

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Sejumlah penelitian yang berkaitan dengan penjadwalan produksi telah dilakukan, antara lain oleh Wigaswara (2013) di PT Bejana Mas Perkasa. Penelitian tersebut dilakukan untuk meminimasi keterlambatan penyelesaian pesanan yang diakibatkan oleh belum adanya standar penjadwalan perusahaan. Hasil penelitiannya adalah prosedur penjadwalan usulan dengan *lot splitting* dan EDD (*Earliest Due Date*) beserta program bantu *Microsoft Excel*.

Utami (2012) melakukan penelitian mengenai keterlambatan pemenuhan pesanan di IKM "Lyla's Home Industry". Penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan ketersediaan waktu minimum yang harus dipenuhi pekerja agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian pesanan. Penentuan ketersediaan waktu minimum pekerja dianalisis dengan penjadwalan yang memperhitungkan ketersediaan waktu (*availability*) kedua pekerja serta memperhitungkan ketersediaan bahan. Hasil penjadwalan menunjukkan bahwa harus ada minimal satu pekerja yang memiliki ketersediaan 8 jam dan satu pekerja yang memiliki ketersediaan 7 jam untuk dapat memenuhi seluruh pesanan tepat pada waktunya. Alternatif lain adalah menambah satu pekerja untuk menutupi keterbatasan ketersediaan salah satu pekerja.

Astuti (2009) melakukan penelitian untuk menyusun metode dan prosedur yang dapat digunakan sebagai dasar penerimaan atau penolakan pesanan di Olla Roti. Metode penjadwalan yang memberi kejelasan kerja kepada setiap pegawai dengan tetap memastikan terpenuhinya *due date* setiap pesanan juga disusun. Metode pemecahan masalah yang dilakukan adalah penjadwalan dengan penyisipan dan penggabungan pesanan serta penentuan mesin yang menjadi kendala dengan pendekatan *Theory of Constraint*.

Rinawati (2007) melakukan penelitian di perusahaan sarung tangan PT. Budi Manunggal Yogyakarta, penelitian dilakukan karena perusahaan memiliki masalah pada *makespan* yang panjang sehingga jam lemburnya besar. Usulan perbaikan dilakukan dengan membandingkan *makespan* dari beberapa ukuran lot yang sebelumnya dilakukan di perusahaan, yaitu 30. Ukuran lot 15, 10, dan 5 digunakan untuk pembandingan karena sesuai dengan batas teknis perusahaan.

Penelitian menunjukkan bahwa *makespan* tersingkat ditunjukkan pada penjadwalan dengan ukuran lot transfer 10.

Patria (2006) melakukan penelitian dengan menjadwalkan ulang produksi garmen di Hadi Bola & Sport Collection Ungaran. Usulan penjadwalannya menggunakan *Non Delay Algorithm* dengan prioritas *Earliest Due Date* yakni memprioritaskan produksi berdasarkan tenggat waktu tersingkat yang diberikan oleh konsumen. Penjadwalan dilakukan dengan dua alternatif, yang pertama dengan menggunakan ukuran lot maksimum mesin potong dan yang kedua menggunakan ukuran lot 0,5 kali dari alternatif yang pertama. Hasil penjadwalan dengan ukuran 0,5 kali lot maksimum menghasilkan waktu total proses yang lebih kecil dan selisih waktu antar job yang semakin singkat.

Penelitian saat ini dilakukan untuk mengurangi *makespan* serta jumlah pekerjaan yang terlambat di Dik'sa Sport. Usulan perbaikan yang ditawarkan adalah mengubah mekanisme *transfer lot* dan aliran proses produksi agar lebih efisien dan sesuai dengan ketersediaan sumber daya rantai produksi serta sesuai dengan sistem produksi dan skala produksi perusahaan. Aliran proses produksi usulan ini menghasilkan waktu proses rata-rata yang lebih singkat sehingga berdampak pada *makespan* yang lebih singkat juga. Waktu proses tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan metode penolakan dan penerimaan pesanan. Hal ini dilakukan untuk membantu pemilik usaha agar keputusan yang diambil dalam menerima atau menolak pesanan tidak bersifat subyektif.

**Tabel 2.1. Perbandingan antara Penelitian Sebelumnya dan Sekarang**

| <b>Nama penulis</b> | <b>Tempat Penelitian</b>     | <b>Tujuan Penelitian</b>  | <b>Metode</b>   |
|---------------------|------------------------------|---|---|
| Wigaswara (2013)    | PT. Bejana Mas Perkasa       | Meminimasi keterlambatan penyelesaian pesanan dan menyusun prosedur penjadwalan usulan  | Penjadwalan dengan lot splitting dan metode EDD (Earliest Due Date)   |
| Utami (2012)        | Lyla's Home Industry         | Menentukan ketersediaan waktu minimum yang harus dipenuhi pekerja agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian pesanan   | Analisis ketersediaan waktu ( <i>availability</i> ) serta memperhitungkan ketersediaan bahan                            |
| Astuti (2009)       | Olla Roti                    | Menyusun metode dan prosedur yang dapat digunakan sebagai dasar penerimaan dan penolakan pesanan  | Penjadwalan dengan penyisipan dan penggabungan pesanan serta penentuan mesin yang menjadi kendala dengan pendekatan TOC |
| Rinawati (2007)     | PT. Budi Manunggal           | Mengurangi jam lembur yang sangat besar dengan meminimasi <i>makespan</i>   | Penjadwalan dengan alternatif berbagai ukuran lot   |
| Patria (2006)       | Hadi Bola & Sport Collection | Menghasilkan waktu total proses yang lebih kecil dan selisih waktu antar job yang semakin singkat   | Penjadwalan dengan <i>Non Delay Algorithm</i> dan prioritas EDD dan alternatif ukuran lot                               |
| Kurniawati (2014)   | Dik'sa Sport                 | Menyusun usulan aliran produksi dan mekanisme <i>lot transfer</i> untuk minimasi <i>makespan</i> dan jumlah <i>job tardy</i> serta menyusun metode penerimaan, penolakan, dan penentuan <i>due date</i> pesanan | Penyusunan aliran produksi dengan memperhatikan penjadwalan awal. Penjadwalan dengan prioritas FCFS.                    |

## **2.2. Dasar Teori**

Sub bab Dasar Teori berisi penjelasan mengenai berbagai macam teori-teori yang berkaitan dengan teknik industri dan digunakan sebagai dasar penyusunan penelitian ini. Berikut adalah penjelasan dari dasar teori yang dipakai dalam penelitian ini:

### **2.2.1. Penjadwalan Produksi**

Penjadwalan produksi didefinisikan sebagai proses yang dilakukan untuk menentukan kapan dan di mana setiap operasi yang dibutuhkan untuk membuat atau merakit suatu produk dapat mulai dikerjakan. Penjadwalan juga diartikan sebagai susunan waktu untuk memulai dan selesainya setiap operasi (Burbidge, 1971). Penjadwalan didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk mengerjakan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu dengan 2 arti penting sebagai berikut (Baker, 1974):

- a. Penjadwalan merupakan suatu fungsi pengambilan keputusan untuk membuat atau menentukan jadwal.
- b. Penjadwalan merupakan suatu teori yang berisi sekumpulan prinsip dasar, model, teknik, dan kesimpulan logis dalam proses pengambilan keputusan yang memberikan pengertian dalam fungsi penjadwalan.

Teknik penjadwalan yang tepat bergantung pada volume pesanan, ciri operasi, keseluruhan kompleksitas pekerjaan, serta perhatian pada tujuan dari penjadwalan itu sendiri. Tujuan penjadwalan produksi adalah sebagai berikut (Reinder dan Heizer, 2001):

- a. Meminimalkan waktu penyelesaian. Hal ini dihitung dengan menentukan rata-rata waktu penyelesaian.
- b. Memaksimalkan utilisasi. Hal ini dihitung dengan menentukan persentase penggunaan suatu fasilitas atau sumber daya di rantai produksi.
- c. Meminimalkan persediaan barang dalam proses atau WIP. Hal ini didapat dengan menentukan rata-rata jumlah pekerjaan dalam sistem. Hubungan antara jumlah pekerjaan dalam sistem dengan persediaan barang dalam proses adalah berbanding lurus. Kesimpulannya, semakin kecil jumlah pekerjaan yang ada dalam sistem maka semakin kecil pula persediaan barang dalam prosesnya.
- d. Meminimalkan waktu tunggu pelanggan. Hal ini dinilai dengan menghitung rata-rata jumlah pesanan yang terlambat.

### 2.2.2. Notasi dalam Penjadwalan

Notasi penjadwalan dibedakan menjadi 2 tipe informasi, yakni informasi yang diketahui di awal dan informasi yang didapatkan sebagai hasil dari penjadwalan. Notasi yang diketahui di awal disajikan sebagai *input* dari proses penjadwalan dan biasanya menggunakan *lowercase letter* sebagai cirinya (Baker dan Trietsch, 2009). Notasi-notasi yang umum digunakan dalam penjadwalan terdapat pada penjelasan sebagai berikut (Bedworth dan Bailey, 1987):

a. *Processing time* atau waktu proses ( $t_i$ )

Waktu proses merupakan estimasi waktu penyelesaian pengerjaan suatu *job/task*.

b. *Setup time* atau waktu setup ( $s_i$ )

Waktu *setup* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan persiapan sebelum pemrosesan *job* dilaksanakan di suatu mesin.

c. *Flow time* atau waktu tinggal ( $F_i$ )

Waktu tinggal merupakan waktu antara saat bahan baku datang (*arrival time*) dan siap di produksi sampai saat kirim (*delivery date*).

d. *Arrive time* atau saat datang ( $a_i$ )

Saat datang adalah saat *job* mulai berada di *shop floor (production line)*.

e. *Delivery date* atau saat kirim ( $del_i$ )

Saat kirim adalah saat pengiriman *job* yang sudah selesai dikerjakan dari *shop floor* ke konsumen.

f. *Ready/release time* atau saat siap ( $r_i$ )

Saat siap adalah saat sebuah *job* sampai di lantai produksi dan siap untuk diproses.

g. *Due date* atau batas waktu ( $d_i$ )

Batas waktu adalah saat batas atau *deadline* untuk penyelesaian suatu *job*. *Job* yang selesai setelah batas tersebut dinyatakan terlambat.

h. *Makespan*

*Makespan* adalah interval waktu total untuk penyelesaian seluruh *job*.

i. *Maximum completion time* atau saat selesai max ( $C_{max}$ ),

*Completion Time* adalah saat suatu *job* selesai diproses. Rumus *Maximum completion time* adalah  $C_{max} = \max_{1 \leq j \leq n} C_j$

j. *Lateness* ( $L_i$ )

*Lateness* ( $L_i$ ) merupakan selisih antara saat suatu *job* selesai diproses dengan *due date job* tersebut. Rumus *Lateness* adalah  $L_i = c_i - d_i$

k. *Tardiness* atau *positive lateness* ( $T_i$ )

*Tardiness* adalah salah satu bentuk *Lateness* yang bersifat positif karena *job* baru dapat diselesaikan setelah *due date*.

l. *Earliness* atau *negative lateness* ( $E_i$ )

*Tardiness* adalah salah satu bentuk *Lateness* yang bersifat negatif karena *job* dapat diselesaikan lebih awal dari *due date* yang sudah ditentukan.

### 2.2.3. Penjadwalan Forward dan Backward

Salah satu teknik penjadwalan adalah penjadwalan *forward* dan *backward*. Penjadwalan *forward* atau ke depan ini dimulai segera setelah persyaratan-persyaratan diketahui dan dipenuhi. Persyaratannya berupa ketersediaan bahan baku, pekerja, mesin, dan lainnya. Penjadwalan *forward* biasanya dirancang untuk menghasilkan jadwal yang bisa diselesaikan meskipun tidak berarti memenuhi tanggal jatuh temponya. Penjadwalan *forward* dalam beberapa kasus menyebabkan penumpukan barang dalam proses atau WIP. Penjadwalan *backward* atau ke belakang dilakukan dengan mulai menjadwalkan dari *due date*. Penjadwalan jenis ini dilakukan dari operasi terakhir terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan menjadwalkan operasi-operasi sebelumnya (Render dan Heizer, 2001).

### 2.2.4. Penjadwalan Job Shop

Masalah klasik terpenting yang membedakan penjadwalan *job shop* dengan penjadwalan *flow shop* adalah aliran prosesnya yang tidak searah. Permasalahan terdapat pada  $m$  mesin dan  $n$  *job* yang harus dijadwalkan (Baker dan Trietsch, 2009). Penjadwalan *job shop* adalah pengurutan pekerjaan untuk lintas produksi yang tidak beraturan atau tata letak pabrik yang berdasarkan proses. Tipe penjadwalan seperti ini lebih sulit dibandingkan penjadwalan *flow shop*. Hal ini disebabkan oleh 3 alasan, yaitu:

- a. Penjadwalan *Job shop* menangani variasi produk yang banyak dengan pola aliran yang berbeda-beda untuk tiap jenis produknya.
- b. Peralatan atau rantai produksi *job shop* digunakan secara bersamaan untuk memproduksi banyak order dengan berbagai jenis pesanan. Peralatan atau mesin pada rantai produksi *flow shop* digunakan khusus hanya untuk satu jenis produk.

- c. *Job-job* yang berbeda sebagian besar ditentukan oleh prioritas yang berbeda pula, hal ini mengakibatkan order tertentu yang dipilih harus diproses seketika. Prioritas order pada *flow shop* dipengaruhi terutama pada pengirimannya dibandingkan tanggal pemrosesan.

#### **2.2.5. Aturan Prioritas (*Dispatching Priority*)**

Aturan prioritas memberikan panduan untuk urutan pekerjaan yang harus dilaksanakan (Render dan Heizer, 2001). Aturannya secara khusus bisa diterapkan untuk fasilitas yang berfokus pada proses. Aturan prioritas diterapkan untuk mengurangi waktu penyelesaian, jumlah *job* yang diproses dalam satu satuan waktu, dan keterlambatan proses karena ketersediaan sumber daya. Aturan prioritas yang paling sering digunakan adalah sebagai berikut:

a. *First Come First Serve* (FCFS)

FCFS adalah aturan prioritas dengan mengurutkan pengerjaan *job* berdasarkan urutan kedatangan di lantai produksi

b. *Shortest Processing Time* (SPT)

Pesanan diurutkan menurut waktu pemrosesan, dengan prioritas tertinggi diberikan kepada pekerjaan yang paling pendek. Aturan ini akan menghasilkan WIP, *flow time* dan *lateness* yang terkecil.

c. *Earliest Due Date* (EDD)

Aturan EDD mengurutkan *job* berdasarkan *due date* yang paling awal atau paling cepat hingga yang paling akhir. Aturan ini akan mengurangi *lateness* dan *tardiness*.

d. *Longest Processing Time* (LPT)

Aturan SPT mengurutkan *job* berdasarkan waktu proses dari yang terpanjang hingga yang terpendek.

#### **2.2.6. Gantt Chart**

*Gantt Chart* sebagai alat bantu visual yang sangat berguna dalam pembebanan penjadwalan. Nama diagram ini berasal dari Henry Gantt yang membuat diagram ini pada akhir tahun 1800an. Diagram ini menunjukkan waktu pembebanan dan waktu menganggur dari beberapa departemen. Diagram ini menampilkan beban kerja relatif di dalam sistem sehingga para manajer bisa tahu penyesuaian seperti apa yang tepat untuk dilakukan dalam lantai produksi. Salah satu batasan utama diagram ini adalah tidak bisa diandalkan untuk variabilitas produksi seperti

kerusakan yang tidak diharapkan atau kesalahan manusia yang mensyaratkan pekerjaan itu harus dilakukan ulang. *Gantt Chart* harus diperbaharui secara teratur untuk menjadwalkan pekerjaan yang baru dan merevisi perkiraan waktu (Render dan Heizer, 2001).

### 2.2.7. Uji Keseragaman Data

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Teknik pengukuran jam henti adalah metode pengukuran waktu yang paling sederhana karenanya metode ini lebih sering digunakan daripada metode-metode pengukuran waktu lainnya (Sutalaksana, 2006).

Uji keseragaman data adalah pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama. Uji keseragaman data dilakukan dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

- a. Membagi data ke dalam beberapa subgroup.

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sub grup dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$k = 1 + 3,3 \log N \quad (2.1)$$

Keterangan:

N : Jumlah pengamatan

k : Jumlah subgroup

- b. Menghitung rata-rata sub group.

Rumus yang digunakan untuk menghitung rata-rata subgroup dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\bar{\bar{X}}$  : Nilai rata – rata subgroup (detik)

$\sum \bar{x}_i$  : Jumlah rerata – rata subgroup (detik)

K : banyaknya subgroup

- c. Menghitung standar deviasi dari waktu penyelesaian.

Rumus yang digunakan untuk menghitung standar deviasi waktu dapat dilihat pada persamaan 2.3. dan 2.4.

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (\text{untuk } N > 30) \quad (2.3)$$

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (\text{untuk } N < 30) \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\sigma$  : Standar deviasi waktu

$X_i$  : Data ke-i

$\bar{X}$  : Nilai rata – rata subgroup (detik)

$N$  : Banyaknya data

d. Menghitung standar deviasi dari distribusi nilai rata – rata sub group.

Standar deviasi adalah akar kuadrat dari varians dan menunjukkan standar penyimpangan data dan tingkat penyebaran data terhadap nilai rata-ratanya. Standar deviasi yang semakin kecil menunjukkan tingkat penyebaran data yang semakin baik. Standar deviasi dari distribusi nilai rata–rata subgroup dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$\sigma_{\bar{X}}$  : Standar deviasi dari nilai rata–rata sub group

$\sigma$  : standar deviasi waktu

$N$  : banyaknya data setiap sub group

e. Menghitung nilai Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB).

Rumus untuk menghitung Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah dapat menggunakan persamaan 2.5 dan 2.6.

$$BKA = \bar{X} + 3 \sigma_{\bar{X}} \quad (2.5)$$

$$BKB = \bar{X} - 3 \sigma_{\bar{X}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$\sigma_{\bar{X}}$  : Standar deviasi dari nilai rata–rata subgroup

$\bar{X}$  : Nilai rata–rata subgroup (detik)

$K$  : Nilai tingkat keyakinan

Data yang dikatakan seragam berada di antara kedua batas kendali, dan tidak seragam jika berbeda di luar batas kendali.

### 2.2.8. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data adalah proses pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diambil untuk penelitian sudah mencukupi untuk dilakukan perhitungan waktu baku. Pengujian kecukupan data dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

a. Tingkat ketelitian

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum dari hasil perhitungan terhadap nilai waktu yang sebenarnya.

b. Tingkat kepercayaan

Tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya probabilitas bahwa data yang sudah diambil berada dalam tingkat ketelitian yang sebelumnya telah ditentukan.

Rumus untuk menguji kecukupan data pengamatan dapat menggunakan persamaan 2.7.

$$N' = \left( \frac{\frac{K}{s} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X} \right) \quad (2.7)$$

Keterangan:

$N'$  : Jumlah pengukuran yang diperlukan

$N$  : Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

$K$  : Tingkat keyakinan

$s$  : Tingkat ketelitian

$X_i$  : Data ke- $i$

### 2.2.9. Perhitungan Waktu Baku

a. Perhitungan waktu siklus rata-rata ( $W_s$ )

Data yang telah melewati uji keseragaman dan uji kecukupan selanjutnya akan digunakan untuk menghitung waktu siklus, waktu normal dan waktu baku. Waktu siklus adalah waktu penyelesaian rata-rata selama pengukuran. Persamaan 2.8 adalah rumus yang digunakan untuk menghitung waktu siklus.

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$X_i$  : Jumlah waktu siklus (detik)

$N$  : Banyaknya data

b. perhitungan waktu normal ( $W_n$ )

waktu normal adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku dan diselesaikan dengan cara yang wajar. Rumus perhitungan waktu normal terdapat pada persamaan 2.9 sebagai berikut:

$$W_n = W_s \times P \quad (2.9)$$

Keterangan:

P : Faktor penyesuaian

Menurut Westinghouse penilaian kerja dipengaruhi oleh 4 faktor dengan penjelasan sebagai berikut:

- i) Keterampilan (*skill*) adalah kemampuan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang sudah ditetapkan.
- ii). Usaha (*effort*) adalah tingkat kesungguhan yang ditunjukkan pekerja ketika melakukan pekerjaannya.
- iii) Kondisi kerja adalah keadaan fisik lingkungan meliputi pencahayaan, temperatur, dan kebisingan.
- iv) Konsistensi adalah tingkat kesamaan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya.

c. Perhitungan waktu baku ( $W_b$ )

Waktu baku adalah waktu yang didapat dari hasil perkalian waktu normal dengan faktor kelonggaran. Rumus perhitungan waktu normal terdapat pada persamaan 2.10 sebagai berikut:

$$W_s = W_n \times (1 + a) \quad (2.10)$$

Keterangan:

a : Faktor kelonggaran

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kelonggaran dijelaskan sebagai berikut:

- i) Tenaga yang dikeluarkan, kaitannya dengan besar beban yang harus ditanggung pekerja selama melakukan pekerjaan.
- ii) Sikap kerja, kaitannya dengan sikap kerja yang ditunjukkan operator selama melakukan aktifitas kerja.
- iii) Gerakan kerja, kaitannya dengan gerakan anggota badan yang dilakukan oleh operator dalam melakukan pekerjaan.
- iv) Kelelahan mata, kaitannya dengan tingkat kerja mata pekerja selama beraktifitas.

- v) Keadaan temperatur tempat kerja, kaitannya dengan kondisi suhu lingkungan kerja.
- vi) keadaan atmosfer, kaitannya dengan keadaan ventilasi atau pertukaran udara di tempat kerja.
- vi) Keadaan lingkungan, kaitannya dengan kebersihan, kesehatan, serta kebisingan yang terjadi di lingkungan tempat kerja.
- vii) kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, kaitannya dengan kebutuhan pekerja dalam menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, dan berbincang dengan rekan kerja.