

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penjadwalan produksi merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam suatu industri, khususnya pada rantai produksi. Kegiatan tersebut dapat digunakan oleh perusahaan untuk menetapkan kapan produk akan diproduksi dan kapan waktu produksi akan selesai. Penjadwalan dapat dikatakan baik jika penjadwalan tersebut dapat meminimasi keterlambatan yang terjadi di rantai produksi, oleh karena itu terdapat beberapa penelitian penjadwalan produksi dengan tujuan untuk meminimasi waktu penyelesaian atau *makespan*. Meskipun memiliki kriteria tujuan penelitian yang sama, namun terdapat beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan dengan metode yang berbeda-beda.

Siburian dan Ginting (2013) melakukan penelitian mengenai penjadwalan produksi pada PT. XYZ yang merupakan perusahaan yang memproduksi suku cadang dari mesin *screwpress* dan mesin *digester* yang diproduksi berdasarkan pesanan atau *make to order*. Adapun tujuan penelitian tersebut yaitu untuk meminimalkan waktu penyelesaian atau *makespan* pada rantai produksi dengan menggunakan Algoritma *Tabu Search*. Pada penelitian tersebut Siburian dan Ginting (2013) menggunakan data berupa data permintaan suku cadang beserta data waktu produksi yang dilakukan dengan melakukan pengukuran waktu pada setiap *job*. Pada penelitian ini, Algoritma *Tabu Search* digunakan untuk mencari solusi urutan produksi terpendek dengan cara mencegah proses pencarian dari *local search*, supaya tidak terjadi pencarian ulang pada ruang solusi yang sudah pernah dicari sebelumnya dengan menggunakan suatu struktur memori yang mencatat jejak proses pencarian sebelumnya. *Local search* tersebut merupakan basis dari Algoritma *Tabu Search*, di mana proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya. Berdasarkan penelitian ini didapatkan hasil bahwa terjadi pengurangan waktu penyelesaian dari 141,22 jam menjadi 132,14 jam. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa metode *Algoritma Tabu Search* dapat menghasilkan waktu *makespan* lebih kecil dibandingkan penjadwalan aktual perusahaan dengan aturan *First Come First Out*.

Penelitian serupa dilakukan oleh Nurainun dan Oktiandri (2019) pada UD. Wira Vulkanisir yang menerapkan sistem produksi *make to order dengan sistem*

penjadwalan *Earliest Due Date* (EDD). Diketahui bahwa selama ini perusahaan kerap mengalami keterlambatan pengiriman produk kepada pelanggan dengan rata-rata keterlambatan yaitu sebesar 10-20% setiap bulannya. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi total waktu produksi sehingga dapat mengurangi persentase keterlambatan. Pada penelitian ini digunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dengan aturan Jhonson, di mana jika waktu terkecil terletak pada mesin pertama maka penjadwalan dapat dilakukan mulai dari urutan pertama, sedangkan jika waktu terkecil berada pada mesin kedua maka penjadwalan dilakukan mulai dari urutan terakhir. Berdasarkan penelitian tersebut, dengan menggunakan metode CDS perusahaan dapat lebih cepat melakukan proses produksi sebesar 5,6% dari waktu semula dengan menggunakan metode aktual perusahaan yaitu *Earliest Due Date* (EDD).

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurainun dan Oktiantri (2019), Aritonang dkk (2015) melakukan penelitian untuk membandingkan total waktu penyelesaian antara Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan Metode Palmer. Pada Metode Palmer tersebut pekerjaan yang memiliki waktu proses lebih besar akan diprioritaskan untuk diproses terlebih dahulu, sehingga urutan pekerjaan tersebut dapat menghasilkan total waktu penyelesaian yang minimal. Berbeda dengan metode Palmer, pada metode *Campbell Dudek Smith*, urutan pekerjaan yang dihasilkan didapatkan dari perhitungan berdasarkan waktu proses minimal. Berdasarkan penelitian tersebut, diketahui bahwa *Metode Campbell Dudek dan Smith* (CDS) lebih tepat digunakan sebagai metode penjadwalan produksi oleh UKM Astra Konveksi Pontianak karena didapatkan hasil *makespan* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan Metode Palmer, dengan selisih *makespan* sebesar 1 hari 52 menit.

Penelitian dengan metode lainnya dilakukan oleh Kristanti dan Sudiarso (2012), dengan menggunakan Algoritma Genetika untuk meminimalkan nilai *makespan* pada kasus penjadwalan mesin bertipe *job shop* di PT.X yang sebelumnya menggunakan metode penjadwalan *Earliest Due Date* (EDD) dan *Shortest Processing Time* (SPT). Adapun data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari *database* perusahaan yang menghasilkan beberapa varian produk dengan jumlah produksi yang tinggi. Pada penelitian ini, untuk membantu proses pengolahan data, Kristanti dan Sudiarso (2012) menggunakan *software* MATLAB 2009 dengan sistem yang dapat menggabungkan bermacam- macam produk serta mesin, sehingga pada seluruh model didapatkan nilai minimal untuk waktu

penyelesaian. Algoritma Genetika ini mengacu pada teori evolusi dalam mencari nilai optimum, di mana pada setiap generasi, solusi terbaik didapatkan dari hasil solusi baru dengan mengambil fitur terbaik dari populasi awal (*parent*) dan mencampurkannya dengan fitur lainnya atau dengan mutasi. Adapun *makespan* yang dihasilkan dengan menggunakan Metode EDD dan SPT yaitu sebesar 135,1 jam, sedangkan Algoritma Genetika menghasilkan *makespan* sebesar 112,4 jam. Berdasarkan hasil tersebut, pada penelitian Kristanti dan Sudiarso (2012), disimpulkan bahwa Algoritma Genetika dapat memberikan *makespan* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan menggunakan Metode EDD dan SPT.

### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh CV. JLP yaitu berupa keterlambatan pemenuhan pesanan, maka penelitian ini akan mengembangkan prosedur pengurutan dan penjadwalan produksi dengan menggunakan metode yang sudah ada sebelumnya yaitu *Campbell Dudek* dan *Smith* dengan kriteria tujuan yaitu minimasi *makespan*. Penggunaan metode *Campbell Dudek* dan *Smith* pada penelitian ini dikarenakan terdapat persamaan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nurainun dan Oktiantri (2019) dan Aritonang dkk (2015) yaitu berupa aliran produksi *flow shop*. Selain itu, permasalahan yang ingin diselesaikan memiliki kemiripan yaitu terkait keterlambatan pemenuhan pesanan sehingga bertujuan untuk meminimasi waktu penyelesaian. Berdasarkan kemiripan akan penelitian pendahulu maka penelitian sekarang menggunakan metode yang sama dengan penelitian terdahulu. Penjadwalan produksi pada penelitian ini nantinya dapat digunakan oleh CV. JLP untuk memperkirakan waktu penyelesaian pesanan kepada konsumen.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Perencanaan Produksi**

Menurut Anis dkk (2007), perencanaan produksi merupakan suatu proses untuk memproduksi barang pada suatu periode tertentu sesuai dengan peramalan atau penjadwalan yang sudah dilakukan melalui pengorganisasian sumber daya seperti tenaga kerja, bahan baku, mesin dan peralatan lainnya.

Pada proses perencanaan tersebut, dibutuhkan alat bantu berupa peta kerja. Menurut Sutalaksana (2006), peta kerja merupakan suatu alat yang dapat menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Adapun salah satu jenis peta kerja tersebut yaitu Peta Proses Operasi (PPO). Peta Proses Operasi

(PPO) digunakan untuk menggambarkan kegiatan yang berhubungan dengan proses produksi meliputi langkah-langkah operasi yang dialami bahan baku dari awal hingga menjadi produk jadi. Berikut ini merupakan simbol-simbol yang terdapat pada PPO yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1. Simbol-simbol dalam Peta Proses Operasi Menurut Wignjosoebroto (2003)**

No	Simbol	Aktivitas	Keterangan
1		Operasi	Operasi terjadi jika <i>item</i> mengalami perubahan karakteristik.
2		Transportasi	Transportasi terjadi jika <i>item</i> dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lainnya.
3		Inspeksi	Inspeksi atau pemeriksaan terjadi jika <i>item</i> diuji atau diperiksa dengan standar yang sudah ditetapkan.
4		Menunggu	Proses menunggu terjadi jika <i>item</i> tidak mengalami kegiatan apapun selain menunggu. Contohnya bahan baku menunggu untuk diangkut ke tempat lain.
5		Penyimpanan	Proses penyimpanan terjadi jika <i>item</i> disimpan pada suatu tempat penyimpanan.
6		Aktivitas Ganda	Aktivitas ganda terjadi jika terdapat dua elemen kerja yang harus dikerjakan bersamaan.

### 2.2.2. Penjadwalan

Menurut Baker (2009), penjadwalan merupakan sebuah kegiatan untuk menyelesaikan sekumpulan pekerjaan dengan durasi waktu yang telah ditentukan, dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Pada proses penjadwalan, adapun sumber daya yang perlu diketahui untuk menentukan waktu penyelesaian tugas yaitu meliputi jumlah sumber daya serta jenis sumber daya yang tersedia. Selain informasi mengenai sumber daya, adapun informasi mengenai tugas juga perlu diketahui untuk menentukan masalah penjadwalan. Sedangkan, menurut Pinedo (2016) penjadwalan merupakan sebuah proses untuk pengambilan keputusan yang dapat pada industri manufaktur ataupun jasa untuk mengalokasikan sumberdaya dengan tujuan pengoptimalan. Adapun manfaat yang dapat didapatkan jika melakukan penjadwalan produksi menurut Baker (2009) yaitu:

- a. Tingkat produktivitas mesin pada perusahaan akan meningkat, karena terjadi

- pengurangan waktu menganggur pada mesin.
- b. Jumlah persediaan untuk barang setengah jadi berkurang, akibat pengurangan jumlah pekerjaan yang sedang menunggu untuk diproses pada mesin.
  - c. Tingkat keterlambatan akibat batas waktu menurun, karena terjadi pengurangan jumlah pekerjaan yang terlambat dan waktu maksimum keterlambatan
  - d. Mengurangi biaya produksi.
  - e. Dapat memenuhi batas waktu yang telah ditentukan oleh konsumen, sehingga tidak terjadi keterlambatan pemenuhan pesanan yang dapat mengakibatkan menurunnya tingkat kepuasan dan kepercayaan pelanggan, serta terhindar dari biaya denda.

Pada penjadwalan produksi menurut Baker (2009) terdapat tiga elemen dasar dalam proses operasi yaitu *job*, operasi dan mesin.

- a. *Job* atau pekerjaan merupakan kumpulan beberapa tugas dasar yang disebut dengan operasi yang harus dikerjakan.
- b. Operasi merupakan bagian dari pekerjaan atau *job*, di mana untuk mengerjakan suatu pekerjaan tersebut seluruh operasi akan diurutkan terlebih dahulu sebelum dijadwalkan. Setiap operasi pada suatu pekerjaan memiliki waktu proses yang dinotasikan dengan ( $p_{ij}$ ) yang merupakan waktu untuk mengerjakan operasi tersebut.
- c. Mesin adalah salah satu sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

### 2.2.3. Istilah dalam Penjadwalan

Menurut Baker (2009) terdapat beberapa istilah yang digunakan dalam penjadwalan produksi, diantaranya yaitu:

- a. *Release date* disimbolkan dengan notasi ( $r_{ij}$ ) yaitu waktu di mana suatu pekerjaan  $j$  pada mesin  $i$  tersedia untuk dapat diproses atau dikerjakan.
- b. *Waiting time* disimbolkan dengan notasi ( $W_{ij}$ ), yaitu waktu yang dihabiskan sebelum dimulainya proses operasi untuk menyelesaikan pekerjaan  $j$  pada mesin  $i$ .
- c. *Completion time* disimbolkan dengan notasi ( $C_{ij}$ ), yaitu waktu yang diperlukan untuk mengerjakan pekerjaan  $j$  pada mesin  $i$ .
- d. *Processing time* disimbolkan dengan notasi ( $p_{ij}$ ), yaitu waktu yang diperlukan untuk memproses pekerjaan  $j$  pada mesin  $i$ .

- e. *Due date* disimbolkan dengan notasi ( $d_{ij}$ ), yaitu batas waktu penyelesaian untuk *job j* pada mesin *i*.
- f. *Lateness* disimbolkan dengan notasi ( $L_j$ ), yaitu jumlah waktu yang melebihi waktu penyelesaian pada pekerjaan *j*.  
 $L_j = C_j - d_j \leq 0$  maka waktu penyelesaian pekerjaan *j* memenuhi batas waktu.  
 $L_j = C_j - d_j > 0$  maka waktu penyelesaian pekerjaan *j* melewati batas waktu.
- g. *Tardiness* disimbolkan dengan notasi ( $T_j$ ), yaitu besarnya keterlambatan pekerjaan *j* akibat gagal memenuhi batas waktu.
- h. *Earliness* disimbolkan dengan notasi ( $e_j$ ), yaitu keterlambatan yang bernilai negatif.
- i. *Slack* disimbolkan dengan notasi ( $S_j$ ), yaitu waktu sisa yang tersedia dari suatu *job*.
- j. *Makespan* disimbolkan dengan notasi ( $M$ ), yaitu waktu penyelesaian seluruh *job*.
- k. *Flow time* disimbolkan dengan notasi ( $F_{ij}$ ), yaitu waktu yang dihabiskan oleh pekerjaan dalam sistem, di mana besarnya nilai  $F_{ij}$  yaitu:

$$F_{ij} = C_{ij} - r_{ij} \quad (2.1)$$

#### 2.2.4. Kriteria Pengukuran Kinerja Penjadwalan

Pada umumnya untuk mengevaluasi penjadwalan produksi dilakukan dengan menghitung secara agregat atau keseluruhan informasi mengenai semua pekerjaan atau *job* yang menghasilkan ukuran performansi. Berikut ini merupakan kriteria pengukuran kinerja penjadwalan menurut Baker (2009), yaitu:

- a. *Total Flow Time*

$$F = \sum_{j=1}^n F_j \quad (2.2)$$

- b. *Total Tardiness*

$$T = \sum_{j=1}^n T_j \quad (2.3)$$

- c. *Mean Flow Time*

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j \quad (2.4)$$

- d. *Mean Lateness*

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n L_j \quad (2.5)$$

- e. *Mean Tardiness*

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j \quad (2.6)$$

- f. *Maximum Flow Time*

$$F_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{F_j\} \quad (2.7)$$

g. *Maximum Tardiness*

$$T_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{T_j\} \quad (2.8)$$

h. *Number of Tardy Job*

$$U = \sum_{j=1}^n \delta\{T_j\} \quad (2.9)$$

Di mana  $\delta(x) = 1$ , jika  $x > 0$

$\delta(x) = 0$ , lainnya

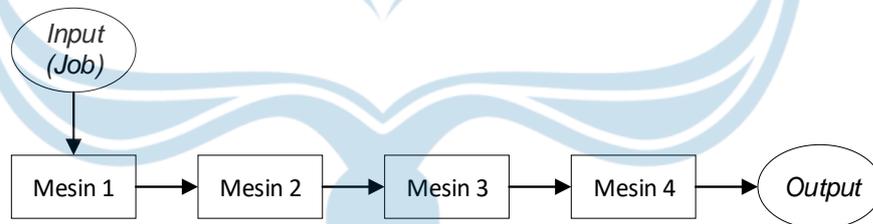
i. *Maximum Completion Time*

$$C_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{C_j\} \quad (2.10)$$

### 2.2.5. Jenis Penjadwalan

Menurut Baker (2009) berdasarkan aliran proses produksi, penjadwalan produksi dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

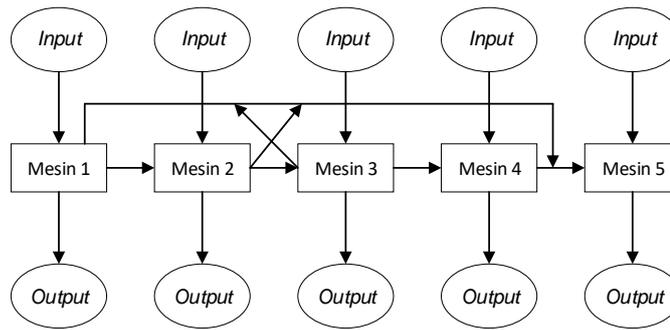
- a. *Pure flow shop* merupakan aliran proses produksi yang mempunyai pola aliran proses identik. Dapat dilihat pada Gambar 2.1. di bawah ini, bahwa setiap pekerjaan atau *job* akan melewati semua mesin yang tersedia yaitu mesin 1 hingga mesin 4 sesuai dengan urutannya.



**Gambar 2.1. Alur kerja pada *pure flow shop***

(Conway, 2001)

- b. *General flow shop* merupakan aliran proses produksi yang mempunyai pola aliran proses tidak identik. Dapat dilihat pada Gambar 2.2. bahwa setiap pekerjaan dimungkinkan memerlukan kurang dari  $m$ -operasi, dan dimungkinkan juga setiap operasi tidak selalu membutuhkan mesin yang berdekatan.



**Gambar 2.2. Alur kerja *general flow shop***

(Conway, 2001)

Adapun proses *flow shop* dapat diilustrasikan seperti pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.2. Proses *flow shop* menurut Conway (2001)**

Pekerjaan	Mesin X	Mesin Y	Mesin Z
1	$p_{11}$	$p_{21}$	$p_{31}$
2	$p_{12}$	$p_{22}$	$p_{32}$
3	$p_{13}$	$p_{23}$	$p_{33}$

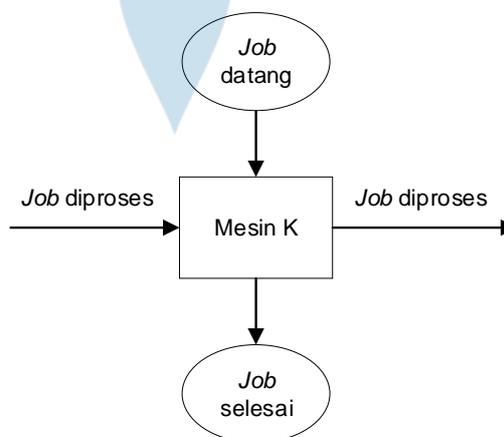
Keterangan:

$p_{11}$ : Waktu proses mengerjakan pekerjaan 1 pada mesin X

$p_{21}$ : Waktu proses mengerjakan pekerjaan 2 pada mesin Y

$p_{31}$ : Waktu proses mengerjakan pekerjaan 3 pada mesin Z

- c. *Job shop* merupakan aliran proses produksi yang memiliki pola aliran proses yang unik di mana setiap *job* memiliki urutan proses produksi yang berbeda-beda. Adapun pola aliran pada *job shop* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3. Pola aliran pada *job shop***

(Baker, 2009)

### 2.2.6. Klasifikasi Penjadwalan

Menurut Pinedo (2016) penjadwalan produksi diklasifikasikan sebagai berikut, yaitu:

a. Penjadwalan mesin tunggal

Menurut Pinedo (2016) permasalahan penjadwalan pada mesin tunggal merupakan permasalahan yang paling sederhana, di mana pada permasalahan tersebut hanya terdapat sebuah mesin.

b. Penjadwalan mesin paralel

- i. Penjadwalan *n-job* pada mesin paralel identik mempunyai prinsip bahwa pengalokasian beban pada mesin akan ditinjau berdasarkan keadaan mesin apakah dalam kondisi *idle* atau tidak.
  - ii. Penjadwalan *n-job* pada mesin paralel non identik, memiliki ciri yaitu berupa adanya kesamaan fungsi dari seluruh mesin yang ada. Adanya kesamaan dari fungsi mesin tersebut tidak menyebabkan waktu proses dari setiap *job* juga sama, sehingga pada penjadwalan ini waktu proses pada setiap *job* tetap berbeda satu dengan yang lainnya.
  - iii. Penjadwalan *n-job* pada mesin *unrelated* merupakan generalisasi dari penjadwalan *n-job* pada mesin paralel identik dan non identik. Pada penjadwalan ini mesin *i* dapat memproses pekerjaan *j* dengan kecepatan  $V_{ij}$ . Jika kecepatan mesin tidak bergantung pada pekerjaan, maka nilai  $V_{ij}$  akan sama dengan nilai  $V_i$ , untuk setiap mesin dan setiap pekerjaan, sehingga penjadwalannya termasuk ke dalam penjadwalan pada mesin paralel identik, dan sebaliknya.
- c. Penjadwalan *flow shop* adalah penjadwalan dengan *m*-mesin secara seri, di mana setiap pekerjaan akan diproses pada masing-masing *m*-mesin tersebut, dengan mengikuti rute yang sama untuk setiap pekerjaan.
- d. Penjadwalan *flexible flow shop* merupakan perluasan dari penjadwalan *flow shop* dengan mesin paralel.
- e. Penjadwalan *job shop* adalah penjadwalan dengan *m* mesin, di mana setiap pekerjaan mempunyai rute yang telah ditentukan untuk diikuti. Pada penjadwalan *job shop*, suatu mesin yang memproses lebih dari satu kali untuk beberapa pekerjaan yang membutuhkan mesin yang sama.
- f. Penjadwalan *flexible job shop*, merupakan perluasan dari penjadwalan *job shop* dengan mesin paralel, di mana pada penjadwalan ini terdapat sejumlah

mesin identik yang disusun secara seri yang terdapat pada beberapa stasiun kerja.

- g. Penjadwalan *open shop* adalah penjadwalan dengan sejumlah  $m$  mesin, di setiap mesin dapat memproses seluruh pekerjaan yang ada. Pada penjadwalan ini tidak terdapat batasan mengenai rute dari setiap pekerjaan, karena setiap pekerjaan mungkin memiliki rute yang berbeda-beda.

### 2.2.7. Metode *Campbell, Dudek and Smith (CDS)*

Metode *Campbell, Dudek* dan *Smith* merupakan metode pengembangan dari aturan Johnson yang dikembangkan oleh H.G. Campbell, R.A. Dudek dan M.L. Smith. Menurut Ginting (2009) metode *Campbell, Dudek* dan *Smith (CDS)* merupakan salah satu metode penjadwalan produksi yang dapat meminimasi *makespan* dan menghasilkan solusi yang mendekati optimal. Hal tersebut dikarenakan pada metode *Campbell Dudek* dan *Smith* urutan *job* terbaik dicari dengan mengkombinasikan stasiun kerja yang ada menjadi dua kelompok mesin. Berdasarkan dua kelompok tersebut dicarilah urutan *job* terbaik dengan menggunakan aturan Johnson, di mana jika waktu operasi terkecil terdapat pada mesin pertama maka *job* akan tersebut akan diletakan pada awal deret penjadwalan. Sebaliknya, jika waktu operasi terkecil terdapat pada mesin kedua, maka *job* akan diletakan pada akhir deret penjadwalan. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk melakukan penjadwalan dengan metode *Campbell Dudek Smith*:

- a. Langkah 1

Menentukan jumlah iterasi dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah iterasi} = \text{jumlah mesin} - 1 \quad (2.1)$$

- b. Langkah 2

i Menetapkan penjadwalan pertama ( $K=1$ ).

ii Menentukan nilai  $t'_{i,1}$  dan  $t'_{i,2}$  untuk seluruh *job* yang ada, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$t'_{i,1} = \sum_{k=1}^k t_{i,k} \quad (2.2)$$

$$t'_{i,2} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1} \quad (2.3)$$

- c. Langkah 3

Menentukan urutan pekerjaan dengan menggunakan aturan Johnson dengan menganggap  $t'_{i,1} = t_{i,1}$  dan  $t'_{i,2} = t_{i,2}$ .

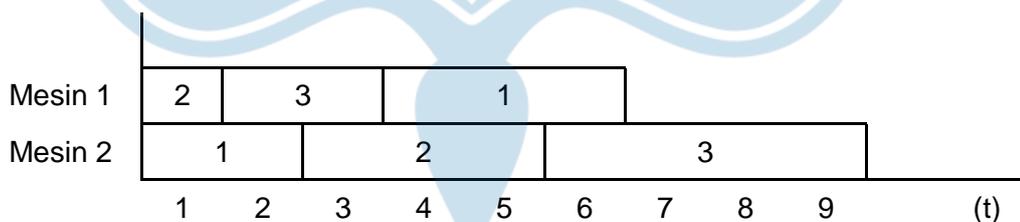
i Jika waktu minimum didapatkan pada mesin pertama ( $t_{i,1}$ ) maka pekerjaan tersebut diletakan pada deret penjadwalan awal.

- ii Jika waktu minimum didapatkan pada mesin kedua ( $t_{i2}$ ) maka pekerjaan tersebut diletakan pada deret penjadwalan akhir.
- d. Langkah 4  
Hitunglah *makespan* dari jadwal tersebut.
- e. Langkah 5  
Jika  $K = (m-1)$  maka penjadwalan *job* sudah selesai, dan pilihlah urutan dengan nilai *makespan* terkecil. Jika  $K \neq (m-1)$  maka tetapkan penjadwalan selanjutnya ( $K = K + 1$ ) dan ulangi langkah 2.

**2.2.8. Gantt Chart**

Menurut Pinedo (2006) terdapat beberapa model yang dapat digunakan untuk mempermudah visualisasi dari hasil penjadwalan secara detail, salah satunya yaitu berupa *Gantt Chart*. *Gantt chart* merupakan grafik yang dikembangkan oleh Herry L. Gantt pada tahun 1918. Menurut Heizer dan Render (2005) penjadwalan produksi dapat dilakukan dengan menggunakan *gantt chart*, karena *gantt chart* dapat membantu untuk memvisualisasikan jadwal dan elemen detail dalam penjadwalan seperti sumber daya dan tugas yang ada.

Grafik *gantt chart* pada umumnya terdiri dari garis vertikal dengan sumbu y yang memberikan informasi terkait sumber daya berupa mesin sedangkan garis horizontal dengan sumbu x memberikan informasi terkait waktu penyelesaian tugas. Berikut ini merupakan contoh *gantt chart* yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4. Contoh Gantt Chart**

Pada gambar di atas dapat dilihat terdapat dua buah mesin dan tiga jenis pekerjaan yang memiliki waktu operasi berbeda-beda. Adapun pengurutan penjadwalan tersebut berdasarkan waktu operasi yang paling cepat. Berikut ini merupakan waktu operasi dari setiap pekerjaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Waktu Operasi Seluruh Job**

<i>Job i</i>	1	2	3
<i>p<sub>i1</sub></i>	3	1	2
<i>p<sub>i2</sub></i>	2	3	4

Berdasarkan Tabel 2.3. pada mesin pertama waktu operasi tercepat terdapat pada *job 2*, sehingga *job 2* akan dijadwalkan terlebih dahulu, sedangkan pada mesin kedua operasi tercepat terdapat pada *job 1*. Pada mesin pertama, setelah *job 2* telah dijadwalkan, selanjutnya adalah menjadwalkan *job 1* dan *job 3* dengan melihat kembali waktu operasi tercepat. Berdasarkan waktu operasi, *job 3* jika dibandingkan dengan *job 1* pada mesin pertama, *job 3* memiliki waktu operasi paling cepat, sehingga *job 3* akan dijadwalkan terlebih dahulu. Adapun langkah untuk menentukan urutan penjadwalan pada mesin kedua sama dengan mesin pertama.

