

Plagiat B13

by Erry Rima Wan

Submission date: 23-Apr-2018 11:14PM (UTC+0700)

Submission ID: 952040369

File name: jurnal_erry_rimawan_b13.pdf (432.39K)

Word count: 5931

Character count: 35662

USULAN PENJADUALAN PRODUKSI DENGAN MENGUNAKAN TEKNIK *THEORY OF CONSTRAINT* DI PT. XXX

Erry Rimawan
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik,
Universitas Mercu Buana

ABSTRAK

PT. XXX merupakan salah satu perusahaan yang tergabung dalam Indomobil Group, pada awalnya didirikan untuk memenuhi kebutuhan part untuk perusahaan lain di bawah Indomobil Group. Dalam melakukan proses produksinya, PT. XXX seringkali memiliki masalah, terutama dikarenakan part yang dipesan oleh konsumen bersifat unik. Perusahaan tersebut memiliki jenis make to order sehingga akan berupaya untuk memenuhi seluruh permintaan dari konsumen. Bagian produksi pada perusahaan tersebut dibagi ke dalam 2 (dua) jenis yaitu ; stamping dan dies, bagian stamping terdiri atas 2 (dua) jenis mesin yang beroperasi yaitu ; mesin sharing dan mesin stamping. Mesin stamping sendiri dibagi lagi ke dalam beberapa tipe sesuai dengan kekuatan pukulan (tonase). Metode theory of constraint (TOC) merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menyusun jadual produksi. Metode ini menitik beratkan perhatian pada stasiun kerja yang dianggap sebagai pembatas (constraint). Pendekatan ini berasumsi jika stasiun pembatas mengalami permasalahan, maka masalah tersebut akan secara langsung berpengaruh pada sistem secara keseluruhan. Pada perhitungan selama bulan Agustus 2007 dengan komposisi jenis permintaan yang masuk, didapat bahwa stasiun kendala berada pada stasiun kerja mesin sharing (stasiun kerja paling awal). Hal tersebut berdampak penjadualan yang dilakukan mirip dengan metode penjadualan dalam MRP (material resource planning). Pemberian buffer time pada dua tempat (stasiun pembatas dan stasiun pengiriman) bertujuan untuk melindungi sistem produksi terhadap gangguan yang mungkin terjadi. Seluruh permintaan yang masuk untuk bulan Agustus 2007 dapat diselesaikan dalam waktu yang tersedia dengan menggunakan metode TOC, sehingga metode ini layak dijadikan sebagai salah satu pilihan dalam melakukan penjadualan produksi.

Kata Kunci : Make to order, Theory of Constraint, MRP

dibuat harus menunggu hingga order tersebut tiba.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Membuat jadual produksi dalam lingkungan perusahaan *make-to-order* memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dikarenakan variasi permintaan yang selalu berubah pada setiap periodenya. Selain itu seringnya order yang datang terlambat dari konsumen mengakibatkan pembuatan jadual produksi yang

PT. XXX merupakan salah satu perusahaan yang menghasilkan produk-produk berupa part untuk kendaraan bermotor khususnya untuk perusahaan PT. Indomobil Suzuki International (ISI). Perusahaan tersebut memiliki banyak jenis produk baik yang

secara rutin ataupun tidak rutin dipesan oleh ISI.

Terjadinya perubahan variasi permintaan produk setiap periode oleh

konsumen menyebabkan perusahaan tersebut memiliki jadwal produksi yang

berbeda pada setiap periodenya. Penjadualan yang dijalankan disesuaikan dengan permintaan (*order*) yang masuk. Hal tersebut menyebabkan penjadualan yang dilakukan harus kembali dievaluasi, karena perbedaan variasi produk yang dikerjakan menyebabkan penjadualan produksi yang sama dengan yang dipakai pada periode lalu mungkin menjadi kurang baik.

Sebuah penjadualan yang baik selain memperhitungkan tingkat *buffer* juga mengetahui dimana stasiun kerja yang memiliki utilitas paling tinggi. Stasiun kerja dengan utilitas paling tinggi dapat menjadi sebuah kendala (*bottleneck*), dikarenakan waktu yang terpakai pada stasiun kerja tersebut akan menjadi lebih besar sehingga stasiun kerja yang lain akan menunggu stasiun tersebut selesai.

Metode *theory of constraint* (TOC) menekankan pengelolaan pada stasiun 2 kendala, yaitu menemukan stasiun kendala, meningkatkan performansi dan kapasitas stasiun kendala dan menjadikan stasiun kendala sebagai acuan laju produksi untuk keseluruhan sistem. Metode TOC dapat digunakan untuk menjadualkan produksi dan saat turunnya *order* ke rantai produksi untuk meningkatkan utilitas stasiun konstrain.

Mengembangkan sebuah *production planning and control system* akan menjadi sederhana apabila tidak terjadi beberapa hal

seperti (*machine breakdown, tool breakage, worker absenteeism, lack of component, scrap, rework, etc*). Pada era manufaktur klasik kendala di atas disebut dengan "*murphy*".

Penelitian ini dilakukan untuk menemukan *constraint station* dan mengatur saat *release* (jadual produksi) ke rantai pabrik sehingga seluruh *order* dapat dipenuhi dengan meningkatkan utilitas *constraint station* dan memberikan *buffer* yang cukup untuk melindungi sistem dari *murphy*.

1.2. Pokok Permasalahan

Telah dijelaskan bahwa *theory of constraint* menekankan perlindungan pada stasiun kendala, maka yang menjadi pokok permasalahan yang pertama kali harus diketahui adalah bagaimana cara mengidentifikasi dimana letak stasiun kendala, kemudian menentukan besar *lead time* sebelum dan sesudah stasiun kendala. Setelah diketahui letak stasiun kendala, maka hasil perhitungan dari *lead time* produksi dapat digunakan sebagai *buffer time*. *Buffer time* yang ada dibagi menjadi 2 (dua) sesuai dengan *lead time* yaitu sebelum dan setelah stasiun kendala.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian Jurnal Penelitian ini adalah mengusulkan jadwal produksi harian dengan menggunakan konsep *theory of constraint* (TOC). Usulan rancangan yang akan dilakukan memiliki tujuan yaitu :

1. Mengidentifikasi stasiun kerja yang menjadi kendala (*constraint*) dalam suatu sistem produksi.
2. Menentukan besar *buffer* yang diberikan kepada stasiun kendala (diberikan sebelum stasiun kendala) dan *buffer* setelah stasiun kendala.

3. Membuat rencana produksi (jadual produksi) berdasarkan kapasitas kemampuan produksi stasiun kendala (*constraint*) dengan metode *drum-buffer-rope* sesuai prinsip TOC.

1.4. Pembatasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan, maka masalah dibatasi sebagai berikut :

1. Kegiatan penelitian dilakukan pada seluruh stasiun kerja pada departemen *stamp* PT. XXX.
2. Data yang diambil adalah data historis yang ada pada bulan Agustus 2007 di PT. XXX dan data tersebut dianggap valid.
3. Bahan baku (*raw material*) dari pemasok dianggap telah memenuhi syarat, sehingga tidak ada *buffer* dari bahan baku (*raw material*).
4. Analisa hanya terjadi pada *internal constraint* yaitu pada kapasitas stasiun kerja.
5. Analisa *constraint* tidak menyangkut masalah biaya tenaga kerja dan biaya-biaya yang lain.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Lead Time Production

Waktu penyelesaian pengerjaan (*lead time*), kadang disebut dengan *cycle* atau *throughput time*, adalah campuran dari waktu pemrosesan, *set up time*, *move time* (*material handling*), ditambah waktu menunggu. Waktu menunggu termasuk didalamnya waktu menunggu untuk dikerjakan oleh mesin, menunggu untuk dipindahkan (dalam area pabrikasi) dan menunggu *part* yang dibutuhkan untuk operasi selanjutnya. (Askin, 2004).

Komponen waktu dari *lead time* (Aquilano, 2004) :

1. *Setup time*, waktu menunggu yang digunakan oleh sebuah *part* pada saat operator melakukan *setup* mesin untuk

memulai pekerjaan pada jenis *part* tersebut.

2. *Processing time*, waktu yang digunakan sebuah *part* selama prosesnya.
3. *Queue time*, waktu menunggu sebuah *part* sebelum digunakan atau diproses oleh mesin, dikarenakan mesin tersebut harus mengerjakan pekerjaan lain.
4. *Wait time*, waktu yang digunakan sebuah *part* untuk menunggu *part* lain selesai prosesnya, sehingga *part* tersebut dapat dirakit bersama (*assembly*).
5. *Idle time*, waktu yang tidak terpakai pada *lead time*, selain karena kehilangan sejumlah waktu dari *setup time*, *processing time*, *queue time* dan *wait time*.

Perkiraan *lead time* di stasiun kerja ditentukan dengan menggunakan teori antrian (Askin, 2004) :

Langkah 1: Hitung laju kedatangan order di stasiun kerja

$\lambda_{jk}^{(h)}$ = Permintaan yang masuk (D) ke dalam sistem.

Langkah 2: Hitung waktu proses yang dibutuhkan oleh sebuah *order*

$$P_{jk}^{(h)} = t_{jk}^{(h)} + Q^{(h)} a_{jk}^{(h)}$$

Langkah 3: Hitung rata-rata beban kerja di stasiun kerja tersebut yang merupakan jumlah dari hasil

kali laju kedatangan dan waktu proses setiap *order*.

$$\rho_j = \sum \lambda_{jk}^{(h)} P_{jk}^{(h)}$$

Langkah 4: Hitung ekspektasi rata-rata waktu untuk setiap order menunggu dan mengantri di stasiun kerja dengan menggunakan Algoritma Lavenberg, 1983 (Askin, 2004) .

$$E[w_j] = \frac{\sum_{h,k} \lambda_{jk}^{(h)} \cdot (P_{jk}^{(h)})^2}{2(1 - \rho_j)}$$

Langkah 5: Hitung ekspektasi rata-rata *lead time* produksi operasi k order h di stasiun j.

$$E[T_{jk}(h)] = E(S) + \frac{\sum \lambda_{jk}^{(h)} \cdot (P_{jk}^{(h)})^2}{2(1 - \rho_j)}$$

Diketahui bahwa $E(S)$ adalah waktu proses di operasi k pada mesin j, dimana waktu proses telah diketahui di atas dengan notasi P sehingga persamaan menjadi :

$$E[T_{jk}(h)] = E[w_j] + P_{jk}^{(h)}$$

Langkah 6: Hitung ekspektasi rata-rata *lead time* order h

$$E[T^{(h)}] = \sum \delta_{jk}^{(h)} E[T_{jk}^{(h)}]$$

Perhitungan di atas bertujuan untuk memperkirakan *buffer* yang akan diberikan sebelum stasiun kendala maupun setelah stasiun kendala.

Notasi:

h : order (h = 1, 2, ..., n)

j : mesin j (j = 1, 2, ..., m)

$\lambda_{jk}^{(h)}$: laju kedatangan

pesanan h di stasiun j untuk operasi k

$D^{(h)}$: laju permintaan dari

pesanan h

$Q^{(h)}$: ukuran lot produksi

$\delta_{jk}^{(h)}$: 1, jika operasi k pesanan h dilakukan pada stasiun j.

0, jika salah satu syarat di atas tidak dipenuhi.

$a_{jk}^{(h)}$: waktu proses/unit untuk operasi dari pesanan h yang dilakukan di stasiun kerja j.

$T_{jk}^{(h)}$: waktu persiapan (*setup time*).

$P_{jk}^{(h)}$: waktu proses operasi k dari pesanan h yang dilakukan di stasiun j.

ρ_j : beban kerja di stasiun j.

E_j : waktu tunggu dalam antrian di stasiun j.

r : waktu *release order* (waktu pekerjaan dapat dimulai)

dd : batas akhir suatu pekerjaan.

Algoritma Lavenberg, berfungsi memperkirakan *lead time* stasiun kerja sebelum stasiun kendala dan *lead time* setelah stasiun kendala sampai stasiun sebelum stasiun pengiriman. Oleh karena itu ekspektasi *lead time* order h yang diperkirakan adalah *lead time* stasiun kerja sebelum stasiun kendala dan *lead time* setelah stasiun kendala sampai stasiun sebelum stasiun pengiriman. Asumsi yang digunakan dalam penjadualan ini adalah pesanan yang akan dijadualkan telah diketahui waktu prosesnya.

2.2. Persediaan Penyangga Dalam Sistem Kebutuhan

Persediaan penyangga dalam sistem kebutuhan dirancang untuk menyerap *murphy* dalam penjadualan produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses pesanan bersifat *variabel* karena faktor-faktor seperti penundaan, kerusakan mesin dan perubahan rencana. Buffa, (1996) membagi persediaan penyangga menjadi 2 (dua) yaitu :

1. Waktu tenggang pengaman (*buffer time*)

Buffer time dapat dikatakan sebagai waktu yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk melindungi laju produksi (*throughput*) sistem dari gangguan yang selalu terjadi dalam sistem produksi.

2. Persediaan pengaman (*buffer stock*)

Buffer stock adalah produk akhir yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk memperbaiki kemampuan sistem produksi menanggapi permintaan.

2.3. Konsep Dasar *Theory of Constraint* (TOC)

Pada awal 1970, Goldratt mengembangkan *software* untuk penjadualan pada jumlah unit yang

terbatas (*finite scheduling*) yang disebut OPT (*optimized production technology*) yang berfokus pada operasi penjadualan berdasar *constraint work center*. Pada awal 1980 filosofi antara OPT dan *just in time* dikembangkan di Amerika Serikat dengan nama *synchronous manufacturing*.

Synchronous manufacturing diterangkan dalam banyak literatur berdasar pada hubungan dari seluruh stasiun kerja sampai item terakhir pada suatu *master schedule*. Kemudian pengertian tersebut dijelaskan sebagai aliran dari material dalam proses produksi, hal tersebut tidak cukup untuk menjelaskan evolusi dan pengembangan terbaru antara filosofi *theory of constraint* dan *just in time*.

Theory of constraint (TOC) yang diperkenalkan oleh Goldratt, 1986 merupakan suatu filosofi manajemen yang berdasarkan prinsip-prinsip pencapaian peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*) melalui pemfokusan perhatian pada kendala sistem (*system constraint*). Suatu kendala sistem membatasi performansi dari sistem itu, sehingga semua upaya seyogyanya ditujukan untuk memaksimalkan performansi dari kendala ini (Gasperz, 2001). Goldratt mengembangkan 5 (lima) langkah dalam TOC sebagai upaya perbaikan terus-menerus (Greene, 1997) yaitu :

1. Identifikasikan *system constraint*.
2. Eksploitasi *constraint*.
3. Subordinasikan semua bagian lain ke stasiun *constraint*.
4. Tingkatkan kemampuan stasiun *constraint* untuk memecahkan masalah.
5. Jika *constraint* sudah terpecahkan dan muncul *constraint* baru, maka kembali ke langkah pertama.

Langkah-langkah perbaikan yang diterapkan TOC, ditekankan pada pemusatan perhatian pada stasiun kendala (*constraint*) dan stasiun *non constraint* akan mengikuti stasiun kendala. Hal ini akan mempermudah proses penjadualan karena cukup hanya menjadualkan stasiun *constraint* sementara stasiun lain akan menyesuaikan.

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan TOC bukan hanya pengendalian *buffer* pada stasiun kendala. Keberhasilan penerapan TOC ditentukan dengan penerapan 9 (sembilan) prinsip dasar TOC (Aquilano, 2004) yaitu :

1. Seimbangkan aliran bukan kapasitas. Lebih baik untuk menyamakan level aliran daripada merancang agar kapasitas mesin sama.
2. Utilisasi *bottleneck* ditentukan oleh *constraint* dalam sistem. Karena *material* yang dikerjakan pada *non bottleneck* harus dirakit dengan item yang dibuat di *bottleneck*, maka *bottleneck* menentukan berapa jumlah material yang harus dijalankan di *non bottleneck*.
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 baik diperlukan ataupun tidak. Membuat suatu *material* yang tidak akan digunakan, hanya akan membuat stasiun kerja sibuk tetapi tidak menambah utilitasnya. Utilisasi adalah menjalankan stasiun sejalan dengan laju kerja *bottleneck*.
4. Satu jam hilang pada *bottleneck* sama dengan waktu hilang pada keseluruhan sistem. Sebuah perusahaan harus menjaga *bottleneck* berjalan secara

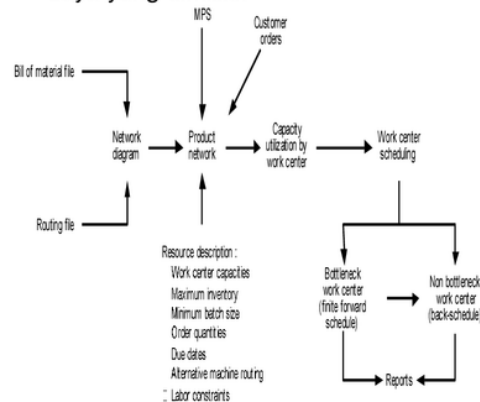
efisien, karena mereka menentukan jumlah produk yang diproduksi.

5. Satu jam dihemat pada stasiun *non bottleneck* adalah sebuah pembuangan saja. *Non bottleneck* memiliki kapasitas ekstra dibandingkan dengan *bottleneck* sehingga penghematan satu jam pada stasiun ini hanya akan menambah kapasitas ekstra yang dimilikinya (menambah waktu manganggur).
6. *Bottleneck* menentukan keluaran dan persediaan. Persediaan (dalam bentuk WIP) adalah fungsi jumlah yang dibutuhkan 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 yang mendahuluinya diselesaikan secara keseluruhan.
8. *Lot* proses seharusnya bersifat variabel dan tidak tetap. Jumlah material yang diproses per *lot* dalam sebuah operasi dapat berbeda dibanding operasi lainnya dan bisa juga berbeda di waktu yang akan datang saat material serupa dibuat.
9. Penjadualan dilakukan dengan mengamati semua kendala secara simultan. *Lead time* ialah hasil dari penjadualan dan tidak dapat ditentukan sebelumnya. *Lead time* ialah fungsi dari ukuran *lot* dan *lot transfer*, prioritas dan faktor lainnya.

2.4. Pendekatan Penjadualan Dengan TOC

Setelah diketahui letak stasiun kendala, masalah berikut yang timbul adalah bagaimana mengalokasikan pengerjaan dari perencanaan tersebut pada rantai

produksi mengingat adanya keterbatasan (*constraint*) sumber daya yang dimiliki.



TOC Scheduling

(sumber: Vollman, 2005 hal 380)

Adapun tujuan dari penjadualan (Nasution, 2006) adalah :

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktifitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas lain.
3. Mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu.
4. Membantu pengambilan keputusan perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

Terdapat 2 (dua) hal yang harus dilakukan terhadap stasiun *constraint* (Aquilano, 2004) yaitu :

1. Menjaga atau menyiapkan suatu "*buffer inventory*" di depan stasiun kendala.

2. Mengkomunikasikan kepada operasi paling awal untuk membatasi produksi sesuai kemampuan dari stasiun kendala tersebut. Proses komunikasi ini disebut dengan *rope*.

2.5. Metode Drum-Buffer-Rope

Drum adalah ritme produksi yang ditetapkan untuk mengatasi kendala sistem (Gaspersz, 2001). Stasiun ini akan menentukan laju produksi. Karena stasiun tersebut menjadi laju produksi keseluruhan sistem, maka stasiun ini perlu mendapatkan perlindungan dari "murphy".

Alasan untuk menggunakan stasiun *bottleneck* sebagai titik kendali adalah untuk menjamin bahwa stasiun yang mendahului stasiun *bottleneck* hanya memproduksi sesuai dengan kemampuan dari stasiun *bottleneck* (Sipper, 1997).

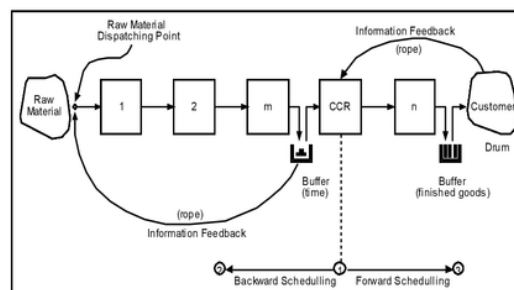
Konsep bekerja dari DBR adalah idealnya seluruh stasiun *non constraint* yang mendahului stasiun *constraint* segera mengerjakan *part* setelah *part* dipesan pada stasiun pertama sebuah *routing*, pada saat sebuah *part* sedang diproses pada stasiun kendala maka stasiun *non constraint* setelah stasiun kendala dapat melakukan *setup* untuk *part* yang akan masuk ke stasiun kerja (Blackstone, 1991).

Berdasarkan urutan proses (*drum*) *order* yang telah dijadualkan pada stasiun kendala, maka perlu ditentukan saat *release* *order* tersebut tiba di rantai produksi, akan sangat menentukan kecepatan *order* tersebut sampai stasiun kendala. Disamping itu, pengendalian saat *release* pada rantai produksi akan mengendalikan *work-in-process* (WIP) pada stasiun kendala. Maka untuk memperoleh hasil yang lengkap jadwal yang dihasilkan bukan hanya jadwal pada stasiun kendala tetapi juga jadwal

saat *release* setiap *order* ke rantai produksi.

Penentuan besarnya *buffer time* akan dilakukan dengan "Algoritma Lavenberg". Algoritma tersebut merupakan algoritma untuk memperkirakan *lead time*. Setiap *order* yang masuk ke rantai produksi mungkin tidak langsung diproses, tetapi menunggu *order* lain yang sedang diproses. Hasil perkiraan panjang antrian *item* merupakan perkiraan kemungkinan proses produksi pada suatu stasiun kerja terhambat, karena adanya *order* lain yang sedang dikerjakan. Hambatan yang dialami *order* pada stasiun *non kendala* sebelum stasiun kendala dijumlahkan menjadi *buffer time* untuk stasiun kendala. Penentuan besarnya *buffer* untuk menjaga utilisasi stasiun kendala dari fluktuasi yang dialami sistem. Dua langkah yang dikembangkan dalam penjadualan dengan metode DBR (Blackstone, 1991) yaitu :

1. Membuat detail penjadualan untuk stasiun *constraint* (*drum*).
2. Menentukan berapa banyak waktu yang diizinkan untuk memindahkan suatu material sejak material tersebut *release* hingga sampai ke stasiun *constraint* dan berapa banyak waktu yang diizinkan untuk memindahkan material dari stasiun *constraint* ke *shipping* (*rope*).



Gambar 2.8. DBR dengan dua
feedback loops
(sumber: Sipper, 1997 hal 578)

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa *buffer* yang tersedia di depan stasiun *constraint* adalah *time buffer*. Oleh Greene (1997) *constraint buffer* didefinisikan sebagai jumlah dari waktu antara bahan baku *release* dan dijadualkan sampai pada pemrosesan di stasiun *constraint*. Terdapat 4 (empat) langkah yang harus dilakukan dalam penjadualan dengan DBR (Sipper, 1997) adalah :

1. Identifikasi stasiun kendala
Dalam menentukan stasiun kendala dihitung :
 - a. Pilih salah satu pesanan h .
 - b. Hitung besarnya beban dari setiap stasiun kerja j untuk memproses operasi ke- k dari pesanan h .

$$B_{jk}^{(h)} = D^{(h)} \times P_{jk}^{(h)} \times \delta_{jk}^{(h)}$$
 - c. Pilih pesanan lainnya dan kembali ke point b sampai semua pesanan diperhitungkan bebannya.
 - d. Hitung beban produksi total yang harus ditanggung oleh setiap stasiun j untuk memproses seluruh operasi dari h .

$$B_b = \sum_{j,k} B_{jk}^{(h)}$$
 - e. Identifikasikan stasiun j yang beban produksi totalnya paling besar sebagai stasiun kendala.
2. Buat penjadualan untuk stasiun kendala
Penjadualan yang dimulai dari stasiun kendala hingga akhir adalah penjadualan maju (*forward scheduling*), sehingga dapat dipergunakan model penjadualan yang dikembangkan pada MRP. Penjadualan *shortest processing time* (SPT) dipergunakan karena

seringkali memberikan hasil yang optimal dengan meminimalkan *flow time* (Askin, 2004). SPT memerlukan prosedur pendukung yaitu perkiraan total waktu proses. *Processing time* dapat dicari dengan :

- a. Tentukan saat awal pengerjaan untuk semua produk = 0, $s_{jk}(h) = 0$
- b. Hitung total waktu proses yang dibutuhkan untuk memproses setiap produk mulai dari saat material diturunkan ke lantai pabrik sampai diperoleh produk akhir, untuk masing-masing komponen diperlukan dalam pembuatan produk

$$P_t^{(h)} = D^{(h)} \times \sum_{j=1}^j \sum_{k=1}^k a_{jk}^{(h)} \times \delta_{jk}^{(h)}$$

keterangan :

Operasi dalam *routing* dari komponen dan produk tidak dipisahkan, menjadi satu bagian (*sekuens*). Sehingga jika produk terdiri dari tiga komponen, akan ada tiga *routing* yang berbeda untuk menghitung perkiraan total yang digunakan adalah waktu proses produk yang terpanjang. $P_t^{(h)} = \text{maks } [P_t^{(h)} \text{ produk menurut masing-masing komponen}]$.

3. Tentukan ukuran *buffer* pada stasiun kendala
4. Tentukan ukuran *buffer* untuk *shipping*
Menentukan besar *buffer* pada stasiun kendala maupun pada *shipping* digunakan penghitungan waktu *lead time* yang telah dibahas di atas. Besar *buffer time* untuk stasiun kendala didapat dengan menjumlahkan *lead time* operasi pertama hingga stasiun kendala. Dan besar *buffer time* untuk

shipping dengan cara menjumlahkan *lead time* setelah stasiun kendala hingga *shipping*.

2.6. Stasiun Kerja *Bottleneck*

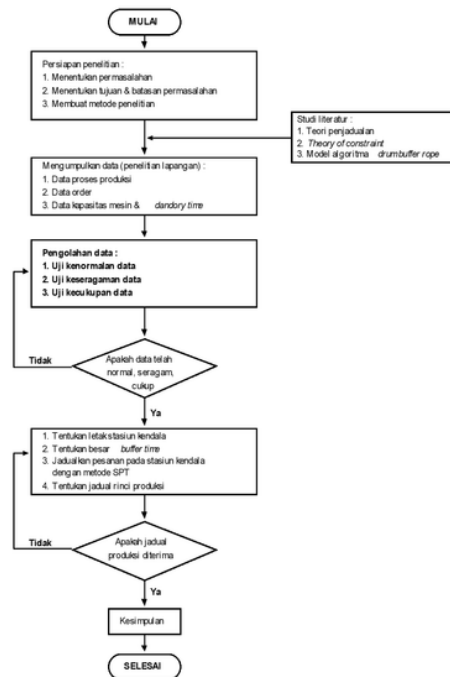
Setiap sistem produksi membutuhkan beberapa titik kendali untuk mengendalikan aliran produksi. Jika dalam sistem terdapat stasiun kendala (*bottleneck*), maka tempat terbaik untuk mengendalikan sistem berada pada stasiun kendala (*bottleneck*). Titik kendali stasiun *bottleneck* disebut dengan *drum* karena stasiun tersebut akan mengakibatkan pemogokan pada sistem (Graspersz, 2001).

Stasiun kerja *bottleneck* adalah stasiun kendala yang membatasi tingkat *output*. *Bottleneck* memiliki kapasitas yang tidak mencukupi terhadap permintaan yang masuk. *Output* dari stasiun *bottleneck* merupakan *output* dari keseluruhan sistem.

Beberapa teknik dalam menguraikan permasalahan permasalahan *bottleneck* (Heizer, 2005) :

1. Menambah kapasitas dari stasiun kendala.
2. Menjamin suatu pelatihan yang baik terhadap tenaga kerja stasiun kendala dengan bagian lain, agar dapat mengoperasikan dan menjaga stasiun kerja yang menjadi kendala.
3. Mengembangkan *routing* alternatif, prosedur pemrosesan atau melakukan subkontrak pekerjaan.
4. Memindahkan pemeriksaan dan pengetesan produk hanya pada posisi sebelum stasiun kerja kendala. Pendekatan ini baik dalam menghilangkan potensi barang cacat sebelum memasuki stasiun kendala.
5. Penjadualan *throughput* disesuaikan dengan kapasitas dari stasiun kendala.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1. Kerangka Berfikir Metodologi Penelitian

IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Jadwal Produksi Perbaikan

Pada perhitungan rencana produksi *part* S-100107 tanggal 1 Agustus 2007 didapat jumlah produksi sebanyak 1980 unit, jumlah tersebut berasal dari kebutuhan pada permintaan tanggal 4 Agustus 2007 sebanyak 1800 unit. Sementara permintaan pada tanggal 1 Agustus 2007 dapat ditutupi dari jumlah persediaan saat itu sebanyak 2318 unit yang merupakan persediaan dari periode sebelumnya.

Faktor *safety stock* yang dipergunakan di sini sama dengan besarnya *safety stock* yang diberlakukan pada perusahaan yaitu sebesar 10% dari setiap produksi. Sehingga total produksi *part* S-100107 pada tanggal 1 Agustus 2007 menjadi :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan (A)} &= 1800 \text{ unit} \\ \text{Safety stock (B)} &= 10\% \\ \text{Jumlah Produksi} &= A + (A \times B) \\ &= 1800 + (1800 \times 10\%) \\ &= 1980 \text{ unit}\end{aligned}$$

4.2. Menentukan Beban Kerja

Dalam *theory of constraint* penentuan letak kendala merupakan langkah awal. Dengan pengertian bahwa setiap sistem yang ada di dunia ini pasti dibatasi oleh satu kendala yang membatasi kemampuan seluruh sistem untuk berjalan optimal termasuk dalam suatu sistem produksi.

Ada berbagai cara yang dilakukan untuk menentukan letak stasiun kendala, salah satunya dengan cara menghitung stasiun kerja yang memiliki beban kerja terbesar seperti berikut ini :

1. Pilih satu pesanan (S-100107) yang akan dibuat.
2. Hitung kebutuhan material untuk setiap level berdasarkan permintaan, jumlah kebutuhan material adalah besarnya jumlah kuantitas pesanan sebesar 1980 unit ($Q = 1980$ unit).
3. Hitung besarnya beban dari setiap stasiun kerja j untuk memproses operasi ke- k dari semua pesanan. Beban kerja yang dimaksud adalah besarnya waktu proses dari setiap tahap pemrosesannya.
Pada *part* S-100107 diketahui waktu siklusnya pada mesin *sharing* adalah 4,14 detik, sementara *dandory time* mesin sebesar 19 menit atau 1.140 detik.

Sehingga :

$$\begin{aligned}P_{jk}^{(h)} &= \tau_{jk}^{(h)} + Q^{(h)} a_{jk}^{(h)} \\ P_{jk}^{(h)} &= 1.140 \text{ detik} + (1980 \times 4,14) \text{ detik} \\ P_{jk}^{(h)} &= 9.337,2 \text{ detik.}\end{aligned}$$

4. Hitung beban produksi total yang harus ditanggung oleh setiap sumber j untuk memproses seluruh operasi dari seluruh pesanan. Caranya dengan menjumlahkan beban kerja seluruh *part* yang dikerjakan pada tiap stasiun kerja.

4.3. Menghitung Panjang Buffer Pada Stasiun Kendala

Panjang *buffer* yang diberikan di depan stasiun kendala dihitung berdasarkan jumlah waktu sebelum stasiun kendala dan waktu tunggu stasiun kerja setelah stasiun kendala menjadi *buffer* pada stasiun pengiriman.

Perhitungan *lead time* pada S-100107

- Tentukan laju kedatangan pesanan (λ) yang merupakan nilai rata-rata dari pesanan yang masuk dalam tiap jamnya.
 $\lambda_{jk}^{(h)}$ = Permintaan rata-rata yang masuk (*Demand*) ke dalam sistem tiap jam.

$$\lambda_{jk}^{(h)} = \frac{1980 \text{ unit}}{7,667 \text{ jam}} = 258,25 \text{ unit/jam}$$

- Tentukan kapasitas mesin [μ] selama satu jam yang didapat dari tabel kecepatan mesin.

$$\mu = 870 \text{ unit /jam}$$

- Tentukan ekspektasi lama pelayanan pada stasiun kerja [$E(s)$],

$$E(s) = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{870} = 0,001149 \text{ jam/unit}$$

- Tentukan faktor utilisasi dari stasiun kerja [ρ]

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{258,25}{870} = 0,30$$

- Tentukan Ekspektasi dari *lead time* [E(T)]
- Pada *part* S-100107 di stasiun kerja mesin *sharing*

$$E[T_{jk}^{(h)}] = E(s) + \frac{\sum_{h,k} \lambda_{jk}^{(h)} E(s)^2}{2(1 - \rho_i)}$$

$$E[T_{jk}^{(h)}] = 0,001149 + \frac{258,25}{(0,0011)^2} \times$$

$$2(1-0,30)$$

$$E[T_{jk}^{(h)}] = 0,001149 + 0,0002$$

$$E[T_{jk}^{(h)}] = 0,001349 \text{ jam}$$

$$E[T_{jk}^{(h)}] = 0,0014 \text{ jam}$$

Dari persamaan di atas dapat diketahui bahwa *lead time* untuk membuat satu unit *part* S-100107 pada stasiun kerja mesin *sharing* adalah 0,0014 jam atau sama dengan 5,04 detik.

Pada kolom *order*, merupakan seluruh pesanan yang masuk pada hari pertama pada satu jenis *part*. Pada *part* S-100107 jumlah pesanan adalah 1980 unit.

Lead time adalah perkiraan lama seluruh *part* dapat dikerjakan dalam sebuah mesin, pada hari pertama besar *lead time* adalah :

Lead time = $E[T_{jk}^{(h)}]$ x jumlah pesanan

Lead time = 5,04 detik x 1980 unit

Lead time = 9.922,46 detik

Kolom *buffer* adalah jumlah dari seluruh *lead time* pada sebuah stasiun kerja, jumlah ini kemudian dikali dengan 25%, maka besar *buffer* menjadi :

Buffer time = jumlah *lead time* stasiun kerja mesin *sharing* x 25%

Buffer time = 12.788,68 detik x 25%

Buffer time = 3.197,17 detik

Kolom *buffer* adalah jumlah dari seluruh *lead time* pada sebuah stasiun kerja, jumlah ini kemudian dikali dengan 25%, maka besar *buffer* menjadi :

Buffer time = jumlah *lead time* stasiun kerja mesin *sharing* x 25%

Buffer time = 12.788,68 detik x 25%

Buffer time = 3.197,17 detik

Tabel 4.23. Buffer sebelum dan setelah stasiun kendala

No	Stasiun Kerja	Besar Buffer (detik)	Total (detik)
Sebelum Stasiun Kendala			
1	Sharing	3197.170202	3197.170202
Setelah Stasiun Kendala			
2	Stamping 80 Ton	3029.29	
3	Stamping 110 Ton	3029.29	
4	Stamping 250 Ton	857.16	
5	Stamping 350 Ton	381.80	7297.55

(Sumber: Hasil

4.4. Menentukan Release Order

Penentuan *release order* digunakan untuk mengetahui kapan sebuah pesanan dapat dipesan paling awal untuk dikerjakan pada sebuah stasiun kerja. Maka diperlukan terlebih dahulu untuk mengetahui *part* yang akan mendapat prioritas dalam hal ini digunakan pola pengurutan berdasar SPT dimana sebuah *part* yang memiliki total waktu proses paling kecil akan mendapat prioritas lebih awal.

Tabel 4.24. Urutan Pengerjaan Pada Stasiun Kendala Berdasarkan SPT

No	Jenis Produk	$P^{(h)}_{jk}$ (detik)	$\Sigma P^{(h)}_{jk}$ (detik)
1	S-10070	7410	7410
2	S-10087	12195.90898	19605.90898
3	S-100107	28384.86815	47990.77513

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.26. Waktu release pesanan (satuan detik)

No.	Kode Produksi	Rencana Produksi (unit)	Waktu Release Pesanan						Waktu Pengerjaan Selesai
			Sharing	Stamping 80 Ton	Stamping 110 Ton	Stamping 200 Ton	Stamping 250 Ton	Stamping 350 Ton	
1	S-10085R								
2	S-10085L								
3	S-10086R								
4	S-10086L								
5	S-10087	408	0	3160.32	3748.32		4336.32		7492.32
6	S-10089								
7	S-10070	264	0	1058.16			1185.12	1800.24	4486.56
8	S-10088R								
9	S-10088L								
10	S-10089R								
11	S-10089L								
12	S-10090								
13	S-10091R								
14	S-10091L								
15	S-10096								
16	S-100108								
17	S-10017								
18	S-10098								
19	S-10099								
20	S-100107	1980	0	6729	8048.52				17583.72

(Sumber: Hasil pengisian data)

Tabel berikut dapat dilihat untuk kondisi *release order* dimana sebuah operasi menunggu operasi sebelumnya selesai.

Tabel 4.27. Waktu release pesanan (satuan detik)

No.	Kode Produksi	Rencana Produksi (unit)	Waktu Release Pesanan						Waktu Pengerjaan Selesai
			Sharing	Stamping 80 Ton	Stamping 110 Ton	Stamping 200 Ton	Stamping 250 Ton	Stamping 350 Ton	
1	S-10085R								
2	S-10085L								
3	S-10086R								
4	S-10086L								
5	S-10087	408	0	4759.28	7085.28		9401.28		12557.28
6	S-10089								
7	S-10070	264	0	2039.76			3916.32	5882.64	8568.96
8	S-10088R								
9	S-10088L								
10	S-10089R								
11	S-10089L								
12	S-10090								
13	S-10091R								
14	S-10091L								
15	S-10096								
16	S-100108								
17	S-10017								
18	S-10098								
19	S-10099								
20	S-100107	1980	0	14106.48	22981.68				32516.88

(Sumber: Hasil pengisian data)

V. ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Beban Kerja

Beban kerja digunakan untuk mengidentifikasi dimana stasiun kendala berada, stasiun kerja dengan beban kerja terbesar merupakan stasiun kendala (*bottleneck*). Dimana diasumsikan bahwa yang dimaksud dengan beban kerja di sini adalah besarnya waktu yang ditanggung oleh sebuah stasiun kerja untuk menyelesaikan

seluruh pekerjaannya. Waktu tersebut termasuk didalamnya adalah waktu proses dan *dandory time*.

Dalam mencari stasiun kendala sebenarnya dapat digunakan dengan melihat langsung dalam ruang *fabrikasi* untuk melihat stasiun kerja mana yang paling banyak memiliki tumpukan bahan yang akan dikerjakan. Maka dapat diasumsikan bahwa stasiun kerja tersebut adalah stasiun kerja yang memiliki *bottleneck*. Kelemahan dari cara ini adalah apabila jumlah dan tipe *part* yang diproduksi mengalami perubahan, maka ada kemungkinan stasiun kendala akan bergeser ke stasiun lainnya, sehingga perlu dilakukan pengamatan terus-menerus.

Dalam *theory of constraint* stasiun kendala merupakan pusat perhatian karena *output* sesungguhnya dari sebuah sistem merupakan *output* yang dihasilkan oleh stasiun kendala. Dalam perhitungan pada hari pertama (tabel 4.18.) didapat bahwa stasiun kendala berada pada stasiun pertama, hal ini menyebabkan jadwal produksi dapat langsung diturunkan ke rantai produksi seperti halnya yang terjadi pada MRP.

5.2. Analisis Pemberian Besar Buffer Time Pada Jadwal Produksi

Kondisi stasiun kendala sebagai stasiun pertama merupakan keadaan yang membuat *buffer time* pada stasiun kendala menjadi tidak efektif, hal ini dikarenakan stasiun kendala tidak harus menunggu stasiun sebelumnya selesai beroperasi. Maka penjadualan dengan pendekatan *forward scheduling* seperti halnya pada MRP dapat dipergunakan. Penjadualan rinci dengan metode ini mengakibatkan pemberian *buffer* yang diberikan pada stasiun kendala menjadi tidak berguna. Sesuai dengan

rekomendasi TOC, maka penempatan *buffer* yang dimungkinkan lagi adalah stasiun pengiriman, jadi pemberian *buffer* dilakukan hanya pada stasiun pengiriman.

Pada saat dilakukan penghitungan *buffer*, *lead time* yang didapat dari stasiun kendala maupun *lead time* pada stasiun pengiriman adalah sebesar :

- *Lead time* stasiun kendala : 12.788,68 detik atau 3,55 jam
- *Lead time* stasiun pengiriman : 30.625,12 detik atau 8,51 jam

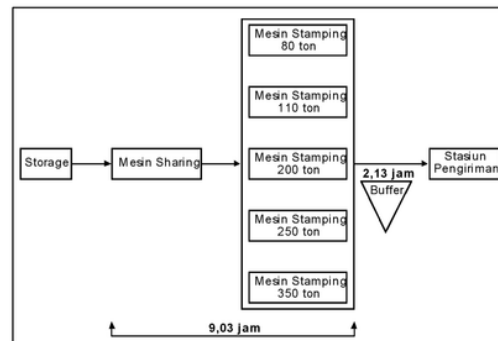
Pemberian *buffer* yang tidak berguna di depan stasiun kendala menyebabkan hanya *buffer* pada stasiun pengiriman saja yang akan dipakai. Besar *lead time* pada stasiun pengiriman merupakan akumulasi dari *lead time* setelah stasiun kendala hingga stasiun pengiriman. Dalam pemberian *buffer* pada stasiun kendala dilakukan dengan menghitung panjang *lead time* dikali dengan 25 % (Bulfin dan Sipper, 1997), hal ini memiliki tujuan agar pemberian *buffer* pada pertama kali penjadualan tidak terlalu besar sehingga dapat mengganggu jadwal produksi.

Sehingga besar *buffer time* menjadi :

- *Buffer time* stasiun kendala = *lead time* stasiun kendala x 25 %
Buffer time stasiun kendala = 12.788,68 detik x 25%
Buffer time stasiun kendala = 3.197,17 detik atau 0,888 jam
- *Buffer time* stasiun pengiriman = *lead time* stasiun pengiriman x 25%
Buffer time stasiun pengiriman = 30.625,12 x 25%
Buffer time stasiun pengiriman = 7.656,28 detik atau 2,13 jam

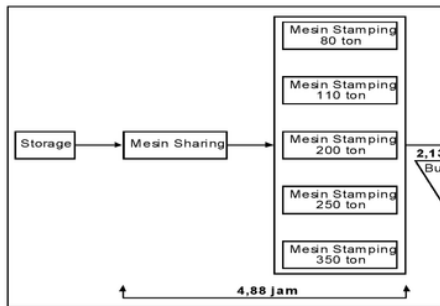
Pada kondisi ukuran *lot* produksi dianggap tidak ada, maka

waktu yang diperlukan untuk produksi adalah sebesar 9,03 jam (tabel 4.27.) ditambah dengan *buffer* stasiun pengiriman sebesar 2,13 jam (tabel 4.23.) menjadi 11,16 jam. Kondisi tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Waktu sebesar 9,03 jam merupakan perkiraan pekerjaan yang dilakukan sejak pertama kali dilakukan pada mesin *sharing* hingga stasiun terakhir mesin *stamping*. Pemberian *buffer* sebesar 2,13 jam pada stasiun pengiriman dimaksudkan agar apabila terjadi keterlambatan selama proses pada stasiun kerja setelah stasiun kendala dapat diantisipasi dengan menyertakan *buffer time* pada saat membuat jadwal produksi.

Sedangkan pada saat dilakukan ukuran *lot* waktu produksi menjadi 4,88 jam ditambah dengan pemberian *buffer* pada stasiun pengiriman sebesar 2,13 jam menjadi 7,01 jam dapat dilihat pada gambar di bawah :



5.3. Analisis Waktu Release Order

Saat *release* adalah proses komunikasi (*rope*), yang dikenal pada sistem *drum-buffer-rope*. Saat *release* ditentukan untuk menentukan turunnya *order* ke lantai produksi sehingga pada stasiun non kendala tidak terjadi penumpukan *work-in-process*. Stasiun non kendala beroperasi hanya jika diminta oleh stasiun kendala dan ritme (*drum*) produksi ditentukan oleh stasiun kendala.

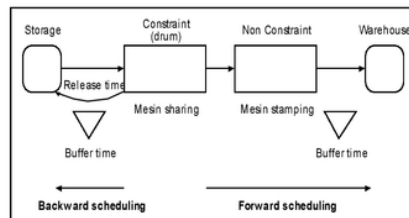
Pengaturan yang dilakukan pada stasiun kerja mesin *sharing* adalah dengan menggunakan metode SPT sehingga walaupun setiap *order* dapat memulai prosesnya pada menit ke-0 tetapi pengaturan dengan SPT menghendaki *part* yang memiliki waktu proses terkecil mendapat prioritas lebih awal. Pemilihan metode SPT ditujukan agar penjadwalan yang dilakukan dapat memperoleh waktu proses yang lebih cepat. Sementara waktu akhir pengerjaan adalah *part* S-100107 pada stasiun kerja mesin *stamping* 110 ton pada detik ke-17.583,72 atau jam ke-4,88 sejak awal pertama kali proses. Dengan penjadwalan ini maka semua *order* yang dibuat dapat dipenuhi dalam waktu yang tersedia.

5.4. Analisis Penjadwalan Dengan Menggunakan Metode DBR

Pada PT. XXX penjadwalan dilakukan dengan rencana produksi

diturunkan langsung seperti layaknya pada MRP. Jika kondisi stasiun kendala tetap berada pada awal proses, maka cara ini tidak akan berbeda jauh dengan TOC. Pada saat rencana produksi diturunkan ke lantai produksi, prioritas pekerjaan dilakukan oleh bagian produksi, sehingga tidak diketahui prioritas yang digunakan pada saat melakukan proses produksi. Aturan prioritas yang berlaku dalam MRP seperti *short processing time* (SPT) dapat dilakukan agar waktu proses menjadi lebih singkat.

Dalam perhitungan diketahui bahwa stasiun kendala merupakan stasiun pertama, sehingga *release time order* ke lantai produksi adalah *release time* pada stasiun kendala akibatnya komunikasi (*rope*) ke stasiun pertama adalah komunikasi pada stasiun itu sendiri. Sedangkan penjadwalan rinci dilakukan dengan *forward scheduling* seperti yang dilakukan pada penjadwalan metode MRP yakni *push system*. Pada gambar berikut dapat dilihat manajemen DBR pada PT.XXX.



Gambar 5.5. Manajemen DBR pada PT. XXX

5.5. Analisis Seluruh Jadwal Harian Pada Jadwal Produksi Perbaikan

Analisis terhadap seluruh jadwal harian bulan Agustus pada jadwal produksi perbaikan, ditujukan untuk melihat apakah jadwal tersebut layak (dapat menyelesaikan seluruh pekerjaan pada waktu yang tersedia). Apabila ditemukan bahwa waktu yang tersedia tidak cukup, maka pilihan

pertama adalah dengan melihat apakah *buffer time* yang diberikan dapat dikurangi.

Pada perhitungan dibawah dapat dilihat perbandingan total waktu proses yang dibutuhkan antara jadual produksi PT. XXX dan jadual usulan. Adapun perhitungan waktu proses PT. XXX adalah sebagai berikut, waktu proses yang dibutuhkan pada hari pertama yaitu :

Part yang dibuat : S-10087

sebanyak 900 unit

S-100107 sebanyak

2000 unit

Sehingga perbandingan waktu prosesnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.5 Perbandingan total waktu proses jadual PT. XXX dan Jadual Usulan (satuan detik)

No	Kode Produksi	PT. XXX		Jadual Usulan	
		Rencana Produksi	Total Waktu Proses	Rencana Produksi	Total Waktu Proses
1	S-10087	900	20897,44	408	12195,91
2	S-10070			264	7410,00
3	S-100107	2000	28637,04	1980	28384,87
Jumlah			49534,48		47990,78

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada Jurnal Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Stasiun kendala (*bottleneck*), diidentifikasi berada pada stasiun kerja mesin *sharing*.
2. Besar *buffer time* sebelum stasiun kendala adalah 0,89 jam dan *buffer time* setelah stasiun kendala adalah 2,13 jam, berarti waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan produksi adalah 4,88 jam. Apabila terjadi gangguan selama proses produksi, maka *buffer time* sebesar 2,13 jam dapat

dipergunakan. Jika tidak terjadi gangguan, maka waktu yang dibutuhkan adalah 4,88 jam.

3. Jadual produksi pada PT. XXX dengan menggunakan metode TOC dibuat dengan menggunakan stasiun kerja mesin *sharing* sebagai titik kendali bagi jadual produksi stasiun kerja yang lain.

6.2. Saran

Adapun beberapa saran yang ingin disampaikan kepada perusahaan, yaitu sebagai berikut :

1. Dalam membuat jadual produksi, perusahaan dapat menggunakan ukuran *lot*, dalam satuan unit produksinya.
2. Dalam menentukan *safety stock*, perusahaan sebaiknya lebih dahulu melakukan evaluasi terhadap persentase kegagalan produksi.
3. Waktu tenggang produksi selama tiga hari dapat dikurangi dengan cara perusahaan berkoordinasi dengan pihak *supplier*.
4. Perusahaan memberikan pelatihan bagi para karyawannya, agar dapat mengaplikasikan TOC sebagai salah satu pilihan dalam melakukan penjadualan produksi.
5. Untuk mempermudah pekerjaan, penjadualan produksi dapat digunakan dengan komputasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ronald G. Askin, Charles R Standridge., 2004, *Modeling And Analysis Of Manufacturing System*, John Wiley and Sons. Canada
- Graspersz Vincent, 2001, *Production Planning & Inventory Control*, Gramedia Pustaka. Jakarta
- Heizer Jay, Render Barry, 2005, *Operations Management: Flexible Version*, 7th Edt. Prentice Hall. New Jersey

Frandy Tjiptono., Anastasia Diana.,
2003, *Total Quality Management*,
Andi Offset. Yogyakarta

John. M Nicholast. 1998, *Competitive
Manufacturing
Management*, Mc.Graw Hill Book co,
Singapore

Nahmias Steven, 2005, *Production and
Operation Analysis, Fifth Edt*,
5 Mc.Graw Hill . Singapore

James H. Greene., 1997, *Production &
Inventory Control Handbook Third
Edition*,. McGraw-Hill. USA

Michael V.Brown., 2004, *Managing
Maintenance Planing &
Scheduling*, Willey Publishing Inc,
Canada

rsada, Jakarta

Bill Scott., 1994, *Manufacturing
Planning Systems*, McGraw-Hill,
England

Fogarty, Blackstone, Hoffman., 1991,
Production and Inventory
Management 2D Edition, South
Western Publishing co, Cincinati,
Ohio

Freddy Ranguti., 2002, *Manajemen
Persediaan*, PT Raja Grafindo Pe

Sipper Daniel, Robert L, Bulfin Jr., 199,
*Production Planing Control and
Integration*, Mc.Graw Hill Book co,
United States of America 4

Vollmann, Berry, Whybark, Jacobs.,
2005, *Manufacturing Planning and
Control for Supply Chain
Management*, Mc.Graw Hill Book
co, Singapore

Plagiat B13

ORIGINALITY REPORT

1 %

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

0 %

PUBLICATIONS

1 %

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Sebelas Maret

Student Paper

1 %

2

Submitted to Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Student Paper

<1 %

3

Submitted to Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya

Student Paper

<1 %

4

Submitted to University of Warwick

Student Paper

<1 %

5

Submitted to Gulf College Oman

Student Paper

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches Off