BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Penjadwalan

Menurut Heizer dan Render (2014), penjadwalan produksi merupakan suatu cara untuk mengalokasikan sumber daya produksi (material, mesin dan operator) yang tersedia, untuk menentukan waktu dimulainya operasi dan kapan operasi tersebut harus selesai dalam mengerjakan sejumlah pekerjaan (job). Sedangkan menurut Kenneth R. Baker (2009) mendefinisikan penjadwalan sebagai proses pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Keputusan yang dibuat dalam penjadwalan diantaranya meliputi:

1. Pengurutan pekerjaan (*sequencing*)
2. Waktu mulai dan selesai pekerjaan (*timing*)
3. Urutan proses suatu pekerjaan (*routing*)

Sistem penjadwalan yang baik diharapkan dapat menyelesaikan pesanan produk tepat pada waktunya dengan kata lain meminimasi keterlambatan (*lateness*), memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan bersama, memaksimalkan output, minimasi biaya produksi, pengurangan makespan, mengurangi WIP (*Work In Process*), peningkatan utilisasi fasilitas produksi.

2.1.1 Tujuan Penjadwalan

Proses penjadwalan memiliki beberapa tujuan, hasil penjadwalan terbaik akan mendapatkan nilai optimal sesuai dengan yang diharapkan. Baker (2009) menjelaskan tentang beberapa tujuan penjadwalan, secara umum tujuan penjadwalan tersebut adalah :

1) meningkatkan produktivitas mesin, yaitu dengan mengurangi waktu menganggur.
2) mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan cara mengurangi jumlah rata-rata pekerjaan yang menunggu dalam antrian suatu mesin karena mesin tersebut sibuk, dan
3) mengurangi keterlambatan karena telah melampaui batas waktu dengan cara mengurangi maksimum keterlambatan dan mengurangi jumlah pekerjaan yang terlambat.

Selain itu Bedworth (1987), mendefinisikan juga beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan sebagai berikut :

1) meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggunya sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktivitasnya dapat meningkat,
2) mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain,

3) mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi biaya denda (penalty), dan
4) membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

2.1.2 Masalah Penjadwalan

Pada saat merencanakan suatu jadwal produksi, yang harus dipertimbangkan adalah ketersediaan sumber daya yang dimiliki, baik berupa tenaga kerja, peralatan ataupun bahan baku. Karena sumber daya yang dimiliki dapat berubah- ubah (terutama operator dan bahan baku), sehingga dapat dikatakan penjadwalan merupakan proses yang dinamis. Masalah penjadwalan muncul karena adanya keterbatasan, diantaranya :

1. Waktu
2. Tenaga kerja
3. Jumlah mesin
4. Sifat dan syarat pekerjaan

Selain itu banyaknya teori system penjadwalan yang ada membuat perusahaan harus selektif untuk memilih metode penjadwalan mana yang dapat diterapkan dalam industrinya. Hal ini menjadi tugas yang sulit bagi perusahaan, karena perusahaan harus memiliki urutan proses produksi yang terbaik yang

disesuaikan dengan sumber daya perusahaan agar mencapai produktivitas optimal (Shahrul Kammaruddin, et al, 2009). Oleh sebab itu diperlukan perhitungan yang tepat untuk melakukan penjadwalan produksi agar produktivitas dapat optimum dan tidak mengakibatkan kerugian bagi perusahaan.

2.1.3 Ukuran Keberhasilan dalam Aktivitas Penjadwalan

Menurut Arman (2008), ukuran keberhasilan dari suatu pelaksanaan aktivitas penjadwalan khususnya penjadwalan *job shop* adalah meminimasi kriteria-kriteria keberhasilan sebagai berikut:

1. Rata-rata waktu alir (*mean flow time*), akan mengurangi persediaan barang setengah jadi dan barang jadi.
2. *Makespan*, yaitu total waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kumpulan *job*. Dimaksudkan untuk meraih *utilisasi* yang tinggi dari peralatan dan sumber daya dengan cara menyelesaikan seluruh *job* secepatnya, dengan kata lain mengurangi jumlah mesin menganggur.
3. Rata-rata keterlambatan (*mean tardiness*).

   Jumlah *job* yang terlambat, akan meminimasi nilai dari maksimum ukuran kelambatan.

2.1.4 Penjadwalan berdasarkan Aliran Proses Produksi

Berdasarkan tipe aliran proses yang dilaluinya, penjadwalan produksi dibedakan sebagai berikut:

1. Penjadwalan *flowshop*

   Dalam penjadwalan jenis ini akan dijumpai pola aliran yang identik dari satu mesin ke mesin yang lainnya. Secara garis besar, penjadwalan *flowshop* terbagi menjadi dua jenis yaitu *pure flowshop* dan *general flowshop.*

2. Penjadawalan *jobshop*

   Penjadwalan *jobshop* adalah proses pengurutan pekerjaan untuk lintas produk yang tidak beraturan (tata letak berdasar proses). Dalam pola ini setiap *job* mempunyai pola aturan atau *route* pada tiap mesin yang spesifik, dan sangat mungkin berbeda untuk setiap *job.*

2.1.5 Penjadwalan berdasarkan Teknik

Ada beberapa sistem penjadwalan produksi berdasarkan teknik, diantaranya adalah Penjadwalan Maju (*forward scheduling*) dan Penjadwalan Mundur (*backward scheduling*). Kedua sistem penjadwalan ini adalah sistem penjadwalan yang paling umum atau dasar yang dapat digunakan.

1. Penjadwalan Maju (*Forward Scheduling*)

   Penjadwalan maju merupakan penjadwalan yang dimulai setelah persyaratan pekerjaan diketahui. Sistem penjadwalan ini biasanya pekerjaan dilakukan sesuai dengan pesanan pelanggan, dan biasanya diminta untuk melakukan pengiriman dengan segera.

Penjadwalan maju umumnya dirancang untuk menghasilkan sebuah jadwal yang dapat dipenuhi sekalipun batas waktunya tidak dapat terpenuhi (Ellen J. Dumond, 2005).

2. Penjadwalan Mundur (*Backward Scheduling*)

Penjadwalan mundur yakni penjadwalan yang dimulai dari batas waktu dan menjadwalkan operasi yang terakhir terlebih dahulu, yang kemudian urutan pengerjaannya dijadwalan satu demi satu secara terbalik. (Ellen J. Dumond, 2005) atau dengan kata lain mengurangi waktu leadtime untuk setiap item maka diperoleh waktu mulai.

2.1.6 Penjadwalan berdasarkan Jenis Produk

Sistem Penjadwalan produksi makin bertambah penting terutama untuk klasifikasi produk yang di hasilkan oleh perusahaan.. Sistem Penjadwalan produksi berdasarkan jenis produk dibedakan menjadi dua yakni :

1. *Make to Order*

Produk *Make To Order* adalah produk yang dibuat berdasarkan keinginan pelanggan. Produk ini umumnya diproduksi dengan ukuran batch kecil, dimana berbagai macam produk tersebut spesifikasi dan desainnya dibuat dari komponen dan bahan sesuai dengan keinginan pelanggan. Penjadwalan sangat diperlukan dalam proses produksi ini karena terbatsnya waktu penyelesaian

dan sumber daya, serta proses produksi yang lebih lama karena membutuhkam kreatifitas yang lebih tinggi, sehingga mengurangi keterlambatan bagi konsumen menjadi tujuan utama (Lalsare dan Swapan Sen,1995).

2. Make To Stock

   Produk Make To Stock adalah produk yang dibuat secara rutin dan massal oleh perusahaan. Produksi ini memerlukan penjadwalan dengan tujuan untuk meminimalkan tingkat persediaan produk dalam proses maupun produk jadi. Penjadwalan juga sangat dibutuhkan karena produk ini menyerap produksi tinggi dari perusahaan (Lalsare dan Swapan Sen,1995).

2.2 Penjadwalan Job Shop

Job shop adalah suatu lingkungan manufaktur dimana job-job yang dating memiliki rute pengerjaan atau operasi yang seringkali tidak sama. Bentuk sederhann dari model ini mengasumsikan bahwa setiap job hanya melewati satu jenis mesin sebanyak satu kali dalam rutenya pada proses tersebut. Namun ada juga model lainnya dimana setiap job diperbolehkan untuk melewati mesin sejenis lebih dari satu kalo pada rutenya. Menurut Fogarty (2003), karakteristik proses *job shop* adalah sebagai berikut:

1. Peralatan penanganan material dan peralatan produksi multi-guna dapat diatur dan dimodifikasi untuk menangani berbagai produk yang berbeda,

2. Produk-produk yang berbeda diproses dalam *lot-lot* atau *batch*,
3. pemrosesan order-order membutuhkan pengendalian dan perencanaan yang terperinci sehubungan dengan variasi pola-pola aliran dan pemisahan stasiun-stasiun kerja,
4. pengendalian membutuhkan informasi tentang *job* dan *shop floor* yang terperinci meliputi urutan proses, prioritas order, waktu yang dibutuhkan oleh setiap job, status dari job in process, kapasitas stasiun kerja, dan kapasitas yang dibutuhkan dari stasiun kerja kritis pada suatu periode.
5. beban-beban stasiun kerja berbeda secara menyolok, masing-masing memiliki presentase utilitas yang berbeda,
6. ketersediaan sumber-sumber, meliputi material, personal, dan peralatan, harus dikoordinasikan dengan perencanaan order,
7. sejumlah material *work in process* cenderung meningkat. Hal ini dalam 7. aliran proses menyebabkan antrian-antrian dan *work in process* yang panjang,
8. menggunakan teknik-teknik penjadwalan tradisional, total waktu dari awal operasi pertama sampai selesai operasi terakhir, relatif panjang dibandingkan dengan total waktu operasi, dan
9. 9.para pekerja langsung biasanya memiliki *skill* yang lebih tinggi dan lebih terlatih daripada pekerja untuk operasi *flow process.*

2.3 *Make To Order*

Make To Order adalah tipe industri yang membuat produk hanya untuk memenuhi pesanan. Rencana produksi disusun berdasarkan jumlah peramalan untuk jangka waktu yang ditentukan. Berikut ini adalah karakteristik Industri yang memiliki jenis produk Make to Order :

1. Inputnya bahan baku
2. Biasanya untuk supply item dengan banyak jenis
3. Harga cukup mahal
4. Perlu keahlian khusus
5. Komponen biasanya dibeli untuk persediaan

Pada umumnya perusahaan yang menerapkan system ini adalah perusahaan garment dan percetakan. Teknik penjadwalan yang benar bergantung pada volume pesanan, ciri operasi dan keseluruhan komplektisitas pekerjaan sekaligus pentingnya tempat pada masing-masing pekerjaan. Empat efisiensi penggunaan penjadwalan produksi pada system make to order adalah :

1. Meminimalkan waktu penyelesaian atau dengan menentukan rata-rata waktu penyelesaian pekerjaan.
2. Memaksimalkan utilisasi atau dengan menggunakan fasilitas dengan efisien.
3. Meminimalkan persediaan barang dalam proses termasuk jumlah pekerjaan dan persediaan.
4. Meminimalkan waktu tunggu pelanggan atau pesanan.

2.4 Aturan *Sequencing*

Menurut Ginting (2007), beberapa aturan prioritas *sequencing* yang umum antara lain adalah sebagai berikut:

1. *First-Come-First-Served* (FCFS)

   FCFS memprioritaskan pengerjaan *job* yang datang lebih awal untuk dikerjakan terlebih dahulu.

2. *Earliest Due Dates* (EDD)

   EDD yaitu prioritas yang diberikan kepada *job* yang mempunyai tanggal batas waktu penyerahan (*due date*) paling awal.

3. *Shortest Processing Time* (SPT)

   SPT yaitu *job* dengan waktu proses terpendek akan diproses lebih dahulu, demikian berlanjut untuk *job* yang waktu proses terpendek kedua. Aturan SPT ini tidak memperdulikan *due date* maupun kedatangan *order* baru.

4. *Longest Processing Time* (LPT)

   LPT yaitu *job* dengan waktu proses terbesar akan diproses terlebih dahulu, demikian berlanjut untuk *job* yang waktu proses terbesar kedua. Aturan LPT ini tidak memperdulikan *due date* maupun kedatangan *order* baru.

2.5 Studi Terdahulu

Dari beberapa studi sebelumnya telah dilakukan penelitian yang berkaitan dengan sistem produksi *Make To Order* dan *Make To Stock* serta penjadwalan maju dan penjadwalan mundur. Penjadwalan maju adalah pendekatan penjadwalan yang menetapkan jadwal dari perkiraan tanggal mulai untuk

menentukan tanggal penyelesaian yang tepat, sedangkan penjadwalan mundur adalah kebalikan dari pendekatan penjadwalan maju, yakni penjadwalan yang ditetapkan dari perkiraan tanggal selesai lalu mundur ke tanggal mulai waktu pengerjaan (Shahrul Kamaruddin et al, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Chung-Hsing Yeh. (2000) dengan judul "*A customer-focused planning approach to make-to-order production"* menyimpulkan bahwa titik kontrol yang paling penting dalam produksi MTO adalah pada tahap penerimaan order, di mana pelanggan dan produsen harus sepakat pada tanggal pengiriman. Menepati janji pengiriman adalah bagian penting dari kepuasan pelanggan, yang harus dicapai pada sistem produksi MTO, sehingga penggunaan *backward scheduling* sangat efektif untuk digunakan dalam produksi MTO. Karena perencanaan penjadwalan ini mengurangi secara kumulatif leadtime yang ada dalam produksi.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Indri Hapsari, Stefanus Soegiharto dan Agnes Tria A, dengan judul "Perbaikan Penjadwalan Percetakan di PT. Hamudha Prima Media, Surakarta" bahwa dari perhitungan waktu standar proses tiap proses produksi dapat membantu perusahaan dalam menentukan waktu penyelesaian dalam mengerjakan suatu pesanan sehingga perusahaan tidak asal melakukan penjadwalan. Selain itu dengan adanya metode yang diusulkan membuktikan bahwa system penjadwalan dengan metode EDD dan SPT jumlah keterlambatan pekerjaan menjadi berkurang, yakni yang semula sebesar 15.45% menjadi 8.94%. Oleh sebab itu perusahaan disarankan untuk mempertimbangkan saran penjadwalan usulan serta adanya penambahan kapasitas mesin.