

PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE *NON DELAY* (STUDI KASUS BENGKEL BUBUT CHEVI SINTONG)

Livia¹, Achmad Alfian²

¹Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik Musi, Palembang
Jl. Bangau 60 Palembang 30113 Telp 0711 366326

²Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik Musi, Palembang
Jl. Bangau 60 Palembang 30113 Telp 0711 366326
Email: alfian_60@yahoo.com, alfian60@gmail.com

Abstrak

Bengkel Bubut Chevi Sintong Palembang merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam body repair terutama untuk kendaraan roda empat. Dalam memproduksi produknya, Bengkel Bubut Chevi Sintong hanya melayani pesanan saja (Job Shop) dan melibatkan banyak mesin dalam pengerjaannya. Dalam memenuhi pesanan pelanggan tersebut, masih adanya mesin yang menganggur ketika sedang mengerjakan job lain sehingga sering terjadi keterlambatan penyelesaian waktu pengerjaan job atau melebihi batas maksimal (due date). Hal inilah yang membuat sekitar 75% (menurut planner) produk jasa perbaikan mengalami keterlambatan. Keterlambatan pemenuhan permintaan ini mengakibatkan biaya jasa perbaikan yang lebih besar dan kepercayaan konsumen terhadap perusahaan akan menurun karena tidak dapat memenuhi pesanan sesuai dengan due date yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penjadwalan pada setiap mesin untuk meminimumkan jumlah dan waktu keterlambatan tersebut. Adapun metode yang memiliki fungsi untuk meminimasi jumlah dan waktu keterlambatan adalah menggunakan metode non delay. Penjadwalan non delay merupakan jadwal nyata yang tidak membiarkan satu pun mesin dalam keadaan menganggur sehingga dapat menghasilkan jumlah dan waktu keterlambatan yang minimum. Hasil dari penjadwalan dengan metode non delay menunjukkan total waktu penyelesaian job sebesar 769.506 menit dengan urutan proses job 3, job 1, job 2, job 4, job 6 dan job 5 dengan total hanya 1 job yang mengalami keterlambatan dibandingkan dengan penjadwalan yang dilakukan perusahaan yaitu sebesar 918.184 menit dengan total 5 job yang terlambat, yaitu pada job 2, job 3, job 4, job 5 dan job 6. Waktu yang mengalami keterlambatan dalam penyelesaian non delay relatif lebih kecil dibandingkan dengan waktu keterlambatan yang dilakukan perusahaan. Penjadwalan dengan metode non delay memungkinkan beberapa operasi dilakukan dalam waktu yang bersamaan tetapi dengan mesin yang berbeda, sehingga apabila diterapkan perusahaan dapat meningkatkan produktivitas produksinya. Selain itu, adanya penurunan biaya jasa perbaikan sebesar Rp.134.645,00 dengan penjadwalan non delay.

Kata kunci: *Due date; Job; Keterlambatan; Non Delay; Penjadwalan*

Pendahuluan

Bengkel Bubut Chevi Sintong merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam *body repair* terutama untuk kendaraan roda empat dan sangat memperhatikan kepercayaan konsumen. Oleh karena itu, maka Bengkel Bubut Chevi Sintong harus mengembangkan sistem produksi yang efektif dan efisien dimana salah satu perencanaan yang harus diperhatikan adalah penjadwalan.

Dalam memproduksi produknya, Bengkel Bubut Chevi Sintong hanya melayani pesanan saja (*Job Shop*) dan melibatkan banyak mesin dalam pengerjaannya. Dalam memenuhi pesanan pelanggan tersebut, masih adanya mesin yang menganggur ketika sedang mengerjakan *job* lain. Waktu menganggur mesin yang seharusnya dapat dimanfaatkan untuk mengerjakan *job-job* secara bersamaan menjadi sia-sia sehingga sering terjadi keterlambatan penyelesaian waktu pengerjaan *job* atau melebihi batas maksimal (*due date*). Hal inilah yang membuat sekitar 75% (menurut *planner*) produk jasa perbaikan mengalami keterlambatan. Keterlambatan pemenuhan permintaan ini mengakibatkan biaya jasa perbaikan yang lebih besar karena memakan waktu yang lebih lama dalam memperbaiki produk tersebut, jadwal perbaikan yang seharusnya dapat berjalan sesuai dengan rencana akhirnya berubah total dan kerugiannya adalah kepercayaan konsumen terhadap perusahaan akan menurun karena tidak dapat memenuhi pesanan sesuai dengan *due date* yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penjadwalan pada setiap mesin untuk meminimumkan jumlah dan waktu keterlambatan tersebut.

Adapun metode yang memiliki fungsi untuk meminimasi jumlah dan waktu keterlambatan adalah menggunakan metode *non delay*. Penjadwalan *non delay* merupakan jadwal nyata yang tidak membiarkan satu pun

mesin dalam keadaan menganggur sehingga dapat menghasilkan jumlah dan waktu keterlambatan yang minimum. Dengan demikian, maka dapat meminimasi biaya jasa perbaikan dan dapat mengembalikan kepercayaan konsumen terhadap perusahaan dengan jadwal yang telah ditetapkan

Tinjauan Pustaka

Metode Penjadwalan Non Delay

Algoritma *non delay* merupakan penjadwalan yang dilakukan secara bertahap. Algoritma *non delay* merupakan subset dari jadwal non aktif, tetapi jadwal optimal belum tentu berada dalam jadwal *non delay* (Baker, 1974). Metode ini merupakan jadwal nyata yang tidak membiarkan satu pun mesin dalam keadaan menganggur.

Notasi-notasi yang digunakan dalam algoritma ini adalah sebagai berikut:

PS_t : Jadwal parsial yang mengandung sejumlah t operasi yang telah dijadwalkan.

S_t : Kumpulan operasi-operasi yang siap dijadwalkan.

c_j : Saat paling awal operasi $j \in S_t$ dapat mulai dikerjakan.

r_j : Saat paling awal operasi $j \in S_t$ dapat diselesaikan ($r_j = c_j + t_{ij}$).

t_{ij} : Waktu proses pekerjaan i pada proses j .

Langkah-langkah Algoritma Penjadwalan *Non Delay* adalah sebagai berikut (Baker, 1974):

Langkah 1 : Pada $t = 0$ $PS_t = 0$.

Langkah 2 : Tentukan $c^* = \min \{c_j ; j \in S_t\}$ dan mesin m^* , yaitu mesin yang merealisasikan c^* .

Langkah 3 : Untuk semua operasi $j \in S_t$ yang memerlukan m^* dan memenuhi $c_j < r_j$, maka tambahkan operasi j yang memenuhi syarat ini ke dalam PS_t dan dikerjakan dalam waktu r_j terpilih.

Langkah 4 : Buat suatu jadwal parsial baru P_{t+1} dan memperbaiki kumpulan data dengan cara:

- a. Menghilangkan operasi j dari S_t .
- b. Buat S_{t+1} dengan cara menambah pengikut langsung operasi j yang telah dihilangkan.
- c. Menambah satu pada t .

Langkah 5 : Kembali ke langkah 2 untuk setiap alternative jadwal parsial PS_t yang dapat dibuat pada langkah ke 3. Lanjutkan proses ini sampai selesai.

Perhitungan Waktu Baku

Adapun beberapa tahapan untuk mendapatkan waktu baku:

1. Uji Kenormalan
Uji *Kolmogorov Smirnov* dapat digunakan untuk menguji kenormalan terhadap suatu data.
2. Uji Keseragaman Data
Uji keseragaman data dimaksudkan untuk menentukan bahwa populasi data sampel yang digunakan memiliki penyeimbangan yang normal dari nilai rata-ratanya pada tingkat kepercayaan/ signifikansi tertentu sebelum menetapkan waktu standar (Wignjosoebroto, S., 2008).
3. Uji Kecukupan Data
Uji kecukupan data digunakan untuk menentukan bahwa jumlah sampel data yang diambil telah cukup. Tujuannya supaya data yang diperoleh kemudian bisa memberikan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian sesuai dengan yang diharapkan (Wignjosoebroto, S., 2008).
4. Menghitung *Performance Rating*

Tabel 1. *Westinghouse Table*

<i>Skill</i>	<i>Effort</i>	<i>Condition</i>	<i>Consistency</i>
+0.15 (A1)	+0.13 (A1)	+0.06 (A)	+0.04 (A)
+0.13 (A2)	+0.12 (A2)	+0.04 (B)	+0.03 (B)
+0.11 (B1)	+0.10 (B1)	+0.02 (C)	+0.01 (C)
+0.08 (B2)	+0.08 (B2)	0.00 (D)	0.00 (D)
+0.06 (C1)	+0.05 (C1)	-0.03 (E)	-0.02 (E)
+0.03 (C2)	+0.02 (C2)	-0.07 (F)	-0.04 (F)
0.00 (D)	0.00 (D)	-	-
-0.05 (E1)	-0.04 (E1)	-	-
-0.10 (E2)	-0.8 (E2)	-	-
-0.16 (F1)	-0.12 (F1)	-	-
-0.22 (F2)	-0.27 (F2)	-	-

(Sumber: Wignjosoebroto, S. 2008)

5. Menghitung Waktu Baku

Cara untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul itu adalah sebagai berikut (Render. B, dkk. 2009 pada Wignjosoebroto, S., 2008):

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \tag{1}$$

$W_n = W_s \times Performance\ Rating\ (\%)$

$W_b = W_n + (Allowance\ (\%) \times Waktu\ Normal)$

Dimana

W_s = Waktu penyelesaian rata-rata selama pengukuran

W_n = Waktu normal

W_b = Waktu baku

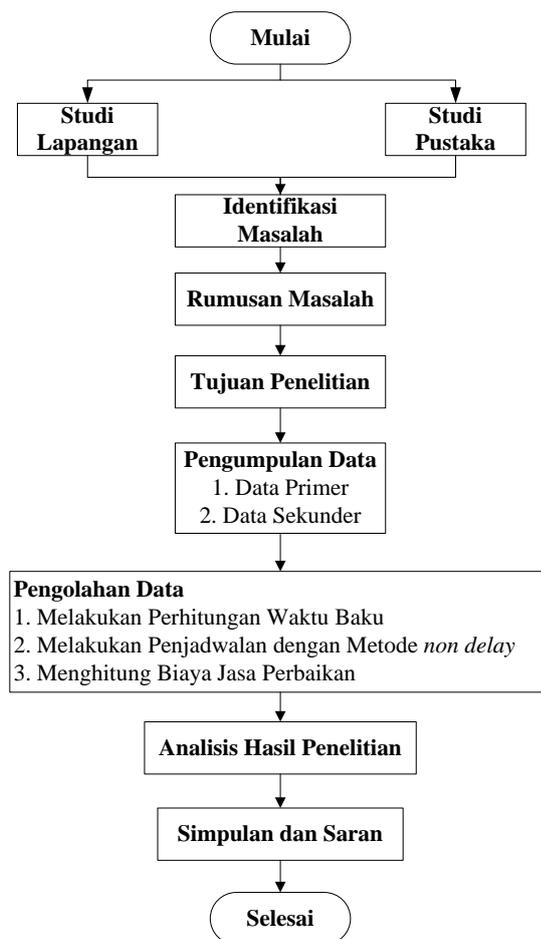
PR = Faktor penyesuaian rating

a = Allowance

Perhitungan Biaya Jasa Perbaikan

Unsur Biaya Jasa Perbaikan, yaitu:

1. Biaya bahan baku.
Biaya bahan baku mencakup seluruh komponen biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan bahan baku.
2. Biaya tenaga kerja.
Biaya tenaga kerja mencakup komponen biaya yang dikeluarkan untuk membayar upah tenaga kerja langsung untuk membuat produk.
Biaya tenaga kerja = Biaya tenaga kerja per bulan : 25 (hari kerja) : 8
3. Biaya *Overhead*.
Biaya *overhead* mencakup alat tulis kantor (ATK), biaya listrik, biaya air dan biaya telepon.
Biaya listrik = daya (kW) x waktu pemakaian x biaya listrik per kWh (Hartanto,H. 2013).



Gambar 1. Flow Chart Metodologi Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Tabel 2 Urutan Pengerjaan Job

Job	Urutan Pengerjaan						
	1	2	3	4	5	6	7
1	ML	MS	MCLB	MP	MR	MH	F
2	ML	MB	MB	MH	F		
3	MB	MP	F				
4	MB	MP	F				
5	MB	MF	MB	MB	F		
6	ML	MP	MSlip	F			

Keterangan Job:

1 = Block Mobil

2 = Degsel (Cylinder Head)

3 = Piston

4 = Connecting Rod

5 = Roda Gigi

6 = As/ Crankshaft

Tabel 3 Data Penjadwalan Perusahaan

Job	Operasi	Mesin	Waktu Proses	Waktu Mulai	Waktu Selesai
1	1	1	40,702	0,000	40,702
	2	2	96,848	40,702	137,550
	3	3	111,514	137,550	249,064
	4	4	35,080	249,064	284,144
	5	5	105,354	284,144	389,498
	6	6	50,926	389,498	440,424
	7	7	24,040	440,424	464,464
2	1	1	55,636	40,702	96,338
	2	8	86,024	96,338	182,362
	3	9	70,712	182,362	253,074
	4	6	52,428	440,424	492,852
	5	7	24,833	492,852	517,684
3	1	8	86,619	182,362	268,981
	2	4	41,162	284,144	325,306
	3	7	25,097	517,684	542,782
4	1	8	87,661	268,981	356,641
	2	4	55,448	356,641	412,090
	3	7	24,833	542,782	567,614
5	1	8	87,959	356,641	444,600
	2	10	208,996	444,600	653,596
	3	8	57,151	653,596	710,747
	4	9	129,373	710,747	840,120
	5	7	26,022	840,120	866,142
6	1	1	56,953	96,338	153,291
	2	4	125,608	412,090	537,697
	3	11	355,126	537,697	892,823
	4	7	25,361	892,823	918,184

Tabel 4 Penjadwalan dengan Metode Non Delay

T	St	Cij	Tij	Rj	m*	c*	PSt
0	111	0	40,702	40,702	1	0	111
	211	0	55,636	55,636			
	318	0	86,619	86,619	8	0	318
	418	0	87,661	87,661			
	518	0	87,959	87,959			
	611	0	56,953	56,953			
1	122	40,702	96,848	137,55	2	40,702	122
	211	40,702	55,636	96,338	1	40,702	211
	324	86,619	41,162	127,781	4	86,619	324
	418	86,619	87,661	174,28	8	86,619	418
	518	174,28	87,959	262,238			
	611	96,338	56,953	153,291			
2	133	137,55	111,514	249,064	3	137,55	133
	228	174,28	86,024	260,304	8	174,28	228
	337	127,781	11,888	139,669	7	127,781	337
	424	174,28	55,448	229,728	4	174,28	424
	518	174,28	87,959	262,238			
	611	96,338	56,953	153,291	1	96,338	611
3	144	249,064	35,08	284,144			
	239	260,304	70,712	331,016	9	260,304	239
	437	229,728	11,756	241,484	7	229,728	437
	518	260,304	87,959	348,263	8	260,304	518
	624	229,728	125,608	355,336	4	229,728	624
4	144	355,336	35,08	390,416	4	355,336	144
	246	331,016	52,428	383,444	6	331,016	246
	5210	348,263	208,996	557,259	10	348,263	5210
	6311	355,336	355,126	710,462	11	355,336	6311
5	155	390,416	105,354	495,77	5	390,416	155
	257	383,444	11,624	395,068	7	383,444	257
	538	557,259	57,151	614,41	8	557,259	538
	647	634,024	25,493	659,518			
6	166	495,77	50,926	546,696	6	495,77	166
	549	614,41	129,373	743,783	9	614,41	647
	647	710,462	25,493	735,955	7	710,462	549
7	177	659,518	10,831	670,349	7	659,518	177
	557	657,758	25,758	683,516			
8	557	743,748	25,758	769,506	7	769,506	557

Tabel 5 Perhitungan Keterlambatan pada Job 1 Sampai Job 6

Job	1	2	3	4	5	6
Waktu Selesai	464.46	517.68	542.78	567.61	866.14	918.18
Due Date	700	435	230	250	765	845
Keterlambatan	-235.54	82.68	312.78	317.61	101.14	73.18

Tabel 6 Perhitungan Keterlambatan Menggunakan Non Delay

Job	3	1	2	4	6	5
Waktu Selesai	139,67	670,35	395,07	241,48	735,99	769,50
Due Date	230	700	435	250	845	765
Keterlambatan	-90,33	-29,65	-39,93	-8,52	-109,01	4,50

Perhitungan utilitas mesin pada perusahaan dan dengan menggunakan algoritma *non delay* sebagai berikut:
 Utilitas Mesin Perusahaan = Waktu kerja komulatif : *Makespan* x 100% = (7 jam x 60 menit) : 918,184 x 100% = 420 : 918,184 x 100% = 45,742%

Utilitas Mesin *Non Delay* = Waktu kerja kumulatif : *Makespan* x 100% = (7 jam x 60 menit) : 743,748 x 100% = 420 : 743,748 x 100% = 57,470%

Perhitungan biaya jasa perbaikan yang dilakukan dengan penjadwalan perusahaan:

Biaya Tenaga Kerja = waktu perbaikan x biaya tenaga kerja per jam = 64,615 jam x Rp. 8.000,- + Rp. 34.000,- = Rp. 550.920,-

Perhitungan biaya jasa perbaikan yang dilakukan dengan penjadwalan *non delay*:

Biaya Tenaga Kerja = waktu perbaikan x biaya tenaga kerja per jam = 49,201 jam x Rp. 8.000,- + Rp. 22.667,- = Rp. 416.275,-

Pembahasan

Penjadwalan yang ditetapkan dalam perusahaan adalah dengan menggunakan aturan FCFS (*First Come First Served*), yaitu yaitu menjadwalkan produk dengan waktu kedatangan yang lebih awal dan berdasarkan urutan pengerjaan *job* yang banyak melewati beberapa mesin. Contohnya *block* mobil datang terlebih dahulu dibandingkan degsel, maka *block* mobil didahulukan terlebih dahulu pengerjaannya dibandingkan dengan degsel. Dalam penjadwalan perusahaan, yang dikerjakan terlebih dahulu adalah *block* mobil (*job* 1) diikuti *cylinder head* (*job* 2), piston (*job* 3), *connecting rod* (*job* 4), roda gigi (*job* 5) dan *as/ crankshaft* (*job* 6). Penjadwalan yang dilakukan perusahaan yaitu sebesar 918.184 menit.

Hasil dari penjadwalan dengan metode *non delay* menunjukkan total waktu penyelesaian *job* sebesar 769.506 menit dengan urutan proses *job* 3, *job* 1, *job* 2, *job* 4, *job* 6 dan *job* 5. Penjadwalan dengan metode *non delay* menunjukkan total waktu penyelesaian yang lebih kecil jika dibandingkan dengan penjadwalan yang dilakukan perusahaan yaitu sebesar 918.184 menit.

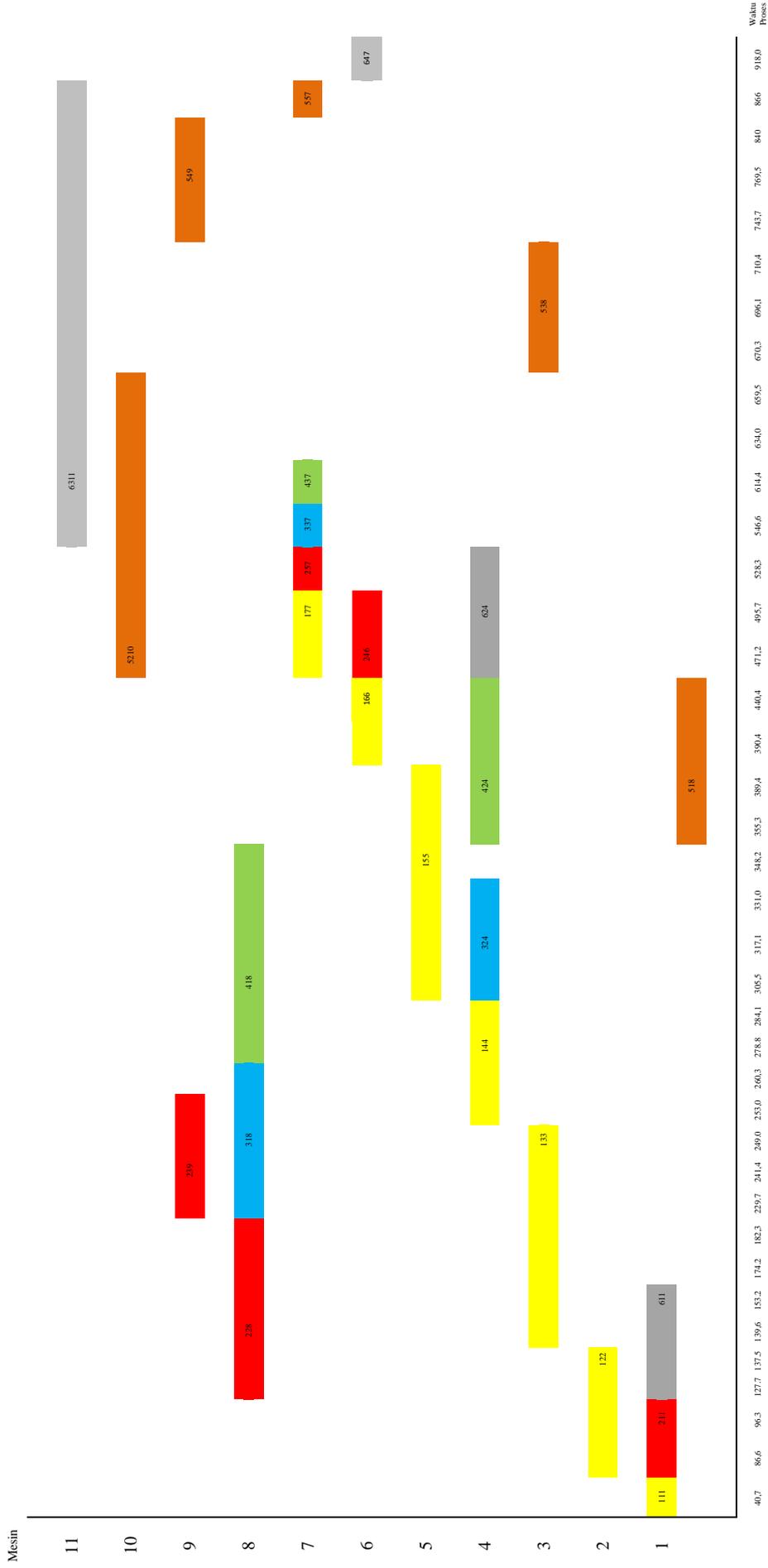
Pada pengolahan data, terdapat peningkatan utilitas mesin dengan penjadwalan menggunakan algoritma *non delay* sebesar 10,728%. Peningkatan utilitas mesin dapat mengurangi waktu menganggur mesin sehingga dapat meminimasi keterlambatan.

Kesimpulan

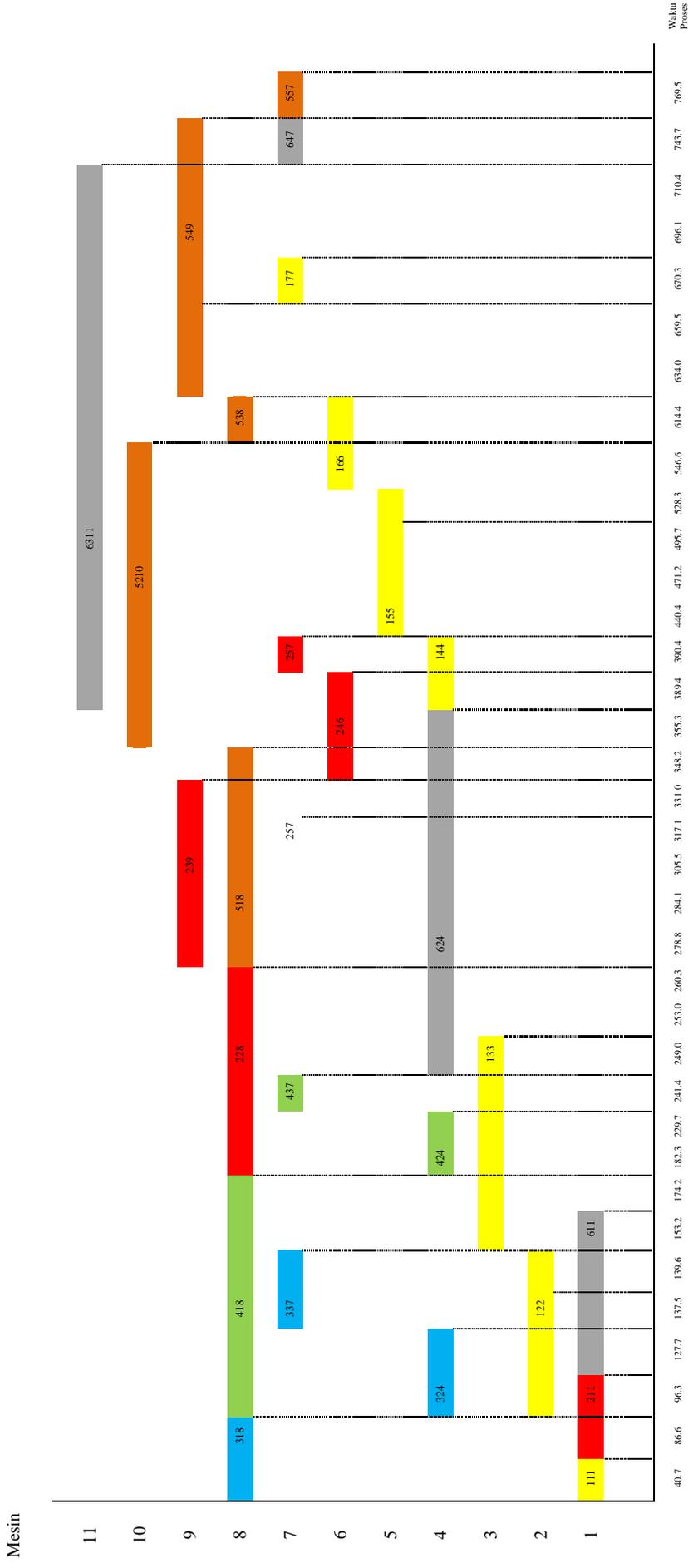
- Hasil Penjadwalan dengan metode *non delay* efektif dalam meminimasi jumlah dan waktu keterlambatan dengan urutan proses *job* 3, *job* 1, *job* 2, *job* 4, *job* 6 dan *job* 5.
- Waktu yang mengalami keterlambatan dalam penyelesaian *non delay* 743,506 menit, lebih kecil dibandingkan dengan waktu keterlambatan yang dilakukan perusahaan sebesar 918,184 menit. Jika penjadwalan yang dilakukan perusahaan membuat 5 *job* terlambat, tetapi dengan penjadwalan *non delay* membuat 5 *job* tidak terlambat. Ada penurunan sebesar 66.67% sebelum dan sesudah dilakukan penjadwalan.
- Total biaya jasa perbaikan dengan penjadwalan yang dilakukan perusahaan adalah Rp. 550.920,00 sedangkan total biaya jasa perbaikan dengan penjadwalan dengan metode *non delay* adalah Rp. 416.275,00. Dari perhitungan biaya yang telah dilakukan, adanya penurunan biaya sebesar Rp. 134.645,00 dengan menggunakan penjadwalan *non delay*.

Daftar Pustaka

- Baker, K. R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. John Willey and Son Inc., America.
- Bedworth, David D.; Bailey, James E. (1987). *Integrated production control systems: management, analysis, design. Second Edition*. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Budiman. 2012. *Usulan Penjadwalan Produk Rotan dengan Metode Non Delay*. Skripsi tidak diterbitkan. Palembang: STT MUSI.
- Ginting, R. 2009. *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gultom, Y. S. 2007. *Perbaikan Penjadwalan Produksi dengan Metode Algoritma CDS (Campbell, Dudek and Smith) pada PT Jakarata Tama*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Gustomy, K. 2012. *Usulan Penjadwalan Non Delay pada Bengkel Bubut Chevi Sintong*. Kerja Praktik (KP) tidak diterbitkan. Palembang: STT MUSI.
- Hartanto, H. 2013. *Cara Cepat dan Mudah Menguasai Fisika SMP*. Jakarta: Indonesia Tera.
- Pinedo, Michael and Xiuli Chao. 1999. *Scheduling: Theory, Algorithm and Systems*. Englewood Cliffs. Prentice Hall, New Jersey.
- Render, B, dkk. 2009. *Quantitative Analysis For Management. Tenth Edition*. India: PHI Learning Private Learning
- Wignjosoebroto, S. 2008. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.



Gambar 2. Gantt Chart Penjadwalan Perusahaan



Gambar 4 Gantt Chart Penjadwalan dengan Metode Non Delay