

PERENCANAAN SCHEDULING DAN RESCHEDULING DENGAN METODE HEURISTIC SPT GUNA MEMINIMUMKAN MEAN TARDINESS DAN MAKESPAN

Etis Kristinawati¹

ABSTRACT

To complete customer's demand so company must make a plan with using production schedule. Some difficulties usually happen in shop floor level is a new job which is put in a production schedule that have arranged before. So that the old production schedule have to revised by reschedulling. The procedure that be used to schedule the real time production consist of n job m machine is algorithm of *Hueristik Dispatching Rule Shorted Processing Time (SPT)* method to minimize *mean tardiness* and *makespan*.

Implementing the chosen method to *scheduling* dan *rescheduling* because of additional job, so we can get production timet 49,13 hours or 9,69% off in October 2001 and overall efficiency about Rp. 1.812.791,10. Based on *rescheduling* with *SPT priority* after additional job in October 2001 can get production time about 49,15 hours or 9,18% of with overall efficiency about Rp. 1.812.791,10

Key Words : *Production System, Schedulling and Reschedulling SPT, Makespan.*

PENDAHULUAN

Saat ini produsen lebih dituntut untuk membuat produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen (*customer needs*) yang terdiri dari kualitas yang tinggi (*High Quality*), harga yang murah (*Minimasi Cost*) dan pengiriman tepat waktu (*Delivery Time*). Penjadualan produksi merupakan aspek yang penting dalam lingkungan industri manufaktur, terutama yang bersifat *job shop*. Penjadualan yang baik selalu berusaha untuk meningkatkan utilitas sumber daya yang ada, seperti mesin - mesin perkakas, tenaga kerja manusia, maupun fasilitas yang diinginkan, baik dari segi waktu maupun ongkos.

PT. Aneka Mesin Malang merupakan industri yang memproduksi beberapa jenis mesin, dimana *scheduling* dan *rescheduling* dalam proses produksinya tidak direncanakan terlebih dahulu Pada

kegiatan proses produksi seringkali mengalami perubahan penjadualan karena adanya job sisipan. Dengan melihat kondisi di atas, maka perlu dilakukan suatu langkah untuk mengantisipasi permasalahan tersebut dengan merencanakan penjadualan dan penjadualan ulang yang optimal sehingga dapat meminimumkan *mean tardiness* dan *makespan*.

TINJAUAN PUSTAKA

PENGUKURAN KERJA

Pengukuran kerja merupakan suatu metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit produk yang dihasilkan. Teknik atau metode pengukuran waktu kerja secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

¹Dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung (*work sampling, stop watch time study*)
2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung (*regresi linier, pre determined time study*)

Penetapan Jumlah Siklus Kerja Yang Harus Diamati

Penyimpangan standart dinyatakan dalam tanda sigma (δ) yang dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$\delta = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{N}}$$

(Sumber : Sritomo W., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, 1995, Hal.188*)

Di mana:

X_i = Data waktu yang dibaca oleh stop watch untuk tiap-tiap individu pengamatan

\bar{X} = Harga rata-rata dari semua data yang terbaca *stop watch* per elemen kerja

ΣX_i = Σ semua data waktu yang diamati

Untuk menetapkan beberapa jumlah observasi yang seharusnya dibuat (N^1) dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% dari waktu yang diukur maka persamaannya sebagai berikut:

$$N^1 = \left[\frac{k}{s} \sqrt{\frac{N \Sigma (X_i)^2 - (\Sigma X_i)^2}{\Sigma X_i}} \right]^2$$

(Sumber : Sritomo W., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, 1995, Hal.189*)

Dimana:

N^1 = Banyaknya pengamatan yang harus dilakukan

N = Banyaknya pengamatan yang sudah dilakukan

K = Tingkat kepercayaan

S = Derajat ketelitian

X_i = Waktu pengerjaan (data) yang terbaca pada *stop watch*

Uji Keseragaman Data

Adapun formula yang dipakai dengan derajat ketelitian 95% adalah sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + 2 SD$$

$$BKB = \bar{X} - 2 SD$$

(Sumber : Sritomo W., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, 1995, Hal.201*)

Dimana:

\bar{X} = Harga rata-rata waktu pengukuran

BKA = Batas kontrol atas

BKB = Batas kontrol bawah

X_i = Waktu pengamatan ke- i ($i = 1, 2, 3 \dots n$)

n = Banyaknya pengamatan yang dilakukan

Penentuan Waktu Normal

Waktu Normal = Rata-rata waktu pengamatan x PR

(Sumber: Sritomo W., *Studi Gerak dan Waktu, 1995, Hal: 207*)

Penentuan Waktu Baku

$$Waktubaku = Normaltime \times \frac{100\%}{100\% - \%allowance}$$

(Sumber: Sritomo W., *Study Gerak dan Waktu*, 1995, Hal: 210)

PENJADUALAN PRODUKSI

“Penjadualan produksi didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya produksi (Mesin dan operator), kapan mulai proses, kapan selesai operasi untuk mengerjakan sejumlah job atau menjalankan

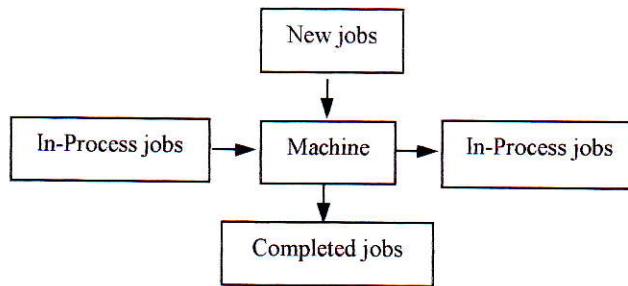
sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu”.

(Kenneth R. Baker, 1984, hal.30)

Tujuan Penjadualan

Tujuan utama dalam proses penjadualan adalah meningkatkan penggunaan sumber daya (peningkatan utilitas). Tujuan yang lainnya antara lain :

1. Meminimumkan *makespan*.
2. Untuk mengurangi *work in proses* (wip)
3. Penentuan *due date*



Gambar 1

Kerja pada mesin untuk job shop

Sumber: John Wiley Sons, *Introduction to sequencing and scheduling*, 1974.

Persoalan job shop biasanya membutuhkan matrik waktu proses. Dan matrik routing Menunjukkan urutan mesin untuk mengerjakan beberapa operasi dari suatu jobs, seperti pada gambar berikut:

<i>ProcessingTime</i>			
Operasi	1	2	3
Job 1	4	3	2
Job 2	1	4	4
Job 3	3	2	3
Job 4	3	3	1

<i>Routing</i>			
Operation	1	2	3
Job 1	1	2	3
Job 2	2	1	3
Job 3	3	2	1
Job 4	2	3	1

Gambar 2

Tabulasi data waktu proses dan Routing

Sumber: *Introduction to sequencing and scheduling*, John Wiley Sons, 1974

Teknik pembuatan algoritma heuristik dengan priority dispatching

- ◆ Step 1 : Pada saat t=0, Pst kosong mula-mula St berisi semua operasi dengan tidak ada operasi pendahulunya.
- ◆ Step 2 : Tentukan $T^* = \min_{j \in St} (T_j)$ dan mesin m^* di mana T^* dapat direalisasikan.
- ◆ Step 3 : Untuk masing-masing operasi $j \in St$ membutuhkan mesin-mesin m^* dan untuk $T_j = T^*$, hitung prioritas indeks sesuai dengan aturan prioritas yang dipilih. Pst + 1 untuk tahap berikutnya.

- ◆ Step 4 : Untuk parsial schedule yang baru $Pst + 1$ yang terbentuk pada step 3, ubah data set sebagai berikut:
 - a. Alihkan operasi j dari St .
 - b. Bentuk $St + 1$ dengan menambah pengikut langsung dari operasi j ke St .
 - c. Naikkan t dengan satu.
- ◆ Step 5 : Kembali ke step 2 untuk $Pst + 1$ yang terbentuk pada step 3, lakukan cara ini sampai semua job dijadualkan.

Penyusunan *Algoritma Scheduling*

- Step 1 : Pada saat $t = 0$ (t menunjukkan *stage*), isikan St dengan semua job tanpa job pendahulu. Dan pada saat ini Pst kosong.
- Step 2 : tentukan $\sigma^* = \min_j St(\sigma)$ dan m^* di mana σ^* dapat direalisasikan.
- Step 3 : Untuk masing-masing job $j \in St$ yang membutuhkan mesin m^* , pilih job yang memenuhi syarat $T = \sigma^*$.
- Step 4 : Untuk jadwal parsial yang baru $Pst + 1$, yang dibentuk pada step 3, perbaharui data set seperti di bawah ini:
 - a. Alihkan job j dari St
 - b. Bentuk $St + 1$ dengan menambahkan pengikut langsung dari job j ke St
 - c. Tambahkan t dengan 1
- Step 5 : Kembali ke step 2 untuk $Pst + 1$ yang telah dibentuk pada step 3

dan 4 sampai sebuah jadual komplit dapat dibuat.

- Step 6 : Hitung performansi.
- Step 7 : Apakah terjadi gangguan berupa job sisipan selama proses berlangsung.
 - 7.a Jika ya, lakukan *rescheduling*
 - 7.b Jika tidak, penjadualan berakhir pada step 5.

Penyusunan *Algoritma Rescheduling*

- Step 1 : Lihat routing job yang akan disisipkan
- Step 2 : Pada titik waktu tersebut ($t^* = t$ gangguan, masuknya job sisipan).
- Step 3 : Tentukan:
 - Operasi ke- n dari job yang baru
 - Mesin yang akan digunakan untuk melakukan proses
 - Waktu prosesnya
- Step 4 : Lihat mesin yang dituju Apakah mesin dalam keadaan menganggur atau tidak.
- Step 5 : Jika mesin menganggur Lihat apakah ada job yang akan dikerjakan dalam selang waktu antara t^* sampai dengan $t^* + 1$ operasi ke- n job baru.
 - 5.a Jika tidak ada Jadwalkan pada mesin dan waktu tersebut
 - 5.b Jika ada Mundurkan operasi job lama pada $t = t + 1$ operasi ke- n Job baru, dan sesuaikan jadual operasi seluruh job agar tetap *valid*.

- Step 6 : Apakah dugaan dimundurkannya operasi job lama tersebut
 - 6.a Jika tidak ada, Jadwalkan pada mesin dan awaktu tersebut
 - 6.b Jika ada, Kembalikan posisi job lama pada posisi semula dan kemudian,
 - Mundurkan job baru tersebut
 - kemudian kembali ke step 4
- Step 7 : Jika mesin tidak mengganggu
 - Lihat selesainya job yang sedang dikerjakan, pada $t^* = t^* + t_{\text{sisa operasi job lama}}$.
 - Kemudian dilihat kembali apakah mesin dalam keadaan mengganggu.
 - 7.a Jika ya
 - Kemudian kembali ke step 5
 - 7.b Jika tidak
 - Mundurkan operasi job lama pada:
 - $= t^* + t_{\text{operasi ke-n job baru}}$
 - dan selesaikan jadwal operasi seluruh job agar tetap valid.
- Step 8 : Apakah yang dimundurkan operasi job lama tersebut
 - 8.a Jika tidak ada
 - Jadwalkan pada mesin dan waktu tersebut.
 - 8.b Jika ada
 - Kembalikan posisi job lama pada posisi semula
- Step 9 : Hitung performance hasil *rescheduling*
 1. Makespan
 2. Completion time masing-masing job

3. Utilitas tiap-tiap mesin
4. Jumlah job yang terlambat
5. Total waktu keterlambatan

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Data yang Diperlukan

Data yang diperlukan meliputi data profil dan sistem produksi perusahaan, data jenis produk, struktur produk, permintaan produk, jenis mesin, routing pengerjaan masing-masing job, waktu proses tiap operasi, proses produksi serta *due date* dari job-job tersebut.

Tahapan Pengolahan Data

Proses pengolahan data meliputi beberapa tahapan antara lain :

1. Perhitungan Waktu Standart
2. Menentukan matrik waktu standart (dalam satuan jam) pengerjaan suatu job pada masing-masing mesin.
3. Perhitungan penjadualan tiap job dengan algoritma *non-delay* aturan SPT.
4. Perhitungan penjadualan tiap mesin dengan algoritma *non-delay* aturan SPT.
5. Perhitungan penjadualan ulang tiap job dengan algoritma *non-delay* aturan SPT.
6. Perhitungan penjadualan ulang tiap mesin dengan algoritma *non-delay* aturan SPT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Pada job shop didiskripsikan sebagai triplet (i, j, k) yang menotasikan

operasi ke-j dari job i pada mesin ke-k. Dari hasil *scheduling* tiap job dan tiap mesin kemudian dapat diketahui nilai dari kriteria performansi yang diinginkan, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1

Performansi Scheduling pada Bulan Oktober dengan Proritas SPT

Performansi	Scheduling	Due Date	Waktu Awal	Keterlambatan
<i>Complation Time</i>				
Job 1				
Job 2	217.78	220	2.22	0
Job 3	13.18	15	1.82	0
Job 4	7.94	10	2.06	0
Job 5	457.73	490	32.27	0
Job 6	15.4	18	2.6	0
Job 7	7.16	10	2.84	0
Job 8	3.74	7	3.26	0
Job 9	208.62	217	8.38	0
Job 10	151.95	160	8.05	0
	9.77	13	3.23	0
<i>Makespan</i>	457.73 jam			
Job Terlambat	0			
<i>MeanTardines</i>	0			
<i>MeanEarliness</i>	6.673 jam			

* *Makespan* (Cmax) = Maximum *Complation Time* = 457.73 jam

* Jumlah job terlambat (NT) = I (Ii Ci > di) = 0

* Rata-rata Keterlambatan (MT) =

$$\frac{\sum i W_i L_i}{\sum i W_i} =$$

$$\frac{(C_i - \sum_j . P_{ij})(C_i - d_i)}{(C_i - \sum_j . P_{ij})} = 0$$

* Rata-rata permulaan (ME) = di - Pij / jumlah job

Pada bulan Oktober Perusahaan mampu menyelesaikan job selama 68 hari. Dengan SPT, dilihat dari nilai *makespan* sebesar 457,73 jam maka job pada bulan oktober

dapat diselesaikan selama 61 hari dan start timenya pada awal bulan.

Hasil perhitungan *Rescheduling* dengan aturan SPT pada bulan Oktober 2001

Tabel 2
Jenis job sisipan

Jenis Job sisipan	Nomor job	Jumlah job sisipan per unit
Pondasi Mesin	4	2
Poros Utama	8	1
Tangki	9	2

Tabel 3
Routing Processing Time Job Sisipan sesuai \sum job

Jenis job	Proses				
	1	2	3	4	5
Job 4	6.23	12.46	15.78		
Job 8	1.04	4.15	3.12		
Job 9	0.10	2.10	2.08	2.31	

Dengan menerapkan algoritma
rescheduling Non-Delay, maka dapat dilihat

penjadualan ulang untuk job sisipan sebagai
berikut:

Tabel 4
Hasil Perhitungan Rescheduling Tiap Mesin dengan Adanya Job Sisipan

Nomor Machine	Operation	Job	Waktu Proses	Waktu Mulai	Waktu Selesai
1	1	3	1.04	0	1.04
1	1	7	1.05	1.04	2.09
1	1	5	1.24	2.09	3.33
1	1	10	1.26	3.33	4.59
1	1	9 (baru)	0.10	4.59	4.69
1	1	9	1.28	4.69	5.97
1	1	2	1.33	5.97	7.30
1	1	1	26.17	7.30	33.47
2	2	3	1.31	1.04	2.35
3	2	7	0.78	2.09	2.87
3	3	3	1.79	2.87	4.66
3	2	5	5.39	4.66	10.05
3	2	2	1.54	10.05	11.59
3	2	9 (baru)	2.10	11.59	13.69
3	2	9	26.30	13.69	39.99
4	2	6	4.92	0.78	5.70
4	2	8 (baru)	4.15	26.84	30.99
4	2	8	103.85	30.99	134.84
5	2	10	1.81	4.59	6.40
5	3	6	0.76	6.40	7.16
5	5	3	0.78	7.16	7.94
5	3	5	5.35	10.05	15.40
5	2	4 (baru)	12.46	104.73	117.19
5	2	4	155.69	117.19	272.88
6	3	7	0.87	2.87	3.74
6	4	9 (baru)	2.31	125.27	127.58
6	4	9	28.86	127.58	156.44
6	4	1	42.84	175.04	217.88
6	3	4 (baru)	15.78	272.88	288.66
6	3	4	197.31	288.66	485.97
7	1	6	0.78	0	0.78
7	1	8 (baru)	1.04	0.78	1.82
7	1	8	26.06	1.82	27.88
7	1	4 (baru)	6.23	27.88	34.11
7	1	4	77.89	34.11	112
8	3	2	1.59	11.59	13.18
8	3	1	77.91	97.13	175.04
9	4	3	1.55	4.66	6.11
9	3	10	3.37	6.40	9.77
9	2	1	63.66	33.47	97.13
9	3	9 (baru)	2.08	97.13	99.21
9	3	9	26.06	99.21	125.27
10	3	8 (baru)	3.12	134.84	137.96
10	3	8	77.93	137.96	215.89

Setelah dilakukan iterasi antara job sisipan, proses dan mesin yang dibutuhkan, serta hasil perhitungan iterasi processing

time, start time, sehingga didapatkan finish time (waktu selesai) suatu job. Seluruh penjadualan job di atas, mulai dari job

pertama sampai dengan job kesepuluh, tidak mengalami keterlambatan (tidak melebihi

due datenya) sekalipun ada job sisipan sebanyak 3 jenis job.

Tabel 5
Performansi Rescheduling pada Bulan Oktober dengan Proritas SPT

Performansi	Scheduling	Due Date	Waktu Awal	Keterlambatan
<i>Complation Time</i>				
Job 1				
Job 2	217.78	220	2.22	0
Job 3	13.18	15	1.82	0
Job 4	7.94	10	2.06	0
Job 5	485.97	490	4.03	0
Job 6	15.4	18	2.6	0
Job 7	7.16	10	2.84	0
Job 8	3.74	7	3.26	0
Job 9	215.89	217	1.11	0
Job 10	156.44	160	3.56	0
	9.77	13	3.23	0
<i>Makespan</i>	485.97 jam			
Job Terlambat	0			
<i>MeanTardines</i>	0			
<i>MeanEarliness</i>	2.673 jam			

Pada bulan Oktober Perusahaan mampu menyelesaikan job selama 71 hari. Dengan SPT, dilihat dari nilai makespan

sebesar 485,97 jam maka job pada bulan Oktober dapat diselesaikan selama 65 hari dan start timenya pada awal bulan.

Tabel 6
Perbandingan Performansi Rescheduling pada Bulan Oktober dengan Proritas SPT

Kriteria	Rescheduling Aktual	Rescheduling SPT
<i>Makespan</i>	535.12 jam	485.97 jam
Job Terlambat	3 job	0
<i>Mean Tardiness</i>	4,512 jam	0
<i>Mean Earliness</i>	-	2.673 jam

Dengan melihat tabel hasil perhitungan perbandingan performansi di atas maka, perusahaan dapat menerima order (job baru atau sisipan) tersebut. Karena melihat performansi di atas, adanya job sisipan dalam penjadualan tidak begitu berpengaruh atau tidak terjadi keterlambatan yang berarti.

Analisa perbandingan biaya penerapan penjadualan aktual perusahaan dengan prioritas SPT pada bagian proses produksi bulan Oktober 2001

➤ **Gaji Karyawan**

1. Kondisi awal (aktual perusahaan)
4 x (67,58 jam) x Rp. 14.500,- =
Rp. 3.919.640,-.

- Setelah menggunakan penjadualan dengan *prioritas SPT*
 $4 \times (61,03 \text{ jam}) \times \text{Rp. } 14.500,- =$
 Rp. 3.539.740,-.

➤ **Operasi Mesin**

- Kondisi awal (aktual perusahaan)

Tabel 7
Biaya Operasi Mesin Aktual
bulan Oktober '01

Jenis Mesin	Biaya operasi mesin	Total biaya (Rp)
Potong	1x (67,58) x Rp. 25.058,-	1.693.419,64
Vibro	1x (67,58) x Rp. 24.413,-	1.649.830,54
Pounch	1x (67,58) x Rp. 22.981,-	1.553.055,98
Bubut	1x (67,58) x Rp. 22.340,-	1.509.737,20
Bor	1x (67,58) x Rp. 22.017,-	1.487.908,86
Las	1x (67,58) x Rp. 23.444,-	1.584.345,52
Gergaji Listrik	1x (67,58) x Rp. 10.469,-	707.495,02
Roll	1x (67,58) x Rp. 22.335,-	1.509.399,30
Penekuk	1x (67,58) x Rp. 24.251,-	
Fraish	1x (67,58) x Rp. 21.454,-	1.449.861,32

Total biaya operasi mesin pada kondisi awal adalah Rp. 14.783.935,96.

- Setelah menggunakan penjadualan *SPT*

Tabel 8
Biaya Operasi Mesin SPT
bulan Oktober '01

Jenis Mesin	Biaya operasi mesin	Total biaya (Rp)
Potong	1x (61,03) x Rp. 25.058,-	1.529.289,74
Vibro	1x (61,03) x Rp. 24.413,-	1.489.925,39
Pounch	1x (61,03) x Rp. 22.981,-	1.402.530,43
Bubut	1x (61,03) x Rp. 22.340,-	1.363.410,20
Bor	1x (61,03) x Rp. 22.017,-	1.343.697,51
Las	1x (61,03) x Rp. 23.444,-	1.430.787,32
Gergaji Listrik	1x (61,03) x Rp. 10.469,-	638.923,07
Roll	1x (61,03) x Rp. 22.335,-	1.363.105,05
Penekuk	1x (61,03) x Rp. 24.251,-	1.480.038,53
Fraish	1x (61,03) x Rp. 21.454,-	1.309.337,62

Total biaya mesin untuk pembuatan produk adalah Rp. 13.351.044,86.

Total biaya operasi mesin dengan penjadualan yang ditetapkan perusahaan Rp. 14.783.935,96. Sedangkan penjadualan *SPT*

biaya operasinya sebesar Rp. 13.351.044,86, sehingga dengan penjadualan *SPT* menghemat biaya sebesar Rp. 1.432.891,1.

Analisa perbandingan biaya kondisi aktual dan sesudah Rescheduling dengan *prioritas SPT* setelah adanya job sisipan.

➤ **Gaji karyawan**

- Kondisi awal (aktual perusahaan)
 $4 \times (71,35 \text{ jam}) \times \text{Rp. } 14.500,- =$
 Rp.4.138.300,-.
- Setelah menggunakan penjadualan ulang *SPT*
 $4 \times (64,79 \text{ jam}) \times \text{Rp. } 14.500,- =$
 Rp.3.758.400,-

➤ **Operasi Mesin**

- Kondisi awal (aktual perusahaan)

Tabel 9
Biaya Operasi Mesin Aktual
bulan Oktober '01

Jenis Mesin	Biaya operasi mesin	Total biaya (Rp)
Potong	1x (71,35) x Rp. 25.058,-	1.787.888,30
Vibro	1x (71,35) x Rp. 24.413,-	1.741.867,55
Pounch	1x (71,35) x Rp. 22.981,-	1.639.694,35
Bubut	1x (71,35) x Rp. 22.340,-	1.593.959
Bor	1x (71,35) x Rp. 22.017,-	1.570.912,95
Las	1x (71,35) x Rp. 23.444,-	1.672.729,40
Gergaji Listrik	1x (71,35) x Rp. 10.469,-	746.963,15
Roll	1x (71,35) x Rp. 22.335,-	1.593.602,25
Penekuk	1x (71,35) x Rp. 24.251,-	1.730.308,85
Fraish	1x (71,35) x Rp. 21.454,-	1.530.742,90

Total biaya operasi mesin pada kondisi setelah adanya job sisipan adalah Rp. 15.608.668,7.

- Setelah menggunakan penjadualan ulang *SPT*

Tabel 10
Biaya Operasi Mesin SPT
bulan Oktober '01

Jenis Mesin	Biaya operasi mesin	Total biaya (Rp)
Potong	1x (64,8) x Rp. 25.058,-	1.623.758,40
Vibro	1x (64,8) x Rp. 24.413,-	1.581.962,40
Pounch	1x (64,8) x Rp. 22.981,-	1.489.168,80
Bubut	1x (64,8) x Rp. 22.340,-	1.447.632,00
Bor	1x (64,8) x Rp. 22.017,-	1.426.701,60
Las	1x (64,8) x Rp. 23.444,-	1.519.171,20
Gergaji Listrik	1x (64,8) x Rp. 10.469,-	6.783.912,00
Roll	1x (64,8) x Rp. 22.335,-	1.447.308,00
Penekuk	1x (64,8) x Rp. 24.251,-	1.571.464,800
Fraish	1x (64,8) x Rp. 21.454,-	1.390.219,20

Total biaya operasi mesin pada kondisi setelah adanya job sisipan adalah Rp. 14.175.777,6.

Tabel 11
Perbandingan Biaya Rescheduling pada
Bulan Oktober 2001

Kriteria	Rescheduling Aktual	Rescheduling SPT
Gaji karyawan	Rp. 4.138.300,-	Rp. 3.758.400
Operasi mesin	Rp. 15.608.668,7	Rp. 14.175.777,6
Total	Rp. 19.746.968,7	Rp. 17.934.177,6

Dari tabel perbandingan biaya di atas, penghematan biaya sebesar (Rp. 19.746.968,7 - Rp. 17.934.177,6) = Rp. 1.812.791,1.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan, bahwa:

1. Urutan proses operasi berdasarkan hasil penjadualan dengan metode

Hueristic Dispatching Rule SPT pada bulan Oktober 2001, job dapat diselesaikan selama 61 hari dengan jadual urutan proses operasinya sebagai berikut :

311, 711, 511, 10 1, 911, 211, 111, 322, 723, 333, 523, 223, 923, 624, 824, 10 25, 635, 355, 535, 425, 736, 946, 146, 436, 617, 817, 417, 238, 138, 349, 10 39, 129, 939, 83 10.

2. Urutan proses operasi berdasarkan hasil penjadualan ulang dengan metode *Hueristic Dispatching Rule SPT* pada bulan Oktober 2001 dengan job sisipan yang datang pada minggu ke-2 adalah sebagai berikut :

311, 711, 511, 10 1, 911, 911 (Baru), 911, 211, 111, 322, 723, 333, 523, 223, 923, 923 (Baru), 923, 624, 824, 824 (Baru), 824, 10 25, 635, 355, 535, 425, 425 (Baru), 425, 736, 946, 946 (Baaru), 946, 146, 436, 436 (Baru), 436, 617, 817, 817 (Baru), 817, 417, 417 (Baru), 417, 238, 138, 349, 10 39, 129, 939, 939 (Baru), 939, 83 10, 83 10 (Baru), 83 10.

3. Perbandingan hasil penjadualan kondisi awal dengan penjadualan metode SPT periode Oktober 2001 adalah sebagai berikut :

Tabel 12

Perbandingan Kriteria Performansi *Scheduling* dengan Metode SPT

Kriteri nilai	Oktober 2001	
	Kondisi awal	Aturan SPT
Total Waktu penyelesaian (jam/periode)	506,86	457,73
Total biaya Produksi (Rp / periode)	18.703.575,96	16.890.784.86
Tingkat efisiensi	Oktober 2001	
Waktu penyelesaian (jam/periode)	49,13 (6,55 hari) atau 9,69% dari waktu penyelesaian	
Total biaya Produksi (Rp / periode)	1.812.791,1	

4. Perbandingan hasil penjadualan sebelum dan sesudah *rescheduling* pada bulan Oktober dengan SPT adalah sebagai berikut:

Tabel 13

Perbandingan kriteria performansi *rescheduling* dengan metode SPT

Kriteria	Rescheduling Aktual	Rescheduling SPT	Selisih
Makespan	535.12 jam	485.97 jam	28.24 jam
Job yang terlambat	3 job	0	0
Mean Tardiness	4,512 jam	0	0
Mean Earliness	0	2,673 jam	4 jam
Biaya Total	Rp. 19.746.968,70	Rp. 17.934.177,60	Rp. 1.812.791,10

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, Kenneth R., *Sequencing Rules and Due Date Assignment in A Job Shop*, Manajement Sceince, Vol. 30 n0. 9.
- Dervitsiotis, Kostas N., 1994, *Operation Management*, Mc., Graw Hill, Inc.
- Elsayed, Elsayed A. and Thomas Bbaucher, 1985, *Analysis and Control of Production System*, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Morton, Thomas E. and David W. Pentico, 1993, *Heuristic Scheduling System*, John Wiley and Sons, New York.
- Walpole, Ronsld and Raymond H. Myers, 1986, *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*, ITB Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1992, *Study Gerak dan Waktu*, Guna Widya,