

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Penjadwalan

Penjadwalan produksi ialah penentuan susunan jumlah pekerjaan yang akan dilakukan. Penjadwalan adalah suatu tahapan pengawasan produksi yang menerapkan pekerjaan dalam urutan-urutan yang sesuai dengan prioritasnya dan kemudian melengkapi pelaksanaan rencana itu pada waktu yang tepat dan urutan yang benar (Sutji, 2000).

Penjadwalan juga didefinisikan sebagai pengambilan keputusan tentang penyesuaian aktivitas dan sumber daya dalam rangka menyelesaikan sekumpulan pekerjaan agar tepat pada waktunya dan mempunyai 8 kualitas seperti yang diinginkan. Keputusan yang dibuat dalam penjadwalan meliputi :

- 1) Pengurutan pekerjaan (*sequencing*),
- 2) Waktu mulai dan selesai pekerjaan (*timing*), dan
- 3) Urutan operasi untuk suatu pekerjaan (*routing*).

Persoalan penjadwalan timbul apabila terdapat beberapa job yang harus diproses secara bersamaan, sedangkan jumlah mesin dan peralatan yang dimiliki terbatas. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan keterbatasan sumber daya yang dimiliki diperlukan adanya penjadwalan sumber-sumber tersebut secara efisien

Tujuan penjadwalan perlu diketahui terlebih dahulu agar pemilihan teknik penjadwalan dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya. Menurut Kusuma, (2009). Terdapat berbagai macam tujuan penjadwalan yang pada garis besarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian :

- a. Peningkatan utilisasi peralatan/sumber daya dengan cara menekan waktu menganggur sumber daya tersebut. Untuk sejumlah pekerjaan telah diketahui bahwa maksimasi utilisasi sumber daya berbanding terbalik dengan waktu penyelesaian pekerjaan (*Makespan*)
- b. Sasaran lain yang mungkin dicapai ialah meminimasi jumlah persediaan barang dalam proses. Tujuan ini dicapai dengan cara meminimasi jumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian untuk diproses. Indikator jumlah antrian pekerjaan ini dinyatakan dengan besaran waktu alir rata-rata.

- c. Tujuan penjadwalan lainnya adalah menekan kelambatan. Dalam banyak hal sejumlah pekerjaan memiliki batas waktu penyelesaian pekerjaan (*due date*), dan apabila pekerjaan selesai setelah *due date* maka perusahaan dikenai pinalti. Hal ini tujuan penjadwalan dapat berupa meminimasi kelambatan/keterlambatan maksimum, atau meminimasi jumlah pekerjaan yang terlambat, atau minimasi kelambatan/kelambatan rata-rata.

2.2 Pola Alir Produksi

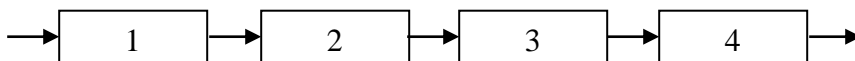
Dalam pelaksanaan proses produksi terdapat berbagai pola alir proses produksi yang dapat digolongkan sebagai berikut :

2.2.1 Pola alir FLOW SHOP

Pola alir *flow shop* merupakan pola alir proses produksi yang mengalir secara kontinyu (*countinuous process*) dimana pada proses ini material akan bergerak mengalir dari satu proses ke proses berikutnya secara konstan dan juga merupakan pola alir dari N job yang melalui proses yang sama (Searah). Pola alir flow shop ada 2 yaitu:

1. *Pure Flow Shop*

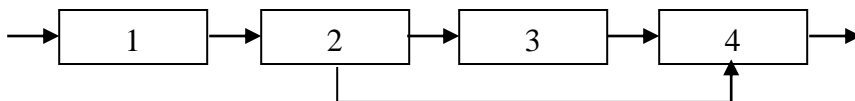
Aliran *Pure Flow shop* bersifat seri dan berurutan satu sama lain serta mesin- mesin yang disusun pada aliran pureflow shop berdasarkan aliran proses produksi.



Gambar 2.2 Pola Alir Pure Flow Shop

2. *General Flow Shop*

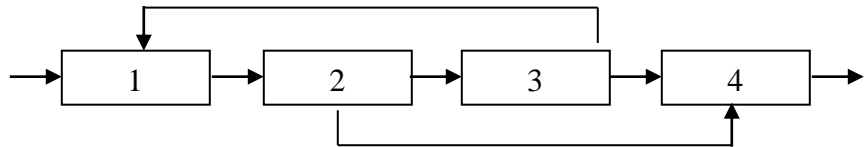
Aliran *General Flow Shop* memiliki alur produksi searah dan bisa tidak berurutan.



Gambar 2.3 Pola Alir General Flow Shop

2.2.2 Pola alir JOB SHOP

Job shop merupakan pola alir produksi dimana item-item produk berasal dari pesanan yang berbeda dan melalui fasilitas produksi yang dikelompokkan berdasarkan jenis / fungsi kerjanya, pola alir ini merupakan pola alir N job melalui M mesin dengan pola alir yang sembarang (Sutji, 2000).



Gambar 2.4 Pola Alir Job shop

2.3 Terminologi Dalam Penjadwalan

1. Waktu Pengerjaan / *Processing Time* (t_{ij})
Adalah Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan / job ke-i pada mesin ke-j.
2. Waktu Tunggu / *Waiting Time* (W_{ij})
Adalah waktu yang dipergunakan oleh job/pekerjaan ke-i sebelum job
3. Batas Akhir / *Due Date* (d_i)
Waktu yang diberikan pada setiap job / pekerjaan ke-i sebagai batas penyelesaian pekerjaan.
4. *Allowance Time* (a_i)
Waktu longgar untuk diproses diantara waktu ready / siap (r_i) sampai dengan *Due Date*, sehingga : $a_i = d_i - r_i$
5. Waktu Keseluruhan / *Completion Time* (C_i)
Yaitu yang diberikan pada setiap job / pekerjaan ke-i sebagai batas penyelesaian pekerjaan.
6. Waktu Kelambatan / *Lateness Time* (L_i)
Yaitu Selisih dari *Completion Time* dan *Due Date* sehingga: $L_i = C_i - d_i$
7. *Tardiness* (T_i)
Job yang terlambat diserahkan ke konsumen, sehingga: $C_i - d_i > 0$
8. *Earliness* (E_i)
Penyelesaian job lebih cepat dari batas waktu yang ditentukan, sehingga : $C_i - d_i < 0$

9. *Makespan* (M_i)

Waktu penyelesaian seluruh job pada shop, sehingga: $M_s = C_{mak}$

2.4 Penjadwalan Job Pada Mesin

Suatu penjadwalan penugasan pada mesin ini merupakan penerapan urutan-urutan dengan prioritas-prioritas dan melengkapi perencanaan dengan waktu dan urutan yang benar. Urutan-urutan penjadwalan job pada mesin merupakan suatu kesatuan, jadi tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Perencanaan kerja disusun bertujuan untuk menghindari penumpukan kerja pada salah satu mesin atau bagian dari perusahaan (Sritomo, 2009).

a. Matrik Mesin

Susunan matrik menunjukkan urutan-urutan proses produksi dari mesin 1 ke mesin yang lain digunakan untuk penjadwalan suatu job.

Tabel 2.3 Matrik Mesin

| Operasi Job | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| A | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| B | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |

b. Matrik Waktu

Suatu besaran waktu yang menunjukkan waktu dalam proses produksi tiap- tiap job dari mesin 1 ke mesin yang lain.

Tabel 2.4 Matrik Waktu

| Operasi Job | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | Ta1 | Ta2 | Ta3 | Ta4 | Ta5 | Ta6 |
| B | Ta1 | Ta2 | Ta3 | Ta4 | Ta5 | Ta6 |

c. Peta Penjadwalan

Peta penjadwalan atau sering di sebut Gantt Chart adalah peta penjadwalan akan dapat diketahui soalnya yang menunjukkan hubungan antara waktu proses tiap mesin. Dengan peta penjadwalan akan dapat diketahui yang dibutuhkan untuk menyelesaikan job produksi sesuai dengan urusannya.

| | | | | | | | |
|------------------|--|---|---|---|---|---|---|
| M _{n+1} | | | | | A | B | C |
| M _n | | | | A | B | C | |
| M ₂ | | | A | B | C | | |
| M ₁ | | A | B | C | | | |

Gambar 2.5 Contoh Model *Gantt Chart*

2.5 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerja baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Menurut Wignjosoebroto (2006), pada garis besarnya teknik-teknik pengukuran waktu kerja dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung
Pengukuran dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan diukur dengan berlangsung.
2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung
Pengukuran dilakukan tanpa pengamatan harus berada ditempat pekerjaan yang diukur sedang berlangsung.

Cara-cara pengukuran waktu kerja baik secara langsung maupun tidak langsung dikelompokkan sebagai berikut :

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :
 - a. Metode jam henti (*Stopwatch Time Study*)
 - b. Metode *Work Sampling*
2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :
 - a. Metode standar data
 - b. Metode data gerakan

2.5.1 Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (Stop Watch)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (Stop-watch time study) yaitu diperkenalkan pertama kali oleh frederick W. Taylor sekitar abad ke 19 yang lalu. Metode ini terutama sekali diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (Repetitive) (Wignjosoebroto, 2006)

2.5.2 Penyimpangan Standart

Pada penyimpangan standart rumus berikut ini untuk mengevaluasi kesalahan atau penyimpangan terhadap nilai waktu rata-rata dari suatu elemen kerja untuk sejumlah siklus pengukuran / pengamatan. Disini diasumsikan bahwa variasi nilai waktu siklus dari satu siklus pengamatan ke siklus pengamatan yang lainnya adalah disebabkan oleh faktor-faktor yang serba kebetulan (*Chance Factor*). Standart error dari harga rata-rata untuk setiap elemen kerja (*Standart Error Of The Mean*) dapat dinyatakan dalam rumus (Wignjosoebroto, 2006) :

$$\partial = \frac{\sqrt{\Sigma(x-\bar{x})^2}}{n-1} \quad (2.1)$$

Dimana :

- ∂ : Penyimpangan Standart
- n : Banyak data yang diambil
- x : Waktu Pengamatan

2.5.3 Test Kecukupan Data

Test kecukupan data dilakukan pada banyaknya data yang diambil untuk mengetahui apakah data yang telah dikumpulkan tersebut sudah cukup atau belum, maka digunakan terlebih dahulu tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan untuk mendapatkan nilai konstanta-konstanta, sehingga persamaan sebagai berikut (Iftikar, 2006) :

1. Menghitung Tingkat/Derajat

$$S = \frac{\partial}{\bar{x}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dimana :

- S : Tingkat Ketelitian Data
- \bar{x} : Rata- rata Proses

2. Menghitung Tingkat Kepercayaan Data

$$CL = 100\% - S \quad (2.3)$$

Dengan diketahui nilai Clsesuai perhitungan pada kurva normal maka diketahui nilai konstanta (k)

$$0\% \leq CL \leq 68\% \rightarrow k = 1$$

$$68\% \leq CL \leq 68\% \rightarrow k = 2$$

$$95\% \leq CL \rightarrow k = 3$$

3. Rumus Kecukupan Data

Setelah mengetahui nilai konstanta ketelitian dan keyakinan, menghitung kecukuoan data, sehingga persamaannya sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (2.4)$$

Dimana :

N' : Jumlah Pengamatan yang harus dilakukan

N : Jumlah Pengamatan dalam Observasi

x : Waktu pengamatan

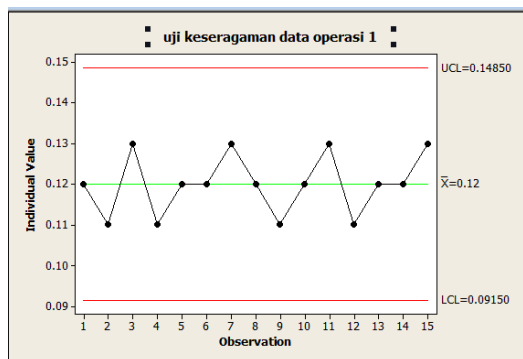
k : Tingkat Kepercayaan

s : Tingkat ketelitian

Jika nilai $N' \leq N$ maka data yang didapatkan dalam observasi sudah dikatakan cukup, sedangkan jika nilai $N' \geq N$, maka harus dilakukan pengukuran lagi sampai didapatkan nilai $N' \leq N$ (Iftikar,2006).

2.5.4 Test Keseragaman Data

Menurut (Wignjosoebroto, 2006) Setelah semua data waktu proses didapatkan, selanjutnya dilakukan uji keseragaman data. Test keseragaman data ini perlu kita lakukan terlebih dahulu sebelum kita menggunakan data yang diperoleh guna menetapkan waktu standart. Tahapan-tahapan untuk menguji test keseragaman data yaitu dengan menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Test keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara visual atau mengaplikasikan peta kontrol (*Control Chart*). Peta Kontrol (*Control Chart*) adalah suatu alat yang tepat guna dalam mengetest keseragaman data atau keajengan data yang diperoleh dari hasil pengamatan.



Gambar 2.5 Contoh Peta Kontrol (*Control Chart*) Untuk Keseragaman Data

Dalam keseragaman data menggunakan peta kontrol, Batas kontrol atas (BKA) atau *upper control limit* (UCL) serta batas kontrol bawah (BKB) atau *lower control limit* (LCL). Rumus menganalisa keseragaman data adalah sebagai berikut :

$$\text{BKA} = \bar{x} + \partial k \quad (2.5)$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - \partial k \quad (2.6)$$

Dimana :

- BKA : Batas Kontrol Atas
- BKB : Batas Kontrol Bawah
- k : Tingkat Kepercayaan
- σ : Standart Deviasi

2.5.5 Penetapan Performance Rating

Menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengamatan langsung dilakukan dengan cara menambahkan dengan faktor penyesuaian atau rating "p". Dengan melakukan rating performance ini diharapkan waktu kerja yang diukur dengan cara pengamatan bisa dinormalkan kembali. Untuk keperluan penyesuaian waktu menggunakan metode Westing house (*Westing house System's Rating*).

Menurut Iftikar (2006) : Keterampilan atau *skill* didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang diterapkan. Untuk keperluan penyesuaian, keterampilan dibagi menjadi enam kelas dengan ciri-ciri dari setiap kelas yang dikemukakan berikut ini:

Super skill :

1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
2. Bekerja dengan sempurna.
3. Gerakan – gerakannya halus tetapi sangat cepat sehingga sifat untuk diikuti.
4. Tampak seperti telah terlatih dengan cepat sehingga sangat sulit untuk diikuti.
5. Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin.
6. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
7. Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berfikir dan merencanakan tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis).
8. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan adalah pekerja yang sangat baik.

Excellent skill:

1. Percaya pada diri sendiri.
2. Tampak cocok dengan pekerjaannya.
3. Terlihat telah terlatih baik.
4. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan atau pemeriksaan lagi.
5. Gerakan-gerakan kerjanya beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
6. Menggunakan peralatan dengan baik.
7. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu.
8. Bekerjanya cepat tapi halus.
9. Bekerjanya berirama dan berkomondasi.

Good skill:

1. Kualitas hasil baik.
2. Bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya.
3. Dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah.
4. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap.
5. Tidak memerlukan banyak pengawasan.
6. Tiada keraguan.
7. Kerjanya “stabil”.
8. Gerakan-gerakan terkoordinasi dengan baik.
9. Gerakan-gerakannya cepat.

Average skill:

1. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
2. Gerakannya cepat tetapi tidak lambat.
3. Terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan perencanaan.
4. Tampak sebagai pekerja yang cakap.
5. Gerakan-gerakan cukup menunjukkan tidak ada keraguan.
6. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik.
7. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya.
8. Bekerja cukup teliti.
9. Secara keseluruhan cukup memuaskan.

Fair skill:

1. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik.
2. Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya.
3. Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum melakukan gerakan-gerakan.
4. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup.
5. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah dipekerjakan di bagian itu sejak lama.
6. Mengetahui apa-apa yang dilakukan dan harus dilakukan tapi tampak tidak selalu yakin.
7. Sebagian waktunya terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri.
8. Jika tidak bekerja secara sungguh-sungguh outputnya akan sangat rendah.
9. Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakannya.

Poor skill:

1. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran.
2. Gerakan-gerakannya kaku.
3. Kelihatan ketidakyakinannya pada urutan-urutan gerakan.
4. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan.
5. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya.
6. Ragu-ragu dalam melaksanakan gerakan-gerakan kerja.
7. Sering melakukan kesalahan-kesalahan.
8. Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri.

Untuk usaha atau *effort* cara Westing House membagi juga kelas-kelas dengan ciri-ciri tersendiri. Yang dimaksud usaha disini adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya (Iftikar, 2006). Berikut ini ada enam kelas usaha dengan ciri-cirinya, yaitu:

Excessive effort:

1. Kesempatan sangat berlebihan.
2. Usahnya sangat bersungguh-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya.
3. Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja.

Excellent effort:

1. Jelas terlihat kecepatannya sangat tinggi.
2. Gerakan-gerakan lebih ekonomis daripada operator-operator biasa.
3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.
4. Banyak memberi saran.
5. Menerima saran-saran petunjuk dengan senang.
6. Tidak bertahan lebih dari beberapa hari
7. Bangga atas kelebihannya.
8. Gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali.
9. Bekerjanya sangat sistematis

Good effort:

1. Bekerja berirama.
2. Saat-saat mengganggu sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada.
3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.
4. Senang pada pekerjaannya.
5. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
6. Percaya pada pekerjaannya.
7. Menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang.

Average effort:

1. Tidak sebaik *good*, tapi lebih baik dari *poor*.
2. Bekerja dengan stabil.
3. Menerima saran-saran tapi tidak melaksanakannya.
4. *Set up* dilaksanakan dengan baik.
5. Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

Fair effort:

1. Saran-saran perbaikan diterima dengan kesal/
2. Kadang-kadang perhatian tidak ditunjukkan pada pekerjaannya.
3. Kurang sungguh-sungguh.
4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
5. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.

Poor effort:

1. Banyak membuang waktu.
2. Tidak memperlihatkan adanya minat bekerja
3. Tidak mau menerima saran-saran.
4. Tampak malas dan lambat bekerja.
5. Melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat-alat dan bahan.
6. *Set up* kerjanya terlihat tidak rapi.

Tabel 2.5 Penyesuaian Menurut *Westing house System Rating*

| FAKTOR | KELAS | LAMBANG | PENYESUAIAN |
|--------------|-------------|---------|-------------|
| KETERAMPILAN | Super Skill | A1 | +0,15 |
| | | A2 | +0,13 |
| | Excellent | B1 | +0,11 |
| | | B2 | +0,08 |
| | Good | C1 | +0,06 |
| | | C2 | +0,03 |
| | Average | D | +0,00 |
| | Fair | E1 | -0,05 |
| | | E2 | -0,10 |
| | Poor | F1 | -0,16 |
| F2 | | -0,22 | |
| USAHA | Excessive | A1 | +0,13 |
| | | A2 | +0,12 |
| | Excellent | B1 | +0,10 |
| | | B2 | +0,08 |
| | Good | C1 | +0,05 |
| | | C2 | +0,02 |
| | Average | D | +0,00 |
| | Fair | E1 | +0,04 |
| E2 | | +0,08 | |

| | | | |
|---------------|-----------|----|-------|
| | Poor | F1 | +0,12 |
| | | F2 | +0,17 |
| KONDISI KERJA | Ideal | A | +0,06 |
| | Excellent | B | +0,04 |
| | Good | C | +0,02 |
| | Average | D | +0,00 |
| | Fair | E | -0,03 |
| | Poor | F | +0,07 |
| KONSISTENSI | Perfect | A | +0,04 |
| | Excellent | B | +0,03 |
| | Good | C | +0,01 |
| | Average | D | +0,00 |
| | Fair | E | -0,02 |
| | Poor | F | -0,04 |

2.5.6 Perhitungan Waktu Normal

Menghitung waktu normal seorang operator atau pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan tanpa ada usaha berlebihan (Wignjosoebroto, 2006). Untuk menghitung waktu normal dalam setiap prosesnya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$W_n = \bar{x} \times P(\%) \quad (2.7)$$

Dimana :

W_n : Waktu normal

\bar{x} : Waktu rata-rata

P : Performance rating (%)

2.5.7 Penetapan Waktu Longgar

Sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan (Itikar, 2006).

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (*Personal Allowance*)

Personal Allowance adalah jumlah waktu longgar untuk kebutuhan personil dapat ditetapkan dengan jalan melaksanakan aktivitas *time study* sehari kerja penuh atau dengan metode sampling kerja. Untuk pekerjaan-pekerjaan yang relatif ringan dimana operator bekerja selama 8 jam per hari tanpa jam istirahat yang resmi sekitar 2 sampai 5% (atau 10 sampai 24 menit) setiap jari akan dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan yang bersifat personil ini. Yang termasuk ke

dalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minum sekedar untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekedar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejemuhan dalam kerja

2. Kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan (*Fatigue Allowance*)
Fatigue Allowance adalah kelelahan fisik manusia bisa disebabkan oleh beberapa penyebab diantaranya adalah karena kerja yang membutuhkan pikiran banyak dan kerja fisik. Untuk pekerjaan-pekerjaan berat, masalah kebutuhan istirahat untuk melepaskan lelah sudah banyak berkurang karena disini sudah mulai diaplikasikan penggunaan peralatan atau mesin yang serba mekanis dan otomatis secara besar-besaran, sehingga mengurangi peranan manusia. Sebagai konsekuensinya maka kebutuhan waktu longgar untuk istirahat melepaskan lelah ini dapat pula dihilangkan.

3. Kelonggaran untuk hambatan tak terhindarkan (*Delay Allowance*)
Delay Allowance adalah keterlambatan atau *delay* bisa disebabkan oleh faktor-faktor yang sulit untuk dihindarkan, tetapi juga bisa disebabkan oleh faktor-faktor yang masih bisa dihindari. Keterlambatan yang terlalu besar/lama tidak diperhitungkan sebagai dasar untuk menetapkan waktu baku.

Menurut Iftikar (2006), beberapa contoh yang termasuk ke dalam hambatan tak terhindarkan adalah:

- a. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas
- b. Melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin
- c. Memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
- d. Mengasah peralatan potong.
- e. Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.
- f. Mesin berhenti karena matinya aliran listrik.
- g. Hambatan-hambatan karena kesalahan pemakaian alat ataupun bahan.

2.5.8 Perhitungan Waktu Standart

Perhitungan waktu standart atau waktu baku dalam setiap prosesnya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Itikar, 2006):

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \%all} \quad (2.8)$$

Dimana :

- W_s : Waktu Standart
- W_n : Waktu Standart
- All : Allowance/ Waktu Longgar

2.5.9 Perhitungan Waktu Proses

Dalam menghitung waktu proses pengerjaan semua permintaan tiap job pada tiap-tiap mesin digunakan persamaan sebagai berikut :

$$W_p = W_s \times \frac{D}{M} \quad (2.9)$$

Dimana :

- W_p : Waktu Proses Pengerjaan Job (menit)
- W_s : Waktu Standart
- D : Demand / Jumlah Permintaan
- M : Jumlah mesin yang digunakan

2.6 Aturan Prioritas

Aturan prioritas (priority rules) terutama diterapkan bagi tempat fasilitas yang berorientasi pada proses, seperti klinik percetakan, dan pabrikan. Aturan prioritas berupaya untuk meminimalkan waktu penyelesaian, sejumlah pekerjaan di suatu sistem, dan keterlambatan dalam pengerjaan sementara itu memanfaatkan tempat fasilitas secara maksimal. Berikut aturan aturan dalam pengurutan pekerjaan menurut Heizer dan Rander (2014) :

- a. FCFS (*First Come First Serve*)
Yaitu yang pertama datang, itulah yang pertama dikerjakan. Pekerjaan akan diselesaikan sesuai urutannya.
- b. SPT (*Shortest Processing Time*)
Yaitu waktu pemrosesan yang paling singkat. Pekerjaan dengan waktu pemrosesan yang paling singkat yang akan ditugaskan pertama.
- c. EDD (*Earliest Due Date*)
Yaitu tanggal jatuh tempo lebih awal. Pekerjaan yang memiliki tanggal jatuh tempo yang paling awal yang akan di selesaikan pertama.

d. LPT (*Longest Processing Time*)

Yaitu waktu pemrosesan paling lama . Pekerjaan yang akan memerlukan waktu pemrosesan paling lama itu yang akan dikerjakan pertama.

Beberapa tipe kriteria Performansi menurut Elsayed and Boucher(1994) :

1. Meminimasi *Flow Time*, waktu rata-rata di shop.
2. Meminimasi *Idel Time* dari mesin
3. Meninimasi *Lateness*
4. Meminimasi *Earliness*
5. Meminimumkan *Tardiness*
6. Meminimumkan *Queue Time*
7. *Mean Number* pada job di sistem.
8. Meminimasi persentase dari job yang terlambat

Teknik Penjadwalan sesuai kriteria performansi menurut Kusuma (2009)

1) Meminimasi waktu alir (*Mean Flow Time*)

Menggunakan teknik penjadwalan:

- a. Aturan SPT(*Shortest Process Time*),
- b. Aturan Bobot SPT.

2) Meminimasi Kelambatan (*Lateness*)

Menggunakan teknik penjadwalan:

- a. Aturan EDD (*Earliest Due Date*), minimasi keterlambatan maksimum.
- b. Algoritma *Hodgson*, minimasi jumlah pekerjaan terlambat.
- c. Aturan SPT (*Shortest Process Time*), minimasi keterlambatan rata-rata

3) Meminimasi Keterlambatan (*Tardiness*)

Menggunakan teknik Penjadwalan:Aturan EDD (*Earliest Due Date*), Minimasi keterlambatan maksimum

2.7 Penjadwalan *Flowshop* n Job m Mesin

Dalam menyelesaikan penjadwalan n job m Mesin, ada beberapa metode-metode yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan job pada mesin-mesin yang dipakai. Salah satu metode yang digunakan untuk penjadwalan *flow shop* adalah Algoritma *Heuristic Pour*.

2.7.1 Metode Algoritma Heuristic Pour

Pour (2001) mengembangkan algoritma heuristik baru didalam menyelesaikan penjadwalan *flowshop* dengan tujuan meminalkan *makespan* yaitu berdasarkan pendekatan kombinasi. Hal ini dilakukan dengan cara mengganti setiap *job* dengan *job* yang lainnya dalam urutan sampai ditemukan kombinasi urutan yang dapat memenuhi kriteria tujuan. Dalam metode ini diasumsikan bahwa semua *job* diproses secara terpisah dan *independent* untuk setiap mesinnya. Berikut adalah notasi yang digunakan:

P_{ij} = Waktu proses dari *job* *i* pada mesin *j*.

C_{ij} = Rentang waktu antara saat *job* *i* pada mesin *j* dimulai ($t=0$) sampai *job* itu selesai.

C_i = *Sum of completion time* untuk *job* *i* pada semua mesin.

F_{max} = rentang waktu antara saat pekerjaan tersedia atau dapat dimulai sampai pekerjaan itu selesai (*makespan*).

Langkah-langkah pengerjaan Algoritma Heuristik Pour:

- 1) Memilih *job* secara acak sebagai urutan pertama sementara dalam urutan pengerjaan.
- 2) Menempatkan *job-job* lain (selain *job* yang sudah dipilih sebagai urutan pertama) pada urutan berikutnya
- 3) Memilih waktu proses terkecil untuk masing-masing mesin.
- 4) Melakukan penambahan waktu proses secara *increasing time* pada P_{ij} yang lain, selain P_{ij} paling minimal yang terpilih sebelumnya
- 5) Menghitung *sum of completion time* (C_i) untuk setiap *job* yang ada.
- 6) Mengurutkan C_i dengan aturan *increasing order* untuk diletakkan pada urutan setelah *job* yang sudah dipilih untuk urutan pertama sementara.
- 7) Setelah didapatkan urutan sementara, maka hitunglah F_{max} -nya.
- 8) Melakukan ulang langkah 1-7 untuk setiap *job* yang ada sampai didapatkan F_{max} paling minimal, yang akan ditempatkan sebagai urutan pertama dari urutan *job*.
- 9) Melakukan ulang langkah 1-8 sampai semua *job* berada pada urutan pengerjaan.

Berikut ini penjelasan pengerjaan algoritma *heuristic* Pour dengan menggunakan kasus kombinasi 5 *job* dan 5 mesin:

- 1) Memilih *job* 1 sebagai *job* pertama untuk ditempatkan dalam urutan pengerjaan.

- 2) *Job* 1 dipilih untuk menduduki urutan pertama sehingga waktu proses *job* 1 pada semua mesin dianggap 0. Tempatkan *job* selain *job* 1 sebagai urutan pertama pada urutan berikutnya.

2.7.2 Metode EDD (*Earliest Due Date*)

Metode EDD (*Earliest Due Date*) adalah aturan yang mendahulukan job dengan due date terkecil dan tujuannya untuk mengurangi maksimum tardinee pada m mesin paralel. Algoritmanya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan job atau tugas-tugas sesuai dengan aturan *Earliest Due Date* EDD
2. Jadwalkan masing-masing tugas tersebut sesuai dengan urutan pada mesin yang beban kerjanya kecil.

2.8 Posisi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di UD. Karya dimana UD. Karya merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai macam jenis dan bentuk tas, selain itu UD. Karya juga memproduksi beberapa komponen tas yang di jual ke perusahaan sejenis seperti merek tas, *resleting*, tali ikat pinggang, dan bahan baku tas. UD karya mempunyai unit produksi dan pemasaran yang berada di tanggulangun sidoarjo. Pada penelitian ini hanya dilakukan pada divisi produksi karena terkait masalah yang ada pada divisi produksi.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

| Judul | Peneliti (Tahun) | Object | Metode | Hasil |
|---|---|--|----------------------------------|---|
| Penjadwalan <i>Flow Shop N Job M</i> Mesin Dengan Metode <i>First Come First Served</i> (Fcfs), <i>Earliest Due Date</i> (Edd) Dan Algoritma Heuristik Pour | Dwi Agustina Kurniawati, Abdul Latief Irsyad (2014) | Perbandingan metode FCFS, EDD, dan Heuristik | FCFS, EDD, <i>Heuristik Pour</i> | Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode terbaik untuk penjadwalan flow shop n job m mesin dalam meminimalkan makespan adalah Algoritma Heuristik Pour karena |

| | | | | |
|---|---------------------------------------|---|--|--|
| | | | | memiliki nilai makespan rata-rata terkecil yaitu 30,70 time unit, nilai $EI < 1$, nilai RE lebih dari 5% dan memiliki nilai deviasi yang terkecil yaitu 0,35 time unit.. |
| Studi Perbandingan <i>Performance Algoritma Heuristic Pour Terhadap Mixed Integer Programming</i> Dalam Menyelesaikan Penjadwalan <i>Flowshop</i> | Tessa Vanina Soetanto (2004) | Studi perbandingan metode Penjadwalan <i>Flowshop</i> | <i>Heuristic Pour, Mixed Integer Programming</i> | <i>Algoritma heuristic Pour</i> menunjukkan <i>performance</i> yang cukup baik dalam Menyelesaikan permasalahan penjadwalan <i>flowshop</i> jika dibandingkan dengan salah satu metode optimasi <i>Mixed Integer Programming (MIP)</i> . |
| Analisis Penjadwalan Produksi menggunakan metode FCFS, SPT, LPT, dan EDD pada iyan jaya garment jember. | Indah Suprihatin (2016) | Industri garment. | <i>FCFS, EDD, SPT, LPT</i> | Berdasarkan penelitian metode SPT (Shortest Processing time) lebih unggul memiliki waktu alir lebih cepat dan rata-rata keterlambatan sedikit dari pada metode FCFS, LPT, EDD. |
| Penjadwalan Produksi Dengan Algoritma | Andri Sulaksmi, Annisa Kesy Garside*, | Perusahaan konveksi One Way merupakan perusahaan yang | <i>Algoritma Heuristik Pour</i> | Penjadwalan dengan menggunakan metode heuristik |

| | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Heuristik Pour (<i>Studi Kasus: Konveksi One Way –Malang</i>) | Dan Fithriany Hadziqah (2014) | memproduksi berbagai macam kaos | | Pour menghasilkan <i>makespan</i> lebih cepat sebesar 8,09 jam dari metode FCFS pada Bulan September 2013. |
| Perencanaan Penjadwalan Produksi Tas Guna Meminimasi Keterlambatan (Studi Kasus : UD Karya) | Siska Anggraeni | Perusahaan tas. | <i>Algoritma Heuristik Pour dan EDD</i> | Metode EDD menghasilkan <i>mean lateness</i> lebih kecil dari pada Algoritma heuristik pour |