

# PENJADWALAN MESIN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA PEMBANGKITAN JADWAL AKTIF DAN ALGORITMA PENJADWALAN *NON-DELAY* UNTUK PRODUK *HYDROTILLER* DAN *HAMMERMIL* PADA CV. CHERRY SARANA AGRO

Prima Fithri<sup>1</sup>, Fitri Ramawinta<sup>2</sup>

1) Dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

2) Mahasiswa Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

Email: ima@ft.unand.ac.id, ramawintafitri@yahoo.co.id

## Abstract

*Fulfillment of all demands of consumers who come to the product is one thing that always wanted to be achieved by a company. These requests are not independent of the company's ability to manufacture certain products. CV Cherry Sarana Agro manufactures a wide range of agricultural equipment, one of which is the product hydrotiller and hammermil. Demand for both products are always in large numbers for each period, however, the company could not meet the entire demand. One of the main factors that led this small company's production capacity for these two products is not optimal scheduling of machines made by companies, causing many to be a queue on a particular machine so that the total process operating time becomes very large.*

*Scheduling method is used to optimize the scheduling of machines working on the report of this practice is actively scheduling method and the method of non-delay scheduling. The data needed to perform scheduling with both of these methods is the data used machines, data processing operations and data processing time of operation. With these three data, can be compared to the actual scheduling done by the company with the scheduling is done using active scheduling method and the method of non-delay scheduling.*

*The most optimal scheduling is obtained after comparing the three methods used are scheduling using the non-delay scheduling. This method was chosen because the resulting make span is much smaller than the two other methods. This method is well applied in the company because in addition to reducing the total processing time, can also increase production capacity, so that all requests can be met.*

**Keywords:** *Active schedulling method, non-delay schedulling method, makespan, hydrotiller, hammermil*

## 1. PENDAHULUAN

CV. Cherry Sarana Agro memproduksi berbagai macam jenis produk dalam waktu yang bersamaan. Produk yang diproduksi oleh perusahaan ini merupakan produk yang telah dipesan oleh beberapa pihak, baik perorangan ataupun oleh distributor. Karena perusahaan ini menggunakan sistem produksi *make to order*, maka perusahaan sering kali harus memproduksi berbagai macam jenis dan tipe produk dalam waktu yang bersamaan untuk memenuhi keinginan konsumen.

Sistem produksi yang digunakan perusahaan ini sebenarnya memberikan keuntungan kepada perusahaan karena tidak adanya *inventory*, seluruh produk yang diproduksi akan langsung diambil oleh pihak pemesan. Selain barang pesanan,

perusahaan juga menyediakan beberapa produk yang selalu rutin diproduksi setiap harinya di lantai produksi, namun produk ini biasanya juga langsung habis setelah selesai diproduksi, sehingga perusahaan juga tidak memerlukan *inventory* lagi.

Masalah yang terjadi dengan sistem produksi seperti ini adalah ketika pesanan yang datang pada suatu periode tertentu sangat banyak jenis, variasi dan jumlah pesanannya. CV. Cherry Sarana Agro sering tidak mampu menyediakan seluruh pesanan dan permintaan terhadap produk yang dihasilkan, sehingga pesanan yang datang harus ditolak, hal ini jelas akan memberikan kerugian kepada perusahaan.

Penyebab utama yang memberikan pengaruh besar terhadap pesanan yang tidak bisa diselesaikan oleh CV. Cherry Sarana Agro ini adalah tidak teraturnya

pemakaian mesin-mesin yang ada di CV. Cherry Sarana Agro. Mesin-mesin yang ada pada perusahaan ini cukup banyak, namun operator dan pihak manajemen dari perusahaan tidak bisa mengatur jadwal pemakaian mesin, sehingga pada waktu yang bersamaan, sering terjadi antrian pada mesin tertentu, sementara mesin dengan jenis yang sama lainnya menganggur (*idle*).

Masalah penjadwalan mesin ini harus diselesaikan agar seluruh mesin yang ada di perusahaan dapat berfungsi dengan optimal. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, maka penulis judullaporan kerja praktek ini adalah "Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma Pembangkitan Jadwal Aktif dan Algoritma Penjadwalan *Non-delay* untuk Produk *Hydrotiller* dan *Hammermil* pada CV. Cherry Sarana Agro".

Perumusan masalah untuk laporan kerja praktek dengan judul "Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma Pembangkitan Jadwal Aktif dan Algoritma Penjadwalan *Non-delay* untuk Produk *Hydrotiller* dan *Hammermil* pada CV. Cherry Sarana Agro" ini adalah bagaimana penjadwalan optimal pada mesin dalam pembuatan produk *hydrotiller* dan *hammermil* pada CV. Cherry Sarana Agro.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan memahami proses produksi produk *hydrotiller* dan *hammermil*.
2. Mengetahui dan memahami dan spesifikasi mesin yang digunakan pada pembuatan produk *hydrotiller* dan *hammermil*.
3. Mengetahui dan memahami metode penjadwalan mesin dengan algoritma penjadwalan aktif dan algoritma penjadwalan don-delay.
4. Mampu mengaplikasikan metode penjadwalan mesin kepada masalah yang terjadi di CV. Sarana Agro.
5. Mampu menghasilkan jadwal pemakaian mesin untuk produk *hydrotiller* dan *hammermil*.

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Produk yang diteliti adalah *hydrotiller* dan *hammermil*.
2. Data pemesanan yang digunakan adalah data bulan Desember 2011.

Metode penjadwalan yang digunakan adalah algoritma pembangkitan jadwal aktif dan algoritma penjadwalan *non-delay*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan dan penjadwalan merupakan bagian yang penting dari proses produksi sebelum pekerjaan turun ke bagian fabrikasi. Sistem penjadwalan yang kurang baik dapat menghambat penyelesaian produk yang pada akhirnya dapat menurunkan nilai volume produksi (*throughput*) yang dihasilkan [3].

Kriteria penjadwalan yang baik adalah sebagai berikut :

1. Minimasi shop time, yang dapat dilihat dari flow time dan makespannya.
2. Maksimasi utilitas dengan meminimasi *idle timenya*.
3. Minimasi WIP (*work in process*) dengan minimasi *flow time* dan minimasi *earliness*.
4. Minimasi *customer waiting time* dengan *number of tardy jobs*, *mean lateness*, *maximum lateness* dan *mean queue time*.

### 2.1. Metode Penjadwalan Aktif

Metode penjadwalan aktif adalah metode penjadwalan dengan satu set jadwal yang tidak memungkinkan lagi untuk melakukan geser kiri global.

Adapun langkah-langkah metode penjadwalan aktif adalah sebagai berikut [1]:

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

## 2.2. Metode Penjadwalan Non-delay

Metode penjadwalan *non-delay* adalah metode penjadwalan aktif yang tidak membiarkan mesin menjadi *idle* bila suatu operasi dapat dimulai.

Algoritma penjadwal *non delay* ini adalah sebagai berikut [1]:

1. Step 1:  $t = 0$ ,  $Pst = 0$  (yaitu jadwal parsial yang mengandung  $t$  operasi terjadwal). Set  $St$  (yaitu kumpulan operasi yang siap dijadwalkan) sama dengan seluruh operasi tanpa pendahulu.
  2. Step 2: Tentukan  $c^* = \min(c_j)$  di mana  $c_j$  adalah saat paling awal operasi  $j$  dapat mulai dikerjakan. Tentukan  $m^*$ , yaitu mesin di mana  $c^*$  dapat direalisasi.
  3. 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.
  4. Step 4: Membuat suatu jadwal parsial baru  $P_{t+1}$  dan memperbaiki kumpulan data dengan cara menghilangkan operasi  $j$  dari  $St$  kemudian membuat  $St_{t+1}$  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.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menjelaskan tentang langkah-langkah penulis dalam membuat penelitian ini.

### 3.1 Studi Literatur

Studi Literatur ini menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan penjadwalan mesin dengan algoritma pembangkitan jadwal aktif dan algoritma penjadwalan *non delay*. Studi literatur diperlukan dalam memperoleh teori-teori yang menjadi landasan dalam pembuatan laporan penelitian ini.

### 3.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah untuk laporan penelitian dengan judul "Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma Pembangkitan Jadwal Aktif dan Algoritma Penjadwalan *Non-delay* untuk Produk *Hydrotiller* dan *Hammermil* pada CV. Cherry Sarana Agro" ini adalah bagaimana penjadwalan optimal pada mesin dalam pembuatan produk *hydrotiller* dan *hammermil* pada CV. Cherry Sarana Agro.

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penyelesaian masalah yang ada dalam penjadwalan mesin di CV. Cherry Sarana Agro. Data-data yang diperlukan adalah data spesifikasi mesin, data produk yang akan dianalisis dan data waktu proses operasi setiap tahap pembuatan produk.

### 3.4 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah untuk mendapatkan solusi optimal dari penjadwalan mesin ini, pengolahan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

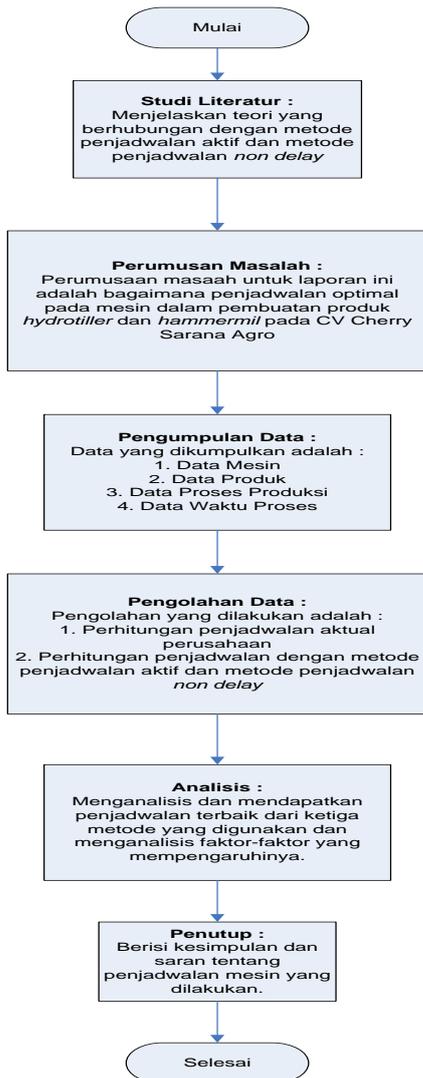
1. Perhitungan penjadwalan aktual yang dilakukan perusahaan.
2. Perhitungan penjadwalan mesin dengan menggunakan algoritma pembangkitan jadwal aktif dan algoritma penjadwalan *non delay*.

### 3.5 Analisis

Analisis dilakukan terhadap penjadwalan aktual yang dilakukan oleh perusahaan dibandingkan dengan penjadwalan yang telah dihitung dengan menggunakan metode penjadwalan yang digunakan. Dari hasil analisis ini dapat dilihat penjadwalan terbaik dalam penjadwalan mesin.

### 3.6 Penutup

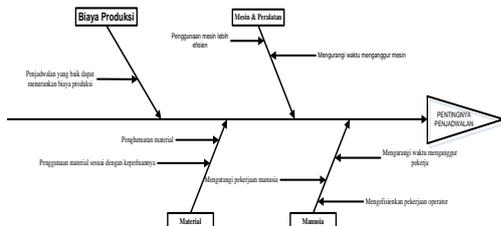
Bagian ini berisikan kesimpulan dari pengolahan data yang didapat dan saran untuk perbaikan di masa yang akan datang sehingga penjadwalan mesin pada perusahaan CV. Cherry Sarana Agro dapat lebih baik lagi.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjadwalan yang akan dilakukan pada laporan penelitian ini adalah penjadwalan untuk pembuatan *hydrotiller* dan *hammermil* pada CV. Cherry Sarana Agro dengan menggunakan metode penjadwalan aktif dan dengan metode penjadwalan *nondelay*.



Gambar 2. Fishbone Pentingnya Penjadwalan

4.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data mesin pada perusahaan, data produk, material yang dibutuhkan, urutan proses pengerjaan, dan data waktu proses.



Gambar 3. Produk Hydrotiller



Gambar 4. Produk Hammermil

Data lain yang dibutuhkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran A.

4.2. Pengolahan Data

Sebelum penjadwalan dilakukan, perlu dilakukan *routing* proses untuk masing-masing operasi yang ada pada produksi *hydrotiller* dan produksi *hammermil*. Data *routing* proses ditentukan berdasarkan nama operasi dan mesin yang digunakan pada mesin tersebut.

Tabel 1. Data Routing Proses Produk Hydrotiller

Job 1	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	O20	O21	O22	O23	II	12	13	14	15	
Mesin	1	2	2	3	3	1	2	3	2	1	2	3	3	3	1	4	4	4	1	3	3	5	6	6	6	6	6	6	6

Tabel 2. Data Routing Proses Produk Hammermil

Job 2	O1	O2	O3	O5	O22	O23	II
Mesin	1	1	2	3	5	3	6

Berdasarkan *routing* proses produk aktual tersebut, dapat dilakukan perhitungan penjadwalan aktual yang dilakukan oleh perusahaan sehingga menghasilkan *gantchart* penjadwalan aktual.

Contoh perhitungan :

O6 (Operasi 6)

- Mesin = Mesin 1
- Waktu Proses = 60 menit
- Waktu Mulai = Waktu Selesai Mesin 1 pada Operasi terakhir yang menggunakan mesin 1 (O1)
- = 60 menit (O6 baru dimulai pada menit ke 60)
- Waktu Selesai = Waktu Proses + Waktu Mulai
- = 60 menit + 60 menit

= 120 menit (O6 baru selesai pada menit ke 120)

### O13 (Operasi 13)

Mesin = Mesin 3  
 Waktu Proses = 180 menit  
 Waktu Mulai = Waktu Selesai Mesin 3 pada Operasi terakhir yang menggunakan mesin 3 (O12)  
 = 390 menit (O13 baru mulai pada menit ke 390)  
 Waktu Selesai = Waktu Proses + Waktu Mulai  
 = 180 menit + 390 menit  
 = 570 menit (O13 baru selesai pada menit ke 570)

Setelah melakukan penjadwalan dengan kondisi aktual, maka didapatkan makespannya adalah 2517 menit.

#### 4.2.1 Algoritma Penjadwalan Aktif

Penjadwalan dengan metode penjadwalan aktif merupakan salah satu penjadwalan yang digunakan untuk menentukan waktu proses terpendek dari pembuatan produk *hydrotiller* dan *hammermil* ini.

Iterasi untuk algoritma penjadwalan aktif dapat dilihat pada Lampiran B.

Contoh Perhitungan :

##### Iterasi 1

- ✓ Step 1:  $t=0$ ,  $Pst=\{\}$ ,  $St=\{111, 161, 1101, 1151, 211\}$
- ✓ Step 2:  $r_{111}=60$ ,  $r_{161}=60$ ,  $r_{1101}=120$ ,  $r_{1151}=9$ ,  $r_{211}=60$ ;  $t^*=9$  dan  $m^*=1$
- ✓ Step 3: Operasi yang memerlukan  $m^*=1$  adalah 1151. Dengan aturan SPT, maka yang terpilih adalah 1151 untuk digabungkan dengan Pst.  $Pst=\{1151\}$
- ✓ Step 4: 1151 dicoret dari St, tambahkan operasi baru yang merupakan pengikut langsung dari 1151, yaitu 1164.
- ✓ Step 5: Kembali ke step 2.

##### Iterasi 2

- ✓ Step 1:  $t=1$ ,  $Pst=\{\}$ ,  $St=\{111, 161, 1101, 1164, 211\}$
- ✓ Step 2:  $r_{111}=69$ ,  $r_{161}=69$ ,  $r_{1101}=129$ ,  $r_{1164}=14$ ,  $r_{211}=69$ ;  $t^*=14$  dan  $m^*=4$
- ✓ Step 3: Operasi yang memerlukan  $m^*=4$  adalah 1164. Dengan aturan SPT, maka yang terpilih adalah 1164 untuk digabungkan dengan Pst.  $Pst=\{1164\}$
- ✓ Step 4: 1164 dicoret dari St, tambahkan operasi baru yang merupakan pengikut langsung dari 1164, yaitu 1174.
- ✓ Step 5: Kembali ke step 2.

Setelah melakukan penjadwalan dengan metode penjadwalan aktif, maka didapatkan makespannya adalah 1617 menit.

#### 4.2.2 Algoritma Penjadwalan Non-delay

Penjadwalan dengan metode penjadwalan non delay merupakan salah satu penjadwalan yang digunakan untuk menentukan waktu proses terpendek dari pembuatan produk *hydrotiller* dan *hammermil* ini.

Iterasi untuk algoritma penjadwalan aktif dapat dilihat pada Lampiran C.

Contoh Perhitungan :

##### Iterasi 1

- ✓ Step 1:  $t=0$ ,  $Pst=\{\}$ ,  $St=\{111, 161, 1101, 1151, 211\}$
- ✓ Step 2:  $c_{111}=0$ ,  $c_{161}=0$ ,  $c_{1101}=0$ ,  $c_{1151}=0$ ,  $c_{211}=0$ ;  $t^*=9$  dan  $m^*=1$
- ✓ Step 3: Operasi yang memerlukan  $m^*=1$  adalah 1151. Dengan aturan SPT, maka yang terpilih adalah 1151 untuk digabungkan dengan Pst.  $Pst=\{1151\}$
- ✓ Step 4: 1151 dicoret dari St, tambahkan operasi baru yang merupakan pengikut langsung dari 1151, yaitu 1164.
- ✓ Step 5: Kembali ke step 2.

##### Iterasi 2

- ✓ Step 1:  $t=1$ ,  $Pst=\{\}$ ,  $St=\{111, 161, 1101, 1164, 211\}$
- ✓ Step 2:  $c_{111}=9$ ,  $c_{161}=9$ ,  $c_{1101}=9$ ,  $c_{1164}=9$ ,  $c_{211}=9$ ;  $t^*=14$  dan 69 dan  $m^*=4$  dan 1
- ✓ Step 3: Operasi yang memerlukan  $m^*=4$  adalah 1164. Dengan aturan SPT, maka yang terpilih adalah 1164 untuk digabungkan dengan Pst.  $Pst=\{1164\}$  dan operasi yang memerlukan  $m^*=1$  adalah 111. Dengan aturan SPT, maka yang terpilih adalah 111 untuk digabungkan dengan Pst.  $Pst=\{111\}$
- ✓ Step 4: 1164 dicoret dari St, tambahkan operasi baru yang merupakan pengikut langsung dari 1164, yaitu 1174. 111 dicoret dari St, tambahkan operasi baru yang merupakan pengikut langsung dari 111, yaitu 122.
- ✓ Step 5: Kembali ke step 2.

Setelah melakukan penjadwalan dengan metode penjadwalan non delay, maka didapatkan makespannya adalah 1119 menit.

#### 4.3 Analisis

##### 4.3.1 Analisis Penjadwalan Mesin dengan Metode Aktual yang Dilakukan oleh Perusahaan

Penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan CV Cherry Sarana Agro pada dasarnya telah baik dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pekerja juga telah melakukan pekerjaan-pekerjaan yang ditugaskan kepadanya dengan cukup baik, walaupun masih terdapat beberapa

pekerja yang tidak terlalu serius dalam melakukan pekerjaannya.

Menurut penjadwalan yang dilakukan dengan metode perusahaan CV Cherry Sarana Agro ini, seluruh pekerjaan dilakukan secara berurutan baik untuk produk *hydrotiller* ataupun untuk produk *hammermil*. Makespan yang didapatkan untuk pembuatan dua buah produk ini adalah sebesar 2517 menit. Dengan waktu yang sebesar ini, perusahaan tidak akan mampu menyediakan seluruh kebutuhan dan permintaan konsumen pada waktu tertentu.

Perusahaan CV Cherry Sarana Agro memang terkadang tidak mampu menyediakan produk *hydrotiller* dan *hammermil* sesuai dengan permintaan pelanggan. Setiap bulannya, perusahaan ini rata-rata hanya mampu memproduksi lebih kurang 25 unit untuk masing-masing produk *hydrotiller* dan *hammermil*. Jumlah ini tidak mampu mencukupi permintaan yang datang dari pelanggan setiap bulannya.

Faktor penyebab lamanya proses produksi ini antara lain adalah tidak efisiennya penggunaan mesin-mesin yang ada di perusahaan ini. Mesin-mesin hendaknya beroperasi terus menerus tanpa adanya waktu menganggur mesin. Namun, hal ini sering terjadi pada sistem aktual ini. Contohnya saja, pada suatu waktu, operasi dapat menumpuk pada suatu mesin sehingga terjadi delay dari produk tersebut dan terjadi antrian beberapa operasi yang harus dikerjakan pada satu mesin. Sementara itu, pada waktu yang lain, suatu mesin dapat menganggur dalam waktu yang cukup lama karena tidak adanya operasi yang akan dikerjakan. Sederhananya, ada suatu waktu dimana suatu mesin memiliki antrian operasi yang harus dikerjakan, sementara mesin yang lain menganggur dan tidak melakukan operasi apapun.

Ketidakefisienan penjadwalan mesin ini akan sangat merugikan perusahaan, karena akan menyebabkan terjadinya *loss demand*, dimana permintaan yang datang sangat banyak, tetapi perusahaan tidak mampu untuk memenuhi permintaan tersebut.

#### **4.3.2 Analisis Penjadwalan Mesin dengan Metode Penjadwalan Aktif**

Penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan pada kenyataannya tidak mampu memfasilitasi perusahaan untuk memenuhi seluruh permintaan yang datang pada suatu periode tertentu. Perlu dilakukan metode penjadwalan lain yang dapat meningkatkan produktifitas perusahaan dalam pembuatan produk *hydrotiller* dan *hammermil*.

Metode penjadwalan aktif merupakan metode yang menjadwalkan mesin-mesin dapat beroperasi sedemikian rupa, sehingga seluruh operasi-operasi dapat diatur agar tidak terjadinya antrian pada suatu mesin tertentu.

Metode penjadwalan aktif ini memilih Rj atau jumlah waktu operasi dan waktu operasi paling cepat bisa dimulai yang terkecil untuk dilakukan terlebih dahulu.

Iterasi-iterasi yang dilakukan sebanyak 33 kali mendapatkan *makespan* selama 1617 menit. Hasil ini jauh lebih sebentar daripada waktu yang dibutuhkan apabila menggunakan penjadwalan aktual yang dilakukan oleh perusahaan. Dengan menurunnya waktu operasi ini, perusahaan dapat memproduksi lebih banyak produk *hydrotiller* dan *hammermil* sehingga diharapkan dapat lebih memenuhi permintaan yang datang. Dengan menurunnya waktu operasi ini, kapasitas produksi perusahaan pada suatu periode dapat meningkat sehingga keuntungan yang didapatkan juga akan meningkat.

#### **4.3.3 Analisis Penjadwalan Mesin dengan Metode Penjadwalan Non-delay**

Metode lain yang dapat dilakukan untuk mendapatkan waktu terpendek proses operasi dalam pembuatan produk *hydrotiller* dan *hammermil* ini adalah dengan menggunakan metode penjadwalan *non-delay*. Metode ini memungkinkan terjadinya satu atau lebih operasi pada iterasi tertentu. Hal ini disebabkan karena pada metode ini, penulis tidak menggunakan nilai Rj sebagai nilai penentu pemilihan operasi. Pada metode penjadwalan *non delay* ini, waktu yang dipilih adalah waktu mulai tercepat dari masing-masing operasi. Ketika ada beberapa operasi yang memiliki waktu mulai tercepat yang sama tapi pada mesin yang berbeda, maka operasi tersebut dapat dilakukan pada waktu yang bersamaan. Tetapi ketika waktu mulai tercepat untuk beberapa operasi ini sama tapi pada mesin yang sama juga, maka harus dipilih salah satu operasi untuk dikerjakan.

Hasil *makespan* yang didapatkan dari penjadwalan mesin dengan menggunakan metode penjadwalan *non delay* ini adalah 1119 menit. Hasil ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan hasil yang didapatkan pada metode lainnya. Dengan menggunakan metode ini, perusahaan dapat meningkatkan kapasitas produksi dua kali lipat dibandingkan dengan kapasitas produksi aktual kali ini.

#### **4.3.4 Analisis Metode Penjadwalan Terbaik**

Penjadwalan terbaik adalah penjadwalan yang menghasilkan total waktu proses operasi terkecil dengan tidak menyampingkan aspek kualitas dari produk tersebut. Semakin kecilnya total waktu operasi (*makespan*) suatu *job*, maka produk yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga seluruh permintaan yang datang dapat terpenuhi dan menyebabkan

keuntungan yang diperoleh perusahaan akan meningkat.

Perbandingan dari ketiga metode di atas yaitu metode penjadwalan aktual yang dilakukan oleh perusahaan, penjadwalan dengan menggunakan metode penjadwalan aktif dan penjadwalan dengan menggunakan metode penjadwalan non delay, didapatkan bahwa penjadwalan terbaik adalah penjadwalan dengan menggunakan metode penjadwalan non delay.

Penjadwalan dengan menggunakan metode penjadwalan non delay ini menjadi metode terbaik karena pada metode ini, suatu operasi dan suatu mesin dapat beroperasi kapanpun apabila kondisinya memungkinkan. Operasi-operasi tertentu tidak harus menunggu terlalu lama untuk dikerjakan. Pada intinya, pada metode ini operasi dapat diproses apabila memiliki waktu mulai tercepat yang paling kecil dan memungkinkan operasi yang memiliki nilai waktu mulai tercepat yang sama dapat diproses juga apabila mesinnya berbeda.

Perusahaan diharapkan dapat menggunakan metode ini dalam melakukan penjadwalan operasi-operasi pada setiap mesin, karena dengan menggunakan metode ini, perusahaan dapat lebih meningkat jumlah produksi pada waktu tertentu sehingga akan memberikan keuntungan yang lebih besar pada perusahaan sendiri.

#### 4.3.5 Analisis Kinerja Pekerja dan Mesin

Metode yang terbaik tidak akan ada artinya apabila pekerja dan mesin yang melakukan proses tersebut tidak mampu bekerja dengan baik dan sesuai prosedur yang ada. Untuk mengaplikasikan metode penjadwalan yang terpilih ini diperlukan disiplin dan kemampuan pengaturan waktu yang cukup tinggi pada para pekerja, sehingga waktu yang seharusnya dapat tercapai.

Dilihat dari kenyataan yang terjadi di perusahaan, pekerja masih memiliki tingkat disiplin yang cukup rendah. Hal ini terbukti dengan masih banyaknya pekerja yang tidak tekun dalam melakukan pekerjaannya sehingga pekerjaan yang seharusnya dapat selesai pada waktu tertentu tidak bisa selesai tepat waktu. Perusahaan harus mampu mendorong pekerjanya agar mampu mengatur waktu sedemikianrupa sehingga metode penjadwalan non delay yang terpilih ini dapat diaplikasikan dan memberikan keuntungan pada perusahaan.

Mesin-mesin yang ada di perusahaan juga harus disiapkan sebaik mungkin, karena untuk menerapkan dan mencapai *makespan* yang diharapkan, diperlukan mesin yang siap untuk melakukan operasi pada waktu kapanpun. Dengan adanya mesin yang baik dan pekerja yang berkualitas, maka perusahaan akan mampu untuk mencapai kapasitas produksi yang

lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan keuntungan dari perusahaan tersebut.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan dari Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma Pembangkitan Jadwal Aktif dan Algoritma Penjadwalan *Non-delay* untuk Produk *Hydrotiller* dan *Hammermil* pada CV. Cherry Sarana Agro adalah :

1. Penjadwalan aktual yang dilakukan oleh perusahaan belum cukup untuk memenuhi seluruh permintaan terhadap produk.
2. Penjadwalan dengan menggunakan metode penjadwalan aktif cukup baik untuk dilakukan oleh perusahaan karena penjadwalan dengan metode ini memilih waktu selesai paling awal sebagai operasi yang dilakukan pertama kali.
3. Penjadwalan dengan menggunakan metode penjadwalan non-delay sangat baik untuk diaplikasikan oleh perusahaan karena metode ini memungkinkan beberapa operasi dilakukan dalam waktu yang bersamaan tetapi dengan mesin yang berbeda.
4. Penjadwalan terbaik adalah penjadwalan dengan metode penjadwalan *non-delay* karena memiliki nilai *makespan* yang paling kecil, sehingga apabila diterapkan oleh perusahaan dapat meningkatkan kapasitas produksi perusahaan ini.

Saran untuk laporan kerja praktek selanjutnya, khususnya untuk penjadwalan mesin ini adalah sebagai berikut :

1. Penjadwalan mesin sebaiknya dilakukan dengan menggunakan beberapa metode lain sehingga bisa didapatkan nilai *makespan* terkecil sehingga waktu operasi semakin kecil dan tidak ada terjadi *delay* ataupun *idle*.
2. Penulis harus benar-benar menguasai dan memahami jalannya proses operasi dari produk yang akan dijadwalkan, sehingga mampu menentukan *konstrain-konstrain* yang tepat dalam penjadwalannya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kerja praktek yang dilakukan di CV. Cherry Sarana Agro merupakan persyaratan akademik untuk menyelesaikan Kuliah Kerja Praktek di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Andalas. Penyusunan Laporan Kerja Praktek ini tidak terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak.

Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ibu Prima Fithri, M.T. selaku Pembimbing Kerja Praktek di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Andalas atas bimbingan, waktu, ilmu dan tenaga yang telah diberikan.
2. Ibu Cherry Abidin, S.E. selaku General Manajer CV Cherry Sarana Agro atas informasi yang telah diberikan dalam penulisan laporan ini.
3. Ketua Jurusan serta Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah memberikan ilmu bagi penulis.
4. Karyawan dan karyawan CV Cherry Sarana Agro atas segala bantuannya.
5. Kedua orang tua penulis yang tak henti-hentinya memberi motivasi serta dukungan dalam penyelesaian laporan ini. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Laporan Kerja Praktek ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Aryono, Columbanus, 2011, *Penjadwalan N Job M Mesin Dalam Proses Pembuatan Produk Ass Mesin Jahit Dan Baut Bearing Di PT. Sinar Sakti Matra Nusantara Bandung*, Bandung, Unikom.
- [2] Fogarty, Blackstone, Hoffman, 1991, *Production and Inventory Management*, Second Edition, South Western
- [3] Ginting, Rosnani, 2009, *Penjadwalan Mesin*, Jakarta, Graha Ilmu.

## LAMPIRAN A PENGUMPULAN DATA

**Tabel A.1** Daftar Mesin-mesin CV Cherry Sarana Agro

Nomor	Jenis Aktiva	Merk	Kapasitas	Jumlah
1	Mesin genset	Komatsu	75 kVA	1
2	Mesin gunting plat besar	-	12 cm	1
3	Mesin gunting gepeng	-	0,8-10 mm	1
4	Mesin pon	Yongli	60 ton	1
5	Mesin poles magnet	Fucenix	-	1
6	Mesin grinda silindris	Jotes	-	1
7	Mesin freis	Engshu	-	1
8	Mesin bubut	Benthlate	-	1
9	Mesin bubut	Blue Line	-	1
10	Mesin las stik	Daiden	-	1
11	Mesin las stik	RRT	-	1
12	Mesin bubut	SanYuen	2000 A	1
13	Mesin slip kruk as	Vulcan	-	1
14	Mesin milling	Niigata	-	1
15	Injection pump tester	Hartridge	-	1
16	Mesin lemer block	RRT	-	1
17	Mesin roll angker	CR	-	1
18	Mesin poles silinder	CR	-	1
19	Hidrolik press	CR	60-120 ton	1
20	Hidrolik press + pompa rider	CR	60 ton	1
21	Dongkrak	Enerpac	-	2
22	Alat roll plat	-	-	1
23	Pembengkok plat manual	CR	-	1
24	Gunting angker	-	-	2
25	Alat gunting plat manual	-	-	2
26	Alat gunting multi fungsi	-	-	2
27	Bor milling	General	-	1
28	Bor duduk	Progress AE	-	1
29	Bor meja	General	-	1
30	Bor meja	Wost Lake	-	1
31	Drill press	WYS	16 mm	1
32	Gergaji selendang	-	-	1
33	Gergaji potong as	-	-	2
34	Grinda tangan	Goldstar	7 inch	2
35	Grinda tangan	Maktec	4 inch	1
36	Grinda potong	Hitachi	14 inch	1
37	Grinda potong	Makita	14 inch	1
38	Travo las	Nas Auto	135	1
39	Travo las	BX 1	300-2A	1
40	Travo las	BX 1	-	4
41	Travo las	RRT	-	2
42	Travo las	Miller	300	1
43	Travo las	Yamasaki	250	1
44	Travo las	Matsushita	-	1
45	Travo las	Aeco	250	1
46	Travo las	Daiden	-	1
47	Travo las Argon	Power Mog Herko	250	1
48	Compressor listrik	-	1 kVA	1
49	Compressor + mesin robin	-	-	1
50	Compressor	-	3 Phase	1
51	Speed Reducer	-	1,2	1
52	Pompa Ebara	-	-	1
53	Pompa Pasir	-	-	1
54	Pompa Air	-	1 inch	1
55	Pompa barnel	-	-	1
56	Pompa air	Sanchin	5,4-30 L/min	1
57	Pompa air irigasi	Niagara	3 inch	1
58	Slang pompa air	-	3 inch	10
59	Klep pompa air	-	4 inch	1
60	Eskapator	Hitachi	-	1

**Tabel A.2** Material yang Dibutuhkan untuk Produk *Hydrotiller*

Nomor	Nama Material	Fungsi Material	Jumlah Kebutuhan
1	Pipa 3/4	Tongkat	3 meter
	Beton 14		2,1 meter
	As 1/2		51 cm + 72 cm
	Beton 12 kg		59 cm
	Beton 10 kg		30 cm
	Pipa 1 inch		2 x 38 buah
	Pipa 1/2 inch		40 cm
	Besi Trip 6 x 25		6 cm
2	Besi Strip 5 x 30	Roda	3 batang
	Beton 10 kg		12 meter per roda
	Strip 1/4 x 1 1/4 A		1 batang
	Naf Roda		2 buah
	Baut 1/2 x 1		4 buah
3	Plat 2,5 cm	Body	1 lembar
	Plat 2,1 cm		1 lembar
	Plat 1,8 cm		1 lembar
	Besi keling		2 buah
4	Baut 7/16	Assembly	12 buah
	Baut 1 1/4		12 buah
	Baut 7/16 x 1		5 buah
	Baut 5/16 x 3/4		18 buah
	Baut 5/8		2 buah
	Baut 7/16 x 1 1/2		3 buah
	Baut 3/8 x 2		4 buah
	Cat		1,5 liter
	Tiner		2 liter

**Tabel A.3** Material yang Dibutuhkan untuk Produk *Hammermil*

Nomor	Nama Material	Fungsi Material	Jumlah Kebutuhan
1	Plat 6 mili	Body	1/3 lembar
2	Plat 1,5 mili	Corong	1/4 lembar
3	As 1,5	Isi dalam	1,5 inch
4	Plat 3 mili	Isi dalam	1/8 lembar
5	Strip 838	Pisau isi dalam	3 meter
6	As 12	Pen	1 meter
7	Baut gelahar 1/2 x 1/2	Assembly	4 buah
8	Baut tutup body 7/16 x 1	Assembly	2 buah
9	Baut corong 12	Assembly	6 buah

**Tabel A.4** Urutan Proses Pengerjaan Produk *Hydrotiller*

Nomor	Bagian	Nama Operasi	Kode Operasi	Mesin yang Digunakan	Waktu Operasi (menit)
1	Tangkai	Memotong material	O1	Grinda potong	60
		Membengkokkan pipa	O2	Pembengkok plat manual	10
		Meluruskan beton	O3	Pembengkok plat manual	5
		Merakit tangkai tahap 1	O4	Manual	30
		Merakit tangkai tahap 2	O5	Travo las Argon	60
		Inspeksi	I1	Meja Periksa	5
2	Roda	Memotong material	O6	Grinda potong	60
		Meluruskan	O7	Pembengkok plat manual	10
		Merakit	O8	Travo las Argon	240
		Membulatkan roda	O9	Pembengkok plat manual	120
		Inspeksi	I2	Meja Periksa	5
3	Body	Memotong body	O10	Grinda potong	120
		Melipat	O11	Pembengkok plat manual	3
		Membuat pancop	O12	Travo las Argon	60
		Membuat tulang	O13	Travo las Argon	180
		Merakit	O14	Travo las Argon	90
		Inspeksi	I3	Meja Periksa	5
4	Gerbok	Memotong material	O15	Grinda potong	9
		Mempres gerbok	O16	Drill press	5
		Bor untuk lubang	O17	Drill press	15
		Di pon	O18	Drill press	10
		Di gerinda	O19	Grinda potong	5
		Di las	O20	Travo las Argon	30
		Dirakit	O21	Travo las Argon	60
		Inspeksi	I4	Meja Periksa	5
5	Assembly	Mencat semua bagian	O22	Mesin cat	240
		Merakit	O23	Manual	240
		Inspeksi	I5	Meja Periksa	5

**Tabel A.5** Urutan Proses Pengerjaan Produk *Hammermil*

Nomor	Bagian	Nama Operasi	Kode Operasi	Mesin yang Digunakan	Waktu Operasi (menit)
1	Seluruh bagian	Memotong material	O1	Grinda potong	60
2	Seluruh bagian	Di gerinda	O2	Grinda potong	120
3	Lambung body	Dibengkokkan	O2	Grinda potong	10
4	Corong	Dilipat	O3	Pembengkok plat manual	20
5	Seluruh bagian	Dilas	O5	Travo las Argon	480
6	Seluruh bagian	Di cat	O22	Mesin cat	5
7	Seluruh bagian	Dirakit	O23	Manual	120
8	Seluruh bagian	Inspeksi	I1	Meja Periksa	15

**Tabel A.6** Mesin yang Digunakan pada Produk *Hydrotiller*

Tipe Mesin	Proses	Jumlah Mesin (unit)	Nomor Mesin
Grinda potong	Memotong Material	1	1
Pembengkok plat manual	Membentuk Material	1	2
Travo las Argon	Melas dan merakit	1	3
Drill press	Pon, grinda, bor	1	4
Mesin cat	Mencat	1	5
Meja Periksa	Inspeksi	1	6

**Tabel A.7** Mesin yang Digunakan pada Produk *Hammermil*

Tipe Mesin	Proses	Jumlah Mesin (unit)	Nomor Mesin
Grinda potong	Memotong	1	1
Pembengkok plat manual	Membentuk	1	2
Travo las Argon	Melas dan Merakit	1	3
Mesin cat	Mencat	1	5
Meja Periksa	Inspeksi	1	6

**Tabel A.8** Data Waktu Proses

Job	Waktu Proses (menit)	
	Job 1 (Hydrotiller)	Job 2 (Hammermil)
O1	60	60
O2	10	130
O3	5	20
O4	30	
O5	60	480
O6	60	
O7	10	
O8	240	
O9	120	
O10	120	
O11	3	
O12	60	
O13	180	
O14	90	
O15	9	
O16	5	
O17	15	
O18	10	
O19	5	
O20	30	
O21	60	
O22	240	5
O23	240	120
I1	5	15
I2	5	
I3	5	
I4	5	
I5	5	

Keterangan : Job 1 = Produk *Hydrotiller*  
 Job 2 = Produk *Hammermil*

## LAMPIRAN B ALGORITMA PENJADWALAN AKTIF

**Tabel B.1** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 1)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
1	0	0	0	0	0	0	111	0	60	60			
							161	0	60	60			
							1101	0	120	120			
							1151	0	9	9	9	1	1151
							211	0	60	60			

**Tabel B.2** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 2)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
2	9	0	0	0	0	0	111	9	60	69			
							161	9	60	69			
							1101	9	120	129			
							1164	9	5	14	14	4	1164
							211	9	60	69			

**Tabel B.3** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 3)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
3	9	0	0	14	0	0	111	9	60	69			
							161	9	60	69			
							1101	9	120	129			
							1174	14	15	29	29	4	1174
							211	9	60	69			

**Tabel B.4** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 4)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
4	9	0	0	29	0	0	111	9	60	69			
							161	9	60	69			
							1101	9	120	129			
							1184	29	10	39	39	4	1184
							211	9	60	69			

**Tabel B.5** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 5)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
5	9	0	0	39	0	0	111	9	60	69			
							161	9	60	69			
							1101	9	120	129			
							1191	39	5	44	44	1	1191
							211	9	60	69			

**Tabel B.6** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 6)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
6	44	0	0	39	0	0	111	44	60	104			
							161	44	60	104			
							1101	44	120	164			
							1203	44	30	74	74	3	1203
							211	44	60	104			

**Tabel B.7** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 7)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
7	44	0	74	39	0	0	111	44	60	104	104	1	111
							161	44	60	104			
							1101	44	120	164			
							1213	74	60	134			
							211	44	60	104			

**Tabel B.8** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 8)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
8	104	0	74	39	0	0	122	104	10	114	114	2	122
							161	104	60	164			
							1101	104	120	224			
							1213	74	60	134			
							211	104	60	164			

**Tabel B.9** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 9)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
9	104	114	74	39	0	0	132	114	5	119	119	2	132
							161	104	60	164			
							1101	104	120	224			
							1213	74	60	134			
							211	104	60	164			

**Tabel B.10** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 10)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
10	104	119	74	39	0	0	143	119	30	149			
							161	104	60	164			
							1101	104	120	224			
							1213	74	60	134	134	3	1213
							211	104	60	164			

**Tabel B.11** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 11)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
11	104	119	134	39	0	0	143	134	30	164			
							161	104	60	164			
							1101	104	120	224			
							1146	134	5	139	139	6	1146
							211	104	60	164			

**Tabel B.12** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 12)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
12	104	119	134	39	0	139	143	134	30	164	164	3	143
							161	104	60	164			
							1101	104	120	224			
							211	104	60	164			

**Tabel B.13** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 13)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
13	104	119	164	39	0	139	153	164	60	224			
							161	104	60	164	164	1	161
							1101	104	120	224			
							211	104	60	164			

**Tabel B.14** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 14)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
14	164	119	164	39	0	139	153	164	60	224			
							172	164	10	174	174	2	172
							1101	164	120	284			
							211	164	60	224			

**Tabel B.15** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 15)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
15	164	174	164	39	0	139	153	164	60	224	224	3	153
							183	174	240	414			
							1101	164	120	284			
							211	164	60	224			

**Tabel B.16** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 16)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
16	164	174	224	39	0	139	1116	224	5	229			
							183	224	240	464			
							1101	164	120	284			
							211	164	60	224	224	1	211

**Tabel B.17** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 17)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
17	224	174	224	39	0	139	1116	224	5	229	229	6	1116
							183	224	240	464			
							1101	224	120	344			
							222	224	130	354			

**Tabel B.18** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 18)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
18	224	174	224	39	0	229	183	224	240	464			
							1101	224	120	344	344	1	1101
							222	224	130	354			

**Tabel B.19** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 19)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
19	344	174	224	39	0	229	183	224	240	464			
							1112	344	3	347	347	2	1112
							222	224	130	354			

**Tabel B.20** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 20)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
20	344	347	224	39	0	229	183	224	240	464			
							1123	347	60	407	407	3	1123
							222	347	130	477			

**Tabel B.21** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 21)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
21	344	347	407	39	0	229	183	407	240	647			
							1133	407	180	587			
							222	347	130	477	477	2	222

**Tabel B.22** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 22)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
22	344	477	407	39	0	229	183	407	240	647			
							1133	407	180	587			
							233	477	20	497	497	3	233

**Tabel B.23** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 23)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
23	344	477	497	39	0	229	183	497	240	737			
							1133	497	180	677	677	3	1133
							255	497	480	977			

**Tabel B.24** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 24)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
24	344	477	677	39	0	229	183	677	240	917			
							1143	677	90	767	767	3	1143
							255	497	480	977			

**Tabel B.25** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 25)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
25	344	477	767	39	0	229	183	767	240	1007			
							1136	767	5	772	772	6	1136
							255	497	480	977			

**Tabel B.26** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 26)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
26	344	477	767	39	0	772	183	767	240	1007			
							255	497	480	977	977	5	255

**Tabel B.27** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 27)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
27	344	477	767	39	977	772	183	767	240	1007			
							2225	977	5	982	982	5	2225

**Tabel B.28** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 28)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
28	344	477	767	39	982	772	183	767	240	1007			
							2236	982	120	1102	1102	6	2236

**Tabel B.29** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 29)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
29	344	477	767	39	982	1102	183	767	240	1007	1007	3	183
							2116	1102	15	1117			

**Tabel B.30** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 30)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
30	344	477	1007	39	982	1102	192	1007	120	1127			
							2116	1102	15	1117	1117	6	2116

**Tabel B.31** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 31)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
31	344	477	1007	39	982	1117	192	1007	120	1127	1127	2	192

**Tabel B.32** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 32)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
32	344	1127	1007	39	982	1117	1126	1127	5	1132	1132	6	1126

**Tabel B.33** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 33)

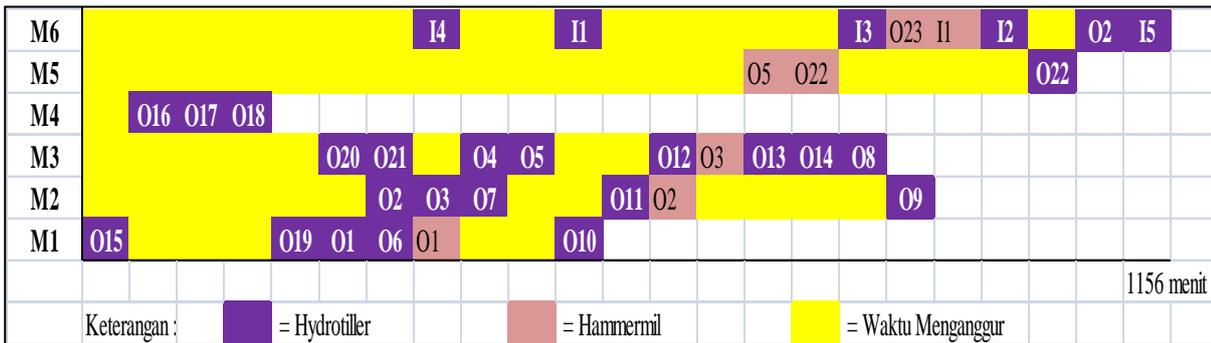
Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
33	344	1127	1007	39	982	1132	1225	1132	240	1372	1372	5	1225

**Tabel B.34** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 34)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
34	344	1127	1007	39	982	1132	1236	1372	240	1612	1612	6	1236

**Tabel B.35** Metode Penjadwalan Aktif (Iterasi 35)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
35	344	1127	1007	39	982	1612	1156	1612	5	1617	1617	6	1156

**Gambar B.1** Gantt Chart Penjadwalan Metode Penjadwalan Aktif

### LAMPIRAN C ALGORITMA PENJADWALAN NON-DELAY

**Tabel C.1** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 1)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
1	0	0	0	0	0	0	111	0	60	60			
							161	0	60	60			
							1101	0	120	120			
							1151	0	9	9	9	1	1151
							211	0	60	60			

**Tabel C.2** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 2)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
2	9	0	0	0	0	0	111	9	60	69	69	1	111
							161	9	60	69			
							1101	9	120	129			
							1164	9	5	14	14	4	1164
							211	9	60	69			

**Tabel C.3** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 3)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
3	69	0	0	14	0	0	122	69	10	79			
							161	69	60	129			
							1101	69	120	189			
							1174	14	15	29	29	4	1174
							211	69	60	129			

**Tabel C.4** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 4)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
4	69	0	0	29	0	0	122	69	10	79			
							161	69	60	129			
							1101	69	120	189			
							1184	29	10	39	39	4	1184
							211	69	60	129			

**Tabel C.5** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 5)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
5	69	0	0	39	0	0	122	69	10	79	79	2	122
							161	69	60	129			
							1101	69	120	189			
							1191	69	5	74	74	1	1191
							211	69	60	129			

**Tabel C.6** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 6)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
6	74	79	0	39	0	0	132	79	5	84			
							161	74	60	134	134	1	161
							1101	74	120	194			
							1203	74	30	104	104	3	1203
							211	74	60	134			

**Tabel C.7** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 7)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
7	134	79	104	39	0	0	132	79	5	84	84	2	132
							172	134	10	144			
							1101	134	120	254			
							1213	104	60	164			
							211	134	60	194			

**Tabel C.8** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 8)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
8	134	84	0	39	0	0	143	84	30	114	114	3	143
							172	134	10	144			
							1101	134	120	254			
							1213	104	60	164			
							211	134	60	194			

**Tabel C.9** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 9)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
9	134	84	114	39	0	0	153	114	60	174	174	3	153
							172	134	10	144			
							1101	134	120	254			
							1213	114	60	174			
							211	134	60	194			

**Tabel C.10** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 10)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
10	134	84	174	39	0	0	1116	174	5	179			
							172	134	10	144	144	2	172
							1101	134	120	254	254	1	1101
							1213	174	60	234			
							211	134	60	194			

**Tabel C.11** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 11)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
11	254	144	174	39	0	0	1116	174	5	179	179	6	1116
							183	174	240	414			
							1112	254	3	257			
							1213	174	60	234	234	3	1213
							211	254	60	314			

**Tabel C.12** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 12)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
12	254	144	234	39	0	179	183	234	240	474	474	3	183
							1112	254	3	257			
							1146	234	5	239	239	6	1146
							211	254	60	314			

**Tabel C.13** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 13)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
13	254	144	474	39	0	239	192	474	120	594			
							1112	254	3	257	257	2	1112
							211	254	60	314	314	1	211

**Tabel C.14** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 14)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
14	314	257	474	39	0	239	192	474	120	594			
							1123	474	60	534			
							222	314	130	444	444	2	222

**Tabel C.15** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 15)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
15	314	444	474	39	0	239	192	474	120	594	594	2	192
							1123	474	60	534			
							233	474	20	494	494	3	233

**Tabel C.16** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 16)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
16	314	594	494	39	0	239	1126	594	5	599			
							1123	494	60	554	554	3	1123
							255	494	480	974	974	5	255

**Tabel C.17** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 17)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
17	314	594	554	39	974	239	1126	594	5	599			
							1133	554	180	734	734	3	1133
							2225	974	5	979			

**Tabel C.18** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 18)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
18	314	594	734	39	974	239	1126	594	5	599	599	6	1126
							1143	734	90	824			
							2225	974	5	979			

**Tabel C.19** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 19)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
19	314	594	734	39	974	599	1143	734	90	824	824	3	1143
							2225	974	5	979			

**Tabel C.20** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 20)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
20	314	594	824	39	974	599	1136	824	5	829	829	6	1136
							2225	974	5	979			

**Tabel C.21** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 21)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
21	314	594	824	39	974	829	1225	974	240	1214			
							2225	974	5	979	979	5	2225

**Tabel C.22** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 22)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
22	314	594	824	39	979	829	1225	979	240	1219	1219	5	1225
							2236	979	120	1099	1099	6	2236

**Tabel C.23** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 23)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
23	314	594	824	39	1219	1099	1156	1219	5	1224			
							1116	1099	15	1114	1114	6	1116

**Tabel C.24** Metode Penjadwalan *Non-delay* (Iterasi 24)

Stage	Mesin						St	Cj	Tij (menit)	Rj (menit)	t* (menit)	m*	Pst
	1	2	3	4	5	6							
24	314	594	824	39	1219	1114	1156	1114	5	1119	1119	6	1156

