagainya..

Masalah penjadwalan

Persoalan penjadwalan timbul jika terdapat keterbatasan sumber daya yang dimiliki, sehingga diperlukan adanya pengaturan sumber-sumber daya tersebut secara efisien. Berbagai model penjadwalan telah dikembangkan untuk mengatasi persoalan penjadwalan tersebut.

Elsayed (1994) mengemukakan bahwa beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menyelesaikan masalah penjadwalan, yaitu 1) Jumlah dan jenis job yang akan dijadwalkan, 2) Jumlah mesin yang akan digunakan dalam penjadwalan, 3) Jenis sistem manufaktur (flow shop atau job shop), 4) Cara kedatangan job dalam sistem produksi (statis atau dinamis) dan 5) Kriteria penjadwalan yang akan dievaluasi.

Pada penjadwalan jobshop karakteristik setiap job yang akan

diselesaikan memiliki routing yang berbeda sehingga notasi yang digunakan untuk penjadwalan jobshop adalah:

- i = menyatakan nomor job
- j = menyatakan nomor operasi pengerjaan
- k = menyatakan nomor mesin yang digunakan

Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang diangkat pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

Identifikasi permasalahan, penetapan tujuan penelitian dan pengumpulan data

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Identifikasi permasalahan dilakukan dengan cara pengamatan dan wawancara terbuka dengan pekerja yang ada pada rantai produksi Seksi Workshop suatu perusahaan yang memproduksi produk otomotif di Indonesia. Setelah permasalahan yang ada dapat dirumuskan, ditetapkanlah tujuan penelitian sebagai upaya penyelesaian permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Dalam hal ini, tujuan penelitian adalah untuk menentukan penjadwalan mesin produksi dengan menerapkan Metode Penjadwalan Non-Delay sehingga dapat meminimasi completion time.

Data yang dibutuhkan dalam mengaplikasikan metode penjadwalan ini terdiri dari data jenis spare part permintaan konsumen, tahapan pengerjaan spare part tersebut beserta waktu proses tiap tahapannya serta mesin yang digunakan untuk berproduksi.

Penerapan Metode Penjadwalan Non-Delay

Penjadwalan non delay merupakan penjadwalan mesin produksi dimana tidak satupun mesin dibiarkan menganggur jika pada saat yang sama terdapat operasi yang memerlukan mesin tersebut. Alasan dipilihnya metode ini adalah karena kriteria yang diangkat dalam metode ini yaitu minimasi completion time atau menggunakan aturan prioritas

Shortest Processing Time (SPT). Dengan kata lain, pekerjaan atau job yang paling cepat waktu penyelesaiannya mendapat prioritas pertama untuk dikerjakan oleh mesin tersebut terlebih dahulu. Hal ini sesuai dengan solusi permasalahan yang diinginkan oleh perusahaan di mana penelitian ini dilakukan. Selain itu, metode ini juga mengakomodasi proses produksi dengan n job dan m mesin seperti yang terdapat pada rantai produksi di Seksi Workshop.

Sebelum melakukan penjadwalan mesin dengan metode ini, yang pertama harus dilakukan yaitu identifikasi terhadap routing proses, job, dan mesin, serta perhitungan waktu proses atau waktu baku produksi. Adapun algoritma penjadwal non delay ini adalah sebagai berikut:

- Step 1: $t = 0$, $Pst = 0$ (yaitu jadwal parial yang mengandung t operasi terjadwal). Set St (yaitu kumpulan operasi yang siap dijadwalkan) sama dengan seluruh operasi tanpa pendahulu.
- Step 2: Tentukan $c^* = \min (c_j)$ dimana c_j adalah saat paling awal operasi j dapat mulai dikerjakan. Tentukan m^* , yaitu mesin di mana c^* dapat direalisasi.
- Step 3: Untuk setiap operasi dalam Pst yang memerlukan mesin m^* dan memiliki $c_j = c^*$ untuk suatu aturan prioritas tertentu. Tambahkan operasi yang prioritasnya paling besar ke dalam Pst sehingga terbentuk suatu jadwal parsial untuk tahap berikutnya.
- Step 4: Membuat suatu jadwal parsial baru P_{t+1} dan memperbaiki kumpulan data dengan cara Menghilangkan operasi j dari St kemudian membuat $St+1$ dengan cara menambah pengikut langsung operasi k yang telah dihilangkan lalu menambah satu pada t.
- Step 5: Kembali ke langkah 2 sampai seluruh pekerjaan terjadwalkan.

Setelah algoritma penjadwalan Non-Delay ini diterapkan, maka dapat dilakukan pengurutan job dan mesin

yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan.

Perbandingan Completion Time

Dengan didapatnya urutan pengerjaan job dan penggunaan mesin produksi untuk menyelesaikan semua produk dengan menggunakan Metode Penjadwalan Non-Delay, maka dapat dihitung completion time yang terjadi. Selanjutnya dilakukan evaluasi hasil perbandingan antara completion time yang didapat setelah penerapan metode tersebut dengan completion time pada kondisi riil saat penelitian dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil penelitian berdasarkan pengamatan dan pengolahan data yang dilakukan.

Dari hasil pengamatan ditemukan urutan proses produksi dan waktu proses untuk operasi masing-masing produk seperti terlihat pada Tabel 1:

Hasil penerapan Metode Pnjadwalan Non-Delay

Penyelesaian yang dilakukan menggunakan algoritma Non-delay yang pertama yaitu dengan menentukan routing file berdasarkan data waktu proses yang ada dan menentukan waktu proses berdasarkan dari routing file. Hasil routing dapat dilihat pada Tabel 2.

Kemudian melakukan pengurutan pekerjaan berdasarkan waktu proses terkecil yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil akhir dari penerapan algoritma Non-Delay dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gantt Chart yang dihasilkan pada Gambar 1.

Waktu proses penyelesaian produk

Tabel 1. Data Job Order

No	Item	Mesin	Waktu (menit)
1	<i>Stay Jig Kia</i>	<i>Bandsaw</i>	60
		<i>Milling Knuth</i>	540
		<i>Milling Lagun</i>	240
		4R	180
2	<i>Guide Slider</i>	<i>Milling Knuth</i>	420
		<i>Milling Lagun</i>	120
3	<i>Slot Slider Stay Jig Kia</i>	Mesin CNC	420
		<i>Milling Knuth</i>	120
4	<i>Stay Back Jig Kia</i>	Mesin CNC	300
		<i>Milling Knuth</i>	180
5	<i>Base Slider</i>	Mesin CNC	835
		Kerja Bangku	30
		<i>Milling Knuth</i>	150
		<i>Milling Lagun</i>	180
6	<i>Stoper Slider Base</i>	Mesin CNC	760
		<i>Milling Knuth</i>	90
		Kerja Bangku	30
7	<i>Kia Jig</i>	Mesin CNC	1560
		<i>Milling Knuth</i>	120
		<i>Milling Lagun</i>	60
		Kerja Bangku	30

Tabel 2. Data Routing File

Job	Routing File			
	OP1	OP2	OP3	OP4
1	1	2	3	4
2	2	3	-	-
3	5	2	-	-

4	5	2	-	-
5	5	6	2	3
6	5	2	6	-
7	5	2	3	6

Keterangan:

1 = Mesin Bandsaw 4 = 4R
 2 = Mesin Knuth 5 = Mesin CNC
 3 = Mesin Lagu 6 = Kerja Bangku

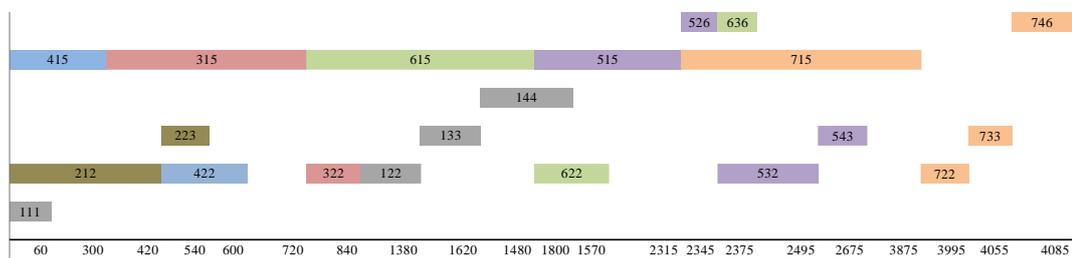
Tabel 3. Data Waktu Proses

Job	Waktu Proses			
	OP1	OP2	OP3	OP4
1	60	540	240	180
2	420	120	-	-
3	420	120	-	-
4	300	180	-	-
5	835	30	150	180
6	760	90	30	-
7	1560	120	60	30

Tabel 4. Hasil Algoritma Non Delay

STAGE	MESIN						ST	Rj	Tij	Cj	C	M	PST
	1	2	3	4	5	6							
0	0	0	0	0	0	0	111	0	60	60	60	1	111
							212	0	420	420	420	2	212
							315	0	420	420			
							415	0	300	300	300	5	415
							515	0	835	835			
							615	0	760	760			
							715	0	1560	1560			
1	60	420	0	0	300	0	122	420	540	960			
							223	420	120	540	540	3	223
							315	300	420	720	720	5	315
							422	420	180	600	600	2	422
							515	300	835	1135			
							615	300	760	1060			
							715	300	1560	1860			
2	60	600	540	0	720	0	122	600	540	1140			
							322	720	120	840	840	2	322
							515	720	835	1555			
							615	720	760	1480	1480	5	615
							715	720	1560	2280			
3	60	840	540	0	1480	0	122	840	540	1380	1380	2	122
							515	1480	835	2315	2315	5	515
							622	1480	90	1570			
							715	1480	1560	3040			
4	60	1380	540	0	2315	0	133	1380	240	1620	1620	3	133
							526	2315	30	2345	2345	6	526

							622	1480	90	1570	1570	2	622
							715	2315	1560	3875	3875	5	715
5	60	1570	1620	0	3875	2345	144	1620	180	1800	1800	4	144
							532	2345	150	2495	2495	2	532
							636	2345	30	2375	2375	6	636
							722	3875	120	3995			
6	60	2495	1620	1800	3875	2375	543	2495	180	2675	2675	3	543
							722	3875	120	3995	3995	2	722
7	60	3995	2675	1800	3875	2375	733	3995	60	4055	4055	3	733
8	60	3995	4055	1800	3875	4085	746	4055	30	4085	4085	6	746
	60	3995	4055	1800	3875	4085							



Gambar 1. Gantt chart Algoritma Non Delay

Perbandingan Completion Time

Setelah dilakukan penjadwalan dengan menggunakan algoritma penjadwalan Non-Delay, didapat waktu kerja yang dibutuhkan untuk semua job adalah selama 10 hari. Hal ini disebabkan karena pengerjaan job diurutkan dari waktu terkecil dan dilihat dari ketersediaan mesin dengan pengurutan pengerjaan yang dimulai dari 111 – 212 – 415 – 223 – 315 – 422 – 322 – 615 – 122 – 515 – 133 – 526 – 622 – 715 – 144 – 532 – 636 – 543 – 722 – 733 - 746. Adapun total waktu penyelesaian (makespan) yang didapat yaitu 4085 menit dimana job yang paling akhir dikerjakan adalah job 7, operasi ke 4 yang diproses pada mesin 6. Di sini terlihat bahwa waktu kerja dapat diminimasi dengan menerapkan Metode Penjadwalan Non-Delay dengan perbedaan waktu kerja yang dibutuhkan pada saat metode ini belum diterapkan dengan waktu yang dibutuhkan setelah penerapan Metode Penjadwalan Non-Delay adalah empat hari (waktu kerja

pada saat kondisi riil yaitu selama 14 hari).

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian di area Manajemen Operasi yang fokus pada permasalahan penjadwalan mesin produksi. Bentuk penelitian adalah berupa studi kasus yang dilakukan pada suatu perusahaan multinasional yang memproduksi produk otomotif, khususnya pada rantai produksi di Seksi Workshop (bagian dari perusahaan yang bertugas memenuhi kebutuhan spare part produk yang diproduksi perusahaan tersebut). Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah tidak terpenuhinya due date beberapa produk karena delay yang terjadi akibat tidak terjadwalnya mesin produksi secara baik. Dengan menerapkan Metode Penjadwalan Non-Delay pada proses produksi, terjadi pengurangan completion time pada penyelesaian pekerjaan di rantai produksi tersebut yang pada awalnya berlangsung selama 14 hari menjadi 10 hari. Hal ini

memberikan manfaat pada perusahaan dalam mengurangi ongkos produksi dan juga tingkat persediaan barang pada tahapan proses (work-in-process).

Daftar Pustaka

Baker, K.R. (1974) Introduction to Sequencing and Scheduling, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Bedworth, D.D., Bailey, J.E. (1987) Integrated Production Control Systems; Management, Analysis, Design, 2nd ed, John Wiley & Sons, New York.

Elsayed, E.A., Boucher, T.O. (1994) Analysis dan Control of Production Systems, 2nd ed, Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

French, S., Phill, D. (1982) Sequencing and Scheduling: An Introduction to the Mathematics of the Job-Shop, Ellis Horwood Limited, Chichester.

Fogarthy, D.W., Blackstone, J.H., Hoffmann, T.R. (1991) Production and Inventory Management, South Western Pub.Co.