

PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN THEORY OF CONSTRAINTS DI LINE PERAKITAN SEPEDA MOTOR

*Firman Ardiansyah E, Antoni Yohanes, Antono Adhi, Agus Setiawan, Enty Nur Hayati
Dosen Fakultas Teknik Universitas Stikubank Semarang*

**DINAMIKA
TEKNIK**
Vol. VII, No. 1
Januari 2013
Hal 46 - 57

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. Penelitian ini mengambil data pada lintasan produksi line B di PT. X Semarang yang merakit tipe motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125. Lintasan produksi di line B dalam pelaksanaannya tidak dapat memenuhi permintaan produk sesuai dengan jadwal yang sudah di buat departemen PPIC karena adanya penumpukan material (bottle neck) di beberapa stasiun kerja/pos. PT. X Semarang dalam penjadwalan produksinya menggunakan metode longest processing time. Sepeda motor dengan cycle time yang lama yang diproses terlebih dahulu. Goldratt mengembangkan ilmu lima langkah untuk memperbaiki sistem bottleneck secara terus menerus. Lima langkah tersebut adalah : 1. Identifikasikan konstrain sistem. 2. Eksploitasi konstrain. 3. Subordinasikan semua bagian lain ke stasiun konstrain. 4. Tingkatkan kemampuan stasiun konstrain untuk memecahkan masalah. 5. Jika konstrain sudah terpecahkan dan muncul konstrain baru maka kembali kelangkah 1. Dari hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan : Pada bulan Juni tahun 2011 stasiun kerja/pos bottleneck terjadi pada stasiun kerja/pos 7 dan stasiun kerja/pos 8. Sehingga pada stasiun tersebut untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur selama satu jam dan empat jam dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.040.200.050,-. Bulan Juli tahun 2011 stasiun kerja/pos bottleneck terjadi pada stasiun kerja/pos 7 dan stasiun kerja/pos 8. Sehingga pada stasiun tersebut untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur selama dua jam dan lima jam dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.148.749.450,-. Pada bulan Agustus tahun 2011 stasiun kerja/pos bottleneck terjadi pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8. Untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.331.163.185,-. Apabila menambah tenaga kerja sebanyak satu orang pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8 keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.334.169.185,-. Bulan September tahun 2011 stasiun kerja/pos bottleneck terjadi pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8. Untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 931.182.886,-. Apabila menambah tenaga kerja sebanyak satu orang pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8 keuntungan perusahaan sebesar Rp. 955.199.950,-.

Kata Kunci : Penjadwalan, *Bottleneck*, *Theory of Constraints*

1. Latar Belakang

Baker dalam Ginting (2009) penjadwalan adalah proses pengalokasian sumber – sumber untuk memilih tugas atau pekerjaan dalam jangka waktu tertentu. Sihite (2002) dalam literasinya menjelaskan bahwa penjadwalan dengan menggunakan konsep *theory of constraints* dapat mengurangi *bottleneck* di lintasan produksi. 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. Fauziyah (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*. Penelitian akan menjadwalkan lintasan *line* B dimana di stasiun yang *bottle neck* akan dijadwalkan sesuai dengan sepeda motor yang mempunyai keuntungan paling tinggi. Penjadwalan produksi dilakukan pada departemen PPIC. Penelitian ini mengambil data pada lintasan produksi *line* B yang merakit tipe motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125. Lintasan produksi di *line* B dalam pelaksanaannya ada penumpukan material (*bottle neck*) di beberapa stasiun kerja/pos. Dalam penjadwalan produksinya menggunakan metode *longest processing time*. Sepeda motor dengan *cycle time* yang lama yang diproses terlebih dahulu. Berdasarkan uraian diatas, maka penjadwalan produk pada penelitian ini akan dilakukan dengan pendekatan *bottleneck*. Penjadwalan yang akan dilakukan di stasiun kerja/pos *bottleneck* berdasarkan jumlah keuntungan dari setiap produk motor. Produk motor dengan keuntungan terbesar di *line* B dijadwalkan terlebih dahulu, kemudian produk dengan keuntungan dibawah produk pertama dijadwalkan selanjutnya dan seterusnya. Identifikasi bagian yang *bottleneck* pada stasin kerja/pos dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan melihat secara langsung *work-in-process* (WIP) di lantai produksi dan dengan menghitung beban kerja di setiap stasiun. Stasiun kerja/pos dengan WIP tertinggi dan atau beban kerja tertinggi kemudian ditetapkan sebagai stasiun kerja/pos *bottleneck*

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, rumusan masalah penelitian ini adalah :

- a. Stasiun kerja/pos manakah yang menjadi *bottleneck* dalam lintasan produksi *line* B yang merakit tipe sepeda motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125 ?
- b. Berapakah kapasitas efektif yang ada di lintasan produksi *line* B yang merakit tipe sepeda motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125 ?
- c. Bagaimana sistem penjadwalan produksi yang optimal dengan nilai keuntungan terbesar ?

3. Tujuan Penelitian

- a. Meningkatkan keuntungan perusahaan dengan mengidentifikasi stasiun kerja/pos yang menjadi *bottleneck* dan menjadwalkan lintasan produksi *line B* yang merakit tipe sepeda motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125 berdasarkan pendekatan *theory of constraints*.
- b. Memberikan usulan strategi perbaikan dalam penjadwalan produksi di lintasan produksi *line B* yang merakit tipe sepeda motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125 berdasarkan pendekatan *theory of constraints*.

4. Manfaat Penelitian

- a. Dengan penjadwalan produksi di lintasan produksi *line B* yang merakit tipe sepeda motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125 dengan pendekatan *theory of constraints* diharapkan keuntungan perusahaan akan meningkat .
- b. Prioritas penjadwalan produksi pada stasiun kerja/pos lintasan produksi *line B* yang mengalami *bottleneck*.

5. Tinjauan Pustaka

5.1. Konsep Dasar

Konsep dasar dari sinkronisasi manufaktur adalah aliran bahan baku melalui sistem, dan harus seimbang. Hal ini terlihat pada pergerakan bahan baku yang lebih lancar dan berkesinambungan dari satu operasi ke operasi yang berikutnya dan dengan demikian terdapat waktu yang pasti dan jeda penyimpanan dalam antrian yang harus dikurangi. Meningkatnya penggunaan peralatan dan pengurangan penyimpanan dapat mengurangi biaya total dan dapat mempercepat pengantaran kepada konsumen. Jeda waktu yang lebih singkat dapat meningkatkan pelayanan konsumen dan memberikan nilai tambah bagi persaingan perusahaan (Ristono, 2010). Dalam sinkronisasi manufaktur, kemacetan diidentifikasi dan digunakan untuk menentukan tingkat aliran. Untuk memaksimalkan aliran melalui sistem ini, *bottleneck* harus dikelola secara efektif. Dengan adanya batasan kapasitas, *bottleneck* tersebut membuat Goldratt memperluas gagasannya mengenai pengolahan *constraints*. *Theory of constraints* ini memperluas konsep yang termasuk pasar, bahan baku, kapasitas, logistik, dan batasan perilaku.

5.2. 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 diidentifikasi dan dikelola untuk meningkatkan kinerja. Biasanya hanya sejumlah sumber daya yang terbatas yang ada dan mereka bukanlah merupakan batasan kapasitas yang diperlukan. Dalam beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan *theory of constraints* antara lain Srinivasan, dkk (2001) menggunakan *theory of constraints* 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. Fauziyah (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*. Penelitian akan menjadwalkan lintasan *line B* dimana di stasiun yang *bottle neck* akan dijadwalkan sesuai dengan sepeda motor yang mempunyai keuntungan paling tinggi.

Keberhasilan penerapan TOC ditentukan dengan penerapan 9 prinsip dasar TOC, yaitu (Jones, Roberts, 1990) :

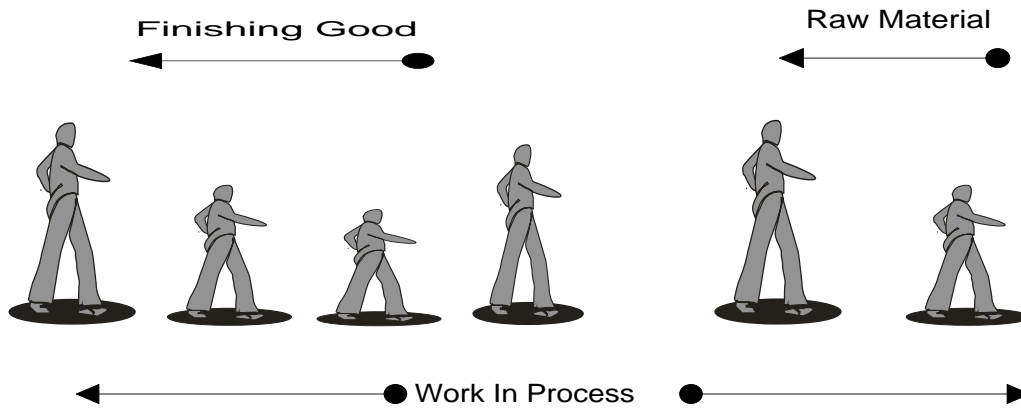
1. Seimbangkan aliran, bukan kapasitas. Lebih penting untuk mensinkronkan aliran dari pada merancang kapasitas sama.
2. Utilisasi *nonbottleneck* ditentukan oleh konstrain dalam sistem. Karena material yang dikerjakan di *nonbottleneck* harus diarakit dengan item yang dibuat di *bottleneck* maka *bottleneck* menentukan berapa jumlah material yang harus dijalankan di *nonbottleneck*.
3. Utilisasi dan pengaktifan suatu stasiun kerja tidak sama. Pengaktifan adalah waktu yang dihabiskan untuk memproses unit pada sebuah mesin atau stasiun kerja yang lain entah memang diperlukan atau tidak. Membuat suatu material yang tidak akan

digunakan, hanya untuk membuat stasiun kerja sibuk tetapi tidak menambah *utilisasi* ialah menjalankan stasiun kerja sejalan dengan laju kerja *bottleneck*.

4. Satu jam hilang di *bottleneck* sama dengan waktu hilang pada keseluruhan sistem. Sebuah perusahaan harus menjaga *bottleneck* berjalan secara efisien, karena mereka menentukan jumlah produk yang diproduksi.
5. Satu jam dihemat pada stasiun *nonbottleneck* adalah sebuah pembuangan saja. *Nonbottleneck* memiliki kapasitas ekstra dibandingkan dengan *bottleneck* sehingga penghematan satu jam pada stasiun ini hanya akan menambah kapasitas ekstra yang dimilikinya (menambah waktu menggangur).
6. *Bottleneck* menentukan keluaran dan persediaan. Persediaan (dalam bentuk WIP) adalah fungsi jumlah yang diperlukan untuk mengutilisasikan *bottleneck*.
7. Ukuran lot transfer seharusnya tidak sama dengan lot proses. Terkadang lot produksi perlu dipecah dan digerakkan ke mesin berikutnya, sehingga dapat memulai proses sebelum proses sebelumnya diselesaikan secara keseluruhan.
8. Lot proses semestinya bersifat variabel dan tidak tetap. Jumlah material yang diproses per lot dalam sebuah operasi bisa berbeda dibanding operasi lainnya dan bisa juga berbeda di waktu yang akan datang saat material serupa dibuat.
9. Penjadwalan dilakukan dengan mengamati semua konstrain secara simultan. *Lead Time* ialah hasil dari penjadwalan dan tidak bisa ditentukan sebelumnya. *Lead time* ialah fungsi dari ukuran *lot*, *lot transfer*, *prioritas* dan faktor lainnya.

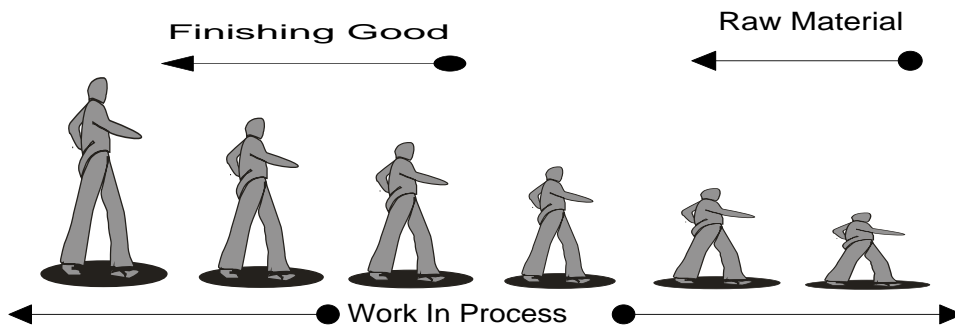
5.3. Sinkronisasi Manufaktur

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 seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini (Narasimhan, 1995) :



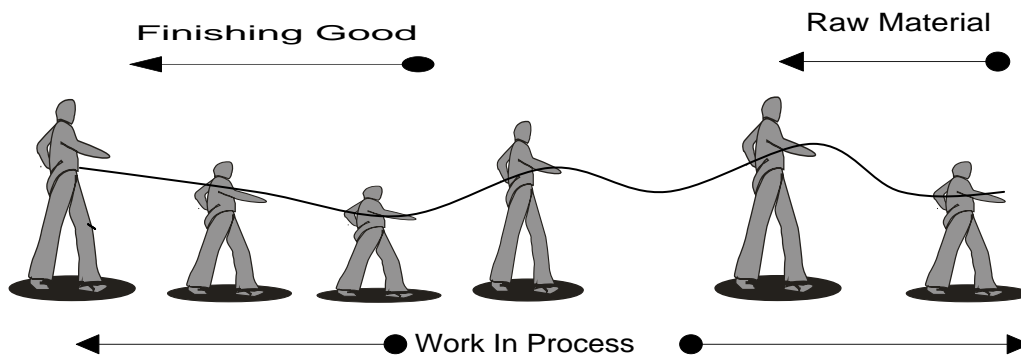
Gambar 1. Hikers

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*.



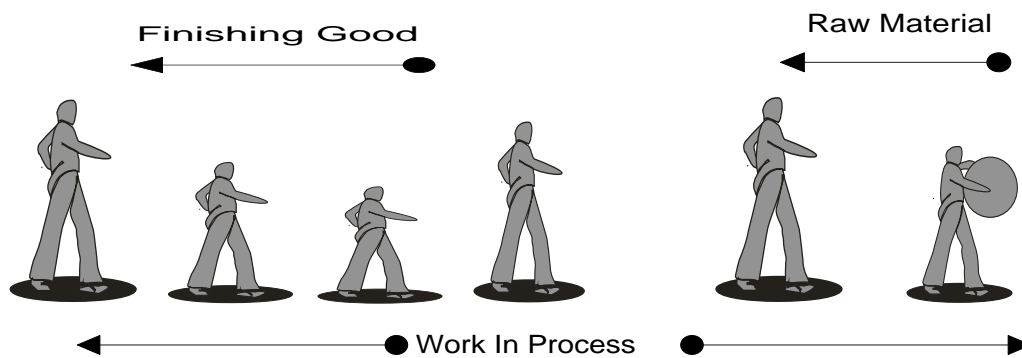
Gambar 2. Pejalan yang paling lambat di depan dan yang paling cepat di belakang

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 dihimbau 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

5.4. 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. 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 :

$$\text{Jumlah mesin atau operator x jam kerja / hari ----- (1)}$$

b) Mencari utilitas :

$$\left(\frac{\text{Jamker } ja / \text{hari} - \text{losstime}}{\text{Jamker } ja / \text{hari}} \times 100\% \right) \text{----- (2)}$$

c) Menghitung efisiensi :

$$\left(\frac{\text{Cycletime}}{\text{Wakturata-rata/ pos}} \times 100\% \right) \text{----- (3)}$$

d) Kapasitas efektif : $K \times U \times E$ ----- (4)

2. Untuk menentukan *constraints* atau kendala :

a) Hitunglah waktu pengerjaan di lintasan produksi :

$$\text{Jumlah permintaan / bulan x cycle time----- (5)}$$

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 :

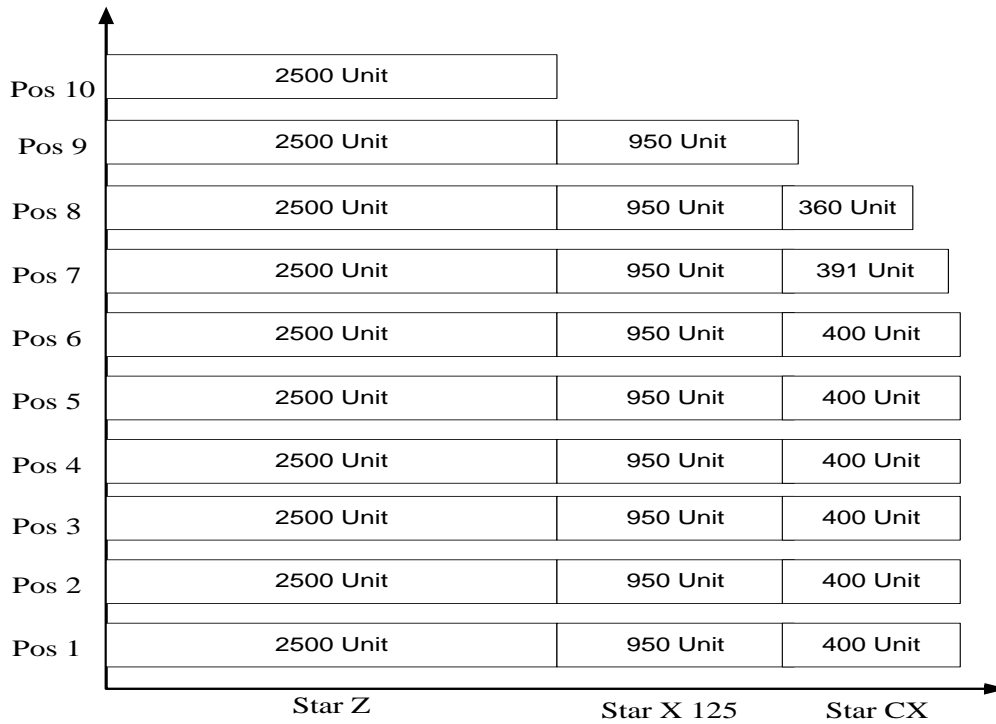
a) Carilah keuntungan dari tiap – tiap produk, kemudian dibagi dengan *cycle time*.

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

5.5 Penentuan Jadwal Produksi

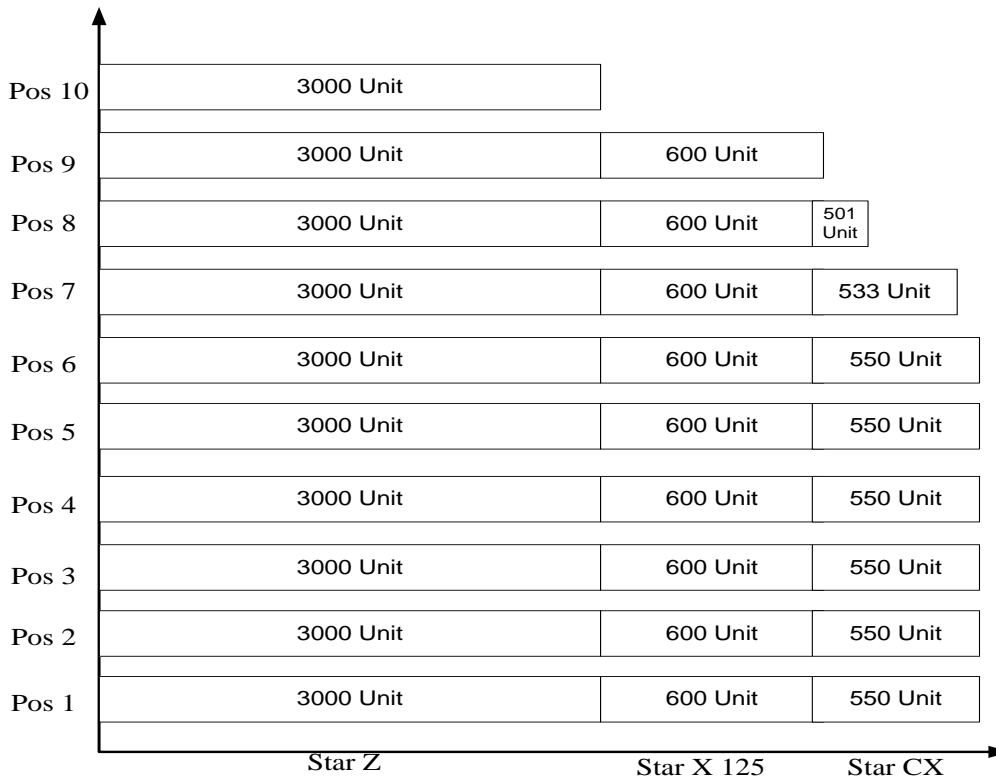
1. Bulan Juni tahun 2011

Jadwal produksi untuk bulan Juni tahun 2011 untuk adalah sebagai berikut :



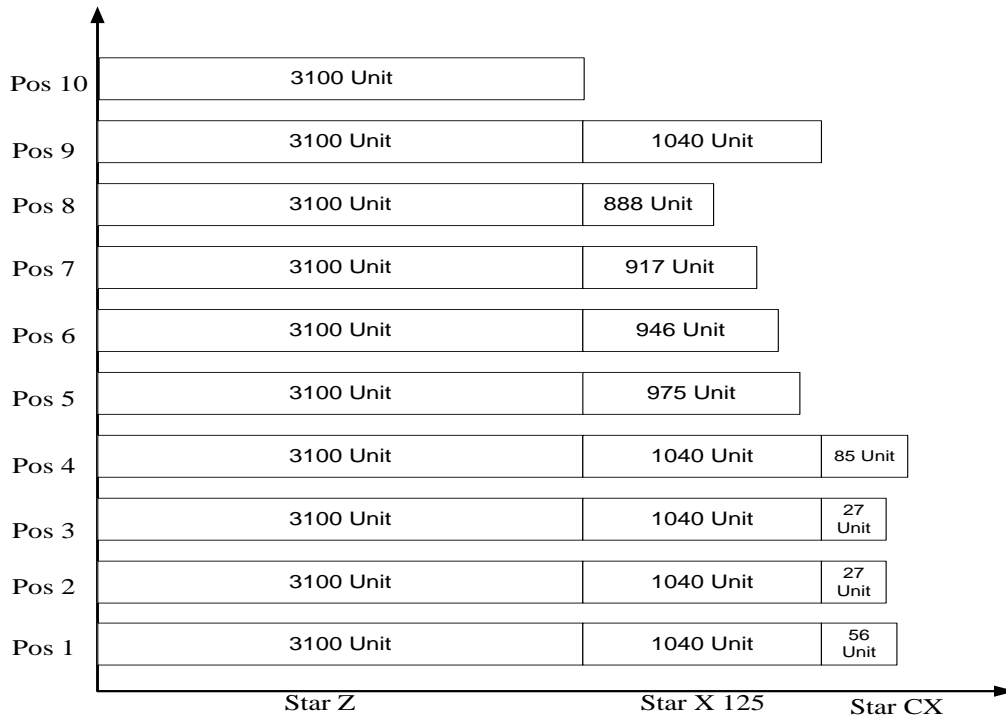
2. Bulan Juli tahun 2011

Jadwal produksi untuk bulan Juli tahun 2011 untuk adalah sebagai berikut :



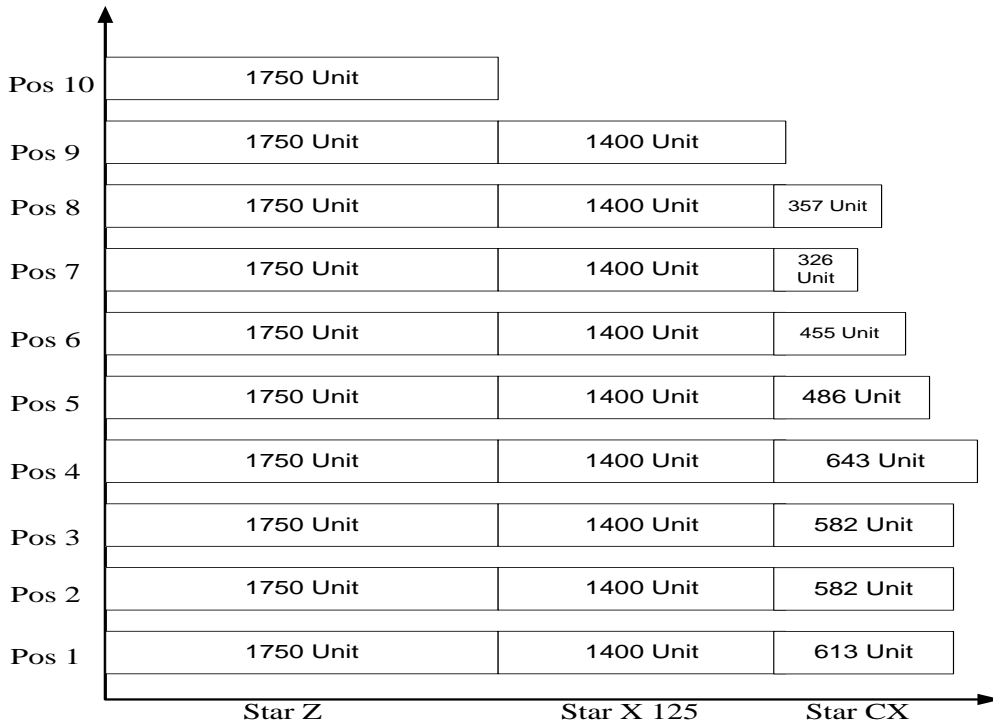
3. Bulan Agustus tahun 2011

Jadwal produksi untuk bulan Agustus tahun 2011 untuk adalah sebagai berikut :



4. Bulan September tahun 2011

Jadwal produksi untuk bulan Agustus tahun 2011 untuk adalah sebagai berikut :



6. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Pada bulan Juni tahun 2011 stasiun kerja/pos *bottleneck* terjadi pada stasiun kerja/pos 7 dan stasiun kerja/pos 8. Sehingga pada stasiun tersebut untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur selama satu jam dan empat jam dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.040.200.050,-
- b. Bulan Juli tahun 2011 stasiun kerja/pos *bottleneck* terjadi pada stasiun kerja/pos 7 dan stasiun kerja/pos 8. Sehingga pada stasiun tersebut untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur selama dua jam dan lima jam dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.148.749.450,-
- c. Pada bulan Agustus tahun 2011 stasiun kerja/pos *bottleneck* terjadi pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8. Untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.331.163.185,-. Apabila menambah tenaga kerja sebanyak satu orang pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8 keuntungan perusahaan sebesar Rp. 1.334.169.185,-.
- d. Bulan September tahun 2011 stasiun kerja/pos *bottleneck* terjadi pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8. Untuk memenuhi jadwal produksi diadakan lembur dengan keuntungan perusahaan sebesar Rp. 931.182.886,-. Apabila menambah tenaga kerja sebanyak satu orang pada stasiun kerja/pos 1 sampai dengan stasiun kerja/pos 8 keuntungan perusahaan sebesar Rp. 955.199.950,-.

Daftar Pustaka

- Fogarty, Blackstone, Hoffman, 1991, *Production and Inventory Management*, 2nd edition, South – Western Co, Ohio.
- Fauziah Annikmatul, 2008, *Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Pendekatan Theory of Constraints Untuk Mengurangi Bottleneck*, dilihat 13 Juni 2011, <http://www.digilib.umm.ac.id>.
- Ginting, Rosnani, 2007, *Sistem Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ginting, Rosnani, 2009, *Penjadwalan Mesin*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Harming, Nurdin dan Nurnajamudin, Mahfud, 2006, *Manajemen Produksi Modern*, Bumi Aksara, Jakarta.

- Narasimhan S.L, McLeavey, D.W and Bellington, P.J, *Production and Inventory Control*, 2nd edition, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.
- Nasution, Arman Hakim, 2005, *Manajemen Industri*, Andi, Yogyakarta.
- Nasution, Arman Hakim, 2008, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Patterson, Mike and Harmel, Bob, 2005, *Simulation Analysis of The Impact of Buffer Size on Profitability in a Drum Buffer Rope Scheduling Environment*, Palmetto Review Vol. 8 h 45 – 48, Published by the University of South Carolina Upstate dilihat 15 Juni 2011.
- Pinedo, Michael, *Scheduling, Theory, Algorithm, and Systems*, New Jersey, Prentice Hall, 1995.
- Purwani, Annie, 2007, *Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Pendekatan Theory of Constraints Pada Industri Manufaktur Yang Bersifat Job Shop*, dilihat 13 Juni 2011, <http://www.digilib.its.ac.id>.
- Ristono, Agus, 2010, *Sistem Produksi Tepat Waktu*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Schragenheim, Eli and Dettmer, William, 2000, *Simplified Drum-Buffer-Rope a Whole System Approach to High Velocity Manufacturing* dilihat 13 Juni 2011 <http://blog.nayima.be/blog/Entry20050731.html>/ think of change.
- Sihite, Franklin Josep, 2002, *Usulan Penjadwalan Produksi Menggunakan Konsep Theory of Constraints (TOC) di PT X*, Tesis, Program Studi Teknik Industri, Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik, Universitas Indonesia Jakarta
- Mandyam, Srinivasan, Jones, Daren, Miller, Alex, *Applying Theory Of Constraints Principles And Lean Thinking At The Marine Corp Maintenance Center*, Defense Acquisition Review Journal h 134 - 145, dilihat 13 Juni 2011, <http://www.dbrmfg.co.nz/Critical%20in%20MARine%20Corps%20Depot>.
- Wignjosoebroto, Sritomo, Ergonomi, 2008, *Studi Gerak dan Waktu (Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja)*, Guna Widya, Surabaya.
- Woepel Mark, 2004, *Introduction to Dumb Buffer Rope*, dilihat 15 Juni 2011, <http://www.pinnacle-strategies.com>
- Youngman, K. J, 2003, *A Guide to Implementing the Theory of Constraints (TOC)* dilihat 15 Juni 2011, <http://www.dbrmfg.co.nz/Production%20DBR.htm>