# BAB II TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi merupakan salah satu fungsi dari pengawasan produksi yang mempunyai peranan yang cukup penting karena dapat mempengaruhi keberhasilan pengawasan produksi itu sendiri. Pada beberapa perusahaan, kegagalan atau kesalahan dalam menyusun penjadwalan produksi tidak hanya dapat mengacaukan usaha pengawasan produksinya, tetapi juga dapat mempengaruhi halhal lain dalam perusahaan seperti jumlah produk yang dihasilkan.

Penjadwalan Mempunyai definisi pengurutan atau pengerjaan yang secara menyeluruh dalam satu lintasan produksi yang di kerjakan pada beberapa mesin. Masalah penjadwalan melibatkan pengerjaan beberapa mesin yang di sebut dengan istilah *job. Job* merupakan koposisi dari sebuah elemen-elemen dasar yang disebut aktifitas atau operasi. Waktu proses merupakan aktifitas atau operasi yang membutuhka alokasi sumberdaya tertentu selama periode tertentu.

Penjadwalan dapat di bagi menjadi dua yaitu penjadwalan pendek dan penjadwalan panjang. Penjadwalan jangka pendek berkaitan dengan penyusunan jadwal atas pengerjaan produk untuk memenuhi permintaan jangka pendek atau permintaan pasar, untuk penjadwalan jangka panjang dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan aktivitas yang memerlukan jangka waktu pengerjaan yang panjang atau tahunan.

Penjadwalan produksi berfungsi untuk membuat agar arus produksi dapat berjalan lancar sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Sehingga dapat dikatakan bahwa penjadwalan produksi dilakukan agar mesin-mesin dapat bekerja sesuai dengan kapasitas yang ada dan biaya yang seminimal mungkin, serta kuantitas produk yang diinginkan sesuai waktu yang telah ditentukan.

Adapun penjadwalan produksi yang baik dalam suatu perusahaan akan memiliki keuntungan (Arman, 1999) :

- a) Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggunya, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivitas dapat meningkat.
- b) Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas lain. Teori Baker mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.

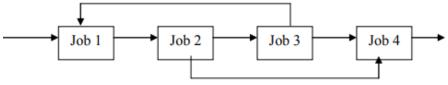
- c) Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi penalti cost.
- d) Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan

#### 2.2 Pola Alir Produksi

Alir produksi dalam suatu proses manufacturing dapat di bagi menjadi dua yaitu;

## 2.2.1 Pola alir *Job Shop*

Pola alir *Job Shop* adalah pola alir dari N job melalui M mesin dengan pola alir sembarang. Selain itu penjadwalan job shop dapat berarti setiap job dapat dijadwalkan pada satu atau beberapa mesin yang mempunyai pemrosesan sama atau berbeda. Aliran kerja job shop adalah sebagai berikut:



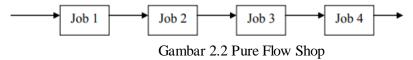
Gambar 2.1 Pola Alir Job Shop

#### 2.2.2 Pola Alir Flow Shop

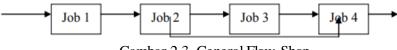
Penjadwalan *flow shop* adalah pola alir dari N buah Job yang melalui proses yang sama (searah). Model flow shop merupakan sebuah pekerjaan yang dianggap sebagai kumpulan dari operasi-operasi dimana diterapkannya sebuah struktur presenden khusus. Penjadwalan flow shop dicirikan oleh adanya aliran kerja yang satu arah dan tertentu.

## 2.2.3 Pure Flowshop

Alur produksi bersifat seri dan berurutan satu ssma lain dimana mesin disusun sesuai alur proses yang ada.



General Flow ShopAlur produksi bisa tidak berurutan, tetapi seara



Gambar 2.3 General Flow Shop

# 2.3 Terminologi Pejadwalan

Terminologi dalam waktu proses produksi adalah sebagai berikut (Sutji Lestari, 2000, hal: 2):

1. Waktu Pengerjaan / Processing Time (t ij)

Adalah wktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaaan /job ke -i pada mesin ke-j

2. Waktu tunggu / Waiting Time (W ij)

Adalah waktu yang digunakan oleh job / pekerjaan ke -i sebelum job tersebut di proses pada mesin ke -i

3. Batas Akhir / Due Date (di)

Adalah waktu yang di berikan kepada setiap job / pekerjaan ke -i sebagai batas penyelesaian pekerjaan

4. Allowance Time (a i)

Adalah waktu longgar untuk prosesm diantara waktu siap / ready sampai dengan *Due date*, sehingga

$$Ai = di - ri$$

5. Waktu Keseluruhan / Completion Time (Ci)

Adalah waktu yang diberikan pada setiap pekrjaan / jon ke -i sebagai batas penyelesian pekerjaan.

6. Waktu Keterlambatan / Lateness Lime (Li)

Adalah selisih dari completion time dikurangi Due date

$$L = Ci - di$$

7. Tardines (Ei)

adalah Job yang terlambat diserahkan ke konsumen, sehingga

$$Ci - di > 0$$

8. Earliness (Es)

Penyelesaian job lebih cepat dari waktu yang di tentukan, sehingga:

$$Ci - di < 0$$

9. *Maskepan* (Ms)

Waktu penyelesaian seluruh job pada shop, sehingga:

$$Ms = C mak$$

#### 2.4 Kriteria Dalam Penjadwalan

Kriteria dalam penjadwalan ada tiga diataranya sebagai berikut:

- 1. Kriteria berdasarkan Copletion Time
  - Minimasi maksimum *Flow time* (Minimasi F mak)
  - Minimasi C mak
  - Minimasi rata-rata Flow time (F)
  - Minimasi rata-rata Completion time (C)

- 2. Kriteria dengan dasar Due date (batas waktu penyerahan)
  - Minimasi rata-rata *Latenes* (L)
  - Minimasi maximum *Latenes* (L max)
  - Minimasi rata-rata *latenes* (L max)
  - Minimasi maximum (T max)
- 3. Kriteria dengan dasar dan ongkos
  - Minimasi rata-rata jumlah job yang menunggu pada mesin 9 (Nw) yang berhubungan dengan invertory proses
  - Minimasi rata-rata jumlah job yang selesai dikerjakan (Nc)
  - Maksimasi rata-rata jumlash job yang selesai dikerjakan pada waktu tertentu (Np).

Tujuan dari kriteria ini adalah untuk meminimasi idle rata-rata (I) atau idle maximum (I max) (Sutji Lestari, 2000, hal, 3).

# 2.5 Klasifikasi Masalah penjadwalan

Tujuan dari pemberian Klarifikasi ini adalah memudahkan dalam notasi penjadwalan. Notasi yang diberikan dengan 4 (empat) parameter, yaitu n / M / A / B,dimana:

- n = Jumlah job
- M = Jumlah mesin
- A = Menggambarkan contoh dari aliran atau disiplin Mechine Shop, ketika M = L

A dibiarkan kosong

A dapat mungkin berupa:

- F untuk permutasi masalah *job shop* yaitu susunan atau urutan pengerjaan job pada mesin tidak sama dan terjadi arus balik.
- G untuk general job shop dimana tidak ada pembatasan untuk bentuk pembatas-pembatas teknologi.
- B = menunjukkan antara pelaksanaan dengan apa jadwal tersebut di evaluai atau diselesaikan.

\_

## 2.6 Macam-macam susunan mesin dalam penjadwalan

Macam-macam susunan mesin dalam penjadwalan adalah sebagai berikut (Sutji Lestari, 2000, hal: 4):

- A. Penjadwalan N job pada satu mesin.
- B. Penjadwalan N job pada satu M mesin.
  - 1. Mesin Paralel

Biasanya pada penjadwalan ini mesin identik atau sejenis

2. Mesin Seri

3. Mesin Kombinasi

#### 2.7 Matrik Mesin

Matrik mesin merupakan suatu matrik yang menunjukkan urutan mesin yang akan digunakan untuk mengerjakan suatu job. Pada penjadwalan matrik mesin dapat di gambarkan sebagai tabel berikut:

2 3 5 Job / Op 1 4 Α M1 M2 M3 M4 M5 В M1 M2 M3 M4 M5 C M1 M2 M3 M4 M5 D M1M2M3 M4 M5

**Tabel 2.1 Matrik Mesin** 

## 2.8 Matrik Waktu

Matrik waktu merupakan matrik yang menunjukkan waktu proses yang di gunakan untuk mengerjakan mengerjakan job ke -1 pada mesin ke-j matrik waktu ini dapat di gambarkan sebagi tabel berikut:

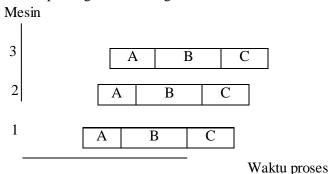
Tabel 2.2 Matrik Waktu

Job / Op	1	2	3	4	5
A	Ta1	Ta2	Ta3	Ta4	Ta5
В	Tb1	Tb2	Tb3	Tb4	Tb5
С	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc5
D	Td1	Td2	Td3	Td4	Td5

#### 2.9 Peta Penjadwalan

Giant chart atau sering di sebut juga peta penjadwalan adalah peta yang menunjukkan hubungan antara waktu proses tiap job pada mesin. Dari peta

penjadwalan ini, dapat di ketahui total proses pengerjaan semua job. secara umum peta penjadwalan ini dapat di gunakan sebagai berikut:



Gambar 2.4 Gian Chart

## 2.10 Pengujian Data

#### 2.10.1 Test Keseragaman Data

Untuk menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah di perlukan test keseragaman data. Apa bila data yang yang menyimpang dari batas kontrol atas maka data tersebut di buang dan tidak di masukkan di perhitungan. Test keseragaman data dilakukan terlebih dahulu guna untuk menetapkan waktu standart. Test keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara mengaplikasikan peta kontrol (kontrol chart).

Test keseragaman data di lakukan secara sederhana. Disini kita hanya sekedar melihat data yang terkumpul dan mengidentifikasi data yang terlalu "ektrim" yang di magsud dengan ekstrim yaitu data yang jauh menyimpang dari trend rata-ratanya dan datang yang terlalu ekstrim sewajarnya di buang dan tidak di masukkan di perhitungan selanjutnya.

Batas kontrol atas (BKA) atau upper control limite (UCL) serta batas kontrol bawah (BKB) atau lower control limet (LCL) untuk group data tersebut bisa di cari dengan formulasi sebagai berikut:

$$BKA = X + 3 SD$$
  
 $BKA = X - 3 SD$   
Dimana  $X = X$  dari group

Disini harga 3 SD diperoleh dengan menghitung standart deviasi sesuai dengan formula statistik yang ada, yaitu :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X\mathbf{1} - \overline{X})^2}{n}}$$

Dimana:

SD = Standart Deviasai

X = Data waktu yang di baca oleh stopwatch untuk tiap-tiap individu pengamatan.

 $\overline{X}$  = Harga rata-rata (mean) dari semua data waktu yang di baca stopwacth per elemen kerja

N = Jumlah pengamatan untuk elemen kerja yang diukur.

(Sritomo, 2008, hal: 194-195)

# 2.10.2Test Kecukupan Data

Dengan test kecukupan data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang kita gunakan telah mencukupi apa tidak. Konsekuensi yang di terima adalah bahwa semakin besar jumlah siklus yang di amati atau di ukur maka akan semakin kebenaran akan data watu yang di peroleh.

Untuk menentukan jumlah pengamatan yang seharusnya di buat (N') maka disini harus di putuskan terlebih dahulu berapa tigkat kepercayaan (convidence level) dan derajat ketelitian (degree of accuracy) untuk pengukuran kerja ini. Di dalam aktivitas pengukuran benda kerja biasanya akan di ambil (95%) convidence level 5% degree of accuracy, hal ini berarti bahwa sekurang kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari waktu yang di catat / di ukur untuk suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%

Dimana (N') adalah jumlah pengamatan /pengukuran yang seharusnya dilaksanakan untuk memberikan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% dari data waktu yang di ukur. Apabila sekanjutnya dikehendaki tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 10% maka rumus tersebut berubah menjadi:

$$N' = \sqrt[20]{\frac{N \sum x^2 - (\sum x^2)}{\sum x}}$$

Jika  $N \ge N'$ = maka data pengamatan sudah cukup (Sritomo, 2008, hal : 184-185).

#### 2.10.3 Metode Sederhana Untuk Menetapkan Jumlah Pengamatan

Penetapan Jumlah Pengamatan yang di butuhkan dalam aktifitas stopwatch time study selama ini di kenal lewat formulasi-formulasi tertentu dengan mempertimbangkan tingkay kepercayaaan (convidence level) dan derajad ketelitian (deegree of accuracy / precision) yang di inginkan. Cara penetapan dengan prosedur formulasi tersebut membutuhkan analisa dan perhitungan kuantitatif yang memerlukan waktu penyelesaian lama. Dalam pembicaraan kali ini akan di uraikan satu prosedur yang diintroduksi dan di kembangkan pertama kali oleh the maytag

Company yang lebih sederhana, cepat dan tidak terlalu banyak analisa yang di aplikasikan.

Untuk membuat estimasi mengenai jumlah pengamatan yang seharusnya di laksanaakan, maka The Maytag Company telah memperkenalkan prosedur sebagai berikut:

- a) Laksanakan pengamatan pengukuran dari elemen yang tlah di ukur waktunya dengan ketentuan sebagai berikut:
  - 10 kali pengamatan untuk kegiatan yang berlangsung dalam siklus sekitar 2 menut atau kurang
  - 5 kali pengamatan untuk kegiatan yang berlangsung dalam siklus waktu yang lebih besar dari 2 menit
- b) tentukan nilai range yaitu perbedaan nilai terbesar (H) dan yang terkecil (L) dari hasil pengamatan
- c) Tentukan harga rata-rata (average) yaitu  $\overline{X}$  yang merupakan jumlah waktu (data) pengamatan yang di peroleh di bagi dengan banyaknya pengamatan (N) yang telah di laksanakan. harga N disini seperti yang telah ditetapkan pada butir (a) diatas berkisar antara 1 sampai 10pengamatan. Harga rata-rata tersebut secara kasar bisa di dekati dengan cara menjumlahkan nilai data yang tertinggi dan data yang rendag dan dibagi dengan 2 atau formulasi (HL)/2.
- d) Tentukan nilai dari pada range di bagi dengan rata-rata. nilai tersebut bisa di formulasikan sebagai  $(R/\overline{X})$
- e) Tentukan jumlah pengamatan yang di perlukan atau seharusnya di laksanakan dengan menggunakan tabel 2.10.1 berikut. Cari nilai (R/X) yang sesuai dan kemudian dari kolom tersebut untuk sample size yang di ambil (5 atau 10) akan bisa di ketahui jumlah pengamatan (N) yang di perlukan. table tersebut berlaku untuk kondisi 95% convidence level dan 5% degree accurancy, maka jumlah data pengamatan (N) yang diketemykan table tersebut harus di bagi 4
- f) Apabila harga (R/X) tidak bisa di jumpai persis sama seperti yang tertera di dalam table yang ada, maka dalam hal ini bisa di ambil harga yang paling mendekati.berdasarkan nilai ini yang di ketemukan, kemudian di laksanakan evaluasi dan tambahan pengamatan bila mana ternyata hasil yang di peroleh lebih besar dari prngamatan yang telah dilaksanakan. (Sritomo, 2008, hal : 186-187).

# 2.10.4 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standart

## a) Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu kerja yang telah mempertimbangkan factor penyesuaian , yaitu waktu siklus rata-rata dikalikan dengan factor prnyesuaian. Didalam praktek pengukuran kerja maka metoda penerapan rating performance kerja operator adalah didasarkan pada satu factor tunggal yaitu operator speed,space atau tempo. Sistem ini dikenal sebagai "performance Rating/speed Rating)". Rating Faktor ini umumnya dinyatakan dalam persentase persentase(%) atau angka decimal ,Dimana Performance kerja normal akan sama dengan 100% atau 1,00.Rating factor pada umumnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau pkecepatan kerja operator yang berubah-ubah.Untuk maksud ini , maka waktu normal dapat diperoleh dari rumus berikut:

Nilai waktu yang diperoleh disini masih belum bias kita tetapkan sebagai waktu baku untuk penyelesaian suatu operasi kerja,karena disini factor-faktor yang berkaitan dengan waktu kelonggaran (Allowance Time) agar operator bekerja sebaik-baiknya masih belum dikaitkan.

Perfomance yang di gunakan penulis pada pembahasan ini dengan westinghouse system rating dimana metode ini melakukan penilaian pada empat sistem yang di anggap paling menentukan yaitu ketrampilan skil (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*work condition*) dan (*konsistensi*). (Sritomo, 2008, hal: 200)

Tabel 2.3
Perfomance rating dengsn system westing house

Skill	Effort	Conditions	Consistency
Super	Excessive	Excessive Ideal	
A1 = 0,15	A1 = 0,13		
A2 = 0.13	A2 = 0.12	A = +0.06	A = +0.04
Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
B1 = +0,11	B1 = +0,10	B = +0.04	B = +0.04
B2 = +0.08	B2 = +0.08		
Good	Good	Good	Good

C1 = +0.06	C1 = +0.05	C = +0,02	C = +0.01
C2 = +0.03	C2 = +0.02		
Average	Average	Average	Average
D = 0.00	D = 0.00	D = 0.00	D = 0.00
Fair	Fair	Fair	Fair
E1 = -0.05	E1 = -0.04		
E2 == 0,10	E2 = -0.08	E = -0.03	E = - 0,02
Poor	Poor	Poor	Poor
F1 = -0.16	F1 = -0.12		
F2 = -0.22	F2 = -0.17	F = -0.07	F = -0.04

#### b) Perhitungan Waktu Standart

Waktu standart atau waktu baku adalah waktu yang di butuhkan oleh seorang pekerja yang mempunyai kemampuan rata-rata utk menyelesaikan suatu pekerjaan.untuk mempermudah waktu baku (standart time) untuk menyeesaikan suatu operasi kerja disini noemal time harus di tambah dngan allowence time (yang merupakan prosentase daru waktu normal). dengan demikian waktu baku tersebut dapat di peroleh dengan rumus berikut:

$$WS = Wn \frac{100\%}{100\% - \% \ qllowence}$$

Dimana:

Ws = Waktu Standart

Wn = Waktu Normal

All = Allowence (faktor kelonggaran)

# 2.11 Perhitungan Allowence

Allowence atau waktu longgar dilakukan dalam tiga macam yaitu *personal allowence* (kelonggaran waktu untuk keperluan pribadi), *Fatingue allowence* (kelonggaran waktu untuk melepas lelah), dan *delay allowence* (kelonggaran waktu karena keterlambatan. Klasifikasi dari waktu longgare yang di butuhkan adalah sebagai berikut:

#### a) Personal Allowence

Pada dasarnya setiap pekerjaan harus diberikan waktu kelonggaran. Untuk keperluan kebutuhan pribadi (personal need). Jumlah waktu longgar untuk kebutuhan personal dapat diterapkan dengan jalan melaksanakan aktivitas time study sehari penuh atau dengan menggunakan metode sampling kerja. Untuk pekerjaan yang relatif ringan, dimana operator kerja seama 8 jam per hari tanpa jam istirahat yang resmi sekitar 2 samapai 5% (10 menit, samapa i 24 menit) setiap hari sedangkan untuk pekerja pkerja yang berat dan komdisi kerja yang tidak enak, allowence untuk hal tersebut bisa lebih besar 5%.

## b) Fatique allowence

Kelebihan fisik manusia bisa disebabkan oleh beberapa penyebab diantaranya adalah kerja yang membutuhkan pikiran bnyak (lelah mental) dan kerja fisik. Masalah yang dihadapi untuk menetapkan jumlah waktu yang diijinkan untuk istiraht mele[as lelah ini sangat sulit dan kompleks. Tergantung pada individu yang bersangkutan, interval waktu dari siklus kerja dimana pekerja akan memikul beban kerja secara penuh, kondisi lingkungan fisik pekerja, dan faktor-faktor lainya. Barangkali yang paling umum dilakukan adakah memberikan satu kali periode istirahatpada pagi hari dan sekali lagi pada saat siang menjelang sore hari kama waktu periode istirahat berkisar antara 5 samapi 15 menit.

## c) Delay Allowence

Keterlambatan atau delay bisa di sebabkan oleh fakto-faktor yang sulit untuk di hindarkan, tetapi bisa juga oleh beberapa faktor yang sebenarnya masih dihindari. Keterlambatan yang terlalu besar / lama tidak akan di pertimbangkan sebagia dasar intuk menetapkan waktu baku. Untuk setiap keterlambatan yang masih bisa di hindarkan seharusnya sebagai tantangan dan sewajarnya dilakukan usaha-usha keras untuk meliminir delay semacam ini (Sritomo, 2008, hal: 201-202).

#### 2.12 Perhitungan Waktu Proses

Dari perhitungan waktu standart (Ws) di atas maka untuk selamjutnya dapat ditentukan waktu proses tiap job untuk setiap mesin adalah sebagai berikut:

$$WP = WSX\frac{D}{M}$$

dimana:

WP = waktu proses tiap job mesin

Ws = waktu standart

D = kebutuhan pesan

M = jumlah mesin

#### 2.13 Penjadwalan N job Mesin

#### 2.13.1 Algoritma Campbell Dudeck Smith

Kriteria "minimasi Ms" atau "minimum maks flow time"

1. Identifikasi K = 1

Hitung:  $ti.1 *= \sum_{k=1}^{k} ti.K$   $ti.2 *= \sum_{k=i}^{k} ti.m - K + 1$ 

- 2. Urutan job di atas aturan johnson
- 3. Hitung Ms
- 4. k = k + 1
- Periksa apakah k ≥ m :
   Jika Ya lanjutkan ke tengah -6
   jika Tidak lanjutkan ke langkah ke -2
- 6. Pilih Ms terkecil dari penjadwalan
- 7. Stop (Sutji Lestari, 2000, hal: 47)

## 2.13.2Metode Algoritmss Palmer

Metode ini adalah metode heuristik dengan mencari slope indek (Sutji Lestari, 2000, hal: 54) langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1. Menghitung slope (Si) dari masing-masing job.
- 2. Dengan rumus.

$$Si = -\sum_{j=1}^{m} \{2j-1\} tij$$

- 3. Urutkan job atas job yang terbesar.
- Selesai.

#### 2.13.3 Metode Algoritma Dennebring

Metode ini merupakan kombinasi dari metode Palmer dan Campebell Dudeck Smith. Pemikiran algoritma ini mengarahkan persoalan ke-2 mesin sesuai algoritma Jonshon, dengan membentuk waktu proses seperti algoritma Palmer.(Sutji Lestari, 2000, hal: 50)

Langkah-langkah:

1. Hitumg waktu proses sesolah-olah untuk mesin pertama:

$$ai = \sum_{j=1}^{m} \{(m-j+)\}tij$$

2. Hitung waktu proses seolah –olah untuk mesin ke dua:

$$bi = \sum_{j=1}^{m} j.tij$$

- 3. Jadwalkan job atas algoritma dengan parameter sebagai berikut: ai = waktu proses mesin M1. bi = waktu proses mesin M2.
- 4. Selesai.

# **2.14** Penjadwalan dengan Kriteria Minimasi Rata-rata Flow Time Langkah-langkah penjadwalan:

- 1. Urutkan Job berdasarkan atas SPT (waktu proses terkecil).
- 2. Jadwalkan Job pada mesin yang mempunyai bahan Terkecil.