

PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN *THEORY OF CONSTRAINTS*

Firman Ardiansyah Ekoanindiyo
Dosen Fakultas Teknik Universitas Stikubank Semarang

DINAMIKA
TEKNIK
Vol. VI, No. 2
Juli 2012
Hal 44 – 56

Abstrak

Penjadwalan merupakan proses pengambilan keputusan yang peranannya sangat penting dalam industri manufaktur dan jasa yaitu mengalokasikan sumber – sumber daya yang ada agar tujuan dan sasaran perusahaan lebih optimal. Theory Of Constraints yang diperkenalkan oleh Dr. Eliyahu Goldratt, merupakan suatu filosofi manajemen yang berdasarkan prinsip-prinsip pencapaian peningkatan terus menerus (continous improvement) melalui pemusatan perhatian pada konstrain sistem. Suatu konstrain sistem membatasi performasi dari sistem tersebut, sehingga semua upaya diarahkan untuk memaksimumkan performansi dari konstrain tersebut. Langkah-langkah perbaikan yang diterapkan TOC ditekankan pada pemusatan perhatian pada stasiun konstrain dan stasiun non konstrain akan mengikuti stasiun konstrain. Hal ini akan mempermudah proses penjadwalan karena cukup hanya menjadwalkan stasiun konstrain dan stasiun lain akan menyesuaikan. Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan TOC tidak hanya pengendalian buffer di stasiun konstrain

Kata Kunci : Penjadwalan, Theory of Constraints, Buffer

I. Latar Belakang

Dalam sebuah industri baik itu industri manufaktur maupun jasa, proses penyusunan penjadwalan yang baik adalah sebuah hal yang penting. Hal ini dikarenakan dengan adanya penjadwalan yang baik akan meningkatkan efektivitas serta efisiensi sistem produksi industri tersebut yang pada akhirnya akan mengurangi *production costs*. *Scheduling* dapat diartikan sebagai pengalokasian sejumlah *resources* (sumber daya) untuk melakukan sejumlah *tasks* (tugas / operasi) dalam jangka waktu tertentu (Pinedo & Chao, 1999). Penjadwalan merupakan proses pengambilan keputusan yang peranannya sangat penting dalam industri manufaktur dan jasa yaitu mengalokasikan sumber – sumber daya yang ada agar tujuan dan sasaran perusahaan lebih optimal (Pinedo, 1999). Sedangkan menurut Baker (1974) penjadwalan adalah proses pengalokasian sumber – sumber untuk memilih tugas atau pekerjaan dalam jangka waktu tertentu, Bedworth (1987) mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan diantaranya adalah meningkatkan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat

berkurang dan produktivitas meningkat, mengurangi persediaan barang setengah atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumberdaya yang ada masih mengerjakan tugas lain, mengurangi beberapa hambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi biaya keterlambatan (*penalty cost*), membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Definisi Penjadwalan Produksi

Penjadwalan mempunyai definisi pengurutan atau pengerjaan secara menyeluruh dalam suatu lintasan produksi yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Masalah penjadwalan melibatkan pengerjaan beberapa komponen atau mesin yang sering disebut dengan istilah *job*. *Job* sendiri merupakan komposisi dari sejumlah elemen – elemen dasar yang disebut aktivitas atau operasi. Waktu proses merupakan aktivitas atau operasi yang membutuhkan alokasi sumber daya tertentu selama periode waktu tertentu. Harming dan Nurmajudin (2005) membagi penjadwalan menjadi dua yaitu penjadwalan panjang dan penjadwalan pendek. Perbedaan tipe penjadwalan menurut waktu tersebut didasarkan pada waktu pelaksanaan kegiatan yang tercakup didalam jadwal yang bersangkutan. Penjadwalan jangka panjang dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan aktivitas yang memerlukan jangka waktu pengerjaan panjang yaitu bulanan sampai tahunan. Sedangkan penjadwalan jangka pendek berkaitan dengan penyusunan jadwal atas pengerjaan produk untuk memenuhi permintaan jangka pendek atau permintaan pasar. Penjadwalan jangka pendek ini disusun untuk pekerjaan yang akan dilakukan secara berulang. Krajewski dan Rizman menyebutkan pada dasarnya penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya dari waktu ke waktu untuk menunjang pelaksanaan dan penyelesaian suatu aktivitas pengerjaan spesifik. Penentuan alokasi sumber daya perusahaan (sumber daya manusia, sumber daya kapasitas, dan peralatan produksi atau mesin – mesin, dan waktu) ditujukan untuk mewujudkan sasaran penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien sekaligus menghasilkan keluaran (*ouput*) yang tepat jumlah, tepat waktu, dan tepat kualitas (Harming dan Nurmajudin, 2005). Menurut Ginting (2009), penjadwalan merupakan permintaan akan produk – produk yang tertentu (jenis dan jumlah) dari jadwal induk produksi akan ditugaskan pada

pusat – pusat pemrosesan tertentu untuk periode harian. Sedangkan Baker (1974) mendefinisikan penjadwalan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam waktu tertentu (Ginting,2009).

Penjadwalan menurut Baker dalam sebuah lintasan produksi dapat dibedakan menjadi empat keadaan (Ginting, 2009) :

1. Mesin yang digunakan merupakan proses dengan mesin tunggal atau proses dengan mesin majemuk.
2. Pola aliran proses dapat berupa aliran identik atau sembarang.
3. Pola kedatangan pekerjaan dapat bersifat statis atau dinamis.
4. Sifat informasi yang diterima dapat bersifat deterministik atau stokastik.

Salah satu masalah yang cukup penting dalam sistem produksi adalah bagaimana melakukan pengaturan dan penjadwalan pekerjaan (*jobs*) agar pesanan dapat selesai dan sesuai dengan keinginan konsumen. Di samping itu sumber – sumber daya yang tersedia dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin. Salah satu usaha untuk mencapai tujuan diatas adalah melakukan penjadwalan proses produksi yang baik dengan mengurangi waktu menganggur (*idle time*) pada unit – unit produksi dan meminimumkan barang yang sedang dalam proses (*work in process*). Dari definisi diatas maka terdapat dua elemen penting dalam proses penjadwalan yaitu urutan (*sequence*) *job* yang memberikan solusi optimal dan pengalokasian sumber daya (*resources*). Pekerjaan (*job order*) yang diterima diuraikan dalam bentuk kebutuhan sumber daya, waktu proses, waktu mulai dan waktu berakhirnya proses.

II.2. Input Penjadwalan

Input dari sistem penjadwalan antara lain pekerjaan – pekerjaan yang merupakan alokasi kapasitas untuk *order – order*, penugasan prioritas *job*, dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi terperinci dimana informasi – informasi tersebut akan menyatakan masukan dari penjadwalan. Untuk produk – produk tertentu informasi ini bisa diperoleh dari lembar kerja operasi dan *bill of material* (Nasution, 2008). Fogarty mendefinisikan struktur produk sebagai sebuah daftar dari seluruh komponen, sub-sub perakitan, dan material bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk akhir (*parent assembly*) disertai dengan jumlah kebutuhannya masing-masing. Pembentukan struktur produk merupakan bagian dari proses desain, dan kemudian digunakan untuk menentukan komponen

mana yang harus dibeli, dan komponen mana yang harus dibuat. Bentuk dari struktur produk bervariasi, dapat berupa single-level atau multi-level.

II.3. Output Penjadwalan

Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui beberapa tahapan produksi maka sistem penjadwalan harus membentuk aktivitas – aktivitas *output* sebagai berikut (Ginting, 2009) :

1. Pembebanan (*loading*)

Melibatkan penyesuaian kebutuhan kapasitas untuk *order – order* yang diterima diperkirakan dengan kapasitas yang tersedia. Pembebanan dilakukan dengan menugaskan *order – order* pada fasilitas – fasilitas, operator – operator, dan peralatan tertentu.

2. Pengurutan (*sequencing*)

Merupakan penugasan tentang *order – order* mana yang diprioritaskan untuk diproses terlebih dahulu bila suatu fasilitas harus memproses banyak *job*.

3. Prioritas *job* (*dispatching*)

Merupakan prioritas kerja tentang *job – job* mana yang diseleksi dan diprioritaskan untuk diproses.

4. Pengendalian kinerja penjadwalan

Dilakukan dengan :

- Meninjau kembali status *order – order* pada saat melalui sistem tertentu.
- Mengatur kembali urutan – urutan.

5. *Up dating* jadwal

Dilakukan sebagai refleksi kondisi operasi yang terjadi dengan merevisi prioritas – prioritas.

II.4. Tujuan Penjadwalan

Bedworth (1987), mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut (Ginting, 2009) :

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivitas 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 kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimisasi biaya keterlambatan.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindari.

II.5. Beberapa Istilah Dalam Penjadwalan

Bedworth, mendefinisikan beberapa istilah yang digunakan dalam penjadwalan produksi (Ginting, 2009):

1. *Processing time* (t_i)

Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan. Termasuk waktu yang dibutuhkan untuk persiapan dan pengaturan (*set-up*) selama proses berlangsung.

2. *Due – date* (d_i)

Adalah batas waktu dimana operasi terakhir dari suatu pekerjaan harus selesai.

3. *Slack time* (SL_i)

Adalah waktu tersisa yang muncul akibat dari waktu prosesnya lebih kecil dari *due date* nya.

4. *Flow time* (F_i)

Rentang waktu antara satu titik dimana pekerjaan yang tersedia untuk diproses dengan suatu titik ketika pekerjaan tersebut selesai. Jadi *flow time* merupakan *processing time* dijumlahkan dengan waktu ketika pekerjaan harus menunggu sebelum di proses.

5. *Completion time* (C_i)

Adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan mulai dari saat tersedianya pekerjaan ($t=0$) sampai pekerjaan tersebut selesai dikerjakan.

6. *Lateness* (t_i)

Adalah selisih antara *completion time* (C_i) dengan *due – date* nya (d_i).

7. *Tardiness* (T_i)

Adalah ukuran waktu terlambat. Jika suatu pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat dari *due date* nya, pekerjaan tersebut akan memiliki keterlambatan yang negatif. Sebaliknya jika pekerjaan diselesaikan setelah batas waktunya maka pekerjaan tersebut memiliki keterlambatan yang positif.

8. *Makespan* (M)

Adalah total waktu penyelesaian pekerjaan – pekerjaan mulai dari urutan pertama yang dikerjakan pada mesin pertama sampai kepada urutan pekerjaan terakhir pada mesin terakhir.

9. *Heuristic*

Adalah prosedur penyelesaian suatu masalah atau aturan ibu jari (*rule of thumb*) yang ditunjukkan untuk memproduksi hasil yang baik tetapi tidak menjamin hasil yang optimal.

II.6. Kriteria Dalam Penjadwalan

Didalam pengambilan keputusan penjadwalan produksi terdapat beberapa - beberapa kriteria. Adapun kriteria penjadwalan produksi menurut Bedworth adalah sebagai berikut (Ginting, 2009) :

a) Minimasi waktu penyelesaian rata – rata (*mean flow time*)

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j \text{ dimana } F_j = T_j + W_j \text{ ----- (1)}$$

b) Minimasi *mean lateness*

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n L_j \text{ ----- (2)}$$

c) Minimasi *mean tardiness*

$$T = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j \text{ dimana } T_j = \text{maks}(0, L_j) \text{ ----- (3)}$$

d) Maksimasi *tardiness*

$$T \text{ max} = 1 \leq j \leq n \text{ max } (T_j)$$

▪ Maksimasi keseluruhan waktu penyelesaian *job* yang ada (*maximum flow time*)

$$F \text{ max} = 1 \leq j \leq n \text{ max } (F_j)$$

Minimasi jumlah *job* yang terlambat (*number of tardy job*)

$$N_T = \sum_{j=1}^n \delta(T_j) \text{ dimana } (T_j) = 1 \text{ jika } T_j > 0 \text{ ----- (4)}$$

$$(T_j) = 0 \text{ jika } T_j \leq 0$$

e) Maksimasi utilitas rata – rata mesin (U)

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n (U_m)}{m} \text{ dimana } U_m = \frac{\sum_{j=1}^n t_j}{F \text{ max}} \text{ ----- (5)}$$

II.7. Waktu Siklus

Merupakan waktu penyelesaian satu satuan pekerjaan mulai bahan diproses di unit pengolahan hingga keluar dari unit pengolahan (Wignjosoebroto, 2008). Untuk menghitung waktu siklus digunakan rumus :

$$\text{Waktu Rata-Rata Tiap Komponen } Q = \frac{\sum_{n=1}^i X_{ni}}{n} \text{ ----- (6)}$$

$$\text{Waktu Rata-Rata Stasiun Kerja} = \frac{\sum \overline{wi}}{i} \text{ ----- (7)}$$

Keterangan :

X_{ni} = data ke-n, part ke-i.

n = data pengamatan.

i = data part.

\overline{wi} = data rata-rata waktu siklus part ke-i.

II.8. Theory Of Constraints

Dasar dari *Theory Of Constraints* adalah setiap perusahaan memiliki hambatan yang mencegahnya dari pencapaian tingkat kinerja yang lebih tinggi. Batasan tersebut harus dan diidentifikasi dan dikelola untuk meningkatkan kinerja. Biasanya hanya sejumlah sumber daya yang terbatas yang ada dan mereka bukanlah merupakan batasan kapasitas yang diperlukan. Ketika batasan tersebut dapat dihilangkan, identifikasi batasan berikutnya dapat ditingkatkan, lalu dilanjutkan dengan proses peningkatan. Pada akhir tahun 1980an, Goldratt menyaring gagasannya kembali menjadi apa yang disebut dengan *Theory Of Constraints* (TOC) yang merupakan perluasan dari konsep OPT. *Theory Of Constraints* yang diperkenalkan oleh Dr. Eliyahu Goldratt, merupakan suatu filosofi manajemen yang

berdasarkan prinsip-prinsip pencapaian peningkatan terus menerus (*continuous improvement*) melalui pemusatan perhatian pada konstrain sistem. Suatu konstrain sistem membatasi performansi dari sistem tersebut, sehingga semua upaya diarahkan untuk memaksimalkan performansi dari konstrain tersebut.

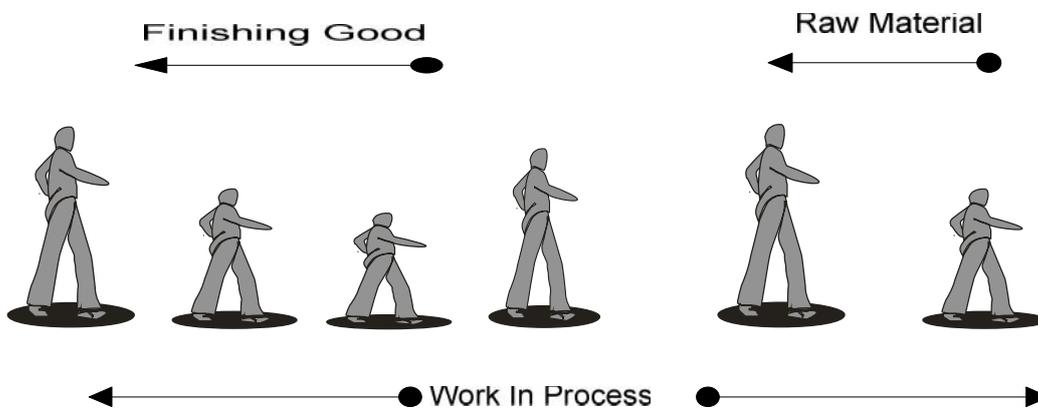
Dalam beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan *Theory Of Constraints* antara lain Srinivasan, Jones, dan Miller (2001) menggunakan *Theory of Constrain* dengan metode *Drum-Buffer-Rope* dapat mengurangi waktu siklus, barang dalam proses (*work in process*) dan meningkatkan output. Sihite (2002) dalam literasinya menjelaskan bahwa penjadwalan dengan menggunakan konsep *Theory Of Constraints* dapat mengurangi *bottleneck* di lintasan produksi. Patterson dan Bob Harmel (2005) dalam penelitian penjadwalan dengan menggunakan *Drum-Buffer-Rope* berkesimpulan dapat meningkatkan *throughput* dan pendapatan secara signifikan. Sedangkan Purwani dan Annie (2007) penjadwalan dengan pendekatan TOC akan memberikan perbaikan yang cukup berarti dalam mengurangi keterlambatan, perbaikan *makespan*, perbaikan utilitas mesin walaupun harus menambah waktu lembur. Fauziah (2008) dalam penelitiannya menggunakan metode *Drum-Buffer-Rope* pada konsep *Theory Of Constraints* (TOC), merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam menangani konstrain yang dapat menghambat aliran produksi dan mengurangi *bottleneck*. Penjadwalan produksi dengan *Theory Of Constraints* merupakan suatu tindakan untuk menangani sistem produksi secara keseluruhan agar terjadi sinkronisasi dari seluruh sub sistem. Sinkronisasi yang dimaksud adalah pengaturan kecepatan aliran produksi dari masing-masing subsistem dengan tujuan untuk menghindari beban yang berlebihan pada stasiun kerja yang memiliki kapasitas terendah sebagai stasiun konstrain. Woepel (2008), menggunakan metode *Drum-Buffer-Rope* untuk meningkatkan output produk, kualitas dengan menurunkan jam kerja lembur, barang dalam proses, dan persediaan .

Langkah-langkah perbaikan yang diterapkan TOC ditekankan pada pemusatan perhatian pada stasiun konstrain dan stasiun non konstrain akan mengikuti stasiun konstrain. Hal ini akan mempermudah proses penjadwalan karena cukup hanya menjadwalkan stasiun konstrain dan stasiun lain akan menyesuaikan.

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan TOC tidak hanya pengendalian *buffer* di stasiun konstrain.

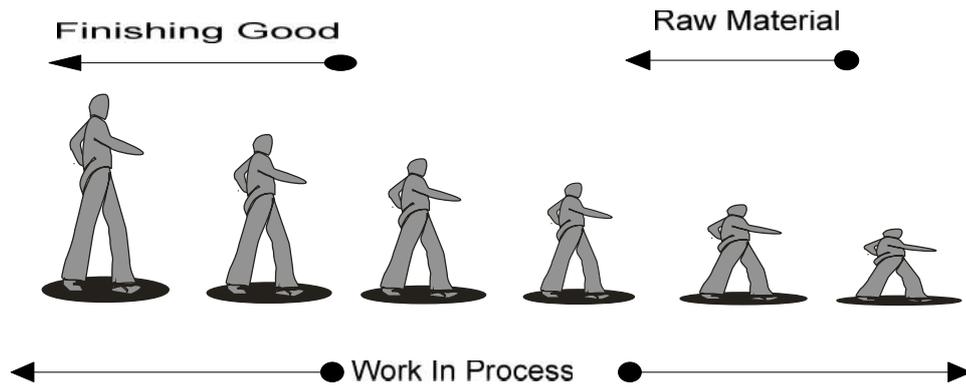
II.9. Sinkronisasi Manufaktur

Di dalam novel *The Goal*, Goldratt menggunakan konsep pasukan pejalan kaki yang berjalan melalui hutan untuk menggambarkan gagasan sinkronisasi. Pertimbangan suatu pasukan pejalan kaki yang akan berbaris dalam satu baris sebagai hal yang dapat disamakan untuk aliran proses. Sepanjang gerakan, beberapa pejalan kaki lebih lambat dibanding yang lain. Jika masing – masing diijinkan untuk menetapkan langkahnya (menghasilkan pada tingkatannya sendiri), kemudian pasukan akan menyebar (sebagai *work in process* peningkatan *inventory*) seperti ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini (Narasimhan, 1995) :



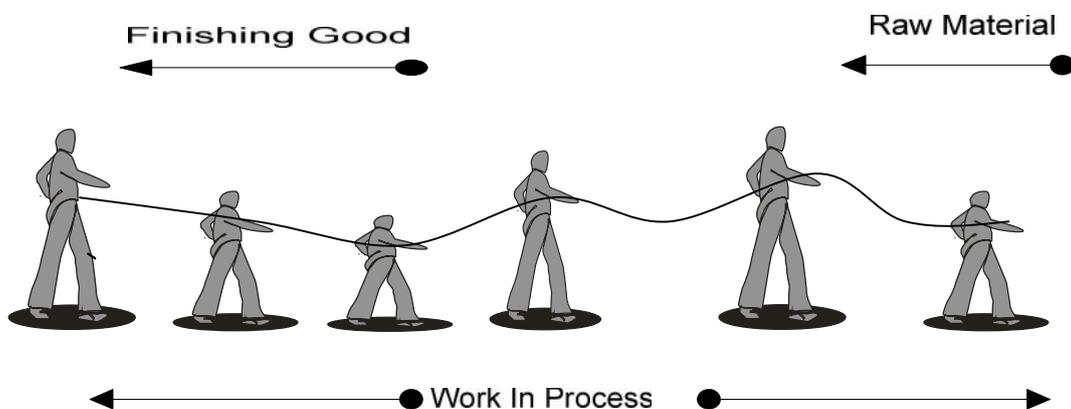
Gambar 1.Hikers

Tujuannya adalah menjaga pasukan untuk tetap bersama sebab orang yang paling lambat di dalam kelompok adalah orang yang menghambat ketika semua pejalan kaki akan sampai pada tujuan mereka. Seperti *bottleneck* (orang yang paling lambat) menjadi sumber daya yang menghalangi *throughput*. Bagaimana cara kita menjaga agar pasukan tetap bersama – sama dan menjangkau tujuan dengan waktu yang sesedikit mungkin (*lead time* paling rendah, memaksimalkan *throughput*). Kemungkinan pertama adalah menempatkan pejalan kaki yang paling lambat di depan dan paling cepat di belakang seperti ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini :



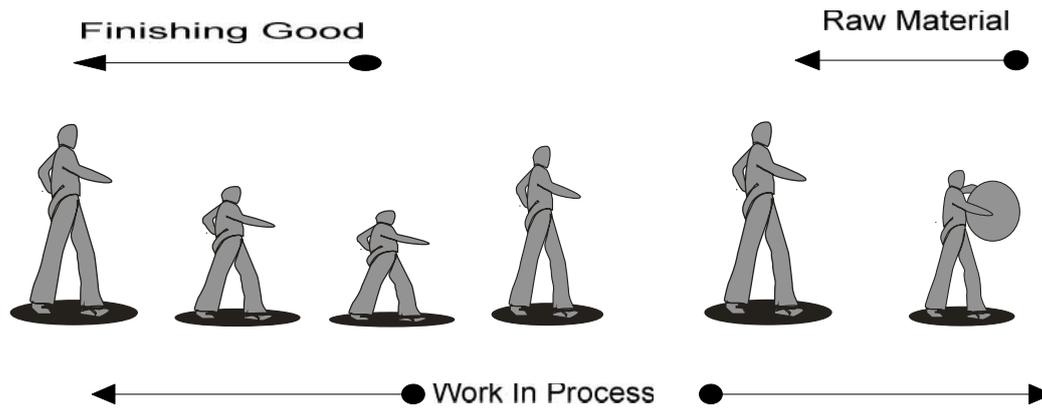
Gambar 2. Pejalan yang paling lambat di depan dan yang paling cepat di belakang

Kemungkinan yang kedua melihat gambar 3, akan meninggalkan semua orang di dalam pesanan asli dan ikat mereka dengan suatu tali untuk memastikan bahwa mereka tidak menyebar (langkah seperti perpaduan garis). Strategi ini akan bekerja di dalam sistem dengan produk yang dapat secara ekonomis diproduksi pada bentuk langkah tetapi tidak akan berguna untuk *job shop*.



Gambar 3. Pejalan berjalan bersama – sama dihubungkan dengan tali

Kemungkinan ketiga akan mempunyai pemain drum untuk menentukan kecepatan *operating gating* (bahan baku) seperti terlihat pada gambar 4. Pejalan kaki yang lain akan mendengarkan drum dan menjaga langkah atau dihibau untuk menyusun ruang jika mereka menyebar. Jika pejalan kaki yang paling lambat tidak menjaga langkah dengan pemain drum, kemudian yang paling lambat, dan semua yang dibelakang akan terpisah dari barisan pasukan.



Gambar 4. Pejalan penggenderang berada di depan

II.10. Sasaran Pengukuran Kinerja

Menurut Goldratt tujuan dari *Theory Of Constraints* (TOC) adalah untuk menciptakan keuntungan. Pengukuran performa finansial yang penting adalah keuntungan bersih, pengembalian investasi, dan arus kas. Keseluruhan *throughput* didefinisikan sebagai tingkat dimana sistem digeneralisasikan oleh uang melalui penjualan. Pengeluaran operasi adalah semua pembelanjaan lainnya termasuk buruh langsung. Keuntungan bersih merupakan keseluruhan dikurangi biaya operasi. Pengukuran tersebut menjelaskan cara untuk fokus terhadap pengambilan keputusan terhadap aktifitas yang akan meningkatkan sasaran penciptaan keuntungan. Gagasan Goldratt mengenai penjadwalan produksi dan penggunaan kapasitas untuk produksi merupakan cara pikir profesional bagaimana cara menggunakan sumber daya dengan baik. Tujuan tiap perusahaan tentunya meningkatkan keuntungan. *Theory Of Constraints* menjelaskan kerangka untuk mengidentifikasi batasan atau *constraints* dan performansi peningkatan keuntungan.

Goldratt mengembangkan ilmu lima langkah untuk memperbaiki sistem *bottleneck* secara terus menerus. Lima langkah tersebut adalah (Narasimhan, 1995) :

1. Identifikasikan konstrain sistem (*identifying constraints*)
2. Eksploitasi konstrain (*exploiting constraints*)
3. Subordinasikan semua bagian lain ke stasiun konstrain (*subordinate all parts of the manufacturing system*)
4. Tingkatkan kemampuan stasiun konstrain untuk memecahkan masalah (*elevating constraints*)

5. Jika konstrain sudah terpecahkan dan muncul konstrain baru maka kembali kelangkah 1.

Lima langkah diatas dapat dijelaskan sebagai berikut (Jensen, 2004) :

1. Menghitung kapasitas efektif di lintasan produksi dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- a) Kapasitas lintasan produksi :

$$\text{Jumlah mesin atau operator} \times \text{jam kerja / hari} \text{ ----- (9)}$$

- b) Mencari utilitas :

$$\left(\frac{\text{Jam ker } ja / \text{ hari} - \text{losstime}}{\text{Jam ker } ja / \text{ hari}} \times 100\% \right) \text{ ----- (10)}$$

- c) Menghitung efisiensi :

$$\left(\frac{\text{Cycletime}}{\text{Wakturata} - \text{rata} / \text{ pos}} \times 100\% \right) \text{ ----- (11)}$$

- d) Kapasitas efektif : $K \times U \times E$ ----- (12)

2. Untuk menentukan *constraints* atau kendala :

- a) Hitunglah waktu pengerjaan di lintasan produksi :

$$\text{Jumlah permintaan / bulan} \times \text{cycle time} \text{ ----- (13)}$$

- b) Apabila waktu pengerjaan di lintasan produksi > dari kapasitas efektif, maka stasiun kerja merupakan *constraints* atau kendala.

3. Untuk menentukan produk mana yang akan di produksi terlebih dahulu di tiap stasin kerja :

- a) Carilah keuntungan dari tiap – tiap produk, kemudian dibagi dengan *cycle time*.

- b) Produk dengan nilai keuntungan terbesar, yang akan dijadwalkan untuk di produksi terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- M. Pinedo, X. Chao, *Operations Scheduling with Applications in Manufacturing and Services*, McGraw-Hill, Singapore, 1999.
- Baker, Kenneth R, *Introduction to Sequencing and Scheduling*, John Wiley and Son Inc, Amerika, 1974
- David D Bedworth, *Integrated Production Control System, Management, Analysis, Design*, John Wiley & Sons, New York. 1987
- Ginting, Rosnani, *Penjadwalan Mesin*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009
- Ginting, Rosnani, *Sistem Produksi*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2007
- Hakim N, Arman, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Penerbit Guna Widya, Surabaya, 1999