

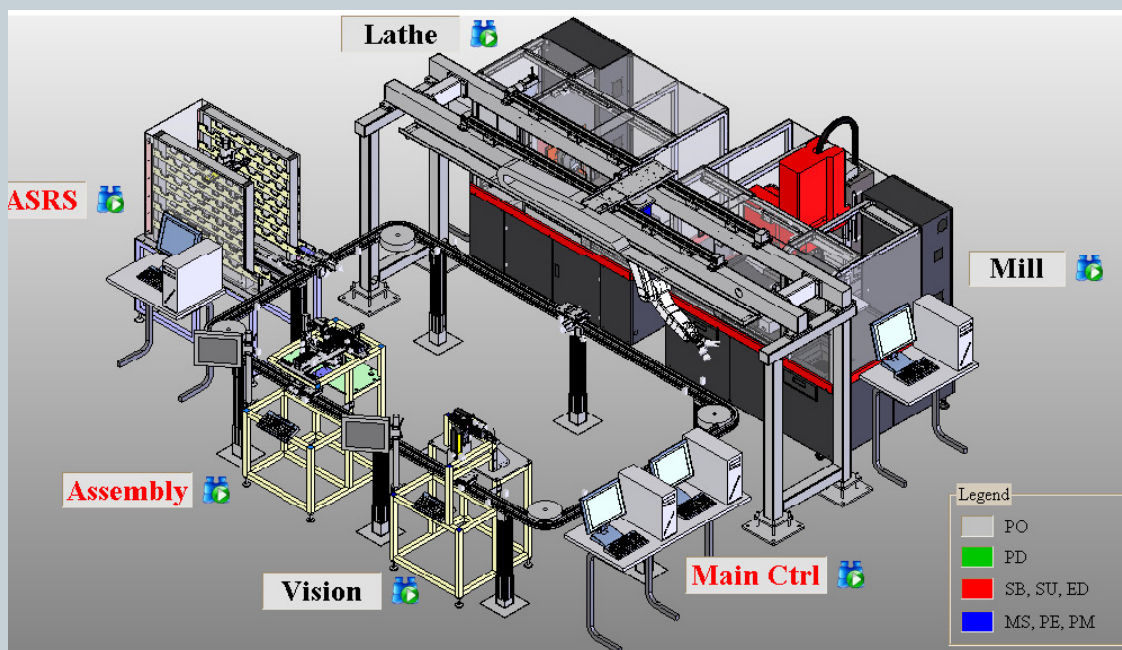


Supported by :



Integrated Laboratory

# Panduan Praktikum SISTEM PRODUKSI (CIM & Perenc. Produksi)



**Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga**



# PANDUAN PRAKTIKUM SISTEM PRODUKSI

( *Computer Integrated Manufacturing dan Perencanaan Produksi* )

Edisi – 1 / 2008

Penanggungjawab Materi/Editor :

***Arya Wirabhuana S.T, M.Sc***

Tim Penyusun :

***Evi Filliatus S***  
***Citra D. Satyawan***  
***Muhammad Bardan***  
***M. Arief Rochman***  
***Agus Suwandi***  
***Medi Yanuarto***

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
TAHUN 2008

# **Bab. 1**

## **Agregate Planning dan Master Production Schedule**

Panduan Praktikum  
**SISTEM PRODUKSI**

## MODUL

### AGREGATE PLANNING

#### **A. TUJUAN PRAKTIKUM**

- 1) Mampu membuat rencana produksi Agregat
- 2) Menentukan Rencana Produksi yang layak yang akan diteruskan ke tingkat Master Production Schedule

#### **B. LANDASAN TEORI**

Agregate planning adalah perencanaan jangka menengah yang digunakan untuk mengalokasikan kapasitas sumberdaya untuk memenuhi permintaan konsumen. Perencanaan produksi ini merupakan alat komunikasi antara manajemen teras (top manajemen) dan manufaktur. Disamping itu juga, perencanaan produksi merupakan pegangan untuk merancang jadwal induk produksi. Perencanaan kegiatan sebuah organisasi meliputi tiga tingkatan yaitu , perencanaan jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek. Dalam spektra perencanaan produksi, aggregate planning (perencanaan produksi agregat) merupakan perencanaan kapasitas jangka menengah yang meliputi horison waktu antara 2 hingga 12 bulan. Aggregate planning sangat berguna bagi suatu organisasi (perusahaan) yang menghadapi tingkat permintaan musiman atau sering mengalami fluktuasi.

#### **Fungsi perencanaan produksi yaitu :**

- a) Menjamin rencana penjualan dan rencana produksi konsisten terhadap rencana strategis perusahaan.
- b) Sebagai alat ukur performansi proses perencanaan produksi.
- c) Menjamin kemampuan produksi agar konsisten terhadap rencana produksi

- d) Memonitor hasil produksi actual terhadap rencana produksi dan membuat penyesuaian.
- e) Mengatur persediaan produk jadi untuk mencapai target produksi dan rencana strategis.
- f) Mengarahkan penyusunan dan pelaksanaan jadwal induk produksi

### **Tujuan perencanaan produksi adalah :**

- a) Sebagai langkah awal untuk menentukan aktifitas produksi yaitu sebagai referensi perencanaan lebih rinci dari rencana agregat menjadi item – item dalam jadwal induk produksi.
- b) Sebagai masukan perencanaan sumberdaya sehingga perencanaan sumber daya dapat dikembangkan untuk mendukung perencanaan produksi.
- c) Meredam ( stabilisasi) produksi dan tenaga kerja terhadap fluktuasi permintaan ( demand )

### **Input Agregate Planning**

Informasi yang diperlukan untuk membuat perencanaan agregat yang efektif adalah :

1. Sumber daya yang tersedia sepanjang periode rencana produksi harus diketahui
2. Data permintaan yang berasal dari peramalan dan pesanan harus tersedia
3. Memasukkan kebijakan perusahaan yang berkenaan dengan perencanaan agregat, misalnya perubahan tingkat tenaga kerja, dan penentuan kebutuhan sumber daya.

### **Biaya perencanaan Agregat**

Sebagian besar metode perencanaan agregat menentukan suatu rencana yang meminimumkan biaya. Metode-metode ini mengasumsikan bahwa permintaan adalah tetap, karena itu strategi untuk memodifikasi permintaan tidak dipertimbangkan. Jika

permintaan dan pasokan atau sumber daya di modifikasi serempak, maka cara ini akan lebih tepat untuk meminimumkan biaya.

Jika permintaan diketahui, maka biaya-biaya berikut harus dipertimbangkan :

1. *Biaya mempekerjakan dan pemecatan .*
2. *Biaya lembur dan menganggur*
3. *Biaya penyimpanan sediaan*
4. *Biaya subkontrak*
5. *Biaya tenaga kerja paro-waktu*
6. *Biaya kehabisaan persediaan atau pemesanan ulang*

### **Strategi perencanaan produksi ( Agregat )**

Ada beberapa strategi yang dapat dilakukan untuk melaksanakan perencanaan yaitu dengan melakukan manipulasi persediaan, laju produksi, jumlah tenaga kerja, kapasitas atau variabel terkendali lainnya. Secara garis besar strategi perencanaan produksi dibedakan menjadi 2 :

#### ***Strategi murni***

Strategi murni Jika perubahan dilakukan terhadap satu variabel sehingga terjadi perubahan laju produksi. Variabel tersebut diantaranya adalah:

- a) Mengendalikan jumlah persediaan.

Persediaan dapat dilakukan pada saat kapasitas produksi dibawah permintaan (demand) persediaan ini selanjutnya dapat digunakan pada saat permintaan berada diatas kapasitas produksi.

- b) Mengendalikan jumlah tenaga kerja

Perubahan tenaga kerja dapat dilakukan dengan menambah dan mengurangi tenaga kerja sesuai dengan laju produksi yang diinginkan. Tindakan lain yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan jam lembur.

c) Subkontrak

Subkontrak dapat dilakukan untuk menaikkan kapasitas perusahaan pada saat permintaan naik sehingga semua permintaan dapat terpenuhi.

d) Mempengaruhi demand

Manajemen dapat melakukan tindakan untuk mempengaruhi pola permintaan.

***Strategi hibrid (campuran)***

Strategi ini merupakan penggunaan dua atau lebih strategi murni untuk menghasilkan perencanaan produksi yang feasible.

Apapun strategi yang dipertimbangkan oleh sebuah perusahaan ada 2 faktor yang perlu diperhatikan, yaitu: kebijakan perusahaan dan biaya. Dimana kebijakan perusahaan menjadi pembatas dalam penerapan suatu alternatif dan perluasan yang dapat digunakan.

Pada dasarnya metode-metode yang ada adalah mengupayakan adanya minimasi cost dengan tetap memenuhi permintaan terhadap produk. Metode-metode ini antara lain:

- 1) Level Work Force
- 2) Level Work Force plus overtime
- 3) Chase Strategi
- 4) Linier Programming

Untuk sistem MRP II, biasanya menggunakan tiga alternatif strategi perencanaan produksi, yaitu: *level method, chase strategi dan compromise strategy*

- *Level method* didefinisikan sebagai metode perencanaan produksi yang mempunyai distribusi merata dalam produksi. Dalam perencanaan produksi, level method akan mempertahankan tingkat kestabilan produksi sementara menggunakan inventori yang bervariasi untuk mengakumulasi output apabila terjadi kelebihan permintaan total.
- *Chase strategi* didefinisikan sebagai metode perencanaan produksi yang mempertahankan tingkat kestabilan inventori, sementara produksi bervariasi mengikuti permintaan total.
- *Compromise strategi* merupakan kompromi antara kedua metode perencanaan produksi diatas.

### *Empat ( 4 ) Langkah utama dalam Proses Perencanaan Produksi*

#### **Langkah 1:**

Mengumpulkan data yang relevan dengan perencanaan produksi. Data permintaan yang berasal dari hasil peramalan yang bersifat belum pasti dan pesanan yang bersifat pasti pada periode-periode tertentu. Memperhatikan backlog ( pesanan yang telah diterima pada waktu lalu namun belum dikirim), kuantitas produksi diwaktu lalu yang masih kurang dan harus diproduksi, dan lain-lain. Penjumlahan dari data ini merupakan total permintaan produk pada titik waktu tertentu. Selanjutnya mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan inventori awal.

#### **Langkah 2 :**

Mengembangkan data yang relevan itu menjadi informasi yang teratur seperti dalam tabel berikut :



Deskripsi	periode waktu ( bulan )												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ramalan penjualan													
Pesanan (order)													
Permintaan													
Rencana produksi													
Inventori													

Keterangan :

Periode 0 adalah periode lalu. Informasi yang berkaitan dengan inventori awal yang ada ditempatkan pada periode 0. Total permintaan merupakan kuantitas yang dibutuhkan pada periode waktu tertentu, dan rencana produksi harus mengacu pada informasi ini. Dalam sistem JIT, total permintaan merupakan sasaran yang harus dicapai dimana produksi harus mampu memenuhi total permintaan itu dengan meminimumkan atau meniadakan inventori ( konsep zero inventory) dan meminimumkan atau meniadakan backlog( hutang produksi).

**Langkah 3 :**

Menentukan kapabilitas produksi, berkaitan dengan sumber-sumber daya yang ada

**Langkah 4 :**

Melakukan *partnership meeting* yang dihadiri oleh manajer umum, manajer PPIC, manajer produksi, manajer pemasaran, manajer keuangan, manajer rekayasa (engineering), manajer pembelian dan manajer-manajer lain yang dianggap relevan.

Hal ini dilakukan karena perencanaan produksi adalah aktivitas pada hierarki tertinggi ( level 1) yang dilakukan oleh manajern puncak. Rencana produksi yang akan dibuat harus mengacu pada permintaan total, sehingga formula umum untuk rencana produksi adalah :

$$\text{Rencana Produksi} = (\text{Permintaan Total} - \text{Inventori awal}) + \text{Inventori Akhir}$$

Formula ini adalah formula yang bersifat umum dengan masih memberikan toleransi pada penyimpanan inventori akhir sebagai tindakan pengamanan untuk menjaga kemungkinan hasil produksi aktual lebih rendah dari permintaan total.

Dalam perencanaan agregat ini strategi yang dipilih harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi kerja yang ada ditempat kerja. Beberapa alternatif lain, walaupun bukan alternatif terbaik, tetapi dapat digunakan jika berdasarkan evaluasi yang ada ditempat kerja, lebih mungkin digunakan dari strategi terpilih.

### ***Teknik Perencanaan Produksi.***

Secara umum terdapat 2 kategori teknik perencanaan agregat, yaitu :

#### **Teknik Informal**

Pendekatan Informal terdiri dari pengembangan tabel Spreadsheet dan grafik yang sederhana, yang memungkinkan perencanaan melakukan perbandingan secara visual antara kebutuhan permintaan dengan kapasitas yang ada. Pendekatan ini dilakukan dengan cara uji coba ( trial and error ), dimana hasil perhitungan dengan metode ini belum tentu menjamin perencanaan produksi yang optimal

#### **Teknik Matematikal**

Dalam Teknik matematikal dikenal dua metode, yaitu : Linear Programming ( LP ) dan Transportasi. Metode transportasi melakukan perhitungan dengan variabel yang relatif kecil. Jika variabel penambahan atau pengurangan tenaga kerja dilibatkan, maka model transportasi akan mengabaikan biaya denda (penalti cost) akibat aktifitas tersebut. Dengan menggunakan linier programming, biaya – biaya tersebut dapat dihitung secara eksplisit. Pada LP diasumsikan semua variabel yang terlibat bersifat continuous. LP digunakan bila produksi yang berjalan terdiri dari dua macam produk atau lebih

Asumsi yang digunakan untuk menggunakan model ini yaitu :

- a. Laju permintaan (demand rate) diketahui dan diasumsikan deterministik
- b. Biaya produksi pada jam kerja normal linier dan diasumsikan biaya produksi normal, biaya produksi lembur dan biaya subkontrak secara berturut – turut memiliki besaran  $C_3 > C_2 > C_1$
- c. Biaya perubahan biaya produksi berfungsi linier
- d. Batas bawah dan batas atas mempresentasikan ketersediaan kapasitas produksi dan tempat penyimpanan.
- e. Biaya yang timbul berkaitan dengan adanya persediaan atau backlog.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan LP ini, yaitu :

1. Memperhatikan Batas jumlah tenaga kerja untuk dapat berproduksi
2. Penentuan jumlah tenaga kerja awal dengan menentukan jumlah tenaga kerja yang diangkat dan dipecah
3. Penentuan jumlah inventori

Dalam model diatas diasumsikan bahwa yang menjadi fungsi tujuan adalah minimasi biaya produksi, penambahan dan pengurangan tenaga kerja , lembur, menganggur dan persediaan.

Min

$$C_0 \sum_{t=0}^{T-1} R_t + C_1 \sum_{t=1}^T R_t + C_2 \sum_{t=1}^T Q_t + C_3 \sum_{t=1}^T U_t + C_4 \sum_{t=1}^T H_t + C_5 \sum_{t=1}^T F_t + C_6 \sum_{t=1}^T B_t + C_7 \sum_{t=0}^{T-1} I_t + C_8 \sum_{t=1}^T S_t$$

Subject To

Constraint. 1

Batasan Demand

$$D_t + I_t - P_t - I_{t-1} - S_t \leq 0$$

Batasan Kapasitas produksi

$$P_t - R_t - O_t + U_t \leq 0$$

*Batasan minimum inventory*

$$I_t - I_{max} \geq 0$$

*Batasan penambahan dan pengurangan tenaga kerja*

$$R_t - R_{t-1} - w_{mh} H_t + w_{mh} F_t = 0$$

Batasan maksimum tenaga kerja

$$R_t \leq \text{kapasitas produksi} (\sum \text{jam kerja} \times \text{hari kerja} \times \text{Max tenaga kerja})$$

Batasan Toleransi overtime dari jam kerja normal

$$O_t - \alpha R_t \leq 0$$

Batasan Toleransi undertime dari jam kerja normal

$$U_t - \beta R_t \leq 0$$

Batasan Maximum inventori yang masih diperbolehkan.

$$I_t - I_{max} \leq 0$$

*Batasan maksimum subkontrak*

$$S_t \leq S_{max}$$

Batasan maksimum hiring

$$H_t - H_{max} \leq 0$$

*Batasan maksimum firing*

$$F_t - F_{max} \leq 0$$

*End*

*GIN Ht*

*GIN Ft*

Notasi

$R_t$  = Jam kerja Reguler (Regular Man-Hours) (integer)

P = Tingkat produksi (mh)

Cp = Biaya produksi (Rp/mh)

Ot = Overtime (mh)

$\alpha$  = Prosentase overtime dari produksi normal (%)

Co = Overtime Cost (Rp/mh)

Ut = Undertime/pengurangan jamkerja (mh)

$\beta$  = Prosentase undertime dari kondisi normal. (%)

Cl = biaya untuk undertime (Rp/mh)

It = Inventori pada (mh)

Ci = Inventori Cost (Rp/mh)

Bt = Backorder pada (mh)

Cb = Backorder Cost (Rp/mh)

Ht = Hiring pada periode t  $H_t = 0, 1, 2, 3, \dots, n$  (TK, integer)

Ch = Hiring Cost (Biaya pengangkatan/orang) (Rp/tk)

Ft = Firing pada periode t  $F_t = 0, 1, 2, 3, \dots, n$  (TK, integer)

Cr = Firing Cost(biaya pemecatan/orang) (Rp/TK)

St = Subcontract pada (mh)

Cs = Biaya Subkontrak (Rp/mh)

### **C. ALAT DAN BAHAN**

- 1) Komputer yang terinstalasi lindo
- 2) Study case yang akan diselesaikan

### **D. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM**

- 1) Siapkan komputer yang digunakan
- 2) Siapkan study kasus yang akan diselesaikan,
- 3) Lakukan pengolahan data dengan menggunakan metode linier
- 4) Analisis dan buat kesimpulan dari kasus yang terjadi.

### **E. LANGKAH SOFTWARE**

- 1) Buka software lindo 6.0
- 2) Masukkan semua formulasi matematis dari agregate planing
- 3) Klik solve pada toolbars
- 4) Update interval isikan 1
- 5) Closekan dialog box
- 6) Tekan tile Windows
- 7) Pilih style vertikal atau horizontal
- 8) OK







**MODUL**  
**MASTER PRODUCTION SCHEDULING**

**A. TUJUAN PRAKTIKUM**

- 1) Mampu memahami penyusunan MPS sebagai perencanaan level 2
- 2) Memahami teknik disagregasi family dari rencana agregat menjadi MPS item produk

**B. LANDASAN TEORI**

Pada dasarnya jadwal produksi induk ( Master Production Schedule) merupakan suatu pernyataan tentang produk akhir dari suatu perusahaan industri manufaktur yang merencanakan memproduksi output berkaitan dengan kuantitas dan periode waktu.

MPS mendisagregasikan dan mengimplementasikan rencana produksi. Apabila rencana produksi yang merupakan hasil dari proses perencanaan produksi ( aktivitas agregat planing) dinyatakan dalam bentuk agregat, MPS dinyatakan dalam bentuk konfigurasi spesifik dengan nomor – nomor item yang ada dalam BOM (bills of Materials).

Penjadwalan produksi induk pada dasarnya berkaitan dengan aktivitas melakukan empat fungsi utama :

1. Menyediakan atau memberikan input utama kepada sistem perencanaan kebutuhan material dan kapasitas, dimana sistem tersebut merupakan perencanaan sesudah kegiatan penyusunan MPS selesai dilakukan.
2. Menjadwalkan pesanan-pesanan produksi dan pembelian untuk item-item MPS.

3. Memberikan landasan untuk penentuan kebutuhan sumber daya dan kapasitas.
4. Memberikan basis untuk pembuatan janji tentang penyerahan produk kepada pelanggan.

MPS membutuhkan beberapa input utama, yaitu : Data Permintaan Total, data tersebut berkaitan dengan ramalan penjualan dan pesanan-pesanan.

1. Status Inventori, berkaitan dengan On Hand Inventory, stok yang dialokasikan untuk penggunaan tertentu (allocated stock), pesanan-pesanan produksi dan pembelian yang dikeluarkan (release production and purchase orders), dan firm planned orders. MPS harus mengetahui secara akurat berapa banyak inventori yang tersedia dan menentukan berapa banyak yang harus dipesan.
2. Rencana Produksi (Aggregat Planning), memberikan sekumpulan batasan kepada MPS. MPS harus menjumlahkannya untuk menentukan tingkat produksi, inventori dan sumber-sumber daya lain dalam rencana produksi itu.
3. Data perencanaan, berkaitan dengan aturan-aturan tentang Lot Sizing yang harus digunakan, shrinkage faktor, stok pengaman, dan waktu tunggu dari masing-masing item yang biasanya tersedia dalam file induk dari item.

Ketika akan mendesain MPS, perlu diperhatikan beberapa faktor utama yang menentukan proses penjadwalan produksi induk (MPS), beberapa faktor itu adalah :

- 1) Lingkungan manufaktur
- 2) Struktur produk
- 3) Horizon perencanaan, waktu tunggu produk (produk lead time) dan production time fences.
- 4) Pemilihan item – item MPS

### ***Lingkungan manufaktur***

Lingkungan manufaktur sangat menentukan proses MPS. Ada 3 lingkungan manufaktur yang umum dipertimbangkan ketika akan mendesain MPS

#### 1) Make to stock

Dalam lingkungan ini manufaktur memproduksi untuk disimpan. Pihak manajemen dituntut untuk memelihara persediaan produk jadi. Hal ini berarti produk akhir harus dibuat atau diselesaikan terlebih dulu sebelum menerima pesanan pelanggan. Dalam lingkungan seperti ini konsumen tidak akan mentolerir.

#### 2) Make to Order

Dalam lingkungan ini manufaktur memproduksi untuk dipesan. Jadi produk yang diproduksi sesuai dengan pesanan pelanggan. Produk mempunyai waktu tunggu yang panjang ( lead time ). Produk akhir biasanya merupakan kombinasi komponen standar dan komponen khusus lainnya.

#### 3) Assembly to order

Dalam lingkungan manufaktur ini merakit untuk dipesan. Dengan menyediakan persediaan komponen dalam jumlah yang kecil, pabrik dapat melakukan perakitan dengan konfigurasi yang diinginkan konsumen.

#### 4) Engineering to Order

Dalam lingkungan manufaktur ini merancang untuk dipesan. Produk akhir biasanya merupakan produk kompleks dan merupakan kombinasi standar dengan komponen khusus lainnya.

---

### ***Struktur produk atau Bill of Materials (BOM)***

Struktur produk atau BOM didefinisikan sebagai cara komponen – komponen itu bergabung kedalam suatu produk selama proses manufakturing.

Struktur produk akan menunjukkan bahan baku yang dikonversikan kedalam komponen – komponen fabrikasi, kemudian komponen – komponen itu akan bergabung secara bersama untuk membuat subassemblies, kemudian subassemblies bergabung bersama membuat assemblies, dan seterusnya sampai *end produk (produk akhir)*.

### ***Horizon perencanaan, waktu tunggu produk (produk lead time) dan production time fences.***

Berikut ini akan dibahas ketiga aspek yang akan dibahas secara singkat ketiga aspek yang berkaitan dengan manajemen waktu dalam proses desain MPS.

- Panjang horizon perencanaan , didefinisikan sebagai periode waktu mendatang terjauh dari jadwal produksi
- Waktu tunggu produksi, didefinisikan sebagai lama waktu menunggu sejak penempatan pesanan(memesan) sampai memperoleh pesanan itu.
- Production time fences didefinisikan sebagai suatu kebijakan atau petunjuk yang ditetapkan untuk mencatat dimana terdapat berbagai keterbatasan atau perubahan dalam prosedur operasi manufakturing.

### **Pemilihan item – item MPS**

Pemilihan item – item ini sangat penting, karena tidak hanya mempengaruhi bagaimana MPS beroperasi, tetapi juga mempengaruhi bagaimana sistem perencanaan dan

pengendalian manufaktur secara keseluruhan beroperasi. Terdapat beberapa kriteria dasar yang mengatur pemilihan item – item dalam MPS, yaitu :

- Item – item yang dijadwalkan seharusnya merupakan produk akhir.
- Jumlah item – item MPS seharusnya sedikit, karena manajemen tidak dapat membuat keputusan yang efektif terhadap MPS apabila jumlah item MPS terlalu banyak
- Setiap item yang dibuat harus memiliki BOM
- Item – item yang dijadwalkan harus berkaitan erat dengan item – item yang dijual.

### **C. ALAT DAN BAHAN**

1. Komputer untuk membantu melakukan analisa
2. Data – data yang akan dilakukan pengolahan seperti data produksi dari hasil lindo, porsi demand dan data – data yang berhubungan lainnya

### **D. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM**

1. Siapkan komputer yang akan dipakai
2. Siapkan data yang akan di selesaikan, baik menggunakan program linier.
3. Membuat kesimpulan dari kasus yang terjadi.

### **E. LANGKAH SOFTWARE**

Langkah Software pengolahan data MPS

- 1) Membuka software MPS dan MRP
- 2) Buka modul – Master Production Scheduling → Constan Demand → Data Entry
- 3) Masukkan jumlah produk dan awal siklus ( untuk siklus 1  $t = 0$ ) → OK

- 4) Masukkan data pada tabel yang sudah tersedia.
- 5) Buka modul – Master Production Scheduling → Constan Demand →solve
- 6) Buka modul – Master Production Scheduling → Constan Demand →Show the solution
- 7) Hasilnya dicopy ke Excel



# Bab. 2

## Material Resource Planning (MRP)

Panduan Praktikum  
SISTEM PRODUKSI



---

## BAB IV

### MATERIAL REQUIREMENT PLANNING

#### A. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Memperkenalkan sistem MRP sebagai suatu metode perencanaan dan pengendalian pesanan item dependent Demand.
2. Memahami prosedur penyusunan MRP.
3. Memahami konsep MRP matriks.

#### B. LANDASAN TEORI

##### 1. MRP

Perencanaan Sumber Daya Material adalah kegiatan dalam sebuah sistem manufaktur yang bertujuan untuk merencanakan kebutuhan sumber daya material dalam melakukan kegiatan produksi. Teknik perencanaan sumber daya material ini dikenal dengan nama Material Requirement Planning atau MRP. MRP adalah prosedur logis, aturan keputusan dan teknik pencatatan terkomputerisasi yang dirancang untuk menterjemahkan Jadwal Induk Produksi (Master Production Schedule / MPS) menjadi kebutuhan bersih (Net Requirement) material untuk semua item komponen produk.

Dalam MRP dikenal adanya Independent Demand dan Dependent Demand

1. **Independent Demand** : tidak ada hubungan yang nyata antara permintaan suatu item dengan item yang lain, misal pada item terahir
2. **Dependent Demand** : berhubungan langsung dengan permintaan item yang lebih tinggi, misal part-part pada suatu perakitan produk, atau sub-part untuk suatu part produk.

Secara umum sistem MRP mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Meminimalkan persediaan

MRP menentukan berapa banyak dan kapan suatu komponen diperlukan berdasarkan informasi dari MPS. Mengurangi resiko keterlambatan produksi atau pengiriman. MRP mengidentifikasi banyaknya bahan dan komponen yang diperlukan baik dari segi jumlah maupun waktunya dengan

---

memperhatikan tenggang waktu (*Lead time*) produksi maupun pengadaan / pembelian komponen, sehingga dapat memperkecil resiko tidak tersedianya bahan yang akan diproses yang dapat mengakibatkan terganggunya rencana produksi di MPS.

2. Komitmen yang realistis

Dengan MRP, jadwal produksi diharapkan dapat dipenuhi sesuai dengan rencana, sehingga komitmen terhadap pengiriman barang dapat dilakukan secara lebih realistis. Hal ini dapat mendorong meningkatnya kepuasan dan kepercayaan pelanggan.

3. Meningkatkan efisiensi

Efisiensi penentuan jumlah persediaan, waktu produksi, dan waktu pengiriman barang dapat ditingkatkan sesuai dengan jadwal produksi (MPS).

Sistem MRP dikembangkan untuk merencanakan dan mengendalikan pesanan (produksi atau pembelian) dan persediaan untuk item – item dependent Demand, dimana permintaan cenderung *discontinuous* dan *lumpy* (tidak halus / tidak rata). Contoh item – item yang termasuk dalam dependent Demand adalah bahan baku (*raw material*), *parts*, *subassemblies* dan *assemblies*.

## 2. PRASYARAT DAN ASUMSI PADA MRP

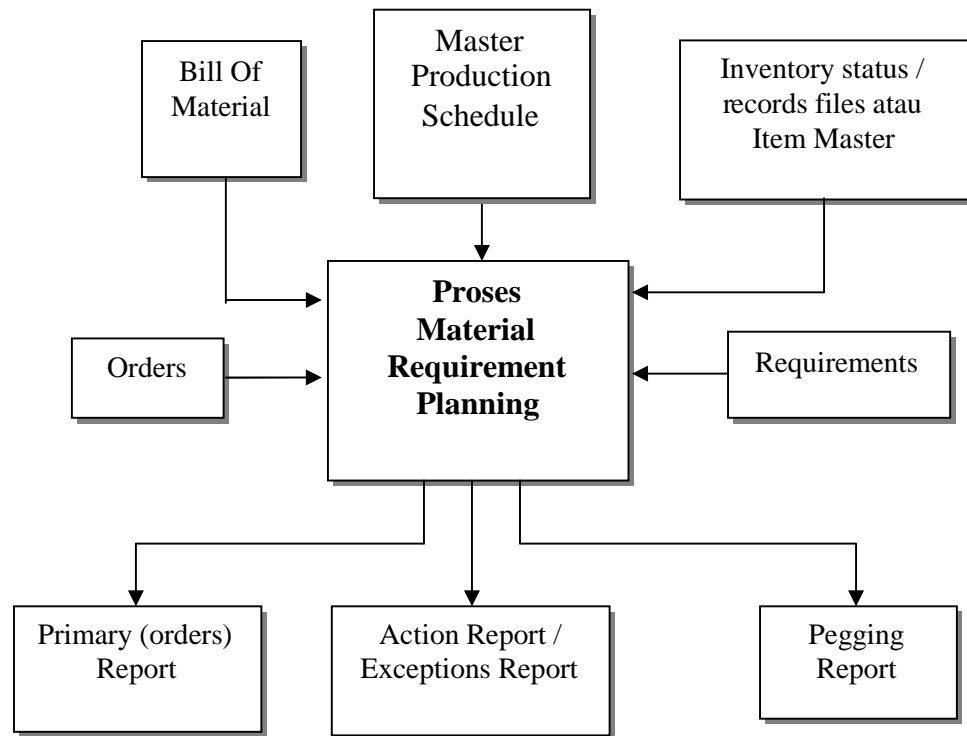
Sebelum memanfaatkan teknik MRP perlu diperhatikan beberapa prasyarat dan asumsi yang mendasar agar MRP dapat diterapkan secara efektif.

Syarat pendahuluan yang harus diperhatikan tersebut, yaitu:

1. Tersedianya MPS yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan jumlah pesanan dan waktu pemesanan.
2. Adanya identifikasi khusus bagi setiap item persediaan (no. ID).
3. Tersedianya struktur produk (Bill Of Material / BOM)
4. Tersedianya catatan tentang inventory untuk semua item yang menyatakan keadaan persediaan sekarang dan yang akan datang.

### 3. STRUKTUR SISTEM MRP

Sebagai sebuah sistem, Material Requirement Planning terdiri dari input, proses dan output. Struktur sistem MRP dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Struktur Sistem MRP

#### 3.1. INPUT MRP

Berdasarkan gambar struktur sistem MRP tersebut di atas maka input MRP adalah sebagai berikut :

##### a. Master Production Schedule (MPS)

Merupakan suatu pernyataan definitif tentang produk akhir (termasuk parts pengganti dan suku cadang), apa yang direncanakan untuk diproduksi, berapa kuantitas yang dibutuhkan, pada waktu kapan dibutuhkan dan kapan produk itu akan diproduksi.

**b. Bill of Material (BOM)**

Merupakan daftar dari semua material, *parts*, dan *subassemblies*, serta kuantitas dari masing-masing yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk atau *parent assembly*. BOM juga menggambarkan urutan penyusunan komponen – komponen menjadi suatu produk pada proses manufaktur. MRP menggunakan BOM sebagai basis untuk perhitungan banyaknya setiap material yang dibutuhkan untuk setiap periode waktu.

**c. Inventory Status / Record Files atau Item Master**

Merupakan suatu file yang berisi informasi status tentang material, *parts*, *subassemblies*, dan produk-produk yang menunjukkan kuantitas on-hand, kuantitas yang dialokasikan (*allocated quantity*), waktu tunggu yang direncanakan (*planned lead times*), ukuran lot (*lot size*), stok pengaman, kriteria *lot sizing*, toleransi untuk *scrap* atau hasil, dan berbagai informasi penting lainnya yang berkaitan dengan suatu item.

**d. Orders (Pesanan – pesanan)**

*Orders* berfungsi memberitahukan tentang jumlah dari setiap item yang akan diperoleh sehingga akan meningkatkan *stock-on-hand* di masa mendatang.

**e. Requirements (Kebutuhan – kebutuhan)**

*Requirements* berfungsi untuk memberitahukan tentang berapa banyak masing – masing item dibutuhkan, sehingga akan mengurangi *stock-on-hand* di masa mendatang.

**3.2. OUTPUT MRP**

Berdasarkan gambar struktur sistem MRP diatas, maka *output* dari MRP adalah sebagai berikut :

**a. MRP Primary (Orders) Report**

Laporan utama MRP biasanya menggunakan salah satu format horizontal dengan waktu dalam buckets (paket), yang biasanya dalam periode

mingguan, atau format vertikal dengan waktu dalam tanggal (*bucketless format*). Laporan utama MRP menyajikan informasi sebagai berikut : *Gross Requirements, Schedule receipt, Projected on-hand, Projected available, Net requirements, Planned order receipt, dan Planned order release.*

**b. MRP Action Report / MRP Exception Report**

MRP *action report* berfungsi untuk memberi informasi kepada *planner* tentang item – item yang perlu mendapat perhatian segera, dan merekomendasikan tindakan – tindakan yang perlu diambil.

**c. MRP Pegging Report**

*Pegging adalah suatu proses penelusuran melalui catatan MRP dan BOM untuk mengidentifikasi pengaruh perubahan kebutuhan suatu komponen terhadap komponen yang lain. Pegging report memudahkan perencana untuk menelusuri sumber dari kebutuhan kotor untuk suatu item / komponen.*

#### 4. TERMINOLOGI DALAM MRP

Terminologi – terminologi yang sering digunakan dalam MRP adalah sebagai berikut

- a) **Lead time**, merupakan jangka waktu yang dibutuhkan sejak MRP menyarankan suatu pesanan sampai item yang dipesan datang dan siap untuk digunakan.
- b) **On Hand**, merupakan *inventory on-hand* yang menunjukkan kuantitas dari item yang secara fisik ada dalam *warehouse*.
- c) **LotSize**, merupakan kuantitas pesanan (*order quantity*) dari item yang diberitahukan pada sistem MRP, serta teknik *lot-sizing* apa yang digunakan.
- d) **Safety Stock**, merupakan *stock* pengaman yang ditetapkan perencana untuk mengatasi fluktuasi dalam permintaan dan / atau penawaran.
- e) **Schedule Receipt**, merupakan sejumlah produk pesanan yang akan selesai diproduksi dan tersimpan di *warehouse* pada periode tertentu

- 
- f) **Allocation**, merupakan kuantitas *On Hand* yang dialokasikan untuk penggunaan yang spesifik.
- g) **Scrap Factor**, merupakan faktor prosentase dalam struktur produk yang digunakan dalam perhitungan MRP untuk mengantisipasi kehilangan material akibat dari kegagalan proses manufakturing.
- h) **Low Level Code**, merupakan tingkatan dalam struktur produk (BOM).
- i) **Planning Horizon**, merupakan banyaknya waktu perencanaan ke depan. Dalam praktek planning horizon harus ditetapkan paling sedikit sepanjang *lead time* kumulatif dari sekumpulan item yang terlibat dalam proses manufakturing.
- j) **Gross Requirement (Total Requirement)**, merupakan total dari semua kebutuhan, termasuk *anticipated requirements*, untuk setiap periode waktu. *Gross requirement* bisa mencakup *independent* dan *dependent Demand*.
- k) **Projected On-Hand**, merupakan *projected available balance (PAB)*, dan tidak termasuk *planned orders*.
- l) **Projected On-Hand** =  $On-Hand$  pada awal periode + *Scheduled Receipts* – *Gross Requirements*.
- m) **Projected Available**, merupakan kuantitas yang diharapkan ada dalam *inventory* pada akhir periode, dan tersedia untuk penggunaan dalam periode selanjutnya.
- n) **Projected Available** =  $On-Hand$  awal periode (atau *Projected Available* periode sebelumnya) + *Scheduled Receipts* periode sekarang + *Planned Order Receipts* periode sekarang – *Gross Requirement* periode sekarang.
- o) **Net Requirements**, merupakan kekurangan material yang diproyeksikan untuk periode ini, sehingga perlu diambil tindakan ke dalam perhitungan *planned order receipts* agar menutupi kekurangan material pada periode itu.
- p) **Planned Order Receipts**, merupakan kuantitas pesanan pengisian kembali (*Purchasase order and / or manufacturing orders*) yang telah

direncanakan oleh MRP untuk diterima pada periode tertentu guna memenuhi *net requirement* (kebutuhan bersih).

- q) **Planned Order Releases**, merupakan kuantitas *planned orders* yang ditempatkan atau dikeluarkan dalam periode tertentu, agar item yang dipesan tersedia pada saat dibutuhkan.

## 5. PROSES PERHITUNGAN MRP

### 1. Netting

Merupakan proses perhitungan *net requirement* yang besarnya dapat dihitung dengan formula berikut :

**Net Requirements** = *Gross Requirements* + *Allocations* + *Safety Stock* – *Scheduled Receipts* – *Projected Available* pada akhir periode lalu

### 2 Lotting

Merupakan proses untuk menentukan besarnya pesanan setiap item yang optimal berdasarkan kebutuhan bersih (*net requirements*) yang dihasilkan dari proses *netting*. Dalam proses *Lotting*, terdapat banyak alternatif untuk menghitung ukuran *lot* yang disebut sebagai teknik *Lot-Sizing*.

### 3 Offsetting (penentuan *lead time*)

Merupakan proses yang bertujuan untuk menentukan saat yang tepat untuk melakukan rencana pemesanan dalam rangka memenuhi kebutuhan bersih, dengan memperhatikan *lead time* kesiapan material.

### 4 Explosion / Exploding

Merupakan proses perhitungan kebutuhan kotor untuk *item level* yang lebih bawah yang didasarkan atas *planned order release*.

## 6. FAKTOR SCRAP AND YIELD DALAM PROSES MRP

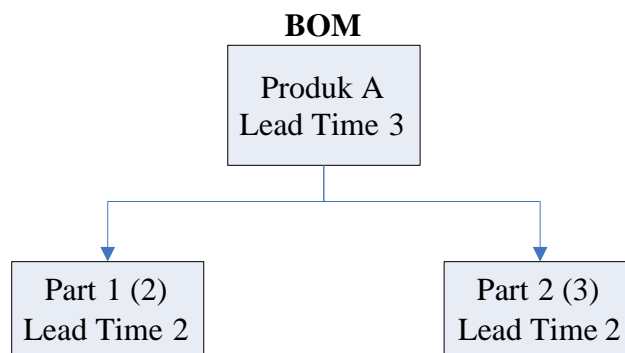
*Scrap factor* (synonym : *scrap rate*) merupakan faktor *prosentase* dalam struktur produk yang digunakan dalam perhitungan MRP untuk mengantisipasi kehilangan material karena kegagalan dalam proses manufaktur.

Perhitungan MRP dengan memasukkan *faktor scrap* atau *yield* diterapkan pada *planned order release*, bukan pada *gross requirements*, sebab *scrap* memperkirakan kehilangan material selama proses manufaktur (*planned order*), dan bukan kehilangan material dalam *warehouse*.

## 7. LANGKAH SOFTWARE

- 7.1. Buka program POM
- 7.2. Buka module Material Requirements Planning
- 7.3. Klik New
- 7.4. Masukkan data-data yang ada
- 7.5. Klik solve

## 8. CONTOH



### Demand

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demand	50	60	40	80	80	50	30	70	30

Due date on order pada minggu ke 3 dan ke 5 sebesar 60 dan 50

Produk	: A	Lot Size	: 70
Lead Time	: 3	Safety Stock	: 0
On Hand	: 100	LLC	: 0



	Time Periods(weeks)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GR		50	60	40	80	80	50	30	70	30
SR				60		50				
OH	100	50	60	80	0	40	60	30	30	0
NR			70			70	70		70	
POP			70			70	70		70	
POR			<b>70</b>	<b>70</b>		<b>70</b>				

Produk : A(Part 1)

Lot Size : 150

Lead Time : 2 weeks

Safety Stock : 0

On Hand : 160

LLC : 0

	Time Periods(weeks)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GR			<b>140</b>	<b>140</b>		<b>140</b>				
SR										
OH	160	160	20	30	30	40				
NR			150			150				
POP			150			150				
POR	150			150						

Perhitungan yang sama dilakukan untuk produk A(part 2)

# Bab. 3

## JOB SCHEDULING

Panduan Praktikum  
SISTEM PRODUKSI

---

**BAB IV****SCHEDULING ( PENJADWALAN )****IV.1. TUJUAN PRAKTIKUM**

1. Mahasiswa memahami teknik penjadwalan pada lingkungan n jumlah mesin
2. Mahasiswa memahami teknik penjadwalan pada lingkungan *flowshop dan jobshop* dengan kriteria tertentu menggunakan *integer programming*.

**IV.2. PENDAHULUAN**

Setelah kita merencanakan MPS ( Master Production Scheduling ) yang kemudian di detailkan dalam MRP (Master Produstion Scheduling ), maka permasalahan berikutnya adalah bagaimana mengalokasikan pekerjaan dari perencanaan tersebut pada rantai produksi mengingat adanya constrains ( batasan ) dari sumber daya yang dimiliki. Batasan dalam hal ini meliputi mesin dan pekerja yang harus menyelesaikan banyak pekerjaan, tentunya dengan perioritas penyelesaian yang berbeda – beda dan tentunya akan membentuk pola antrian pada pemrosesan. Antrian ini sendiri nantinya akan menjadi keterlambatan waktu penyerahan produk seperti yang telah dijanjikan terhadap konsumen. Penjadwalan yang kita buat ditujukan untuk dapat membantu dalam penigkatan performance perusahaan, yaitu dengan melakukan penyelesaian pekerjaan yang tepat waktu dan meningkatkan keuntungan perusahaan dengan menghilangkan biaya – biaya resiko keterlambatan.

Istilah yang perlu dimengerti :

Processing time (  $t_i$  ) = Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan termasuk waktu persiapanya.

Due date (  $d_i$  ) = Batas akhir dari sutu pekerjaan yang harus diselesaikan

Completion time (  $C_i$  ) = Rentang waktu sejak awal pekerjaan pertama dimulai sampai pekerjaan ke I diselesaikan.

---

Lateness ( $L_i$ )	=	Perbedaan atau selisih antara completion time dengan due date. Dimana jika nilai dari $C_i - d_i = (+)$ maka dikatakan lebih awal, dan jika nilai $C_i - d_i = (-)$ maka dikatakan mengalami keterlambatan.
Tardiness ( $T_i$ )	=	Keterlambatan, dimana nilai $C_i - d_i = (-)$
Slack ( $SL_i$ )	=	Waktu yang disediakan diluar waktu proses untuk menyelesaikan suatu pekerjaan ( $d_i - t_i$ )
Flow Time ( $F_i$ )	=	Rentang waktu sejak pekerjaan siap diproses sampai pekerjaan selesai dikerjakan. Dalam hal ini waktu menganggur termasuk didalamnya.

### IV.3. METODE PENJADWALAN

Dalam penjadwalan ada beberapa hal yang menjadikan pola penjadwlan itu sendiri, hal tersebut antara lain :

Mesin	=	<ul style="list-style-type: none"><li>• Single ( tunggal )</li><li>• 2 mesin</li><li>• Banyak mesin ( n mesin )</li></ul>
Aliran proses	=	<ul style="list-style-type: none"><li>• Job Shop</li><li>• Flow Shop</li><li>• General</li></ul>
Pola kedatangan	=	<ul style="list-style-type: none"><li>• Statis</li><li>• Dinamis</li></ul>
Elemen penjadwalan	=	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deterministik</li><li>• Stokastik</li></ul>

## 1. Penjadwalan n Pekerjaan pada Satu Mesin

Hal yang menjadi masalah dasar adalah ketika serangkaian pekerjaan tiba dan hanya terdapat 1 mesin saja. Misal ketika ada 4 buah pekerjaan ( A, B, C, dan D ) yang independen, maka dalam menyelesaikannya terdapat 4! solusi ( ABCD, ACDB, ADBC, ACBD,.....dst ), padahal kita harus membuat keputusan aliran pekerjaan seperti apa yang akan diterapkan. Dari hal tersebut, ada beberapa pendekatan yang akan dipakai :

### 1.1 SPT ( Shortest Processing Time ) untuk meminimalkan rata – rata Flowtime ( $F_i$ )

1. Urutkan pekerjaan dari waktu proses yang terkecil, yaitu :

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_n$$

2. Rata – rata Flowtime dihitung dengan :

$$\bar{F} = \frac{1}{n} [ nt_1 + (n-1)t_2 + \dots + 2t_{(n-1)} + t_n ]$$

### 1.2 SPT ( Shortest Processing Time ) untuk meminimalkan rata – rata Keterlambatan pada Mesin

1. Urutkan pekerjaan dari waktu proses yang terkecil, yaitu :

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_n$$

2. Hitung Completion time (  $C_i$  ), yaitu total proses sebelum pekerjaan dengan waktu proses pekerjaan itu sendiri.
3. Hitung Keterlambatan ( Lateness ) masing – masing pekerjaan, yaitu :  
 $L_i = C_i - d_i$
4. Hitung Rata – rata keterlambatan ( Mean Lateness ).

### 1.3 EDD ( Earliest Due date ) dengan Hodgson Algorithm untuk meminimalkan keterlambatan terbesar pada mesin

1. Urutkan pekerjaan dari Due date (  $d_i$  ) yang terkecil, yaitu :

$$d_1 < d_2 < d_3 < \dots < d_n$$

2. Hitung Keterlambatan ( Lateness ) masing – masing pekerjaan, yaitu :

$$L_i = C_i - d_i$$

.....(*Hodgson Algorithm*).....

3. Lihat pekerjaan yang pertama kali terlambat ( kita sebut pekerjaan ke  $n$  ), kemudian dari pekerjaan 1, 2, ..... $n$  pilih waktu proses terlama dan kemudian hilangkan
4. Hitung ulang keterlambatan.
5. Tempatkan pekerjaan yang dihilangkan pada langkah 3 di akhir penjadwalan.
6. Hitung Rata – rata keterlambatan ( Mean Lateness )

## 2. Penjadwalan $n$ Pekerjaan pada $m$ Mesin

### 2.1 Algoritma Meminimalkan Mean Flow time pada Mesin Paralel

1. Urutkan pekerjaan dengan urutan SPT ( processing time terpendek )
2. Jadwalkan pekerjaan tersebut satu persatu pada mesin dengan beban minimum. Bila beban sama, pilih mesin sembarang.

### 2.2 Algoritma Meminimalkan Makespan dan Mean Flow time pada Mesin Paralel

1. Urutkan pekerjaan dengan urutan LPT ( processing time terpanjang )
2. Jadwalkan pekerjaan tersebut satu persatu pada mesin dengan beban minimum. Bila beban sama, pilih mesin sembarang.
3. Setelah semua task dibebankan, balik urutan pada setiap mesin menjadi urutan SPT.

**Contoh Kasus SPT ( Shortest Processing Time ) untuk meminimalkan rata – rata Keterlambatan pada Mesin :**

Task (i)	Processing Time ( $t_i$ )	Duedate
1	5	15
2	8	10
3	6	15
4	3	25
5	10	20
6	14	40
7	7	45
8	3	50

Solusi :

Urutan sesuai dengan waktu proses adalah 4 – 8 – 1 - 3 – 7 – 2 – 5 – 6

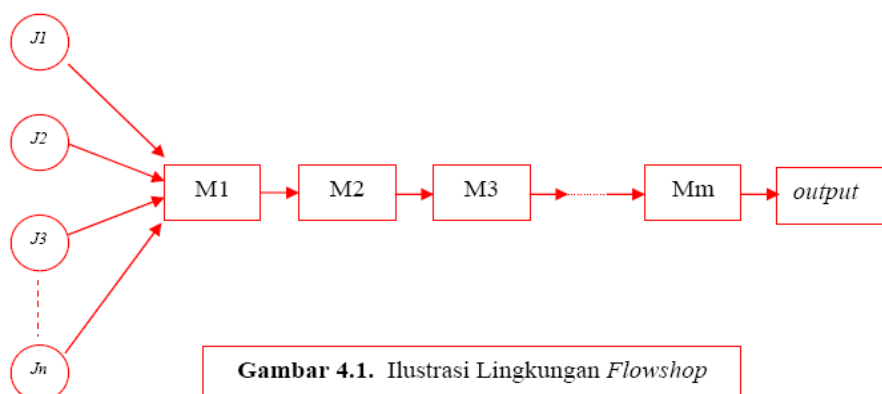
Perhitungan Completion time ( $C_i$ ) adalah :

Task (i)	Processing Time ( $t_i$ )	Due date ( $d_i$ )	Lateness ( $L_i$ )
4	3	25	-22
8	6	50	-44
1	11	15	-4
3	17	15	2
7	24	45	-21
2	32	10	22
5	42	20	22
6	56	40	16

Sehingga Rata rata keterlambatan adalah -3.625 jam, dimana hal ini berarti job dikerjakan lebih awal. Kelemahan pada metode ini adalah bahwa masih terlihat adanya keterlambatan yang signifikan yang dialami oleh beberapa job ( 22 jam ), dan untuk mengatasinya sering digunakan metode berikutnya yaitu EDD (Earliest Due date ).

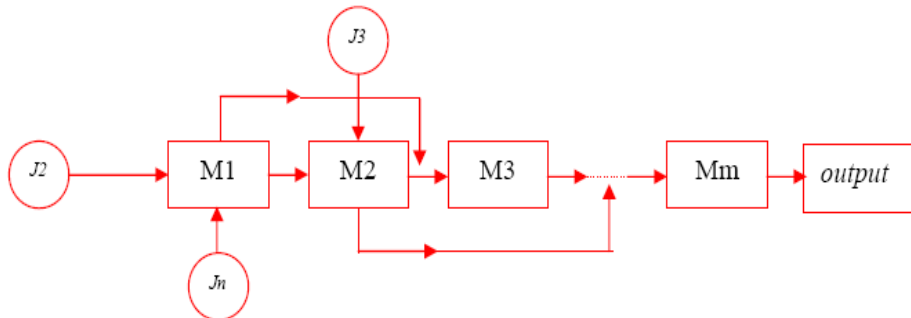
### 3. Flowshop Scheduling

Merupakan bentuk penjadwalan dari bentuk performansi yang identik dengan tipe lingkungan manufaktur *Make To Stock* ( MTS ), dimana sebagian besar kegiatan *scheduling* dilakukan dengan tujuan untuk meminimasi waktu proses sekumpulan kegiatan. Pada lingkungan *flowshop*, ada 2 kemungkinan aliran part yang terjadi. Pertama, adalah aliran yang identik untuk semua part. Semua part (*job*) yang dipunyai mempunyai jumlah proses yang sama dan membutuhkan jenis mesin yang sama pula. Tipe *flowshop* seperti ini disebut sebagai tipe *flowshop* murni (*pure flowshop*). Yaitu dapat digambarkan :



Gambar 4.1. Ilustrasi Lingkungan *Flowshop*

Pada beberapa kondisi, part – part yang akan dikerjakan memerlukan jumlah proses yang tidak sama. Ada beberapa part yang membutuhkan semua mesin yang ada untuk diproses, namun ada beberapa part yang membutuhkan hanya sebagian mesin saja. Apabila arah aliran material part dapat dibuat maju semua, maka lingkungan manufaktur seperti ini disebut sebagai tipe *general flowshop*, atau dapat digambarkan dengan ilustrasi berikut :



**Gambar 4.2.** Ilustrasi Lingkungan General Flowshop

### 3.1 Model Penjadwalan Flowshop

Penjadwalan pada lingkungan *flowshop* murni, adalah merupakan kasus kombinatorial, yang mencari urutan *job* yang akan dikerjakan. Solusi dapat dicari dengan melakukan permutasi pada  $1, \dots, n$ , dengan  $n$  adalah jumlah *job*, dan memilih permutasi yang menghasilkan *makespan* yang sesuai dengan kriteria performansi yang akan dicapai (sebagai contoh ; minimasi *makespan*).

Dalam penjadwalan statis, beberapa asumsi sering digunakan sebelum kegiatan penjadwalan dimulai. Asumsi – asumsi yang sering digunakan adalah : setiap *job* hanya terdiri dari satu item, setiap stasiun kerja hanya terdiri dari 1 mesin, setiap item harus dikerjakan sampai selesai tanpa adanya interupsi, dan pada suatu waktu sebuah mesin hanya dapat mengerjakan satu *job*.

Beberapa algoritma dalam penyelesaian kasus penjadwalan pada lingkungan *flowshop* telah ditemukan (sebagai contoh : CDS, Johnson). Namun kebanyakan penggunaan algoritma tersebut kurang *general*, hanya digunakan dalam kegiatan penjadwalan dengan kriteria tertentu saja, dan solusi yang dihasilkan belum menjamin solusi yang optimal. Pendekatan lain yang dapat digunakan dalam penyelesaian kasus penjadwalan *flowshop* adalah dengan menggunakan pendekatan *Mix Integer Programming* (MIP). Keuntungan dari penggunaan



pendekatan ini adalah dapat digunakan secara lebih *general*, dan solusi yang dihasilkan adalah solusi yang optimal. Pembangunan model penjadwalan *flowshop* dengan pendekatan MIP dapat dijelaskan sebagai berikut :

**A. Batasan Precedence**

Setiap *job* mempunyai urutan proses yang sudah tertentu, sehingga proses – proses tersebut harus dikerjakan secara berurutan. Model yang digunakan untuk menjaga urutan proses setiap part adalah sebagai berikut :

Bila  $X_{ij}$  melambangkan *completion time job i* operasi ke  $j$ , dan  $t_{ij}$  melambangkan waktu proses *job i* operasi ke  $j$ , maka :

$$X_{ij} - X_{i,j-1} \geq t_{ij} \dots\dots\dots (4.1)$$

dengan :  $i = 1, \dots$ , jumlah *job*  
 $j = 2, \dots$ , jumlah operasi pada *job i*

Untuk proses pertama sebuah *job* ( $j = 1$ ), maka model yang digunakan adalah :

$$X_{i1} \geq t_{i1} \dots\dots\dots (4.2)$$

**B. Batasan Pengerjan Sebuah Item Dalam Sebuah Mesin**

Pada suatu waktu, sebuah mesin hanya dapat mengerjakan sebuah *job*, dan *job* tersebut harus dikerjakan sampai selesai. Untuk dapat membuat model yang bisa menjaga kondisi ini terpelihara, maka dibutuhkan sebuah variabel yang

merepresentasikan sub jadwal urutan *job* yang akan dikerjakan pada sebuah mesin. Bila  $Y_{ik}$  merepresentasikan urutan *job* yang dikerjakan adalah *job i* kemudian *job k*, maka dapat dibuat aturan untuk variabel  $Y_{ik}$ , yaitu :

$$Y_{ik} \begin{cases} 1, & \text{jika } job\ i \text{ dikerjakan mendahului } job\ k \\ 0, & \text{untuk yang lainnya} \end{cases}$$

Dan batasan kondisi di atas menjadi :

$$X_{kj} - X_{ij} - BY_{ik} \geq t_{kj} - B \dots\dots\dots (4.3)$$

$$X_{ij} - X_{kj} + BY_{ik} \geq t_{ij} \dots \dots \dots (4.4)$$

dengan :

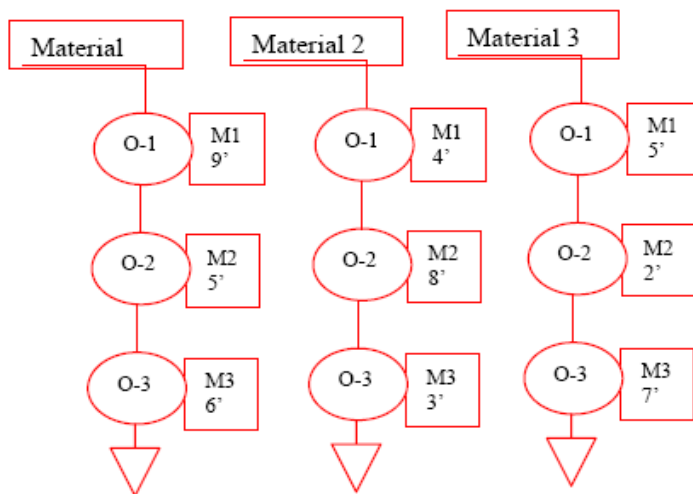
$i = 1, \dots, \text{jumlah } job - 1$

$k = i + s, \text{ dan } s = 1, \dots, \text{jumlah } job - i$

B = sebuah bilangan yang besar

### 3.2 Contoh Kasus Flowshop

Bila diketahui peta proses operasi (Operation Process Chart / OPC) part – part sebagai berikut :



Gambar 4.3. OPC Part

Apabila kriteria performansi yang ingin dicapai adalah meminimalkan *makespan*, maka hal tersebut dapat dicapai dengan meminimalkan total *flow time* setiap *job*, sehingga model penjadwalan dengan MIP dapat dibangun sebagai berikut :

Fungsi tujuan :

$$\text{Min } Z = F1 + F2 + F3$$

Dengan batasan :

$$\begin{aligned} X_{13} - X_{12} &\geq 6 \\ X_{12} - X_{11} &\geq 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{22} - X_{12} - 100Y_{12} &\geq -92 \\ X_{12} - X_{22} + 100Y_{12} &\geq 5 \end{aligned}$$

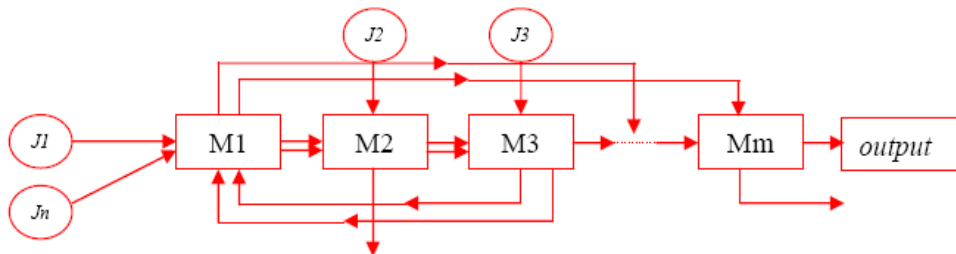
$$\begin{array}{ll}
X_{11} \geq 9 & X_{32} - X_{12} - 100Y_{13} \geq -98 \\
X_{23} - X_{22} \geq 3 & X_{12} - X_{32} + 100Y_{13} \geq 5 \\
X_{22} - X_{21} \geq 8 & X_{32} - X_{22} - 100Y_{23} \geq -98 \\
X_{21} \geq 4 & X_{22} - X_{32} + 100Y_{23} \geq 8 \\
X_{33} - X_{32} \geq 7 & X_{23} - X_{13} - 100Y_{12} \geq -97 \\
X_{32} - X_{31} \geq 2 & X_{13} - X_{23} + 100Y_{12} \geq 6 \\
\\
X_{31} \geq 5 & X_{33} - X_{13} - 100Y_{13} \geq -93 \\
X_{21} - X_{11} - 100Y_{12} \geq -96 & X_{13} - X_{33} + 100Y_{13} \geq 6 \\
X_{11} - X_{21} + 100Y_{12} \geq 9 & X_{33} - X_{23} - 100Y_{23} \geq -93 \\
X_{31} - X_{11} - 100Y_{13} \geq -95 & X_{23} - X_{33} + 100Y_{23} \geq 3 \\
X_{11} - X_{31} + 100Y_{13} \geq 9 & F_1 - X_{13} = 0 \\
X_{31} - X_{21} - 100Y_{23} \geq -95 & F_2 - X_{23} = 0 \\
\\
X_{21} - X_{31} + 100Y_{23} \geq 4 & F_3 - X_{33} = 0
\end{array}$$

#### 4. Jobshop Scheduling

Merupakan bentuk penjadwalan dari bentuk performansi yang identik dengan tipe lingkungan manufaktur *Make To Order* (MTO), dimana produk yang akan diproduksi akan sangat spesifik, sesuai dengan pesanan konsumen, dan waktu proses setiap part penyusun produk tersebut akan sangat spesifik pula. Dalam lingkungan ini, maka kriteria performansi kegiatan *scheduling* yang dilakukan adalah menepati waktu penyerahan produk (*duedate*) ke konsumen. Waktu penyelesaian produk yang melebihi *duedate* akan mengakibatkan pembengkakan biaya produksi sebagai akibat dari keterlambatan penyerahan produk ke konsumen, dan hal ini akan menurunkan level pelayanan perusahaan ke konsumen. Begitu juga sebaliknya, apabila waktu penyelesaian produk kurang dari *duedate*, maka akan timbul biaya penanganan produk sebelum diserahkan ke konsumen yang akan membengkakkan biaya produksi pula.

Lingkungan *flowshop*, mempunyai satu arah aliran material, maka fleksibilitasnya relatif rendah. Dalam sebuah lingkungan manufaktur yang memproduksi produknya untuk pesanan konsumen, maka dituntut untuk mempunyai *shop floor* yang mempunyai fleksibilitas yang relatif tinggi. Oleh karena itu *shop floor* yang dipunyai harus bisa merespon aliran material pembuatan part yang fleksibel pula. Sehingga dalam lingkungan ini akan ada

aliran part *backward* dan *forward*. Lingkungan *shop floor* semacam ini disebut sebagai lingkungan *jobshop*, atau bisa digambarkan dengan ilustrasi berikut :



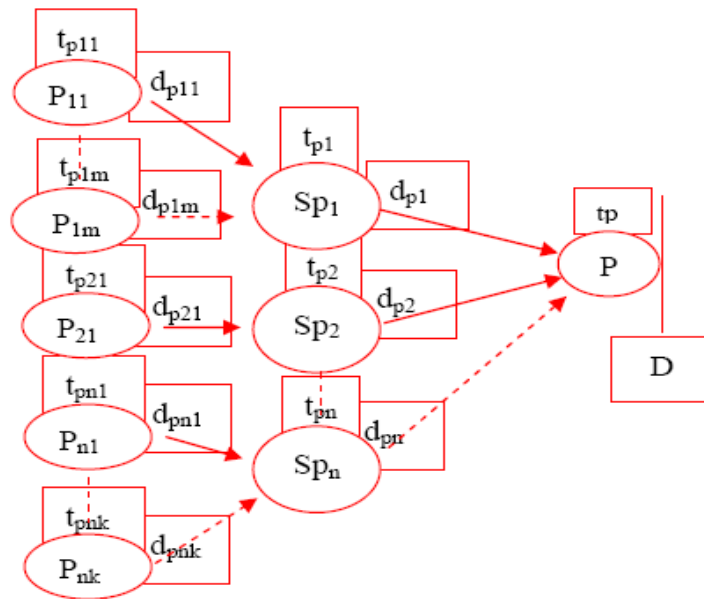
**Gambar 4.4.** Ilustrasi Lingkungan *Jobshop*

#### 4.1 Model Penjadwalan *Jobshop*

Dalam lingkungan *make to order*, karakteristik produk dan saat penyerahan produk ditentukan oleh konsumen, sehingga bersifat pasti. Oleh karena itu, *Bill Of Material* (BOM) dan OPC dari produk merupakan informasi utama dalam melakukan proses produksi. Berkaitan dengan waktu penyerahan (*duedate*), keterlambatan penyerahan produk ke konsumen akan menurunkan performansi perusahaan di mata konsumen. Hal ini berakibat juga pada pembengkakan biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan karena adanya biaya “denda” dari konsumen. Oleh karena itu, penjadwalan yang dilakukan di lingkungan *make to order* secara garis besar dilakukan dengan kriteria menepati *duedate* produk.

Karena *duedate* produk diketahui dengan pasti, maka saat selesainya pengerjaan setiap part penyusun produk tersebut juga dapat ditentukan, sehingga dalam detailnya, penjadwalan di lingkungan *make to order* dilakukan dengan kriteria menepati *duedate* setiap part agar *duedate* produk final tidak terlampaui.

Secara sederhana, proses manufaktur sebuah produk dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 4.5. Proses Manufaktur Sebuah Produk**

Dengan :

- D = *duedate* produk final
- $d_{p1}, d_{p2}, \dots, d_{pn}$  = *duedate* sub produk 1, *duedate* sub produk 2, ..., *duedate* sub produk n.
- $d_{p1m}, \dots, d_{pnk}$  = *duedate* part m dari sub produk 1, ... *duedate* part k dari sub produk n
- $t_p$  = waktu proses perakitan n
- $t_{p1}, t_{p2}, \dots, t_{pn}$  = waktu proses perakitan sub produk 1, waktu proses perakitan sub produk 2, ..., waktu proses perakitan sub produk n
- $t_{p1m}, \dots, t_{pnk}$  = total waktu proses part m dari sub produk 1, ... total waktu proses part k dari sub produk n

Dari gambar 4.5, dapat dibuat persamaan :

$$D = \text{konstan} \dots \dots \dots (4.5)$$

$$d_{p1} = d_{p2} = \dots = d_{pn} = D - t_p \dots \dots \dots (4.6)$$

$$d_{p11} = \dots = d_{p1m} = d_{p1} - t_{p1} \dots \dots \dots (4.7)$$

$$d_{p21} = d_{p2} - t_{p2} \dots \dots \dots (4.8)$$

$$d_{pn1} = \dots = d_{pnk} = d_{pn} - t_{pn} \dots \dots \dots (4.9)$$

Bila digunakan variabel – variabel :

- $C_p$  = saat selesainya perakitan produk final,
- $C_{p1}, C_{p2}, \dots, C_{pn}$  = saat selesainya perakitan sub produk 1, saat selesainya perakitan sub produk 2, ..., saat selesainya perakitan sub produk n.
- $C_{p1m}, \dots, C_{pnk}$  = saat selesainya proses part m dari sub produk 1, ..., saat selesainya proses part k dari sub produk n.
- $R_{p1}, R_{p2}, \dots, R_{pn}$  = selisih antara  $d_{p1}$  dengan  $C_{p1}$ , selisih antara  $d_{p2}$  dengan  $C_{p2}$ , ..., selisih antara  $d_{pn}$  dengan  $C_{pn}$
- $R_{p1m}, \dots, R_{pnk}$  = selisih antara  $d_{p1m}$  dengan  $C_{p1m}$ , ..., selisih antara  $d_{pnk}$  dengan  $C_{pnk}$ .

Maka, untuk mendapatkan penjadwalan yang baik, dapat ditempuh dengan cara meminimalkan total  $R_{p1}, R_{p2}, R_{pn}, R_{p1m}, \dots, R_{pnk}$ , sehingga persamaan fungsi tujuan yang digunakan adalah :

$$\text{Min } Z = R_{p1} + R_{p2} + \dots + R_{pn} + R_{p1m} + \dots + R_{pnk} \dots \dots \dots (4.10)$$

Bila  $S_{p1}, S_{p2}, \dots, S_{pn}$  merupakan kegiatan perakitan sub produk 1, sub produk 2, ..., sub produk n, dan  $P_{1m}, \dots, P_{nk}$  adalah part – part yang memerlukan proses manufaktur, maka kegiatan penjadwalan di proses manufaktur harus memperhatikan urutan proses setiap part seperti yang tercantum dalam OPC setiap part.

Apabila digunakan beberapa variabel :

$X_{jk}$  : saat selesainya operasi ke k part j,

$X_{jkm}$  : saat selesainya operasi ke k part j di mesin m,

$t_{jk}$  : waktu proses operasi ke k part j.

$$Y_{jom} \begin{cases} 1, & \text{jika part j mendahului part o di mesin m} \\ 0, & \text{untuk yang lainnya.} \end{cases}$$

M : sebuah bilangan yang besar

Maka dapat dibuat model penjadwalan setiap part berdasarkan OPC part sebagai berikut :

$$X_{jk} - X_{jk-1} \geq t_{jk} \dots\dots\dots(4.11)$$

untuk  $j = 1, \dots$ , jumlah part,  $k = 2, \dots$ , jumlah operasi part j.

$$X_{okm} - X_{jkm} - MY_{jom} \geq t_{okm} - M \dots\dots\dots(4.12)$$

untuk  $j = 1, \dots$ , jumlah part – 1,  $o = j + a$ , dengan  $a = 1, \dots$ , jumlah part – j,  $m = 1, \dots$ , jumlah mesin,  $k =$  indeks operasi part o atau part j di mesin m.

$$X_{jkm} - X_{okm} + MY_{jom} \geq t_{jkm} \dots\dots\dots(4.13)$$

$$X_{jl} \geq t_{jl} \dots\dots\dots(4.14)$$

untuk  $j = 1, \dots$ , jumlah part.

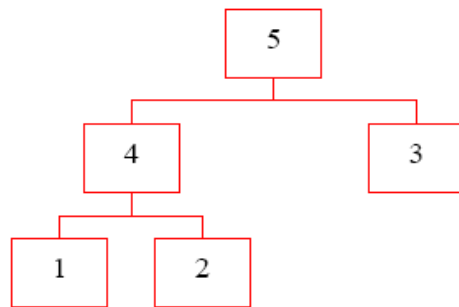
$$X_{jK} + R_j = d_j \dots\dots\dots(4.15)$$

Untuk  $j = 1, \dots$ , jumlah part,  $K =$  indeks operasi terakhir part j,  $d = due\ date$  part j.

Penggunaan variabel  $R_j$  dengan tujuan untuk mengantisipasi keterbatasan proses manufaktur dalam mengerjakan semua part tepat dengan *duedate*-nya.

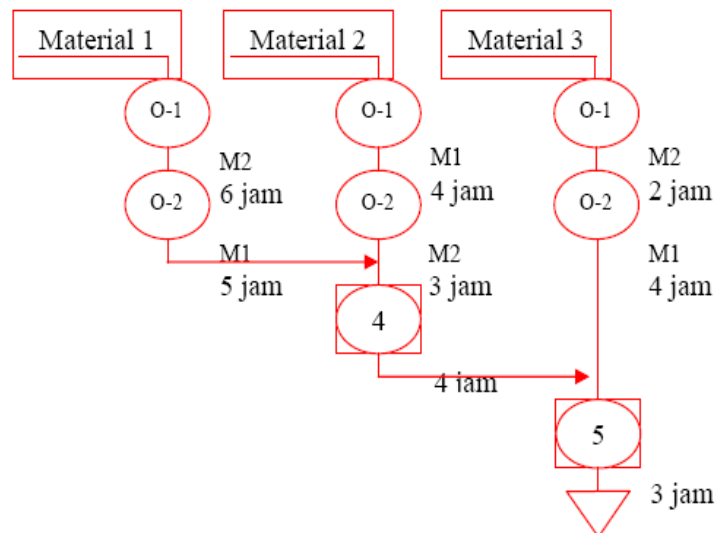
### 4.2 Contoh Kasus Jobshop

Diketahui *Bill Of Material* (BOM) sebuah produk adalah sebagai berikut :



**Gambar 4.6.** *Bill Of Material* Sebuah Produk

Sedangkan OPC setiap part adalah sebagai berikut :



**Gambar 4.7.** Peta Proses Operasi Setiap Part

Proses 4 dan 5 adalah proses perakitan, dan *duedate* produk final ditentukan oleh konsumen adalah sebesar 20 jam.



Dari informasi di atas, untuk mendapatkan jadwal yang baik, maka dapat dibuat model penjadwalannya dengan MIP adalah sebagai berikut :

Fungsi tujuan :

$$\text{MIN } Z = R1 + R2 + R3$$

Dengan batasan :

$$X12 - X11 \geq 5$$

$$X22 - X21 \geq 3$$

$$X32 - X31 \geq 4$$

$$X21 - X12 - 100Y121 \geq -96$$

$$X12 - X21 + 100Y121 \geq 5$$

$$X32 - X21 - 100Y231 \geq -96$$

$$X21 - X32 + 100Y231 \geq 4$$

$$X32 - X12 - 100Y131 \geq -96$$

$$X12 - X32 + 100Y131 \geq 5$$

$$X22 - X11 - 100Y122 \geq -97$$

$$X11 - X22 + 100Y122 \geq 6$$

$$X31 - X22 - 100Y232 \geq -98$$

$$X22 - X31 + 100Y232 \geq 3$$

$$X31 - X11 - 100Y132 \geq -98$$

$$X11 - X31 + 100Y132 \geq 6$$

$$X12 + R1 = 13$$

$$X22 + R2 = 13$$

$$X32 + R3 = 17$$

$$X11 \geq 6$$

$$X21 \geq 4$$

$$X31 \geq 2$$

# Bab. 4

## CIM System : Start-UP

Panduan Praktikum  
SISTEM PRODUKSI

**CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING)**

**CIM I - POWER UP**

**I. TUJUAN PRAKTIKUM**

1. Mahasiswa mengetahui pengertian CIM (Computer Integrated Manufacturing)
2. Mahasiswa mengetahui sub system CIM di Laboratorium Proses Produksi
3. Mahasiswa mengetahui *power up* mesin CNC
4. Mahasiswa mengetahui *power* yang digunakan

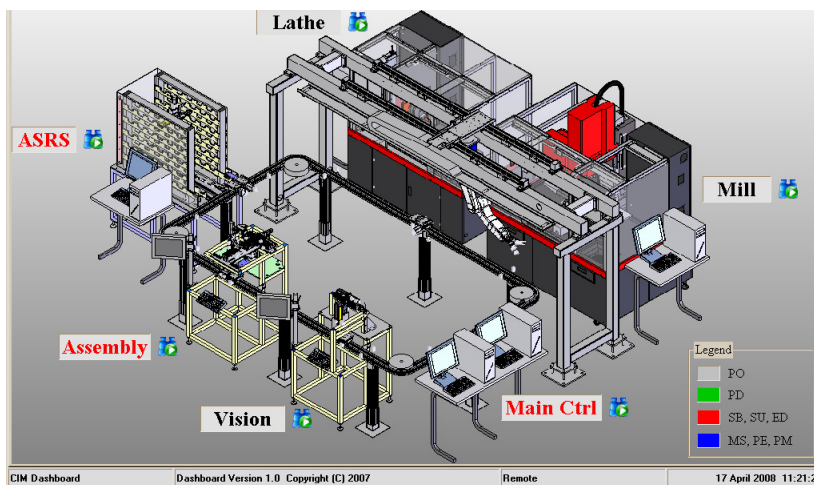
**II. PENGERTIAN CIM**

Pengertian CIM menurut *The Computer and Automation Systems and Association of the Society of Manufacturing Engineer* adalah sebagai berikut:

*“CIM is the integration of the total manufacturing enterprise through the use of integrated system and data communication coupled with new managerial philosophies that improve organizational and personnel efficiency”*

**III. CIM DI LABORATORIUM SISTEM PRODUKSI**

Gambar lay out CIM di Laboratorium Sistem Produksi



Dari gambar lay out di atas kita ketahui bahwa CIM terdiri dari beberapa sub system, antara lain:

1. Main Control
2. AS/RS machine
3. Robot
4. CNC Machine (Mesin Mill dan Lathe)
5. Material Handling System → Conveyor
6. Vision Machine
7. Assembly Machine

#### IV. LANGKAH-LANGKAH POWER UP MESIN

##### HAL-HAL UMUM YANG HARUS DIKETAHUI

1. Pastikan Power Robot dalam keadaan OFF (posisi saklar ke arah bawah) sebelum menjalankan CIM
2. Komputer Server dan Main Control harus dihidupkan pertama kali sebelum menjalankan komputer lain.
3. Untuk setiap sub station terdiri dari mesin dan komputer, hidupkan mesin lebih dahulu, baru kemudian menjalankan komputer.

(Sedangkan untuk mematikan CIM point nomor 2 dan nomor 3 berkebalikan)

1. Power  
Saklar utama ubah ke penunjuk I (artinya ON)  
Hidupkan saklar untuk CIM dan Mesin Mill/Lathe  
Pastikan bahwa saklar untuk komputer juga dalam keadaan ON (Keadaan ON ketika warna merah tidak kelihatan)
2. Hidupkan komputer server dan Main Control sampai benar-benar jalan secara sempurna.
3. Hidupkan Mesin-mesin (ASRS, Lathe, Mill, Vision, dan Assembly).

4. Hidupkan komputer lain selain server dan main control (komputer untuk ASRS, Lathe, Mill, Vision, dan Assembly)

Ketika diminta untuk memasukkan password tekan Enter saja.

5. Hidupkan *Air Compressor*.
6. Buka program aplikasi pada masing-masing komputer (Main Control, ASRS, Lathe, Mill, Vision, dan Assembly).
7. Set Up mesin Lathe dan Mill

#### Mesin Lathe

- a. Pastikan mesin ON secara sempurna
- b. Tekan “Drive ON” (tombol yang berwarna hijau) bersamaan dengan tombol Cycle Start (Warna hijau juga)
- c. Coba cek mesin apakah berjalan dengan normal atau tidak
  - Cobalah masuk Jog mode dengan menekan tombol Jog, kemudian gerakkan sumbu X dan Z ke arah positif atau negatif.
  - Coba untuk menuju posisi Reference Point. Caranya:  
Posisikan X dan Z di nilai negative kemudian tekan tombol REF POINT yang letaknya disamping tombol JOG. Kemudian tekan +X dan +Z. Maka posisi akan menuju ke X0 Y0
  - Jika perlu coba jalankan Spindle ke arah kanan atau kiri, Langkah JOG>Spindle Right/ Spindle Left. Untuk memayikan Tekan Spindle Stop atau Reset.
  - Pastikan jaw dalam keadaan terbuka, dengan menekan **K7.....** (Harus dalam menu JOG)
- d. Aktifkan program pengerjaan PIN. Langkah Program>pilih nama program> Select (Pastikan program benar-benar telah dipilih). Pada pembuatan benda real, jalankan program dengan nama: .....)
- e. Pilih Auto

#### Mesin Mill

- a. Pastikan mesin ON secara sempurna
- b. Tekan “Drive ON” (tombol yang berwarna hijau) bersamaan dengan tombol Cycle Start (Warna hijau juga)
- c. Coba cek mesin apakah berjalan dengan normal atau tidak

- Cobalah masuk Jog mode dengan menekan tombol Jog, kemudian gerakkan sumbu X, Y dan Z ke arah positif atau negatif.
  - Coba untuk menuju posisi Reference Point. Caranya:  
Posisikan X, Y dan Z di nilai negatif kemudian tekan tombol REF POINT yang letaknya disamping tombol JOG. Kemudian tekan +X, +Y dan +Z. Maka posisi akan menuju ke X0 Y0 Z0
  - Jika perlu coba jalankan Spindle ke arah kanan atau kiri, Langkah JOG>Spindle Right/ Spindle Left. Untuk mematikan Tekan Spindle Stop atau Reset.
- d. Jalankan program REF untuk posisi peletakan material BLOK (Hasilnya nanti posisi X= - 235
- e. Aktifkan program untuk pengerjaan BLOK. Langkah Program>pilih nama program> Select (Pastikan program benar-benar telah dipilih). Pada pembuatan benda real, jalankan program dengan **nama: .....**)
- f. Pilih Auto
8. Hidupkan Robot (Arah Saklar ke atas / ON)
9. Tunggu sampai robot benar-benar “hidup” Lampu pada *Robot controller* dalam posisi ON. Untuk Menjalankan Robot pada system CIM, pastikan Robot Controller pada posisi AUTO.
10. Inisialisasi mesin CIM  
Langkah: Dari main Control tekan tombol STOP > RESET > INITIALIZATION
11. Untuk menjalankan mesin secara terintegrasi tekan START
12. Pada posisi seperti ini system CIM sudah siap untuk beroperasi. Operator tinggal memasukkan material (Load Material)

# Bab. 5

## **CIM System : AS/RS, RFID, and Material Handling**

Panduan Praktikum  
**SISTEM PRODUKSI**

## **MODUL II**

### **Mesin AS/RS, Material Handling System dan RFID**

Tujuan Praktikum:

1. Mengetahui pengertian mesin AS/RS
2. Mengetahui komponen penyusun mesin AS/RS
3. Mengetahui dan dapat menjalankan mesin AS/RS
4. Mengetahui jenis-jenis *material handling*
5. Mengetahui pengertian RFID (*Radio Frequency Identification Device*)
6. Mengetahui penerapan RFID pada CIM

Manfaat Praktikum

1. Mahasiswa mempunyai gambaran nyata mesin AS/RS, material handling system dan penerapan RFID pada Manufaktur yang terintegrasi dengan computer (CIM)
2. Mahasiswa mempunyai skill untuk mengoperasikan mesin AS/RS sehingga nanti ketika masuk dunia industri yang menerapkan CIM akan dapat menyesuaikan diri dengan mudah.

Materi Praktikum:

#### **I. Mesin AS/RS**

- a. Pengertian mesin AS/RS  
*AS/RS (Automated Storage and Retrieval System)* menurut Material Handling Institute adalah “ *A combination of equipment and control which handles, stores, and retrieve materials with precision, accuracy, and speed under a defined degree of automation*”
- b. Komponen penyusun mesin AS/RS  
Mesin AS/RS terdiri dari beberapa module, yaitu:
  - 1) Fork Module
  - 2) Pallet Rack
  - 3) Pallet Transfer Module
  - 4) Z-axis module
  - 5) Structure Module
- c. Mengapa AS/RS?  
Beberapa alasan mengapa sebuah perusahaan memilih menggunakan AS/RS:
  - 1) Dengan AS/RS ruang efisiensi penyimpanan tinggi
  - 2) Meningkatkan kapasitas penyimpanan
  - 3) Meningkatkan Manajemen dan Kontrol Inventory
  - 4) Mempunyai respon yang cepat untuk mengalokasikan, menempatkan dan mengembalikan item
  - 5) Mengurangi biaya tenaga kerja karena adanya otomasi
  - 6) Meningkatkan perputaran stok
  - 7) Membantu dalam menerapkan konsep Just in Time karena akan mendapatkan Parts, Tools, Pallet yang benar pada tempat dan waktu yang tepat.



d. Cara menjalankan mesin AS/RS

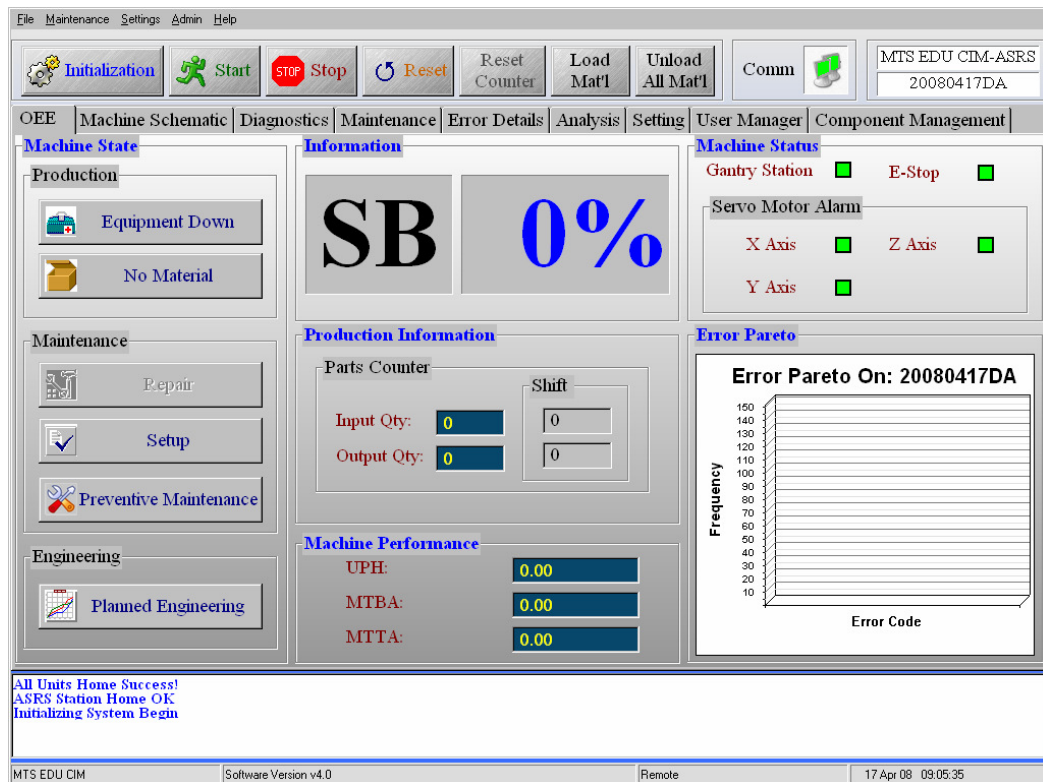
**Studi Kasus:**

PT Sainstek ingin memproduksi produk A yang terdiri dari 3 komponen yaitu sebuah *Block* dan 2 *Pin*. Untuk memasukkan raw material ini, operator pada mesin AS/RS ingin menambahkan/ menempatkan *raw material* ini pada mesin AS/RS sehingga siap untuk diproduksi. Pada studi kasus ini operator memasukkan 3 set *raw material* dengan kondisi sebagai berikut:

Bahan ke-	Blok	Pin 1	Pin 2
1	Raw	Raw	Raw
2	Raw	Raw	Done
3	Done	Done	Raw

- Dashboard AS/RS

User Interface untuk mesin AS/RS ditampilkan dalam gambar berikut:



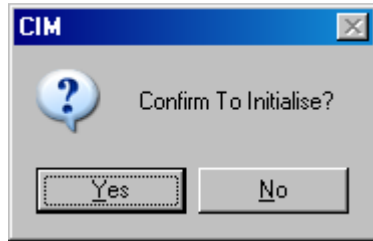
Untuk menampilkan *user interface* tersebut dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

**PROGRAM > ASRS**

- Inisialisasi mesin

Sebelum mesin dijalankan jangan lupa untuk inisialisasi terlebih dahulu. Inisialisasi ini salah satu tujuannya adalah untuk menempatkan mesin pada posisi aman yang telah ditetapkan oleh pabrik (*default system*).

**STOP > RESET > INITIALIZATION**



Tekan **Yes** untuk memulai proses inisialisasi

Mesin akan menyesuaikan diri pada posisi aman  
Setelah inisialisasi ini, operator dapat melakukan *Load material* maupun  
*Unload Material*

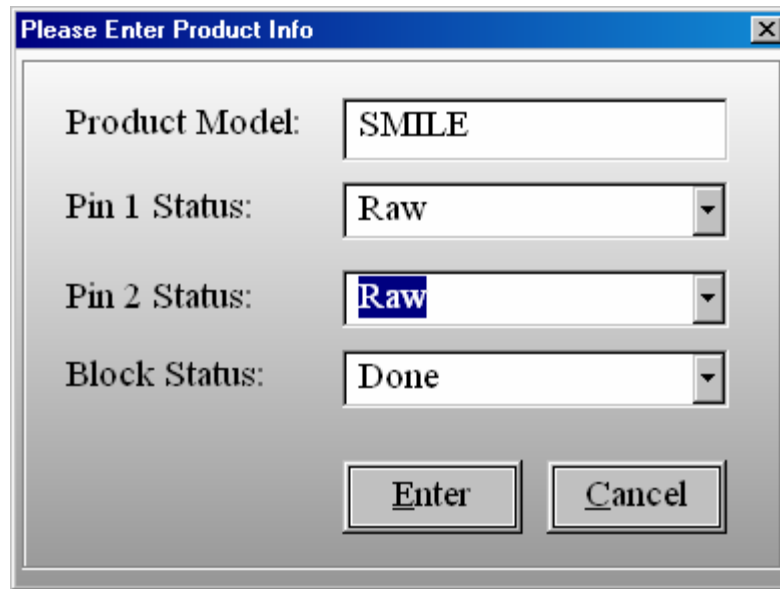
- **Load Material**

Untuk memasukkan produk (load material), prosesnya adalah sebagai berikut:

**START > LOAD MATERIAL (1)**

**>ENTER**

**>LOAD MATERIAL (2)**

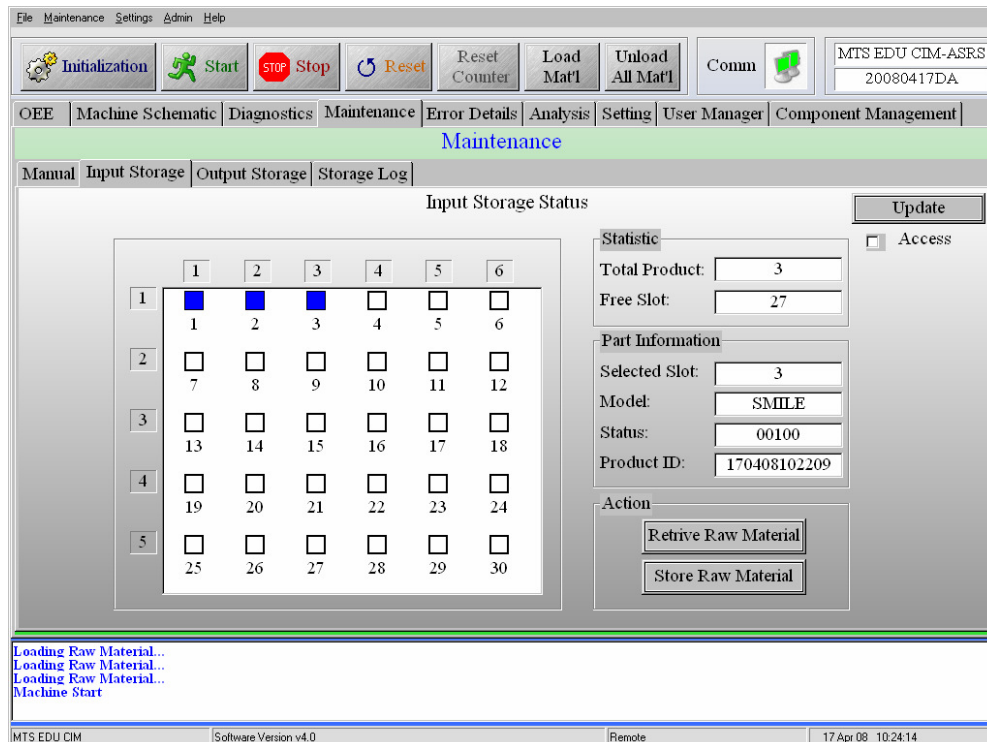


### LOAD MATERIAL (3)

### STOP

- Mengetahui *Input Storage* dan *Output Storage* yang sudah digunakan Untuk mengetahui lay out material yang masuk pada kondisi saat itu:

### MAINTENANCE > INPUT STORAGE



# OUTPUT STORAGE

File Maintenance Settings Admin Help

Initialization Start Stop Reset Reset Counter Load Mat'l Unload All Mat'l Comm MTS EDU CIM-ASRS 20080417DA

OEE Machine Schematic Diagnostics Maintenance Error Details Analysis Setting User Manager Component Management

Maintenance

Manual Input Storage Output Storage Storage Log

Output Storage Status

	1	2	3	4	5	6
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Total Product: 3  
Free Slot: 27

Part Information  
Selected Slot: 30  
Model: SMILE  
Status: 88820  
Product ID: 170408102209

Action  
Retrieve Product  
Store Product

No Work Piece Stored in Input Side!  
No Work Piece Stored in Input Side!  
No Work Piece Stored in Input Side!  
Start OK  
All Units Home Successful

MTS EDU CIM Software Version v4.0 Remote 17 Apr 08 11:37:08

## - Unload Material

### START > UNLOAD MATERIAL

Please Select Model To Be Unload:

Product Model: SMILE

Ok Cancel

Tentukan Model Produk yang akan di keluarkan  
> OK

## II. Material Handling System

### a. Pengertian

Menurut Nanua Singh, dalam bukunya yang berjudul *System Approach to Computer- Integrated Design and Manufacturing*, mendefinisikan *Material Handling System* sebagai berikut:

*A material Handling System can be simply defined as an integrated system involving such activities as handling, storing, and Controlling material.*

*The primary objective of using a material handling system is to ensure that material in the right amount is safely delivered to the desired destination at the right time and minimum cost.*

### b. Macam-macam Material Handling System

- 1) Truk Industri
- 2) Automated Guided Vehicle (AGV)
- 3) Konveyor
- 4) Crane dan Hoist

### c. Material Handling System di Lab CIM

Di Laboratorium CIM, bentuk material Handling yang ada adalah Conveyor Station. Konveyor ini termasuk konveyor Loop Kontinyu. Konveyor ini terdiri dari 3 modul, yaitu:

1. *Carriage Module*, terdiri dari Pallet dan Carrier
2. *Stopper Module*, berfungsi untuk menghentikan Carriage Modul
3. *Locator Module*, berfungsi untuk mengunci Carriage Module agar tidak bergerak.

#### Analisis Konveyor Loop Kontinyu:

Panjang total Konveyor : L  
Panjang Loop Pengiriman :  $L_d$   
Panjang Loop Kembali :  $L_e$

$$L = L_d + L_e$$

Waktu Siklus Total :  $T_c$   
Kecepatan Rantai Konveyor :  $v_c$

$$T_c = L / v_c$$

Waktu yang diperlukan selama dalam loop maju :  $T_d$

$$T_d = L_d / v_c$$

Jarak pusat ke pusat antara pengangkut :  $s_c$   
Jumlah Total pengangkut dalam loop :  $n_c$

$$n_c = L/s_c$$

$$\text{Total part dalam sistem} = (n_p \cdot n_c \cdot L_d) / L$$

Laju aliran maksimum antara stasiun muat dan stasiun bongkar adalah;

$$R_f = n_p \cdot n_c / s_c$$

Konveyor Loop Kontinyu: Analisis kwo

Menurut konsep kwo, terdapat tiga prinsip dasar yang harus diikuti dalam perancangan sistem konveyor:

### 1. Aturan kecepatan

Kecepatan konveyor harus memenuhi hubungan

$$n_p \cdot n_c / s_c \geq \text{Maks} \{R_L, R_U\}$$

$R_L$  : Laju angkut yang diinginkan (part/ menit)

$R_U$  : Laju bongkar yang bersesuaian

$$v_c / s_c \leq \text{Min} \{ 1/T_L, 1/T_U \}$$

$T_L$  : waktu yang diperlukan untuk memuat sebuah pengangkutan (mnt/ pengangkutan)

$T_U$  : waktu yang diperlukan untuk membongkar sebuah pengangkutan

### 2. Hambatan Kapasitas

$$n_p \cdot v_c / s_c \geq R_f$$

### 3. Prinsip Keseragaman

Part (beban) harus terdistribusi secara seragam sepanjang konveyor

## III. RFID

### a. Pengertian RFID

Radio Frequency Identification (RFID) adalah proses identifikasi suatu objek dengan menggunakan frekuensi transmisi radio. Frekuensi radio digunakan untuk membaca informasi dari sebuah device kecil yang disebut tag atau transponder (Transmitter + Responder). Tag RFID akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari device yang kompatibel, yaitu pembaca RFID (RFID Reader).

### b. Contoh penerapan RFID

RFID sudah banyak digunakan dalam banyak aplikasi, contoh:

1. media pembayaran pada sistem jaringan transportasi bus umum, dimana orang tidak perlu
2. membawa koin untuk membayar bus tersebut, sehingga akan sangat memudahkan para penumpang tersebut. Jika kita kembali lagi pada sistem bus terdahulu, dimana kita harus membawa koin dengan jumlah yang sesuai dengan tujuan kita, sehingga jika kita tidak membawa koin atau membawa uang lebih dari yang dibutuhkan, maka akan menjadi permasalahan.
3. Media pembayaran pada fending mesin (mesin makanan otomatis dipingir jalan) telah dilengkapi dengan fasilitas ini, dimana penggunaan uang cash

seperti dahulu dapat dikurangi, dan permasalahan akan ditolaknya uang kertas karena sudah lusuh tidak terjadi lagi, kecuali pulsa yang ada telah tidak mencukupi.

4. Pembayaran jalan tol pun telah dilakukan dengan menggunakan RFID, sehingga pengemudi tidak perlu berhenti untuk membayar uang tol sehingga dapat mengurangi kemacetan yang ada.
5. Berita yang saya baca paling terakhir yaitu RFID telah digunakan untuk identifikasi ikan-ikan yang ada pada akuarium besar (sea world) Singapore, sehingga orang-orang dapat mengetahui nama-nama ikan yang melintasi pada alat informasi, sehingga dunia pengenalan species dapat dilakukan lebih mendalam.

**c. Bagaimana RFID bekerja**

Pada dasarnya chip RFID berperan sama dengan dengan Barcode, magnetik, smart card, punchcard, kode/no rekening pada buku check, label, dll. Adapun cara kerja daripada RFID yaitu:

1. Sebuah alat pembaca RFID akan selalu memancarkan signal / freq tertentu secara terus-menerus sampai terdapat sebuah chip RFID menerima signal tersebut pada jarak jangkauan tertentu tergantung dengan antena yang terpasang.
2. Sebuah chip RFID melintasi area dari pembaca RFID tersebut, dimana chip tersebut akan secara otomatis aktif jika freq yang dipancarkan sesuai dengan freq yang di set didalam chip RFID tersebut yaitu membalas dengan cara mengirimkan data yang terdapat didalamnya.
3. Alat pembaca yang mengirimkan freq tersebut akan menerima data yang dikirimkan oleh chip RFID, lalu melanjutkan data tersebut ke komputer/mikrokontroller untuk diolah.
4. Jika data yang terkirim tersebut sesuai dengan yang diinginkan, maka akan dilakukan sesuai sesuai dengan keinginan. Sebagai contoh membuka mengaktifkan locator, membawa material untuk di assembly, dll.

**d. RFID pada CIM Lab**

CIM yang ada di Lab Sistem Produksi juga telah menggunakan teknologi RFID. RFID pada CIM ini digunakan untuk mengetahui status dari material yang diproduksi.

# Bab. 6

## **CIM System : Robotic Operation and Main Control**

Panduan Praktikum  
**SISTEM PRODUKSI**



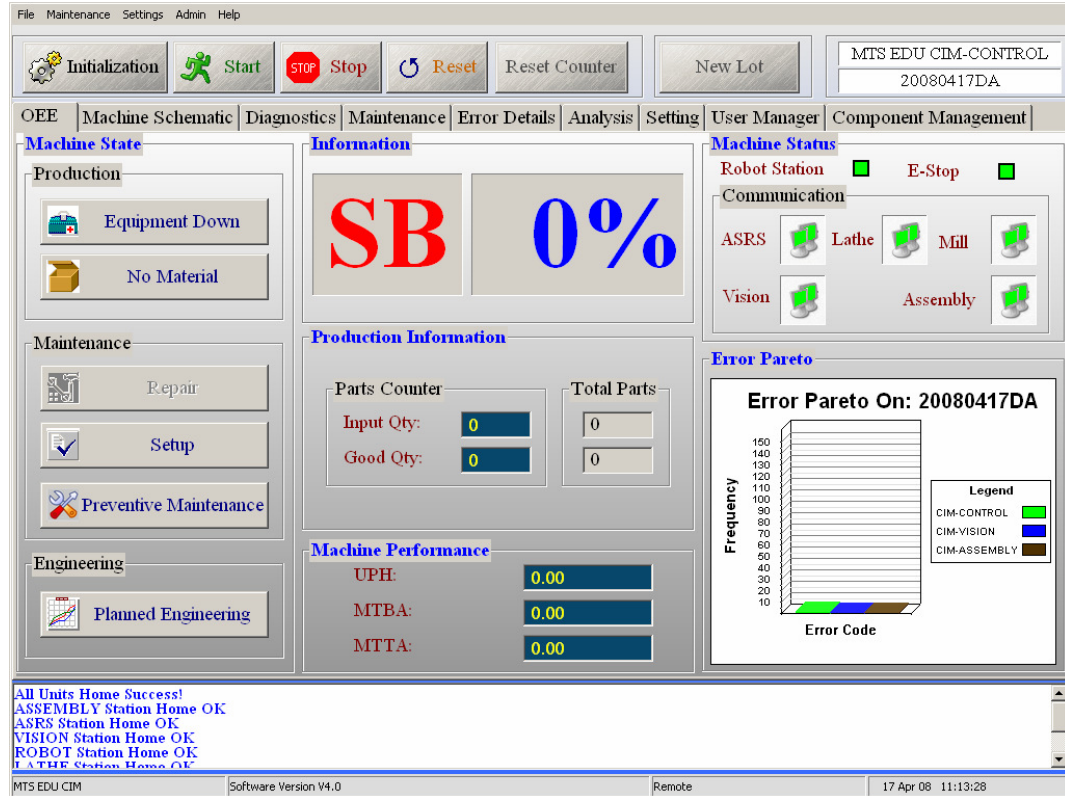
CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING)

CIM III - ROBOT STATION

Semua perintah yang ada dalam robot station dicontrol secara automatic baik dari teach pandantnya maupun dari main controlnya, berikut adalah prosedur pada robot station:

**A. Prosedur Yang Harus Diperhatikan Sebelum Menjalankan Program Pada Robot Station:**

1. Pastikan **CNC Lathe** dalam kondisi:
  - ♦ sudah dipower up
  - ♦ posisi mesin terakhir sudah posisi homing
  - ♦ dalam keadaan standby dengan posisi auto
  - ♦ program yang akan dijalankan sudah dipilih ( biasanya menggunakan program “**Test**”)
  - ♦ posisi **jaw** sebelum dijalankan harus dalam kondisi **open**
  
2. Pastikan **CNC Milling** dalam kondisi:
  - ♦ sudah dipower up
  - ♦ dalam keadaan standby dengan posisi auto
  - ♦ program yang akan dijalankan sudah dipilih ( biasanya menggunakan program “**Test**”)
  - ♦ posisi **x di -235**
  
3. Pastikan **Robot** dalam kondisi:
  - ♦ switch power robot pada main box pada posisi **on dan AUTO**
  - ♦ motor robot harus sudah dalam kondisi on
  - ♦ speed robot pada teach pandant dalam posisi 1%
  - ♦ posisi terakhir sudah pada keadaan safe area (home position)
  - ♦ pastikan air pressure sudah standby
  
4. Pastikan program **Main Control** dalam kondisi:
  - ♦ Pertama kali cek semua station sudah kondisi on
  - ♦ Main control harus dinyalakan pertama kali sebelum station lain dinyalakan
  - ♦ Cek komunikasi setiap mesin dalam kondisi remote
  - ♦ Kondisi remote akan ditampilkan dengan gambar berwarna merah pada setiap station di interface main control.
  - ♦ Setelah menyala berikan perintah “stop”, “reset”, “initialization”
  - ♦ Pastikan setiap station harus dalam kondisi OK, contoh “*vision OK*” dst
  - ♦ main control harus dimatikan terakhir setelah semua station mati.



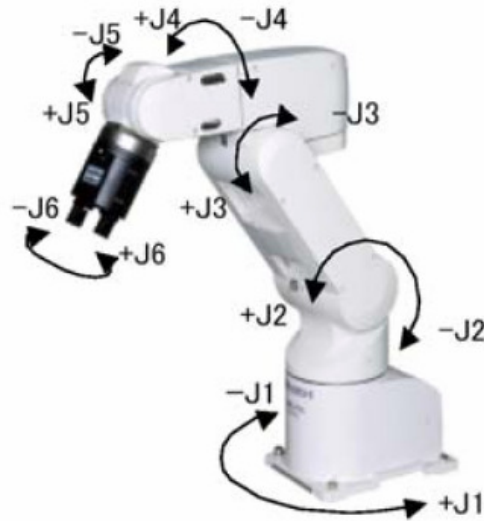
Gambar tampilan Dashboard untuk Main Control

**B. Berikut Adalah Urutan Kegiatan Yang Ada Dalam Robot Station:**

1. material akan dikirim dari ASRS station
2. material dan akan berhenti di robot station (posisi stopper UP)
3. stopper akan menahan dan locator akan mengunci material di posisi aman untuk proses di station 2, material siap untuk diproses
4. robot akan mengambil block untuk dimasukkan ke CNC milling kemudian pin 1 dan 2 akan diambil untuk dimasukkan ke CNC Lathe secara bergantian.
5. setelah CNC Milling selesai memproses maka robot akan mengambil block untuk dikembalikan ke Pallet.
6. Setelah CNC Milling selesai maka robot akan mengambil pin1 dan pin 2 di CNC Lathe untuk dikembalikan ke Pallet
7. setelah selesai diproses pada dua mesin tersebut maka locator akan membuka dan posisi stopper akan terbuka.
8. material akan dikirim ke station berikutnya

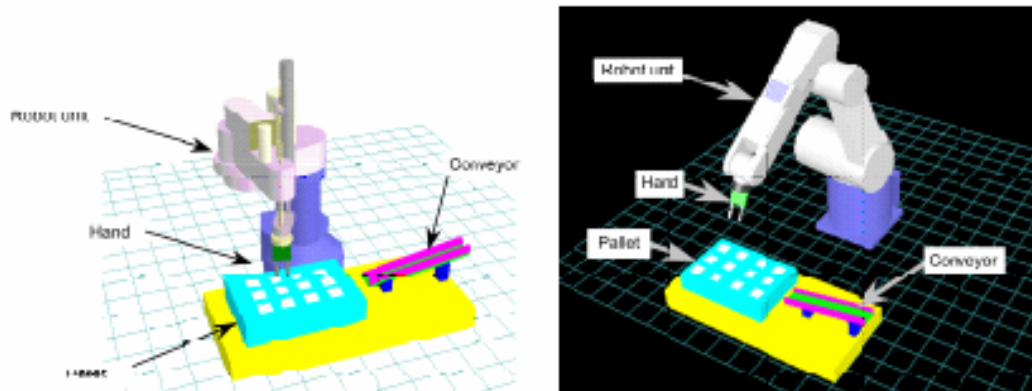
**C. Bagian- Bagian Dan Perintah Yang Ada Pada Robot:**

1. Mengitung jumlah Arm pada robot:



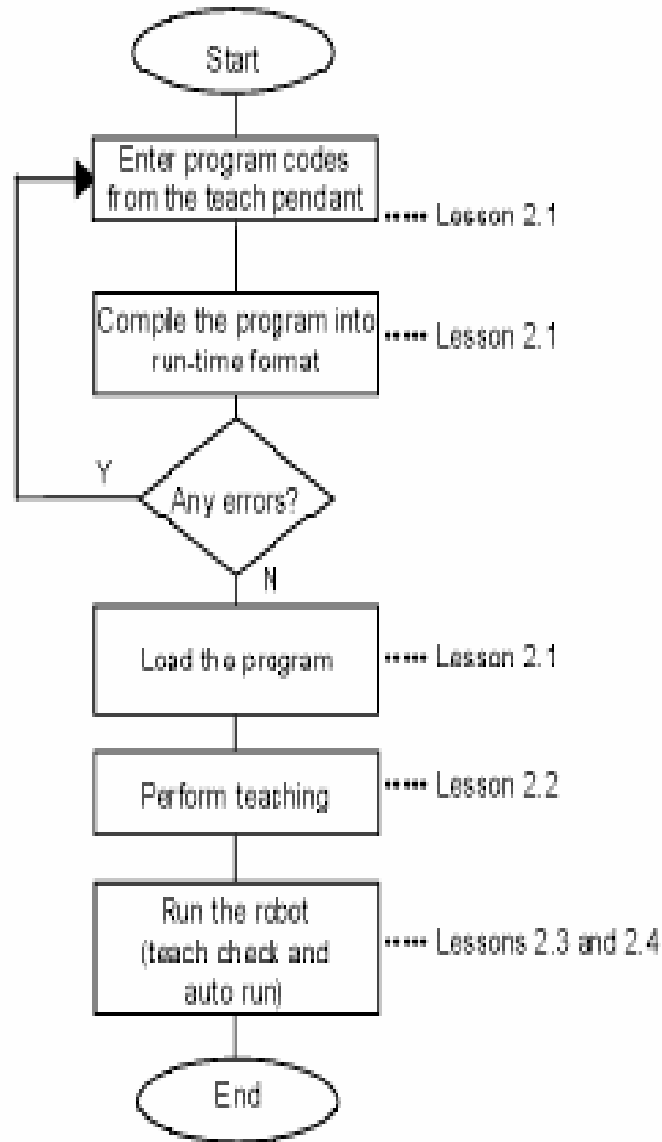
**Equipment Setup Example**

The figure below shows an example of equipment setup with the robot included as part of the production line. This robot performs palletizing operations.



**Process flow from program creation to checking of robot motion**

Shown below is the process flow starting with program creation and continuing as far as checking of the robot motion.



## 2. Mengenal Teach Pendant dan Deadman Switch

### Lesson 1 Running the Robot in Manual Mode

---

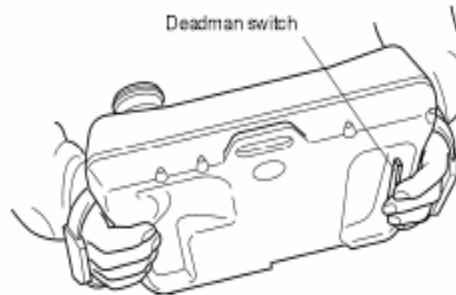
---

#### 1.1 Basic teach pendant operations

##### Holding the teach pendant and the deadman switch

When operating the teach pendant, grasp it as shown below.

The teach pendant has two deadman switches, so it is possible to hold the teach pendant in the following 2 ways:



Holding the teach pendant

##### ★Tip★

The deadman switch is provided to stop the robot automatically and safely when the operator can no longer operate the robot correctly due to unforeseen circumstances such as the operator suffering a blackout or dying while running the robot manually with the teach pendant. If a situation such as this arises, the strength with which the operator is pressing the deadman switch will either decrease or increase markedly. The deadman switch is a 3-position switch which is able to recognize and react to the following 3 operating statuses:

- 1) When the switch is not being pressed or is being pressed lightly  
→ Switch: OFF
- 2) When the switch is being pressed with correct pressure  
→ Switch: ON
- 3) When the switch is being pressed too strongly  
→ Switch: OFF

Unless the switch is ON, the robot cannot run nor is it possible to drive the robot.

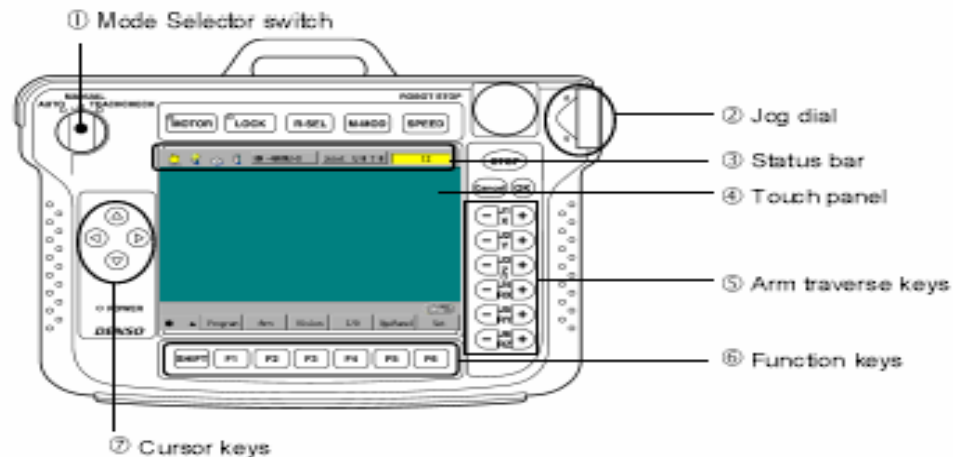
In order to ensure safety, the robot is designed so that in manual mode the deadman switch should be held down, for example, when the operator presses any of the arm traverse keys.

Tip: A deadman switch is called "enable switch."

3. Mengetahui softkey pada Teach Pendant

**Basic make-up of the teach pendant**

When the controller power is turned ON, the top screen shown below appears on the teach pendant.



Teach pendant – top screen

① Mode selector switch

This switches operation modes between Auto, Manual and Teach check modes.

**Note:** On the RC7M teach pendant, this switch is a keylock type. Pulling out the key locks the selector switch in Manual and Teach check modes. In Auto mode, the key cannot be pulled out.

② Jog dial

This makes adjusting values easier.

③ Status bar

This always displays the current operation mode and robot status.

④ Touch panel

The LCD screen of the teach pendant is also a touch panel. By touching the buttons or data entry areas displayed on the screen, it is possible to perform operations and make selections.

**Caution:** Touch the LCD screen with your fingers only, never with the tip of a pen or any pointed object. Otherwise, the LCD will be damaged.

⑤ Arm traverse keys

These keys drive the robot arm manually in a designated direction. It is also necessary to hold down the deadman switch at the same time.

⑥ Function keys

F1 to F6 are normally displayed on the screen. This can be switched to display F7 to F12 when required by pressing the SHIFT key.

⑦ Cursor keys

These are used to move the cursor on the display screen and entry screen.

Refer to Appendix 3 for details on each section of the teach pendant.

## 4. interface dari Teach Pendant

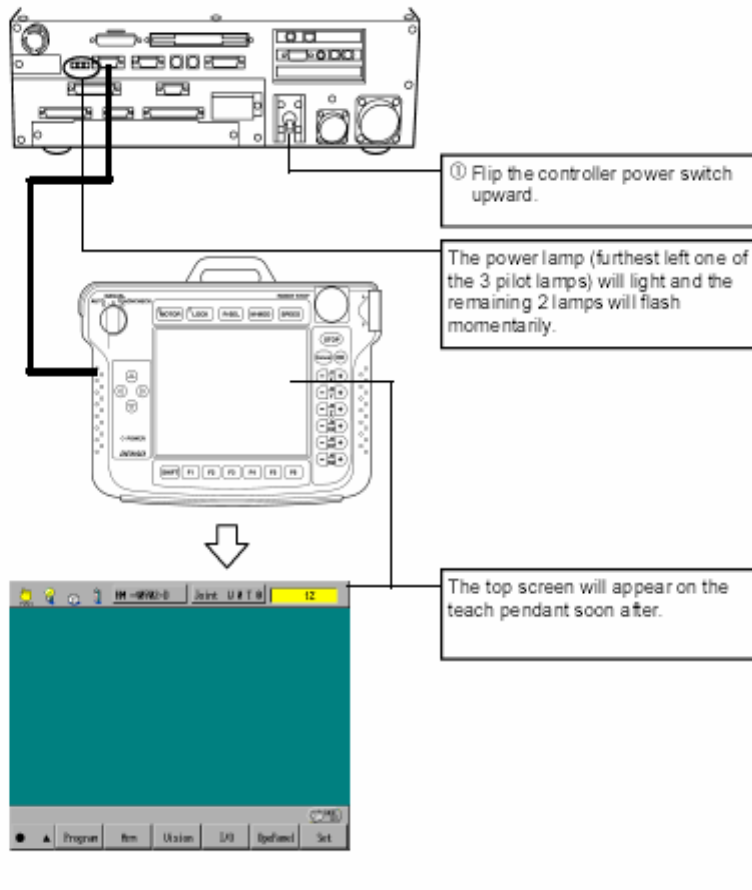
### 1.2 Running the robot manually with the teach pendant

First of all, you will practice turning the robot controller and motor ON and running the robot manually with the teach pendant.

#### Step 1 Checking that it is safe to proceed


- Check that the robot is installed correctly.
- Check that there is no one within the robot's restricted space.

#### Step 2 Turning the robot controller ON



5. Beberapa contoh pengaturan melalui Teach Pandant

**Step 3** Placing the robot in Manual mode

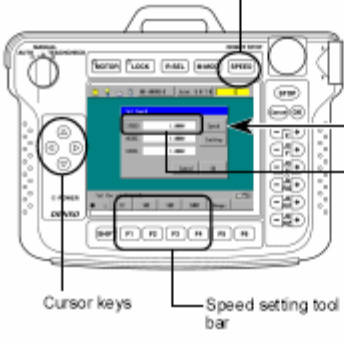


① Set the Mode Selector switch to MANUAL.

In the leftmost area of the status bar, an icon indicating Manual mode will be displayed.

**Step 4** Setting the speed and acceleration




① Press [SPEED].

The [Set Speed] window is displayed.

The SPEED box should be selected, however if either the ACCEL or DECEL box has been selected, use the UP and DOWN cursor keys to select the SPEED box.

Cursor keys

Speed setting tool bar

② Press [F2 10%]. (The SPEED value can also be changed with the Jog dial.) (SPEED will be set at 10% and ACCEL and DECEL at 1%.)

③ Press [OK].

★Remarks★ At the beginning, leave these settings as they are, as you will be running the robot slowly to ensure safety. The settings can be changed later on, after you have become accustomed to running the robot with the teach pendant.



# Bab. 7

## CIM System : Sensor, Vision, and Assembly Station

Panduan Praktikum  
SISTEM PRODUKSI

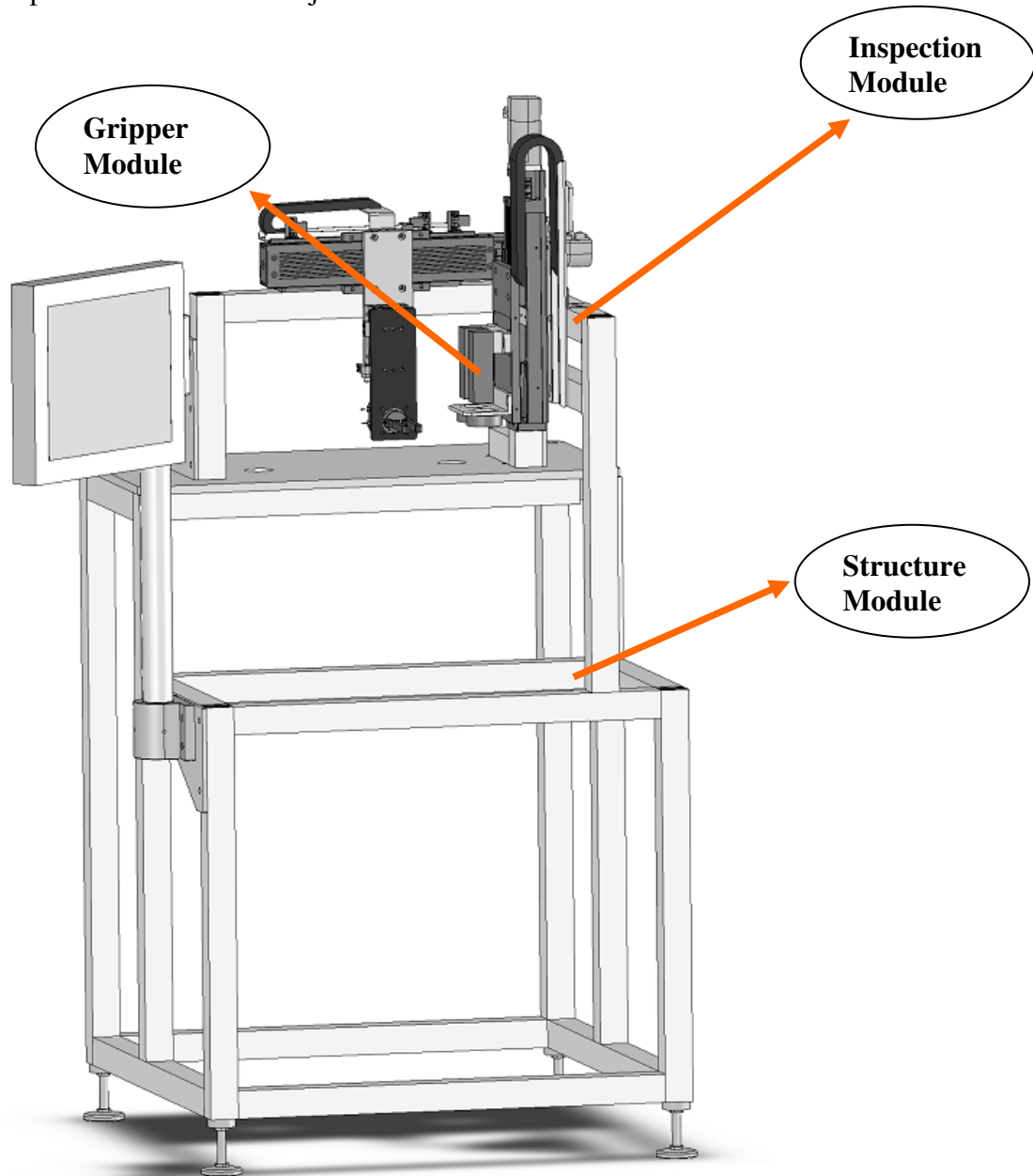
# CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING)

## CIM – SENSORS, VISION MACHINE & ASSEMBLY MACHINE

### I. VISION STATION

**Pengertian :**

Mesin vision adalah salah satu sub system dari CIM yang memiliki fungsi untuk memeriksa hasil pengerjaan mesin, sehingga kualitas barang jadi dapat terus diperiksa secara berkelanjutan.



**Komponen:**

Komponen 2 yang ada di vision station:

1. sensor
2. kamera dan led
3. griper
4. motor
5. satu unit computer
6. satu unit power station

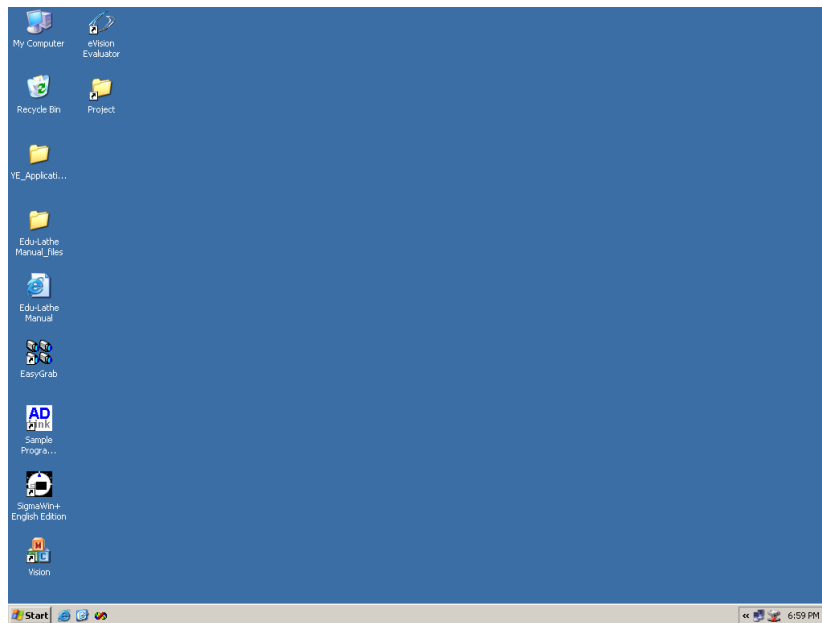
**Prosedur:**

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menjalankan mesin vision:

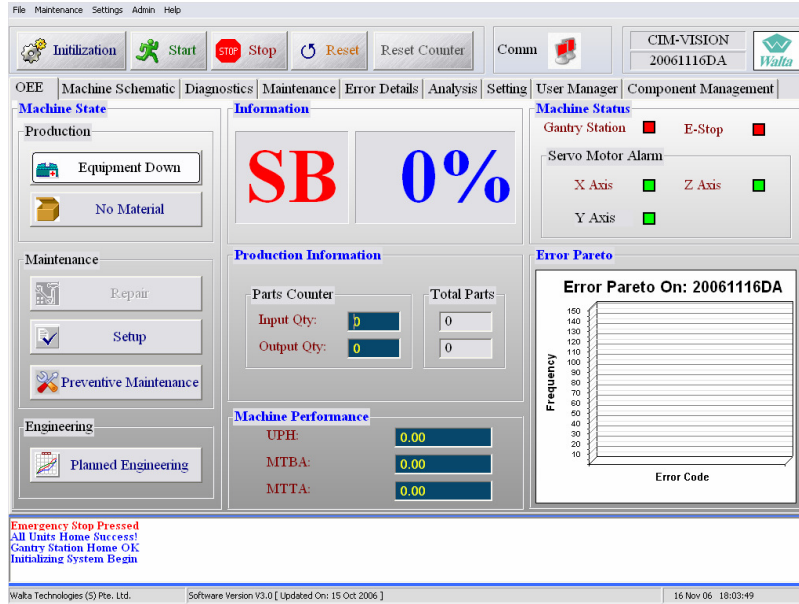
1. nyalakan switch main control pada vision station



2. turn on cpu dan monitor
3. masuk ke program vision yang terdapat pada desktop



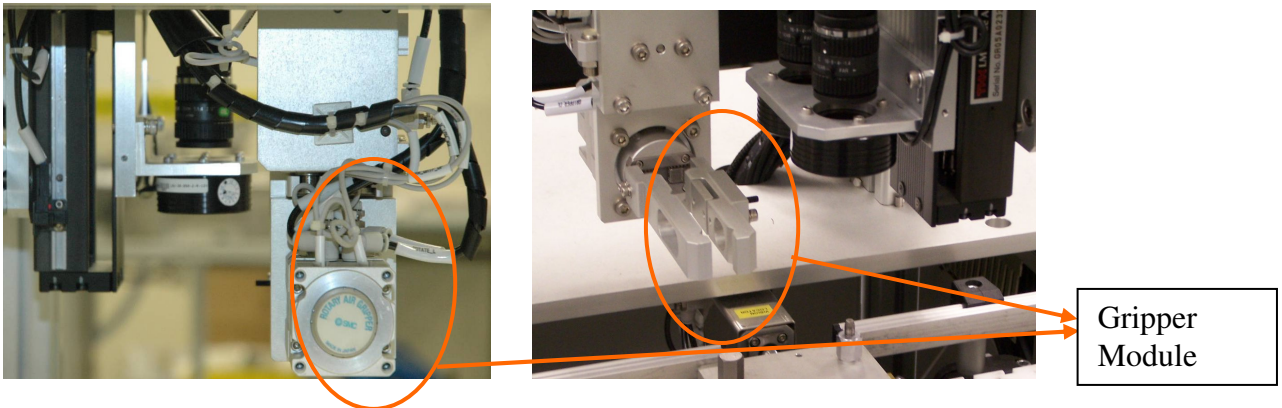
- setelah program dapat dijalankan, lakukan proses initialization pada vision station. STOP > RESET > INITIALIZATION



- periksa communication vision station dengan server dan main control. , jika normal maka akan muncul tulisan “remote” pada bagian bawah dashboard.
- jika ingin lebih yakin lakukan simulasi dengan menjalankan one cycle.
- setelah semua nyala maka vision station siap digunakan.

Langkah2 urutan kegiatan pada vision station:

- stopper akan menghentikan carrier (posisi stopper up)
- locator akan mengunci pallet agar posisinya tidak berubah.
- gripper mengambil pin 1 dan pin 2 secara bersamaan .



- pin 1 dan pin 2 diarahkan ke kamera pemeriksa.
- kamera akan mengambil gambar dan mengukur diameter hasil pengerjaan dari CNC Lathe.
- setelah diperiksa pin 1 dan 2 akan dikembalikan ke pallet.
- proses inspeksi selesai locator akan membuka dan posisis stopper akan turun.



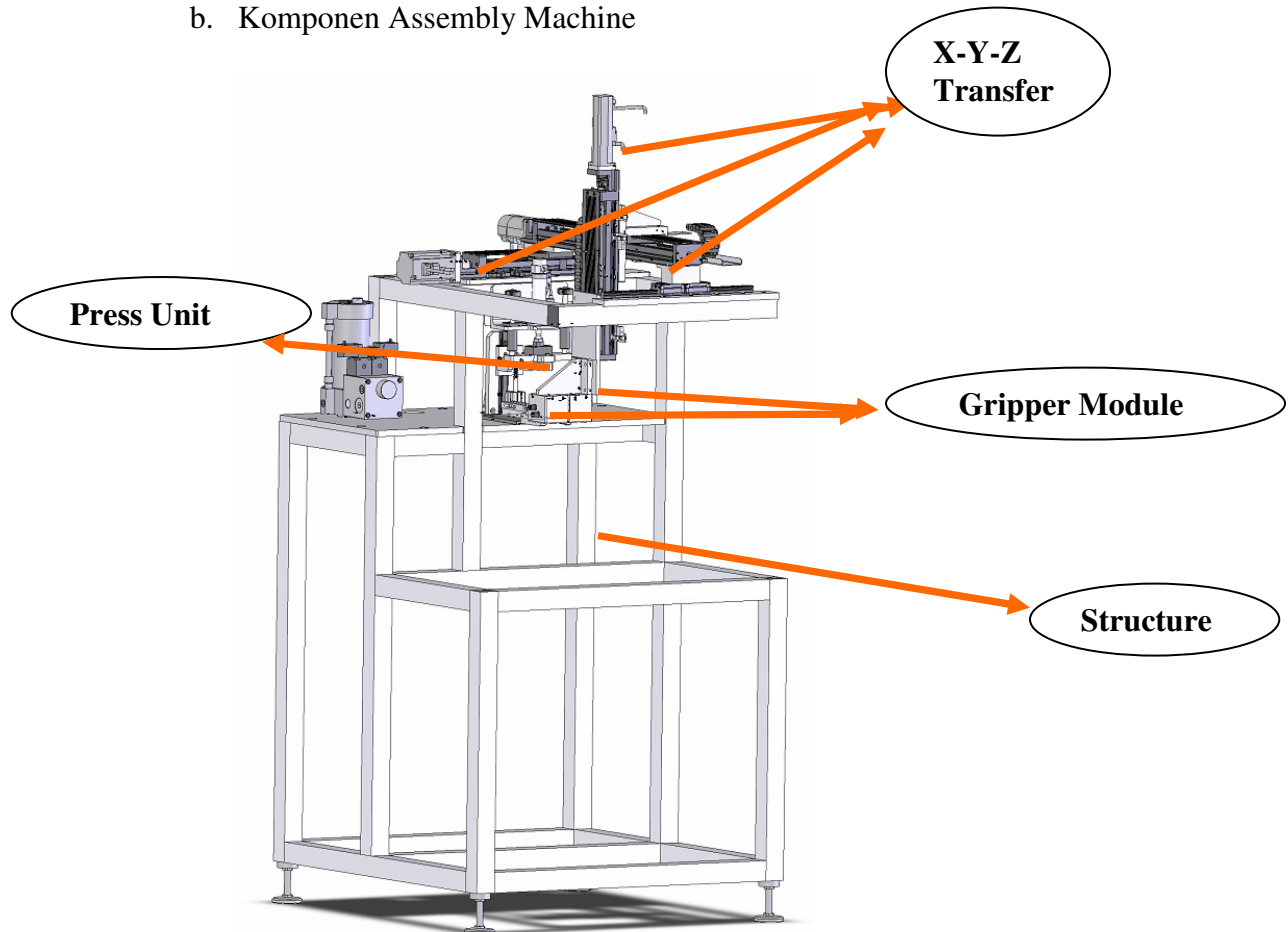
Gambar kamera pemeriksa

## II. ASSEMBLY MACHINE

### a. Pengertian

Mesin Assembly adalah salah satu sub system dari CIM yang digunakan untuk merakit dua (atau lebih) material yang telah diproses pada mesin operasi sebelumnya.

### b. Komponen Assembly Machine



**XYZ Transfer Module** merupakan modul yang digunakan untuk memindahkan material dari konveyor ke mesin perakitan.

Mesin Assembly digerakkan oleh tiga servo motor yang masing-masing membentuk X, Y, Z axis.

X - Axis bergerak ke kanan dan kekiri

Y - Axis bergerak ke depan dan kebelakang

Z-- Axis bergerak vertical ( naik turun)

### **Gripper Module**

Gripper modul adalah penjepit untuk memegang materil (pin dan blok).

### **Press Unit**

Dua material atau lebih yang akan dirakit dapat dilakukan dengan beanyak cara, yang salah satunya dengan metode Press. Dalam perakitan, mesin

Assembly pada CIM ini menggunakan metode Press. Alat inilah yang disebut dengan Press Uni.

### **Structure Module**

Struktur module adalah kerangka utana yang digunakan untuk menopang komponen mesin Assembly yang lain

#### c. Prosedur

Langkah-langkah menghidupkan Assembly Station:

1. Turn ON mesin Assembly. Tunggu kira-kira 30 detik



2. Turn ON komputer.untuk Assembly
3. Tekan Enter ketika diminta memasukkan password
4. Jalankan Aplikasi Assembly pada desktop
5. Untuk mesin yang tidak berhubungan dengan server (independent), maka status komunikasi LOCAL untuk mesin yang berhubungan dengan server pastikan status komunikasi REMOTE.  
Sampai tahap ini mesin siap dijalankan

#### Urutan Kerja Assembly Station

1. Material yang dibawa oleh carrier akan berhenti di depan Assembly Station, karena stopper aktif
2. RFID reader membaca data
3. Locator aktif (mengunci carrier)
4. Gripper mengambil pin 1, pin 2 dan Block secara simultan
5. XYZ module membawa material yang akan di rakit ke papan perakitan
6. Press Unit aktif (menyatukan kedua material)
7. Gripper mengambil material yang telah dirakit untuk ditempatkan kembali di palet yang ada di konveyor
8. Carrier melanjutkan perjalanan.

### III. SENSORS

#### **The examples of Sensors**

#### **Sensors in the ASRS (Automated Storage Retrieval System):**

##### 1. Photoelectric Limit Sensors used: 6 sensors total

X- Axis: 3 sensors

→ 2 Maximum limit sensors

→ 1 Home sensor

Z- Axis: 3 sensors

→ 2 Maximum limit sensors

→ 1 Home sensor

##### 2. Position Sensors Used: 3 sensors total

Y- Axis: 3 Sensors

→ 2 Maximum limit Position sensors

→ 1 Home position sensor

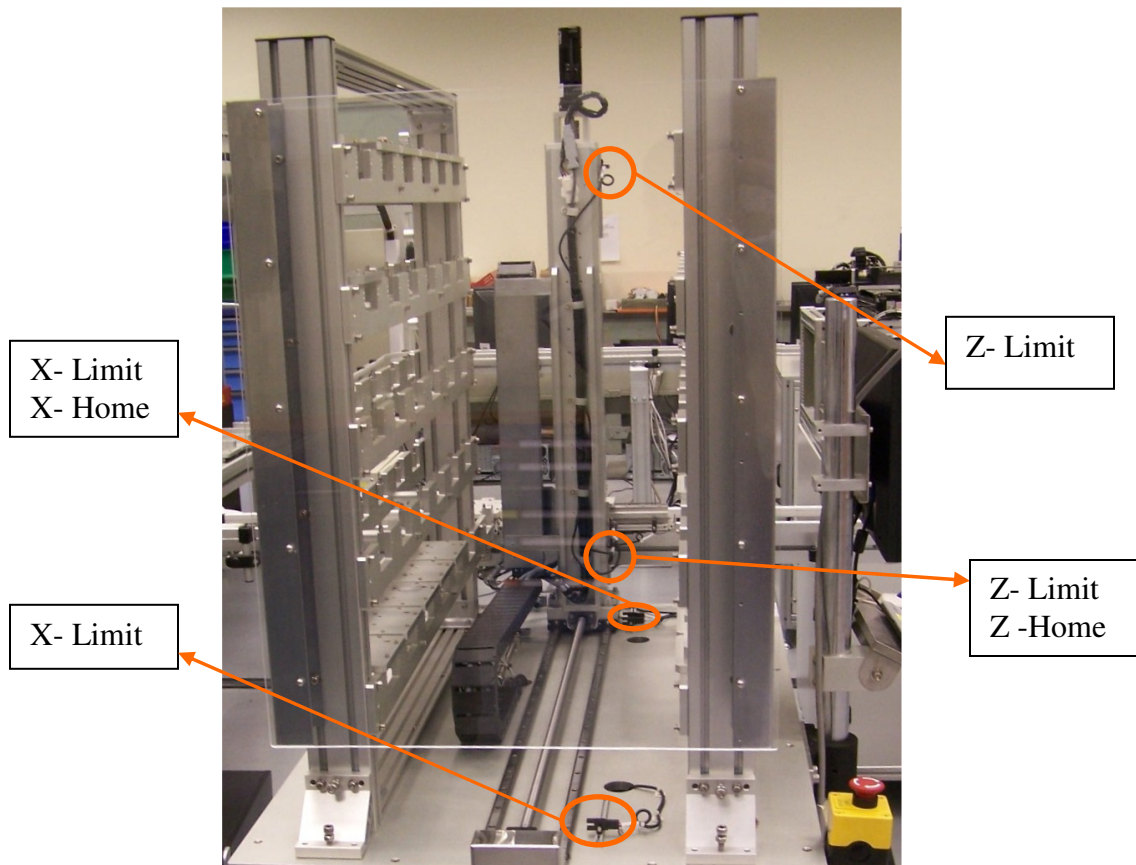
#### **LIMIT SENSORS:**

##### Function:

Limit sensors are incorporated into our machines for 2 purposes. The first reason is to restrict movement of the hardware to a limited area of workspace. These incorporations let us further improve the safety of the hardware as human error is much unexpected and could affect the machines ability to perform its tasks if improperly used.

The second reason leads to our need for a start-up point to teach our machines its intended working path. Without a fixed “Zero” Position, The machines chances of crashing even within its small radius of workspace is very high.





Maximum Limit sensors:

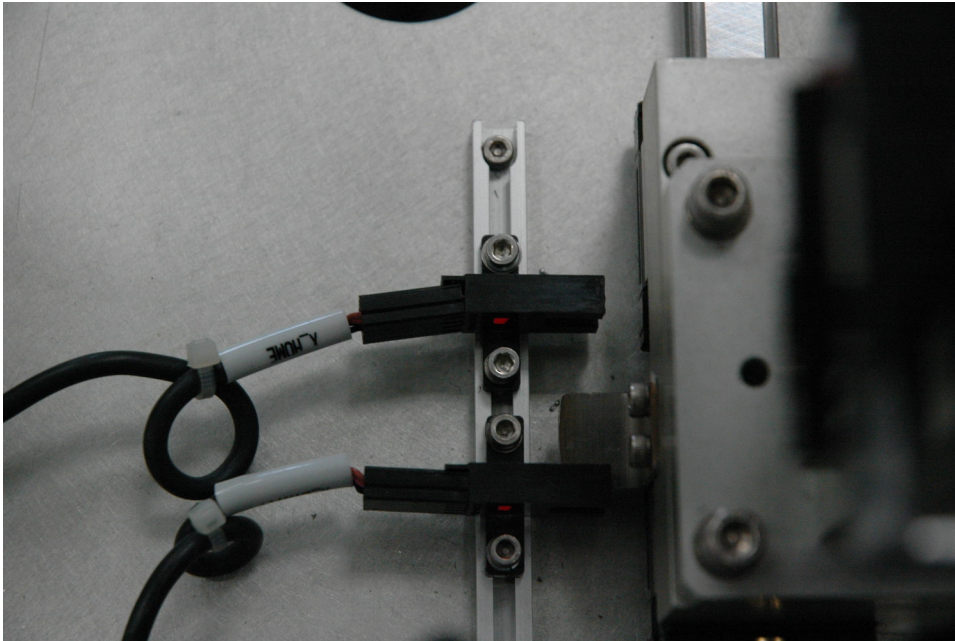
Two maximum limit sensors are used per Axis. Namely X axis & Z axis.  
The Limit sensors are labelled

- 1.) LIMIT +
- 2.) LIMIT -

These photoelectric limit sensors are used to teach the machine the maximum limit the machine can travel. As per the program, the machine will not move beyond these points unless the sensor becomes spoilt or if the axis is being manually driven using physical means.

Home Sensors:

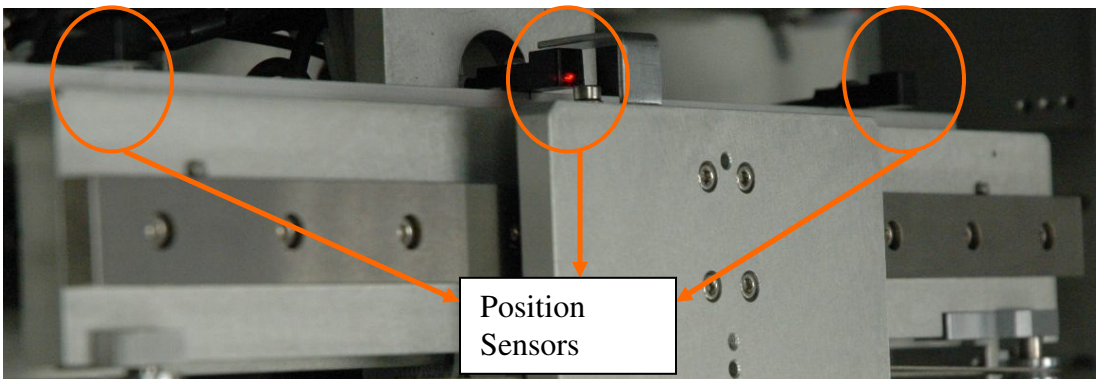
Home sensors are the machines physical Zero points. The program takes the Home sensors position as the Zero Location and refers it as the start point. If the Home sensors position is altered at any point of time, the system must be disabled and the work-path points must be re-learned by the machine again.



(Close-up of the proximity sensors)

### **Position Sensors:**

Function: To have an accurate stopping point for precise operations. It is used for the fork transfer in this instance to pick and place the pallets.

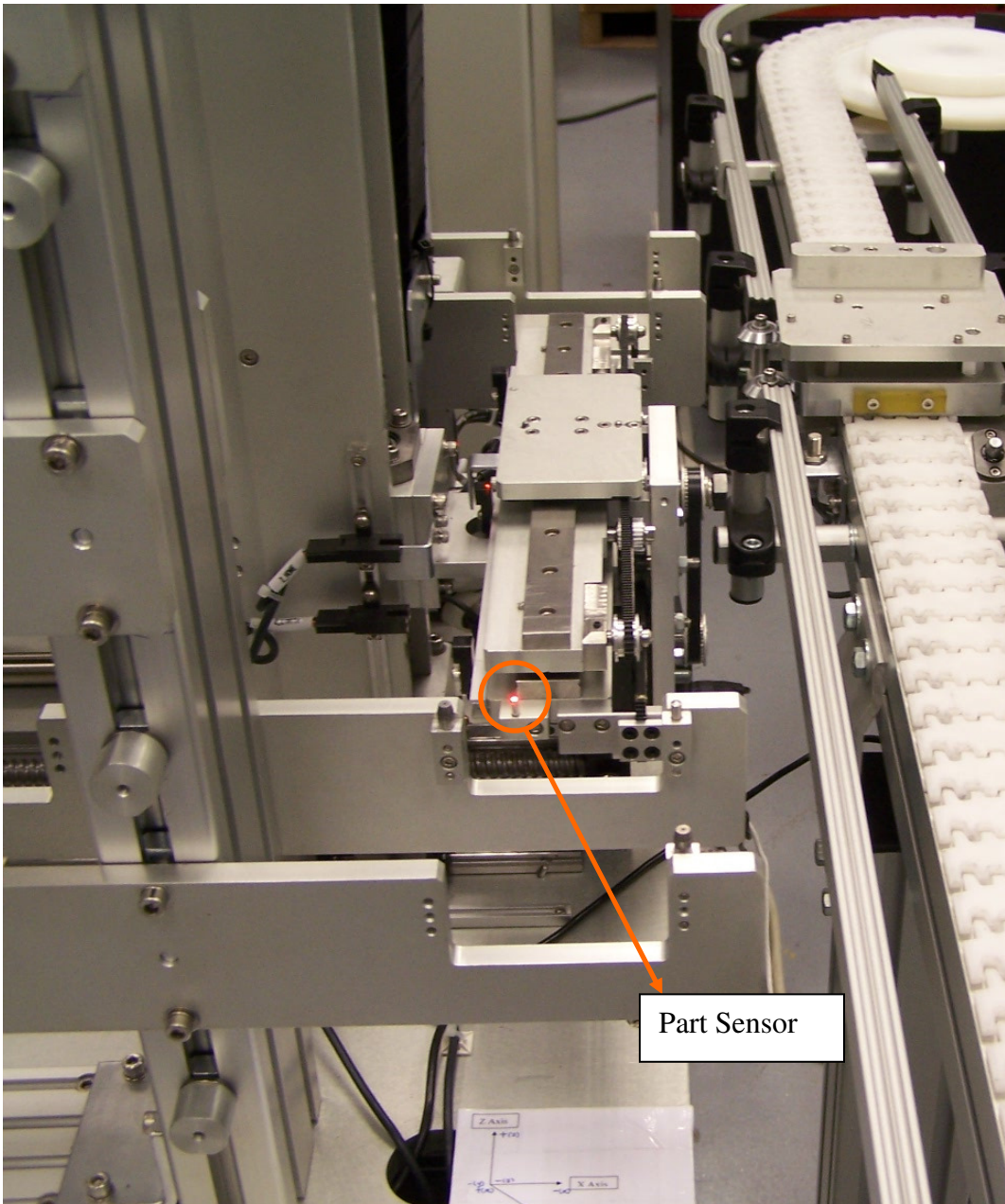


### **Keyence Part Sensor: (Fibre Optic)**

Part sensors used: 2 Total

Function: two part sensors are located at the fork's middle plate for part sensing. One sensor used for the Input Rack and the second sensor used for Output Rack. The part sensors are incorporated as a safety measure.

If by any misfortune, the server's database got corrupted or erased, the ASRS system will not try to place a pallet (work piece) on a used slot. The system will use the part sensor to sense a work piece in a used slot and move on to the next available slot.



Warning: Try not to dirty the head of the sensor. It could reduce the sensitivity of the sensor. Low sensitivity may cause the sensor to not work at its optimum efficiency. This may at the worst case scenario lead to the fork transfer crashing into a used slot or not functioning at all.

Do not at any circumstances bend the sensors cables. It will spoil the sensors.

Important things to take note of:

1.) When loading a raw material, when the machine is in the running mode, if there is no raw material present in the "Pick Input" Location. The machine must not run the process. It should give an error saying that there is no raw material present at the input side.

- 2.) When you are storing work pieces on either side of the racks. If that slot the computer says EMPTY in the database is occupied by a work piece, the sensor must identify the slot as being occupied and move on to the NEXT available slot.
  
- 3.) When you are retrieving a raw material or finished product, if the slot that the computer says “occupied” is empty, the program must identify the slot as empty and move on to the next available slot.

# **PERATURAN DAN TATA TERTIB PRAKTIKUM**

Panduan Praktikum  
**SISTEM PRODUKSI**



**TATA TERTIB PRAKTIKUM**  
**LABORATORIUM SISTEM PRODUKSI**  
**UIN SUNAN KALIJAGA**  
**PERIODE SEMESTER GENAP 2007/2008**

**A. UMUM**

- 1) Mematuhi semua peraturan ( tata tertib ) yang ada dilaboratorium Sistem Produksi.
- 2) Ikut menjaga dan memelihara alat – alat praktikum.
- 3) Mengikuti seluruh rangkaian acara praktikum.

**B. KHUSUS**

1. Praktikan dikatakan inhal apabila :
  - a) Datang terlambat lebih dari 15 menit
  - b) Tidak hadir dalam salah satu mata acara praktikum (termasuk pembekalan). Apabila hanya salah satu yang hadir, maka inha berlaku untuk satu orang, sedangkan praktikan yang hadir tidak dikenai sanksi yang ditentukan oleh pihak Laboratorium pada waktu menyusul.
  - c) Tidak mengumpulkan tugas pendahuluan.
  - d) Tidak mengumpulkan laporan sementara.
2. Bagi yang tidak mengikuti 1 sesi acara praktikum akan dikenakan sanksi berupa tugas dan maksimal nilai adalah B. Kemudian tidak diperkenankan untuk tidak mengikuti acara praktikum selanjutnya atau dikatakan gugur praktikum.

3. Praktikan dinyatakan Gugur praktikum apabila :
  - a) 2 kali tidak mengikuti acara praktikum.
  - b) Tidak mengumpulkan laporan Akhir pada batas yang telah ditentukan.
4. Tugas pendahuluan dan laporan sementara harus sudah disetujui asisten pembimbing paling lambat 2 hari sebelum pelaksanaan praktikum dengan menunjukkan kartu asistensi.
5. Asistensi tidak dapat dilaksanakan pada saat asisten mengajar.
6. Jadwal asistensi ditentukan oleh setiap masing – masing asisten.
7. Praktikan harus berpakaian rapi, sopan tidak diperkenankan memakai kaos oblong dan sandal.
8. Selama praktikum berlangsung praktikan dilarang keluar ruangan tanpa seizin asisten.
9. Praktikan wajib menjaga dan bertanggungjawab terhadap peralatan yang digunakan di Laboratorium, termasuk software yang digunakan untuk praktikum.
10. Praktikan wajib bertanggung jawab dan menjaga ketenangan serta tidak mengganggu jalanya praktikum.
11. Hal – hal yang belum diatur dalam tata – tertib ini akan ditentukan kemudian.
12. Praktikan tidak diperkenankan menggunakan software yang tidak menjadi acuan dalam praktikum sistem produksi.