

3100097008351

**PENERAPAN SIMULASI
PADA PENJADWALAN EOQ, MRP DAN JIT
UNTUK KEPERLUAN PRAKTIKUM**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan
Studi Strata Satu dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri*



RSI
658.5
Pii
P-1
1996

Oleh :

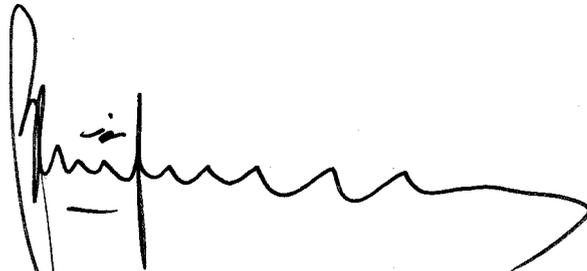
BAJU PRIHANDONO

NRP : 2590 100 019

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1996**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	24 DEC 1996
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	6958

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

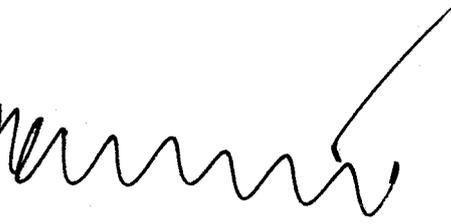
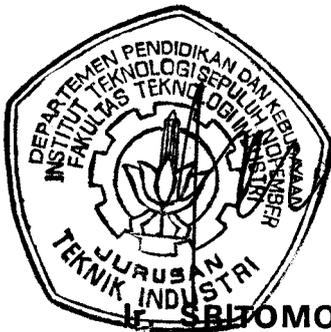


Ir. BUSTANUL ARIFIN NOER, M.Sc.

NIP. 131 841 927

Mengetahui,

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a
Ketua,
Dekan FTI - ITS



Ir. SRITOMO WIGNJOSEBROTO, M.Sc.

NIP. 130 687 436

NILAI AKHIR SIDANG SARJANA TEKNIK INDUSTRI - ITS

Nama : Baju Prihandono

Nrp. : 2590.100.019

Komponen :

Komponen / Aspek (1)	Bobot (persen) (2)	Nilai Perolehan (3)	Nilai Angka (2) x (3)
1. Seminar (dari Seminar T.A)	15	70	10.5
2. Sidang (dari Sidang Sarjana)	45	78	35,1
3. Tugas Akhir (khusus diberikan oleh Dosen Pembimbing)	40	78	31,2
Jumlah	100		76,8

Nilai Huruf : A **B** C D E

Skala Nilai :

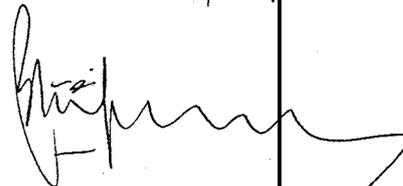
A = 81 - 100 B = 66 - 80 C = 56 - 65 D = 41 - 55 E = 0 - 40

Surabaya, 10/10/.....1996



Baju Prihandono

Mahasiswa ybs.



Ir. Bustanul Arifin Noer, MSc.

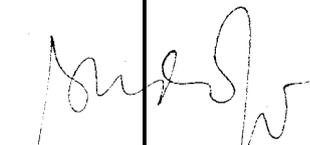
Dosen Pembimbing



Moses L. Singgih
Dosen Penguji I



Sri Gunani Partini
Dosen Penguji II



Ir. Budi Santosa
Dosen Penguji III

***Kupersembahkan Tugas Akhir ini
untuk Kakekku Soeparkun,
Ayah Ibu dan
Adik-adikku***

KATA PENGANTAR

Puji sukur kepada Allah Yang Maha Esa atas semua karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat waktu. Tugas akhir ini penulis ajukan untuk memenuhi syarat studi sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas akhir tersebut berjudul *Penerapan Simulasi pada Penjadwalan Economic Production Quantity (EOQ), Material Requirement Planning (MRP) dan Just In Time (JIT) untuk Keperluan Praktikum.*

Dalam proses mulai awal hingga akhir penulisan banyak didapatkan kesulitan dan hambatan, namun semua itu dapat diatasi atas bantuan banyak pihak baik bantuan moril maupun materiil. Tanpa bantuan mereka rasanya sulit sekali menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin sekali mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Patdono Soewignjo, MEng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS dan pembimbing saya yang pertama, yang telah memberikan kepada saya topik dan bimbingan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Bustanul Arifin Noer, M.Sc. selaku pembimbing saya yang kedua atas segala masukan dan saran selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak, Ibu serta adikku Indra dan Miko yang tercinta yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material.
4. Seluruh dosen pengajar dan staf karyawan di Teknik Industri atas segala jerih payahnya memberikan ilmu, wawasan dan kerjasamanya kepada penulis.
5. Teman-teman dari angkatan '90 Hari 'Bondet' Koesworo atas dorongan dan hiburannya, Cucuk 'Brewok' Nurrosyidi atas pinjaman lunaknya, Zainal 'Hidung

indah' atas saran dan pinjaman laptopnya, Eko Liquidannu atas konsultasi gratisnya, Widyawati yang selalu ketinggalan kereta trims katriid dan kertasnya, Si Pipit yang selalu bertelenovela. Juga rekan Mboel dari angkatan '89 atas game dan sesajinya dan semua rekan angkatan '90 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

6. Tidak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada teman-teman dari angkatan '91, Delta '*Maha tinta*' atas ewes-ewes, edit dan print lima kali (ayo ke UGM! ayo Nonton! ayo ke Batu! ayo ayo), Misbachul '*Sleeping Beauty*' Ulum atas segala dorongan dan hiburannya, Yani '*Argobel*' (ketua hari ini kita makan siapa?), Togar '*Lokomotip*' Mangapul atas ketersediaan kebutuhan empat sehat lima sempurna dan tempat melepas stress, Setiono '*emisitas=1*', Windy '*Running Girl*', Ommy dan rekan angkatan '91 lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Serta Marsis '*Master*' atas sumbangan kertas disaat-saat kritis.
7. Serta semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, meskipun dalam penulisannya masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik bersifat menyempurnakan Tugas Akhir ini penulis terima dengan senang hati.

Surabaya, 18 Oktober 1996

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
ABSTRAKSI	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Pembahasan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Simulasi	7
2.1.1 Dasar-dasar Simulasi	8
2.1.2 Macam-macam Pendekatan Dalam Permodelan	10
2.1.3 Sampel Acak	13
2.2 Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi	14
2.2.1 Perencanaan Induk	25
2.2.1.1 Peramalan	25
2.2.1.2 Perencanaan Produksi Agregat dan Disagregat	27
2.2.2 Manajemen Persediaan	30
2.2.3 Perencanaan Kebutuhan Bahan (PKB)	34
2.2.3.1 Dasar-Dasar Pencatatan PKB	36
2.2.3.2 Menggunakan Perencanaan Kebutuhan Bahan	37
2.2.4 Manajemen Kapasitas	40

	Halaman
2.2.5 Pengendalian Aktivitas di Lantai Produksi	42
2.2.6 Just In Time	44
BAB III PERMODELAN SISTEM PRODUKSI	48
3.1 Model Sistem Produksi Umum	48
3.2 Interaksi dinamis Obyek	49
3.2.1 Kedatangan Job	50
3.2.2 Mulai Pelayanan	52
3.2.3 Selasai Pelayanan	53
3.3 Model Sistem Produksi Flow Shop	54
3.4 Model Sistem Produksi Batch Flow	55
3.5 Model Sistem Produksi Job Shop	56
BAB IV MEMBANGUN SIMULATOR	57
4.1 Struktur Program Sistem Produksi	57
4.2 Disain Masukan Sistem Produksi	57
4.3 Disain Keluaran Sistem Produksi	59
BAB V MENJALANKAN PROGRAM	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1 Kesimpulan	63
6.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran 1 Model Sistem Produksi Flow Shop	
Lampiran 2 Model Sistem Produksi Batch Flow	
Lampiran 3 Model Sistem Produksi Job Shop	
Lampiran 4 Validasi Random Generate	
Lampiran 5 Gambar Macam-Macam Produk	
Lampiran 6 Hasil Runing Program	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.1	Skema langkah-langkah penelitian	5
Gambar 2.1	Sistem perencanaan dan pengendalian produksi	15
Gambar 2.2	Sistem produksi dorong	23
Gambar 2.3	Sistem produksi tarik	24
Gambar 2.4	Perencanaan kapasitas dalam sistem PPC	40
Gambar 3.1	Kartu obyek dengan nama obyek, data dan fungsi	48
Gambar 3.2	Diagram obyek sistem produksi	49
Gambar 3.3	Interaksi obyek dalam aktifitas kedatangan job	51
Gambar 3.4	Interaksi obyek kedatangan pemasok	51
Gambar 3.5	Interaksi obyek kedatangan konsumen	52
Gambar 3.6	Interaksi obyek pada aktifitas mulai pelayanan	53
Gambar 3.7	Interaksi obyek pada aktifitas selesai pelayanan	54

Abstraksi

Meningkatnya kompetisi global mengakibatkan konsumen dapat mengakses barang dari berbagai wilayah. Perusahaan dipaksa secara cepat memenuhi kebutuhan pelanggan. Beberapa pendekatan dikembangkan untuk menyelesaikan masalah perencanaan dan pengendalian produksi supaya tepat waktu, tepat jumlah dan tepat kualitas saat dibutuhkan. Penerapan dari perencanaan dan pengendalian produksi harus memperhatikan karakteristik lingkungan sistem produksi seperti strategi dalam berproduksi; (1) make-to-order, (2) assemble-to-order, (3) make-to-stock, pemilihan proses produksi; (1) flow shop, (2) job shop, (3) fixed site (project), dan teknologi.

Seorang ahli perencanaan dan pengendalian produksi dalam hal ini mahasiswa Teknik Industri (TI) harus dapat mengamati karakteristik tersebut dan menyelesaikan permasalahan yang ada dengan alat yang sesuai. Untuk mengembangkan kemampuan tersebut mahasiswa TI butuh belajar dan menerapkan secara langsung dalam sistem nyata. Dikarenakan keterbatasan waktu dan biaya baik mahasiswa maupun perusahaan sebagai tempat penerapan, maka dibutuhkan tempat lain yang relatif mudah dan murah.

Maka dibuatlah suatu model sistem perusahaan yang mewakili tiga lingkungan yang berbeda: *flow shop*, *batch flow shop* dan *job shop*. Model penyelesaian yang dipakai adalah *model simulasi* dengan langkah-langkah: *permodelan*, *pemrograman* dan *eksperimen*. Pada tahap permodelan jenis produk tiap sistem produksi didefinisikan dan dibuat struktur produk dan urutan proses produksi. Setelah menggambarkan hubungan antar entity dan aktivitas selanjutnya membuat program. Pada tahap pemrograman untuk menangani pendekatan tiga fase. Akhirnya dilakukan eksperimen dengan menggunakan jadwal yaitu Economic Order Quantity (EOQ), Material Requirement dan Just in Time.

Parameter yang diamati untuk melihat performans adalah Return on Investment alasan nilai ini menunjukkan kemampuan perusahaan melakukan penjualan estasi tertentu. Dari hasil eksperimen didapatkan bahwa suatu metode lebih lingkungan produksi tertentu dibanding yang lain.

Di Pakar
Riski S
"Star OS"
Fuerat PPC

24 Okt '09

BAB I

PENDAHULUAN

Meningkatnya kompetisi global mengharuskan perusahaan untuk secara terus menerus memperbaiki keefluasan berproduksi serta kualitas, penyerahan dan biaya produk. Perusahaan dapat dipandang sebagai sistem yang merubah berbagai faktor masukan menjadi keluaran. Proses dari masukan hingga menjadi keluaran merupakan proses yang berkesinambungan.

1.1 Latar Belakang Masalah

Agar kelancaran operasi terjamin dan dicapai dengan biaya minimal maka diperlukan Perencanaan dan Pengendalian Produksi yang baik. Keputusan yang bekerja pada suatu lingkungan produksi, biasanya tidak bekerja dengan baik di lingkungan yang lain. Maka dari itu kita harus mengidentifikasi lingkungan yang ada dan membuat penyelesaian dengan alat yang sesuai.

Mahasiswa Teknik Industri dibekali materi Perencanaan dan Pengendalian Produksi meliputi rencana induk, manajemen persediaan, manajemen kapasitas, perencanaan kebutuhan material, pengendalian aktifitas produksi dan just-in-time. Terdapat dua kelompok besar pendekatan yaitu metode klasik dikenal sebagai sistem dorong dan modern atau sistem tarik. Pada sistem dorong komponen yang telah diselesaikan sesuai jadwal dikirim ke stasiun kerja berikutnya. Komponen didorong ke depan tanpa memperhatikan apakah terdapat permintaan. Metode modern dipelopori

waktu (*just-in-time*), komponen diserahkan jika konsumen membutuhkannya. Dalam dunia nyata masalah penerapan perencanaan dan pengendalian produksi lebih bersifat terintegrasi. Karena itu mahasiswa diharapkan mampu menerapkan materi-materi tersebut secara terintegrasi dalam dunia nyata, mengevaluasi kecocokan tiap metode dan mampu membuat penyesuaian yang dibutuhkan. Pada akhirnya mereka dapat merasakan bagaimana menjalankan suatu sistem produksi supaya berjalan dengan baik, sehingga keseimbangan antara teori dan praktek tercapai. Kemungkinan mahasiswa dapat menerapkan di lapangan kecil sekali, disebabkan oleh keterbatasan waktu, biaya dan tempat. Maka dari itu diperlukan tempat untuk menerapkan prinsip-prinsip Perencanaan dan Pengendalian Produksi yang relatif mudah dan murah.

1.2 Perumusan Masalah

Menyediakan tempat bagi mahasiswa Teknik Industri untuk menerapkan ilmu Perencanaan dan Pengendalian Produksi yang dapat mencakup praktek baik yang klasik maupun modern antara lain: Rencana Induk, Manajemen Persediaan, Manajemen Kapasitas, Rencana Kebutuhan Material, Pengendalian Aktifitas di Lantai Produksi dan *Just-in-Time*.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah membangun suatu model sistem produksi. Model ini dapat digunakan oleh mahasiswa untuk menyiapkan dan melaksanakan sistem

manajemen produksi yang sebenarnya. Model perusahaan diusahakan dapat membangkitkan permintaan, melakukan perhitungan waktu mesin dan tenaga kerja. Membuat perhitungan biaya untung rugi pada akhir periode produksi dan suatu nilai yang dapat menunjukkan performan perusahaan yaitu nilai *Return on Investment* (ROI). Untuk itu dibuat disain masukan dan keluaran yang sesuai untuk setiap metode Perencanaan dan Pengendalian Produksi.

1.4 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu maka dibuat suatu batasan sebagai berikut:

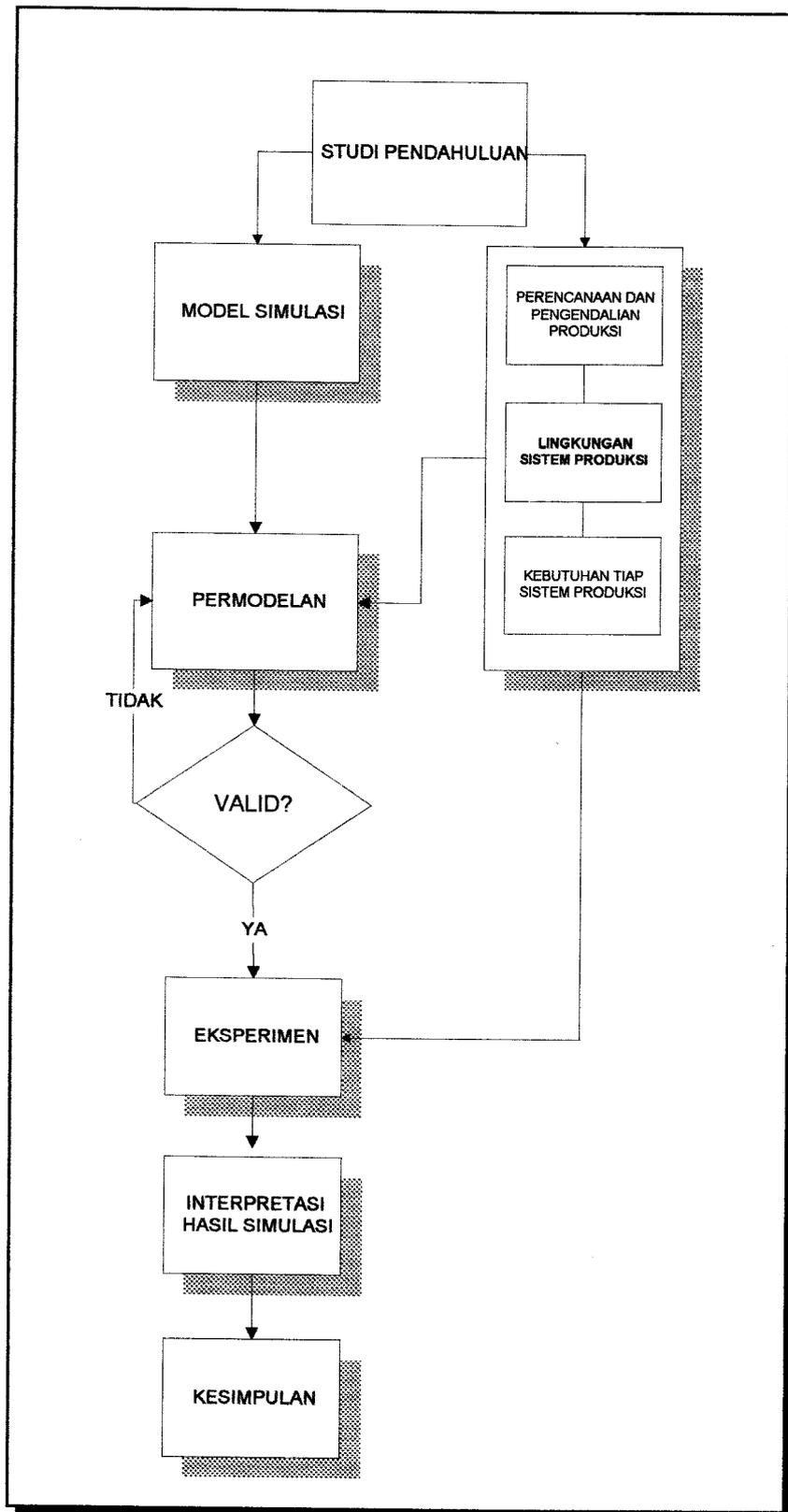
1. Sistem perusahaan yang akan dimodelkan adalah perusahaan *flow shop*, *batch flow* dan *job shop*.
2. Metode yang digunakan dalam penjadwalan untuk ketiga sistem diatas adalah pendekatan klasik yaitu *Fixed Order Size: Economic Order Quantity* (EOQ) dan *Economic Production Quantity* (EPQ), sedangkan pendekatan modern diwakili oleh *Material Requirement Planning* (MRP) dan *Just in Time* (JIT)). Sehingga perencanaan disain masukan yang dipakai disesuaikan dengan metode yang dipakai. Dan keluaran yang ditampilkan mewakili perilaku sistem, sebagai umpan balik untuk kebijaksanaan yang dilakukan.

1.5 Metodologi Penelitian

Pada bagian ini akan dijelaskan seluruh langkah-langkah untuk memecahkan masalah melalui proses permodelan hingga aplikasi pemrograman. Metodologi penelitian ini juga berguna untuk ketepatan penelitian, memperkecil kesalahan-kesalahan yang mungkin dapat terjadi serta hasil penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Untuk lebih jelasnya langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.1.

Masalah tersebut diselesaikan dengan model simulasi dengan pendekatan tiga fase dengan alasan sebagai berikut:

1. Sumber *ketidakpastian* dimasukkan dalam modelnya.
2. Bisa dilakukan *pengulangan*.
3. Waktu *menjalankan* dalam hitungan minggu, bulan dan tahun dijalankan hanya dalam beberapa detik.
4. Perusahaan sebagai obyek simulasi tidak memungkinkan dilakukan *eksperimen langsung* tanpa mengakibatkan kerusakan bila diterapkan kebijaksanaan ekstrim.
5. Pendekatan tiga fase merupakan kombinasi *efisiensi eksekusi* pendekatan even dan *kemudahan* pendekatan aktifitas.



Gambar 1.1 Skema langkah-langkah penelitian.

1.6 Sistematika Pembahasan

BAB I PENDAHULUAN. Mencakup latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah metodologi penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA. Teori simulasi seperti penanganan waktu dan pembangkitan bilangan acak. Dan teori Perencanaan dan Pengendalian Produksi baik klasik maupun moderen disusun dengan urutan sebagai berikut : pendahuluan - sistem produksi secara umum, perencanaan produksi agregat, dis-agregat, rencana kebutuhan material, manajemen persediaan dan Just-in-Time.

BAB III PERMODELAN SISTEM PRODUKSI. Mengidentifikasi obyek dalam perusahaan dan menggambarkan interkasi antar obyek.

BAB IV MEMBANGUN SIMULATOR. Membuat diagram aliran data dan diagram alur model yang ada. Merencanakan kebutuhan masukan dan keluaran masing-masing model. Langkah - langkah penghitungan yang terdapat dalam model.

BAB V APLIKASI PROGRAM: perencanaan dan pengendalian produksi pada tiap model dengan tiga metode yang berbeda. Setelah itu performans dibandingkan dengan menggunakan rasio ROI (Return on Investment).

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN. Berisi kesimpulan untuk suatu model sistem produksi metode mana yang lebih sesuai. Dan juga saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pembuatan simulator melibatkan dua disiplin ilmu yaitu simulasi dan perencanaan dan pengendalian produksi. Mencari dalam literatur hal yang berhubungan dengan sistem produksi dan digunakan untuk mengidentifikasi sistem produksi. Dan bagaimana suatu pendekatan digunakan dalam lingkungan tersebut, setelah itu membuat modelnya dan dibuatkan program simulasi. Untuk mencapai itu diperlukan pengetahuan mengenai model, penanganan waktu pembangkitan bilangan acak dan distribusi yang akan digunakan.

2.1 Simulasi.

Simulasi adalah *eksperimen* dengan menggunakan *model*. Jika model yang ada tidak mampu menyelesaikan atau terlalu kompleks formulasinya maka diselesaikan dengan model simulasi. Disamping itu dengan eksperimen langsung terhadap sistem menghabiskan banyak waktu dan biaya, bahkan bisa mengakibatkan kerusakan.

Model memiliki sifat abstraksi; meniru perilaku sistem pada detail yang diinginkan, dekomposisi; penyederhanaan elemen dari sistem menjadi bagian yang sederhana berfungsi khusus dan hirarki; kompleksitas sistem dapat digambarkan dalam bentuk hirarki. Dalam manajemen teknik kita mengenal bermacam-macam model, antara lain:

- **Model logika dan matematika.** Menggambarkan hubungan antar faktor penting dalam sistem sebagai sekumpulan persamaan, yang kadang diselesaikan untuk mendapatkan penyelesaian yang optimal.

Simulasi menggunakan model logika dan matematika untuk menggambarkan sistem yang diamati. Ada tiga tahapan dalam menggunakan model simulasi yang saling berhubungan satu dengan yang lain, yaitu: *permodelan*, *penrograman* dan *eksperimen*.

2.1.1 Dasar-Dasar Simulasi

Salah satu keunggulan simulasi adalah kecepatan eksperimen yang dilakukan. Agar dapat menjalankan eksperimen simulasi selama mingguan atau bulanan dilakukan hanya dalam beberapa menit, diperlukan cara penanganan waktu dalam simulasi.

- **Penambahan waktu secara tetap.**

Langkah paling sederhana dalam mengontrol perubahan waktu ke depan dengan interval waktu yang sama. Masalah yang paling pokok dengan pendekatan ini adalah penentuan besarnya interval waktu sebelum melakukan simulasi. Jika interval waktu terlalu besar maka perilaku model akan berbeda jauh sekali dengan sistemnya, karena tidak mungkin men-simulasikan beberapa perubahan state yang terjadi diantara interval tersebut. Sebaliknya jika interval waktu terlalu kecil, model

seringkali mengevaluasi hal-hal yang tidak diperlukan (tidak terdapat perubahan state).

- **Even yang akan datang.**

Model akan melakukan perubahan waktu jika terjadi perubahan state. Perubahan state sering disebut even, karena waktu bergerak dari even ke even maka disebut teknik even yang akan datang. Teknik ini memiliki keunggulan, (1) penambahan waktu secara otomatis menyesuaikan diri baik aktifitas dengan frekuensi yang tinggi maupun rendah, (2) tampak jelas sekali jika terjadi perubahan state.

Obyek dari sistem dikenal istilah-istilah sebagai berikut:

- **Entity.** Elemen dari sistem yang disimulasikan dan dapat diidentifikasi dan diproses.
- **Kelas.** Entity dapat dikelompokkan ke dalam kelas yang sama.
- **Atribut.** Masing-masing entity mungkin memiliki satu atau lebih atribut yang mempunyai informasi khusus tentang entity tersebut.
- **Set.** Selama simulasi entity merubah state dan state seperti ini disebut set.

2.1.2 Macam-Macam Pendekatan Dalam Permodelan.

Setelah mengidentifikasi entity dan menggambarkan hubungan antar entity dengan alat bantu diagram siklus aktifitas, tahap berikutnya adalah *pemrograman*.

Ada empat pendekatan yang digunakan dalam tahap tersebut yaitu:

1. Pendekatan Even
2. Pendekatan Aktifitas
3. Pendekatan Proses
4. Pendekatan Tiga Fase

Semua pendekatan di atas menghasilkan program dengan hirarki tiga tingkat. Pada tingkat 1; *eksekutif (pengontrol)*, tingkat 2; *operasi* dan tingkat 3; *detail prosedur*. Pada tingkat tertinggi, eksekutif bertanggung jawab mengurutkan operasi yang akan terjadi. Mengidentifikasi kapan even yang akan datang terjadi. Tingkat kedua adalah sekumpulan prosedur yang menggambarkan operasi-operasi pembentuk model. Akhirnya, tingkat paling bawah adalah rutin-rutin yang digunakan oleh tingkat kedua, terdiri atas rutin untuk menghasilkan bilangan acak, membuat laporan atau mengumpulkan data statistik dan lain-lain.

Pendekatan Even

Adalah pendekatan dimana tingkat kedua berisi rutin-rutin even. Rutin even didefinisikan sebagai sekumpulan langkah-langkah yang terjadi akibat perubahan state dalam sistem. Untuk mengendalikan simulasi, eksekutif harus menjalankan tugas sebagai berikut:

1. *Mengindai waktu*, menentukan kapan even akan datang terjadi dan memajukan waktu simulasi ke waktu tersebut;
2. *Identifikasi even* mana yang akan terjadi pada waktu tersebut;

3. *Menjalankan even* tersebut sebagai even yang terjadi *sekarang*.

Mengindai waktu terdiri atas tiga langkah yaitu; (a) menentukan waktu dari even yang akan datang dengan cara mengindai daftar even, (b) merubah jam simulasi ke waktu tersebut, (c) membuat daftar even yang terjadi sekarang.

Menjalankan even, pada langkah ini even dalam daftar diproses. Tidak boleh terdapat even yang dijalankan tanpa perintah dari eksekutif. Setelah diproses even tersebut harus dihapus dari daftar.

Pendekatan Aktifitas

Pendekatan ini berdasarkan pada aktifitas. Aktifitas menggambarkan langkah yang digerakkan oleh perubahan state. Masing-masing aktifitas memiliki dua bagian program. Program pertama *mengecek kondisi* yang harus dipenuhi jika aktifitas tersebut ingin dijalankan. Program kedua berisi *operasi* yang dilakukan jika kondisinya dipenuhi. Urutan dari aktifitas dalam program penting sekali. Aktifitas dengan *prioritas tertinggi* diletakkan di urutan pertama dalam pendeteksian aktifitas.

Pendekatan Proses

Proses didefinisikan sebagai urutan operasi yang harus dialami entity selama simulasi berjalan. Entity bergerak melalui berbagai macam operasi sampai menjumpai kondisi yang menunda sementara waktu. Secara umum ada dua kondisi penundaan:

1. *Penundaan yang tidak terjadwal*; entity tetap dalam suatu titik sampai waktu yang telah ditentukan. Contohnya adalah waktu pelayanan.
2. *Penundaan yang terjadwalkan*; lama waktunya penundaan ini tergantung kepada kondisi sistem. Entity tetap dalam titik tersebut sampai kondisinya dipenuhi.

Pendekatan Tiga Fase

Tiga fase disebut pendekatan ABC supaya mudah diingat. Eksekutif melakukan siklus tiga fase (fase A, B dan C) selama simulasi. Tiga fase tersebut adalah:

1. *Fase A (mengindai waktu)*; menentukan kapan even yang akan datang terjadi dan menentukan even mana yang harus dijalankan waktu itu. Memajukan jam simulasi ke waktu even yang akan datang tersebut.
2. *Fase B (Bound=terikat)*; menjalankan even yang telah dijadwalkan oleh fase A. Diagramnya sama dengan pendekatan even.
3. *Fase C (Conditional=bersyarat)*; menjalankan aktifitas yang kondisinya terpenuhi. Langkah ini diulangi sampai tidak ada aktifitas yang mungkin terjadi.

2.1.3 Sampel Acak.

Sampel acak berhubungan erat dengan simulasi even diskrit, karena hampir semua simulasi terdapat elemen yang bersifat stokastik. Sampel acak digunakan dalam rangka untuk menjamin bahwa nilai yang diambil dari suatu distribusi dalam urutan

acak dan menghasilkan nilai dengan proporsi yang benar. Secara umum ada dua langkah yang dibutuhkan dalam sampel acak yaitu:

1. Urutan bilangan acak uniform dengan jangkauan antara nol dan satu.
2. Metode yang merubah bilangan acak tersebut kedalam sampel distribusi yang sesuai.

Membangkitkan Bilangan Acak.

Membangkitkan bilangan acak mempunyai arti bahwa kita tidak dapat memastikan berapa nilai berikutnya. Ada dua jenis pembangkitan bilangan acak yaitu *acak sebenarnya* dan *acak semu*. Acak sebenarnya didefinisikan sebagai urutan bilangan yang diproduksi oleh *proses yang acak*, contohnya adalah pelemparan dadu. Sedangkan acak semu didefinisikan sebagai membuat *algoritma* yang bersifat pasti untuk menghasilkan bilangan yang kelihatan *seperti acak* tanpa memperhatikan bagaimana cara membangkitkannya.

Metode Penarikan Sampel dari Distribusi Kontinyu

Proses perubahan dari bilangan acak ke dalam sampel yang sesuai pada distribusi tertentu dibagi dalam dua kelompok. Terdapat metode umum yang dapat diterapkan untuk berbagai macam distribusi, dan yang lainnya untuk distribusi yang khusus. Metode yang umum tersebut antara lain:

1. *Inversi*

Adalah metode yang paling sering digunakan. Caranya adalah menentukan fungsi kumulatif $F(x)$ dari suatu distribusi. Setelah itu dibuat fungsi inversnya dinotasikan $G(u)$. Dimana nilai u adalah bilangan acak uniform dengan interval $(0,1)$.

2. *Penolakan*

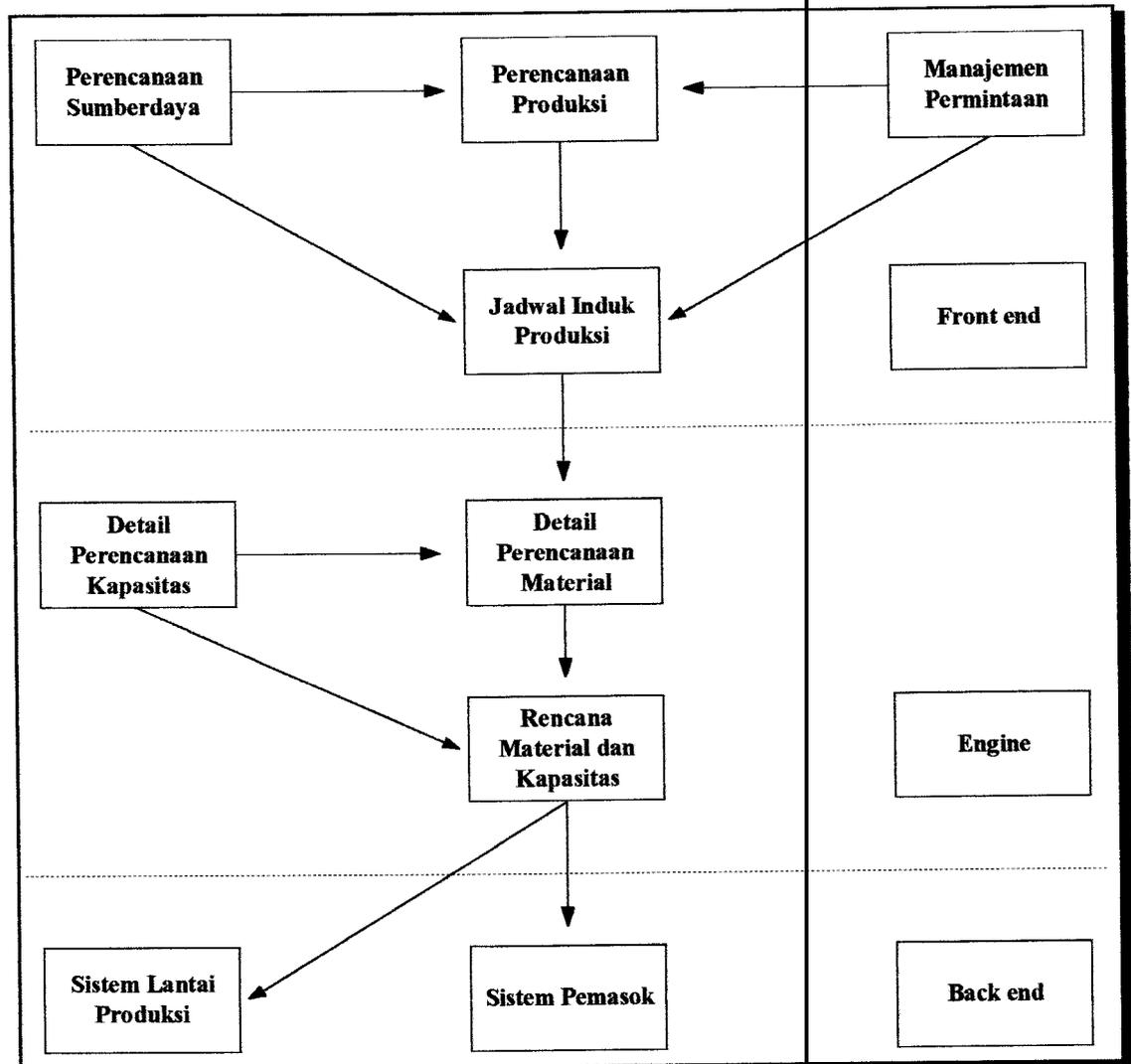
Beberapa distribusi kontinyu tidak mempunyai invers, pada kasus ini maka dibuatlah pendekatan penolakan. Konsep metode ini pada dasarnya mirip dengan melempar panah pada papan, dan hanya menghitung yang masuk nilai tertentu.

3. *Komposisi*

Ide dasarnya adalah mengubah persamaan yang rumit ke dalam persamaan yang lain, sehingga mudah dilakukan sampel dengan salah satu dari metode sebelumnya.

2.2 Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi.

Teknik yang mempelajari pengendalian material yang masuk dalam sistem produksi, mengalir dalam sistem produksi dan keluar dari sistem produksi dapat memenuhi perubahan permintaan dengan efektif (tepat jumlah, tepat waktu, tepat lokasi) dan efisien (dengan biaya minimal).



Gambar 2.1 Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi

Dilihat dari cakupan waktunya, perencanaan produksi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. **Perencanaan produksi jangka panjang (tahunan; 5 tahun sampai 10 tahun).**

Keputusan yang ditetapkan bersifat strategis yang berhubungan dengan produksi, misalnya: penentuan produk yang akan dibuat, teknologi yang digunakan, kapasitas yang dipasang, lokasi pabrik, jaringan distribusi yang digunakan dan lain-lain.

Perencanaan Produksi. Perencanaan produksi menggunakan informasi peramalan untuk merencanakan produksi secara agregat. Dalam rencana produksi keluaran diukur dalam: ton, barrel, rupiah, atau standard jam produksi (manusia dan mesin).

Perencanaan Sumber Daya. Perencanaan jangka panjang merupakan masalah yang kompleks. Produk, penjualan dan rencana produksi berhubungan dengan rencana kebutuhan material. Keputusan produksi dan penjualan harus konsisten dengan perencanaan fasilitas, peralatan dan sumber daya manusia.

2. **Perencanaan produksi jangka menengah (bulanan; 1 bulan sampai 24 bulan).**

Keputusan yang akan ditetapkan adalah: produksi reguler, produksi lembur, jumlah persediaan, dan lain-lain.

Perencanaan Pendistribusian. Rencana pemenuhan gudang cabang berdasarkan waktu. Kebutuhannya berdasarkan perbedaan antara permintaan konsumen dengan persediaan yang ada dan persediaan yang transit.

Manajemen Permintaan. Fungsi manajemen permintaan adalah menentukan permintaan secara agregat. Ditunjukkan dengan peramalan dan pesanan konsumen,

pesanan gudang cabang pesanan antar pabrik, promosi, komponen untuk perbaikan.

Jadwal Induk Produksi (JIP). JIP adalah perencanaan item dan jumlahnya berdasarkan waktu. Komitmennya adalah memenuhi kebutuhan pasar dengan memperhatikan kapasitas produksi.

Rough Cut Capacity Planning (RCCP). Sebelum menentukan JIP harus disesuaikan dengan kemampuan perusahaan menjalankan rencana. Perencanaan ini meliputi:

- a. Memastikan modal kerja tersedia untuk memenuhi aliran kas.
- b. Menyesuaikan antara fasilitas produksi dan peralatan memiliki kapasitas yang cukup.
- c. Memastikan pemasok memiliki kapasitas yang dibutuhkan dan membuat komitmen untuk memenuhinya.

Perencanaan Kebutuhan Bahan (PKB). PKB dimulai dari JIP lalu menentukan (1) jumlah komponen dan material yang dibutuhkan untuk membuat item itu dan (2) kapan komponen tersebut dibutuhkan. PKB memakai bill of material dan waktu tunggu dari tiap komponen.

Perencanaan Penggunaan Kapasitas (PPK). Data hasil PKB dipakai dengan cara menghubungkannya dengan data lain, digunakan dalam penentuan kebutuhan kapasitas untuk memproduksi item yang ditunjukkan dalam PKB. Kebutuhan

kapasitas disesuaikan dengan kapasitas yang tersedia. Langkah penyesuaian yang dilakukan dengan cara kerja lembur, menjadwalkan ulang dan subkontrak.

3. Perencanaan produksi jangka pendek (harian; 1 hari sampai 30 hari).

Keputusan yang dicakup adalah: pekerjaan mana yang akan diproduksi lebih dahulu, mesin apa yang akan digunakan, siapa yang akan mengerjakan, dan lain-lain.

Strategi Positioning produk.

Strategi positioning produk menunjukkan bagaimana cara perusahaan mengendalikan persediaan. Strategi positioning produk salah satu atau kombinasi berikut ini:

- A. Membuat persediaan produk jadi (menjual produk jadi dari persediaan).
- B. Merakit produk jadi jika terdapat pesanan (persediaan yang dikendalikan adalah komponen, sub-rakitan, dan pilihan).
- C. Mendisain dan merakit produk pesanan (mengendalikan persediaan bahan yang sering dipakai).

Make-to-Stock. Strategi ini mengharuskan produk yang dijual berkualitas baik, harga sesuai dan standard. Pada lingkungan ini pelanggan tidak mau menunggu penundaan penyerahan produk. Manajemen harus membuat persediaan produk jadi.

Assemble-to-Order. Assemble-to-Order harus dapat memenuhi sejumlah variasi produk dengan kualitas tinggi, harga bersaing dan waktu perakitan yang

pendek. Konsumen dan pesainglah yang menentukan seberapa pendek waktu tunggu. Dengan membuat persediaan komponen, sub-rakitan dan pilihan dapat secara cepat merakit salah satu dari sekian banyak konfigurasi yang ada. Pelanggan menikmati keuntungan karena dapat memilih sesuai dengan keinginan dan waktu tunggu yang pendek.

Engineer-to-Order. Perusahaan harus memiliki kemampuan teknis untuk memproduksi produk yang khusus, seperti mesin. Produk jadi biasanya terdiri dari kombinasi komponen standard dan komponen lain yang disesuaikan dengan keinginan pelanggan. Konsumen mau menunggu dalam waktu yang lama.

Disain Proses Produksi.

Ada tiga jenis klasifikasi proses produksi: *flow shop*, *job shop* dan *fixed site*.

Flow shop. Pada Flow shop produk mengikuti urutan langkah produksi yang sama. Flow shop masih diklasifikasikan menjadi empat macam: (1) continuous flow, (2) dedicated repetitive flow, (3) mixed-model repetitive flow, dan (4) intermittent atau batch flow.

Continuous Flow. Terdapat pada produksi atau pemrosesan cairan, limbah, serbuk, logam dasar dan item besar-besar yang lainnya. Penyulingan minyak dari minyak mentah kedalam berbagai macam produk petroleum atau pipa air, minyak dan gas lam adalah contoh perusahaan dengan tipe aliran kontinyu dan proses pendistribusiannya.

Dedicated Repetitive Flow. Komponen diskret seperti shaft dan perakitan diskret seperti komputer dapat diproduksi dengan proses berulang ulang. Istilah *dedicated* menunjukkan bahwa fasilitas produksi hanya memproduksi satu macam saja, termasuk variasi produk (seperti warna) yang tidak membutuhkan penundaan karena setup dalam perakitan atau proses pembuatan.

Characteristics of Continuous and Dedicated Repetitive Flow Processes. Proses kontinyu didisain untuk sebuah produk. Berikut ini adalah karakteristik umum dari model ini:

1. Perekerjaan melalui proses dengan kecepatan yang tetap.
2. Peralatan pemindahan bahan dan proses dibuat untuk produksi satu tipe produk.
3. Proses produksi disusun untuk meminimalkan pemindahan bahan.
4. Perubahan kecil dapat dilakukan untuk memperbaiki proses. Perubahan besar sangat mahal.
5. Jalur produksi diinginkan berjalan (atau istirahat) pada waktu yang lama.
6. Perencanaan dan pengendalian persediaan digerakkan oleh kecepatan produksi. Ketersediaan bahan dan komponen sangat kritis.
7. Penyeimbangan kapasitas antar stasiun kerja.
8. Kecepatan produksi tidak dapat dirubah tanpa menyesuaikan peralatan dan jumlah tenaga kerja.
9. Biaya tetap tinggi dan biaya variabel relatif rendah.

Batch Flow. Sama seperti proses kontinyu dan repetitif, kecuali terdapat dua atau lebih produk yang dibuat dalam fasilitas yang sama. Karena lama waktu setup dalam batch flow, pembuatan tiap-tiap produk dijalankan selama beberapa jam atau hari.

Mixed-Model Repetitive Flow. Model ini sama dengan batch yakni memproduksi dua atau lebih produk. Waktu untuk berpindah dari satu produk ke produk yang lain kecil, dan diproduksi pada satu jalur campuran yang sama. Karakteristik model ini adalah sebagai berikut:

Job Shop. Ciri-ciri job shop mengelompokkan mesin dengan fungsi yang sama (seperti milling, bor, bubut, pengepresan dan perakitan). Tata letak mesin diusahakan untuk mendukung produksi berbagai macam variasi produk. Karakteristik job shop adalah sebagai berikut:

1. Mesin multi guna yang dapat dimodifikasi untuk memproses produk yang berbeda.
2. Berbagai macam produk diproduksi secara lot atau batch.
3. Urutan pemrosesan membutuhkan perencanaan dan pengendalian yang mendetail terhadap variasi pola aliran dan stasiun kerja yang berbeda.
4. Pengendalian membutuhkan detail pekerjaan dan informasi di lantai produksi, meliputi urutan proses, prioritas pemesanan, kebutuhan waktu masing-masing pekerjaan, status pekerjaan dalam proses, kapasitas stasiun kerja dan kebutuhan kapasitas stasiun kerja kritis.

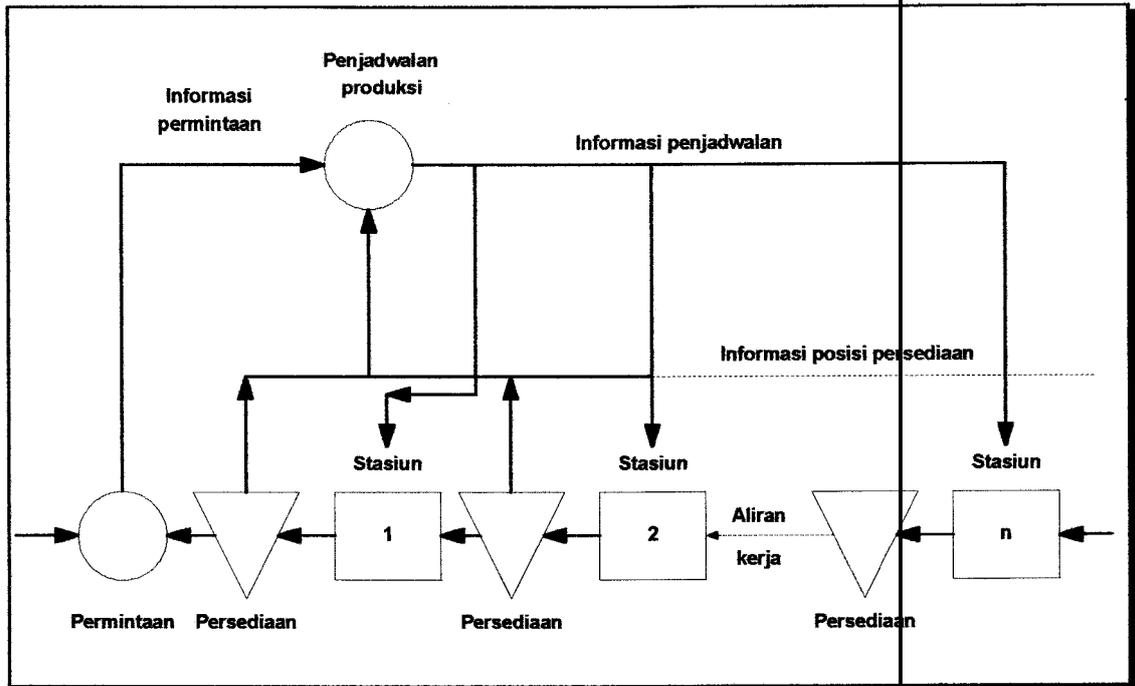
5. Stasiun kerja memiliki kapasitas produksi yang berbeda, mereka memiliki utilitas yang berbeda. Bottlenecks diakibatkan oleh kelangkaan tenaga kerja atau mesin. Perubahan bauran produk menyebabkan perpindahan bottlenecks dari stasiun kerja satu ke stasiun kerja yang lain.
6. Ketersediaan sumber daya meliputi material, tenaga kerja dan peralatan harus dikoordinasikan dengan perencanaan pesanan.
7. Tenaga kerja langsung memiliki terlatih dan ahli.

Proyek. Karakteristik proyek adalah material, alat dan tenaga kerja dibawa ke lokasi dimana produk harus dibuat. Tipe proses ini dapat dijumpai dalam pembuatan kapal, konstruksi, pembangunan jalan dan perakitan pesawat serta item lain yang sulit dipindahkan dari stasiun kerja ke stasiun kerja.

Pendekatan perencanaan dan Pengendalian Produksi.

Ada dua pendekatan yang digunakan dalam merancang sistem perencanaan dan pengendalian produksi, yaitu:

- Pendekatan klasik (push system)
- Pendekatan modern (pull system)



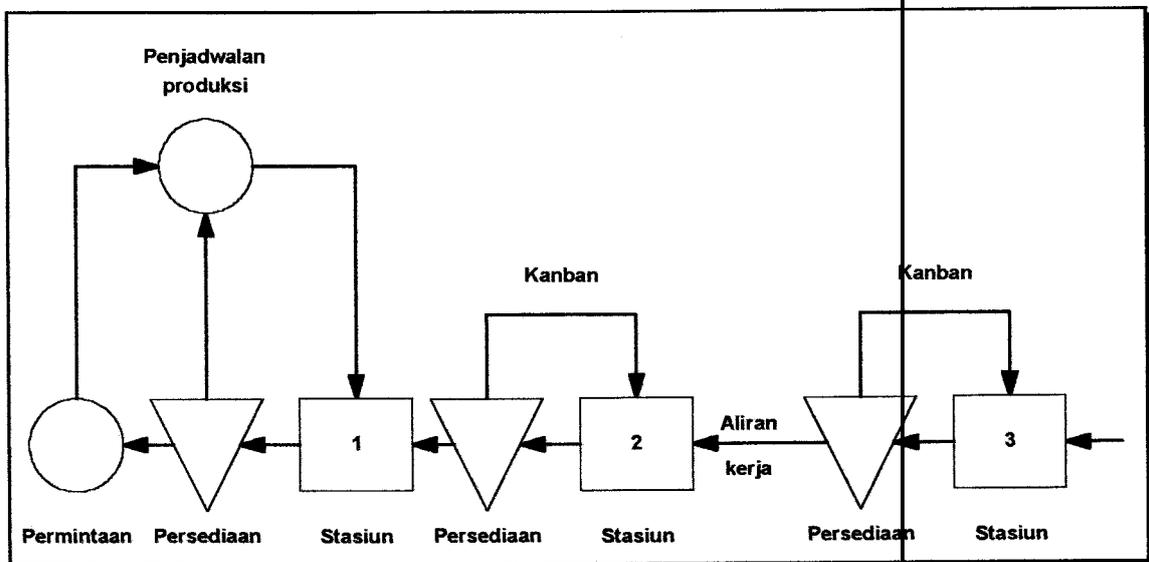
Gambar 2.2 Sistem produksi dorong

Sistem produksi klasik disebut sistem dorong karena pekerjaan harus diberikan pada stasiun kerja pertama, yang pada akhirnya memberikan tugas yang telah diselesaikan atau work in proses (WIP) ke stasiun kerja berikutnya, demikian seterusnya sampai mencapai stasiun kerja terakhir. Penjadwalan produksi seperti MRP dikembangkan untuk menjadwalkan urutan produksi untuk membuat produk jadi dari komponen pembentuknya. Sistem dorong berusaha merencanakan masing-masing sistem produksi dalam usaha menjalankan jadwal yang telah ditentukan sebelumnya. Kelemahan pendekatan atas ke bawah untuk perencanaan produksi secara mendetail pada tiap stasiun kerja tidak dapat mengantisipasi seluruh faktor yang dapat menghambat jadwal, contohnya kerusakan mesin, ketidakhadiran karyawan dan variasi waktu pengerjaan. Sebagai cara mengatasi faktor tersebut maka dibuat

persediaan work in proses antar stasiun kerja. Hal ini mengakibatkan semakin lamanya lead time produksi satu unit produksi dan meningkatnya biaya persediaan.

Pada pendekatan klasik keputusan-keputusan produksi dilakukan dengan cara membuat *model matematik* yang sesuai kemudian dicari persamaan biaya totalnya, dengan melihat *pembatas* yang ada maka dicari *harga variabel keputusan* yang dapat menyebabkan *total biaya minimum*.

Rumus-rumus pada pendekatan klasik dibuat untuk *sistem produksi single stage*, sedang pada prakteknya jarang sekali sistem yang menggunakan single stage. Untuk mengatasi hal ini pada pendekatan klasik melakukan *isolasi* tiap-tiap tahapan produksi dengan jalan membangun work in proses storage pada tiap-tiap tahapan produksi. Sehingga dengan demikian masing-masing tahapan produksi dibuat seolah olah berdiri sendiri dan dapat dipandang sebagai sistem single stage dan padanya dapat diterapkan rumus-rumus yang ada.



Gambar 2.3 Sistem produksi tarik

Sistem tarik yang ideal membuat persediaan antar stasiun dibatasi satu unit. Jika terdapat permintaan dari stasiun yang di depan maka stasiun belakang mengirim produknya ke stasiun tersebut. Maka persediaan pada stasiun sebelumnya kosong, dan harus mulai produksi lagi. Jadi produk dipenuhi secara tepat waktu saat dibutuhkan oleh stasiun di depannya.

2.2.1 Perencanaan Induk.

2.2.1.1 Peramalan.

Peramalan pada dasarnya merupakan memprediksi masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu. Ada dua teknik yakni; (1) Teknik Kualitatif dan, (2) Teknik Kuantitatif.

Teknik Kualitatif digunakan jika data yang tersedia sangat sedikit. Dalam metode ini pendapat ahli merupakan faktor yang paling tinggi. Contoh dari metode ini adalah Metode Delphi.

Teknik Kuantitatif. Teknik ini berdasarkan pola data masa lalu yang diekstrapolasi ke masa yang akan datang. Ada dua macam teknik yang dapat digunakan yaitu; (1) Analisa berdasarkan urutan waktu, dan (2) Model struktural. Ada cara pengelompokan lain berdasarkan jangkauan perencanaan, yakni; (1) Jangka pendek, (2) Jangka menengah, dan (3) Jangka panjang. Ada beberapa metode berdasarkan runtun waktu, antara lain:

- Prosedur peramalan dengan kurva yang sesuai
- Metode regresi. Pada metode di atas merupakan fungsi polinomial dan nilainya dihitung berdasarkan fungsi pada tiap-tiap titik. Jika kita membuat asumsi ada unsur acak dalam pengamatan, maka data dapat dibuat sebagai fungsi yang kontinyu, seperti garis, logaritmik atau fungsi tingkat dua. Ada dua model regresi yaitu; (1) Regresi linier sederhana, dan (2) Regresi multi linier.
- Metode Rataan Bergerak. Jika metode regresi berasumsi hubungan antara variabel bebas dan variabel bergantung mempunyai hubungan yang stabil setiap waktu. Model rataan bergerak merunut perubahan variabel sebagai fungsi tingkatan sebelumnya. Ada tiga macam metode rataan bergerak yaitu; (1) Rataan bergerak sederhana, (2) Rataan bergerak dengan pembobotan, dan (3) Rataan bergerak dengan unsur trend.
- Metode Penghalusan Eksponensial. Metode ini mempunyai prinsip yang sama dengan rataan bergerak dengan periode N , hanya saja membutuhkan perhitungan yang lebih sedikit dari rataan bergerak. Dalam metode ini juga terdapat banyak macamnya yaitu; (1) Penghalusan eksponensial sederhana, dan (2) Penghalusan eksponensial berganda.
- Metode winter untuk variasi musiman. Metode ini mempunyai asumsi tiga komponen model: komponen tetap, komponen trend dan musiman. Tiap

komponen secara kontinyu diperbaharui dengan mencari konstanta tiap pengamatan.

- Metode Box-Jenkins. Metode ini mengakomodasikan metode sebelumnya. Data runtun waktu diklasifikasikan ke dalam suatu kelompok runtun waktu yaitu; (1) model regresi, (2) rata-rata bergerak, atau (3) model campuran.

2.2.1.2 Perencanaan Produksi Agregat dan Disagregat.

Rencana penggunaan sumber daya berupa manusia dan mesin untuk memenuhi perubahan permintaan bulanan untuk semua produk, sehingga total biaya menjadi minimal. Untuk memenuhi perubahan permintaan digunakan cara sebagai berikut:

1. Memodifikasi permintaan.
2. Mengatur tingkat keluaran dengan cara sebagai berikut:
 - Memproduksi sesuai dengan permintaan.
 - Memproduksi pada tingkat yang tetap dan menyimpan produk untuk memenuhi kenaikan permintaan.
3. Kombinasi dari 1 dan 2.

Biaya yang diperhatikan dalam perencanaan agregat masuk dalam dua kategori yaitu: (1) biaya persediaan dan (2) biaya mengubah tingkat produksi

Biaya Persediaan. Biaya persediaan termasuk: (1) biaya bawaan dan (2) biaya modal untuk membuat fasilitas penyimpanan yang dibutuhkan di atas tingkat produksi.

Biaya Mengubah Tingkat Produksi. Biaya ini antara lain termasuk:

1. Fasilitas dan peralatan (melebihi kapasitas).
2. Menyewa dan melepas karyawan.
3. Lembur dan undertime.
4. Tenaga kerja paro waktu dan sementara.
5. Subkontrak.

Berbagai macam pendekatan tersedia untuk menyelesaikan masalah perencanaan agregat. Metode yang umum dipakai adalah sebagai berikut:

1. Trial and Error atau metode heuristik.
2. Pemrograman Linier.
3. Linear decision rules (LDR).
4. Search decision rules (SDR).
5. Goal programming (GP).
6. Simulasi.

Trial and Error. Hampir semua organisasi mengembangkan sekumpulan aturan perencanaan agregat berdasarkan pengalaman mereka. Langkah dasar metode ini antara lain:

1. Siapkan nilai awal rencana produksi berdasar peramalan permintaan dan tentukan pedoman langkahnya.
2. Tentukan sampai rencana sesuai dengan kapasitas.

3. Hitung biaya rencana tersebut.
4. Catat biaya dan lakukan langkah 2 dan 3, lalu bandingkan biaya dari dua rencana dan pilih yang biayanya lebih rendah.
5. Teruskan sampai rencana yang memuaskan tercapai.
6. Lakukan analisa sensitifitas untuk mengevaluasi efek perubahan parameter seperti biaya bawaan, biaya merekrut dan permintaan.

Pemrograman Linier. Formulasinya mulai dari yang sederhana sampai ke yang kompleks. Secara umum pemrograman linier menentukan fungsi tujuan dan mengidentifikasi batasan. Fungsi tujuannya untuk meminimalkan total biaya persediaan dan perubahan tingkat produksi. Batasannya termasuk kapasitas produksi, keterbatasan tempat penyimpanan, waktu lembur dan lain-lain.

Linear Decision Rule (LDR). Holt, Mogdiliani, Muth dan Simon mengusulkan metode linear decision rule. LDR menunjukkan hubungan antara biaya yang berhubungan dengan perubahan tingkat produksi, persediaan dan lembur sebagai fungsi kuadrat dari produksi dan tingkat tenaga kerja. LDR mencari nilai optimal dengan cara menurunkan persamaan kuadrat fungsi biaya.

Goal Programming. Biasanya ada beberapa tujuan yang harus dipenuhi, seperti:

1. Jadwal harus sesuai dengan kapasitas.
2. Produksi harus dapat memenuhi permintaan.
3. Biaya produksi dan persediaan harus minimal.

4. Investasi persediaan harus disesuaikan dengan keterbatasan yang ada.
5. Biaya lembur harus diantara batas tertentu.
6. Pengurangan tenaga kerja harus ditutup dengan hal yang lain seperti subkontrak.

Simulasi. Tidak ada salah satu metode analitis yang mempunyai asumsi hubungan antar variabel keputusan berubah selama periode waktu tertentu. Simulasi memungkinkan membuat model dengan berbagai macam hubungan biaya (linier, kuadrat, eksponensial dan lain-lain). Simulasi tidak menjanjikan penyelesaian yang optimal.

Analisa Sensitifitas. Perencanaan agregat berdasarkan pada peramalan permintaan. Jika permintaan nyata lebih tinggi atau lebih rendah dari peramalan, resiko apa yang diterima perusahaan. Apakah rencana tersebut tetap ekonomis jika biaya produksi dan persediaan berubah dari estimasi.

2.2.2 Manajemen Persediaan.

Dalam perusahaan manufaktur terdapat dua macam persediaan:

1. Persediaan manufaktur, terdiri dari:
 - a. Bahan baku
 - b. Komponen setengah jadi
 - c. Komponen jadi
 - d. Sub-rakitan

2. Persediaan distribusi, terdiri dari:
 - a. Produk jadi dalam gudang
 - b. Produk jadi dalam pengiriman

Tujuan sistem manajemen persediaan adalah mencapai suatu tingkat pelayanan konsumen dan meminimalkan biaya untuk membuat jasa tersebut. Dari sini maka dapat diketahui fungsi persediaan sebagai:

1. Persediaan transit. tergantung kepada waktu pengiriman barang dari satu lokasi ke lokasi yang lain.
2. Persediaan siklus terjadi jika pesanan dilakukan dalam jumlah yang lebih besar dari kebutuhan yang harus dipenuhi.
3. Persediaan pengaman digunakan untuk menghadapi perubahan permintaan dan pasokkan bahan.
4. Persediaan antisipasi dibutuhkan untuk produk dengan kecenderungan naik turun dan penambahan uniform.

Keputusan dalam manajemen persediaan. Pada dasarnya ada dua keputusan yaitu; (1) berapa jumlah pesanan, (2) kapan harus dipesan. Secara singkat metode yang dapat dipakai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Metode yang dipakai sesuai aturan pemesanan

Permintaan	Aturan kapan pesan	Aturan jumlah pesanan
Independen	Order Point	Fixed Order Quantity (FOQ) Economic Order Quantity (EOQ)
	Periodik	variabel order point
	Time Phased Order Point	Fixed or Diskret Order Point
Dependen	Time Phasing (PKB)	Diskret Order Quantity

Tabel 2.2 Variabel yang dikendalikan

Frekuensi Pesanan	Jumlah Pesanan	
	Fixed (Q)*	Variabel (S) [#]
Variabel (R) [@]	Q, R	S, R
Fixed (T) ⁺	Q, T	S, T

* Q = Pesanan dalam jumlah tetap (Q)

S = Pesanan sampai dengan jumlah persediaan yang diharapkan (S)

@ R = Lakukan pesanan jika persediaan dibawah (R)

+ T = Lakukan pesanan tiap (T) periode

Biaya-biaya yang berhubungan dengan persediaan antara lain:

1. Biaya pemesanan, kumpulan semua biaya yang berhubungan dengan pemesanan atau persiapan pemesanan yaitu:
 - a. Pemrosesan kertas kerja
 - b. Perubahan mesin dan setup stasiun kerja
 - c. Inspeksi, scrap dan pengerjaan ulang yang berhubungan dengan setup
 - d. Pencatatan benda kerja yang sedang diproses

2. Biaya bawaan, total biaya yang diakibatkan memiliki persediaan yaitu:

- a. Ketidakpastian disebabkan perubahan pasar, disain dan pesaing
- b. Kerusakan akibat penyimpanan dalam waktu lama dan pemindahan
- c. Pencatatan material dalam gudang persediaan
- d. Pajak dan asuransi terhadap persediaan
- e. Biaya penyimpanan untuk peralatan, tempat, penerangan dan pekerja
- f. Biaya modal yang diinvestasikan dalam bentuk persediaan atau hilangnya kesempatan untuk diinvestasikan ke hal yang lain

3. Biaya kekurangan persediaan dan pelayanan konsumen

Dalam penentuan ukuran lot terdapat hal lain yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Pembulatan
2. Faktor pemotongan bahan
3. Minimum dan maksimum
4. Kelonggaran akibat adanya scrap
5. Faktor pengali

Pembulatan. Perhitungan ukuran lot dan penyimpanan penyangga menghasilkan nilai pecahan yang tidak sesuai dalam kasus komponen diskret. Maka harus dievaluasi untuk melakukan pembulatan ke atas atau ke bawah.

Faktor pemotongan bahan. Meningkatkan ukuran lot saat menggunakan bahan baku yang tersedia dalam bentuk gulungan, glondongan, lembaran atau kontainer daripada menyisakan untuk disimpan.

Minimum dan maksimum. Ukuran lot hasil perhitungan harus disesuaikan jika jumlah pemesanan tidak praktis. Istilah minimum dan maksimum diterapkan dalam satuan jumlah; tidak boleh lebih dari x dan tidak boleh lebih dari y, mungkin juga juga dibuat dalam satuan periode waktu.

Kelonggaran akibat adanya scrap. Faktor ini dimasukkan untuk menjamin barang yang dibutuhkan terpenuhi.

$$Q = L + a(L)^{1/2}$$

Dimana :

Q = jumlah pesanan

L = ukuran lot

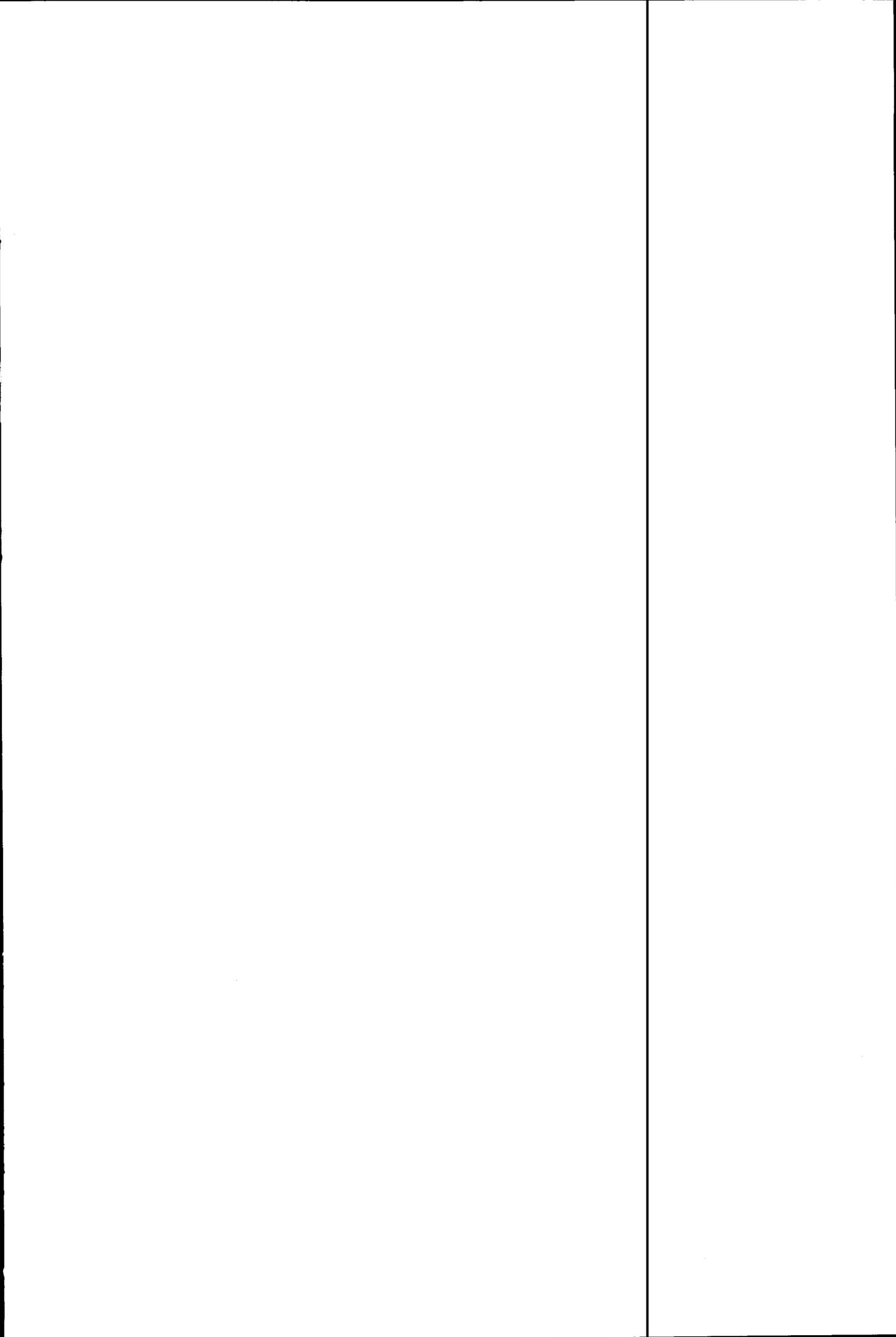
a = faktor pengali yang menunjukkan insiden scrap

Faktor pengali. Kebutuhan suatu item harus dipesan dalam jumlah kelipatan bilangan tertentu.

2.2.3 Perencanaan Kebutuhan Bahan.

Asumsi dalam menggunakan Perencanaan Kebutuhan Bahan (PKB) adalah sebagai berikut:

1. **Permintaan pasti.** Item yang dikontrol oleh PKB adalah komponen yang digunakan untuk membuat item dengan level lebih tinggi. Permintaan produk jadi



disebut *permintaan bebas*, karena terjadinya dari sumber yang bebas di luar sistem produksi. Permintaan akan sub-rakitan, komponen dan bahan baku diturunkan dari perencanaan produksi produk jadi. Sekali perencanaan produksi produk jadi mingguan dibuat, item yang berhubungan dengan pembentukan produk jadi dapat dihitung. Dengan alasan tersebut permintaan akan item tersebut *bergantung* kepada perencanaan produksi produk jadi. Dengan kata lain permintaan untuk komponen pembentuk jadi tersebut adalah *pasti*. Maka dengan beberapa pengecualian seperti komponen untuk permintaan perbaikan, diasumsikan diketahui dengan pasti.

2. *Permintaan diskrit*. Permintaan terjadi pada interval waktu diskrit pada awal periode perencanaan.
3. *Permintaan variabel*. Terjadinya perubahan permintaan diakibatkan oleh ukuran lot induk, ukuran permintaan dapat bervariasi dari periode ke periode.
4. *Tidak ada kekurangan*. Kekurangan mengakibatkan kelambatan produksi tingkat yang lebih tinggi dan khususnya produk akhir.
5. *Biaya bawaan* berdasarkan pada akhir periode persediaan. Tujuannya untuk meminimalkan jumlah biaya pemesanan dan penyimpanan dengan pembatas semua kebutuhan bersih yang harus dipenuhi.

2.2.3.1 Dasar-dasar Pencatatan Perencanaan Kebutuhan Bahan

Penggunaan PKB membutuhkan suatu pencatatan dari data-data masa lalu dan informasi pada periode yang akan datang, antara lain:

1. **Periode.** Penggunaan yang paling umum dalam satu periode adalah satu minggu. Sebagai perjanjian waktu sekarang adalah awal *periode pertama*. Jumlah periode dalam record menunjukkan rentang perencanaan.
2. **Kebutuhan kotor.** Mengantisipasi kebutuhan akan datang atau permintaan untuk item *selama* periode tertentu.
3. **Jadwal penerimaan.** Datangnya pesanan untuk menambah persediaan pada *awal* setiap periode.
4. **Proyeksi persediaan.** Persediaan yang diharapkan pada *akhir* setiap periode.
5. **Rencana melakukan pesanan.** Rencana pesan untuk menambah persediaan pada *awal* setiap periode.
6. **Lead time** (waktu tunda). Waktu mulai pesan sampai dipenuhi.
7. **Ukuran lot.** Besarnya unit dalam sekali pesan atau produksi.

Tabel 2.3 Pencatatan Perencanaan Kebutuhan Bahan

		1	2	3	4	5
Kebutuhan kotor			10		40	10
Jadwal penerimaan		50				
Proyeksi persediaan	4	54	44	44	4	44
Rencana pemesanan					50	
Lead time = 1 periode						
Lot size = 50						

2.2.3.2 Menggunakan Perencanaan Kebutuhan Bahan.

1. Menghitung kebutuhan kotor dan kebutuhan bersih.

Kebutuhan bersih adalah kebutuhan minimal yang harus dipenuhi setelah mengetahui persediaan yang ada dan jadwal penerimaan dari permintaan kotor. Persediaan di tangan dikurangi alokasi dan backorder. Untuk periode waktu tertentu, kebutuhan bersih adalah sebagai berikut:

$$(NR)_t = \max\{0, (GR)_t - \max[0, (BI)_t] - (SR)_t\}$$

dimana :

$(NR)_t$ = Kebutuhan bersih pada periode t.

$(GR)_t$ = Kebutuhan kotor pada periode t.

$(BI)_t$ = Proyeksi persediaan pada awal periode t.

$(SR)_t$ = Jadwal penerimaan pada awal periode t.

2. Penentuan ukuran lot.

Untuk memenuhi kebutuhan komponen yang diperlukan harus melakukan pemesanan pada pemasok atau stasiun kerja sebelumnya. Pemesanan dapat dilakukan sejumlah kebutuhan bersih atau lebih. Pada proses penentuan berapa

jumlah yang harus dipesan disebut penentuan ukuran lot. Ada bermacam-macam metode untuk penentuan ukuran lot, seperti:

a. ***Lot for lot (LFL)***

Pemesanan dilakukan dengan pertimbangan meminimalkan biaya penyimpanan. Ukuran lot sama dengan kebutuhan bersih yang harus dipenuhi pada periode yang bersangkutan. Teknik ini biasanya diterapkan pada item-item yang mahal atau tingkat diskontinuitas permintannya tinggi

b. ***Fixed Order Quantity (FOQ)***

Teknik ini biasanya digunakan untuk item-item dengan biaya pesan tinggi guna memenuhi kebutuhan bersih periode ke periode. Penentuan besarnya pesanan ini ditentukan secara acak dan bisa juga berdasarkan intuisi atau faktor empiris.

c. ***Economic Order Quantity (EOQ)***

Teknik ini menentukan besarnya lot size yang optimal berdasarkan biaya-biaya set-up, carrying cost, dan juga harga per unit. Pengetahuan permintaan yang akan datang cukup penting guna perhitungan ini.

d. ***Fixed Period Requirement***

Dalam teknik ini pemakai menetapkan berapa jangkauan periode untuk tiap-tiap rencana pesan dilakukan. Dengan demikian jumlah pesanan bisa bervariasi tergantung periode yang dihadapi, sedangkan interval pemesanannya sama.

e. *Period Order Quantity (POQ)*

Perhitungan dalam teknik ini mirip dengan EOQ hanya saja yang ditetapkan adalah interval order. Tetapi teknik ini lebih bagus dari EOQ karena biaya set-up nya sama tetapi inventory carrying costnya lebih rendah dari EOQ

f. *Least Unit Cost (LUC)*

Teknik ini dikatakan trial and error. Dalam penentuan besarnya order LUC melihat apakah jumlahnya harus sama dengan jumlah kebutuhan bersih atau harus ditambah hingga memenuhi periode berikutnya dan seterusnya. Keputusan dibuat berdasarkan "Unit Cost" (set-up ditambah carrying cost per unit) dihitung untuk besarnya masing-masing pemesanan, dan jumlah yang unit costnya terkecil diambil.

g. *Least total cost (LTC)*

Teknik ini berdasarkan logika bahwa total biaya akan semakin kecil bila jumlah persediaan diusahakan semaksimal mungkin mendekati kebutuhan nyata. Teknik ini dicapai dengan membuat order sejumlah tertentu sehingga jumlah set-up cost per unit mendekati jumlah carrying cost per unit.

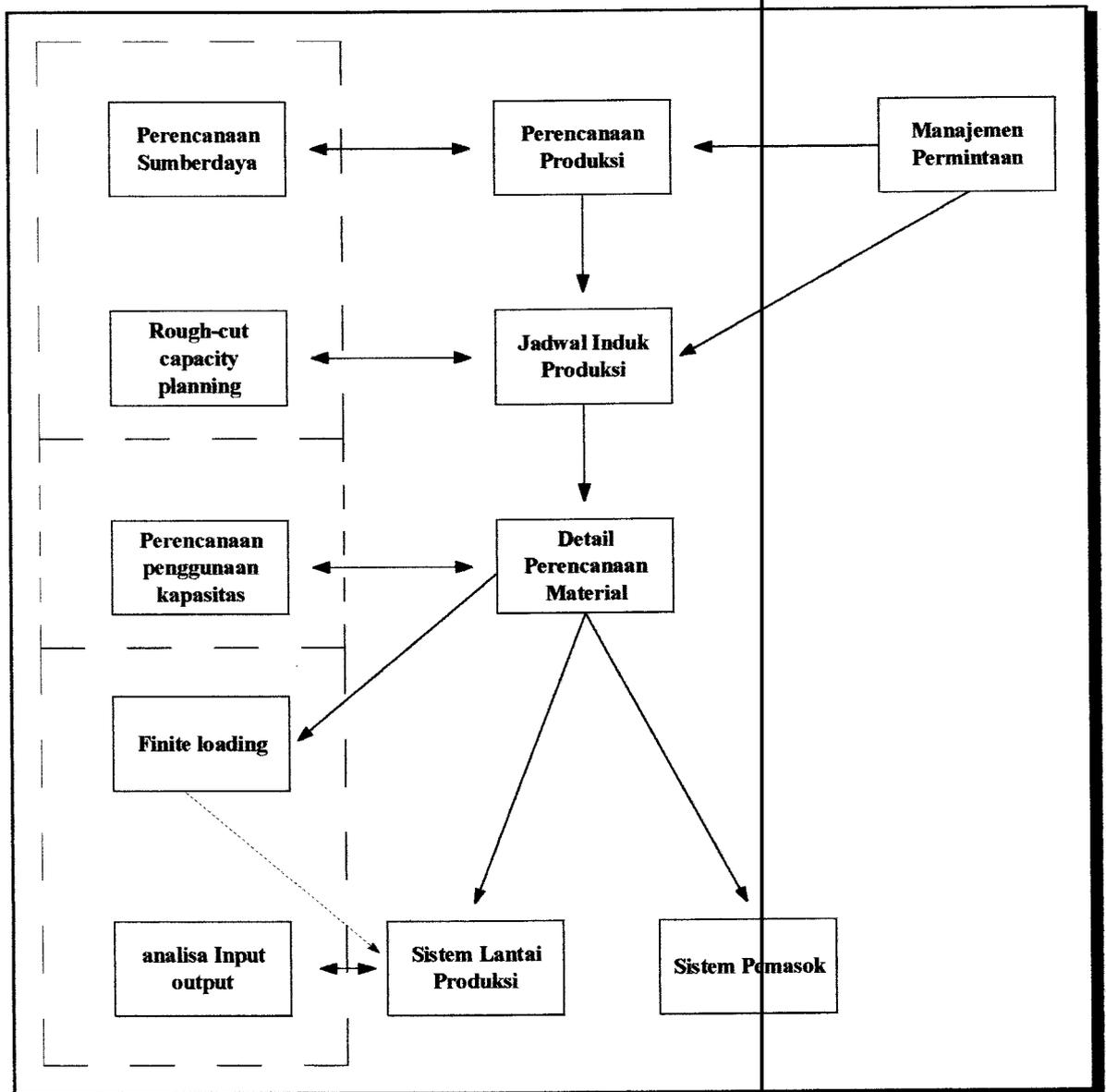
h. *Algoritma Wagner Within*

Teknik ini menggunakan prosedur optimasi yang didasari model program dinamis. Tujuannya adalah untuk mendapatkan strategi pemesanan yang optimal untuk seluruh jadwal kebutuhan bersih dengan jalan meminimalkan total biaya pengadaan dan penyimpanan.

3. Safety Stock dan Safety Lead Time

Karena adanya ketidak menentuan lingkungan luar maupun dalam sistem produksi, agar waktu penyerahan dapat tetap dipenuhi, maka ketidakmenentuan tersebut diantisipasi dengan Safety Stock dan Safety Lead Time.

2.2.4 Manajemen Kapasitas.



Gambar 2.4 Perencanaan kapasitas dalam sistem PPC

Dari gambar dapat dilihat hubungan antar keputusan dari perencanaan kapasitas ke sistem PPC yang lain. Ruang lingkup perencanaan kapasitas dimulai dari perencanaan sumber daya secara keseluruhan, diikuti oleh evaluasi rough-cut yang mengevaluasi efek dari jadwal induk produksi terhadap penggunaan kapasitas, kemudian bergerak ke rencana penggunaan kapasitas yang lebih mendetail, berlanjut sampai ke procedure finite loading dan berakhir di teknik input-output digunakan untuk membantu memantau perencanaan.

Ada beberapa teknik yang dikembangkan dalam perencanaan dan pengendalian kapasitas, antara lain:

1. **Perencanaan** kapasitas menggunakan seluruh faktor (CPOF). Metode ini berdasarkan pada data akutansi dan dapat diselesaikan secara manual. Masukan dari metode ini bersal dari jadwal induk produksi. Langkah pertama menghitung kebutuhan kapasitas dari jadwal secara keseluruhan. Setelah itu langkah kedua adalah menggunakan data rasio historis untuk mengalokasikan kapasitas yang dibutuhkan oleh stasiun kerja. Data rasio tersebut dapat diturunkan dari data akutansi perusahaan.
2. **Capacity bill**. Metode ini membutuhkan bill of material, data routing dan tenaga kerja langsung. Kebutuhan kapasitas menunjukkan jumlah standard waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit poduk pada tiap-tiap stasiun kerja.

3. **Profil sumber daya.** Dua metode di atas tidak melibatkan timing. Dalam pengembangan profil sumber daya lead time produksi dibutuhkan untuk proyeksi waktu kebutuhan kapasitas untuk masing-masing stasiun kerja.
4. **Rencana kebutuhan kapasitas (RKP).** Berbeda dengan perencanaan rough-cut dengan empat alasan, (1) RKP menggunakan informasi waktu yang dihasilkan oleh sistem PKM, (2) output sistem PKM berupa kebutuhan bersih digunakan untuk menghitung kapasitas produksi yang disimpan dalam bentuk persediaan, (3) sistem pengendalian di rantai produksi menghitung status WIP, sehingga hanya kapasitas yang dibutuhkan untuk kerja yang tersisa saja yang dihitung, (4) RKP menghitung permintaan yang tidak dihitung dalam jadwal induk produksi.

2.2.5 Pengendalian Aktifitas di Rantai Produksi.

Ada tiga tujuan yang diterapkan dalam masalah penjadwalan. Pertama hari penyerahan: secara umum kita menghindari keterlambatan *penyerahan*. Kedua waktu alir: tujuannya meminimalkan waktu kerja di dalam sistem, mulai dari pemesanan sampai dipenuhi. Tujuan terakhir adalah *utilitas* stasiun kerja: kita menginginkan menggunakan secara penuh sumber daya yang mahal seperti manusia dan mesin. Dilihat dari tipe permasalahannya terdapat dua pendekatan penjadwalan:

1. **Penjadwalan statis.** Masalahnya adalah sekumpulan job tetap yang harus dijalankan.
2. **Penjadwalan dinamis.** Permasalahannya adalah job baru datang secara terus menerus.

Ada sejumlah aturan pengurutan yang telah ditemukan dan dipraktikkan.

Masing-masing dapat digunakan dalam penjadwalan, antara lain:

- **R (Random)**. Mengambil job dalam antrian dengan kemungkinan yang sama.
- **FCFS (first come first serve)**. Aturan ini tampak sesuai untuk job yang datang dan diproses sesuai urutan kedatangannya.
- **SPT (shortest processing time)**. Aturan ini digunakan untuk mengurangi persediaan, waktu rata-rata penyelesaian job dan rata-rata kelambatan.
- **EDD (earliest due date)**. Aturan ini tampak baik untuk kriteria kelambatan job.
- **CR (critical ratio)**. Aturan ini secara luas digunakan dalam praktek. Menggunakan perhitungan indek prioritas hari penyerahan / lead time.
- **LWR (least work remaining)**. Aturan ini pengembangan dari SPT dengan memperhitungkan semua waktu pemrosesan sampai diselesaikan.
- **FOR (fewest operations remaining)**. Variasi dari SPT yang memperhatikan jumlah operasi sebelumnya.
- **ST (slack time)**. Variasi dari EDD yang mengurangi jumlah waktu setup dan pemrosesan dengan waktu waktu sampai hari penyerahan. Akibatnya terdapat nilai slack. Job dijalankan dengan urutan yang meminimalkan jumlah slack.

- **ST/O** (slack time per operation). Variasi dari ST yang membagi slack ke dalam tiap operasi, dan mengurutkan job dengan nilai terkecil didahulukan.
- **NQ** (next queue). NQ berdasarkan pada utilitas mesin. Memperhatikan antrian stasiun kerja berikutnya dan memilih job untuk diproses stasiun kerja dengan antrian terpendek.
- **LSU** (least setup). Aturan meminimalkan waktu pengubahan mesin. Dengan cara ini utilitas kapasitas dimaksimalkan.

2.2.6 Just-in-Time.

Ada empat konsep yang harus dipenuhi untuk menjalankan sistem Just-in-Time, yaitu:

1. **Just-in-Time**, memproduksi unit dengan jumlah yang dibutuhkan dan waktu yang diinginkan.
2. **Autonation** (pengendalian cacat otomatis), tidak memperbolehkan barang cacat dari proses sebelumnya masuk ke proses berikutnya.
3. **Tenaga kerja multi guna**, mempekerjakan jumlah tenaga kerja yang bervariasi untuk menghadapi perubahan permintaan.
4. **Berpikir kreatif**, menampung saran-saran dari karyawan.

Untuk merealisasikan empat konsep tersebut, digunakan sistem dan metode sebagai berikut:

1. Sistem Kanban untuk menjalankan sistem Just-in-Time.
2. Metode perataan permintaan mengadaptasi perubahan permintaan.
3. Memperpendek waktu setup untuk mengurangi lead time produksi.
4. Membuat standard operasi untuk melakukan penyeimbangan aliran.
5. Tata letak mesin dan tenaga kerja multi guna untuk menerapkan konsep tenaga kerja yang fleksibel.
6. Kegiatan perbaikan oleh kelompok kecil dan sistem sumbang saran untuk mengurangi hal yang tidak berguna dan meningkatkan moral tenaga kerja.
7. Sistem pengendalian visual untuk menerapkan konsep autonomation.
8. Sistem manajemen fungsi untuk mempromosikan pengendalian kualitas secara menyeluruh.

Sistem Kanban

Suatu sistem informasi yang mengendalikan secara harmonis produksi suatu produk, sesuai dengan jumlah dan waktu yang dibutuhkan antar proses dan antar perusahaan.

Sistem kanban dapat digunakan untuk melakukan fungsi berikut:

1. Perintah.
2. Pengendalian diri sendiri untuk mencegah produksi yang berlebihan.
3. Pengendalian visual.
4. Perbaikan proses dan operasi manual.
5. Pengurangan biaya pengelolaan.

Macam-macam *Jenis Kanban*. Dalam penggunaan Kanban dikenal berbagai macam jenis kanban yang mempunyai fungsi tertentu, antara lain:

1. ***Kanban perintah produksi*** (Kanban yang digunakan dalam proses). Menunjukkan jumlah dan macam produk yang harus diproduksi oleh proses sebelumnya.
 - a. ***Kanban produksi biasa***, digunakan untuk produksi selain dalam ukuran lot.
 - b. ***Kanban signal***, untuk produksi secara lot.
 - i) Kanban segitiga.
 - ii) Kanban Kebutuhan Material.

2. ***Kanban pemesanan***.

Menunjukkan jumlah dan macam produk yang akan diambil oleh proses terdahulu dari proses sebelumnya.

- a. Kanban pemesanan antar proses.
- b. Kanban untuk pemasok. Kanban yang berisi pesan untuk mengantar komponen.

Aturan-aturan dalam penerapan sistem Kanban adalah sebagai berikut:

1. Proses berikutnya harus mengambil produk yang diperlukan dari proses terdahulu dalam jumlah yang diperlukan pada waktu diperlukan.
2. Proses terdahulu harus memproduksi produknya sesuai jumlah yang diambil oleh proses berikutnya.
3. Produk yang cacat tidak boleh disampaikan ke proses berikutnya.
4. Jumlah Kanban harus dibuat minimal.
5. Kanban harus digunakan untuk menyesuaikan diri pada fluktuasi kecil dalam permintaan (penyetelan produksi dengan kanban).
6. Jumlah nyata suku cadang yang termuat dalam suatu kotak atau yang dikemas dalam suatu muatan harus sama dengan yang ditulis pada kanban.

Di dalam pabrik Toyota terdapat dua jenis sistem pengambilan sesuai dengan sistem persediaan untuk menentukan jumlah kanban yang sesuai:

1. *sistem pengambilan jumlah tetap, siklus tidak tetap.*
2. *sistem pengambilan siklus tetap, jumlah pesanan tidak tetap.*

BAB III

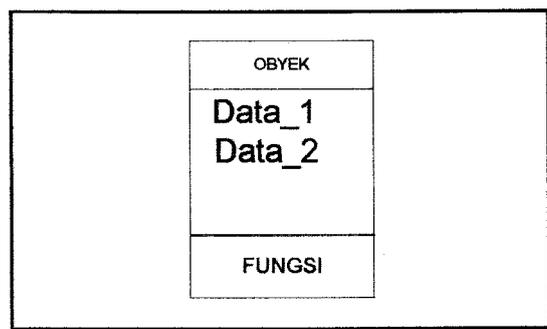
PERMODELAN SISTEM PRODUKSI

Pembuatan model sistem produksi dilakukan dengan mengidentifikasi entity apa saja yang terdapat dalam sistem tersebut dan bagaimana entity tersebut berinteraksi dengan entity lainnya. Dan hubungan tersebut digambarkan dalam suatu diagram.

3.1 Model sistem produksi umum

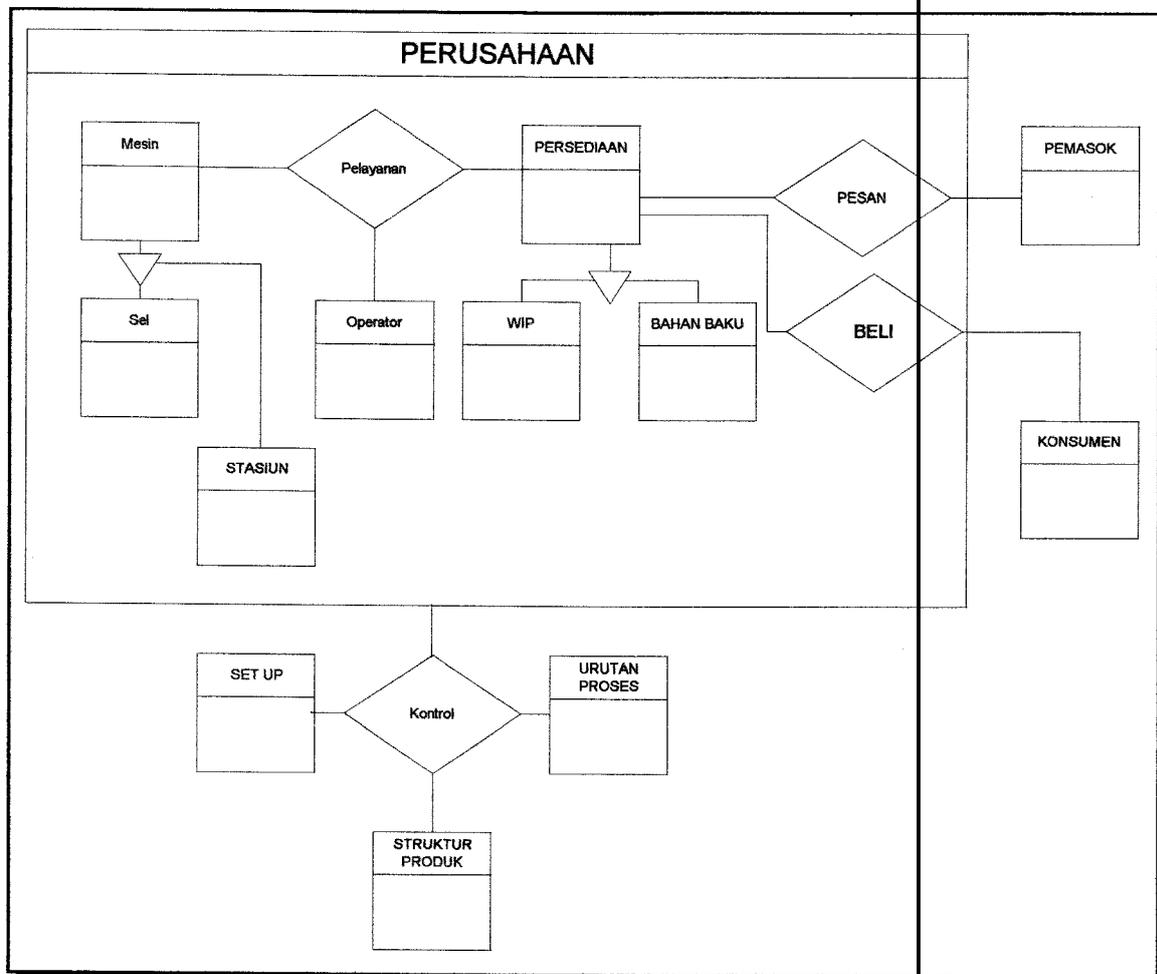
Perusahaan terdiri dari mesin, operator dan persediaan, mesin dapat diturunkan lagi ke dalam obyek sel dan stasiun. Persediaan diturunkan menjadi dua obyek produk setengah jadi dan bahan baku. Aktifitas pelayanan terjadi karena melibatkan obyek mesin, operator dan persediaan. Obyek lain adalah pemasok dan konsumen. Obyek ini dihubungkan dengan aktifitas pemesanan dan pembelian. Jalannya simulasi harus ada yang mengendalikan maka dikenalkan obyek baru yaitu urutan proses, struktur produk dan set up.

Tiap obyek memiliki data dan fungsi, obyek dapat diberi masukan dan akan merespon dengan suatu keluaran tertentu. Notasi sebagai berikut :



Gambar 3.1 Kartu obyek dengan nama obyek, data dan fungsi

Dengan menggunakan kartu obyek sistem produksi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram obyek sistem produksi

3.2 Interaksi dinamis obyek.

Dalam gambar 3.2 merupakan sistem produksi secara statis. Selanjutnya obyek dikembangkan menjadi suatu obyek yang berinteraksi dengan obyek lainnya. Secara umum aktifitas yang disimulasikan ada tiga yaitu kedatangan, mulai pelayanan dan selesai. Obyek yang bertanggung jawab terhadap dua aktifitas terakhir adalah mesin. Sedangkan untuk aktifitas yang pertama dikenalkan obyek abstrak baru yang disebut

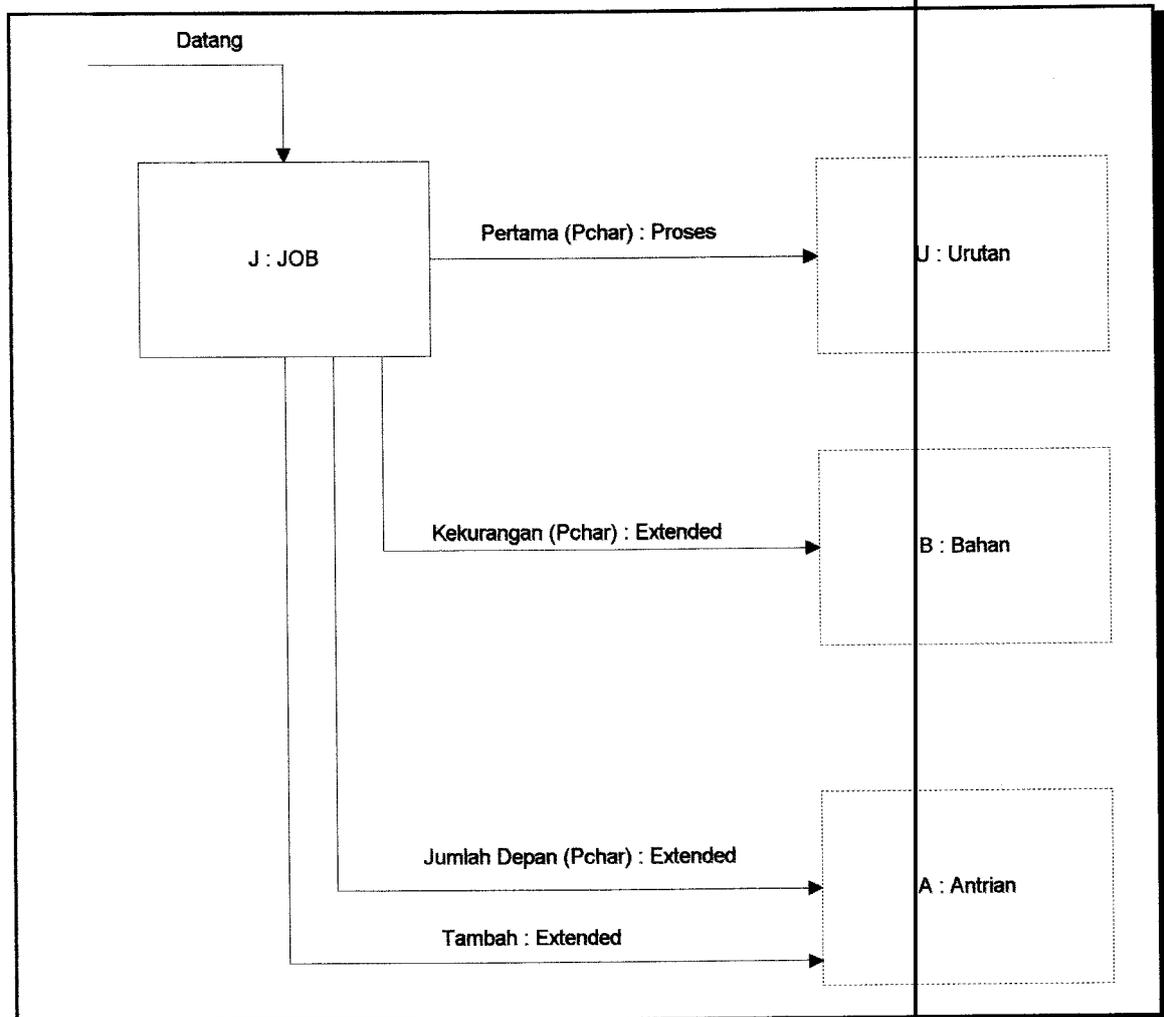
job. Job ini bertugas untuk menjadwalkan kedatangan pekerjaan dalam antrian mesin. Untuk lebih jelasnya diuraikan secara lebih mendetail sebagai suatu obyek yang mengirimkan pesan ke obyek lain, dan obyek lainnya memberikan respon terhadap pesan itu. Dan nantinya pesan yang dikirim ke obyek tersebut merupakan fungsi yang harus dimiliki oleh obyek tersebut.

3.2.1 Kedatangan job.

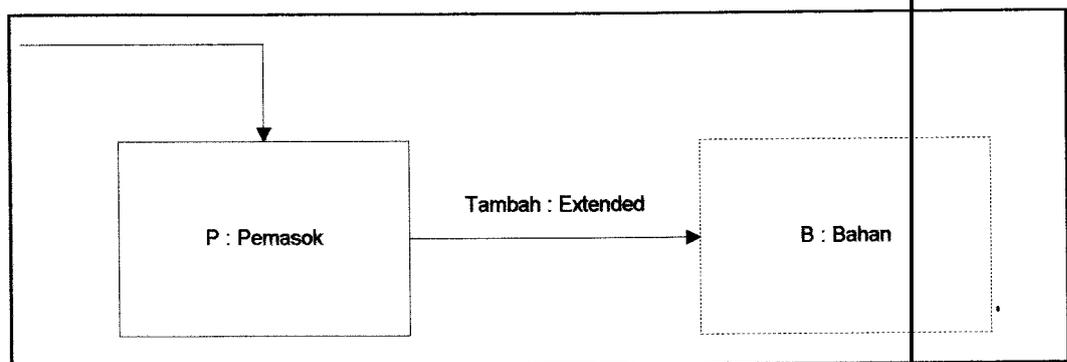
Aktifitas kedatangan job dimulai dengan mencari proses pertama dari job yang menjadi bagiannya. Setelah ditemukan proses pertama maka antrian didepan mesin sebagai *prosesornya* di cek jumlahnya. Pada persediaan bahan dilakukan pengecekan jumlah kekurangan yang harus dipenuhi. Lalu jumlah antrian dan jumlah kekurangan dibandingkan. Jika jumlah antrian kurang dari jumlah kekurangan maka antrian ditambah sejumlah selisih antara jumlah kekurangan dengan jumlah antrian. Interaksi pada aktifitas kedatangan job digambarkan dalam gambar 3.3.

Untuk kedatangan pemasok langsung dicari bahan apa yang dipesan lalu ditambahkan dalam persediaan. Interaksi obyeknya bisa dilihat dalam gambar 3.4. Sedangkan kedatangan permintaan terjadi karena terjadwalkan pada awal simulasi. Urutan proses yang terjadi pada saat kedatangan konsumen adalah pertama mencari urutan dalam obyek urutan. Dalam obyek urutan proses konsumen memiliki dua proses, yang pertama adalah proses untuk menjadwalkan kedatangannya dan yang kedua adalah proses untuk menggenerate jumlah permintaan untuk suatu tingkat harga. Setelah diketahui jumlah permintaannya, maka proses terakhir adalah mengambil produk. Jika jumlah produk yang ada lebih dari jumlah permintaan, maka ambil produk

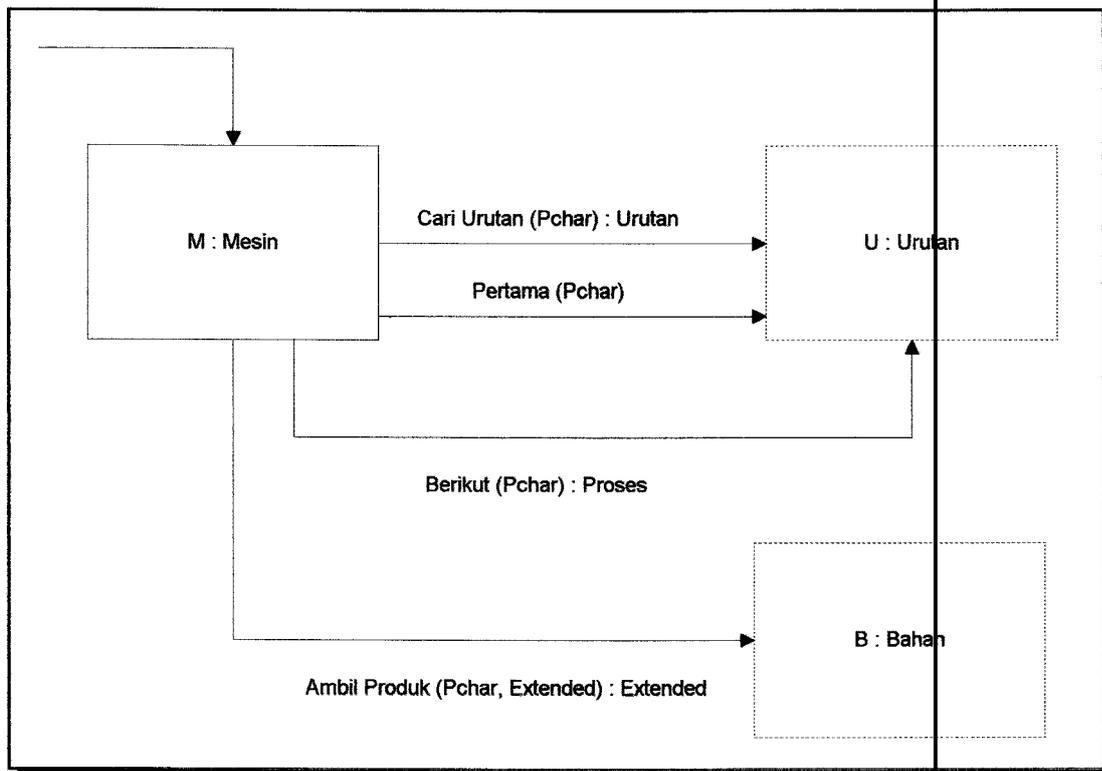
sebesar permintaan. Jika sebaliknya maka ambil semua yang ada. Ilustrasi interaksinya dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.3 Interaksi obyek dalam aktifitas kedatangan job



Gambar 3. 4 Interaksi obyek kedatangan pemasok.

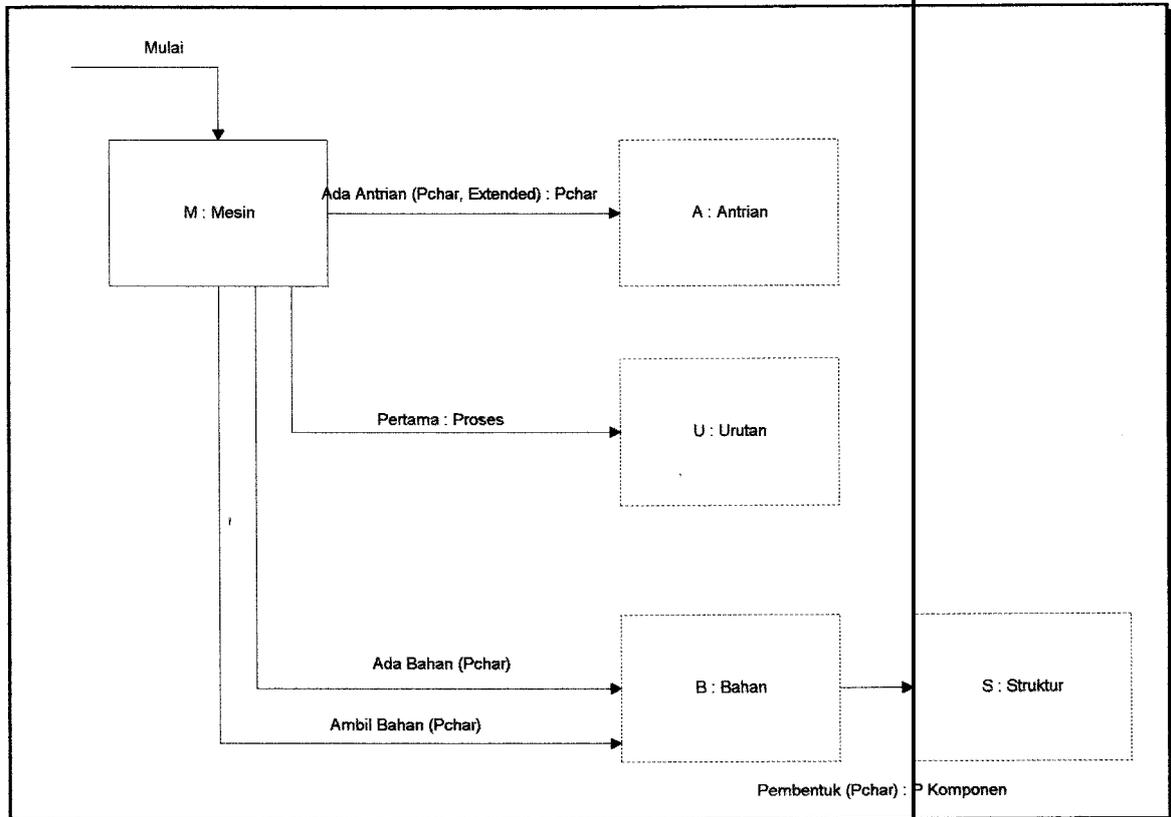


Gambar 3.5 Interaksi obyek kedatangan konsumen.

3.2.2 Mulai pelayanan.

Aktifitas ini dimulai dengan menguji apakah ada antrian job didepan obyek mesin. Jika tidak ada tidak melakukan kegiatan apapun. Kalau sebaliknya maka job yang ada dicari proses pertamanya dalam obyek urutan proses. Jika mesin yang sedang memproses job tersebut adalah proses pertama, maka dengan bantuan struktur produk dicari kebutuhan bahannya. Dan apabila semua bahan ada mulai pelayanan bisa menjadwalkan selesai pelayanannya. Kebutuhan bahan dicari bila mesin merupakan proses pertama, selain dari itu diproses dengan mencari dalam obyek urutan proses berikutnya. Gambar 3.6 menggambarkan interaksinya dengan obyek yang lain. Pada bagian ini obyek persediaan mengirimkan pesan ke obyek struktur produk untuk

mencari komponen pembentuk atau bahan baku yang dibutuhkan. Jika bahannya tidak tersedia maka aktifitas mulai pelayanan tidak bisa dilakukan.

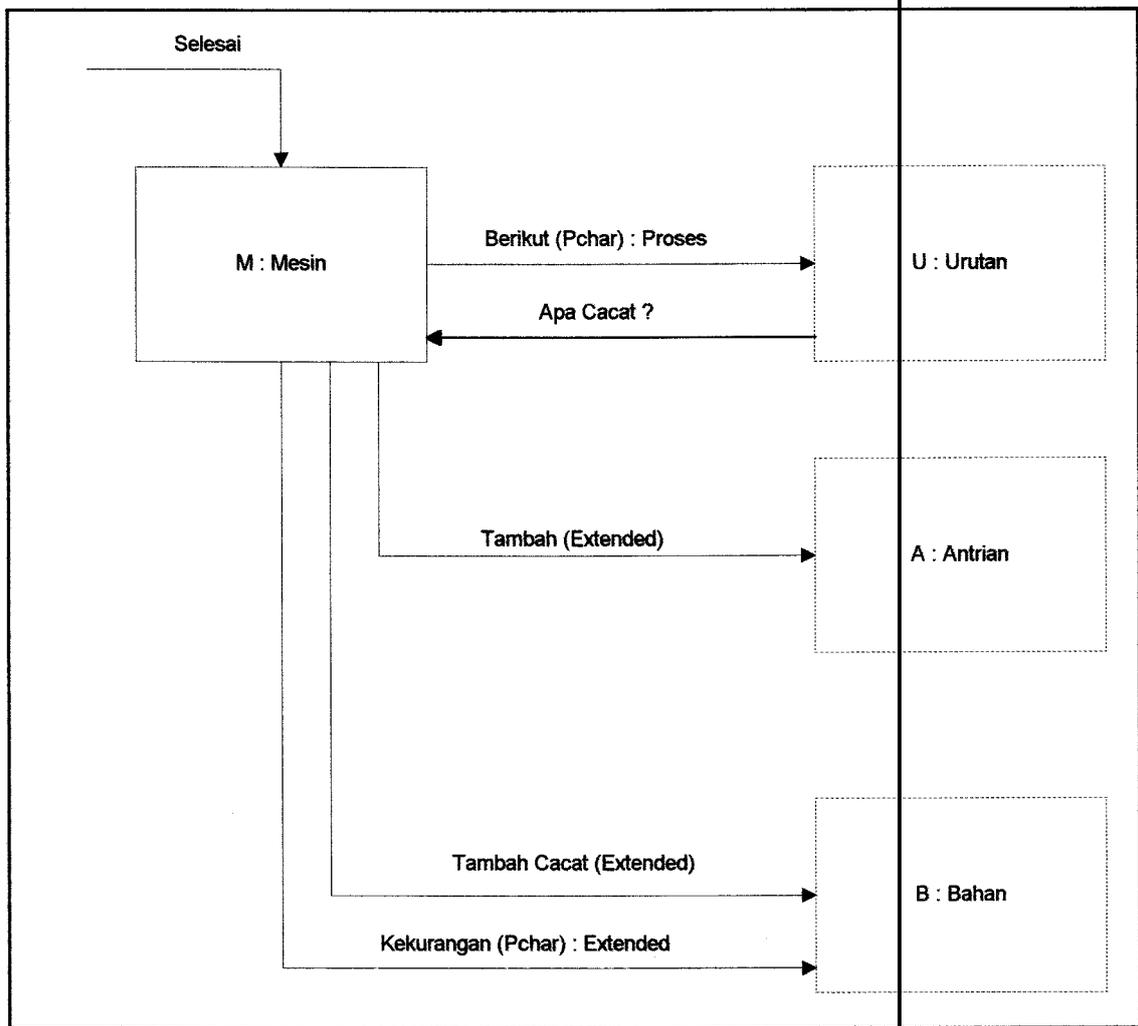


Gambar 3.6 Interaksi obyek pada aktifitas mulai pelayanan.

3.2.3 Selesai pelayanan.

Mencari proses berikutnya untuk job yang telah diprosesnya. Jika proses berikutnya ada, maka antrikan job tersebut pada antrian proses berikut. Tapi sebelum diantrikan dicek apa produk tersebut cacat. Bila cacat jangan diantrikan dan cacat tersebut dimasukkan dalam persediaan job tersebut. Proses berikutnya tidak ada maka proses sekarang menjadi penentu apakah produk tersebut sebagai barang cacat atau tidak. Apabila cacat maka seperti kasus diatas, produk dimasukkan dalam persediaan sebagai benda rejeck, untuk sebaliknya dimasukkan sebagai produk bagus. Langkah

berikutnya adalah mengecek kekurangan bahan. Kekurangan sama dengan nol menunjukkan produksi telah selesai, dan antrian untuk job tersebut dihilangkan. Job yang dihapus dari antrian menjadi barang cacat. Gambaran interaksinya dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Interaksi obyek pada aktifitas selesai pelayanan.

3.3 Model Sistem Produksi Flow Shop

P. T. TI Park memproduksi *satu jenis* produksi mainan anak yang terbuat dari kayu. Data struktur produksi dan routing produksi dari truk tangki dapat dilihat pada lampiran 1. Pada setiap akhir produksi komponen, sup-perakitan dan produk jadi

terdapat inspeksi item dinyatakan bagus atau jelek. Jika item jelek maka akan dilakukan penggantian mulai dari awal proses. Setelah komponen diproduksi kemudian dilanjutkan ke stasiun sub-rakitan yang terdiri atas jalur perakitan Dasar dan Tangki. Dan terdapat satu jalur perakitan produk jadi. Sistem produksi tidak memperbolehkan ada backorder, jika permintaan tidak terpenuhi akan diberi pinalti berupa biaya lost sale. Dalam satu minggu ada lima hari kerja dan dalam satu hari terdapat 8 jam reguler dan 2 jam overtime. Pada awal berdirinya perusahaan memiliki modal Rp 100 Juta. Setelah dilakukan pembelian barang modal dan lain-lain, maka sisa kas sebesar Rp30 Juta.

Tata letak sistem produksi dan kebutuhan setup

Terdapat tiga jalur produksi, perakitan barang setengah jadi dan perakitan produk jadi. Pada tiap jalur dilayani oleh satu regu operator. Waktu setup untuk semua jalur produksi berpindah dari komponen satu ke komponen lainnya adalah 20 menit. Sedang untuk jalur perakitan sub-perakitan dan perakitan produk jadi 10 menit.

3.4 Model Sistem Produksi Batch Flow.

Perusahaan P.T. TI Park melakukan diversifikasi produk menjadi *lima jenis* produksi yaitu Truk Tangki, Truk Bak, Truk Trailer, Truk Dump dan Truk Mix. Proses produksi sama terdiri dari pabrikasi komponen, sub-perakitan dan perakitan produk jadi. Sruktur produk dan urutan proses truk bak seperti pada model flow shop. Semua data yang dibutuhkan untuk model ini dapat dilihat pada lampiran 2.

3.5 Model Sistem Produksi Job Shop.

P.T. TI Park semakin berkembang sampai menjadi *20 jenis* mainan. Perusahaan memproduksi sesuai pesanan kosumen. Tambahan produk tersebut adalah: Jeep, Traktor, Sedan terbuka, Bemo, Angkudes, Lokomotif, Chevrolet, Oplet, Sedan, Minibus, Limosin, Mobil Sekop, Fork Lift, Mobil Perata dan Formula. Pasar semakin menghendaki pilihan produk yang banyak. Pesanan dilakukan pada satu minggu sebelum perencanaan. Data mengenai produk sebelumnya sama kecuali permintaan pasarnya, untuk produk lainnya terdapat pada lampiran 3. Sebagai kompensasi diversifikasi produk P.T. TI Park membeli sebuah mesin bending dengan harga 2.000.000 rupiah.

BAB IV

MEMBANGUN SIMULATOR

Pertama kita modelkan sistem produksi dengan menggunakan diagram obyek. Dalam tahap ini didapat elemen yaitu : mesin, sel, stasiun, operator, persediaan terdiri dari persediaan barang setengah jadi dan bahan baku atau produk, pemasok, konsumen. Sebagai komponen pengendali jalannya simulasi yaitu; setup, urutan proses dan struktur produk.

4.1 Struktur program sistem produksi.

Ada tiga bagian dasar program, yaitu; (1) masukan perencanaan dan pengendalian produksi seperti jumlah produksi komponen dan perakitan, (2) mensimulasikan masukan dengan memakai kondisi di masa lalu, dan (3) keluaran simulasi berupa jumlah penjualan, biaya produksi dan nilai pengembalian atas investasi.

Karena terdapat tiga metode PPC yang akan diterapkan pada masing-masing sistem produksi, maka harus dibuat suatu disain masukan yang sesuai.

4.2 Disain masukan sistem produksi.

Masukan sistem ini terdiri dari penentuan jumlah produksi produk jadi, komponen dan sub-perakitan. Membuat pesanan bahan baku. Karena terdapat tiga metode untuk membuat perencanaan dan pengendalian produksi ada dua pokok yang menjadi perhatian: *ukuran batch* untuk sistem konvensional dan Perencanaan

Kebutuhan Bahan serta ukuran *persediaan maksimal* yang harus dipenuhi untuk sistem Just-in-Time.

Langkah pemasukan data ke dalam model simulasi:

1. Untuk tiap komponen dilakukan pembebanan pada jam reguler dan overtime. Pada masukan ini pemasukan tiap metode memiliki arti yang berbeda. Untuk sistem EOQ dan Perencanaan Kebutuhan Bahan ukuran tersebut menunjukkan ukuran produksi yang harus dipenuhi dengan jam reguler dan overtime. Sedangkan untuk Just-in-Time harus diartikan sebagai persediaan maksimal komponen selama satu periode perencanaan.
2. Melakukan perhitungan kebutuhan kapasitas dengan alokasi pada langkah pertama. Jika kapasitas tidak mencukupi harus dilakukan pembebanan ulang.
3. Alokasi pada bagian perakitan barang setengah jadi dan produk jadi.
4. Sistem akan menghitung alokasi beban sudah mencukupi atau belum. Jika belum langkah ketiga harus diulangi lagi.
5. Langkah terakhir adalah penentuan urutan produksi karena menggunakan fasilitas produksi yang sama yaitu:
 - Penentuan prioritas produksi komponen yang harus diproduksi.
 - Penentuan prioritas model kendaraan yang diproduksi.

4.3 Disain keluaran sistem produksi.

Keluaran dari sistem ini adalah:

- Posisi persediaan pada akhir periode perencanaan.
- Biaya persediaan, produksi komponen, sub-perakitan dan produk jadi.
- Perhitungan rugi laba.
- Perhitungan Return on Investment (ROI)

Nilai persediaan guna mencari biaya penyimpanan dihitung sebagai berikut :

- Nilai bahan baku = Harga bahan baku
- Nilai komponen = Harga bahan baku + Biaya permesinan
- Nilai produk setengah jadi = Harga bahan baku + Biaya permesinan + Biaya perakitan produk setengah jadi
- Nilai produk setengah jadi = Harga bahan baku + Biaya permesinan + Biaya perakitan produk setengah jadi + biaya perakitan produk jadi

Penentuan biaya produksi

1. Biaya produksi = (Biaya produksi per jam x waktu proses) + (alokasi tenaga kerja reguler dan overtime x waktu proses)
2. Biaya perakitan = (Biaya perakitan per jam x waktu proses) + (alokasi tenaga kerja reguler dan overtime x waktu proses)

3. Biaya perakitan produk jadi = (Biaya perakitan per jam x waktu proses) + (alokasi tenaga kerja reguler dan overtime x waktu proses)
4. Biaya overhead merupakan prosentase dari biaya tenaga kerja langsung. Dan biaya pasca produksi seperti biaya administrasi dan transportasi. Biaya tersebut dapat ditentukan sebagai prosentase biaya tetap yang dialokasikan misalnya 6%.
5. Total biaya merupakan penjumlahan dari point satu sampai empat.

Perhitungan Return on Investment

1. Penentuan harga penjualan merupakan penjumlahan dari total biaya produksi ditambah keuntungan yang ingin diperoleh. $\text{Penjualan} = \text{total biaya} + \text{keuntungan yang diinginkan}$.
2. Model akan membangkitkan permintaan untuk harga tersebut.
3. $\text{Pendapatan operasi} = \text{penjualan} - \text{biaya (produksi, penjualan, pengiriman dan administrasi)}$
4. $\text{Pendapatan atas penjualan} = \text{Pendapatan operasi} / \text{penjualan}$.
5. $\text{Total investasi} = \text{modal tetap} + \text{modal kerja (persediaan, piutang dan kas)}$
6. $\text{Asset Turnover} = \text{penjualan} / \text{total investasi}$. Nilai ini menunjukkan kemampuan perusahaan untuk melakukan penjualan pada tingkat asset tertentu.
7. $\text{Return on Investment} = \text{Pendapatan atas Penjualan} \times \text{Asset Turnover}$.

4.3 Validasi Generator Random dan Distribusi

Pada generator bilangan acak peluang munculnya tiap bilangan adalah sama. Maka dari itu untuk mengujinya dipakai uji uniform. Dari uji didapat signifikan level melebihi 0.05 maka distribusi bilangan acak tersebut adalah uniform.

Begitu juga untuk distribusi normalnya dari pengujian didapatkan signifikan levelnya melebihi 0.05, maka distribusi disimpulkan sama dengan distribusi empirisnya.

BAB V

MENJALANKAN PROGRAM

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah dalam menggunakan simulator. Sedangkan hasil runding dari program itu sendiri ada pada bagian lampiran. Langkah pertama penggunaan simulator ini adalah dengan cara memanggil skenario dari sistem produksi.

Setelah itu ada beberapa pilihan yaitu; melakukan pemesanan bahan baku, merubah tingkat produksi dan ukuran transfer tiap batch, penetapan harga produk dan pemberian prioritas produksi tiap alur, baik pada alur perakitan maupun pada alur produksi. Setelah semua pilihan dimasukkan nilainya, maka proses simulasi dapat dimulai.

Langkah selanjutnya simulator akan memberikan keluaran berupa perhitungan untung - rugi dan nilai Return On Investment (ROI). Sampai di sini langkah simulasi ini berakhir.

Hal serupa akan dilakukan kembali bila user menginginkan perhitungan ulang atau menghendaki perhitungan yang lainnya.

BAB VI

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan tahap disain sampai penerapan model perusahaan, maka didapat kesimpulan bahwa simulator penjadwalan merupakan tempat penerapan dan pendalaman ilmu Perencanaan dan Pengendalian Produksi yang diperoleh di bangku kuliah yang mudah dan murah. Dengan mempelajari tiga lingkungan sistem produksi yang berbeda pemakai simulator diharapkan penguasaan materi PPC menjadi lebih baik.

5.2 Saran

Simulator ini dapat dikembangkan menjadi suatu sistem sehingga perusahaan satu dengan perusahaan lainnya saling bersaing memperebutkan satu pasar. Dan pasar tersebut dapat dimodelkan dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik, jadi simulator tersebut merupakan gabungan antara pendekatan diskrit dan pendekatan kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Pidd, Michael** : *“Computer simulation in Management science”*; 2nd Edition, 1988 by John Wiley and Sons Ltd.
2. **Vollmann, Thomas E.**, *Manufacturing Planning and Control System* Third Edition Richard D. Irwin Inc., 1992.
3. **Monden, Yasuhiro**; *“Toyota Production System : Practical Approach To Production Management”*; Industrian Engineering and Management Press, Tsukuba, 1988.

1. Lampiran Model Sistem Produksi Flow Shop

Tabel 1.1 Data Struktur Produk Truk Tangki

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1	Kepala			1	Unit
(2.)	Dasar			1	
		Rangka		1	
		Slot		6	
		Paku		12	
(3.)	Tangki			1	
		Tangki		1	
		Corong		1	
		Lem		4	mm ³
(4.)	Accelerate			3	Unit
		As		1	
		Ban		2	
5.	Lem			98	mm ³

Tabel 1.2 Data Urutan Proses Produksi Komponen Truk Tangki

No.	Nama	Proses	Waktu(menit)	Cacat (%)	Bahan
1.	Kepala	Gergaji Potong	0.5	3	B1 (6)
		Gergaji Pita	0.25		
2.	Rangka	Gergaji Belah	0.5	3	P (20x5)
		Gergaji Potong	0.5		
3.	Slot	Potong	0.08	3	L1 (1x3)
		Forging	0.08		
		Drill	0.08		
4.	Tangki	Gergaji Potong	0.5	3	B2 (13.5)
		Freis	1.0		
5.	Corong	Freis	0.5	3	B3 (1)
		Gergaji Potong	0.25		
6.	As	Potong	0.05	3	L2 (6)
		Forging	0.05		
7.	Ban	Freis	0.45	3	B4 (1)
		Gergaji Potong	0.25		
8.	Dasar	Perakitan	1	2	
9.	Tangki	Perakitan	0.25	2	
10.	Truk tangki	Perakitan	1	2	

Keterangan :

B1 = Balok tipe 1 dengan A(5cmx4.5cm)

B2 = Balok tipe 2 dengan A(5cmx5.5cm)

B3 = Balok tipe 3 dengan A(2cmx2cm)

B4 = Balok tipe 4 dengan A (3cmx3cm)

P = Papan dengan ketebalan 0.5 cm

L1 = Lempengan aluminium

L2 = Kawat dengan diameter 0.5 cm

Tabel 1.3 Tata Letak Mesin Produksi

Jalur	Mesin	Komponen
I	Freis - Gergaji Potong - Drill	Ban, Tangki, Corong
II	Potong - Forging Drill	Slot, As
III	G. Belah - G. Potong - G. Pita	Kepala, Rangka

Kapasitas tiap jalur untuk memproduksi komponen

Nama	Waktu standard (menit)	Produksi maksimal per hari (unit)	Keluhan dengan faktor cacat (unit)
Kepala	1,575	380	368
Rangka	2,1	285	276
Slot	1,8375	326	316
Tangki	3,15	190	184
Corong	1,575	380	368
As	0,7875	761	738
Ban	1,575	380	368
(Dasar)	3,675	163	159
(Tangki)	0,525	1142	1119
(Truk)	0,525	1142	1119

Tabel 1.4 Biaya - Biaya Yang Terdapat Dalam Model Ini

Keterangan	Biaya (Rp)
Biaya bahan baku	
Biaya pemesanan sekali pesan	
Balok tipe 1	20.000,-
Balok tipe 2	20.000,-
Balok tipe 3	20.000,-
Balok tipe 4	20.000,-

Lembaran aluminium	20 000,-
Kawat diameter 0.5 cm ²	20 000,-
Papan	15 000,-
Biaya penyimpanan komponen, sub-perakitan dan produk	
Biaya set-up semua komponen (satu kali set-up)	40 000,-
Biaya penyimpanan komponen fraksi biaya 1.5 %	

BIAYA PABRIKASI	
Biaya permesinan per jam	3.000,-
Biaya tenaga kerja per jam	
Reguler	5.000,-
Overtime	8.000,-

BIAYA SUB-RAKITAN	
Biaya perakitan per jam	3.000,-
Biaya tenaga kerja perakitan per jam	
Reguler	5.000,-
Overtime	8.000,-
BIAYA PERAKITAN PRODUK JADI	
Biaya permesinan per jam	3.000,-
Biaya tenaga kerja per jam	
Reguler	5.000,-
Overtime	8.000,-

Data lead time pemesanan bahan baku dan komponen pembentuk produk:

Bahan	Lead Time (minggu)	Biaya	Satuan
Balok tipe 1	1	23	cm
Balok tipe 2	1	25	cm
Balok tipe 3	1	10	cm
Balok tipe 4	1	15	cm
Papan setebal 0.5cm	U[1,2]	2	cm ²
Lempengan aluminium	1	5	cm ²
Paku	1	10	unit
Kawat	1	15	cm
Lem	1	0,5	mm ³

Tabel 1.5 Harga dan Permintaan Truk Tangki

Harga (Ribu)			Permintaan (unit)
5000	< X		U[85,155]
5500	< X <	6000	U[80,150]
6000	< X <	6500	U[75,145]
6500	< X <	7000	U[70,140]
7000	< X <	7500	U[65,130]
7500	< X <	8000	U[60,120]
8000	< X <	8500	U[55,110]
8500	< X <	9000	U[50,100]
9000	< X <	9500	U[45,95]
9500	< X <	10000	U[40,90]
10000	< X <	10500	U[35,85]
10500	< X <	11000	U[30,80]
11000	< X		U[25,75]

2. Lampiran Model Sistem Produksi Batch Flow.

Tabel 2.1 Data Struktur Produk Truk Bak

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Kepala			1	Unit
(2.)	Dasar			1	
3.		Rangka		1	
4.		Slot		6	
5.		Paku		12	
(6.)	Bak			1	
7.		Bak samping		2	
8.		Bak Depan Blk		2	
9.		Bak Bawah		1	
10.		Lem		55	mm ³
(11.)	Acelerate			3	Unit
12.		As		1	
13.		Ban		2	
14.	Lem			93	mm ³

Tabel 2.2 Data Urutan Proses Produksi Komponen Truk Bak

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat	Bahan
1.	Kepala	Gergaji Potong	0.45	3	B1 (4)
		Gergaji Pita	0.25		
2.	Rangka	Gergaji Belah	0.45	3	P (19x5)
		Gergaji Potong	0.25		
3.	Slot	Potong		3	L1 (3x1)
		Forging			
		Drill			
4.	Bak Samping	Gergaji Belah	0.35	3	P (5x5.5)
		Gergaji Potong	0.25		
5.	Bak Depan Blk	Gergaji Belah	0.15	3	P (5.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
6.	Bak Bawah	Gergaji Belah	0.35	3	P (13.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
7.	Ban	Freis		3	B4 (1)
		Gergaji Potong			
8.	As	Potong		3	L2 (6)
		Forging			
9.	Bak	Perakitan	0.75	2	
10.	Truk Bak	Perakitan	0.45	2	

Tabel 2.3 Data Struktur Produk Truk Trailer

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Kepala			1	Unit
(2.)	Dasar			1	
3.		Rangka		1	
4.		Slot		6	
5.		Paku		12	
(6.)	Accelerate			3	
7.		As		1	
8.		Ban		2	
9.	Mur baut			1	
(10.)	Gandengan			1	
(11.)		Dasar		1	
12.			Rangka	1	
13.			Slot	4	
14.			Paku	8	
15.			Penyambung	1	
16.			Lem	3	mm ³
(17.)		Kontainer		1	Unit
18.			K. Samping	2	
19.			K. Depan Blk.	2	
20.			K. Atas Bwh	2	
21.	Lem			25	mm ³

Tabel 2.4 Urutan Proses Produk Truk Trailer

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan
1.	Kepala	Gergaji Potong	0.45	3	B5 (6.5)
		Gergaji Pita	0.25		
2.	Rangka	Gergaji Belah	0.3	3	P (13x5)
		Gergaji Potong	0.2		
3.	Slot	Potong		3	L1 (3x1)
		Forging			
		Drill			
4.	Kontainer Samping	Gergaji Belah	0.4	3	P (17x7)
		Gergaji Potong	0.25		
5.	K. Depan Blk	Gergaji Belah	0.25	3	P (7x4)
		Gergaji Potong	0.20		
6.	K Atas Bawah	Gergaji Belah	0.35	3	P (16x4)
		Gergaji Potong	0.25		
7.	Ban	Freis		3	B4 (1)
		Gergaji Potong			

8.	As	Potong		3	L2 (6)
		Forging			
9.	Penyambung	Gergaji Belah	0.25	3	P (4.5x2)
		Gergaji Potong	0.10		
		Drill	0.25		
10.	Rangka Gandengan	Gergaji Potong	0.45	3	P (19x5)
		Gergaji Belah	0.45		
11.	Trailer	Perakitan	1	2	
12.	Kontainer	Perakitan	0.75	2	
13.	Gandengan	Perakitan	0.10	2	
14.	Dasar trailer	Perakitan	0.45	2	
15.	Dasar gandengan	Perakitan	0.45	2	

Keterangan :

B5 = Balok dengan penampang A(5cmx5cm)

Tabel 2.5 Data Struktur Produk Truk Dump

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Kepala			1	Unit
(2.)	Dasar			1	
3.		Rangka		1	
4.		Slot		6	
5.		Paku		12	
(6.)	Accelerate			3	
7.		As		1	
8.		Ban		2	
(9.)	Dump				
10.		D. Samping		2	
11.		D. Depan Blk		2	
12.		D. Bawah		1	
13.		Lem		45	mm ³
14.	Lem			63	

Tabel 2.6 Urutan Proses Produk Truk Dump

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan
1.	Kepala	Gergaji Potong	0.45	3	B1 (4)
		Gergaji Pita	0.25		
2.	Rangka	Gergaji Belah	0.45	3	P (19x5)
		Gergaji Potong	0.45		

3.	Slot	Potong		3	L1 (3x1)
		Forging			
		Drill			
4.	As	Potong		3	L2 (6)
		Forging			
5.	Dump Samping	Gergaji Belah	0.3	3	P (13.5x4.5)
		Gergaji Potong	0.15		
6.	Dump Depan Blk.	Gergaji Belah	0.15	3	P (4.3x4)
		Gergaji Potong	0.15		
7.	Dump Bawah	Gergaji Belah	0.20	3	P (10.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
8.	Dasar	Perakitan	1	2	
9.	Dump	Perakitan	0.75	2	
10.	Truk Dump	Perakitan	0.5	2	

Tabel 2.7 Data Struktur Produk Truk Mix

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Kepala			1	Unit
(2.)	Dasar			1	
3.		Rangka		1	
4.		Slot		6	
5.		Paku		12	
(6.)	Accelerate			3	
7.		As		1	
8.		Ban		2	
(9.)	Mix			1	
10.		Mix		1	
11.		Penyangga		2	
12.		Paku		2	
13.		Lem		1	mm ³
14.	Lem			25	

Tabel 2.8 Urutan Proses Produk Truk Mix

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Kepala	Gergaji Potong	0.45	3	B5 (6.5)
		Gergaji Pita	0.25		
2.	Rangka	Gergaji Belah	0.45	3	P (19x5)
		Gergaji Potong	0.15		

3.	Slot	Potong		3	L1 (3x1)
		Forging			
		Drill			
4.	As	Potong		3	L2 (6)
		Forging			
5.	Mix	Gergaji Potong	0.45	3	B5 (7.5)
		Freis	0.85		
6.	Penyangga	Gergaji Belah	0.15	3	P (4.5x1)
		Gergaji Potong	0.1		
7.	Truk Mix	Perakitan	0.5	2	

Tabel 2.9 Tata Letak Mesin Produksi

Jalur	Mesin	Komponen
I	Freis - Gergaji Potong - Drill	Ban. Tangki. Corong. Mix
II	G. Belah - G. Potong - G. Pita	Kepala, Rangka, Bak, Kontainer, Dump
III	Potong - Forging - Drill	Slot, As

Tabel 2.10 Harga dan Permintaan

No	Produk	Harga (Ribuan)	Permintaan
1	Truk Tangki	$X < 7.5$	U[65,115]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[60,110]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[55,105]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[50,100]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[45,95]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[40,90]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[35,85]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[30,80]
2	Truk Bak	$X < 7.5$	U[70,95]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[65,90]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[60,85]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[55,80]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[50,75]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[45,70]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[40,65]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[35,60]
	$11 \leq X <$	U[30,55]	

3	Truk Trailer	$X < 7.5$	U[60,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,55]
4	Truk Dump	$X < 7.5$	U[55,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[50,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[45,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[40,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[35,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[30,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[25,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[20,55]
5	Truk Mix	$X < 7.5$	U[60,100]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,95]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,90]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,85]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,80]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,75]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,70]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,65]
	$11 \leq X <$	U[20,60]	

3 Lampiran Model Sistem Produksi Job Shop.

Tab 3.1 Data Struktur Produk Jeep

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Bodi samping			2	Unit
2.	Atap			1	
3.	Kap			1	
4.	Tutup depan			1	
5.	Tutup			1	
6.	Ban serep			1	
7.	Mika			1	
(8.)	Dasar			1	
9.		Rangka		1	
10.		Slot		4	
11.		Paku		8	
12.	Accelerate			2	
13.		As		1	
14.		Ban		2	
15.	Lem			90	mm ³

Tabel 3.2 Urutan Proses Produk Jeep

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Bodi samping	Gergaji Belah	0.45	3	P (13x7.5)
		Gergaji Potong	0.20		
		Gergaji Pita	0.30		
2.	Atap	Gergaji Belah	0.20	3	P (6.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
3.	Kap	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x4)
		Gergaji Potong	0.15		
4.	Ttp. Depan	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x4)
		Gergaji Potong	0.15		
5.	Ttp. Belakang	Gergaji Belah	0.25	3	P (7.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
6.	Mika	Potong	0.15	3	M (3.5x5)
7.	Rangka	Gergaji Belah	0.45	3	P (13x5)
		Gergaji Potong	0.20		

Tabel 3.3 Data Struktur Produk Traktor

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Bodi samping			2	Unit
2.	Kap			1	
3.	Ttp. Depan			2	
(4.)	Dasar			1	
5.		Slot		4	
6.		Paku		8	
7.		Rangka		1	
8.	Acc. Depan			1	
9.		As		1	
10.		Ban		2	
11.	Acc. Belakang			1	
12.		As		1	
13.		Ban besar		2	
14.	Lem				mm ³

Tabel 3.4 Urutan Proses Produk Traktor

No.	Nama	Proses	Waktu	Carat (%)	Bahan Baku
1.	Bodi	Gergaji Belah	0.31	3	P (8x4.5)
		Gergaji Potong	0.15		
2.	Kap	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x4)
		Gergaji Potong	0.15		
3.	Ttp. Depan	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x4.5)
		Gergaji Potong	0.16		
4.	Ban Besar	Freis	0.40	3	B5 (1)
		Gergaji Potong	0.15		

Tabel 3.5 Data Struktur Produk Sedan Terbuka

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Bodi samping			2	Unit
2.	Ttp. Depan			2	
3.	Kap Depan			1	
4.	Kap Belakang			1	
5.	Kaca depan			1	
6.	Lem				mm ³
(7.)	Dasar			1	Unit
8.		Rangka		1	
9.		Slot		4	

10.		Paku		8	
11.	Accelerate			2	
12.		As		1	
13.		Ban		2	

Tabel 3.6 Urutan Proses Produk Sedan Terbuka

No.	Nama	Proses	Waktu	Catut (%)	Bahan Baku
1.	Bodi	Gergaji Belah	0.45	3	P (13x4)
		Gergaji Potong	0.15		
2.	Kap depan	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x3.5)
		Gergaji Potong	0.10		
3.	Kap	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x2.5)
		Gergaji Potong	0.10		
4.	Kaca depan	Gergaji Belah	0.20	3	P (5x2)
		Gergaji Potong	0.05		

Tabel 3.7 Data Struktur Produk Bemo

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Bodi samping			2	
6.	Atap			1	
7.	Moncong			2	
8.	Tutup			1	
9.	Acc. Belakang			1	
10.		As		1	
11.		Ban		2	
12.	Acc. Depan			1	
13.		As pendek		1	
14.		Ban		1	
15.	Lem				mm ³
16.	Sekat depan			1	Unit

Tabel 3.8 Urutan Proses Produk Bemo

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan
1.	Bodi samping	Gergaji Belah	0.32	3	P (9x9)
		Gergaji Potong	0.32		
2.	Kaca	Potong	0.40	3	M (3.5x5)
3.	Rangka	Gergaji Belah	0.45	3	P (13x5)
		Gergaji Potong	0.15		
4.	Moncong depan	Gergaji Belah	0.12	3	P (4x4)
		Gergaji Potong	0.12		
		Gergaji Pita	0.40		
5.	Tutup	Gergaji Belah	0.30	3	P (6.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
		Bending	0.10		

Tabel 3.9 Data Struktur Produk Angkudes

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Accelerate			2	
6.		As		1	
7.		Ban		2	
8.	Kepala samping			2	
9.	Ttp. depan			1	
10.	Kaca			1	
11.	Atap			1	
12.	Kap samping			2	
13.	Kap atap			1	
14.	Lem				mm ³
15.	Kepala			1	Unit

Tabel 3.10 Urutan Proses Produk Angkudes

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat	Bahan
1.	Kepala samping	Gergaji Belah	0.32	3	P (7.5x5)
		Gergaji Potong	0.25		
2.	Kepala belakang	Gergaji Belah	0.31	3	P (7x4)
		Gergaji Potong	0.15		
3.	Kap samping	Gergaji Belah	0.35	3	P (8x7.5)
		Gergaji Potong	0.35		
4.	Kap atap	Gergaji Belah	0.35	3	P (8x4)
		Gergaji Potong	0.15		

Tabel 3.11 Data Struktur Produk Lokomotif

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Rumah loko			1	
6.	Tabung			1	
7.	Cerobong			1	
8.		Corong		1	
9.		Pipa		1	
10.	Lem				mm ³

Tabel 3.12 Urutan Proses Produk Lokomotif

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Rangka	Gergaji Belah	0.45	3	P (11x5)
		Gergaji Potong	0.20		
2.	Rumah Loko	Gergaji Potong	0.20	3	B6 (7.5)
		Freis	0.30		
3.	Tabung	Freis	0.45	3	B4 (5)
		Gergaji Potong	0.15		
4.	Corong	Freis	0.40	3	B3 (1)
		Gergaji Potong	0.15		
5.	Pipa	Freis	0.40	3	B7 (1)
		Gergaji Potong	0.15		

Tabel 3.13 Data Struktur Produk Chevrolet

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
1.	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Kepala samping			2	
6.	Atap			1	
7.	Kap			1	
8.	Tutup depan			1	
(9.)	Bak			1	
10.		Samping		2	
11.		Depan Blk.		2	
12.		Bawah		1	
13.		Lem			mm ³
14.	Accelerate			2	Unit
15.		As		1	
16.		Ban		2	
17.	Lem				mm ³

Tabel 3.14 Urutan Proses Produk Chevrolet

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Kepala samping	Gergaji Belah	0.30	3	P (7x5)
		Gergaji Potong	0.20		
2.	Kap	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x2)
		Gergaji Potong	0.10		
3.	Kaca	Potong	0.35	3	M (2.5x5)
4.	Bak samping	Gergaji Belah	0.45	3	P (12x2.5)
		Gergaji Potong	0.10		
5.	Bak bawah	Gergaji Belah	0.45	3	P (12x4)
		Gergaji Potong	0.20		

Tabel 3.15 Data Struktur Produk Oplet

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Bodi samping			2	

6.	Atap			1	
7.	Tutup Depan			1	
8.	Tutup Belakang			1	
9.	Kap			1	
10.	Kaca			1	
11.	Lem				mm ³

Tabel 3.16 Urutan Proses Produk Oplet

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Bodi samping	Gergaji Belah	0.45	3	P (14x7.5)
		Gergaji Potong	0.30		
		Gergaji Pita	0.30		
2.	Atap	Gergaji Belah	0.45	3	P (10.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
		Bending	0.15		
3.	Kap	Gergaji Belah	0.15	3	P (4.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
		Bending	0.15		
4.	Kaca	Potong	0.35	3	M (5x4)

Tabel 3.17 Data Struktur Produk Sedan

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Accelerate			2	
6.		As		1	
7.		Ban		2	
8.	Bodi samping			1	
9.	Atap			1	
10.	Kap depan			1	
11.	Kap belakang			1	
12.	Tutup depan			2	
13.	Kaca depan			1	
14.	Kaca belakang			1	
15.	Lem				mm ³

Tabel 3.18 Urutan Proses Produk Sedan

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan
1.	Bodi samping	Gergaji Belah	0.45	3	P (19x5.5)
		Gergaji Potong	0.20		
		Gergaji Pita	0.30		
2.	Kaca depan	Potong	0.15	3	M (3x5)
3.	Kaca belakang	Potong	0.15	3	M (2x5)
4.	Kap belakang	Gergaji Belah	0.20	3	P (4.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
		Bending	0.15		

Tabel 3.19 Data Struktur Produk Minibus

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Accelerate			2	
6.		As		1	
7.		Ban		2	
8.	Bodi samping			2	
9.	Tutup Depan			2	
10.	Atap			1	
11.	Lem				mm ³

Tabel 3.20 Urutan Proses Produk Minibus

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat	Bahan Baku
1.	Bodi samping	Gergaji Belah	0.45	3	P (19x7.5)
		Gergaji Potong	0.40		
		Gergaji Pita	0.35		
2.	Atap	Gergaji Belah	0.50	3	P (20x4)
		Gergaji Potong	0.15		
		Bending	0.15		

Tabel 3.21 Data Struktur Produk Limosin

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Accelerate			2	
6.		As		1	
7.		Ban		2	
8.	Bodi samping			1	
9.	Atap			1	
10.	Kap depan			1	
11.	Kap belakang			1	
12.	Tutup depan			2	
13.	Kaca depan			1	
14.	Kaca belakang			1	
15.	Lem				mm ³

Tabel 3.22 Urutan Proses Produk Limosin

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Bodi samping	Gergaji Belah	0.45	3	P (19x4.5)
		Gergaji Potong	0.15		
2.	Atap	Gergaji Belah	0.30	3	P (10.5x4)
		Gergaji Potong	0.10		
3.	Tutup depan	Gergaji Belah	0.10	3	P (2x4)
		Gergaji Potong	0.10		
4.	Kaca depan	Potong	0.30	3	M (2.5x5)
5.	Kaca belakang	Potong	0.30	3	M (2x5)

Tabel 3.23 Data Struktur Produk Mobil Sekop

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Bodi samping			2	
6.	Tutup depan blk.			2	
7.	Kap			1	
(8.)	Sekop			1	

9.		Pemegang		2	
(10.)		Sekop			
11.			Sisi Bawah		
12.			Sisi Tegak		
13.			Sisi Samping		
14.			Lem		mm ³
15.		Mur Baut		4	Unit
16.	Lem				mm ³

Tabel 3.25 Urutan Proses Produk Mobil Sekop

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat(%)	Bahan
1.	Rangka	Gergaji Belah	0.30	3	P (8x5)
		Gergaji Potong	0.15		
2.	Pemegang	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x1)
		Gergaji Potong	0.10		
		Drill	0.10		
3.	Sekop bawah	Gergaji Belah	0.10	3	P (3.5x5)
		Gergaji Potong	0.10		
4.	Sekop tegak	Gergaji Belah	0.15	3	P (5x4)
		Gergaji Potong	0.10		
5.	Sekop samping	Gergaji Belah	0.10	3	P (4x3)
		Gergaji Potong	0.10		

Tabel 3.26 Data Struktur Produk Fork Lift

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Accelerate			2	
6.		As		1	
7.		Ban		2	
8.	Bodi samping			2	
9.	Tutup depan			2	
10.	Kap			1	
(11.)	Fork			1	
12.		Mur baut		1	
13.		Fork		1	

14.			Sisi tegak	1	
15.			Sisi bawah	1	
16.			Lem		mm ³
17.	Lem				

Tabel 3.27 Urutan Proses Produk Fork Lift

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Tutup depan	Gergaji Belah	0.15	3	P (4.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
		Drill	0.15		
2.	Fork tegak	Gergaji Belah	0.15	3	P (4.5x2)
		Gergaji Potong	0.10		
		Drill	0.15		
3.	Fork bawah	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x2)
		Gergaji Potong	0.10		

Tabel 3.28 Data Struktur Produk Mobil Perata

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Acc. depan			1	
6.		As		1	
7.		Ban		2	
8.	Acc. belakang			1	
9.		As		1	
10.		Ban besar		2	
11.	Kap			1	
12.	Tutup depan			2	
(13.)	Pelindung			1	
14.		Penopang		2	
15.		Tutup		1	
16.		Lem			mm ³
16.	Lem				mm ³

Tabel 3.29 Urutan Proses Produk Perata

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan Baku
1.	Penopang	Gergaji Belah	0.10	3	P (2x2)
		Gergaji Potong	0.10		
2.	Tutup	Gergaji Belah	0.20	3	P (4.5x5)
		Gergaji Potong	0.20		

Tabel 3.30 Data Struktur Produk Formula

No.	Level 1	Level 2	Level 3	Jumlah	Satuan
(1.)	Dasar			1	Unit
2.		Rangka		1	
3.		Slot		4	
4.		Paku		8	
5.	Accelerate			2	
6.		As		1	
7.		Ban		2	
8.	Bodi samping			2	
9.	Kap depan			1	
10.	Kap belakang			1	
11.	Tutup depan			1	
12.	Tutup belakang			1	
13.	Sirip			1	
14.		Penopang		2	
15.		Tutup		1	
16.		Lem			mm ³
17.	Lem				

Tabel 3.31 Urutan Proses Produk Formula

No.	Nama	Proses	Waktu	Cacat (%)	Bahan
1.	Kap depan	Gergaji Belah	0.45	3	P (11.5x4)
		Gergaji Potong	0.15		
2.	Bodi samping	Gergaji Belah	0.45	3	P (19x3.5)
		Gergaji Potong	0.15		
3.	Sirip penopang	Gergaji Belah	0.15	3	P (2.5x1.5)
		Gergaji Potong	0.10		
4.	Sirip tutup	Gergaji Belah	0.15	3	P (4.5x5)
		Gergaji Potong	0.10		

5.	Tutup depan	Gergaji Belah	0.15	3	P (1x5)
		Gergaji Potong	0.05		
6.	Kap belakang	Gergaji Belah	0.15	3	P (4x4)
		Gergaji Potong	0.15		

Tabel 3.32 Harga dan Permintaan

No	Jenis Produk	Harga(Ribu)	Permintaan
1	Truk Tangki	$X < 7.5$	U[65,115]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[60,110]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[55,105]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[50,100]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[45,95]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[40,90]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[35,85]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[30,80]
2	Truk Bak	$11 \leq X <$	U[25,75]
		$X < 7.5$	U[70,95]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[65,90]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[60,85]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[55,80]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[50,75]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[45,70]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[40,65]
3	Truk Trailer	$10.5 \leq X < 11.0$	U[35,60]
		$11 \leq X <$	U[30,55]
		$X < 7.5$	U[60,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,65]
4	Truk Dump	$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,55]
		$11 \leq X <$	U[20,50]
		$X < 7.5$	U[55,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[50,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[45,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[40,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[35,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[30,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[25,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[20,55]
		$11 \leq X <$	U[15,50]

5	Truk Mix	$X < 7.5$	U[60,100]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,95]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,90]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,85]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,80]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,75]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,70]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,65]
6	Jeep	$X < 7.5$	U[65,115]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[60,110]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[55,105]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[50,100]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[45,95]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[40,90]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[35,85]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[30,80]
7	Traktor	$X < 7.5$	U[70,95]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[65,90]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[60,85]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[55,80]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[50,75]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[45,70]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[40,65]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[35,60]
8	Sedan Terbuka	$X < 7.5$	U[60,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,55]
		$11 \leq X <$	U[20,50]

9	Bemo	$X < 7.5$	U[55,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[50,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[45,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[40,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[35,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[30,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[25,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[20,55]
10	Angkudes	$X < 7.5$	U[60,100]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,95]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,90]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,85]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,80]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,75]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,70]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,65]
11	Lokomotif	$X < 7.5$	U[65,115]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[60,110]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[55,105]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[50,100]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[45,95]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[40,90]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[35,85]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[30,80]
12	Chevrolet	$X < 7.5$	U[70,95]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[65,90]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[60,85]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[55,80]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[50,75]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[45,70]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[40,65]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[35,60]
		$11 \leq X <$	U[30,55]

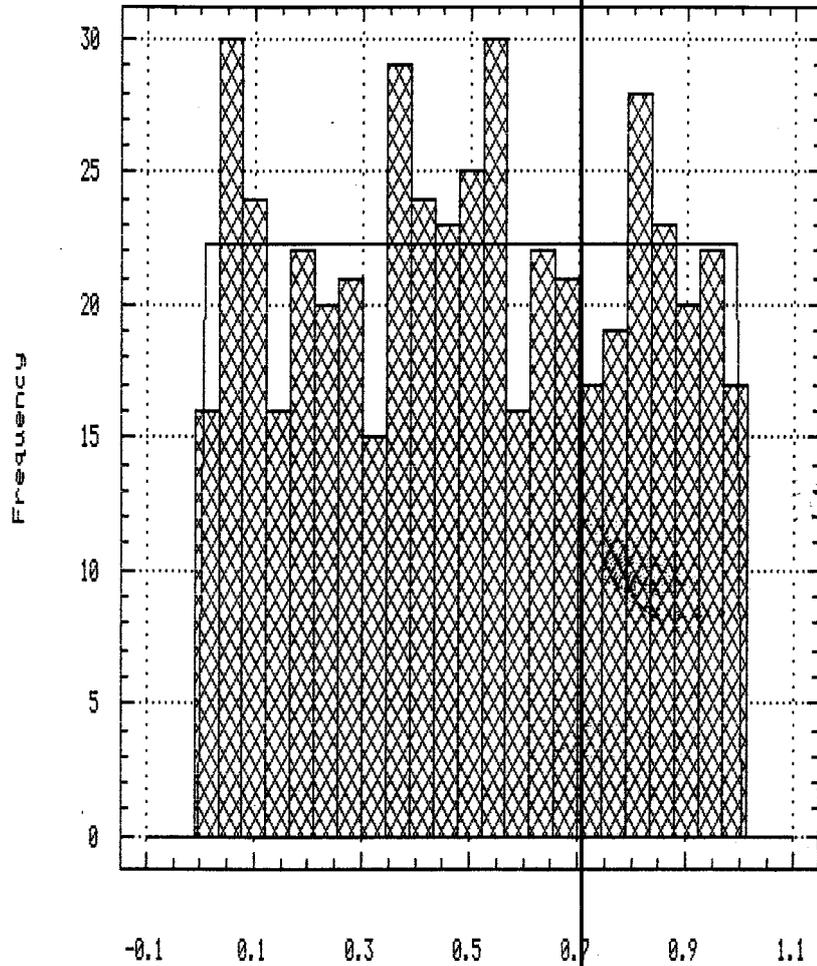
13	Oplet	$X < 7.5$	U[60,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,55]
14	Sedan	$X < 7.5$	U[55,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[50,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[45,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[40,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[35,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[30,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[25,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[20,55]
15	Minibus	$X < 7.5$	U[60,100]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,95]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,90]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,85]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,80]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,75]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,70]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,65]
16	Limosin	$X < 7.5$	U[65,115]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[60,110]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[55,105]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[50,100]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[45,95]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[40,90]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[35,85]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[30,80]
		$11 \leq X <$	U[25,75]

17	Mobil Skop	$X < 7.5$	U[70,95]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[65,90]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[60,85]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[55,80]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[50,75]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[45,70]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[40,65]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[35,60]
18	Fork Lift	$X < 7.5$	U[60,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,55]
19	Mobil Perata	$X < 7.5$	U[55,90]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[50,85]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[45,80]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[40,75]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[35,70]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[30,65]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[25,60]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[20,55]
20	Formula	$X < 7.5$	U[60,100]
		$7.5 \leq X < 8.0$	U[55,95]
		$8.0 \leq X < 8.5$	U[50,90]
		$8.5 \leq X < 9.0$	U[45,85]
		$9.0 \leq X < 9.5$	U[40,80]
		$9.5 \leq X < 10.0$	U[35,75]
		$10.0 \leq X < 10.5$	U[30,70]
		$10.5 \leq X < 11.0$	U[25,65]
		$11 \leq X <$	U[20,60]

Tata letak mesin disusun berdasarkan departemen. Departemen tersebut adalah sebagai berikut:

Nama Mesin	Jumlah
Gergaji Belah	1
Gergaji Potong	2
Gergaji Pita	1
Mesin Potong	1
Mesin Freis	1
Mesin Drill	2
Mesin Bending	1

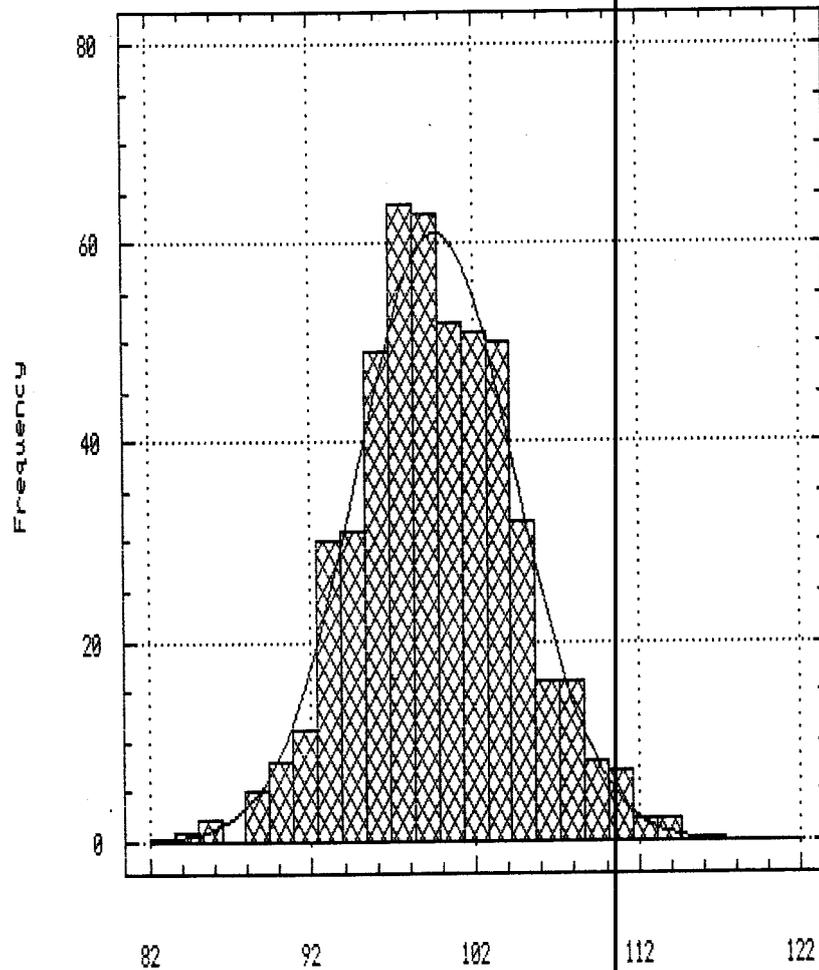
Frequency Histogram



Plotting Bilangan Random

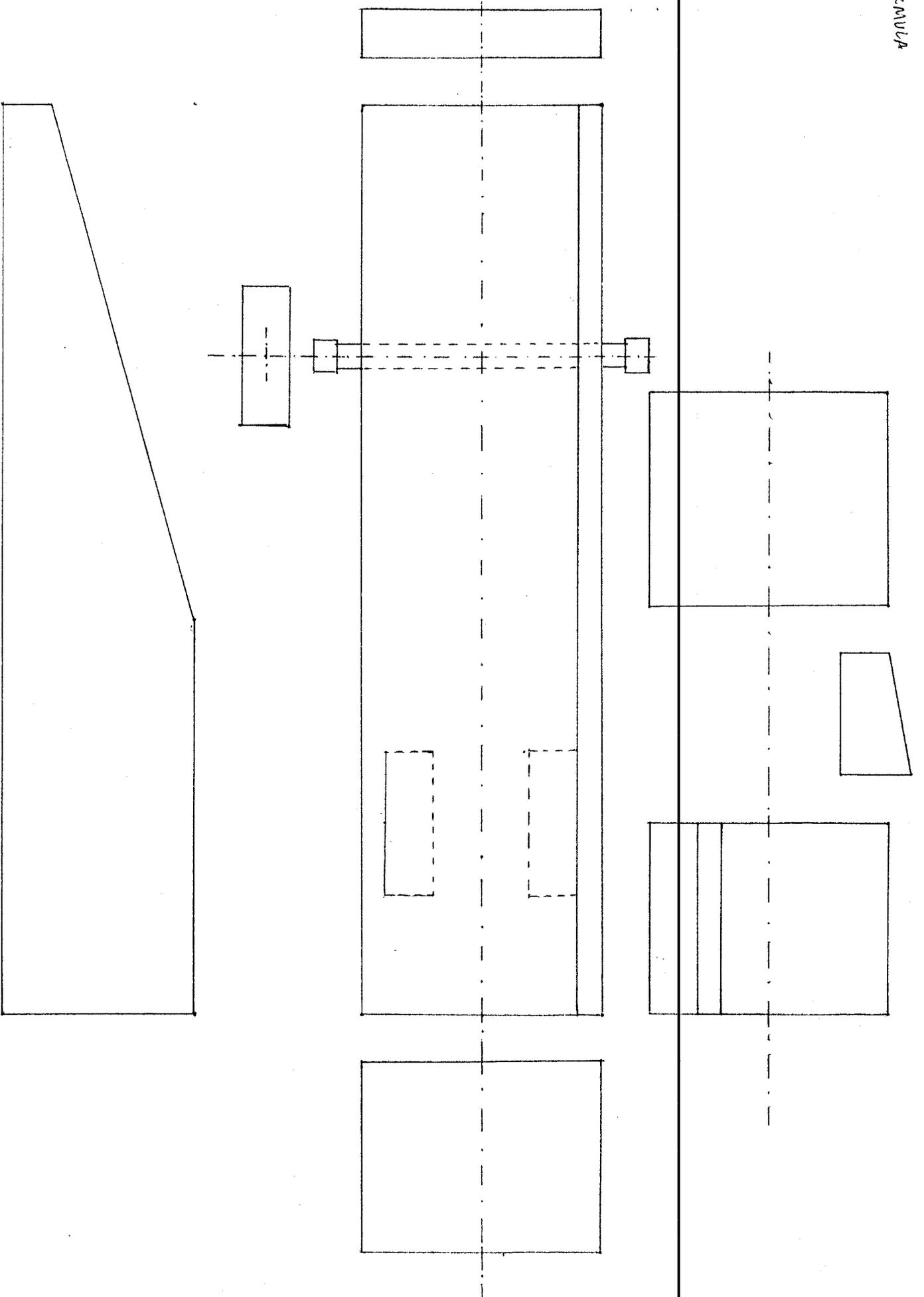
Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0247524
Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.0173839
Estimated overall statistic DN = 0.0247524
Approximate significance level = 0.919277

Frequency Histogram

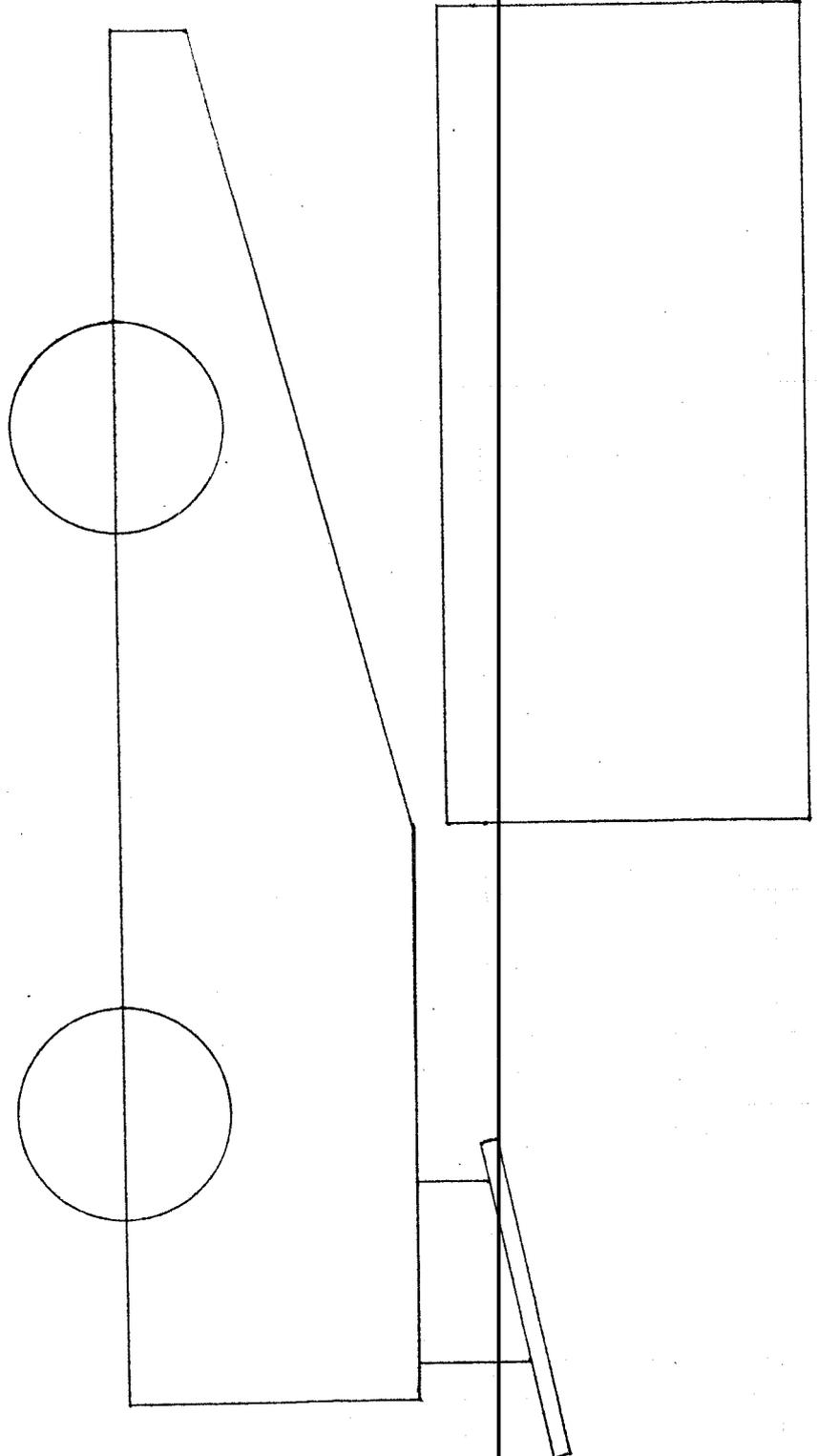


(X 0.01)

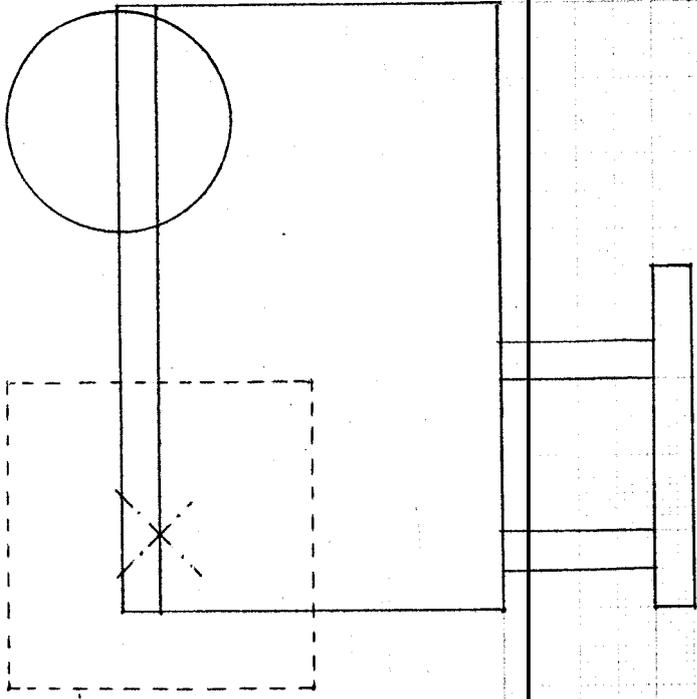
Plotting Distribusi Normal Data
Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0276387
Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.0159812
Estimated overall statistic DN = 0.0276387
Approximate significance level = 0.83956



FORMULA

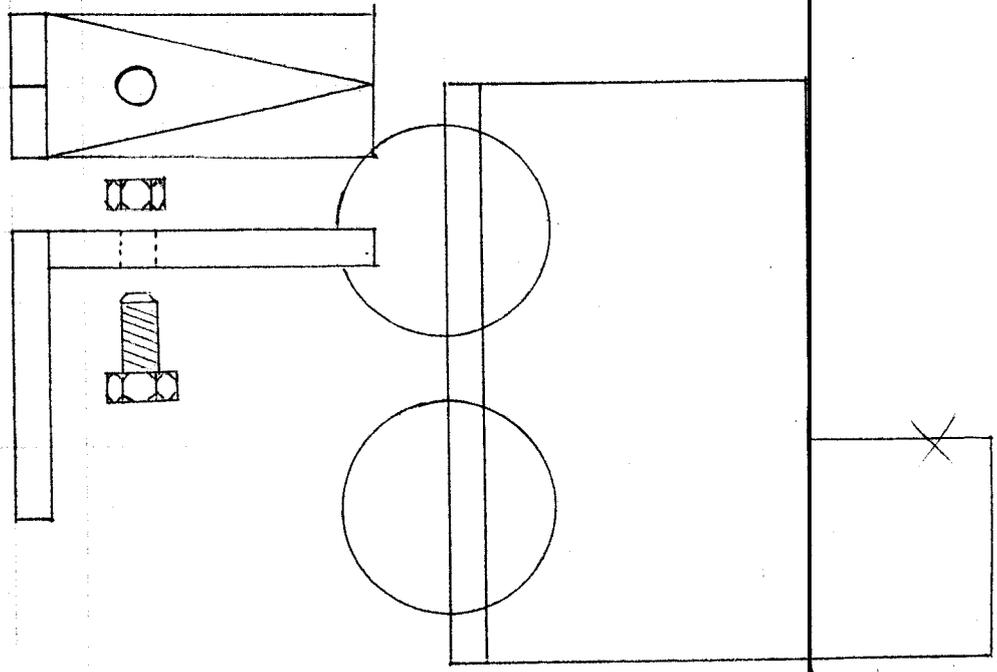
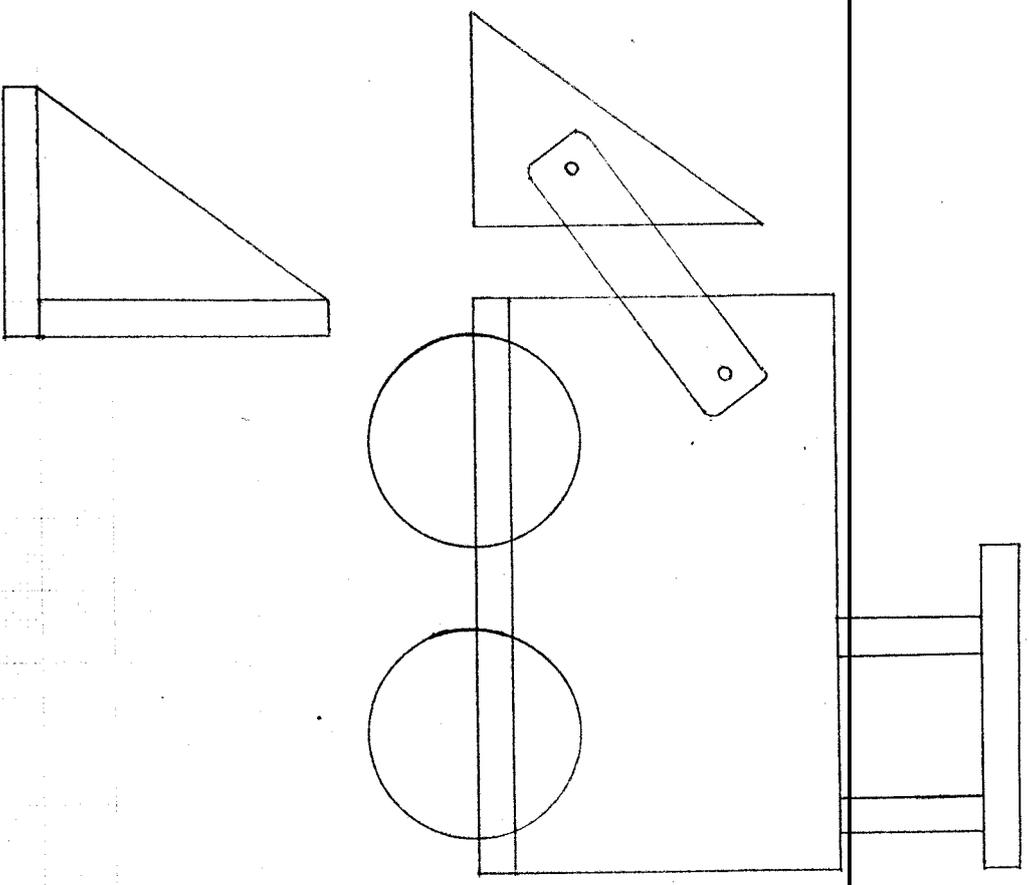


MOBIL PERAKA

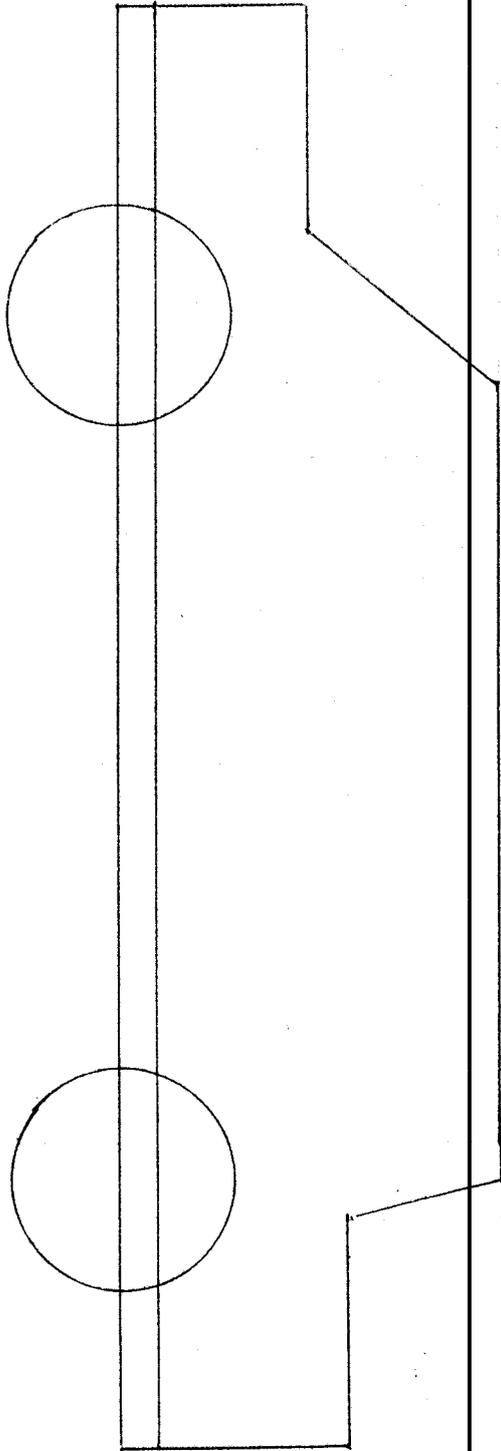


MOBIL SEKOP

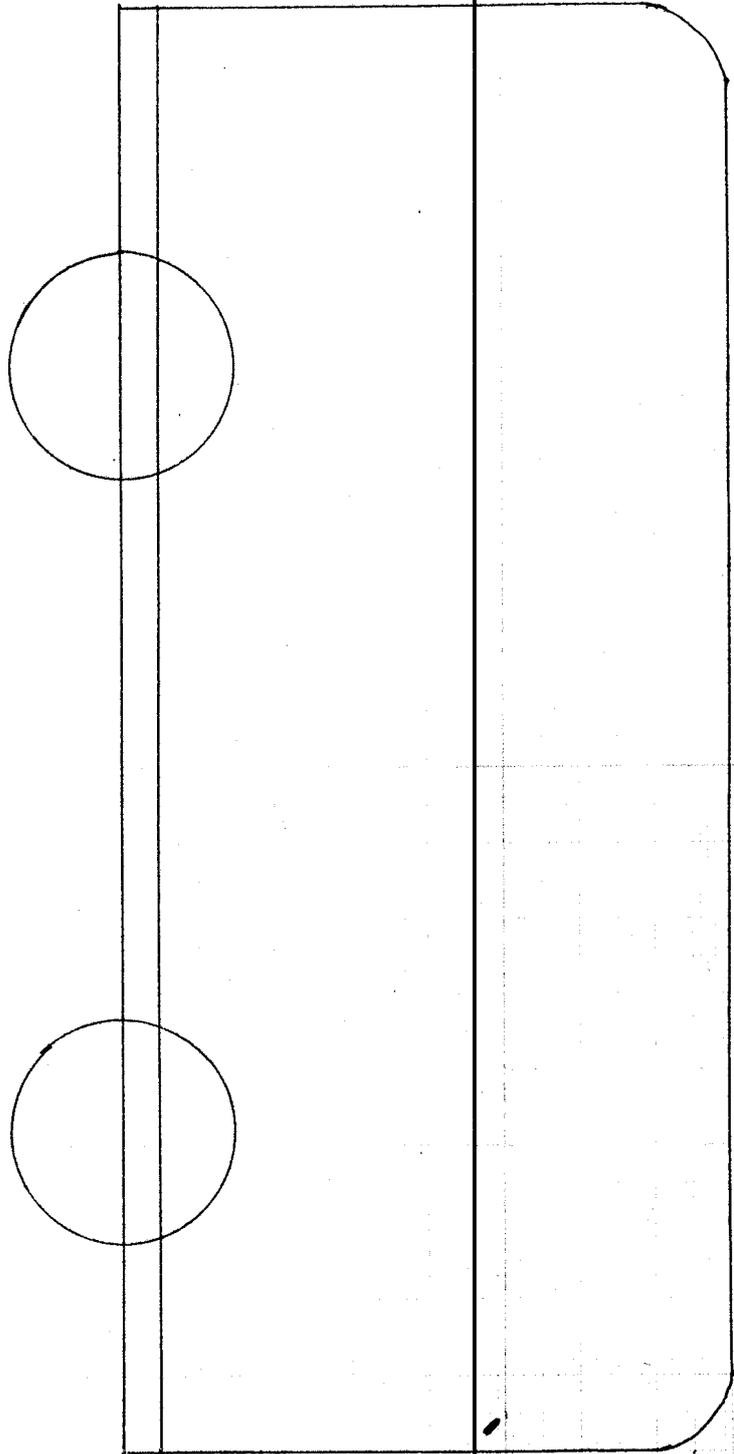
FORK LIFT



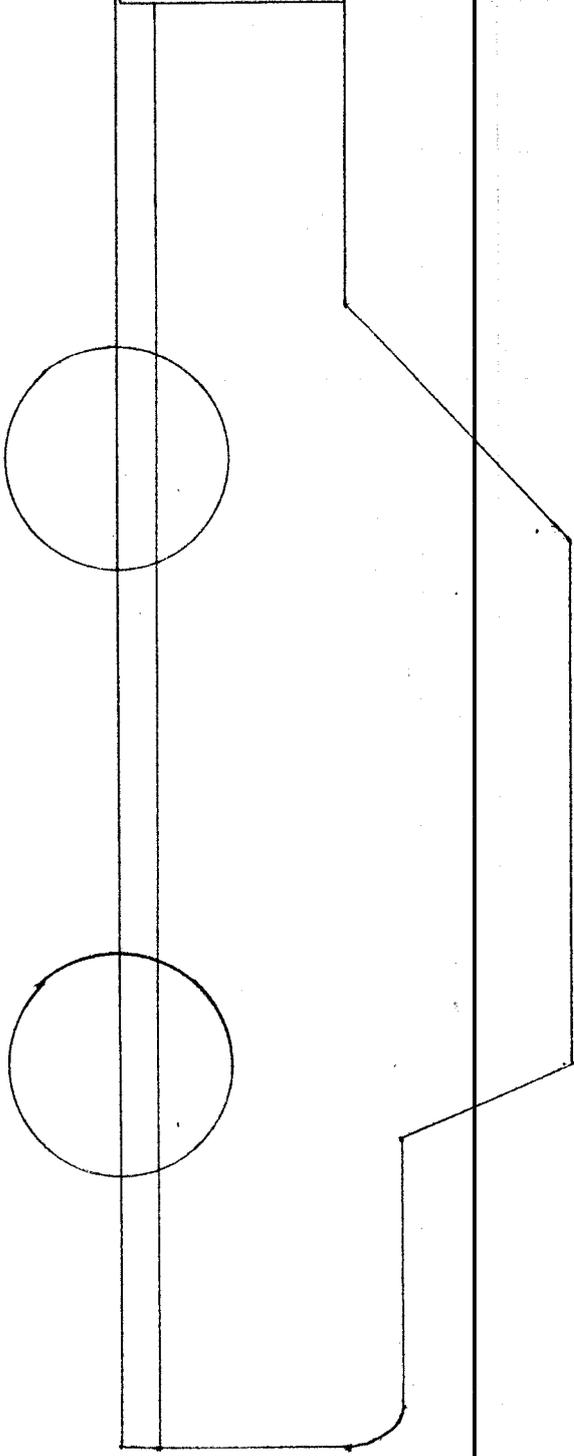
LIMOSID

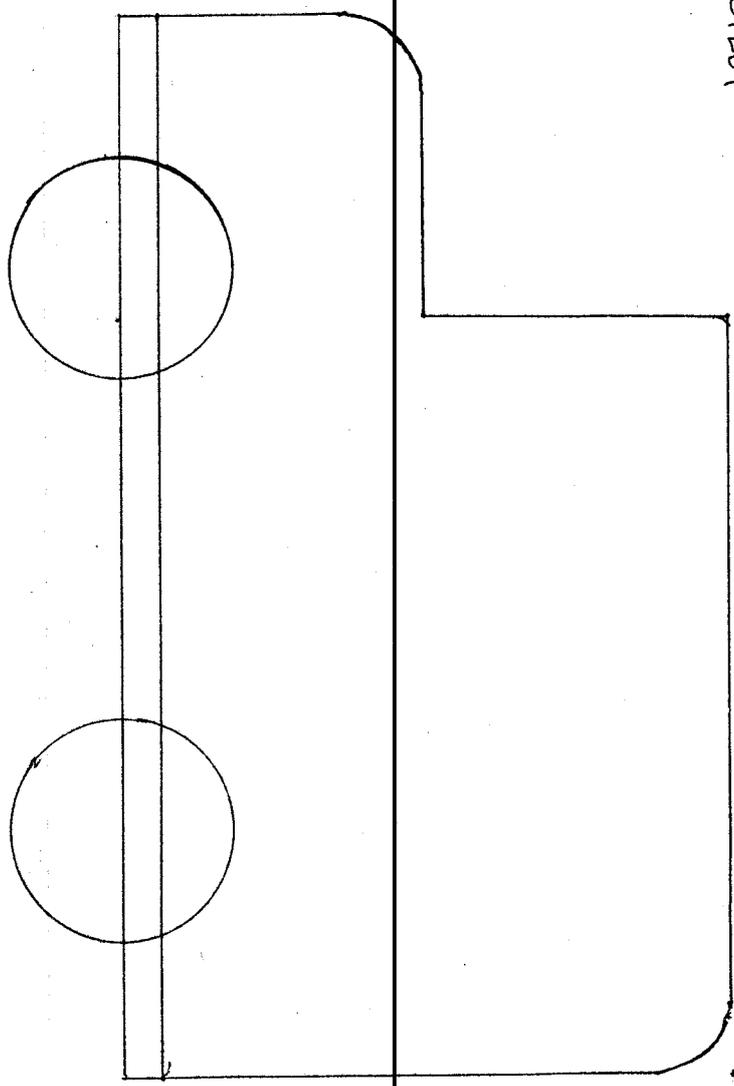


MIMI BUS



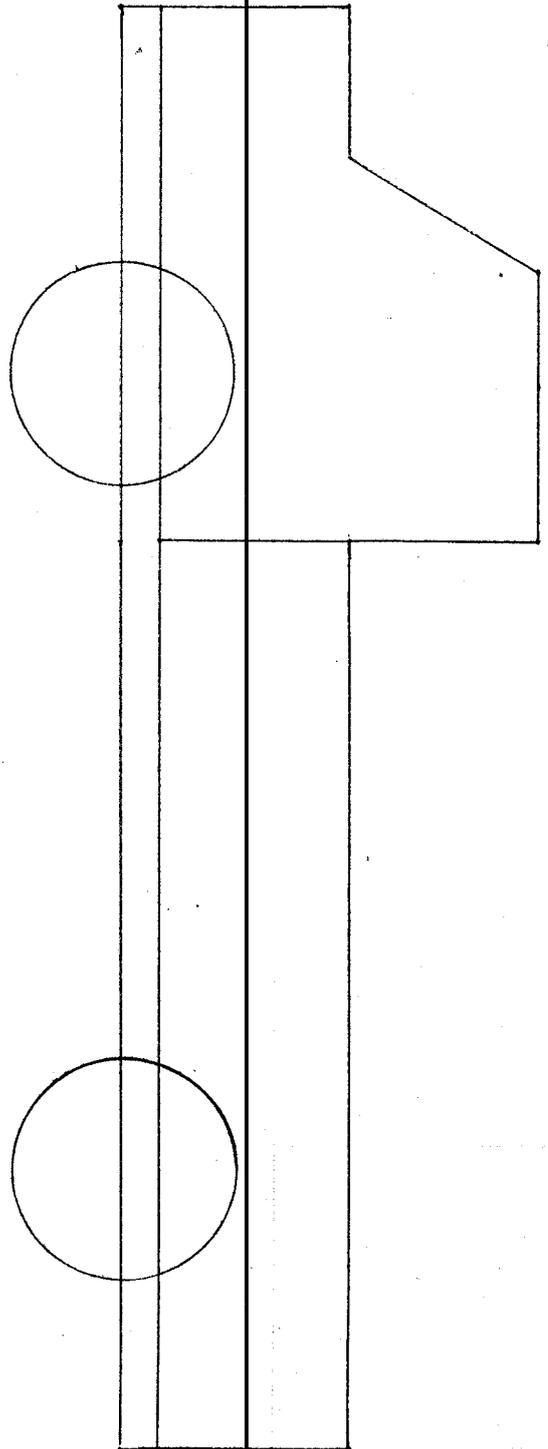
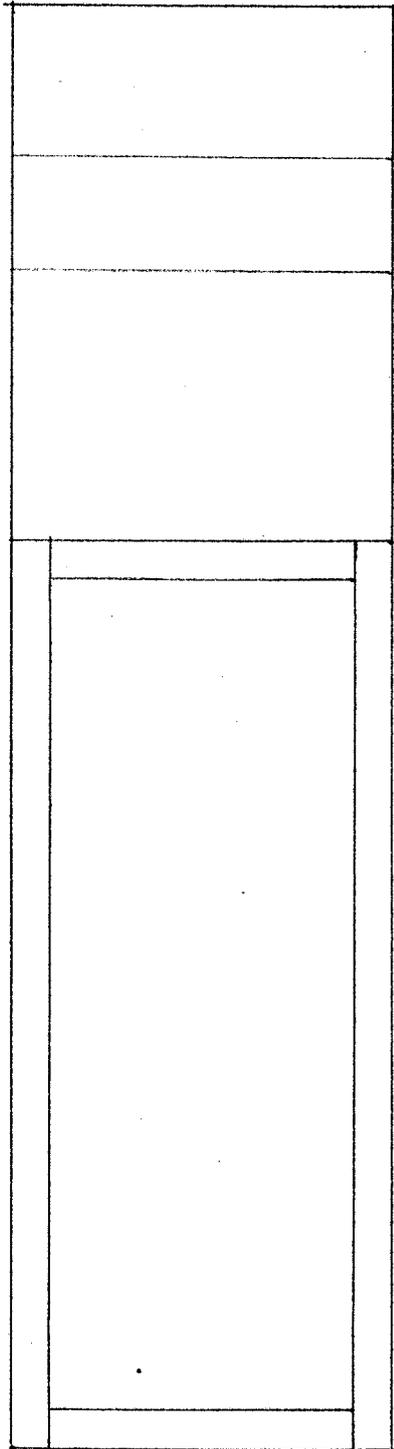
SE043



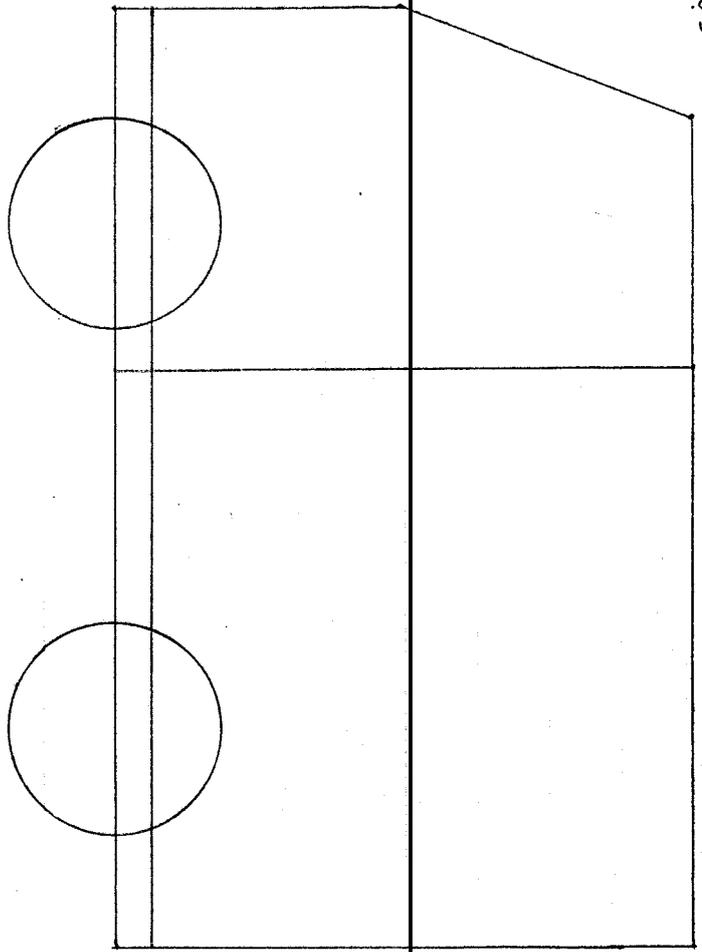
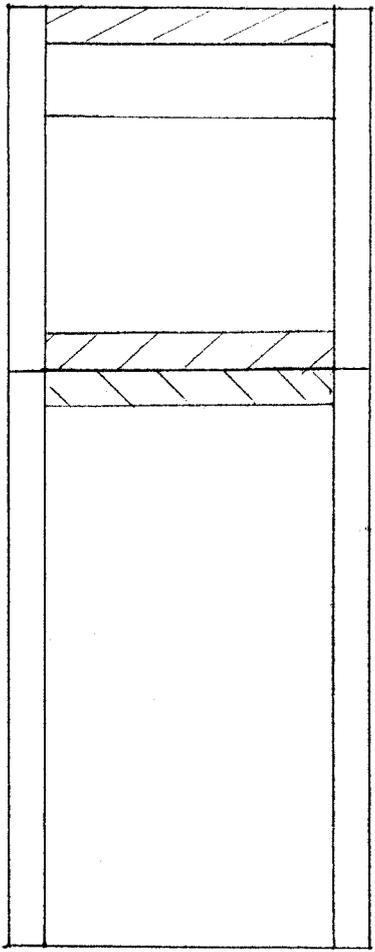


ORLET

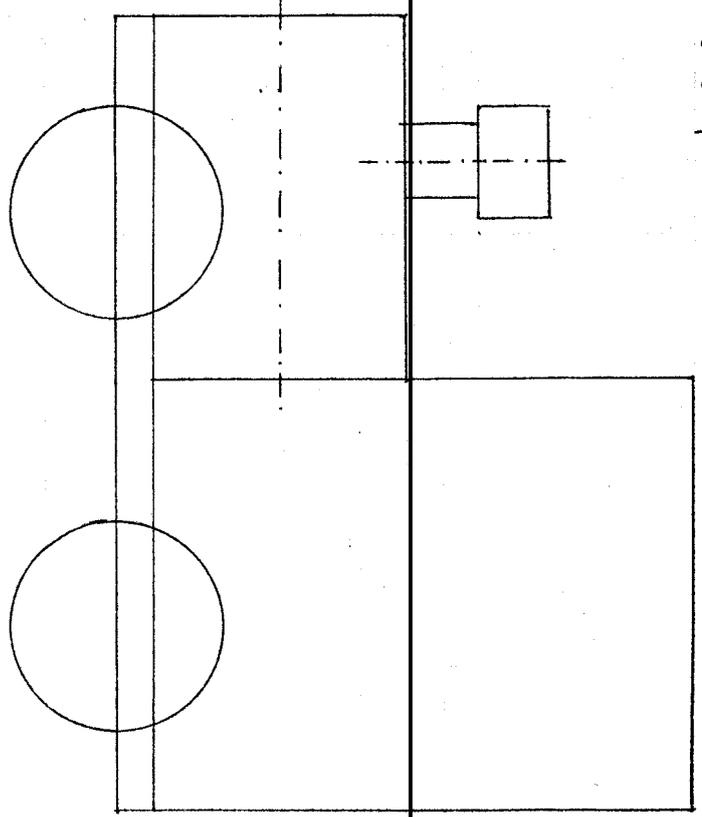
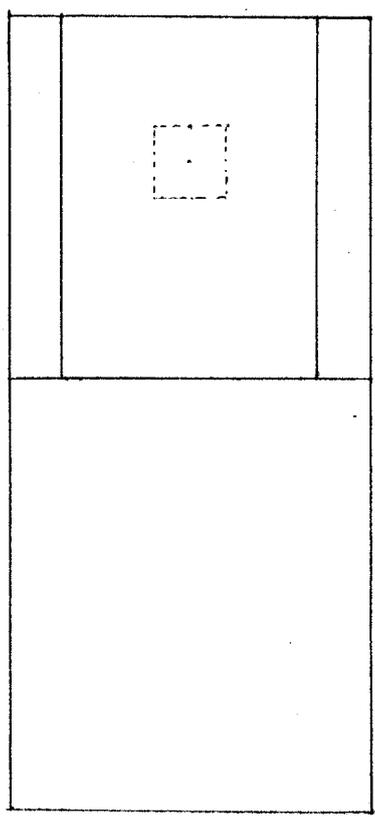
CHEVROLET



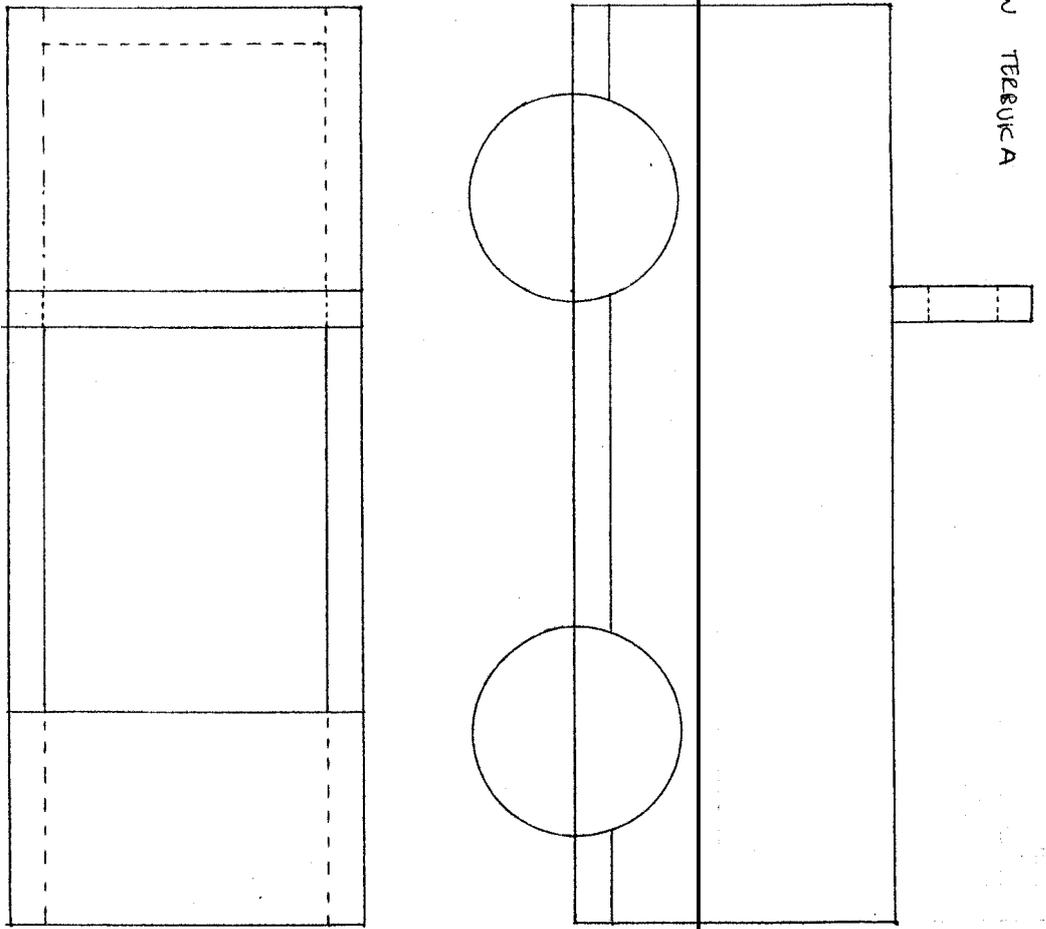
ANSWER



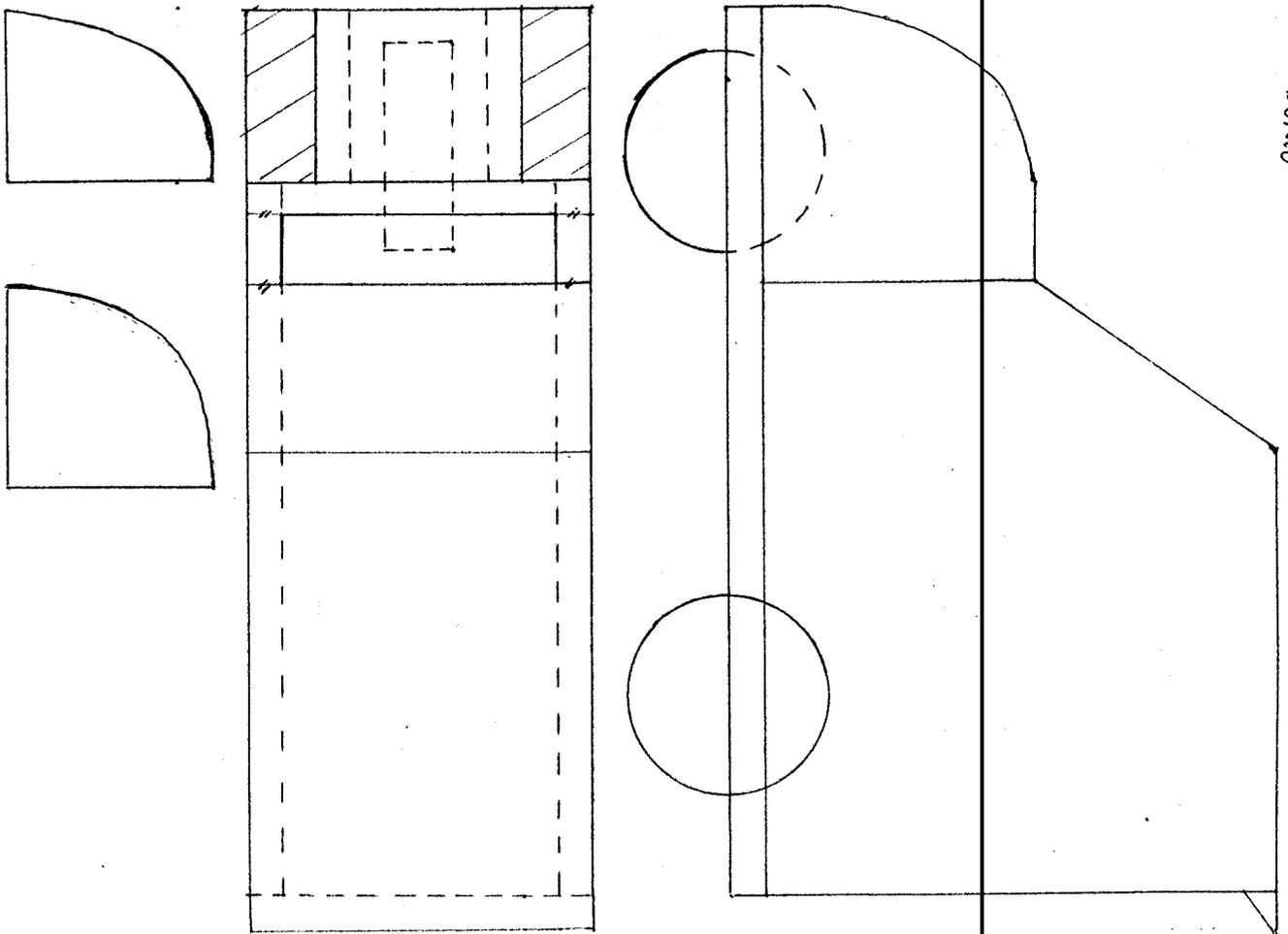
LOCOMOTIVE



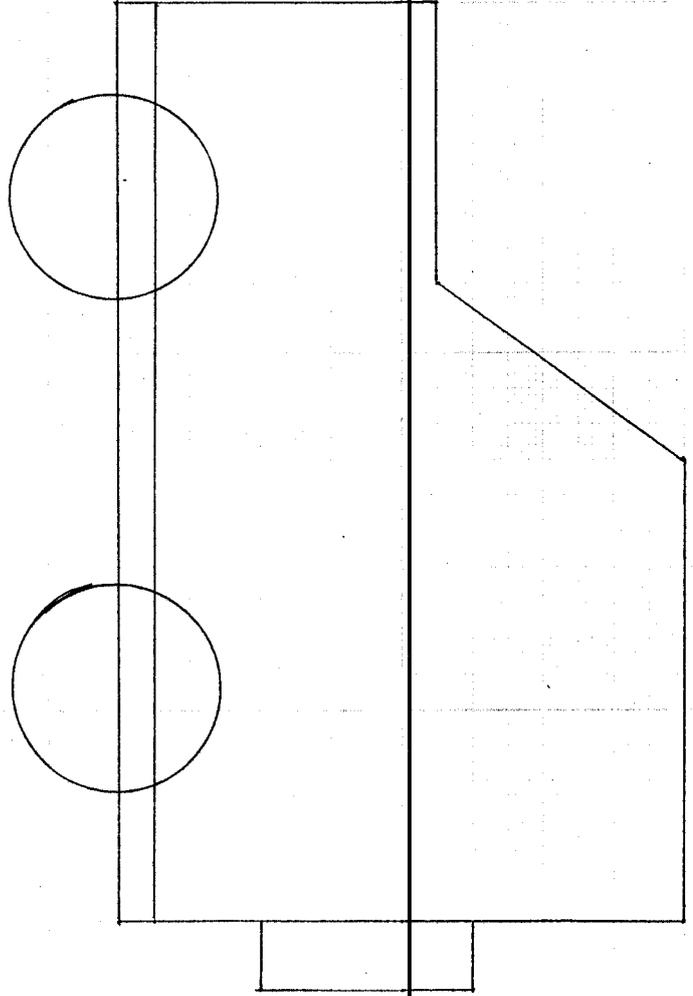
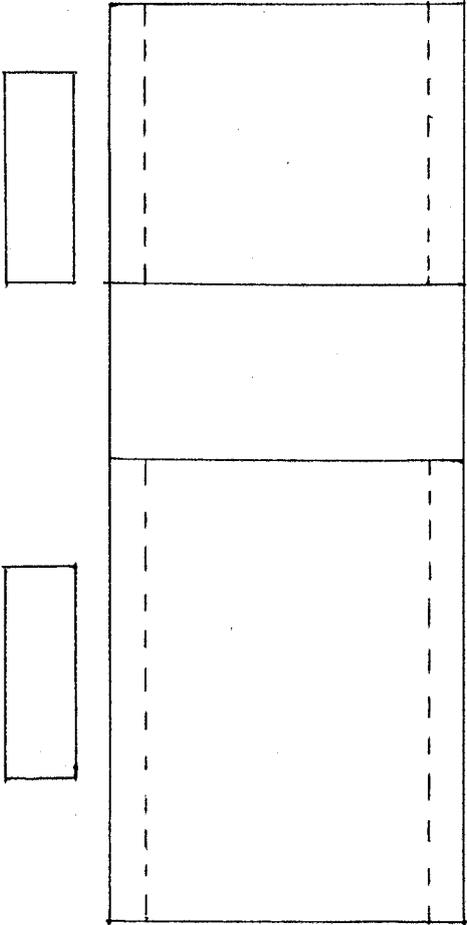
SEDMU TERBUKA



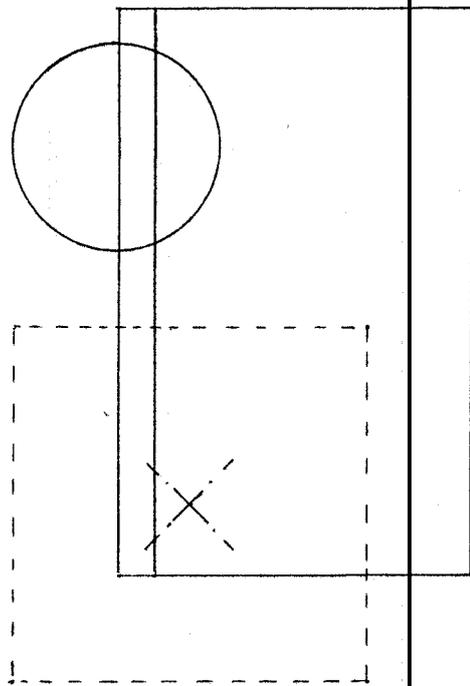
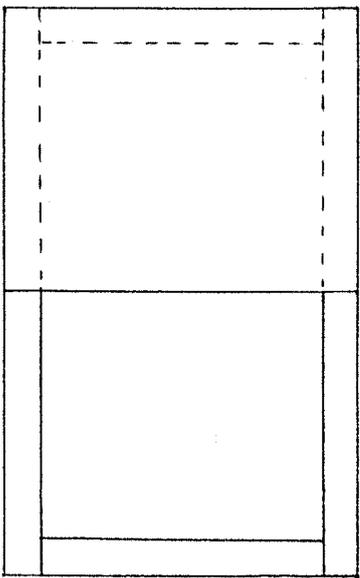
BEKAS



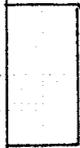
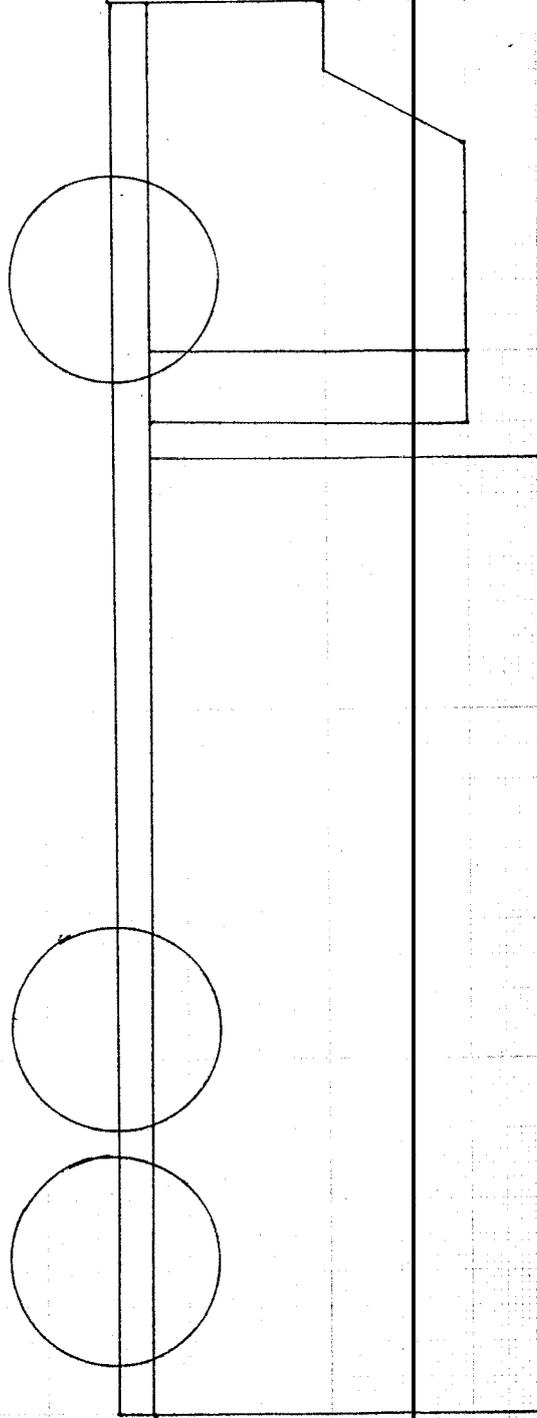
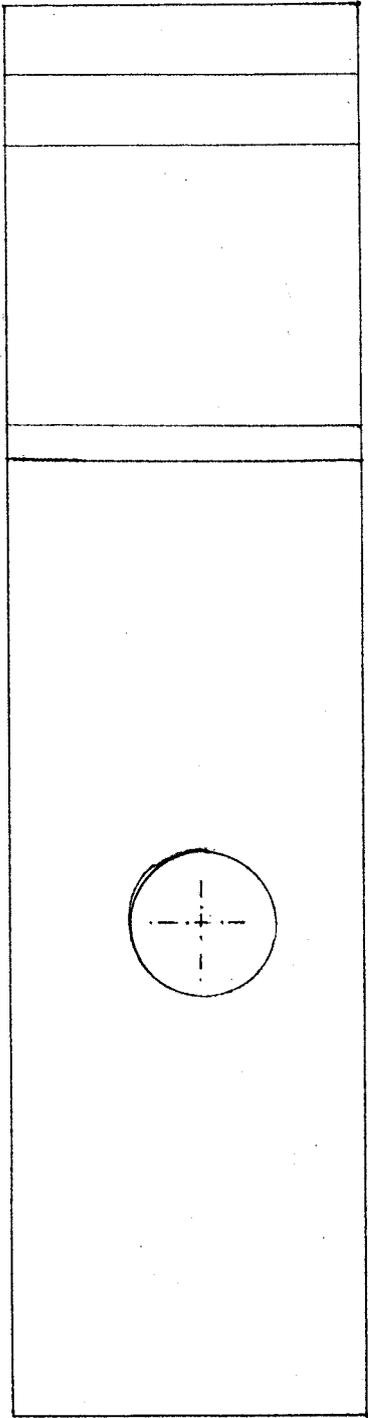
ЖЕЕР



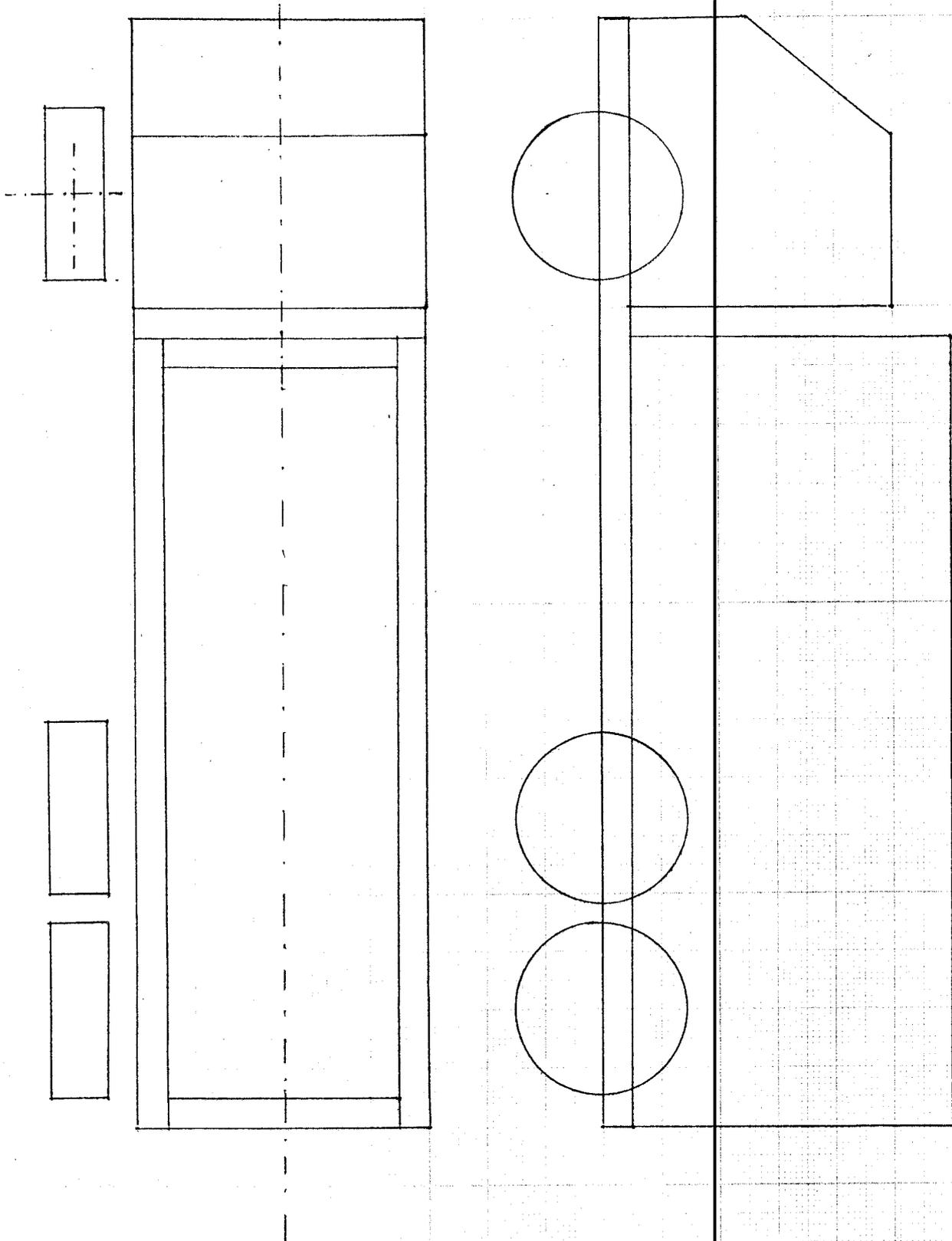
ТРАКТОР.



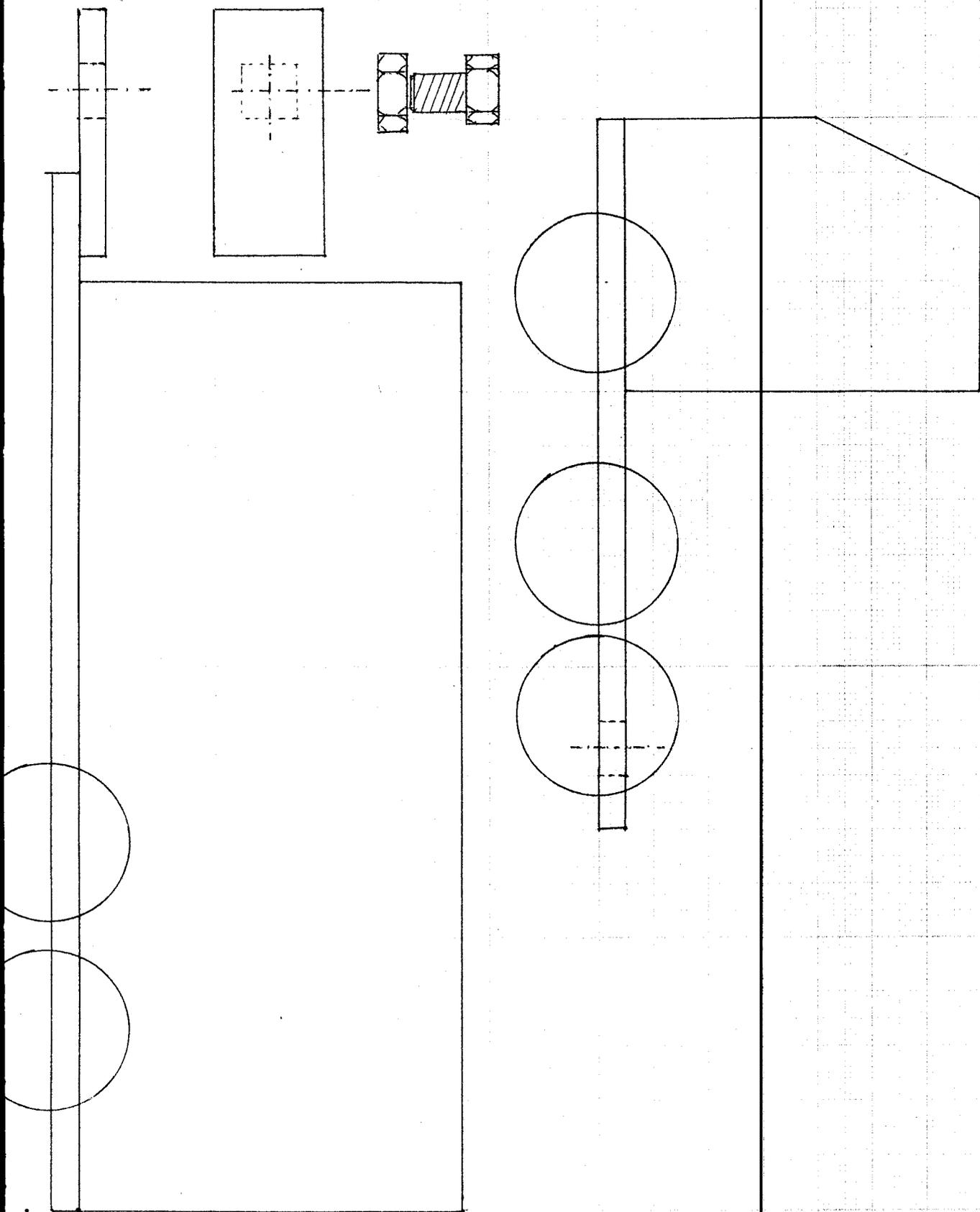
TRUK, TABSICI



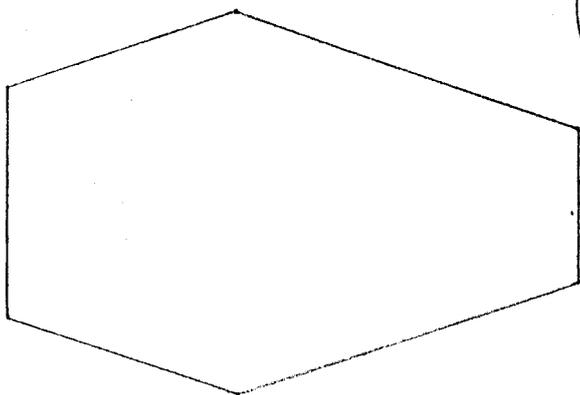
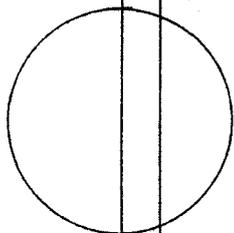
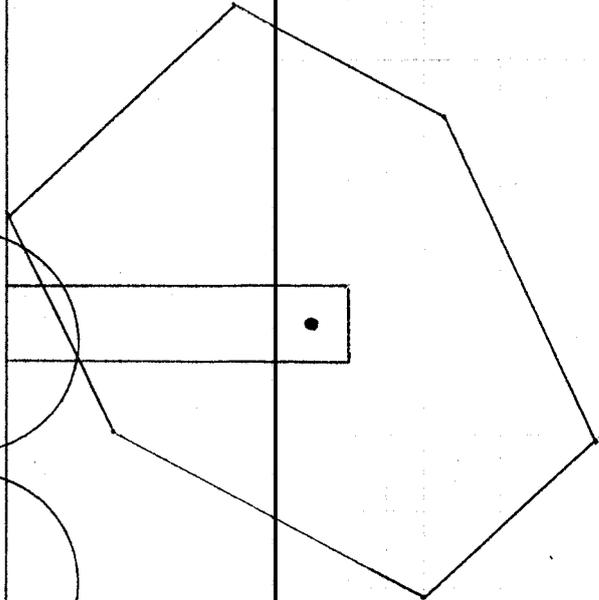
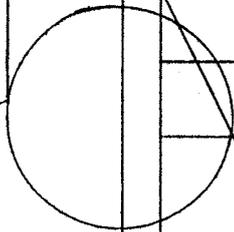
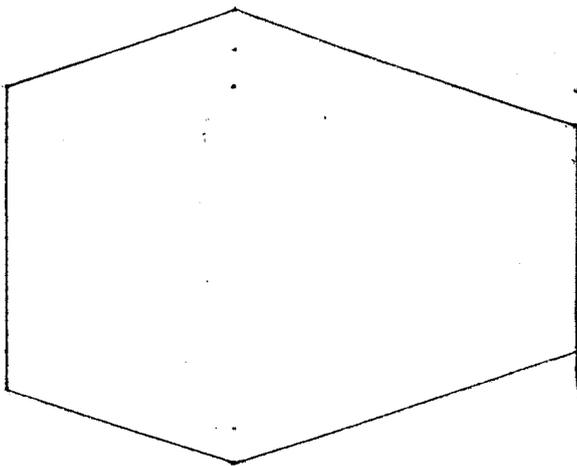
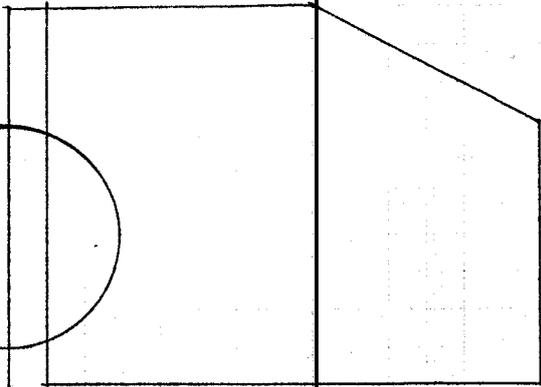
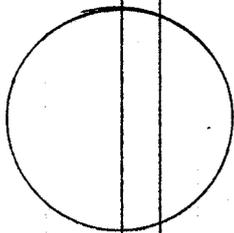
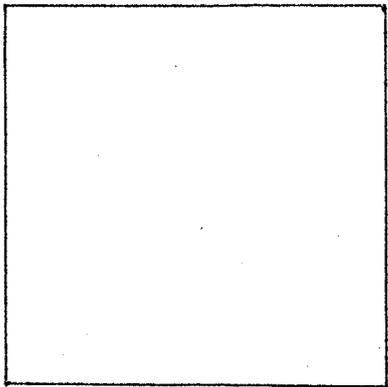
TRUK BAK



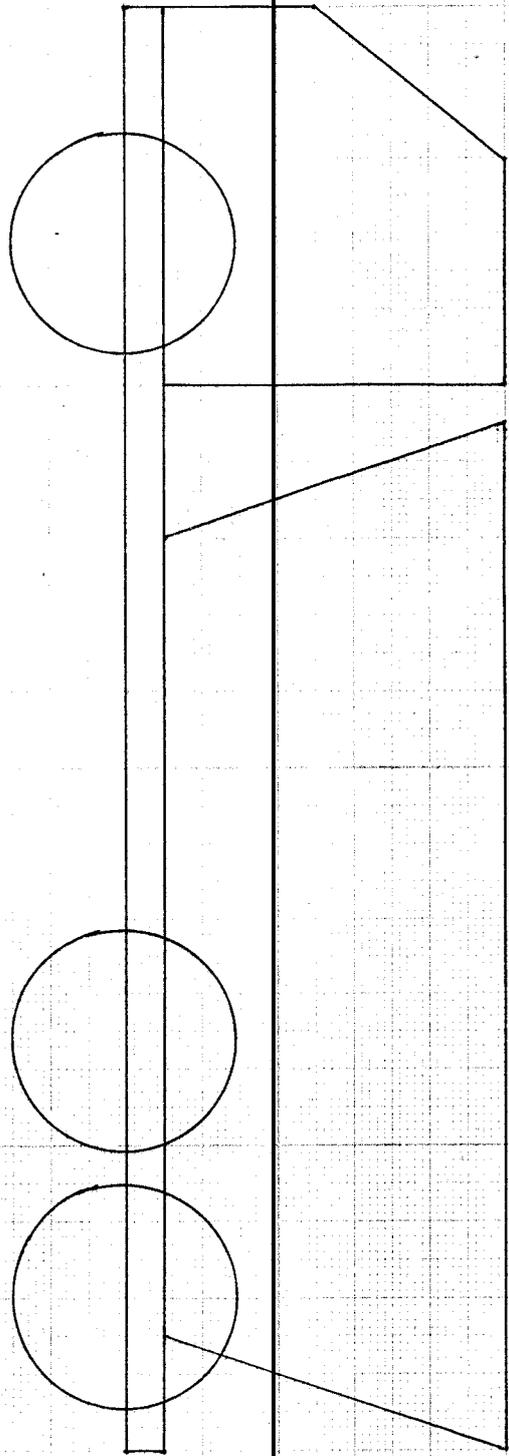
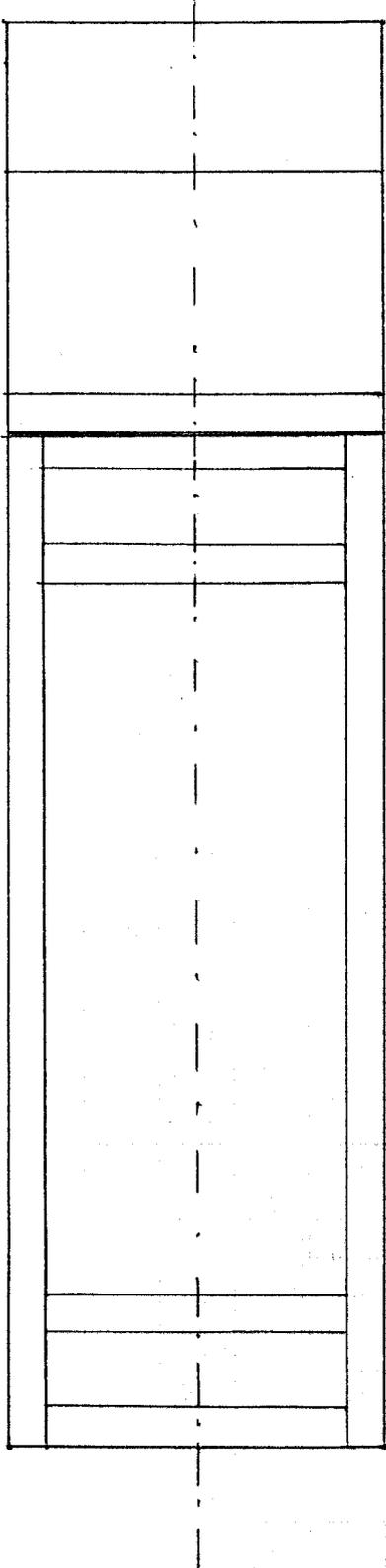
TRUCK TRAILER

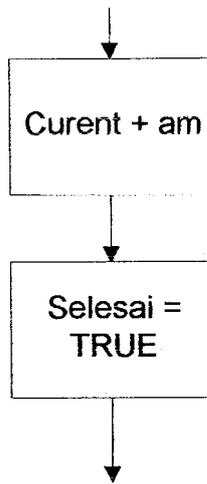


TRUCK MIX

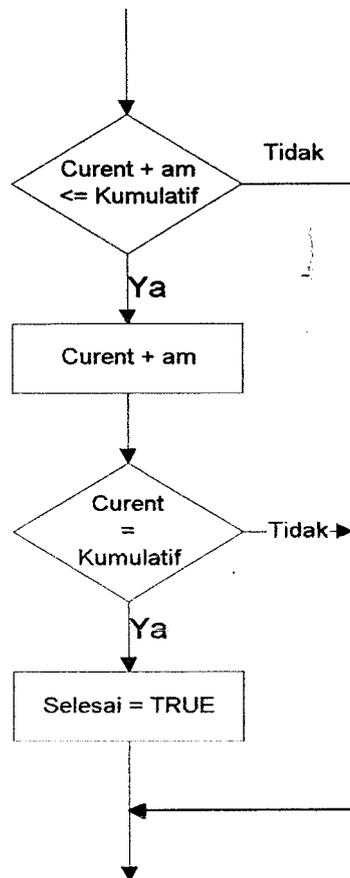


TRUCK DUMP

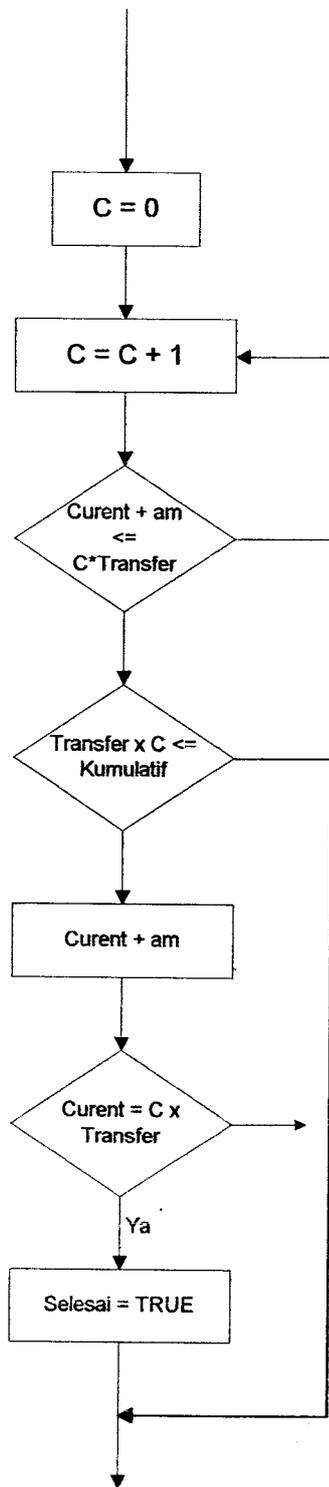




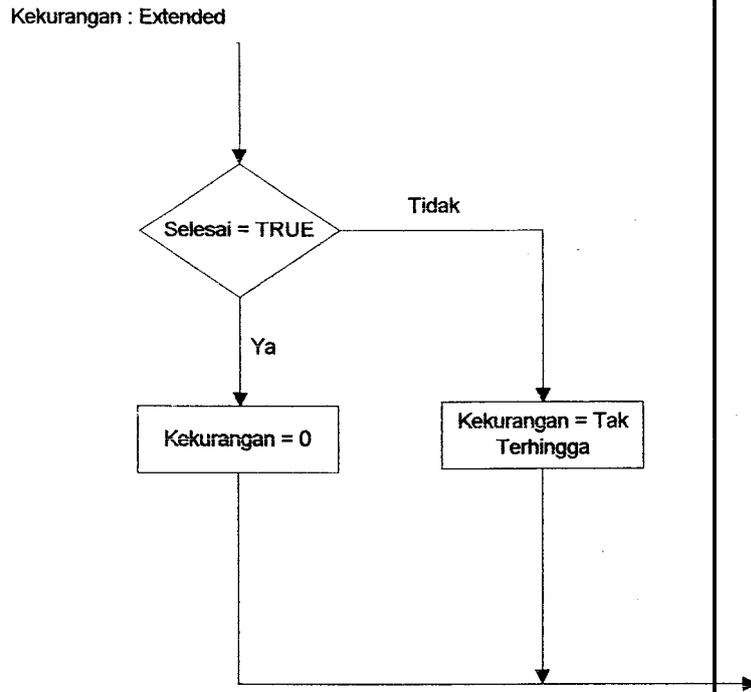
Gambar Flow chart fungsi tambah persediaan bahan baku.



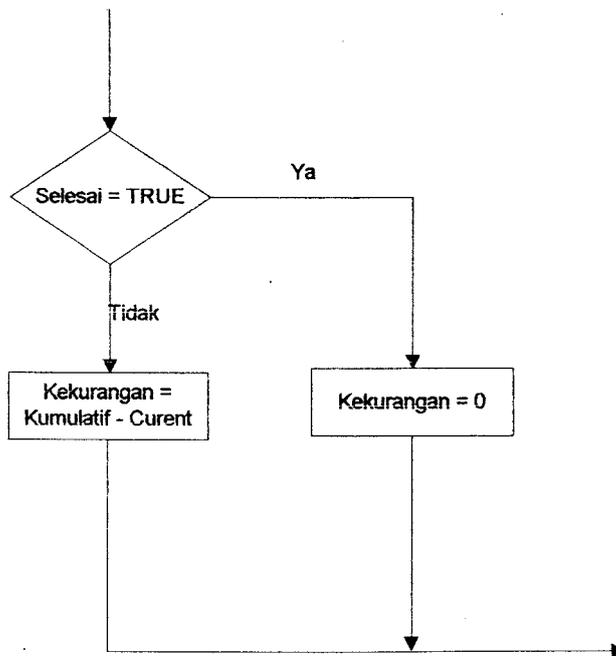
Gambar Flow chart fungsi tambah persediaan tipe batch



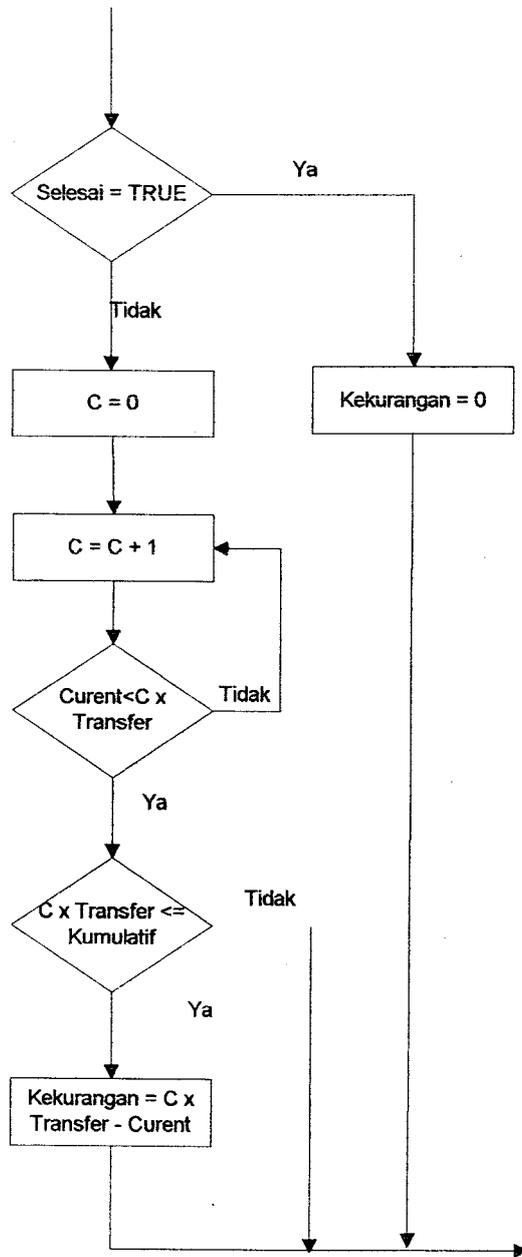
Gambar Flow chart fungsi tambah untuk persediaan produk JIT



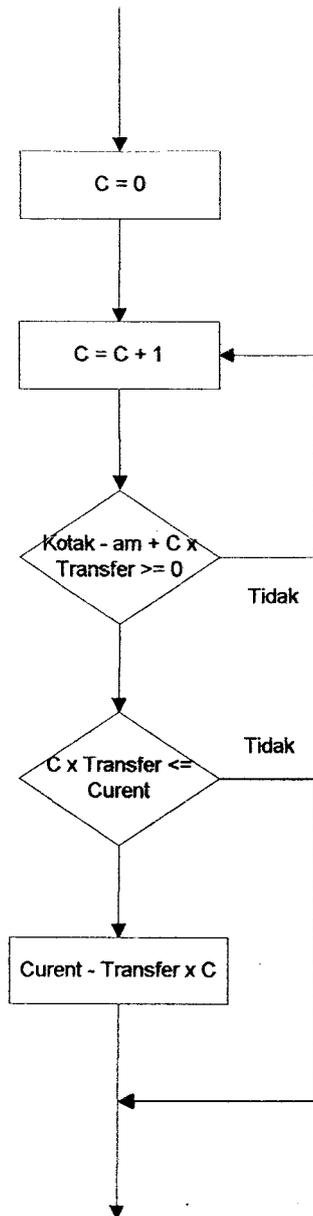
Gambar Flow chart fungsi kekurangan persediaan bahan baku.



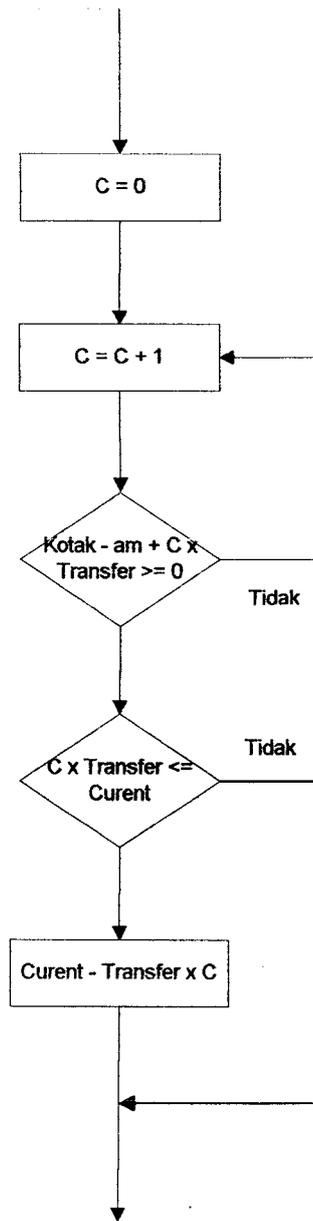
Gambar Flow chart fungsi kekurangan persediaan batch.



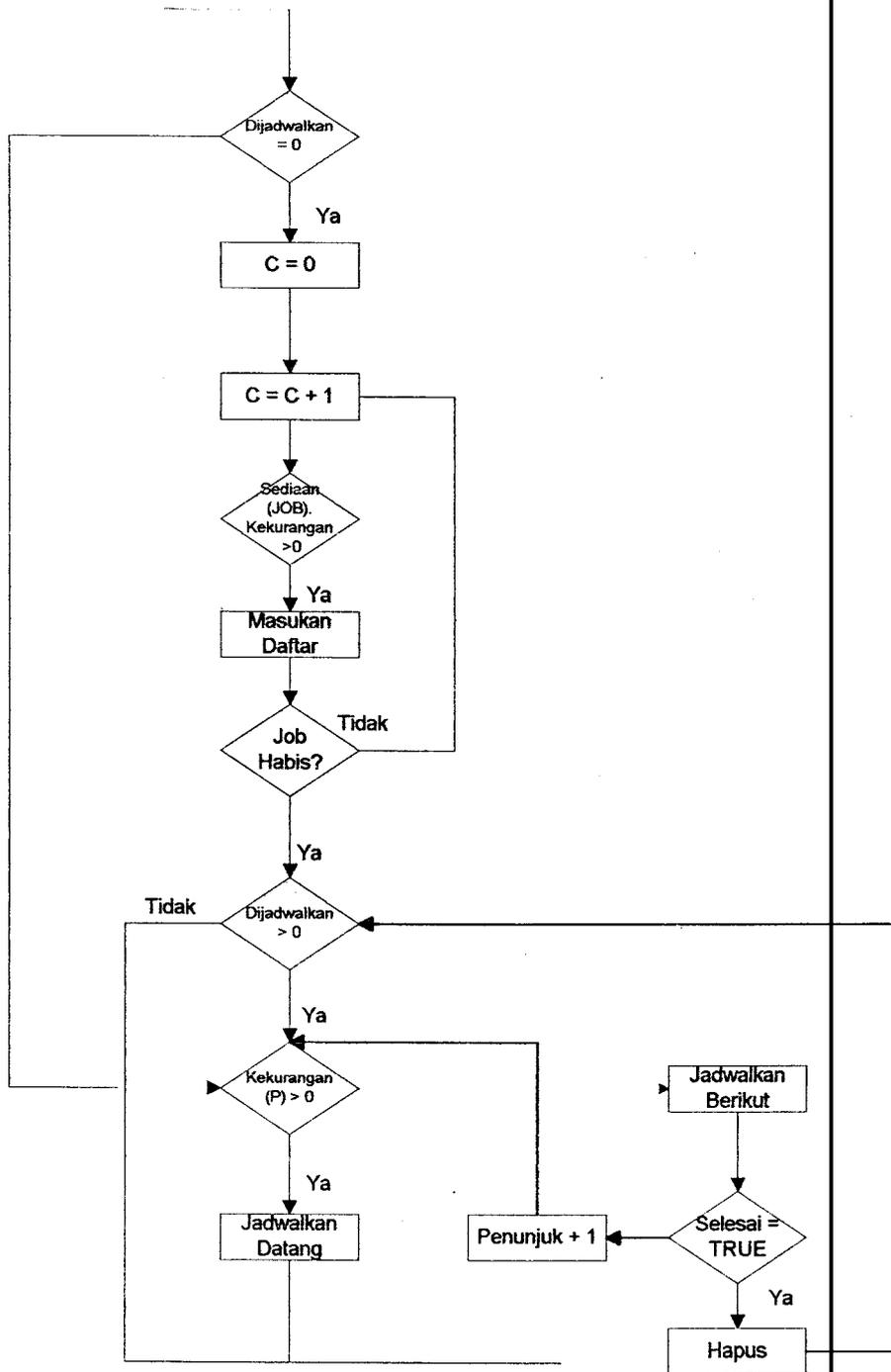
Gambar Flow chart fungsi kekurangan persediaan JIT.



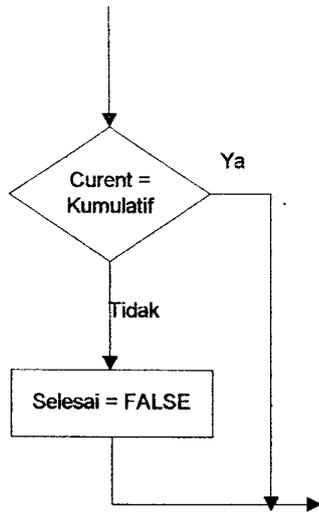
Gambar Flow chart fungsi ambil persediaan JIT.



Gambar Flow chart fungsi ambil persediaan JIT



Gambar Flow chart fungsi jadwalkan kedatangan job JII.



Gambar Flow chart fungsi jadwalkan untuk persediaan JIT.

Nama : Baju Prihandono

Nrp : 2902500235

Notulen : Delta

Penerapan Simulasi Pada Penjadwalan Fixed Order Size, Material Requirement Planning (MRP) dan Just in Time (JIT)

T : Latar belakang masalah ?

J : Mahasiswa Teknik Industri Perencanaan dan Pengendalian Produksi merupakan mata kuliah wajib. Yang terdiri antara lain perencanaan agregat dan disagregat, manajemen kapasitas, manajemen persediaan dan penjadwalan produksi. Dalam dunia nyata masalah tersebut tidak merupakan bagian yang terpisah-pisah tetapi lebih terintegrasi. Mahasiswa diharapkan dapat menerapkan ilmu tersebut dalam dunia nyata, supaya mereka dapat merasakan bagaimana menjalankan sistem produksi berjalan dengan baik.

T : Keterbatasan dari tiga metode tersebut?

J : Pada suatu metode dalam penerapannya memiliki asumsi-asumsi yang sesuai untuk kondisi tertentu. Seperti untuk MRP permintaan terjadinya adalah lumpy, karakteristik ini sesuai untuk komponen pembentuk produk.

T : Maksud dari Splitting?

J : Pemisahan ukuran batch kedalam lot kecil-kecil sehingga lead time produksi menjadi lebih pendek.

T : Kenapa dipilih EOQ, MRP dan JIT ?

J : Dari tiga metode tersebut dapat mewakili perencanaan dan pengendalian produksi baik yang pendekatan klasik (Fixed Order Size; EOQ, EPQ dan lain-lain) dan pendekatan modern (MRP dan JIT)

T : Mengapa dipilih sebagai parameter performans adalah Return on Investment (ROI) ?

J : Nilai ROI menunjukkan kemampuan perusahaan melakukan penjualan dengan tingkat investasi tertentu, jadi dari nilai tersebut kita dapat mengetahui seberapa baik perusahaan dapat mengendalikan biaya dan membuat laba.

T : Bagaimana kalau dalam sekali runing langsung tampak pilihan terbaik?

J : Tugas akhir saya adalah pembuatan simulator PPC . Jadi kalau langsung keluar pilihan, tujuan semula dari tugas akhir saya tidak terpenuhi, yaitu supaya mahasiswa Teknik Industri dapat menerapkan ilmu PPC. Sehingga mereka dapat merasakan bagaimana menjalankan suatu sistem produksi.

T : Mengapa permintaannya tidak dimodelkan?

J : Sudah dimodelkan. Bertolak dari prinsip ekonomi jika harga rendah permintaan tinggi dan jika harga tinggi permintaan rendah. Dengan menggunakan grafik harga terhadap penjualan dapat ditarik suatu garis lurus yang mewakili suatu hukum penawaran dan permintaan. Grafik tersebut dijadikan patokan pembangkitan permintaan. Untuk range harga tertentu dibangkitkan permintaan terdistribusi diskrit uniform pada range yang tertentu pula. Caranya dengan pertama harga produk ditentukan oleh pemakai. Setelah itu dicari range harga ke berapa dan dibangkitkan suatu permintaan yang sesuai.