

**ANALISIS PENGARUH *PUSH SYSTEM* DAN *PULL SYSTEM*  
TERHADAP PENGENDALIAN PERSEDIAAN  
PROSES PRODUKSI KOMPONEN ALAT BERAT  
PADA PT. NATRA RAYA–CATERPILLAR INDONESIA**

Tesis

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister Manajemen (MM)

Oleh :

**RONY OCTORIZA KAWI**

200301016133



**PASCASARJANA  
UNIVERSITAS JAYABAYA  
JAKARTA  
2006**

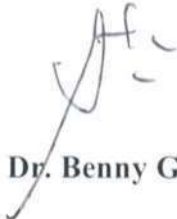
**ANALISIS PENGARUH *PUSH* DAN *PULL SYSTEM* TERHADAP  
PENGENDALIAN PERSEDIAAN PROSES PRODUKSI  
KOMPONEN ALAT BERAT  
PADA PT. NATRA RAYA - CATERPILLAR INDONESIA**

**Tesis**

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Program Studi Magister Manajemen Pascasarjana Universitas Jayabaya, pada tanggal 6 Maret 2006 dan dinyatakan LULUS

**Jakarta, 21 Maret 2006**

Pembimbing,



**Prof. Dr. Benny Gunawan, M.St., APU**

Pembimbing,



**DR. Rudy Yacob, SE., MM**

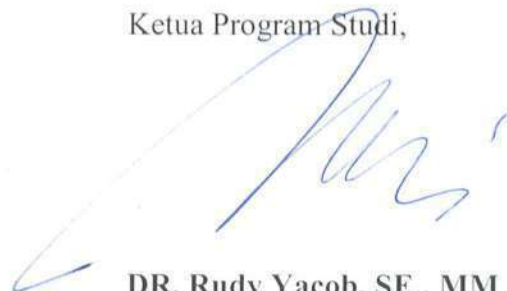
Mengetahui:

Direktur Pascasarjana,



**DR. Rudy Yacob, SE., MM**

Ketua Program Studi,



**DR. Rudy Yacob, SE., MM**

## ABSTRAK

- A. Nama/NIRM: Rony Octoriza Kawi/200301016133
- B. Judul Tesis: Analisis Pengaruh *Push* dan *Pull Sistem* Terhadap Pengendalian Persediaan dan Proses Produksi Komponen Alat Berat pada PT. Natra Raya – Caterpillar Indonesia.
- C. Jumlah halaman: 81 halaman
- D. Kata Kunci: Sistem pengendalian persediaan proses produksi yang lebih efisien.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tentang pengaruh antara konsep sistem dorong dan konsep sistem tarik terhadap pengendalian persediaan proses produksi.

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah pengumpulan data primer yang berasal dari perusahaan berupa MRP II historical data yang kemudian diterjemahkan ke dalam bentuk table-tabel data baku.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan konsep sistem tarik untuk pengendalian tingkat persediaan dalam proses produksi lebih baik, lebih efisien dibandingkan dengan konsep sistem dorong. Ditinjau dari aspek finansial, konsep sistem tarik terbukti pula dapat menghemat biaya persediaan dibandingkan dengan konsep sistem dorong. Maka dengan hasil perbandingan pengaruh dari kedua konsep pengendalian persediaan pada proses produksi tersebut, penulis menyarankan kepada pihak manajemen PT. Natra Raya agar segera menerapkan konsep sistem tarik di semua lini proses produksi atau fabrikasi dan assembling untuk pembuatan komponen-komponen alat berat lain. Di samping itu guna mencapai hasil yang optimal, sebelum menerapkan konsep sistem tarik, sebaiknya perusahaan menjalankan terlebih dahulu budaya *5S* atau *5R* dan *lean manufacturing concept* serta pengembangan sumberdaya manusianya.

- E. Daftar Acuan: 15 (1984-2004)
- F. Pembimbing:
1. Prof. DR. H. Benny Gunawan Msi., APU.
  2. DR. Rudi Yacub SE., MM.

## KATA PENGANTAR

Dengan ucapan syukur Alhamdulillah atas izin Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini untuk diajukan sebagai salah satu syarat akhir dalam penyelesaian seluruh program studi Magister Manajemen Pascasarjana di Universitas Jayabaya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan pada penulisan penelitian ini dikarenakan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa yang masih harus lebih banyak lagi menimba ilmu khususnya ilmu manajemen.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis menghaturkan banyak terima kasih atas segala bantuan, dukungan dan bimbingan moril hingga selesainya penyusunan tesis ini kepada:

1. Bapak Prof. DR. H. R. Srisoemantri M, SH. Selaku Rektor Universitas Jayabaya.
2. Bapak DR. Rudi Yacub SE., MM., selaku Direktur Program Pascasarjana merangkap Ketua Program Pascasarjana Universitas Jayabaya dan selaku dosen pembimbing.
3. Bapak Prof. DR. H. Benny Gunawan Msi., APU., selaku dosen pembimbing.
4. Seluruh jajaran Dosen dan Staff Pengajar Program Pascasarjana Universitas Jayabaya.
5. Rekan-rekan mahasiswa seangkatan di Program Pascasarjana Universitas Jayabaya.

6. Segenap rekan-rekan sejawat, karyawan di PT. Natra Raya – Caterpillar Indonesia, Cileungsi.
7. Dan pihak-pihak terkait lainnya yang turut serta berkontribusi baik secara moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan semuanya.

Semoga penelitian ini akan menjadi sesuatu yang bernilai positif bagi para rekan mahasiswa penerus umumnya dan suatu media kritik dan saran untuk penulis pribadi khususnya dalam menuntut ilmu sambil menapak karier. Akhirul kalam, wabillahi Taufiq wal Hidayah, Assalamualaikum W.W.

Jakarta, 05 September 2005  
Penulis,

Rony Octoriza Kawi



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	
A. Latar Belakang.....	1
B. Maksud dan Tujuan.....	6
C. Ruang Lingkup.....	10
D. Tinjauan Pustaka.....	11
BAB II LANDASAN TEORI.....	
A. Kerangka Berpikir.....	13
B. Konsep dan Definisi Sistem Dorong.....	14
C. Konsep dan Definisi Sistem Tarik.....	15
D. Konsep dan Definisi Persediaan Material.....	16
E. Konsep dan Definisi Proses Produksi.....	22
F. Kerangka Berpikir.....	25
G. Hipotesa.....	26



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah.....	6
C. Perumusan Masalah.....	10
D. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	11
BAB II. LANDASAN TEORI	
A. Kerangka Teori.....	13
B. Konsep dan Definisi Sistem Dorong .....	14
C. Konsep dan Definisi Sistem Tarik .....	15
D. Konsep dan Definisi Persediaan Material.....	16
E. Konsep dan Definisi Proses Produksi.....	22
F. Kerangka Berpikir.....	25
G. Hipotesa.....	26

BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
B. Variabel Penelitian.....	28
C. Populasi dan Sampling Penelitian.....	29
D. Teknik Analisa Data.....	30
 BAB IV. GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	
A. Sejarah Singkat Perusahaan.....	33
B. Penyediaan Material.....	36
C. Proses Produksi.....	37
D. Pengendalian Kualitas.....	40
E. Struktur Organisasi.....	43
 BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN	
A. Hasil Penelitian.....	45
B. Pembahasan.....	57
 BAB VI. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	77
B. Saran-Saran.....	79
 DAFTAR PUSTAKA.....	81
 LAMPIRAN-LAMPIRAN	
 RIWAYAT HIDUP	



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Sebagai salah satu negara yang sedang berkembang, Indonesia dan juga negara-negara berkembang lainnya sudah barang tentu lebih membutuhkan pembangunan infrastruktur dalam penyediaan sarana dan prasarana fisik. Misalnya pembangunan sarana transportasi, pembukaan lahan, pembangunan jembatan dan pembangunan sarana lain. Sarana dan prasarana tersebut dibutuhkan guna memenuhi salah satu syarat untuk menarik minat baik investor asing maupun investor lokal menanamkan modalnya di Indonesia. Oleh karena itu pembangunan infrastruktur tersebut sangat membutuhkan alat-alat berat sebagai sarana perlengkapan pendukung kegiatan-kegiatan pembangunan tersebut. Di samping itu ada industri hulu seperti industri perhutanan, pertambangan dan pertanian atau argo industri yang juga membutuhkan bantuan alat-alat berat guna menunjang aktifitas produksinya.

Sudah barang tentu seiring dengan kebutuhan alat-alat dan perlengkapan untuk kegiatan pembangunan dan produksi tersebut di atas, maka permintaan pasar terhadap alat-alat berat di dalam negeri dari tahun ke tahun menunjukkan peningkatan, baik pada era Repelita (Rencana

Pembangunan Lima Tahunan) yakni saat mantan presiden Soeharto masih berkuasa maupun era presiden-presiden pasca presiden Soeharto.

Pada saat ini sudah ada beberapa produsen yang membuat dan memasarkan berbagai jenis alat-alat berat di Indonesia. Para produsen itu tergabung dalam sebuah wadah organisasi yang bernama HINABI (Himpunan Industri Alat Berat Indonesia). Sebagaimana halnya di bidang industri otomotif dalam negeri yang mengenal beberapa merek, pada industri alat beratpun terdapat beberapa merek yang telah cukup lama berkontribusi memenuhi permintaan alat berat di antaranya *John Deer, Hitachi, Hyundai, Kobelco, Komatsu, Mitsubishi, Samsung, Summitomo* dan *Caterpillar*.

Alat berat dengan merek dagang *Caterpillar* di Indonesia dipasarkan oleh sebuah perusahaan nasional yaitu PT Trakindo Utama yang ditunjuk sebagai agen tunggal penjualan dan pelayanan (*sales and service*). Dalam rangka memenuhi permintaan dari pelanggannya serta untuk mengantisipasi permintaan pasar dalam negeri akan alat berat, *Caterpillar Inc.* bekerja sama dengan PT Trakindo Utama membentuk sebuah perusahaan patungan (*joint venture*) yaitu PT. Natra Raya pada tahun 1981. Acara peluncuran produksi pertama PT. Natra Raya pada tahun 1983 diresmikan oleh Menteri Perdagangan dan Perindustrian Ir. Hartarto dan Menteri Riset dan Teknologi Prof. Dr. Ir. BJ. Habibie pada masa itu. *Caterpillar* adalah salah satu perusahaan multinasional terbesar Amerika

yang bermarkas di kota Illionis negara bagian Peoria, berorientasi pada bisnis manufaktur alat berat.

Sebagai perusahaan *joint venture* dengan komposisi 80% investasi asing (*Caterpillar Tractor Company*, Amerika Serikat) dan 20% investasi dalam negeri (PT Trakindo Utama) pada dasarnya PT. Natra Raya ditunjuk untuk menjalankan proses manufaktur dan perakitan alat-alat berat untuk memenuhi permintaan PT Trakindo Utama yakni sebagai agen tunggal penjualan alat berat bermerek *Caterpillar* tersebut di Indonesia. PT Trakindo Utama adalah satu-satunya pelanggan (*customer*) PT. Natra Raya dalam negeri disamping beberapa pelanggan luar negeri seperti Malaysia, Vietnam, Kamboja dan Australia.

Dalam perkembangan dan kemajuan perusahaan berkaitan dengan peningkatan permintaan pasar akan produk-produk *Caterpillar*, maka PT. Natra Raya secara terus-menerus dituntut untuk meningkatkan kinerja, kapasitas dan kualitas produknya agar daya saing produk ini dapat terus dipertahankan sebagai *market leader* alat berat di dunia.

Adapun jenis-jenis alat berat yang pernah dan sedang dibuat saat ini oleh PT. Natra Raya di antaranya adalah:

1. Traktor model D7G, D6G, D6H dan D6D (*track type tractors*);
2. *Wheel Loader* model 926E, 966E dan 980D;
3. *Motor Grader* model 120G dan 120H;

4. *Hydraulic Excavator* model E110, E200B, 320, 320B dan 320C.

Sehubungan dengan perkembangan dunia industri yang semakin pesat diiringi pula dengan persaingan dalam maupun luar negeri serta di samping menghadapi era globalisasi dan pasar bebas, maka secara korporasi, *Caterpillar Inc.* menekankan kebijakan-kebijakan dan strategi-strategi yang terintegrasi dan diharapkan dapat berkontribusi secara kongkrit dan signifikan dalam bisnisnya baik jangka pendek maupun jangka panjang. Salah satu pasokan alat berat yang diminta oleh PT Trakindo Utama kepada PT. Natra Raya adalah alat berat jenis *hydraulic excavator* tipe 320C di samping jenis alat berat lainnya. Alat berat tersebut dibuat dan dirakit melalui proses fabrikasi dan perakitan serta *finishing* di PT. Natra Raya.

Komponen-komponen *hydraulic excavator* tipe 320C yang dibuat melalui proses fabrikasi di PT. Natra Raya antara lain adalah:

- a. *Base Frame* (rangka bagian bawah)
- b. *Swing Frame* (rangka putar atas)
- c. *Counter Weight* (bandul pemberat)
- d. *Boom* (lengan atas)
- e. *Stick Arm* (lengan)
- f. *Bucket* (pengeruk).
- g. Dan komponen-komponen lainnya.



Secara operasional, strategi-strategi bisnis *Caterpillar* yang diimplementasikan dan diintegrasikan ke dalam kegiatan proses produksi di PT. Natra Raya adalah untuk menunjang usaha-usaha dalam hal meningkatkan kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*). Pelaksanaan strategi bisnis tersebut dapat dengan jelas terlihat pada usaha PT. Natra Raya yang secara terus-menerus meningkatkan daya saing produk, sumber daya manusia dan penguasaan teknologi guna mencapai secara maksimal apa yang disebut keunggulan operasional di segala bidang.

Salah satu usaha untuk meningkatkan daya saing produk-produk yang dibuat di PT. Natra Raya adalah meningkatkan kinerja, efisiensi dan “*cost reduction*” khususnya perbaikan-perbaikan metode di bidang proses produksi atau fabrikasi dan sistem pengendalian persediaan.

Menurut Freddy Rangkuti (Manajemen Persediaan, 2002:13), salah satu fungsi manajerial yang sangat penting dalam organisasi atau perusahaan adalah pengendalian persediaan material atau bahan baku.

Berdasarkan tuntutan-tuntutan tersebut di atas, maka salah satu strategi untuk mengendalikan persediaan material dan proses produksi di fabrikasi, saat ini PT. Natra Raya telah menerapkan suatu sistem yang dinamakan *pull system* atau selanjutnya disebut sistem tarik. Sebelumnya perusahaan menerapkan *push system* atau sistem dorong dalam pengendalian persediaan dan proses produksinya.



## B. Pembatasan Masalah

Saat ini di PT. Natra Raya telah berhasil mengimplementasikan proses produksi pembuatan komponen-komponen alat berat dengan menggunakan sistem tarik atau *pull system* khususnya dalam penyelenggaraan proses produksi pembuatan komponen-komponen alat berat jenis *hydraulic excavator* pada kegiatan fabrikasi.

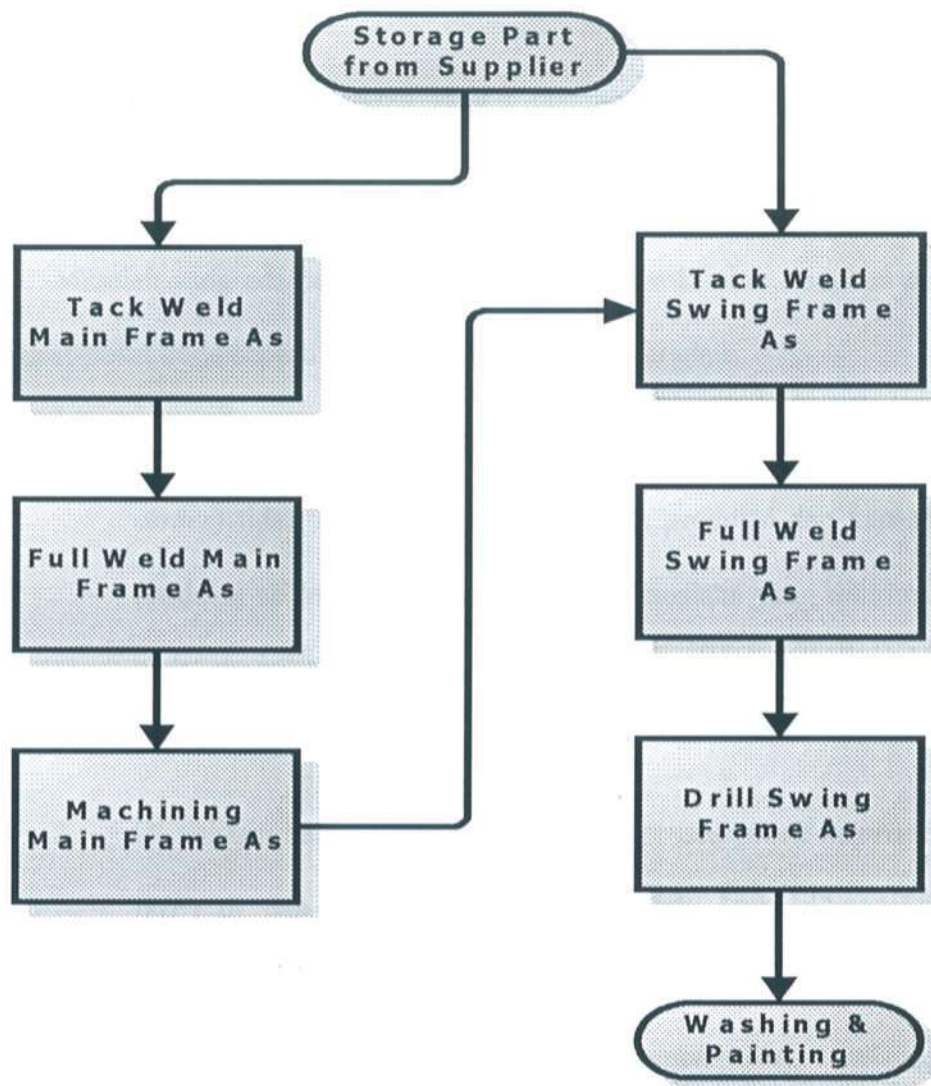
Pada dasarnya sistem tarik adalah suatu sistem pengendalian persediaan dan proses produksi pada berbagai macam lini produksi yang telah dikembangkan oleh Manajemen Sistem Produksi Toyota (Jeffrey K. Liker, *14 Management Principles of The Toyota Way*, 2004: 37). Keberhasilan Toyota inilah yang kemudian diadopsi, dikembangkan dan dilaksanakan dalam wadah *6 sigma* dan *Lean Manufacturing Practice* oleh *Caterpillar* sebagai salah satu arah strategi bisnisnya melalui manajemen perbaikan secara berkesinambungan (*countinous improvement*).

Perbedaan dua sistem pengendalian persediaan material dan proses produksi yakni sistem dorong dan sistem tarik dalam kegiatan proses fabrikasi pembuatan salah satu komponen alat berat *hydraulic excavator* merupakan fokus penelitian ini, sehingga terlihat dari analisis perbandingan ke dua sistem tersebut dapat memberikan masukan mana sistem yang lebih efisien.

Adapun proses produksi atau fabrikasi untuk pembuatan komponen *swing frame* terdiri dari beberapa sub proses mulai dari proses:

1. *tack welding main frame*
2. *full welding main frame*
3. *machining main frame*
4. *tack welding swing frame*
5. *drilling*
6. *washing dan painting.*

Berikut ini adalah gambar diagram alir dari proses pembuatan *swing frame* di fabrikasi:



**Gambar 1.** *Top Level, Flow Chart Process of Swing Frame 320C*

(Sumber: Sertifikasi Proses Fabrikasi Swing Frame 320C, PT. Natra Raya – *Caterpillar* Indonesia tahun 2004).

Sebelum sistem tarik ini diterapkan sebagai sistem pengendalian persediaan material dan proses produksi di PT. Natra Raya, berbagai masalah yang menyangkut pengendalian persediaan dan sistem proses produksi pada sistem dorong seakan-akan terabaikan.

Menurut Freddy Rangkuti (Manajemen Persediaan, 2002: 113), persediaan adalah bagian yang sangat penting dalam suatu bisnis yang cenderung menyembunyikan masalah.

Masalah yang ada pada saat sebelum sistem tarik ini di terapkan pada pusat-pusat kerja seperti tersebut di atas adalah antara lain;

1. Jumlah persediaan material pada tiap-tiap pusat kerja (*work center*) tidak sesuai dengan permintaan produksi dan kapasitas produksi sehingga area penempatan persediaan yang dikirimkan oleh divisi distribusi ke setiap pusat kerja sering tidak mencukupi;
2. Di sisi lain bahan setengah jadi dalam proses (*work in process, WIP*) di tiap-tiap pusat kerja juga tidak dapat dikendalikan karena pekerja yang melakukan pekerjaannya tidak lagi berdasarkan order permintaan (*dispatch list*), melainkan berdasarkan persediaan material yang tersedia kiriman dari divisi distribusi;
3. Siklus waktu (*cycle time*) proses tiap-tiap pusat kerja juga mempunyai masalah untuk diseimbangkan dikarenakan faktor-faktor masalah yang ada nyaris tidak terlihat.
4. Efisiensi biaya persediaan proses produksi tidak dapat dilihat secara jelas apakah efisien atau tidak.

Maka setelah sistem tarik diterapkan, masalah-masalah yang sering terjadi di atas tersebut menjadi sebaliknya.

Masalah utama yang akan dikaji dalam penelitian ini bahwa penerapan sistem tarik pada proses fabrikasi khususnya pada proses pembuatan *swing frame* perlu divalidasi melalui analisis pengaruh dari dua sistem pengendalian tersebut yaitu sebelum sistem tarik diterapkan dan setelahnya ditinjau dari bidang manajemen persediaan material atau bahan baku (*inventory*) untuk kegiatan proses produksi dan bidang manajemen proses produksi secara teori operasional.

### **C. Perumusan Masalah**

Berkaitan dengan uraian pada identifikasi masalah di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah:

**Bagaimanakah pengaruh sistem tarik dan sistem dorong terhadap pengendalian persediaan proses produksi sebelum dan setelah penerapan sistem tarik pada proses produksi pembuatan *swing frame*.**



#### **D. Tujuan dan Kegunaan Penelitian**

##### *1. Tujuan dari penelitian ini:*

- a. Bertujuan untuk mengetahui pengaruh pada saat sebelum dan setelah diterapkannya sistem tarik terhadap pengendalian persediaan material dan pada aktifitas seluruh proses pembuatan *swing frame*.
- b. Bertujuan untuk mengetahui secara mendalam terhadap variabel-variabel yang dipengaruhi baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai akibat dari penerapan sistem tarik terutama efisiensi biaya.

##### *2. Kegunaan dari penelitian ini:*

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, antara lain:

- a. Secara teoritis, untuk kalangan akademisi, mahasiswa dan calon mahasiswa pasca sarjana, penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan wawasan kajian ilmu manajemen operasional serta dapat berkontribusi sebagai konsep baru yang dapat dijadikan bahan acuan penelitian selanjutnya di bidang pengembangan industri dan produksi pada perusahaan lain.
- b. Secara praktis, bagi dunia industri, penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai bahan masukan dan bahan pertimbangan

dalam rangka meningkatkan efektifitas dan produktifitas yang dapat mempengaruhi salah satu aspek kepuasan konsumen. Dengan demikian pimpinan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur dapat merencanakan dan membuat keputusan untuk menerapkan strategi penting dalam hal peningkatan pengawasan tingkat persediaan dan perbaikan proses-proses produksinya secara berkesinambungan.

- c. Bagi masyarakat umum, diharapkan penelitian ini dapat dijadikan suatu bahan untuk merubah persepsi tentang kemajuan industri-industri dalam negeri dalam hal usaha-usaha meningkatkan kepercayaan masyarakat pada umumnya dan para investor luar negeri khususnya akan kemajuan nyata dari mutu dan daya saing produk dalam negeri terhadap produk-produk lain dari luar negeri.
- d. Untuk penulis sendiri diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan ajang diskusi baik dengan rekan-rekan di perusahaan tempat penulis bekerja maupun rekan-rekan mahasiswa pascasarjana. Selain itu diharapkan pula bermanfaat untuk pengembangan diri baik melalui ilmu-ilmu perkuliahan selama ini maupun melalui masukan-masukan dan saran-saran yang bersifat membangun.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Kerangka Teori

Persediaan material atau di bidang industri modern lebih sering disebut *inventory* adalah merupakan salah satu aset yang paling mahal biayanya di banyak perusahaan atau organisasi. Lebih dari 40% total modal yang diinvestasikan organisasi atau perusahaan adalah untuk persediaan baik berupa bahan baku, barang setengah jadi maupun barang jadi atau *finish goods*. Menurut Barry Render dan Jay Haizer (2001: 314), para manajer operasi di seluruh dunia telah lama menyadari bahwa manajemen persediaan yang baik adalah hal yang sangatlah penting dalam mengelola organisasi atau perusahaan. Di satu pihak, suatu perusahaan dapat mengurangi biaya persediaan atau *material/inventory cost* dengan cara menurunkan tingkat persediaan di tangan (*on hand inventory*). Di pihak lain, dalam hal ini konsumen atau pelanggan akan merasa tidak puas bila suatu produk persediaannya habis di pasaran. Oleh karena itu, perusahaan harus mencapai keseimbangan antara investasi persediaan dan tingkat pelayanan dan kepuasan konsumen sebagai pengguna produk.

Dalam penelitian ini seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, fokus dari penelitian ini adalah permasalahan yang timbul pada sistem pengendalian persediaan material atau bahan baku yang

digunakan dalam proses produksi. Berikut ini akan dijelaskan beberapa teori dan konsep dasar tentang sistem pengendalian persediaan dan proses produksi yang relevan dengan fokus penelitian tersebut.

### **1. Konsep dan Definisi Sistem Dorong atau *Push System***

Menurut Vincent Gaspersz (2004: bab II hal. 55), sistem dorong atau *push system* adalah kita akan memindahkan material dan membuat produk dengan cara mendorong material tersebut sepanjang proses. Aktivitas ini akan berlangsung terus-menerus meskipun pusat-pusat kerja (*work center*) tidak mengkonsumsi material pada tingkat yang sama dengan material yang didorong dari proses sebelum (*preceding process*). Apabila kita menggunakan sistem dorong, sekali sistem tersebut beroperasi, akan sangat sulit untuk menghentikan proses karena dinamika dari sistem itu. Pekerja yang terlibat dalam sistem dorong tidak akan bereaksi dengan cepat terhadap perubahan tiba-tiba dalam permintaan untuk suatu jumlah produk. Artinya, sistem dorong lebih mengutamakan keluaran akhir atau *throughput* tanpa mempertimbangkan suplai material dalam proses produksinya.

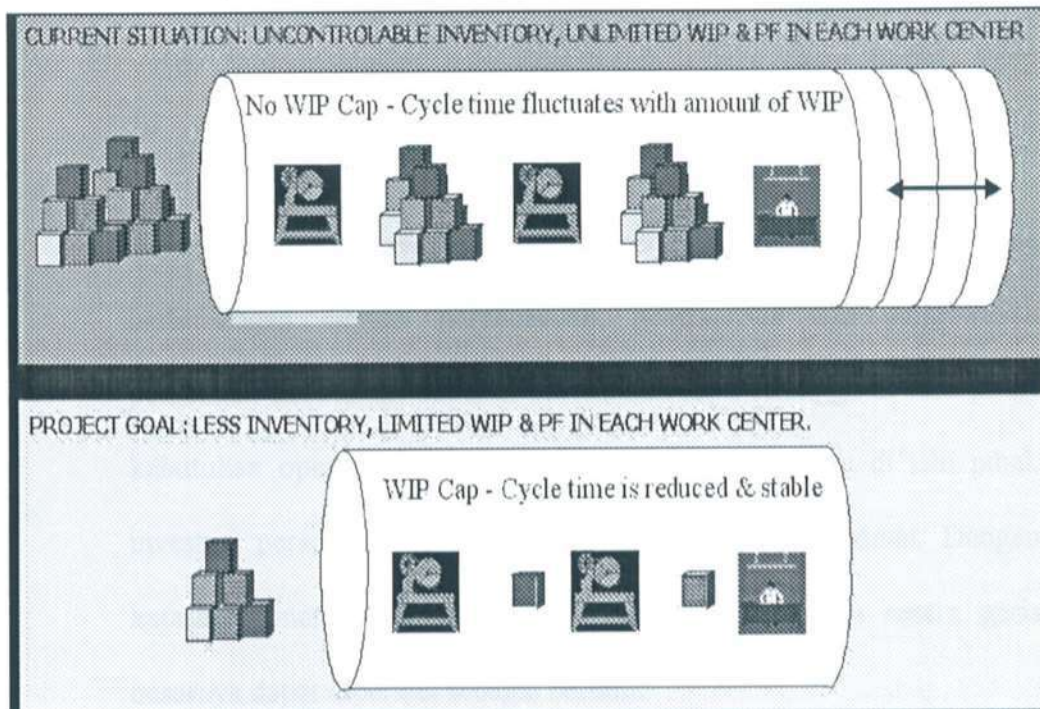
Dalam hal pengendalian persediaan, pada sistem dorong tidak mementingkan tingkat persediaan pada tiap-tiap pusat kerja baik yang dikirim dari gudang maupun antar pusat kerja itu sendiri.

## 2. Konsep dan Definisi Sistem Tarik atau *Pull System*

Sistem dorong di atas akan berbeda dengan sistem tarik, karena dalam sistem tarik proses sesudah (*subsequent process*) akan meminta atau menarik material dari proses sebelum (*preceding process*) berdasarkan kebutuhan aktual dari proses sesudah tersebut. Dalam hal ini proses sebelum tidak boleh memproduksi dan mendorong proses sesudah. Artinya penyediaan material baik berupa bahan baku maupun berupa bahan setengah jadi di tiap-tiap pusat kerja sepanjang proses produksi tidak boleh disuplai jika tidak ada permintaan.

Berikut adalah ilustrasi atau gambaran secara umum tentang perbedaan sistem dorong dan sistem tarik:





**Gambar 2.** Ilustrasi Perbedaan Sistem Dorong dan Sistem Tarik

(Sumber: *Caterpillar Lean Manufacturing Practice, Pull System Implementation and Replenishment Plan, Track Type Tractors Department, Peoria, Illinois, USA, 2001*).

### 3. Konsep dan Definisi Persediaan Material (*inventory*)

Menurut Richardus Eko Indrajit (2003 : 4), barang persediaan adalah sejumlah material yang disimpan dan dirawat menurut aturan tertentu dalam tempat persediaan atau gudan penyimpanan (*storage*) agar selalu dalam keadaan siap pakai dan ditatausahakan dan diatur dalam buku besar perusahaan. Sedangkan tujuan mengadakan persediaan antara lain:

- a. Memenuhi kebutuhan normal;
- b. Memenuhi kebutuhan mendadak;
- c. Memungkinkan pembelian kembali atas dasar jumlah yang ekonomis.

Selanjutnya pengendalian tingkat persediaan adalah kegiatan yang berhubungan dengan perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan penentuan kebutuhan material sedemikian rupa sehingga di satu pihak kebutuhan operasi dapat dipenuhi pada waktunya dan di lain pihak investasi persediaan material dapat ditekan secara optimal. Dengan kata lain, menurut fungsinya, pengendalian persediaan secara garis besarnya dapat diperinci sebagai berikut:

- a. Menjamin terpenuhinya kebutuhan operasi
- b. Membatasi nilai seluruh investasi
- c. Membatasi jenis dan jumlah material
- d. Memanfaatkan seoptimal mungkin material yang ada.

Menurut Barry Render dan Jay Heizer (2001 : 314), persediaan dapat memiliki berbagai fungsi penting yang menambah fleksibilitas dari operasional perusahaan.

Selanjutnya terdapat enam (6) fungsi persediaan yaitu:

- a. Untuk memberikan suatu stok barang-barang agar dapat memenuhi permintaan yang diantisipasi akan timbul dari konsumen.
- b. Untuk memasangkan produksi dengan distribusi. Misalnya, bila permintaan produknya tinggi hanya pada musim panas, suatu perusahaan dapat membentuk stok selama musim dingin, sehingga biaya kekurangan stok dan kehabisan stok dapat dihindari. Demikian pula, bila pasokan suatu perusahaan berfluktuasi, persediaan bahan baku ekstra mungkin diperlukan untuk “memasangkan” proses produksinya.
- c. Untuk mengambil keuntungan dari potongan jumlah, karena pembelian dalam jumlah besar dapat secara substansial menurunkan biaya produk.
- d. Untuk melakukan antisipasi resiko yaitu mengurangi bahkan menghilangkan resiko (*hedging*) terhadap inflasi dan perubahan harga.
- e. Untuk menghindari dari kekurangan stok yang dapat terjadi karena cuaca, kekurangan pasokan, masalah mutu, atau pengiriman yang tidak tepat. Stok pengaman (*safety stock*) misalnya jumlah ekstra barang di tangan, dapat mengurangi resiko kehabisan stok persediaan.

f. Untuk menjaga agar operasi dapat berlangsung dengan baik dengan menggunakan barang “dalam proses” dalam persediaannya. Hal ini karena perlu waktu untuk memproduksi barang dan karena sepanjang berlangsungnya proses, terkumpul persediaan-persediaan.

Pada umumnya perusahaan mempertahankan 4 jenis persediaan, yaitu:

- (a) persediaan bahan mentah,
- (b) persediaan barang dalam proses (*work-in-process – WIP*),
- (c) persediaan *MRO* (persediaan pemeliharaan/ perbaikan/ operasi)
- (d) persediaan barang jadi (*finish goods inventory*).

Selanjutnya persediaan material ditujukan untuk mengantisipasi kebutuhan permintaan yang meliputi bahan mentah, bahan dalam proses, barang jadi atau produk akhir, bahan-bahan pembantu dan pelengkap, dan komponen-komponen lain yang menjadi bagian keluaran produk perusahaan. Jenis persediaan ini sering disebut dengan istilah persediaan keluaran produk (*product output*).

Untuk menjaga agar operasi produksi dapat berlangsung dengan baik dengan menggunakan barang dalam proses dalam persediaannya.



Hal ini karena perlu waktu untuk memproduksi barang dan karena sepanjang berlangsungnya proses, terkumpul persediaan.

Menurut Freddy Rangkuti (2002 : 14), sistem persediaan diartikan sebagai serangkaian kebijakan pengendalian yang memonitor dan menentukan tingkat persediaan yang harus tetap terjaga, bilamana persediaan harus disediakan dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan. Persediaan memiliki karakteristik tersendiri dan cara pengelolaan yang berbeda. Jenis-jenis persediaan dapat dibedakan menjadi:

- (a) Persediaan bahan mentah (*raw material*) yaitu persediaan barang-barang berwujud, seperti kayu, besi serta bahan-bahan lainnya yang digunakan dalam proses produksi.
- (b) Persediaan bahan-bahan rakitan (*purchased parts/components*) yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain yaitu pemasok (*supplier*), dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk jadi atau setengah jadi.
- (c) Persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen barang jadi.



- (d) Persediaan barang dalam proses (*work in process*) yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk tetapi masih memerlukan proses lebih lanjut menjadi barang jadi.
- (e) Persediaan barang jadi (*finished goods*) yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap untuk dikirimkan kepada langganan atau ke pasar.

Menurut Tony Wild (*Best Practice in Inventory Management - Oliver Weight in Manufacturing Publication, 2000 : 221*), persediaan adalah serangkaian aktifitas logistik yang mengatur ketersediaan bahan-bahan yang dibutuhkan oleh pelanggan (dalam hal ini proses). Aktifitas tersebut antara lain adalah mengkoordinasikan pihak-pihak atau bagian-bagian pengadaan (*purchasing*), manufaktur dan bagian-bagian yang berfungsi sebagai jaringan pendistribusi (*warehouse, MRP – Material Resources Planning system*) untuk memenuhi kebutuhan proses.

Suksesnya suatu proses produksi tergantung dari kemampuan suatu perusahaan menyediakan pelayanan dalam rangka mengendalikan ketersediaan bahan-bahan atau material yang dibutuhkan oleh proses sebagai pelanggan internalnya. Maka dapat

dikatakan bahwa *inventory* atau persediaan bahan-bahan adalah suatu kegiatan awal penunjang proses yang harus ada dalam suatu perusahaan yang memproduksi suatu produk atau keluaran.

Seorang manajer operasi dapat menetapkan suatu sistem untuk mengelola persediaan material untuk mengantisipasi apa yang dinamakan biaya-biaya.

#### 4. Konsep dan Definisi Proses Produksi (*production*)

Proses produksi atau aktifitas produksi adalah kegiatan yang terarah oleh alirannya mulai dari awal (*input*) sampai akhir yang menghasilkan suatu produk (*output*) sebagai keluaran dari kegiatan tersebut. Pada proses produksi pembuatan komponen *swing frame* aktifitas awalnya adalah pengadaan yang disusul oleh kegiatan pendistribusian *parts* tersebut yang kemudian memasuki proses berikutnya sampai menghasilkan produk jadi yang disebut *swing frame*.

Menurut Jeffrey K. Liker (2004: *chapter 2, p. 23*), umumnya proses produksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang merubah *input* (masukan) menjadi *output* (keluaran atau hasil). Dengan kata lain *input* - dapat berupa barang mentah atau barang setengah jadi yang dimasukkan kedalam rangkaian proses (perlakuan), akan keluar sebagai *output* (dapat berupa barang setengah jadi atau barang jadi).

Menurut Sofjan Assauri (1999:23), proses produksi dan operasi merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan dengan menggunakan perlengkapan peralatan, sehingga masukan atau input dapat diolah menjadi keluaran yang berupa produk barang atau jasa, yang akhirnya dapat dipasarkan kepada konsumen atau pelanggan untuk memungkinkan perusahaan memperoleh hasil keuntungan yang diharapkan. Proses produksi dan operasi yang dilakukan terkait dalam suatu sistem, sehingga pengolahan atau disebut juga proses transformasi dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan yang dimiliki.

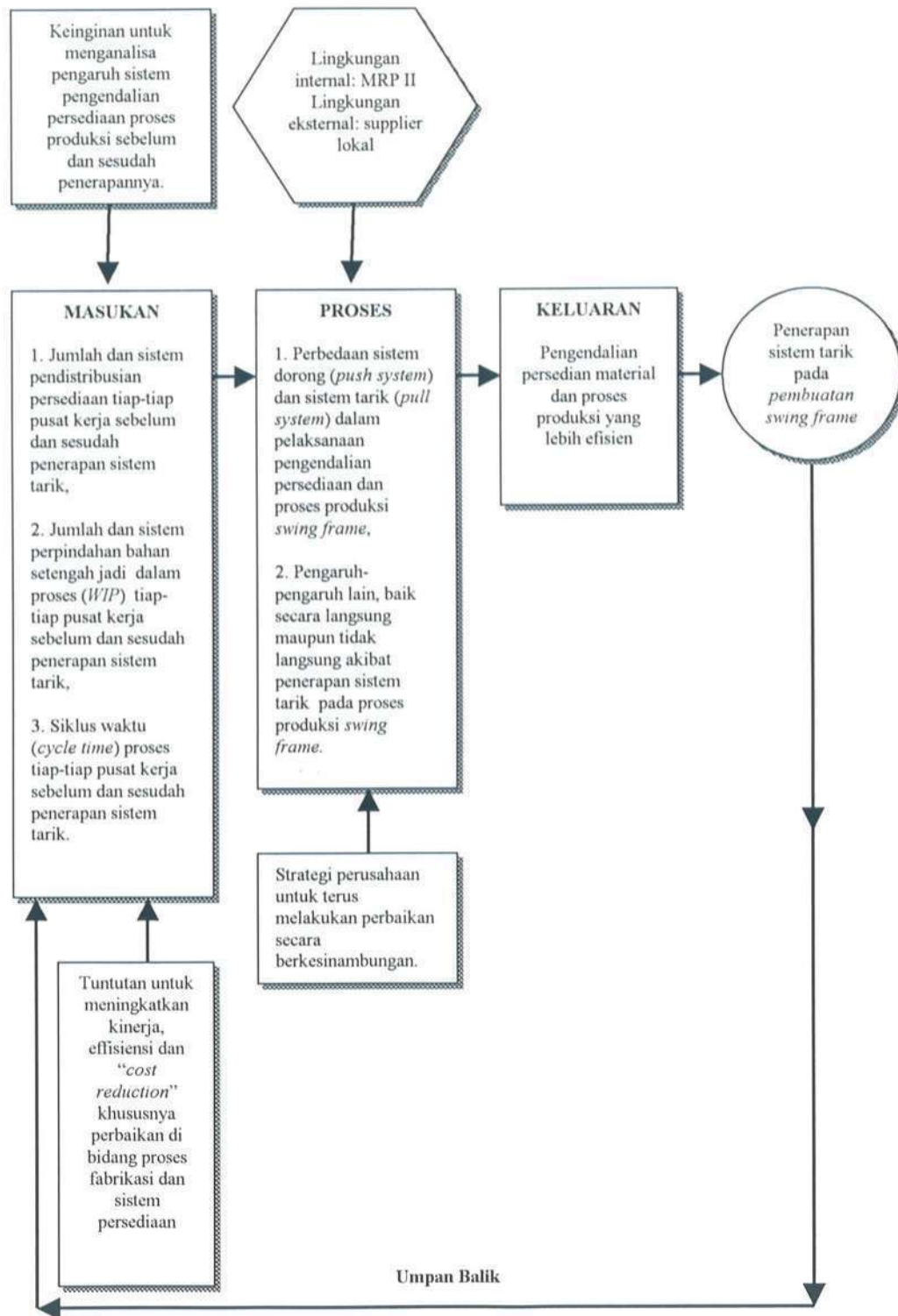
Proses pengolahan yang dilakukan dalam proses produksi dan operasi adalah sebagai berikut:

- a. Produksi dalam kelompok besar atau *batch production*, di mana proses pengolahan dilakukan untuk suatu kelompok produk yang bervariasi dengan kelompok produk yang dihasilkan. Variasi dapat dilihat dari bahan-bahan yang terbatas. Proses ini tergolong rumit dan komplikasi terutama dalam hal perencanaan dan penggunaan peralatan serta bahan-bahan secara efektif.
- b. Sistem Proses dari produksi dan operasi, di mana produk dihasilkan secara terus-menerus dalam suatu pola atau rancangan tertentu, seperti penyulingan minyak (*oil refinery*)

atau produksi pupuk. Umumnya sistem proses (*process system*) ini banyak dipergunakan untuk pengolahan bahan baku (*raw material*) menjadi bahan antara atau barang setengah jadi bagi industri lainnya.

- c. Produksi Massa satu produk, di mana proses produksi dilakukan dalam jumlah yang besar (*mass production*) dan diperuntukkan bagi perusahaan rekayasa perakitan. Dalam proses produksi massa ini terdapat aliran bahan yang sangat rumit dalam menghasilkan suatu produk akhir, seperti pada perusahaan pabrik otomotif atau elektronik.
- d. Produksi Massa banyak/multi produk, di mana produksi dilakukan untuk suatu seri dari komponen atau artikel yang sangat banyak variasinya, dengan menghasilkan serangkaian produk dalam berbagai variasi pula, seperti industri otomotif dan perbankan.
- e. Proses Konstruksi, di mana produksi dilakukan membangun suatu produk dengan menggunakan bahan-bahan atau barang-barang serta komponen-komponen yang dikumpulkan pada suatu tempat pengerjaan konstruksinya. Proses produksi ini seperti yang terlihat pada industri pabrik kapal atau pesawat terbang.

## 5. Kerangka Berpikir



Gambar 3: Kerangka Berpikir



## **B. Hipotesa**

Berdasarkan identifikasi dan rumusan permasalahan yang telah dikemukakan di atas maka sebagai kesimpulan awal yang merupakan hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

**“Pengendalian persediaan produksi dengan menggunakan sistem tarik akan dapat mengendalikan persediaan material dan proses produksi lebih baik dan lebih efisien dibandingkan dengan pengendalian persediaan proses produksi dengan menggunakan sistem dorong.”**

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif komparatif, yaitu suatu metode yang membandingkan secara umum tentang pengaruh-pengaruh yang terjadi pada dua konsep atau sistem dalam suatu aktifitas pengendalian sebagai obyek penelitian yang aktual. Metode penelitian komparatif ini bersifat evaluasi sumatif antara dua konsep yang kemudian akan diukur dan dianalisa untuk dapat menekankan nilai positif pada salah satu keputusan proses.

Menurut Riduwan (2004 : 53), penelitian dapat bersifat evaluasi yang merupakan proses pengambilan keputusan, yakni membandingkan suatu kejadian, kegiatan, produk dengan standar dan program yang telah ditetapkan. Kemudian evaluasi sebagai salah satu metodologi penelitian yang berarti berfungsi untuk menjelaskan suatu fenomena. Ada dua jenis penelitian evaluasi yaitu: penelitian evaluasi formatif yang menekankan pada proses dan penelitian evaluasi sumatif yang menekankan pada produk.

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Sesuai dengan judul penelitian di atas, akan dilaksanakan di perusahaan pembuatan dan perakitan alat berat PT. Natra Raya, sebuah

perusahaan patungan antara PT. Trakindo Utama dengan *Caterpillar Inc.*, berorientasi manufaktur alat-alat berat bermerek *Caterpillar* berlokasi di Cileungsi, Bogor – Jawa Barat.

Jadwal penelitian terbagi dalam tiga tahap waktu, yaitu:

- a. Tahap pertama adalah waktu penyusunan proposal tesis penelitian selama 1 bulan yaitu pada bulan Juli 2005.
- b. Tahap kedua adalah waktu pengumpulan dan pengolahan data selama 2 bulan yaitu Agustus dan September 2005.
- c. Tahap ketiga adalah waktu penyusunan laporan penelitian serta penulिसannya selama 2 bulan yaitu Oktober dan Nopember 2005.

## **B. Variabel Penelitian**

Dikarenakan penelitian ini bersifat deskriptif komparatif maka dapat dikatakan bahwa variabel penelitian adalah:

- a. Pengendalian persediaan proses produksi merupakan variabel terikat (*dependent variable*) = Y
- b. Sistem tarik (*pull system*) merupakan variabel terikat (*independent variable*) = X<sub>1</sub>
- c. Sistem dorong (*push system*) merupakan variabel terikat (*independent variable*) = X<sub>2</sub>

- d. Efisiensi biaya (*cost efficiency*) merupakan variable terikat (*independent variable*) =  $X_3$

Uraian dalam bentuk statistiknya adalah sebagai berikut:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Sedangkan variabel-variabel bebas lainnya yang dapat dipengaruhi adalah perangkat lunak lainnya yang mempengaruhi kinerja, produktifitas dan kedisiplinan pekerja atau karyawan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu data sekunder, dimana data sekunder ini merupakan data tingkat persediaan material dan data proses untuk memproduksi *swing frame* selama 1 tahun sebelum dan 1 tahun sesudah dilaksanakannya sistem tarik. Semua data diperoleh dari catatan atau dokumentasi pihak perusahaan dalam hal ini PT. Natra Raya yang bersumber dari sistem atau *MRP II historical data* yang kemudian telah dimanipulasikan dalam bentuk tabel-tabel data dengan *Microsoft spreadsheet Excel*.

### C. Populasi dan Sampel Penelitian

Menurut Sugiyono (2002: hal. 57) populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari obyek atau subyek yang menjadi kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari

dan kemudian menjadi dasar pengambilan kesimpulannya. Selanjutnya menurut Riduwan (2002: hal. 3) mengatakan bahwa populasi adalah keseluruhan dari karakteristik atau unit hasil pengukuran yang menjadi obyek analisa penelitian.

Dari beberapa uraian di atas, maka diputuskan:

- a. Yang menjadi populasi dari penelitian ini adalah data semua jenis material baik yang masih berupa bahan baku maupun berupa material setengah jadi dari masing-masing pusat kerja dalam proses produksi pembuatan *swing frame*.
- b. Sampling atau satuan pengamatan yang merupakan bagian dari populasi atau lebih dikenal dengan *sample size* adalah data tentang tingkat atau jumlah persediaan yang terdapat pada tiap-tiap pusat kerja. Kemudian sampel lainnya adalah data waktu proses dari tahapan-tahapan pengerjaan pembuatan *swing frame* pada tiap-tiap pusat kerja.

#### **D. Teknik Analisa Data**

Analisis data dalam penelitian ini bersifat kuantitatif dan dilakukan dengan bantuan alat statistika. Menurut Furqon Ph.D (2004: hal. 17) pada tahap menganalisa data, teknik atau alat bantu yang digunakan adalah statistika karena hal ini dapat membantu peneliti untuk meringkas dan



menyederhanakan data, baik melalui angka maupun gambar. Untuk teknik analisa data pada penelitian ini, penulis menggunakan teknik statistika anova dua jalur atau lebih dikenal dengan *two ways-anova analysis*.

Menurut Riduwan (2004 : 171) Anova atau *analysis of variation* dua jalur pada umumnya digunakan untuk menguji hipotesis perbandingan dua sampel atau lebih dan setiap sampel terdiri atas dua jenis atau lebih secara bersamaan. Selanjutnya sebelum melakukan langkah-langkah uji anova di bawah ini, kita pastikan bahwa data yang didapat telah divalidasi, berdistribusi normal dan variannya homogen.

Setelah data yang diperlukan terkumpul sesuai dengan variabel penelitian yang dimaksud, maka langkah selanjutnya dalam proses penelitian ini adalah mengolah data tersebut agar dapat dianalisa.

Data yang akan diolah dan dianalisa adalah:

1. Jumlah tingkat persediaan material baik berupa bahan baku maupun material dalam proses di tiap-tiap pusat kerja, mulai dari pusat kerja yang paling awal sampai dengan pusat kerja terakhir dan harga per unit material tersebut (*production cost*).
2. Waktu proses pembuatan tiap-tiap pusat kerja, mulai dari awal sampai dengan proses akhir dan siap digunakan oleh bagian lain berupa barang jadi atau *finish goods*.

Untuk mengolah dan menganalisa data tersebut di atas yang akan dilakukan melalui langkah-langkah analisa secara statistik dengan menggunakan **uji ANOVA dua jalur** (*two ways ANOVA test*).

**BAB IV**  
**GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN**  
**PT NATRA RAYA – CATERPILLAR INDONESIA**

**A. Sejarah Singkat Perusahaan**

Perusahaan PT. Natra Raya – *Caterpillar* Indonesia adalah salah satu perusahaan manufaktur alat berat merek *Caterpillar* berdomisili di Cileungsi tepatnya di Jl. Raya Narogong, km. 19, Desa Pasir Angin, Kecamatan Cileungsi, Bogor Utara – Jawa Barat.

Perusahaan ini merupakan perusahaan manufaktur patungan (*joint venture*) antara sebuah perusahaan multi nasional *Caterpillar Incorporated* yang memiliki saham sebesar 80% dengan sebuah perusahaan dalam negeri yaitu PT. Trakindo Utama yang memiliki saham sebesar 20%. *Caterpillar Inc.* yang bermarkas di kota Peoria negara bagian Illinois, Amerika Serikat merupakan salah satu perusahaan terbesar di dunia yang berorientasi memproduksi alat-alat berat bermerek *Caterpillar*.

PT. Natra Raya berdiri pada tahun 1981 dan dibangun di atas lahan seluas lebih dari 10 hektare dan peresmian peluncuran produk pertamanya yakni alat berat jenis traktor tipe D7G pada tahun 1983. Perusahaan ini berdiri karena adanya kebijakan pemerintah pada saat itu, yaitu *Caterpillar*

harus mendirikan pabrik manufaktur dan perakitannya apabila produknya akan dipasarkan secara domestik di Indonesia.

Selain memasarkan produknya di dalam negeri, PT. Natra Raya juga memasarkan produknya ke luar negeri. Untuk penjualan wilayah domestik, sebagai agen tunggal pemasaran produk *Caterpillar* adalah PT. Trakindo Utama yang berkantor pusat di kawasan *Cilandak Commercial Estate*, Jakarta Selatan.

Produksi PT. Natra Raya dari tahun ke tahun mulai meningkat seiring dengan kebutuhan dan permintaan pasar baik dalam negeri maupun luar negeri. Jenis dan tipe produknya pun mulai beragam, mulai dari jenis traktor/ *buldozer*, *hydraulic excavator*, *motor grader* dan *wheel loader* serta pembangkit tenaga listrik atau *generator set* di buat dan dirakit sepenuhnya di PT. Natra Raya.

Pada bulan April 1990 PT. Natra Raya telah berhasil melakukan ekspor perdananya ke Timur Tengah sebanyak 8 unit *hydraulic excavator* tipe E110. Keberhasilan ini disusul dengan mengekspor sebanyak 24 unit *hydraulic excavator* pada bulan Juli tahun 1992 ke negara Kolombia. Kemudian berlanjut pada tahun-tahun berikutnya mengekspor ke negaranegara seperti Vietnam, Malaysia, Australia dan China. Perkembangan produksi PT. Natra Raya pertahun secara umum dapat dilihat pada tabel 4 yaitu tabel jumlah produksi mulai tahun 1986 s/d 2004 di bawah ini:

Tahun	Jumlah Produksi (unit)	Nilai Produk (US \$)
1992	348	28,536,000
1994	460	37,720,000
1996	520	42,640,000
1998	640	52,480,000
2000	420	34,440,000
2002	580	47,560,000
2004	662	54,284,000

Sumber: PT. Natra Raya – Caterpillar Indonesia (diolah) tahun 2004.

Dari tabel di atas terlihat bahwa produk yang dihasilkan baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun ekspor mengalami peningkatan dari tahun ke tahun terutama pada tahun-tahun sebelum krisis moneter melanda Indonesia yaitu mulai pertengahan tahun 1997 s/d tahun 2000.

Dalam hal penyerapan tenaga kerja PT. Natra Raya mampu menyerap tenaga kerja yang cukup banyak karena sistem produksi yang bersifat *countinious flow operation* atau sistem produksi tak terputus. Tenaga kerja dengan berbagai macam latar belakang keterampilan ditempatkan di beberapa bagian yakni bagian produksi, bagian perencanaan produksi, bagian audit kualitas, bagian distribusi material, bagian pengadaan material, bagian keuangan, bagian informasi teknologi dan lain sebagainya. Pada awal berdirinya perusahaan terdapat lebih dari 10 orang ekspatriat berkebangsaan Amerika sebagai tenaga ahli. Namun seiring dengan usaha perusahaan dan pemegang saham dalam alih teknologi



lambat laun para ekspatriat tersebut dapat digantikan oleh tenaga ahli lokal. Saat ini hanya satu ekspatriat yang masih menjabat posisi struktural sebagai Direktur Utama.

Semua produk yang dibuat di PT. Natra Raya telah lebih dahulu di disain dan di standarkan oleh *Caterpillar Design Center*. Mulai dari gambar, bahan baku yang digunakan, ukuran dan spesifikasi kualitas produknya memiliki standar baku yang dikeluarkan oleh pihak pusat disain ini. Untuk kawasan Asia Pasifik, pusat disain sebagian besar produk dilakukan di negara Jepang, dan sebagian lagi dilakukan di Amerika Sarikat.

## **B. Penyediaan Material**

Produksi PT. Natra Raya berdasarkan rencana produksi yang telah disusun dan disetujui oleh pihak manajemen sebelumnya. Rencana ini berdasarkan pula pada pesanan atau *forecast* penjualan dari PT. Trakindo dan rencana penyimpanan *safety stock* produk. Bermula dari rencana produksi inilah segala kebutuhan akan material baik berupa *direct material* maupun *indirect material* secara terintegrasi masuk ke dalam *MRP II system*. Data dari sistem akan dikeluarkan ke dalam bentuk perintah kerja (*work order*) ke departemen produksi dan ke dalam bentuk permintaan pembelian material (*purchase request*) ke departemen pengadaan material atau *purchasing*, kemudian ke departemen-departemen lainnya menyangkut kegiatan proses produksi. Setelah

material yang dibutuhkan baik yang berasal dari pemasok lokal maupun pemasok luar diterima di bagian penerimaan atau *material receiving*, kemudian dikirimkan ke material storage. Dari material storage ini, maka dimulailah pendistribusian ke bagian-bagian produksi sesuai dengan jenis dan kebutuhannya. Sebagian material yang di kirimkan pihak pemasok ada yang masih berupa bahan mentah atau *raw material*.

### C. Proses Produksi

Kegiatan proses produksi di PT. Natra Raya berawal dari proses fabrikasi. Proses fabrikasi ini merupakan proses merubah material atau bahan baku menjadi barang setengah jadi kemudian menjadi komponen-komponen siap pakai di proses assembling. Proses ini terdiri dari:

1. *First operation*, yaitu proses *cutting* atau pemotongan *raw material* atau bahan baku berupa antara lain; plat baja atau *steel plate*, pipa baja atau *steel tube* dan lain-lain
2. *Second operation*, berupa proses pembentukan atau *forming* material seperti *bending*, *rolling*, *bevelling* dan *turning*
3. *Welding assembly*, yaitu proses penggabungan atau perakitan material tersebut di atas melalui proses pengelasan.

Kemudian setelah proses fabrikasi selesai, komponen-komponen tersebut di kirim ke bagian *main assembling* bersamaan dengan komponen-komponen dari pemasok baik lokal maupun luar negeri.

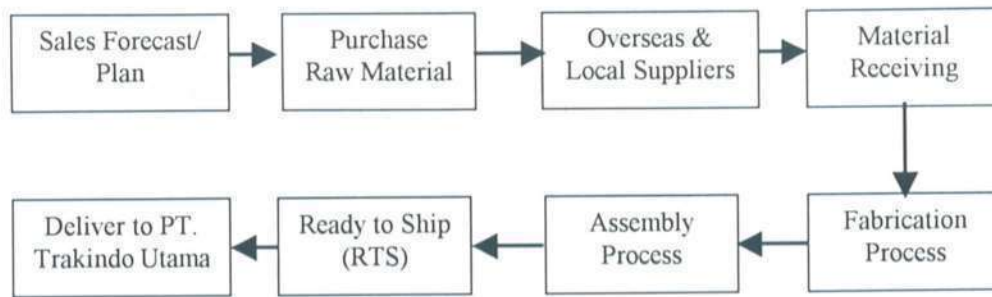
Pada proses assembling atau perakitan ini pun terbagi dalam beberapa proses yaitu:

1. *Base and upper frame assembly*, yaitu proses perakitan yang menggabungkan komponen-komponen baik yang berasal dari fabrikasi maupun komponen-komponen yang berasal dari pemasok
2. *Docking*, yaitu penggabungan hasil proses pertama dengan *chain track* atau bantalan rantai jalan. Pada proses ini kemudian dilakukan pengisian bahan bakar, oli hidrolis, oli mesin dan inhibitor.
3. *Pressure test*, yaitu proses pemeriksaan tekanan-tekanan hidrolis, putaran mesin dan keseluruhan performa mesin sebelum menjalani proses berikutnya.
4. *Front attachment assembly*, yaitu proses pemasangan perlengkapan kerja seperti *boom*, *stick arm*, *bucket* dan *counterweight* atau bandul pemberat belakang. Pada nomor-nomor produksi tertentu (randomly) setelah proses ini, produk akan menjalani uji kerja selama 14 jam non stop (14 hours test) oleh bagian quality auditor. Hal ini untuk memastikan kembali sebelum produk dikirim ke proses finishing, telah menunjukkan suatu kualitas yang telah ditetapkan.

Proses assembling ini merupakan proses lanjutan sehingga produk pun sudah berupa *basic machine* atau produk awal yang sudah dapat berjalan. Setelah proses assembling selesai maka produk akan menjalani proses terakhir yaitu proses *finishing* di bagian RTS (*ready to ship*) yang terdiri dari:

1. Sanding, yaitu proses perapihan pada permukaan-permukaan produk
2. Washing, yaitu proses pencucian produk
3. Final painting, yaitu proses pengecatan akhir produk
4. Pemasangan kabin, pemasangan cover dan perlengkapan lainnya
5. Decals, yaitu proses dimana pada produk dilengkapi dengan stiker merek dan pengecatan pada permukaan-permukaan tertentu
6. *Final quality inspection*, yaitu petugas *quality auditor* memastikan bahwa produk sudah siap untuk di kirimkan ke pihak konsumen, dalam hal ini PT. Trakindo Utama untuk dikirimkan pula ke pihak konsumennya.

Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah alur proses secara umum di PT. Natra Raya:



**Gambar 4.** Alur Proses Produksi

#### **D. Pengendalian Kualitas (*quality control*)**

Pengendalian kualitas merupakan aktifitas untuk menjaga dan mempertahankan serta mengarahkan agar kualitas produk dapat diterima sebagai pemenuhan spesifikasi yang telah ditetapkan. Adapun tujuan dari pengendalian kualitas adalah:

1. Meningkatkan kepuasan terhadap pelanggan
2. Penggunaan biaya kualitas yang serendah-rendahnya
3. Menyelesaikan pesanan tepat waktu dan kualitas.

Material atau bahan baku yang berupa *raw material* dan juga material berupa komponen merupakan faktor yang cukup besar pengaruhnya terhadap kualitas produk akhir di PT. Natra Raya. Material yang diterima dari pemasok dan yang berasal dari proses fabrikasi akan menjalani *quality inspection* di bagian *quality audit* untuk menjaga kualitasnya.



Material tersebut sebelum digunakan oleh proses berikutnya haruslah lolos uji kualitas berdasarkan standar-standar yang telah ditetapkan.

Sistem pengendalian kualitas pada proses produksi dijalankan dengan sistem self inspection yaitu barang atau produk yang diproses di suatu pusat kerja haruslah dijamin oleh pekerjanya apabila akan dikirimkan ke proses selanjutnya. Begitu pula pada proses-proses lain di tiap-tiap pusat kerja. Secara umum kegiatan pengendalian kualitas untuk menjaga kualitas produk akhir dilakukan dengan cara:

1. Seleksi sumber material
2. Pemeriksaan dokumen dan sertifikat pembelian
3. Pemeriksaan material langsung
4. Penjagaan penyimpanan material

Di PT. Natra Raya kegiatan proses produksi dan kegiatan pengendalian kualitas produk merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Proses produksi merupakan kegiatan atau aktifitas utama perusahaan, sedangkan aktifitas pengendalian kualitas hasil dari produksi tersebut adalah bagian terpenting di dalamnya. Tahap-tahap aktifitas pengendalian kualitas terbagi dalam tiga tahap, yaitu:

1. Tahap Persiapan

Dalam tahap persiapan akan dilakukan:

- a. Penentuan dan penjelasan mengenai kualitas produksi

- b. Penjelasan perencanaan kerja untuk penyelesaian proses
- c. Penggunaan peralatan produksi yang baik dan benar
- d. Penggunaan bahan dan komponen produk yang sudah lolos uji
- e. Mengembangkan sumberdaya yang terkait
- f. Lakukan dengan benar mulai dari awal.

## 2. Pengendalian Proses

Kesalahan yang dilakukan oleh pekerja sangat besar kemungkinan terjadinya, untuk itu maka secara periodik pemeriksaan proses produksi harus dilakukan. Hal lain yang menjadi faktor kesalahan selain manusia (pekerja) adalah dari alat yang digunakan, mesin, *jig* atau *fixture* dan lain-lain. Agar dapat mengendalikan proses secara baik dan konsisten serta berkesinambungan, maka perusahaan telah menjalankan apa yang dinamakan proses sertifikasi “*Class A*”, yaitu suatu kegiatan yang melakukan standarisasi proses-proses menurut kriteria, ukuran, ketetapan-ketetapan dan skala tertentu dan terdokumentasi dengan baik. *Class A* merupakan salah satu kebijakan perusahaan secara korporasi yang harus diimplementasikan agar segala bentuk kegiatan di segala macam bidang pekerjaan dalam operasionalnya mencapai target kelas dunia.

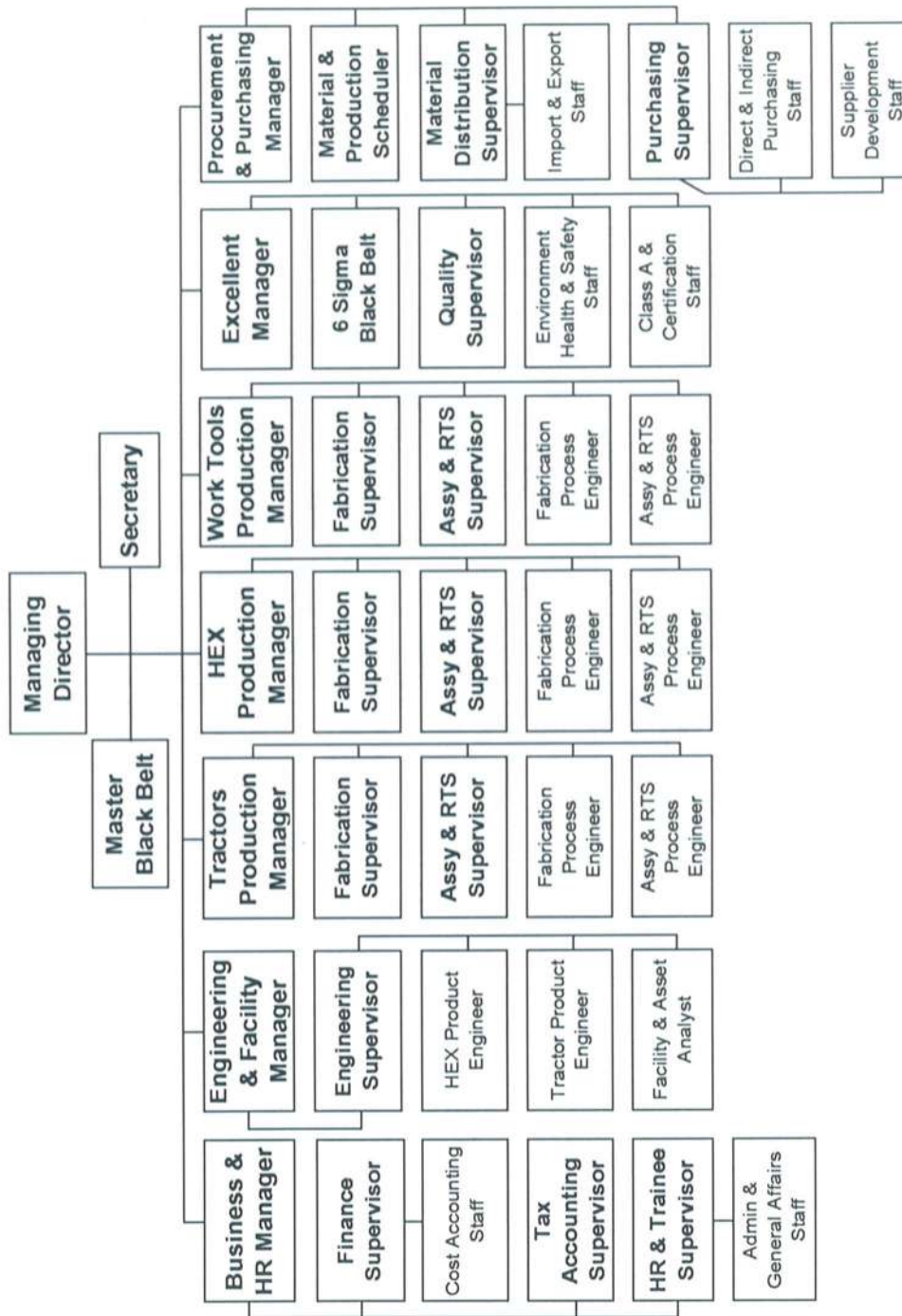
### 3. Pengendalian/ Pemeriksaan Kualitas Produk Akhir

Sebelum produk akhir dikirimkan ke pihak dealer, produk akan menjalani suatu pemeriksaan terakhir yaitu *final inspection*. Proses pengendalian ini untuk memastikan apakah produk masih memiliki kesalahan atau kerusakan awal. Hal tersebut perlu dilakukan dengan tujuan antara lain dapat terus mempertahankan kualitas tertinggi produk dan dapat memuaskan konsumen, disamping itu kelangsungan hidup perusahaan pun akan terjamin. Setelah produk sampai di tangan konsumen, pengendalian kualitas tidak berhenti samapai di situ saja, melainkan terus di pantau melalui laporan-laporan dan keluhan-keluhan konsumen di bawah 200 jam kerja produk selain jaminan atau garansi.

### **E. Struktur Organisasi**

Untuk mengarahkan kegiatan jaringan operasinal secara keseluruhan di PT. Natra Raya dalam proses pembuatan alat-alat berat, maka pihak manajemen tertinggi secara efektif mengorganisasikan sesuai kebutuhan. Adapun struktur organisasi PT. Natra Raya dapat dilihat pada gambar berikut:

PT NATRA RAYA ORGANIZATION CHART - 2004



Gambar 5. Struktur Organisasi PT. Natra Raya

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Pengendalian persediaan material atau bahan baku khususnya untuk kepentingan produksi adalah merupakan fungsi manajemen yang sangat penting karena persediaan material secara fisik dan secara aktif akan melibatkan investasi *cash flow* terbesar pada pos aktiva lancar. Dalam kegiatan proses produksi, pengendalian persediaan material perlu dipertimbangkan jumlahnya baik dalam jumlah secara fisik maupun rupiah. Apabila perusahaan terlalu banyak menginvestasikan dananya dalam bentuk persediaan material, maka akan muncul biaya-biaya seperti biaya penyimpanan atau biaya logistik yang mungkin dapat menimbulkan *opportunity cost* yang lebih banyak dan tidak menguntungkan.

Hal sebaliknya, jika perusahaan tidak mempunyai persediaan material atau persediaan yang dimiliki tidak dapat mencukupi kebutuhan proses produksi, maka akan muncul biaya-biaya tambahan seperti biaya pengadaan cepat, hilangnya kesempatan penjualan (*benefit opportunity cost*) dan biaya-biaya lain yang disebabkan oleh kekurangan atau ketidak-tepatan jumlah persediaan tersebut.



Untuk dapat mengantisipasi kemungkinan terjadinya hal tersebut, maka perlu suatu manajemen pengendalian baik material atau bahan baku produksi maupun manajemen pengendalian proses produksi itu sendiri.

Perbandingan manajemen kedua sistem pengendalian yakni sistem dorong dan sistem tarik terhadap proses produksi dalam pengendalian persediaan material, secara sistematis akan disajikan dalam hasil penelitian bertahap yang menggunakan analisis uji Anova (*Analysis of Variances*) dua jalur atau *Two Way Anova*. Sedangkan pengaruh dari kedua sistem manajemen pengendalian tersebut berdasarkan data-data yang diperoleh sebagai sampel penelitian ini disajikan melalui hasil perhitungan efisiensi biaya persediaan dan efisiensi biaya proses produksi.

Analisis perbedaan pengaruh melalui uji anova dua jalur adalah tergolong analisis komparatif kualitatif untuk dua atau lebih variabel dan dari dua rata-rata secara bersamaan. Uji anova lebih dikenal dengan uji F (*Fisher Test*) untuk varian antar group atau lebih dikenal dengan Kuadrat Rerata (*Mean Square*) dengan rumus sistematisnya adalah:

$$KR = \frac{JK}{dk}$$

dimana: **JK** = Jumlah Kuadrat (*sum of square*)

**dk** = Derajat Kebebasan (*degree of freedom*)

## I. Hasil Uji Anova

Langkah-langkah uji anova dua jalur adalah sebagai berikut:

1. Membuat hipotesis dalam bentuk kalimat
2. Membuat hipotesis dalam bentuk statistik
3. Membuat tabel bantu untuk menghitung angka statistik
4. Mencari Jumlah Kuadrat Total ( $JK_T$ )
5. Mencari Jumlah Kuadrat antar Group A ( $JK_A$ )
6. Mencari Jumlah Kuadrat antar Group B ( $JK_B$ )
7. Mencari Jumlah Kuadrat antar Group A dan B ( $JK_{AB}$ )
8. Mencari derajat kebebasan antar group ( $dk_A$ )
9. Mencari Kuadrat Dalam (residual) antar Group ( $JK_D$ )
10. Mencari derajat kebebasan ( $dk_A, dk_B, dk_{AB}, dk_D, dk_T$ )
11. Mencari Kuadrat Rerata antar Group ( $KR_A, KR_B, KR_{AB}, KR_D$ )
12. Mencari nilai  $F_{hitung}$  ( $F_A ; F_B ; F_{AB}$ )
13. Menentukan kaidah pengujian:  
  
Jika:  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ , maka tolak  $H_0$  artinya signifikan  
  
 $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka terima  $H_0$  artinya tidak signifikan
14. Membuat tabel ringkasan hasil uji anova dua jalur
15. Membandingkan  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$

16. Membuat kesimpulan dari hasil perhitungan.

Adapun hasil-hasil analisis dari pengaruh dari dua sistem tersebut dengan menggunakan langkah-langkah uji anova dua arah selanjutnya adalah sebagai berikut:

1.  $H_0$  (hipotesis statistik) dan  $H_a$  (hipotesis alternatif) dalam bentuk kalimat.

Hipotesis untuk pengaruh ke dua sistem pengendalian material:

$H_0$ : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem dorong dan pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem tarik terhadap proses produksi.

$H_a$ : Terdapat pengaruh yang signifikan antara pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem dorong dan pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem tarik terhadap proses produksi.

2.  $H_a$  dan  $H_0$  untuk pengaruh kedua sistem persediaan dan perbedaannya terhadap proses produksi selanjutnya dalam bentuk pernyataan statistik adalah:

- a. Hipotesis pengaruh kedua sistem pengendalian material:

$H_0$ :  $X_1 = X_2$  ;  $X_3 = X_4$

$H_a$ :  $X_1 \neq X_2$  ;  $X_3 \neq X_4$

3. Tabel bantu untuk menghitung angka statistik:

Sistem Dorong dan Sistem Tarik									
	Sistem Dorong				Sistem Tarik				
	Persediaan		Produksi		Persediaan		Produksi		
	$X_1$	$X_1^2$	$X_2$	$X_2^2$	$X_3$	$X_3^2$	$X_4$	$X_4^2$	
1	25.95	673.32	34.62	1,198.60	15.84	250.83	59.86	3,583.53	
2	26.03	677.78	28.60	817.95	15.44	238.49	62.86	3,950.85	
3	26.07	679.46	31.61	999.22	15.12	228.72	62.86	3,950.85	
4	26.10	681.11	34.62	1,198.60	15.51	240.71	50.88	2,589.10	
5	25.71	661.14	22.58	509.80	15.18	230.46	65.85	4,336.08	
6	25.84	667.80	31.61	999.22	14.43	208.18	62.86	3,950.85	
7	25.95	673.26	30.11	906.32	15.45	238.58	56.87	3,234.14	
8	25.73	661.93	27.09	734.12	14.86	220.89	65.85	4,336.08	
9	25.81	665.96	33.12	1,096.64	14.73	216.85	62.86	3,950.85	
10	25.53	651.60	31.61	999.22	14.34	205.52	53.88	2,902.66	
11	25.55	652.82	27.09	734.12	14.25	203.02	62.86	3,950.85	
12	25.64	657.45	31.61	999.22	14.12	199.42	65.85	4,336.08	
STATISTIK									TOTAL
n	12.00	-	12.00	-	12.00	-	12.00	-	48.00
$\Sigma X_{1-2}$	309.90	-	364.27	-	179.27	-	733.32	-	1,586.76
$\Sigma X_{1-2}^2$	-	8,003.66	-	11,193.02	-	2,681.68	-	45,071.90	66,950.26
$\bar{X}$	25.83	-	30.36	-	14.94	-	61.11	-	33.06
$\Sigma X_2$	-	-	364.27	-	-	-	733.32	-	1,097.59
$\Sigma X_1$	309.90	-	-	-	179.27	-	-	-	489.17

**Tabel 1:** Tabel Bantu Angka Hasil Perhitungan Statistik Anova Dua Jalur

Setelah menempatkan data sesuai dengan posisinya pada tabel bantu anova di atas dan nilai-nilai yang diperlukan untuk data pengujian telah didapatkan, maka selanjutnya dapat dihitung nilai keluaran yang diperlukan untuk analisis variansinya sebagaimana yang akan diuraikan pada halaman berikutnya di bawah ini:

4. Mencari Jumlah Kuadrat Total ( $JK_T$ ) dengan rumus:

$$JK_T = \sum X_T^2 - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

Jadi, hasil perhitungannya adalah:

$$= (\sum X_1^2 + \sum X_2^2 + \sum X_3^2 + \sum X_4^2) - \left[ \frac{(\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4)^2}{N} \right]$$

$$= 66,950.26 - \frac{1,586.76}{48}$$

$$= 14,495.94$$

5. Mencari Jumlah Kuadrat antar sistem dorong ( $JK_A$ ) dengan rumus:

$$JK_A = \left[ \sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A} \right] - \left[ \frac{(\sum X_T)^2}{N} \right]$$

Jadi, hasil perhitungannya adalah:

$$= \left[ \frac{(\sum X_1 + \sum X_2)^2}{n_{A1-2}} + \frac{(\sum X_3 + \sum X_4)^2}{n_{A3-4}} \right] - \left[ \frac{(\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4)^2}{N} \right]$$

$$= \left[ \frac{(309.90 + 364.27)^2}{24} + \frac{(179.27 + 733.32)^2}{24} \right] - \left[ \frac{1,586.76^2}{48} \right]$$

$$= (18,973.72 + 34,700.86) - (52,454.32)$$

$$= 1,184.26$$



6. Mencari Jumlah Kuadrat antar sistem tarik ( $JK_B$ ) dengan rumus:

$$JK_B = \left[ \sum \frac{(\sum X_B)^2}{n_B} \right] - \left[ \frac{(\sum X_T)^2}{N} \right]$$

Jadi, hasil perhitungannya adalah:

$$= \left[ \frac{(\sum X_1 + \sum X_2)^2}{n_{B1-3}} + \frac{(\sum X_3 + \sum X_4)^2}{n_{B2-4}} \right] - \left[ \frac{(\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4)^2}{N} \right]$$

$$= \left[ \frac{(309.90 + 179.27)^2}{24} + \frac{(364.27 + 733.32)^2}{24} \right] - \left[ \frac{1,586.76^2}{48} \right]$$

$$= (9,970.30 + 50,195.99) - (52,454.32)$$

$$= 7,711.97$$

7. Mencari Jumlah Kuadrat antar sistem dorong dan sistem tarik ( $JK_{AB}$ ):

$$JK_{AB} = \left[ \sum \frac{(\sum X_{AB})^2}{n_{AB}} \right] - \left[ \frac{(\sum X_T)^2}{N} \right] - JK_A - JK_B$$

Jadi, hasil perhitungannya adalah:

$$= \left[ \frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \frac{(\sum X_3)^2}{n_3} + \frac{(\sum X_4)^2}{n_4} \right] - \left[ \frac{(\sum X_T)^2}{N} \right] - JK_A - JK_B$$

$$= \left[ \frac{(309.90)^2}{12} + \frac{(364.27)^2}{12} + \frac{(179.27)^2}{12} + \frac{(733.32)^2}{12} \right] - \left[ \frac{1,586.76^2}{48} \right] \dots$$

$$\dots - JK_A - JK_B$$

$$= (8,003.17+11,057.72+2,678.15+44,813.18)-(52,454.32)...$$

$$.... -1,184.26-7,711.97$$

$$= 5,201.68$$

8. Jumlah Kuadrat Dalam (*residual*) antar sistem ( $JK_D$ ) dengan rumus:

$$JK_D = JK_T - JK_A - JK_B - JK_{AB}$$

Jadi hasil perhitungannya adalah:

$$= 14,495.94 - 1,184.26 - 7,711.97 - 5,201.68$$

$$= 398.03$$

9. Derajat Kebebasan ( $dk_A$ ,  $dk_B$ ,  $dk_{AB}$ ,  $dk_D$  dan  $dk_T$ ) dengan rumus:

$$dk_{A \text{ (BARIS)}} = b - A = 2 - 1 = 1$$

$$dk_{B \text{ (KOLOM)}} = k - A = 2 - 1 = 1$$

$$dk_{AB \text{ (INTERAKSI)}} = (dk_A) \cdot (dk_B) = 1 \times 1 = 1$$

$$dk_D \text{ (RESIDUAL)} = n - (b) \cdot (k) = 12 - (2 \times 2) = 8$$

$$dk_T \text{ (TOTAL)} = n - 1 = 12 - 1 = 11$$

10. Kuadrat Rerata antar sistem ( $KR_A$ ,  $KR_B$ ,  $KR_{AB}$  dan  $KR_D$ ) dengan rumus:

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A}; KR_B = \frac{JK_B}{dk_B}; KR_{AB} = \frac{JK_{AB}}{dk_{AB}}; KR_D = \frac{JK_D}{dk_D};$$

Jadi, hasil perhitungannya adalah:

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A} = \frac{1,184.26}{1} = 1,184.26$$

$$KR_B = \frac{JK_B}{dk_B} = \frac{7,711.97}{1} = 7,711.97$$

$$KR_{AB} = \frac{JK_{AB}}{dk_{AB}} = \frac{5,291.68}{1} = 5,291.68$$

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D} = \frac{398.03}{8} = 49.75$$

11. Mencari nilai  $F_{hitung}$  ( $F_A$  ;  $F_B$  ;  $F_{AB}$ ) masing-masing sistem dengan rumus:

$$F_A = \frac{KR_A}{KR_D} ; F_B = \frac{KR_B}{KR_D} ; F_{AB} = \frac{KR_{AB}}{KR_D} ;$$

Jadi, hasil perhitungannya adalah:

$$F_A = \frac{KR_A}{KR_D} = \frac{1,184.26}{49.75} = 23.80$$

$$F_B = \frac{KR_B}{KR_D} = \frac{7,711.97}{49.75} = 155.01$$

$$F_{AB} = \frac{KR_{AB}}{KR_D} = \frac{5,291.68}{49.75} = 104.56$$

12. Nilai  $F_{\text{tabel}}$  ( $F_A$  ;  $F_B$  ;  $F_{AB}$ ) masing-masing Group dengan rumus:

$$\begin{aligned} F_{A(\text{tabel})} &= F_{A(\alpha)}(dk_A ; dk_D) \\ &= F_{A(0.01)}(1 ; 8) = 11.26 \\ &= F_{A(0.05)}(1 ; 8) = 5.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{B(\text{tabel})} &= F_{B(\alpha)}(dk_B ; dk_D) \\ &= F_{B(0.01)}(1 ; 8) = 11.26 \\ &= F_{B(0.05)}(1 ; 8) = 5.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{AB(\text{tabel})} &= F_{AB(\alpha)}(dk_{AB} ; dk_D) \\ &= F_{AB(0.01)}(1 ; 8) = 11.26 \\ &= F_{AB(0.05)}(1 ; 8) = 5.32 \end{aligned}$$

13. Kaidah Pengujian Hipotesis:

Kaidah pengujian hipotesisnya adalah sebagai berikut:

Jika  $F_{\text{hitung}} \geq F_{\text{tabel}}$ , maka tolak  $H_0$  dan terima  $H_a$  artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem dorong dan pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem tarik terhadap proses produksi.

Sebaliknya, jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka terima  $H_0$  dan tolak  $H_a$  artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem dorong dan pengendalian persediaan material dengan menggunakan sistem tarik terhadap proses produksi.

14. Tabel ringkasan hasil uji anova dua jalur (*two way anova table*) dapat dilihat pada tabel berikut di bawah ini:

Sumber Varians (SV)	Derajat Kebebasan (dk)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rerata (KR)	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Antar Sistem (A) Baris	$b - A$	$\Sigma \frac{(\Sigma X_A)^2}{n_A} - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N}$	$\frac{JK_A}{dk_A}$	$\frac{KR_A}{KR_D}$	$\alpha 0.05$ $\alpha 0.01$
Dalam Sistem (B) Kolom	$k - A$	$\Sigma \frac{(\Sigma X_B)^2}{n_B} - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N}$	$\frac{JK_B}{dk_B}$	$\frac{KR_B}{KR_D}$	
Dalam Sistem (AB) Interaksi	$(dk_A).(dk_B)$	$\Sigma \frac{(\Sigma X_{AB})^2}{n_{AB}} - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N}$	$\frac{JK_{AB}}{dk_{AB}}$	$\frac{KR_{AB}}{KR_D}$	
Residual (D)	$(N-(b).(k))$	$JK_T - JK_A - \dots$ $\dots JK_B - JK_{AB}$	$\frac{JK_D}{dk_D}$	-	-
TOTAL	$n - 1$	$\Sigma X_T^2 - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N}$	-	-	-

**Tabel 2:** Tabel Ringkasan Hasil Perhitungan Anova Dua Jalur

Maka hasil perhitungan yang diperoleh melalui pengolahan data selanjutnya dimasukkan ke dalam tabel hasil perhitungan di bawah ini sehingga dapat dilihat dengan jelas perbedaan variansi, derajat kebebasan, jumlah kuadrat dan kuadrat rerata serta F hitung dan F tabel seperti berikut ini:



Sumber Varians (SV)	Derajat Kebebasan (dk)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rerata (KR)	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Antar Sistem (A) Baris	1	1,184.25	1,184.25	23.80	$\alpha 0.05 = 5.32$ $\alpha 0.01 = 11.26$
Dalam Sistem (B) Kolom	1	7,711.97	7,711.97	154.98	
Dalam Sistem (AB) Interaksi	1	5,201.68	5,201.68	104.54	
Residual (D)	8	398.04	49.76	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>14,495.94</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Tabel 3:** Hasil Perhitungan Penelitian Anova Dua Jalur

15. Dari tabel hasil perhitungan tersebut di atas, ternyata  $F_{hitung}$  lebih besar dari pada  $F_{tabel}$  atau:

$23.80 > 5.32$  ;  $154.98 > 5.32$  ;  $104.54 > 5.32$  untuk tingkat signifikansi 95% (0.05).

$23.80 > 11.26$  ;  $154.98 > 11.26$  ;  $104.54 > 11.26$  untuk taraf signifikansi 99% (0.01).

Maka kesimpulan dari hasil uji perbedaannya adalah tolak  $H_0$  dan terima  $H_a$ , artinya terbukti terdapat perbedaan yang signifikan terhadap perbandingan antara pengendalian persediaan material dan pengendalian proses produksi dalam sistem dorong dengan perbandingan persediaan material dan pengendalian proses produksi dalam sistem tarik.

## **B. Pembahasan**

Selanjutnya akan dibahas hasil analisis perbandingan penerapan sistem dorong dan sistem tarik dalam pengendalian persediaan material dan proses produksi serta disamping itu akan dibahas pula hasil perhitungan efisiensi biaya (*cost efficiency*) yang merupakan hasil dari penelitian ini. Berikut adalah beberapa pembahasan serta tinjauan dari hasil perbandingan berupa tabel-tabel data yang identik.

### **1. Tingkat Persediaan pada Sistem Dorong**

Pada saat menggunakan sistem dorong seperti yang telah diuraikan dalam definisi teori sebelumnya, tingkat persediaan material baik berupa bahan baku maupun *work in process* tidak dapat terkendali secara baik dan efisien. Selama penggunaan sistem dorong menurut hasil analisa data di atas serta dalam tabel 4 dan 5 menunjukkan tingkat persediaan selama periode 1 tahun, pengendalian persediaan pada tiap-tiap pusat kerja tidak efisien yang mengakibatkan *material cost* mengendap pun menjadi tinggi. Berdasarkan teori yang relevan, pada sistem dorong dimana jumlah persediaan material tidak terkendali, cenderung menutupi persoalan lain yaitu proses produksi yang tidak efisien. Di samping itu hal lain yang dapat menimbulkan pemborosan dalam pengendalian proses produksi yaitu tingginya tingkat persediaan dalam bentuk *work in process* serta waktu tunggu *waiting time*

atau *queue time* akibat tidak seimbangnya *cycle time* tiap-tiap pusat kerja *swing frame*.

Pada tabel berikut dapat dilihat ketidak-efisienan tingkat pengendalian persediaan material kiriman dari pemasok pada saat sistem dorong:

#### AVERAGE PARTS INVENTORY LEVEL (PUSH SYSTEM)

MONTH	WORK CENTER IN SWING FRAME LANE				Monthly Average	
	MF01	MF02	MF03	MF04	(units)	(US\$)
						Material Cost
Jul '03	75.4	77.8	77.6	78.2	77.2	87,706.32
Aug	75	77.3	77.3	78.1	76.9	87,341.66
Sep	75.1	75	76.9	77.3	76.1	86,389.61
Oct	75.3	77.2	77.8	77.6	77.0	87,420.27
Nov	76.1	78	77.7	77.5	77.3	87,787.12
Dec	75	78.3	78.6	77.9	77.5	87,953.07
Jan '04	73.5	77.6	76.4	77.5	76.2	86,564.30
Feb	76	77.1	77.0	77.5	76.9	87,306.73
Mar	73.9	78.3	77.2	77.7	76.8	87,182.26
Apr	73.8	78.5	77.2	77.1	76.6	87,014.12
May	75.6	79.1	77.5	76.8	77.3	87,717.24
Jun	75.2	78	76.6	78.0	77.0	87,378.78
				<b>Annual Overall</b>		<b>1,047,761.49</b>

**Tabel 4.** Tingkat Persediaan Material & Biaya dalam Sistem Dorong

Begitu pula pada tingkat pengendalian persediaan barang dalam proses atau *work in process*. Tanpa disadari dari departemen produksi bahwa tingginya tingkat persediaan *work in process* disebabkan antara lain oleh tingginya tingkat persediaan material

awal. Akibat dari tingginya tingkat persediaan awal yang mendorong proses selanjutnya untuk memproduksi sebanyak material tersedia, dan ketersediaan material pada masing-masing pusat kerja tidak dikendalikan oleh kemampuan pusat kerja untuk memproduksi dan tidak berdasarkan permintaannya. Maka dapat dilihat pula ketidak efisienan tingkat persediaan barang dalam proses (*WIP*) di tiap-tiap pusat kerja sangat bervariasi.

Jika dibandingkan dengan pengendalian barang dalam proses pada sistem dorong maka terdapat perbedaan yaitu persediaan awal sudah dikendalikan dengan permintaan harian dan kemampuan pusat kerja, selanjutnya pengiriman barang dalam proses ke proses berikutnya berdasarkan permintaan dan kemampuan pusat kerja. Begitu seterusnya hingga pusat-pusat kerja hanya memiliki 1 sampai dengan 3 unit barang dalam proses tergantung pusat kerja yang membutuhkannya.

Pada tabel 5 di bawah ini dapat di lihat pula ketidak-efisienan tingkat persediaan *work in process*:



### AVERAGE WIP INVENTORY LEVEL (PUSH SYSTEM)

WORK CENTER IN SWING FRAME LANE				Monthly Average	
MF01	MF02	MF03	MF04	(units)	(US\$)
					Process Cost
54	49	51	56	52.5	27,719.66
52	56	51	54	53.3	28,115.66
54	55	53	55	54.3	28,643.65
51	54	55	54	53.5	28,247.65
48	51	54	52	51.3	27,059.67
56	48	48	55	51.8	27,323.67
55	56	49	54	53.5	28,247.65
55	49	52	51	51.8	27,323.67
48	52	54	55	52.3	27,587.66
47	54	53	50	51.0	26,927.67
49	51	55	47	50.5	26,663.67
50	50	49	56	51.3	27,059.67
			<b>Annual Overall</b>		<b>330,919.96</b>

**Tabel 5.** Tingkat Persediaan *Work in Process* & Biaya dalam Sistem Dorong

#### 2. Tingkat Persediaan pada Sistem Tarik

Pada definisi teori terdahulu yang merupakan teori yang relevan terhadap sistem tarik, yakni pada saat pelaksanaan sistem tarik maka pengendalian persediaan material akan sangat berbeda dengan saat sistem dorong. Hal ini dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7 di mana data setelah pelaksanaan sistem tarik tercatat lebih efisien dan dapat menghemat biaya-biaya yang timbul dibandingkan pada saat sistem dorong. Berikut ini tabel 6 dan 7 serta perinciannya tingkat persediaan material dan biayanya:



**AVERAGE PARTS INVENTORY LEVEL (PULL SYSTEM)**

MONTH	WORK CENTER IN SWING FRAME LANE				Monthly Average	
	MF01	MF02	MF03	MF04	(units)	(US\$)
						Material Cost
Aug '04	32.5	33.9	29.2	29.8	31.4	35,596.98
Sep	33	30.4	30.8	29.9	31.0	35,225.77
Oct	30.4	30.5	27.9	28.2	29.2	33,205.95
Nov	29.7	30	30.2	27.4	29.3	33,280.19
Dec	30.5	29.7	28.5	28.2	29.2	33,181.93
Jan '05	30	28.7	29.5	26.6	28.7	32,603.27
Feb	29.2	29.4	27.8	29.8	29.0	32,967.93
Mar	27.2	28.6	29.7	29.3	28.7	32,587.99
Apr	28.6	29.4	28.5	28.1	28.7	32,535.58
May	28	29.3	27.8	27.2	28.1	31,900.16
Jun	25.7	27.2	27.5	27.6	27.0	30,651.14
Jul	26.1	27	26.0	26.8	26.5	30,074.67
				<b>Annual Overall</b>		<b>393,811.57</b>

**Tabel 6.** Tingkat Persediaan Material & Biaya dalam Sistem Tarik

**AVERAGE WIP INVENTORY LEVEL (PULL SYSTEM)**

WORK CENTER IN SWING FRAME LANE				Monthly Average	
MF01	MF02	MF03	MF04	(units)	(US\$)
					Process Cost
33	35	32	28	32.0	16,895.79
31	32	31	29	30.8	16,235.80
30	32	34	29	31.3	16,499.80
34	34	31	32	32.8	17,291.79
33	31	28	34	31.5	16,631.80
28	28	29	31	29.0	15,311.81
32	33	36	30	32.8	17,291.79
32	29	32	30	30.8	16,235.80
33	29	29	30	30.3	15,971.80
29	30	29	29	29.3	15,443.81
29	31	29	31	30.0	15,839.81
31	30	31	28	30.0	15,839.81
			<b>Annual Overall</b>		<b>195,489.61</b>

**Tabel 7.** Tingkat Persediaan *Work in Process* & Biaya dalam Sistem Tarik

Proses produksi atau kegiatan membuat produk pada pusat-pusat kerja *swing frame* merupakan salah satu kegiatan inti perusahaan di bidang manufaktur. Proses ini termasuk kegiatan fabrikasi yaitu *welding proses*. Menurut hasil analisa data yang menunjukkan perbedaan pada keduanya. Hasil analisa data pada saat sistem dorong dan sistem tarik akan disajikan secara terperinci dalam bentuk tabel-tabel perbedaan.

### **3. Pengendalian Proses Produksi pada Sistem Dorong**

Karena tidak adanya pembatasan persediaan material baik berupa material yang masuk dari para pemasok maupun *work in process* dalam pusat-pusat kerja, akan menyebabkan terabaikannya tingkat persediaan yang optimum. Hal ini berakibat terabaikannya pula efisiensi waktu siklus atau *cycle time* produksinya. Ketidak seragaman *cycle time* pada tiap-tiap pusat kerja tanpa disadari akan mengakibatkan waktu tunggu atau *waiting time* tinggi dan tingkat persediaan barang dalam proses pun tidak terkendali. Artinya, kegiatan proses produksi pada tiap-tiap pusat kerja adalah “didorong” oleh jumlah persediaan material yang dikirimkan tanpa batas. Kemudian pusat kerja pertama mendorong pusat kerja berikutnya secara terus menerus hingga pusat kerja terakhir dari produksi *swing frame*. Dengan kata lain selama sistem dorong diterapkan seberapa pun jumlah material yang dikirimkan pada suatu pusat kerja dengan tanpa mengindahkan kemampuan pusat kerja selanjutnya untuk

membuat suatu produk. Hal ini berakibat menumpuknya barang dalam proses dan tingginya waktu tunggu.

Di samping itu akan menimbulkan biaya baik biaya proses maupun biaya barang dalam proses seperti terlihat pada tabel 6 di atas. Pada tabel 8 di bawah ini dapat dilihat ketidak-efisienan pengendalian proses produksi, di mana kemampuan produksi pusat kerja yang tidak sama, sehingga keluaran tiap-tiap pusat kerja pun berbeda-beda. Faktor inilah yang menyebabkan waktu tunggu untuk masing-masing produk keluaran tiap pusat kerja tinggi.

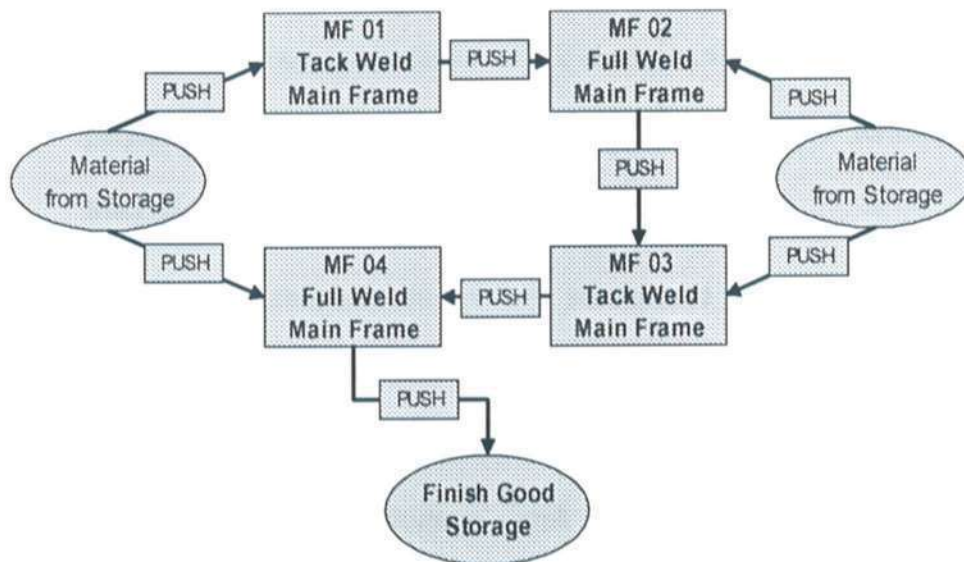
### Swing Frame Production Process Monthly Report (PUSH SYSTEM)

MONTH	WORK DAY	PRODUCTION CAPACITY PER WORK CENTER (UNIT)						Average (units)
		MF01	MF02	MF03	MF04	MACH.	MF05	
	Cycle Time (hrs)	2.45	2.85	3.20	3.25	3.45	1.30	
Jul '03	23	69.54	59.78	53.25	52.43	49.39	131.06	34.62
Aug	19	57.45	49.39	43.99	43.31	40.80	108.27	28.60
Sep	21	63.50	54.59	48.62	47.87	45.09	119.67	31.61
Oct	23	69.54	59.78	53.25	52.43	49.39	131.06	34.62
Nov	15	45.36	38.99	34.73	34.19	32.21	85.48	22.58
Dec	21	63.50	54.59	48.62	47.87	45.09	119.67	31.61
Jan '04	20	60.47	51.99	46.30	45.59	42.94	113.97	30.11
Feb	18	54.43	46.79	41.67	41.03	38.65	102.57	27.09
Mar	22	66.52	57.18	50.93	50.15	47.24	125.37	33.12
Apr	21	63.50	54.59	48.62	47.87	45.09	119.67	31.61
May	18	54.43	46.79	41.67	41.03	38.65	102.57	27.09
Jun	21	63.50	54.59	48.62	47.87	45.09	119.67	31.61
						<b>Annual Overall</b>		<b>30.36</b>

**Tabel 8.** Tingkat Pengendalian Proses Produksi dalam Sistem Dorong



Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah ilustrasi dari alur proses produksi dengan sistem dorong:



**Gambar 6.** Alur Proses Produksi Sistem Dorong

#### 4. Pengendalian Proses Produksi pada Sistem Tarik

Sesuai dengan relevansi definisi teori pada bab terdahulu, dalam penerapan sistem tarik, pembatasan persediaan dititik-beratkan kepada permintaan akan produk akhir dari proses fabrikasi swing frame dan dikombinasikan dengan kemampuan membuat produk pada tiap-tiap pusat kerja. Artinya, persediaan material akan dibatasi sesuai dengan kemampuan produksi pusat kerja membuat produk. Misalnya suatu pusat kerja dalam proses produksi *swing frame* dapat membuat 2 unit produk dalam satu hari, jadi apabila pengiriman persediaan setiap 1 kali dalam seminggu, maka material akan dikirimkan sejumlah minimum  $2 \times 5 = 10$  unit/minggu.

Sistem perhitungan optimum proses pengendalian material pada sistem tarik adalah sistem JIT atau *just in time inventory*. Penentuan *buffer stock* atau *safety stock* juga mengacu kepada sistem JIT ini. Pemicu atau *trigger* permintaan untuk sistem tarik adalah berdasarkan permintaan pelanggan yang telah diatur dalam sistem terintegrasi MRP II, dalam hal ini adalah proses assembling.

Visualisasi permintaan ke proses sebelumnya adalah berdasarkan *kanban (floor kanban system)*, artinya jika area penyimpanan barang jadi sudah dalam keadaan batas minimal maka ini berarti ada permintaan proses sebelumnya untuk memenuhi permintaan tersebut. Hal ini terus-menerus ditarik dan berlaku mundur sampai proses awal produksi pembuatan *swing frame*. Batasan permintaan persediaan barang jadi dan barang setengah jadi telah ditetapkan jumlah minimum dan maksimumnya.

Kemudian jika sistem tarik sudah diterapkan pada masing-masing pusat kerja akan terlihat perbedaan waktu siklus produksi. Jika waktu siklus produksi semua pusat kerja tidak seimbang, maka harus diseimbangkan atau dilakukan *line balancing* terlebih dahulu mulai dari proses pertama sampai proses yang terakhir.

Di asumsikan seluruh kegiatan proses produksi adalah lintasan kritis, artinya kegiatan dalam tiap-tiap pusat kerja adalah penting. Jika siklus waktu produksi sudah seimbang, akan terlihat pula berkurangnya



barang dalam proses dan waktu tunggu pun akan menurun secara drastis serta jumlahnya pun mendekati sama.

Berikut pada tabel 9 di bawah ini dapat dilihat data yang menunjukkan tingkat pengendalian proses produksi yang lebih efisien setelah diterapkannya sistem tarik pada pengendalian persediaan material dan pengendalian proses produksi di pusat-pusat kerja:

### Swing Frame Production Process Monthly Report (PULL SYSTEM)

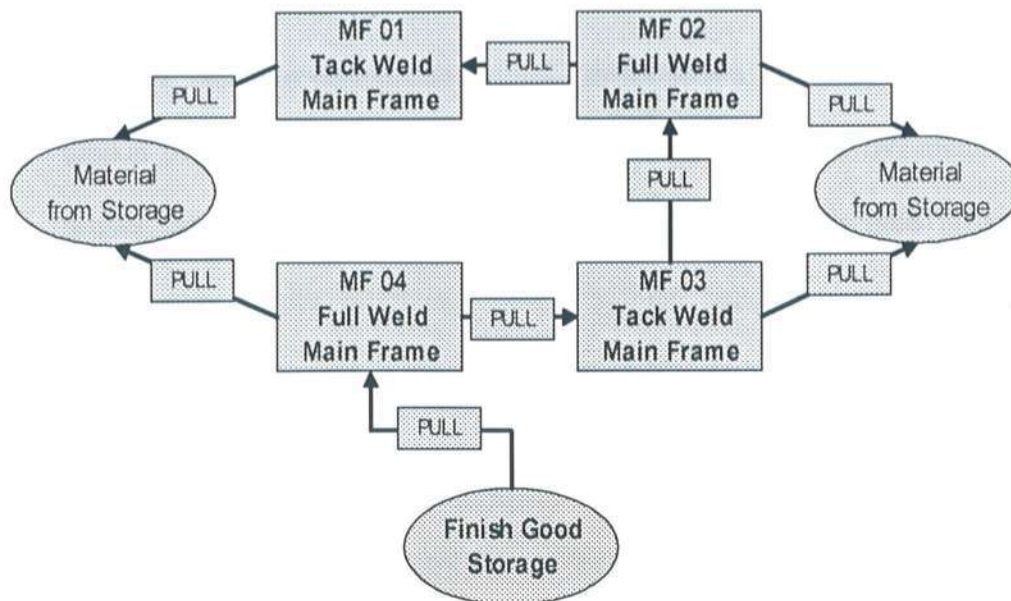
MONTH	WORK DAY	PRODUCTION CAPACITY PER WORK CENTER (UNIT)						Average (units)
		MF01	MF02	MF03	MF04	MACH.	MF05	
Cycle Time (hrs)		1.90	2.15	2.75	2.75	2.75	1.30	
Aug '04	20	77.98	68.91	53.88	53.88	53.88	113.97	35.2
Sep	21	81.88	72.36	56.57	56.57	56.57	119.67	37.0
Oct	21	81.88	72.36	56.57	56.57	56.57	119.67	37.0
Nov	17	66.28	58.57	45.79	45.79	45.79	96.87	29.9
Dec	22	85.78	75.80	59.26	59.26	59.26	125.37	38.7
Jan '05	21	81.88	72.36	56.57	56.57	56.57	119.67	37.0
Feb	19	74.08	65.47	51.18	51.18	51.18	108.27	33.4
Mar	22	85.78	75.80	59.26	59.26	59.26	125.37	38.7
Apr	21	81.88	72.36	56.57	56.57	56.57	119.67	37.0
May	18	70.18	62.02	48.49	48.49	48.49	102.57	31.7
Jun	21	81.88	72.36	56.57	56.57	56.57	119.67	37.0
Jul	22	85.78	75.80	59.26	59.26	59.26	125.37	38.7
								<b>35.9</b>

**Tabel 9.** Tingkat Pengendalian Proses Produksi dalam Sistem Tarik

Sesuai dengan keterangan terdahulu bahwa secara prakteknya pengendalian persediaan dan proses produksi pada sistem tarik lebih banyak mengacu pada sistem *kanban* dan sistem *just in time* serta

menerapkan beberapa langkah-langkah *lean manufacturing*. Misalnya pada sistem *kanban* yang ditetapkan berdasarkan kemampuan area di pusat kerja menyimpan persediaan baik berupa material maupun barang dalam proses. Khusus persediaan berupa material yang berasal dari pemasok diterapkan pula apa yang dinamakan *supermarket kanban*, di mana penyimpanan material yang didistribusikan oleh bagian penerimaan ditempatkan di dekat area pusat kerja. Hal ini adalah bagian dari penerapan *lean manufacturing* yang disebut *point of use* atau mendekati sasaran penggunaan agar pendistribusian lebih efisien dalam bidang transportasi.

Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah ilustrasi dari alur proses produksi dengan sistem dorong:



**Gambar 7.** Alur Proses Produksi Sistem Tarik

## 5. Efisiensi Biaya (*Cost Efficiency*)

Di dalam pengendalian persediaan proses produksi dengan memakai sistem tarik, PT Natra Raya memperoleh pula keuntungan lainnya berupa dampak positif dari sistem tersebut di antaranya adalah penghematan biaya material, yaitu penghematan pada biaya penyimpanan (*holding cost*). Biaya tersebut timbul disebabkan oleh faktor penyimpanan atau “penahanan” (*carrying*) persediaan sepanjang waktu tertentu, biasanya diperhitungkan dalam kurun waktu setahun. Oleh karena itu biaya penyimpanan juga mencakup biaya yang berkaitan dengan pergudangan, biaya asuransi, biaya tambahan untuk pekerja dan biaya bunga. Disamping itu, biaya penyimpanan dipengaruhi pula oleh biaya pemesanan (*ordering cost*) mencakup biaya-biaya pasokan, formulir, proses pesanan, pekerja dan sebagainya.

Pada saat ada permintaan produk, maka secara otomatis mulai dari tingkat penyimpanan produk akhir (*finish good inventory - FGI*) menarik proses sebelumnya, dan proses sebelumnya akan menarik pula proses sebelumnya. Begitu seterusnya hingga sampai pada proses awal yang akan menarik persediaan material (lihat pada Gambar 7 – Alur Proses Produksi Sistem Tarik).

Sepanjang proses produksi atau disebut juga proses pemasangan akan timbul biaya pemasangan (*set-up cost*) yaitu biaya-biaya untuk mempersiapkan mesin atau proses untuk memproduksi pesanan internal.

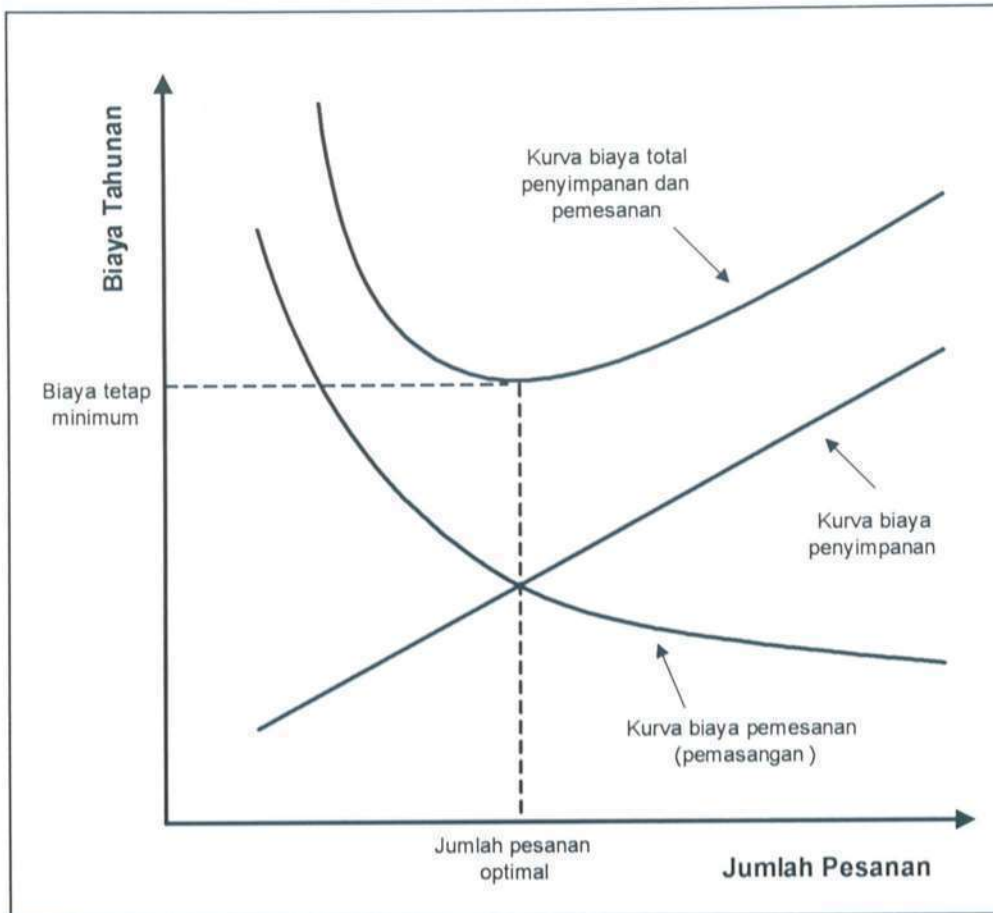
Proses produksi biasanya menuntut adanya sejumlah kerja tertentu sebelum suatu operasi betul-betul dijalankan di tiap-tiap pusat kerja.

Pada sistem tarik, biaya-biaya pemasangan yang tidak efisien dan memerlukan waktu berjam-jam dapat diturunkan hingga hitungan menit bahkan detik. Cara ini dikembangkan oleh industri-industri kelas dunia yang telah menerapkan sistem tarik secara optimum sehingga baik untuk mengurangi investasi persediaan dan memperbaiki produktifitas.

Pada teori-teori tentang persediaan seperti yang telah dikemukakan dalam bab-bab sebelumnya bahwa pertimbangan yang terpenting dalam mengelola persediaan material salah satunya adalah aspek finansial atau tingkat penggunaan biaya yang dibutuhkan. Maka untuk meminimasi biaya total dari persediaan dalam menjalankan sistem tarik, perlu adanya suatu model permintaan akan persediaan proses produksi. Artinya dengan meminimasi jumlah biaya pemasangan dan penahanan, juga harus mengedepankan penurunan biaya secara total.

Berikut ini pada Gambar 8 yang memvisualisasikan biaya total sebagai fungsi dari jumlah yang dipesan (*order quantity*),  $Q$ . Ukuran pesanan optimalnya adalah  $Q^*$  yang merupakan jumlah pesanan optimum yang dapat meminimasi biaya total. Dengan model EOQ (*economic order quantity*), jumlah pesanan optimal akan muncul di titik di mana total biaya pemasangan sama dengan total biaya penahanan. Pemesanan disini adalah pemesanan secara internal proses pembuatan komponen.





**Gambar 8.** Biaya Total Sebagai Fungsi Jumlah Pemesanan

Ditinjau dari manajemen persediaan sistem tarik seluruh permintaan akan produk jadi dianggap konstan dan penerimaan barang persediaan sepanjang satu periode serta sesuai dengan kemampuan produksi seluruh pusat kerja. Maka sehubungan dengan permintaan produksi yang konstan dan stabil, konsep persediaan material tepat waktu (*just in time - JIT*) adalah konsep yang sangat tepat dijalankan dalam sistem tarik untuk mengurangi bahkan menghapuskan kerugian akibat timbulnya biaya



persediaan. Menurut Barry & Jay (2001 : 392) konsep JIT sebenarnya adalah pengembangan dari sistem tarik.

Dengan menggunakan variabel-variabel dari rumus di bawah ini, dapat ditentukan biaya pemasangan dan penyimpanan sehingga diketahui total biaya atau nilai TC (*total cost*). Berikut ini adalah rumus untuk mencari total biaya penyimpanan dan pemasangan:

$$TC = \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

Dimana: Q = Jumlah persediaan setiap pemasangan atau pembuatan

D = Pesanan rata-rata setiap tahun

S = Biaya pembuatan atau pemasangan setiap pembuatan

H = Biaya penahanan atau penyimpanan per unit per tahun

- a. Biaya pembuatan tahunan = (jumlah permintaan pertahun)(biaya pembuatan setiap kali proses)

$$= \left[ \frac{D}{Q} \right] (S)$$

- b. Biaya penyimpanan tahunan = (tingkat persediaan rata-rata)(biaya penyimpanan per unit per tahun)

$$= (\text{Jumlah pesanan}/2)(\text{Biaya penyimpanan per unit per tahun})$$

$$= \left[ \frac{Q}{2} \right] (H)$$

- c. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, biaya persediaan tahunan merupakan penjumlahan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

Biaya total tahunan = biaya pemesanan + biaya penyimpanan

- d. Sedangkan untuk mendapatkan nilai  $Q^*$ , adalah dengan melakukan perkalian silang rumus pertama yaitu:

$$2DS = Q^2 H$$

$$Q^2 = \frac{2DS}{H}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Berikut ini adalah tabel bantu untuk mendapatkan biaya total penyimpanan dan pemasangan tahunan dari biaya rata-rata :

Month	<i>D</i>	<i>Q</i>		<i>S</i>	<i>H</i>
	Production Demand (unit)	Material Quantity (unit)	Work in Process (unit)	Cost of	
				Process (\$/unit)	Inventory (\$/unit)
1	59.86	31.35	26.71	195.15	67.44
2	62.86	31.02	26.57	181.55	67.28
3	62.86	29.24	27.29	183.04	64.61
4	50.88	29.31	28.00	219.21	63.88
5	65.85	29.22	26.43	180.24	65.59
6	62.86	28.71	25.29	173.72	66.42
7	56.87	29.03	27.14	205.82	64.55
8	65.85	28.70	26.57	175.67	64.86
9	62.86	28.65	25.86	180.04	65.65
10	53.88	28.09	24.86	196.15	66.27
11	62.86	26.99	25.71	178.84	63.97
12	65.85	26.49	26.14	172.19	62.86
<b>Annual</b>	<b>733.32</b>	<b>346.83</b>	<b>316.57</b>	<b>2,241.63</b>	<b>783.37</b>

**Tabel 10.** Tabel Biaya Penyimpanan dan Pemasangan

1. Biaya pembuatan pesanan tahunan = (jumlah permintaan pertahun)(biaya pembuatan setiap kali proses)

$$= \left[ \frac{D}{Q} \right] (S)$$

$$= \left[ \frac{733.32}{663.40} \right] (\$2,241.63)$$

$$= \$ 25,927.95$$

2. Biaya penyimpanan tahunan = (tingkat persediaan rata-rata)(biaya penyimpanan per unit per tahun) = (Jumlah pesanan/2)(Biaya penyimpanan per unit per tahun)

$$= \left[ \frac{Q}{2} \right] (H)$$

$$= \left[ \frac{663.40}{2} \right] (\$ 783.37)$$

$$= \$ 259,843.83$$

3. Jadi total biaya (pada sistem tarik) tahunan merupakan penjumlahan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan adalah:

$$TC = \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

$$= \left[ \frac{733.32}{663.40} \right] (\$2,241.63) + \left[ \frac{663.40}{2} \right] (\$ 783.37)$$

$$= \$ 25,927.95 + \$ 259,843.83$$

$$= \$ 285,771.78$$

Dapat dibandingkan pada saat pengendalian persediaan pada proses produksi menggunakan sistem dorong, total biayanya adalah sebesar:

$$\mathbf{\$ 673,221.39}$$

Jadi pengendalian persediaan proses produksi dengan menggunakan sistem tarik lebih efisien daripada sistem dorong jika ditinjau dari total biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun.

4. Mencari nilai  $Q^*$  jumlah pesanan yang meminimasi biaya total, adalah:

$$\begin{aligned} Q^* &= \sqrt{\frac{2DS}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 * 733.32 * \$ 2,241.63}{\$ 783.37}} \\ &= \sqrt{4,196.41} \\ &= \mathbf{65 \text{ units}} \end{aligned}$$

Jadi ketika sistem tarik digunakan untuk pengendalian persediaan pada proses produksi, maka tingkat rata-rata proses pembuatan adalah 65 unit perbulan, bandingkan saat menggunakan sistem dorong dimana tingkat rata-rata proses pembuatan hanya 30 unit perbulan. Perbedaan ini

menunjukkan keefisienan proses produksi jika menggunakan sistem tarik.

Tabel 11 dan 12 di bawah ini menunjukkan perbandingan tingkat persediaan serta biaya persediaan pada proses produksi rata-rata pertahun (data diperoleh dari tabel-tabel yang telah disajikan sebelumnya) pada saat sebelum dan sesudah perusahaan menerapkan sistem tarik:

AVERAGE PARTS/MATERIAL INVENTORY LEVEL						
MONTH	PUSH SYSTEM		PULL SYSTEM		Different/ Saving	
	Monthly Average		Monthly Average			
	Inventory (Units)	Material Cost (US\$)	Inventory (Units)	Material Cost (US\$)	Inventory (Units)	Material Cost (US\$)
Jul '03	77.24	87,706.32	31.35	35,596.98	45.89	52,109.34
Aug	76.92	87,341.66	31.02	35,225.77	45.90	52,115.89
Sep	76.08	86,389.61	29.24	33,205.95	46.84	53,183.67
Oct	76.99	87,420.27	29.31	33,280.19	47.68	54,140.08
Nov	77.31	87,787.12	29.22	33,181.93	48.09	54,605.19
Dec	77.46	87,953.07	28.71	32,603.27	48.75	55,349.80
Jan '04	76.24	86,564.30	29.03	32,967.93	47.20	53,596.37
Feb	76.89	87,306.73	28.70	32,587.99	48.19	54,718.74
Mar	76.78	87,182.26	28.65	32,535.58	48.13	54,646.68
Apr	76.63	87,014.12	28.09	31,900.16	48.54	55,113.97
May	77.25	87,717.24	26.99	30,651.14	50.26	57,066.10
Jun	76.95	87,378.78	26.49	30,074.67	50.47	57,304.11
Annual Overall	<b>922.76</b>	<b>1,047,761.49</b>	<b>346.83</b>	<b>393,811.57</b>	<b>575.93</b>	<b>653,949.93</b>

**Tabel 11.** Perbandingan Sistem Terhadap Biaya Persediaan Pertahun



AVERAGE WORK IN PROCESS INVENTORY LEVEL					
PUSH SYSTEM		PULL SYSTEM		Different/ Saving	
Monthly Average		Monthly Average			
WIP (Units)	WIP Cost (US\$)	WIP (Units)	WIP Cost (US\$)	WIP (Units)	WIP Cost (US\$)
52.50	27,719.66	32.00	16,895.79	20.50	10,823.87
53.25	28,115.66	30.75	16,235.80	22.50	11,879.85
54.25	28,643.65	31.25	16,499.80	23.00	12,143.85
53.50	28,247.65	32.75	17,291.79	20.75	10,955.87
51.25	27,059.67	31.50	16,631.80	19.75	10,427.87
51.75	27,323.67	29.00	15,311.81	22.75	12,011.85
53.50	28,247.65	32.75	17,291.79	20.75	10,955.87
51.75	27,323.67	30.75	16,235.80	21.00	11,087.86
52.25	27,587.66	30.25	15,971.80	22.00	11,615.86
51.00	26,927.67	29.25	15,443.81	21.75	11,483.86
50.50	26,663.67	30.00	15,839.81	20.50	10,823.87
51.25	27,059.67	30.00	15,839.81	21.25	11,219.86
<b>626.75</b>	<b>330,919.96</b>	<b>370.25</b>	<b>195,489.61</b>	<b>256.50</b>	<b>135,430.35</b>

**Tabel 12.** Perbandingan Sistem Terhadap Biaya Material Pertahun

## BAB VI

### P E N U T U P

#### A. Kesimpulan

1. Pengendalian tingkat persediaan material pada PT. Natra Raya dengan menerapkan sistem dorong selama ini ternyata tidak efisien baik ditinjau dari aspek persediaan secara fisik maupun aspek persediaan secara finansial dengan kata lain pemborosan pada kedua aspek tersebut sangatlah besar. Hal ini terutama disebabkan pada sistem dorong pendistribusian persediaan baik berupa bahan baku maupun berupa barang setengah jadi, tidak berdasarkan permintaan dan kemampuan masing-masing pusat kerja. Akibatnya persediaan tersebut bertumpuk tanpa pengendalian dan pengaturan. Lain halnya setelah menerapkan sistem tarik, pendistribusian persediaan diatur berdasarkan permintaan dan kemampuan masing-masing pusat kerja sehingga pasokannya dibatasi.
  
2. Begitu pula halnya dengan pengendalian proses produksi pada *swing frame* dengan menerapkan sistem dorong, terlihat juga terjadi pemborosan, tidak efisien dan kurang produktif. Hal tersebut disebabkan masing-masing pusat kerja melakukan proses hanya berdasarkan pasokan persediaan. Dengan kata lain, selama

persediaan bahan baku atau material tersebut tersedia, maka proses produksi tetap dilaksanakan.

3. Sesuai dengan salah satu tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dan perbandingan antara sistem dorong dan sistem tarik dalam kegiatan pengendalian tingkat persediaan dan pengendalian proses produksi pada *swing frame*, terbukti secara teori dan prakteknya di lapangan. Hal ini didukung oleh penyajian data sebelum dan sesudah penerapan sistem-sistem tersebut serta perlakuan data terhadap teori dan rumus-rumus baku bidang persediaan dan produksi.
4. Teori tentang manajemen persediaan dan proses produksi yang digunakan dalam penelitian ini sebagai referensi sangat membantu dalam mengarahkan penelitian ini sehingga hipotesis awal dari penelitian ini dapat dibuktikan atau diterima.
5. Sistem tarik dengan segala kelebihan-kelebihannya secara positif untuk mengendalikan tingkat persediaan dan pengendalian proses produksi adalah merupakan bagian dari teori manajemen operasional atau produksi. Sistem ini mengacu pula pada sistem pengendalian persediaan material secara *JIT*, *Kanban*, *Lean Manufacturing* serta bagian dari teori-teori yang relevan dengan perkuliahan Magister Manajemen bidang studi Operasional.

## B. Saran-saran

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dan kesimpulan-kesimpulan tersebut di atas, maka penulis menyampaikan saran-saran dan masukan yang diharapkan nantinya dapat menjadi bahan diskusi dan juga menjadi suatu gambaran positif dalam mengambil kebijakan atau keputusan oleh pihak Manajemen PT. Natra Raya dalam mengendalikan tingkat persediaan dan pengendalian proses produksinya.

Adapun saran-saran yang dapat penulis ajukan adalah sebagai berikut:

1. Dengan memperhatikan hasil-hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa dengan menerapkan konsep sistem tarik dalam mengelola atau mengendalikan tingkat persediaan dan mengendalikan proses produksi keuntungan atau manfaat yang didapatkan adalah meningkatnya efisiensi pada tingkat pengendalian persediaan dan proses produksi serta sekaligus menurunkan tingkat pemborosan dari segi biaya penyimpanan atau pergudangan, maka disarankan agar pihak manajemen PT. Natra Raya mempertimbangkan untuk menerapkan sistem tarik ini pada seluruh proses fabrikasi pembuatan komponen-komponen lainnya.
2. Sebelum menerapkan sistem tarik untuk mengendalikan tingkat persediaan dan proses produksi yang lebih efektif dan efisien, sebaiknya perusahaan mengedepankan atau mendahulukan penerapan konsep budaya 5S atau 5R (ringkas, rapi, resik, rawat

dan rajin). Setelah hal tersebut berhasil maka perusahaan langsung menjadwalkan dan merencanakan penerapan konsep-konsep *lean manufacturing* untuk dijadikan sebagai suatu dasar kebijakan perusahaan baik jangka menengah maupun jangka panjang.

3. Komitmen, konsisten dan budaya disiplin sebagai kebijakan perusahaan selama ini merupakan suatu nilai tambah (*added value*) yang harus diletakkan sebagai pijakan untuk mencapai keberhasilan penerapan konsep-konsep efisiensi produksi kelas dunia tersebut di atas.
4. Sebelum menjalankan hal-hal tersebut di atas, perlu kiranya mengedepankan pengembangan sumberdaya manusia yang akan terlibat di dalamnya, dalam hal ini karyawan mulai dari jajaran tertinggi sampai kepada pekerja yang langsung berhubungan dengan kegiatan produksi sangatlah penting.



## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofyan, *Manajemen Produksi, Lembaga Penerbitan FEUI, Edisi Revisi*, Jakarta, 1999.
- Barry Render dan Jay Heizer, *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasional*, Salemba Empat dan *Pearson Education Asia Pte. Ltd.*, Jakarta, 2001.
- Furqon, *Statistika Terapan untuk Penelitian*, Cetakan Kelima, Edisi Revisi, Percetakan PT Alfabeta, Bandung, 2004.
- Gaspers, Vincent, *Production Planning and Inventory Control*, Cetakan Keempat, Percetakan PT Gramedia, Jakarta, 2004.
- Imai, Masaaki, *Kaizen the Key to Japan's Competitive Success, First edition*, *The Kaizen Institute Ltd., Random House Business Div., New York, USA*, 1984.
- Liker, Jeffrey K., *The Toyota Way, 14 Management Principles, 1st edition*, *Copyright©McGraw-Hill Company, New York*, 2004.
- Pyzdek, Thomas, *The Six Sigma Hand Book*, (dalam Lusy Widjaja), Jakarta, 2002.
- Rangkuti, Freddy, *Manajemen Persediaan – Aplikasi di Bidang Bisnis*, RajawaliPress, Jakarta, 2003.
- R. Eko Indrajit, *Manajemen Persediaan, Cetakan Ketiga*, Percetakan PT. Gramedia, Jakarta, 2003.

- Smith, Preston G., Reinersten, Donald, *Developing Product in Half The Time*, Parametric Technology Corporation, New York, 1995.
- Schonberger, Richard J., *Japanese Manufacturing Techniques, 10th edition*, A Collier MacMillan Publishing Inc., Canada, 1992.
- Riduwan, *Metode dan Teknik Menyusun Tesis, Cetakan Kedua*, Percetakan PT. Alfabeta, Bandung, 2004.
- Wagiono, Yahya K., *Metode Sosial Ekonomi*, Direktorat Perguruan Tinggi Swasta, Jakarta 1994.
- Wild, Tony J., *Best Practice in Inventory Management*, Oliver Weight Manufacturing Publication Inc., USA, 1996.
- Yasuhiro, Monden, *Toyota Production System: An Integrated Approach to JIT., Second Edition*, Copyright© Norcross, GA: Industrial Engineering & Management Press, Tokyo, 2000.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1:

#### SWING FRAME PARTS LIST

NO	PART NO.	PART NAME	QTY/UNIT	SPEC.	ENG. CHG	EFF. DATE	SUPPLIER	REMARKS
1	N3001044	PLATE	2	25SM490	01	Mar-01	LFP302	LOCAL
2	N3001045	PLATE	2	25SM400	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
3	N3001046	PLATE	2	25SM400	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
4	N3001047	PLATE	4	12SM490	01	Mar-01	LFP302	LOCAL
5	N3001048	FLANGE	2	ST7997	03	Jul-01	LLM108	LOCAL
6	N3001049	FLANGE	2	ST7997	00	Mar-01	LLM108	LOCAL
7	N3001050	PLATE	1	30SS400	01	Mar-01	LFP302	LOCAL
8	N3001051	PLATE	1	30SS400	01	Mar-01	LFP302	LOCAL
9	N3001052	BOSS	2	ST4956	01	Mar-01	LLM108	LOCAL
10	N3001053	BOSS	6	ST4956	00	Mar-01	LLM108	LOCAL
11	N4001045	PLATE	1	20SHT50	01	Jan-01	LFP302	LOCAL
12	N4001046	PLATE	1	20SHT50	02	Mar-01	LFP302	LOCAL
13	N4001047	PLATE	1	12SHT50	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
14	N4001048	PLATE	2	25SM490	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
15	N4001049	PLATE	2	25SM490	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
16	N4001050	PLATE	1	25SM490	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
17	N4001051	PLATE	2	25SM490	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
18	N4001052	PLATE	1	12SM490	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
19	N4001053	PLATE	1	12SM490	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
20	N4001054	PLATE	1	20SHT50	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
21	N5002040	PLATE AS	1	10SS400	00	Jan-01	LFP304	LOCAL
22	N5002041	PLATE AS	1	10SS400	04	Sep-01	LFP304	LOCAL
23	N5002042	PLATE AS	1	10SS400	00	Jan-01	LFP304	LOCAL
24	N5002043	PLATE AS	1	10SS400	00	Jan-01	LFP304	LOCAL
25	N5002044	PLATE AS	1	12SS400	00	Jan-01	LFP304	LOCAL
26	N5002045	PLATE AS	1	12SS400	01	Mar-01	LFP304	LOCAL
27	N5002046	PLATE AS	1	10SS400	01	Mar-01	LFP304	LOCAL
28	N5002047	PLATE AS	1	10SS400	01	Mar-01	LFP304	LOCAL
29	N5002048	PLATE AS	1	10SS400	01	Mar-01	LFP304	LOCAL
30	N5002049	PLATE AS	1	12SS400	01	Mar-01	LFP304	LOCAL
31	N5002050	PLATE AS	2	10SS400	00	Jan-01	LFP304	LOCAL
32	N5002051	PLATE AS	4	10SS400	03	Jul-01	LFP304	LOCAL
33	N5002052	PLATE AS	1	10SS400	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
34	N6002043	PLATE	4	12SS400	00	Jan-01	LFP302	LOCAL
35	N6002044	BOSS	8	ST4956	01	Mar-01	LLM108	LOCAL
36	N6002045	BOSS	4	ST4956	00	Jan-01	LLM108	LOCAL
37	N6002046	NUT	2	M24-80	02	Mar-01	LLM503	LOCAL
38	N6002047	STUD	2	M16-40	00	Jan-01	LLM503	LOCAL
39	N6002048	STUD	8	M16-41	02	Mar-01	LLM503	LOCAL
40	N6002049	NUT	12	M20-100	04	Sep-01	LLM503	LOCAL
41	N6002050	STEP	2	10SM490	01	Mar-01	LFP302	LOCAL
42	N6002051	STEP	2	10SM490	01	Mar-01	LFP302	LOCAL
43	N6002052	LINK	16	FS-10	01	Mar-01	LLM503	LOCAL
44	N6002053	PLATE AS	4	10SS400	03	Jul-01	LFP304	LOCAL
45	N6002054	PLATE	2	12SM490	01	Mar-01	LFP302	LOCAL
46	N6002055	LINK	2	FS-10	01	Mar-01	LLM503	LOCAL

**Tabel 12.** Daftar Material untuk Produk Swing Frame.

Sumber: Internal Historical Data, MFG-Pro of MRP II System, 2004.



Lampiran 2:

**F Table for  $\alpha = 0.05$**

$df_1 \backslash df_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	243.91	245.95	248.01	249.05	250.10	251.14	252.20	253.25	254.31
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.37
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
44	4.06	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	1.99	1.94	1.78	1.73	1.68	1.64	1.59	1.51	1.49
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Tabel 13. Nilai-nilai untuk Distribusi F,  $\alpha = 0.05$

Sumber: *Engineering Statistical Handbook, Information Technology Laboratory – National Institute of Standards & Technology (NIST), St. N.W., Washington DC, 2005.*

Lampiran 3:



F Table for  $\alpha = 0.01$

$df_1/df_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	
1	4.052	5.000	5.403	5.625	5.764	5.859	5.928	5.981	6.022	6.056	6.106	6.157	6.209	6.235	6.261	6.287	6.313	6.339	6.366
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.51	26.41	26.32	26.22	26.13
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	13.75	10.93	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
14	8.86	6.52	5.56	5.04	4.70	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.90	3.81	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.85	2.75
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.02	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.70	2.61	2.52	2.42
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.96	2.82	2.66	2.59	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.79	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	7.60	5.42	4.54	4.05	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.01	2.87	2.73	2.57	2.50	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.67	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.81
44	7.24	5.12	4.26	3.78	3.46	3.24	3.07	2.94	2.84	2.75	2.66	2.48	2.32	2.24	2.15	2.03	1.89	1.80	1.75
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.34	2.19	2.04	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
	6.64	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.19	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.33	1.00

Tabel 14. Nilai-nilai untuk Distribusi F,  $\alpha = 0.01$

Sumber: *Engineering Statistical Handbook, Information Technology Laboratory – National Institute of Standards & Technology (NIST), St. N.W., Washington DC, 2005.*



**Lampiran 4:**

MONTH	AVERAGE PARTS/MATERIAL INVENTORY LEVEL						AVERAGE WORK IN PROCESS INVENTORY LEVEL						
	PUSH SYSTEM			PULL SYSTEM			PUSH SYSTEM			PULL SYSTEM			
	Inventory (Units)	Material Cost (US\$)	Monthly Average	Inventory (Units)	Material Cost (US\$)	Monthly Average	Monthly Average	WIP (Units)	WIP Cost (US\$)	Different/ Saving	Monthly Average	WIP (Units)	WIP Cost (US\$)
Jul '03	77.24	87,706.32	31.35	35,596.98	45.89	52,109.34	52.50	27,719.66	32.00	16,895.79	20.50	10,823.87	
Aug	76.92	87,341.66	31.02	35,225.77	45.90	52,115.89	53.25	28,115.66	30.75	16,235.80	22.50	11,879.85	
Sep	76.08	86,389.61	29.24	33,205.95	46.84	53,183.67	54.25	28,643.65	31.25	16,499.80	23.00	12,143.85	
Oct	76.99	87,420.27	29.31	33,280.19	47.68	54,140.08	53.50	28,247.65	32.75	17,291.79	20.75	10,955.87	
Nov	77.31	87,787.12	29.22	33,181.93	48.09	54,605.19	51.25	27,059.67	31.50	16,631.80	19.75	10,427.87	
Dec	77.46	87,953.07	28.71	32,603.27	48.75	55,349.80	51.75	27,323.67	29.00	15,311.81	22.75	12,011.85	
Jan '04	76.24	86,564.30	29.03	32,967.93	47.20	53,596.37	53.50	28,247.65	32.75	17,291.79	20.75	10,955.87	
Feb	76.89	87,306.73	28.70	32,587.99	48.19	54,718.74	51.75	27,323.67	30.75	16,235.80	21.00	11,087.86	
Mar	76.78	87,182.26	28.65	32,535.58	48.13	54,646.68	52.25	27,587.66	30.25	15,971.80	22.00	11,615.86	
Apr	76.63	87,014.12	28.09	31,900.16	48.54	55,113.97	51.00	26,927.67	29.25	15,443.81	21.75	11,483.86	
May	77.25	87,717.24	26.99	30,651.14	50.26	57,066.10	50.50	26,663.67	30.00	15,839.81	20.50	10,823.87	
Jun	76.95	87,378.78	26.49	30,074.67	50.47	57,304.11	51.25	27,059.67	30.00	15,839.81	21.25	11,219.86	
Annual Rgh	922.76	1,047,761.49	346.83	393,811.57	575.93	653,949.93	626.75	330,919.96	370.25	195,489.61	256.50	135,430.35	

**Tabel 15.** Tabel Perbandingan Hasil Implementasi Sistem Tank pada Proses Produksi Swing Frame