

# Usulan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), Dannenbring, dan Palmer untuk Meminimasi Waktu Produksi di PT. Sakura Pratama Indonesia

<sup>1</sup>Handoko Wibisono, <sup>2</sup>Dwi Kurniawan, <sup>3</sup>Sri Suci Yuniar

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Jl PHH Mustofa No 23, Bandung, 40124, Indonesia  
E-mail: handokowbs5@gmail.com

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

## Abstrak

*PT. Sakura Pratama Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang konveksi. Barang yang dihasilkan perusahaan tersebut seperti jas operasi, alat pelindung diri, baju, bantal, seprai dan kemeja. Banyaknya permintaan tersebut maka diharuskan untuk memproduksi sesuai dengan waktu tenggat yang telah diberikan. Perusahaan yang masih menggunakan kebijakan first come first serve, penggunaan metode tersebut menyebabkan waktu menunggu rata-rata yang cukup lama dan total waktu proses (makespan) dalam menyelesaikan produk yang akan dikerjakan terlalu panjang sehingga terjadi keterlambatan dalam menyelesaikan produk sesuai dari tenggat yang disepakati. Cara untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada perusahaan dengan memberikan usulan penjadwalan produksi untuk meminimasi total waktu proses (makespan). Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan perusahaan yaitu Campbell Dudek Smith (CDS), Palmer dan Dannenbring dengan menggunakan metode-metode tersebut dapat meminimasi makespan yang terjadi pada perusahaan serta dapat meminimasi keterlambatan yang terjadi. Penggunaan ketiga metode tersebut digunakan sebagai pembanding sehingga dapat meminimasi total waktu penyelesaian untuk perusahaan. Penelitian yang telah dilakukan bahwa metode CDS dan Dannenbring memperoleh hasil penjadwalan terbaik dengan nilai total waktu proses (makespan) terpendek dan tidak terjadi keterlambatan.*

**Kata Kunci** : First Come First Serve, Campbell Dudek Smith, Palmer, Dannenbring.

## Abstract

*Pt. Sakura Pratama Indonesia is a manufacturing company engaged in convection. Items produced by the company such as operating suits, personal protective equipment, clothes, pillows, sheets and shirts. The number of requests is required to produce according to the deadline that has been given. Companies that still use the first come first serve policy, the use of this method causes a fairly long average waiting time and the total process time (makespan) in completing the product to be done is too long so that there is a delay in completing the product according to the agreed deadline. A way to overcome problems that occur in the company by providing a proposal for production scheduling to minimize the total process time (makespan). The methods used to solve the company's problems are namely Campbell Dudek Smith (CDS), Palmer and Dannenbring using these methods can minimize the problems that occur in the company and can minimize delays that occur. The use of*

*these three methods is used as a comparison so as to minimize the total completion time for the company. Research has been conducted that the CDS and Dannenbring methods obtained the best scheduling results with the shortest total process time value (makespan) and no delays occurred.*

**Keywords** : *First Come First Serve, Campbell Dudek Smith, Palmer, Dannenbring.*

## 1. PENDAHULUAN

Manufaktur merupakan salah satu cabang dari dunia industri, yang menggunakan mesin dalam prosesnya, berbagai macam peralatan suatu proses pembuatannya. Manufaktur adalah proses merubah bahan baku menjadi suatu barang yang memiliki nilai jual. Produk yang dihasilkan perusahaan manufaktur biasanya diproduksi secara massal dan terus menerus oleh karena itu sebuah perusahaan manufaktur membutuhkan berbagai jenis mesin yang diperlukan sesuai dengan kebutuhannya masing-masing. Penjadwalan mesin menjadi salah satu aspek penting dalam perusahaan manufaktur supaya dalam mengerjakan sebuah produk dapat selesai sesuai waktu yang ditentukan, dengan melakukan penjadwalan mesin perusahaan juga dapat meminimasi biaya yang dikeluarkan. Perusahaan yang tidak menggunakan sistem penjadwalan terhadap mesin akan mengakibatkan kendala seperti perusahaan terlambat memproduksi sebuah produk dalam waktu yang telah ditentukan, biaya yang dipakai tidak efisien karena terjadinya penumpukan proses dalam salah satu mesin sehingga menghambat proses mesin lainnya.

PT. Sakura Pratama Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang konveksi. Perusahaan ini mengolah mulai dari bahan baku menjadi barang jadi. Bahan baku yang digunakan adalah kain yang akan diproses menjadi sebuah barang yang memiliki nilai jual seperti jas operasi, alat pelindung diri, baju, bantal, seprai dan kemeja. Banyaknya permintaan tersebut maka diharuskan untuk memproduksi sesuai dengan waktu tenggat yang telah diberikan. PT. Sakura Pratama Indonesia merupakan perusahaan yang menggunakan kebijakan *first come first serve* oleh karena itu proses produksi suatu produknya akan berjalan ketika sudah ada pesanan dan proses pengerjaan berurutan sesuai dari pesanan yang diterima oleh perusahaan terlebih dahulu, penggunaan kebijakan tersebut menyebabkan total waktu proses (*makespan*) dalam menyelesaikan produk yang akan dikerjakan terlalu panjang. Total waktu proses (*makespan*) yang dihasilkan menggunakan kebijakan FCFS selama 29 hari. Aliran penjadwalan produksi yang digunakan oleh perusahaan yaitu *flowshop*. Perusahaan menerima pesanan dengan kesepakatan waktu yang berbeda beda dalam setiap penyelesaiannya, kendala yang dihadapi perusahaan terjadi apabila memiliki banyak pesanan sehingga menyebabkan keterlambatan penyelesaian karena tidak dapat menentukan total waktu proses (*makespan*) yang terbaik.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi pada PT. Sakura Pratama Indonesia yaitu sistem penjadwalan yang diterapkan masih menggunakan instuisi sehingga waktu yang digunakan untuk mengerjakan suatu pekerjaan masih kurang optimal. Waktu pengerjaan yang kurang tepat akan menimbulkan biaya produksi yang semakin besar. Mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya penjadwalan untuk meminimasi *makespan* dan meminimasi keterlambatan yang terjadi, dengan nilai *makespan* yang sudah *minimum* akan membuat waktu proses yang dibutuhkan dalam memproduksi sebuah produk semakin cepat sehingga keterlambatan dapat diminimasi. Aliran penjadwalan produksi yang digunakan oleh perusahaan yaitu *flowshop* sehingga metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan perusahaan yaitu *Campbell Dudek Smith (CDS)*, *Palmer* dan *Dannenbring*

### 2.2 Studi Literatur

Tahap ini berisikan tentang teori-teori sebagai acuan untuk pemecahan masalah yang dihadapi oleh perusahaan PT.Sakura Pratama Indonesia

### 2.2.1 **Campbell Dudek Smith (CDS)**

Metode CDS adalah salah satu dari beberapa metode penjadwalan yang digunakan untuk menghasilkan nilai *minimum makespan*. Pengurutan *job* dalam metode CDS menggunakan algoritma *johnson*. Langkah pengerjaan metode CDS sebagai berikut:

1. Menghitung nilai  $t^*_{i,1}$  dan  $t^*_{i,2}$  untuk seluruh *job i*.
2. Melakukan pengurutan penjadwalan.
3. Melakukan perhitungan *makespan*.
4. Perhitungan *idle time*.

### 2.2.2 **Palmer**

Metode *Palmer* adalah salah satu dari beberapa metode penjadwalan yang digunakan untuk menghasilkan nilai *minimum makespan*. Perhitungan metode *Palmer* menggunakan *slope* indeks untuk melakukan urutan penjadwalan. Langkah pengerjaan metode *Palmer* sebagai berikut:

1. Menghitung indeks prioritas.
2. Melakukan pengurutan penjadwalan.
3. Melakukan perhitungan *makespan*.
4. Menghitung *idle time*.

### 2.2.3 **Dannenbring**

Metode *Dannenbring* adalah salah satu dari beberapa metode penjadwalan yang digunakan untuk menghasilkan nilai *minimum makespan*. Pengurutan pada metode *Dannenbring* menggunakan penggabungan antara algoritma *johnson* dan *slope indeks*. Langkah pengerjaan metode *Dannenbring* sebagai berikut.

1. Menghitung nilai  $a_i$  dan  $b_i$  untuk seluruh *job i*.
2. Melakukan pengurutan penjadwalan.
3. Melakukan perhitungan *makespan*.
4. Perhitungan *idle time*.

## 2.3 **Identifikasi Metode Pemecahan Masalah**

Berdasarkan masalah yang dialami PT. Sakura Pratama Indonesia perlu adanya penerapan sistem penjadwalan sehingga dapat meminimasi total waktu produksi. Metode yang digunakan adalah CDS, *Palmer*, dan *Dannenbring* karena metode-metode tersebut dapat menghasilkan *makespan* terkecil dan meminimasi keterlambatan serta dapat dijadikan perbandingan terbaik untuk perusahaan PT. Sakura Pratama Indonesia yang menerapkan metode FCFS.

## 2.4 **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi secara langsung dan melakukan wawancara kepala produksi. Data yang diambil terdiri dari data aliran produksi, waktu proses setiap mesin, data *demand*, biaya keterlambatan dan jenis produk yang diproduksi. Data tersebut digunakan untuk proses perhitungan menggunakan metode perusahaan dan metode CDS, *Palmer*, dan *Dannenbring*.

## 2.5 **Metode yang Digunakan Perusahaan**

Pengolahan data menggunakan metode yang digunakan oleh perusahaan bertujuan untuk mengetahui hasil *makespan* yang di dapat, sehingga nilai tersebut akan dibandingkan dengan metode usulan.

## **2.6 Metode Campbell Dudek Smith (CDS)**

Perhitungan menggunakan metode CDS menggunakan algoritma *johnson*. Data yang digunakan yaitu aliran proses produksi, *demand*, waktu proses setiap mesin, jenis produk yang diproduksi, *due date* dan biaya keterlambatan. Perhitungan menggunakan metode CDS menghasilkan beberapa iterasi yang akan dipilih berdasarkan nilai *makespan* terkecil dan keterlambatan yang terkecil.

## **2.7 Metode Palmer**

Perhitungan menggunakan metode *Palmer* menggunakan *slope* indeks. Data yang digunakan yaitu aliran proses produksi, *demand*, waktu proses setiap mesin, jenis produk yang diproduksi, *due date* dan biaya keterlambatan. Perhitungan menggunakan metode *Palmer* menghasilkan satu *output* penjadwalan, kemudian dilakukan proses perhitungan *makespan* dan mencari keterlambatan yang terjadi apabila menggunakan metode tersebut.

## **2.8 Metode Dannenbring**

Perhitungan menggunakan metode *Dannenbring* menggunakan *slope* indeks dan algoritma *johnson*. Data yang digunakan yaitu aliran proses produksi, *demand*, waktu proses setiap mesin, jenis produk yang diproduksi, *due date* dan biaya keterlambatan. Perhitungan menggunakan metode *Dannenbring* menghasilkan satu *output* penjadwalan, kemudian dilakukan proses perhitungan *makespan* dan mencari keterlambatan yang terjadi apabila menggunakan metode tersebut.

## **2.9 Rekapitulasi Data**

Rekapitulasi data metode yang digunakan oleh perusahaan dan metode CDS, *Palmer*, dan *Dannenbring*. Rekapitulasi data terdiri dari hasil *makespan*, rekapitulasi *tardiness*, dan rekapitulasi biaya keterlambatan.

## **2.10 Analisis**

Analisis berdasarkan metode yang digunakan saat penelitian, yaitu metode CDS, *Palmer*, dan *Dannenbring*. Analisis digunakan untuk membahas hasil yang telah didapat pada pengolahan data seperti analisis terhadap setiap iterasi yang dilakukan dari proses penjadwalan, analisis perbandingan kebijakan yang telah diterapkan oleh perusahaan dengan penyusunan penjadwalan menggunakan metode CDS, *Palmer*, dan *Dannenbring*, sehingga setelah dibandingkan dapat menghasilkan penjadwalan terbaik dengan nilai *minimum makespan* yang akan diusulkan untuk PT. Sakura Pratama Indonesia.

## **2.11 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dari penelitian yaitu usulan penjadwalan terbaik berdasarkan *makespan* yang telah diperoleh dari metode yang digunakan. Saran yang diberikan pada perusahaan yaitu memilih penjadwalan yang memiliki nilai *minimum makespan* sehingga dapat menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada perusahaan.

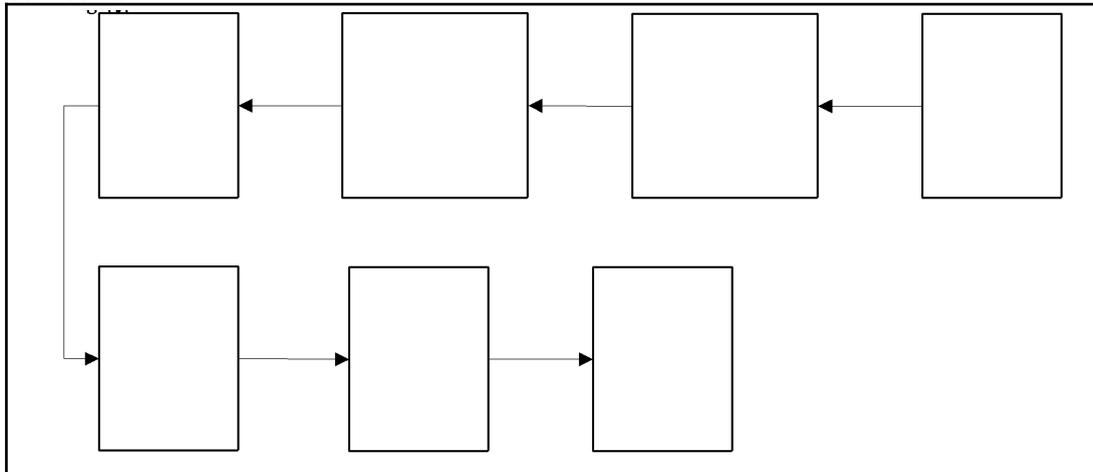
# **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

## **3.1 Pengumpulan Data**

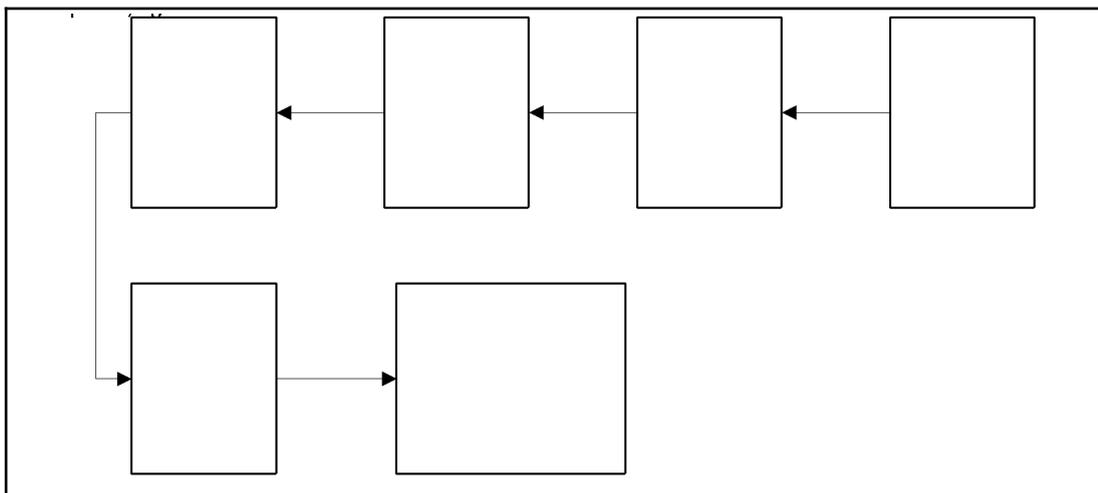
Sub poin ini terdiri dari pengumpulan data yang digunakan untuk proses perhitungan atau pengolahan data. Pengumpulan data berisikan data aliran produksi, waktu proses setiap mesin, data *demand*, data *due date*, dan biaya keterlambatan

### 3.1.1 Urutan Proses Produksi

Aliran proses produksi terdapat dua perbedaan yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



**Gambar 3.1 Urutan Proses Produksi *Gown Laboratory***



**Gambar 3.2 Urutan Proses Produksi *Barakscort, Jas Operasi, dan Coverall Medis***

### 3.1.2 Waktu Proses Setiap Mesin

Data waktu proses setiap mesin yang digunakan untuk proses perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Waktu Proses Setiap Mesin**

Job	Waktu Proses Setiap Mesin (Menit)					Total Waktu (Menit)
	Pembuatan Pola	Pemotongan Sesuai Pola	Penjahitan	Pemasangan Kancing	Pemeriksaan	
1	20	5	91	10	5	131
2	20	5	103	0	5	133
3	23	7	115	0	8	153
4	33	10	130	0	10	183
5	28	10	122	0	10	170

### 3.1.3 Data Demand

Data *demand* yang digunakan bulan September 2021 dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Data Demand Bulan September 2021**

<i>Job</i>	Nama Pesanan	Jumlah Pesanan
1	<i>Gown Laboratory</i>	28
2	<i>Barakscort Pendek</i>	25
3	<i>Barakscort Panjang</i>	22
4	<i>Coverall Medis</i>	20
5	Jas Operasi	20

### 3.1.4 Due Date

Data *due date* untuk masing-masing pesanan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.3 Due Date**

<i>Job</i>	Nama Pesanan	Due Date (Hari)
1	<i>Gown Laboratory</i>	23
2	<i>Barakscort Pendek</i>	29
3	<i>Barakscort Panjang</i>	28
4	<i>Coverall Medis</i>	24
5	Jas Operasi	24

### 3.1.5 Biaya Keterlambatan

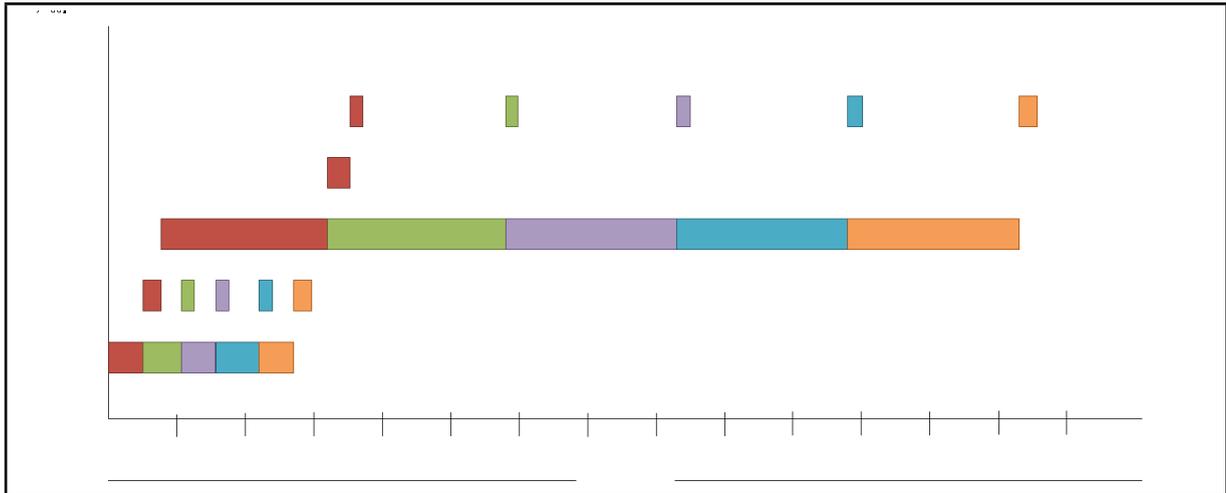
Biaya keterlambatan ditentukan berdasarkan kesepakatan konsumen dan perusahaan. Biaya tersebut akan dikeluarkan oleh perusahaan apabila terjadi keterlambatan produksi yang mengakibatkan konsumen tidak menerima barang sesuai dengan *due date* yang telah disepakati. Biaya keterlambatan yang dikeluarkan sebesar Rp. 300.000/hari.

## 3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari perhitungan metode yang digunakan oleh perusahaan dan metode usulan yaitu CDS, *palmer*, dan *dannenbring*.

### 3.2.1 Metode yang Digunakan Perusahaan

Perusahaan melakukan penjadwalan dengan menggunakan metode FCFS dalam rantai produksinya. Melakukan penjadwalan dengan menggunakan metode tersebut perusahaan akan melayani konsumen sesuai dengan pesanan yang terlebih dahulu diterima sehingga proses pengerjaan akan berurutan sesuai dengan pesanan. Urutan pesanan yang digunakan oleh perusahaan yaitu *job 1 – job 2 – job 3 – job 4 – job 5*. Menghasilkan *makespan* selama 13.593 menit dengan *ganttt-chart* sebagai berikut yang dapat dilihat pada Gambar 3.3.



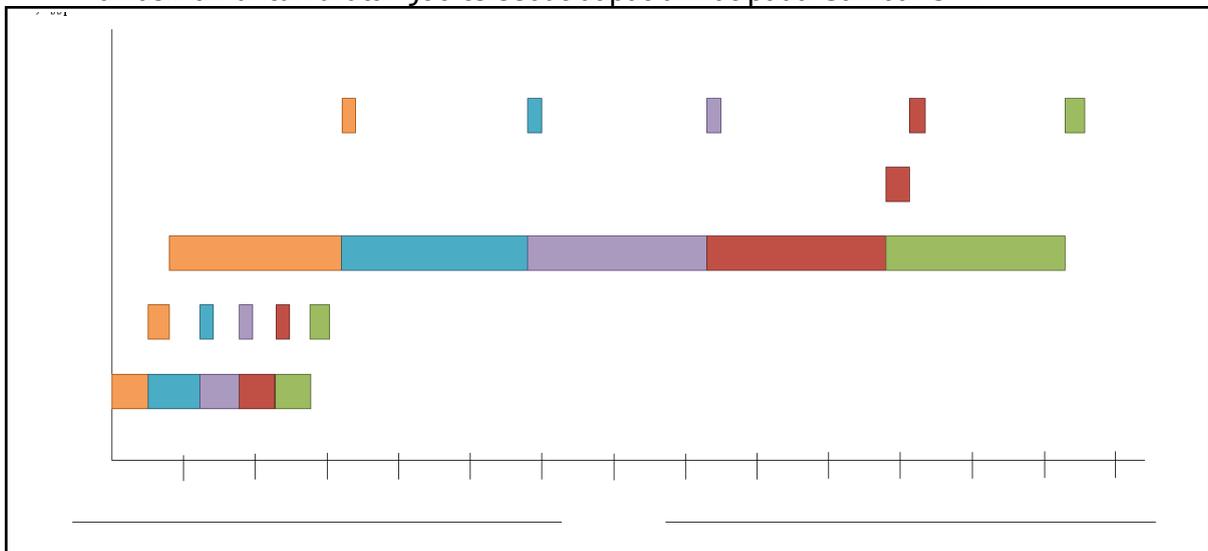
**Gambar 3.3 Gantt Chart Metode yang Digunakan Perusahaan**

### 3.2.2 Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Penjadwalan menggunakan metode CDS bertujuan untuk meminimasi *makespan*. Penjadwalan metode tersebut menggunakan algoritma *Johnson* dalam proses pengurutan *job*-nya. Perhitungan banyaknya iterasi yang digunakan sesuai dari mesin yang digunakan dikurangi 1 sehingga  $m = k - 1$ , banyaknya iterasi yang didapat yaitu sebanyak 4 iterasi.

1. Perhitungan Iterasi 1

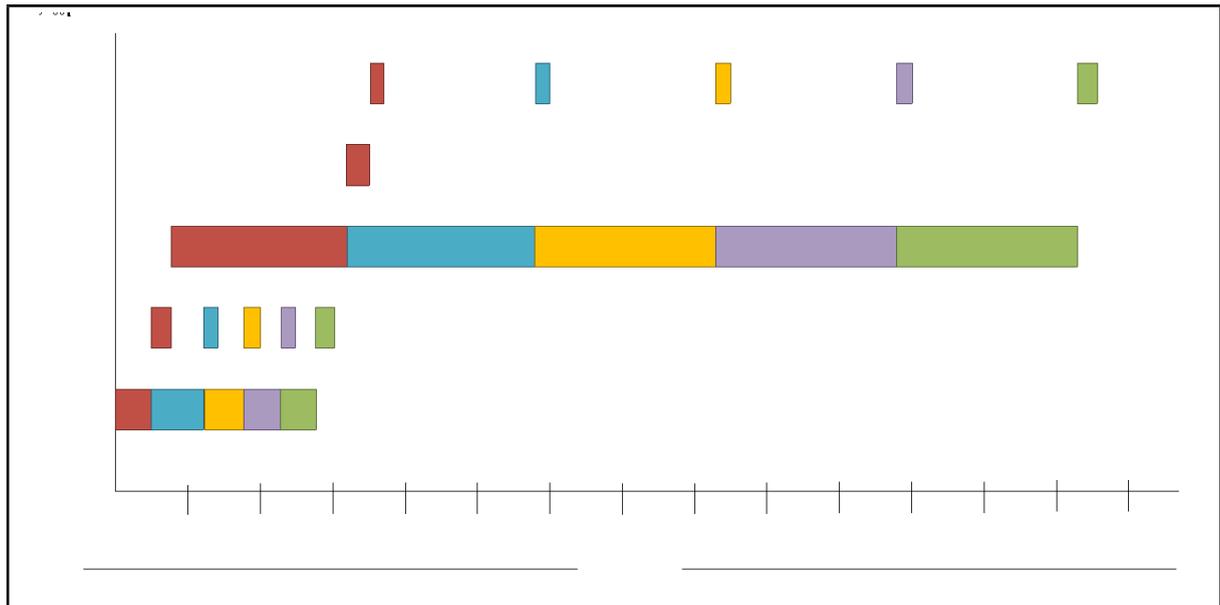
Iterasi 1 menghasilkan urutan *job* yaitu *job 5 – job 4 – job 3 – job 1 – job 2*, urutan *job* tersebut memperoleh nilai *makespan* selama 13.578 menit. *Gantt-chart* yang dihasilkan untuk urutan *job* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4 Gantt Chart Metode CDS Iterasi 1**

2. Perhitungan Iterasi 2

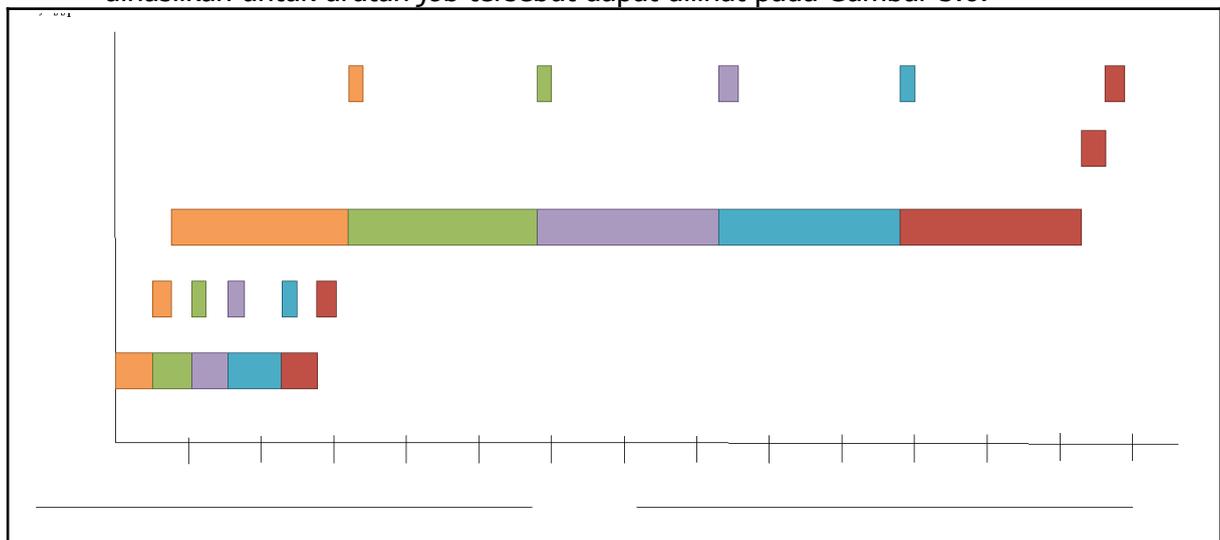
Iterasi 2 menghasilkan urutan *job* yaitu *job 1 – job 4 – job 5 – job 3 – job 2*, urutan *job* tersebut memperoleh nilai *makespan* selama 13.518 menit. *Gantt-chart* yang dihasilkan untuk urutan *job* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5 Gantt Chart Metode CDS Iterasi 2**

3. Perhitungan Iterasi 3

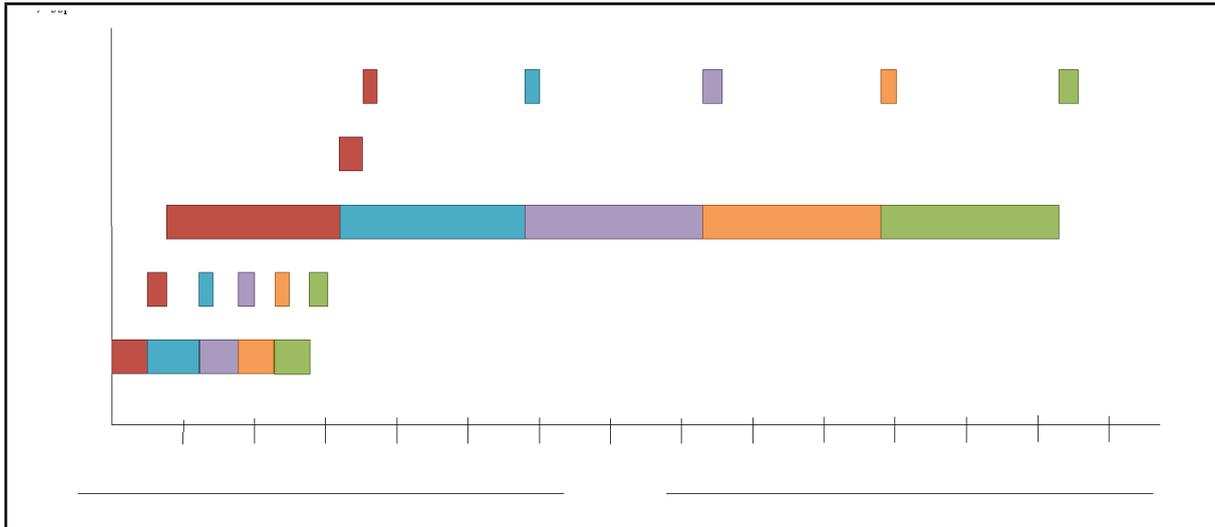
Iterasi 3 menghasilkan urutan *job* yaitu *job 5 – job 2 – job 3 – job 4 – job 1*, urutan *job* tersebut memperoleh nilai *makespan* selama 13.873 menit. *Gantt-chart* yang dihasilkan untuk urutan *job* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6 Gantt Chart Metode CDS Iterasi 3**

4. Perhitungan Iterasi 4

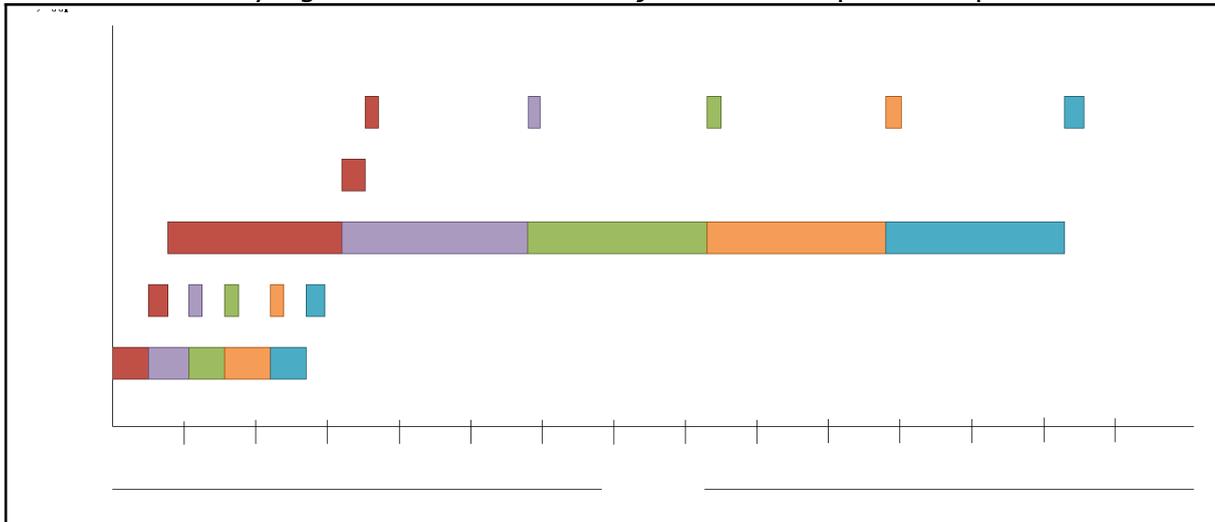
Iterasi 4 menghasilkan urutan *job* yaitu *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2*, urutan *job* tersebut memperoleh nilai *makespan* selama 13.518 menit. *Gantt-chart* yang dihasilkan untuk urutan *job* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.7.



**Gambar 3.7 Gantt Chart Metode CDS Iterasi 4**

### 3.2.3 Metode Palmer

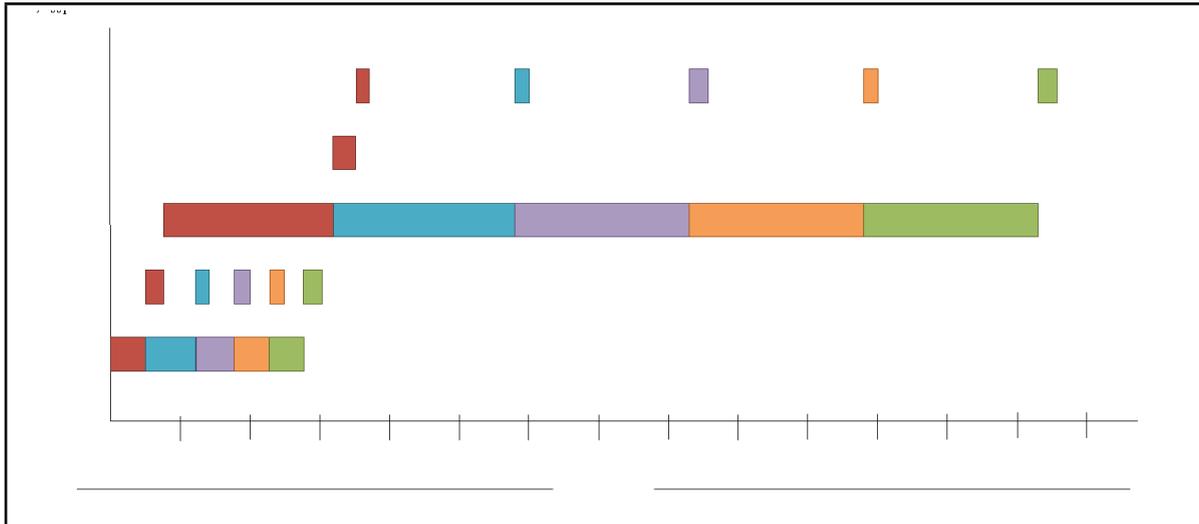
Penjadwalan menggunakan metode *Palmer* bertujuan untuk meminimasi *makespan*. Penjadwalan metode tersebut menggunakan *slope* indeks dalam proses pengurutan *job*-nya. Penjadwalan menggunakan metode Palmer menghasilkan urutan *job* yaitu *job 1 – job 3 – job 2 – job 5 – job 4*, berdasarkan urutan tersebut memperoleh hasil *makespan* selama 13.593 menit. *Gantt-chart* yang dihasilkan untuk urutan *job* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8 Gantt Chart Metode Palmer**

### 3.2.4 Metode Dannenbring

Penjadwalan menggunakan metode *Dannenbring* bertujuan untuk meminimasi *makespan*. Penjadwalan metode tersebut menggunakan algoritma *johnson* dan *slope* indeks dalam proses pengurutan *job*-nya. Penjadwalan menggunakan metode Palmer menghasilkan urutan *job* yaitu *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2*, berdasarkan urutan tersebut memperoleh hasil *makespan* selama 13.518 menit. *Gantt-chart* yang dihasilkan untuk urutan *job* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.9.



**Gambar 3.9 Gantt Chart Metode Dannenbring**

### 3.3 Rekapitulasi Masing-Masing Metode

#### 1. Rekapitulasi *Makespan*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan nilai *makespan* pada masing-masing metode yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 3.4 Rekapitulasi *Makespan***

Metode Penjadwalan	Urutan Job	Makespan (Menit)
<i>First Come First Serve</i>	1-2-3-4-5	13593
<i>Campbell Dudek Smith</i>	1-4-5-3-2	13518
	1-4-3-5-2	13518
<i>Palmer</i>	1-3-2-5-4	13593
<i>Dannenbring</i>	1-4-3-5-2	13518

#### 2. Rekapitulasi *Tardiness*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan nilai *tardiness* pada masing-masing metode yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 3.5 Rekapitulasi *Tardiness***

Metode Penjadwalan	Urutan Job	<i>Tardiness</i> (Hari)
<i>First Come First Serve</i>	1-2-3-4-5	5
<i>Campbell Dudek Smith</i>	1-4-5-3-2	0
	1-4-3-5-2	0
<i>Palmer</i>	1-3-2-5-4	5
<i>Dannenbring</i>	1-4-3-5-2	0

#### 3. Rekapitulasi Biaya Keterlambatan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan nilai biaya keterlambatan pada masing-masing metode yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 3.6 Rekapitulasi Biaya Keterlambatan**

Metode Penjadwalan	Urutan Job	Biaya Keterlambatan (Rp.)
<i>First Come First Serve</i>	1-2-3-4-5	Rp 1,500,000.00
<i>Campbell Dudek Smith</i>	1-4-5-3-2	Rp -
	1-4-3-5-2	Rp -
<i>Palmer</i>	1-3-2-5-4	Rp 1,500,000.00
<i>Dannenbring</i>	1-4-3-5-2	Rp -

### 3.4 Analisis

Berikut merupakan analisis *makespan*, analisis perbandingan *tardiness*, analisis *tardy job*, analisis perbandingan biaya keterlambatan, dan analisis metode penjadwalan yang terpilih.

#### 3.4.1 Analisis *Makespan*

Perhitungan metode CDS, *Palmer*, dan *Dannenbring* menghasilkan nilai *makespan* yang berbeda beda. Metode CDS menghasilkan dua alternatif penjadwalan terpilih berdasarkan nilai *makespan* terkecil dengan urutan *job 1 – job 4 – job 5 – job 3 – job 2* dan *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2*, kedua urutan terpilih tersebut menghasilkan nilai *makespan* selama 13518 menit. Metode *Palmer* menghasilkan satu urutan penjadwalan yaitu *job 1 – job 3 – job 2 – job 5 – job 4*, urutan penjadwalan tersebut menghasilkan nilai *makespan* selama 13593 menit. Metode *Dannenbring* menghasilkan satu urutan penjadwalan yaitu *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2*, urutan penjadwalan tersebut menghasilkan *makespan* selama 13518 menit. Perbedaan hasil *makespan* dipengaruhi berdasarkan urutan-urutan yang dihasilkan dari masing-masing metode dengan proses perhitungan yang berbeda. Metode yang menghasilkan nilai *makespan* terkecil pada penelitian yang telah dilakukan yaitu metode CDS dan *Dannenbring*, apabila dilihat dari *gantt-chart* nilai *makespan* yang dihasilkan kedua metode tersebut mendapatkan nilai terkecil karena perbedaan urutan pengerjaan sehingga menyebabkan perbedaan waktu tunggu yang dapat mempengaruhi *makespan*. Perbedaan waktu tunggu dapat terlihat di *gantt-chart* pada stasiun kerja pemotongan kain dan stasiun kerja pemeriksaan. Metode CDS dan *Dannenbring* memiliki waktu tunggu yang lebih cepat dibandingkan dengan metode yang digunakan perusahaan, sehingga *makespan* yang dihasilkan memiliki penghematan 75 menit dari metode yang digunakan oleh perusahaan.

#### 3.4.2 Analisis Perbandingan *Tardiness*

*Tardiness* merupakan keterlambatan dari suatu *job*, sehingga apabila *job* selesai sebelum *due date* yang ditentukan maka nilai *tardiness* sama dengan 0 dan apabila *job* selesai setelah *due date* yang telah ditentukan maka nilai *tardiness* lebih besar dari 0 bernilai positif. Metode yang digunakan oleh perusahaan FCFS menghasilkan nilai *tardiness* sebesar 5 hari, sehingga terjadi keterlambatan sebanyak 5 hari dalam memenuhi permintaan konsumen. Metode CDS dan *Dannenbring* menghasilkan nilai *tardiness* sebesar 0 hari sehingga tidak terjadi keterlambatan dalam pengerjaan permintaan konsumen. Metode *Palmer* menghasilkan nilai *tardiness* sebesar 5 hari, sehingga terjadi keterlambatan sebanyak 5 hari dalam memenuhi permintaan konsumen. Urutan pengerjaan yang tidak tepat dapat menyebabkan *tardiness* atau keterlambatan dalam penyelesaian karena perbedaan *due date* yang telah disepakati oleh konsumen.

#### 3.4.3 Analisis Perbandingan *Tardy Job*

*Tardy job* yaitu sebuah pekerjaan yang mengalami keterlambatan dalam penyelesaiannya. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan terdapat *tardy job* pada metode yang digunakan oleh perusahaan FCFS yaitu sebanyak 1 *job* yang terdapat pada *job 5*. Metode usulan *Palmer* terdapat nilai *tardy job* sebanyak 1 *job* yang terdapat pada *job 4*. Metode usulan CDS dan *Dannenbring* tidak terdapat nilai *tardy job*, sehingga pada metode usulan tersebut tidak terjadi *job* yang terlambat pada saat melakukan penyelesaian. Tidak adanya *job* yang terlambat berarti seluruh produk dapat diselesaikan sesuai dari *due date* yang telah disepakati oleh perusahaan dan konsumen.

### 3.4.4 Analisis Perbandingan Biaya Keterlambatan

Biaya keterlambatan merupakan biaya yang harus dikeluarkan apabila perusahaan tidak dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai dari *due date* yang telah disepakati oleh konsumen dan perusahaan. Kebijakan perusahaan menetapkan bahwa biaya keterlambatan sebesar Rp. 300.000/hari. Metode yang digunakan oleh perusahaan FCFS menghasilkan keterlambatan sebesar 5 hari sehingga biaya yang keterlambatan yang harus dibayar oleh perusahaan sebesar Rp. 1.500.000. Metode usulan CDS dan *Dannenbring* menghasilkan keterlambatan sebesar 0 hari sehingga pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu dan perusahaan tidak perlu membayar biaya keterlambatan. Urutan pengerjaan yang tidak tepat dapat mempengaruhi terjadinya keterlambatan karena waktu *due date* yang berbeda-beda pada setiap pesanan. Tidak terjadinya keterlambatan perusahaan dapat melakukan penghematan sebesar Rp.1.500.000.

### 3.4.5 Analisis Metode Penjadwalan Terpilih

Metode yang digunakan oleh perusahaan yaitu FCFS, penjadwalan metode tersebut melakukan proses pengerjaan *job* sesuai dengan pesanan yang diterima perusahaan pertama kali dan metode-metode usulan seperti CDS, *Palmer*, dan *Dannenbring*. Metode CDS menghasilkan beberapa urutan pengerjaan sehingga dapat dipilih yang terbaik. Metode *Palmer* dan *Dannenbring* menghasilkan satu alternatif penjadwalan. Metode penjadwalan terpilih dapat dilihat dari beberapa kriteria seperti menghasilkan nilai *makespan* terkecil, menghasilkan nilai *tardiness* terkecil, menghasilkan nilai *tardy job* terkecil, dan menghasilkan biaya keterlambatan terkecil. Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut metode penjadwalan yang terpilih yaitu CDS dan *Dannenbring*. Urutan pengerjaan metode CDS terpilih yaitu *job 1 – job 4 – job 5 – job 3 – job 2* dan *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2* dan urutan pengerjaan metode *Dannenbring* yaitu *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2*. Kedua metode tersebut menghasilkan nilai *makespan* sebesar 13518 menit dan tidak memiliki keterlambatan dalam pengerjaannya sehingga nilai *tardiness*, *tardy job* dan biaya keterlambatan sama dengan 0. Menggunakan metode CDS dan *Dannenbring* terdapat pengurangan nilai *makespan* sebesar 75 menit.

## 4. KESIMPULAN

Berisikan kesimpulan dari pemecahan permasalahan penjadwalan yang terjadi pada perusahaan yang dapat dilihat sebagai berikut:

1. Urutan pengerjaan pada metode yang digunakan oleh perusahaan FCFS menghasilkan urutan *job 1 – job 2 – job 3 – job 4 – job 5*. Urutan tersebut didapat sesuai dari pesanan yang diterima terlebih dahulu oleh perusahaan yang menghasilkan nilai *makespan* sebesar 13593 menit. Terdapat keterlambatan penyelesaian pesanan pada perhitungan metode yang digunakan perusahaan selama 5 hari dalam 1 *job* pada *job 5*. Biaya keterlambatan yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp. 1.500.000 menggunakan metode yang digunakan perusahaan FCFS.
2. Metode usulan yang terpilih yaitu metode CDS dan *Dannebring*. Urutan pengerjaan metode CDS yaitu *job 1 – job 4 – job 5 – job 3 – job 2* dan *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2* sedangkan metode *Dannebring* yaitu *job 1 – job 4 – job 3 – job 5 – job 2*. Metode usulan yang terpilih menghasilkan nilai *makespan* yang sama yaitu selama 13518 menit.
3. Metode CDS dan *Dannenbring* menghasilkan *output makespan* selama 13518 menit sedangkan metode yang digunakan oleh perusahaan (FCFS) menghasilkan *output*

- makespan* selama 13593 menit. Terdapat penghematan selama 75 menit apabila menggunakan metode usulan CDS dan *Dannenbring*.
4. Usulan Metode penjadwalan CDS dan *Dannenbring* tidak ada biaya keterlambatan karena seluruh *job* dapat diselesaikan sesuai dengan *Due Date* yang telah disepakati.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2009). *Principles Of Sequencing and Scheduling*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Bedworth, D. D., & Bailey, J. E. (1987). *Integrated Production Control Systems*. New York: John Wiley & Sons.
- Pinedo, M. L. (2016). *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems Fifth Edition*. New York: Springer.
- Rosnani,G. (2009). *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.