

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Sistem Manufaktur**

Berdasarkan (Tang, 2009), syarat sistem produksi merupakan mengganti bahan mentah menjadi produk jadi sinkron kebutuhan pelanggan. Perancangan sistem produksi penting buat kualitas, contohnya lead time, yaitu waktu semenjak bahan mentah datang di jalur produksi hingga produk jadi keluar dari jalur produksi serta gudang. Suatu sistem produksi memerlukan beberapa faktor mirip pekerja, mesin, alat-alat, jenis proses produksi, dll.

Tentang faktor-faktor tersebut, banyak perbaikan yang dapat dilakukan dengan meningkatkan penggunaan pekerja serta mesin, maka akan semakin banyak produk yg dikeluarkan berasal produksi. sistem produksi dan saat pengiriman diharapkan sebagai lebih singkat selain itu, bila mesin dan pekerja bekerja di lingkungan yang lebih stabil, kualitas produk akan sedikit tidak sama, yang berarti produk akhir tidak akan terlalu rentan terhadap kesalahan. Selain faktor-faktor yang disebutkan pada atas, Bila operasional produksi lebih efisien maka tingkat persediaan bisa lebih rendah sehingga biaya aplikasi proses persediaan akan lebih murah.

##### **2.1.1 Klasifikasi Sistem Manufaktur**

Tang (2009) menjelaskan dua jenis sistem produksi ditinjau dari tahapannya, yaitu Sistem Produksi Satu Tahap dan Sistem Produksi Multi Tahap.

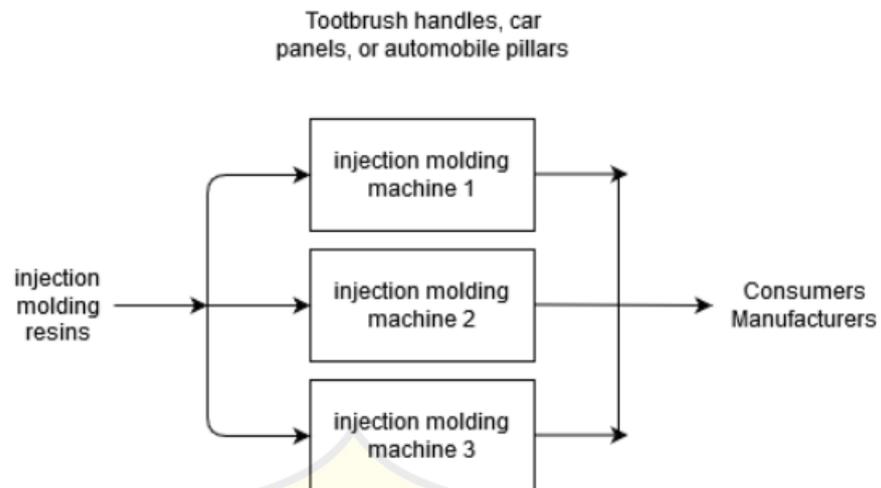
a. Sistem Manufaktur Satu *Workstation*

Sistem manufaktur satu tahap terdiri berasal satu pabrik yang menerima alat-alat, komponen, dan rakitan yang diharapkan dan lalu dapat menjalankan semua fungsi yang diperlukan buat menuntaskan produk, mirip yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Produk bisa dijual ke konsumen atau penghasil lain dapat menggunakannya.

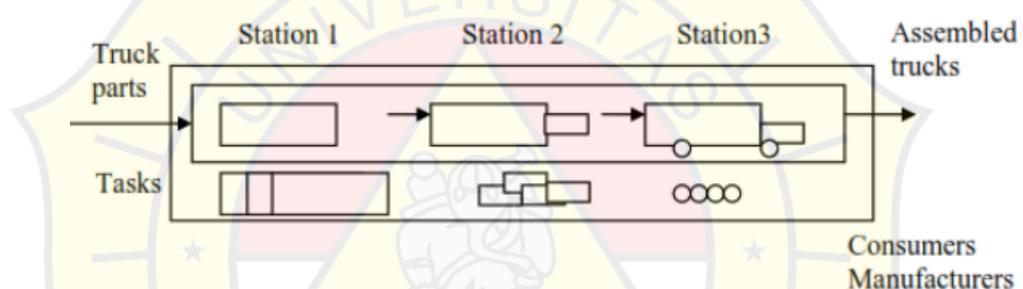


**Gambar 2. 1** Sistem Manufaktur 1 Workstation

Contohnya saja proses injection molding seperti di gambar Gambar 2.2. input ialah cetakan injection plastik dan milik pabrik beberapa mesin cetak suntik. Hasilnya mampu berupa produk mirip gagang sikat gigi, semua bagian mobil atau pilar mobil. model lain asal Proses manufaktur satu termin merupakan pabrik perakitan truk, mirip ini ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2. 2** Sistem Manufaktur Satu Workstation dengan Mesin Injeksi



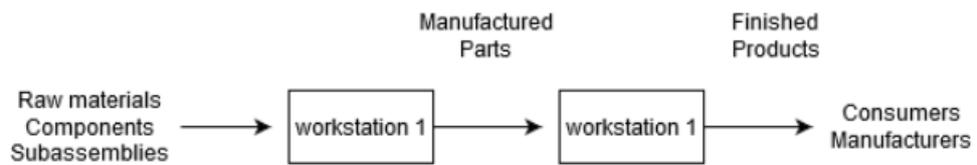
**Gambar 2. 3** Sistem Manufaktur Satu Workstation dengan Perakitan Truk

b. Sistem Manufaktur *Multi Workstation*

Sistem manufaktur multi-level memiliki banyak stasiun kerjabuat melakukan seluruh fungsi yang dibutuhkan buat dipergunakan menghasilkan produk akhir. terdapat tiga jenis proses manufaktur multi-termin dijelaskan pada bawah ini:

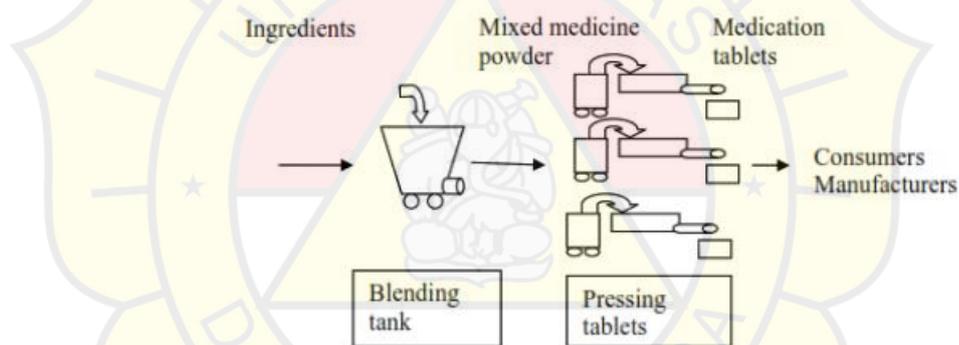
1. Sistem Manufaktur Multi Workstation Serial

Sistem ini, seluruh input melalui beberapa workstation pada urutan yang sama, menjadi model, bahan standar melewati workstation di urutan workstation serta dua, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4



**Gambar 2. 4** Sistem Manufaktur Multi Workstation Serial

Dalam industri farmasi, seluruh hal penting tercampur tangki besar , yang dapat diklaim menjadi tempat kerja 1 dan serbuk campuran tadi ditekan ke dalam tablet di dua stasiun kerja, yang memiliki 3 klik tablet pada dalamnya. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 2.5. Dalam model ini, workstation 1 memiliki perangkat keras yang sama dengan workstation dua ciri mesin paralel.



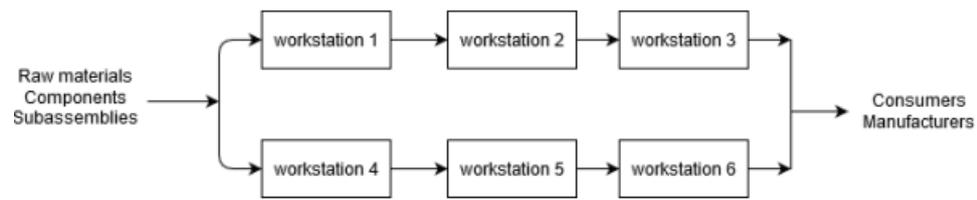
**Gambar 2. 5** Sistem Manufaktur Serial *Multi-Workstation* di Perusahaan Farmasi.

## 2. Sistem Manufaktur Multi Workstation Paralel

Sistem ini juga berisi dua jenis struktur, yaitu struktur independen dan modular.

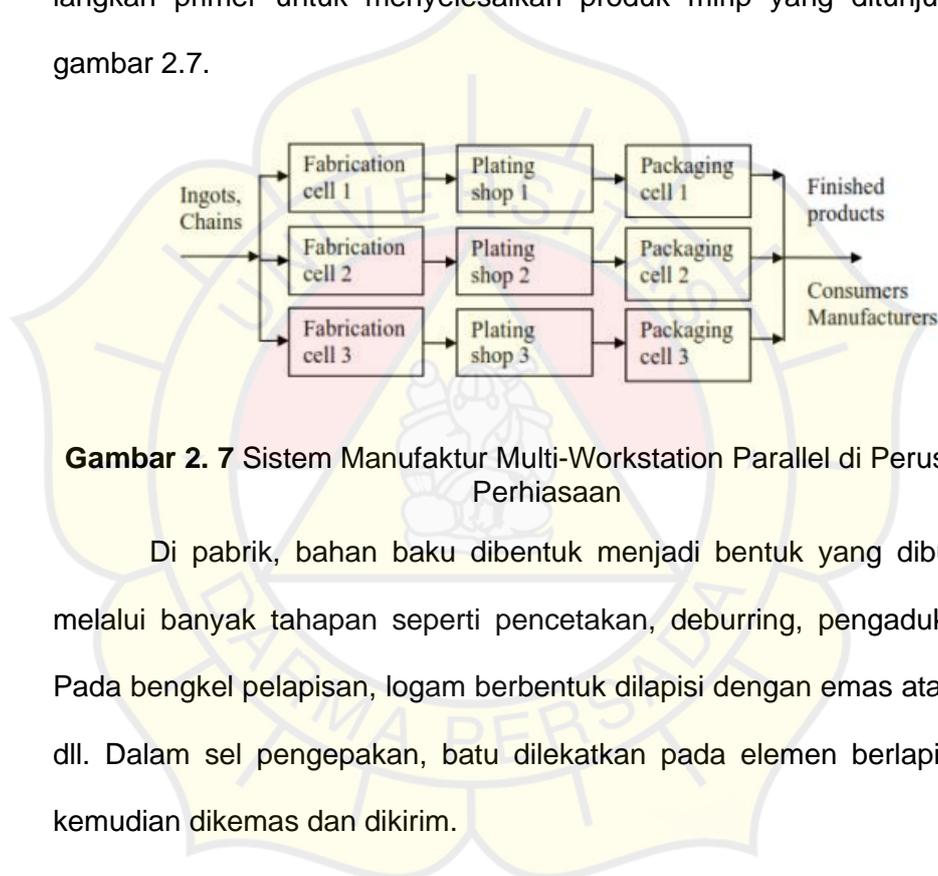
### a. Struktur *Independent*

Pada struktur ini, seperti terlihat pada Gambar 2.6, ruas masuk dapat melalui stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 atau dapat melalui stasiun 4, stasiun 5 dan stasiun 6, tergantung permintaan atau kapasitas.



**Gambar 2. 6** Sistem Manufaktur Multi-Workstation Paralel Struktur *Independent*

Di perusahaan Produsen perhiasan, umumnya diharapkan 3 langkah primer untuk menyelesaikan produk mirip yang ditunjukkan di gambar 2.7.



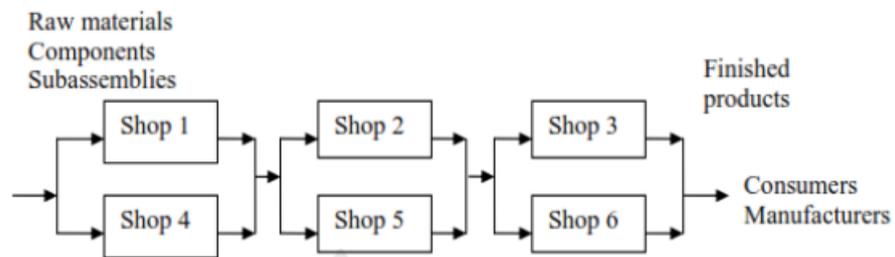
**Gambar 2. 7** Sistem Manufaktur Multi-Workstation Paralel di Perusahaan Perhiasan

Di pabrik, bahan baku dibentuk menjadi bentuk yang dibutuhkan melalui banyak tahapan seperti pencetakan, deburring, pengadukan, dll. Pada bengkel pelapisan, logam berbentuk dilapisi dengan emas atau perak dll. Dalam sel pengepakan, batu dilekatkan pada elemen berlapis, yang kemudian dikemas dan dikirim.

#### b. Struktur Modular

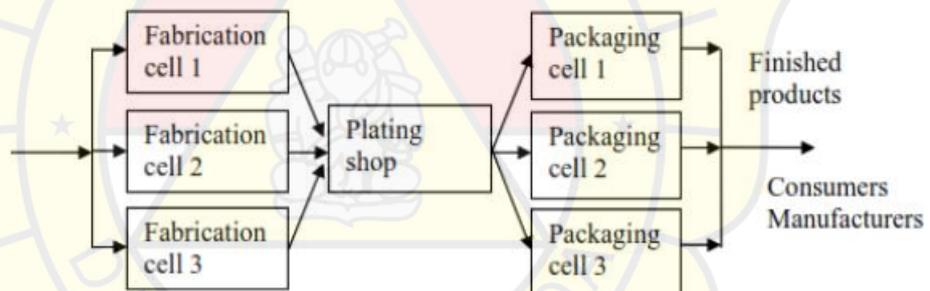
Pada struktur ini, setiap modul dapat dianggap menjadi sistem paralel mungil yang independen. mirip yang ditunjukkan di Gambar 2.8, bagian dapat diproses pada workstation 1 atau workstation 4 pada modul pertama. lalu pada modul 2, bisa diproses pada workstation 2 atau workstation 5,

dan , serta seterusnya. Di setiap stasiun kerja bisa terdapat satu atau lebih mesin. Pemilihan stasiun kerja yang tidak sama bisa didasarkan di kebutuhan kapasitas yang berbeda.



**Gambar 2. 8** Sistem Manufaktur Multi-Workstation Parallel – Struktur Modular

Untuk contoh sebelumnya, terdapat susunan lain, yaitu menggabungkan semua stasiun penutup menjadi satu stasiun penutup besar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.



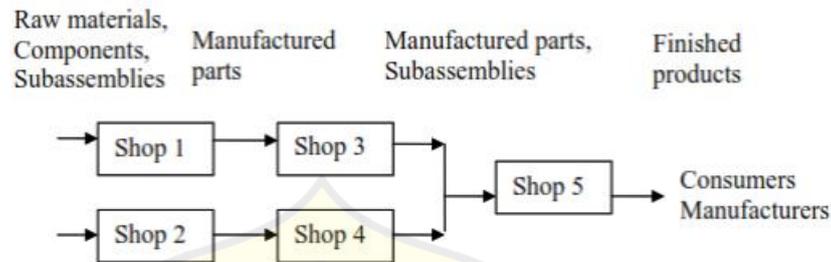
**Gambar 2. 9** Sistem Manufaktur Multi-Tahap Parallel pada Perusahaan Perhiasan.

Dalam hal ini, struktur yang berdiri sendiri sebelumnya digantikan oleh struktur modular, yang memungkinkan lebih banyak fleksibilitas, karena terdapat tiga kemungkinan buat menentukan stasiun kerja terbaik yang tersedia, bukan hanya satu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.

c. Sistem Manufaktur *Multi Workstation Hibrid*

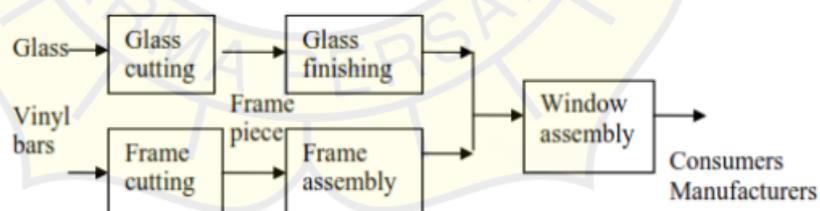
Dalam hal ini, sistem produksi merupakan kombinasi dari sistem paralel dan sistem satu tahap.. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar

2.10, suku cadang pertama melewati sistem manufaktur paralel multi-tahap dan kemudian memasuki stasiun kerja akhir, khususnya stasiun kerja 5, untuk melakukan semua operasi yang diperlukan untuk menghasilkan produk akhir.



**Gambar 2. 10** Sistem Manufaktur *Multi-Workstation Hybrid*

Ambil contoh sebuah perusahaan pembuat jendela. Di perusahaan ini, kaca dipotong terlebih dahulu sesuai ukuran yang dibutuhkan kemudian difinishing dengan polesan. Kusennya juga dipotong sesuai ukuran yang diinginkan kemudian kaca ditempelkan pada keseluruhan kusen jendela. Perusahaan mengolah kaca dan kusen secara bersamaan, kemudian merakit kaca dan kusen secara bersamaan seperti terlihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** Sistem Manufaktur Multi-Tahap Perusahaan Pembuat Jendela

Pada sistem manufaktur *multi-termin*, apa pun jenisnya, produk akhir dihasilkan berasal serangkaian operasi manufaktur mirip yang ditunjukkan di gambar jenis sistem manufaktur *multi-termin*. pada hal ini, setiap jenis

sistem manufaktur multi tahap mempunyai karakteristik yang serupa. Sistem manufaktur multi-tahap terdiri dari beberapa stasiun kerja dan beberapa variabel operasi manufaktur yang terlibat pada setiap stasiun kerja. Kinerja setiap proses pada rantai yang mempengaruhi produk akhir ialah akumulasi berasal seluruh proses yang operasikan menggunakan sistem produksi (Arif et al., 2013c). Masing-masing berasal stasiun kerja melakukan operasi manufaktur yang tidak sama. Sifat material berubah secara bertahap pada setiap lokasi kerja (Kaya & Engin, 2007).

### **2.1.2 Ruang Lingkup System**

#### **a. Definisi system**

Sistem dari bahasa Latin (*systēma*) serta bahasa Yunani (*sustema*) ialah suatu kesatuan yang terdiri asal komponen-komponen atau elemen-elemen yang dihubungkan beserta buat memperlancar peredaran informasi, material, atau tenaga buat mencapai suatu tujuan. kata ini sering dipergunakan buat menggambarkan entitas yang berinteraksi dimana model matematika sering kali dapat didesain. Suatu sistem juga adalah gugusan bagian-bagian yang saling berhubungan yang terletak pada suatu wilayah serta memiliki tujuan bepergian, model yang umum artinya daratan. Negara merupakan gugusan asal beberapa unsur kesatuan lainnya, mirip provinsi, yang bersatu menghasilkan suatu negara serta penggeraknya merupakan masyarakat negara tersebut.

#### **b. Jenis System**

Suatu sistem bagian-bagian yang terintegrasi digunakan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Secara fisik suatu sistem bukan sekedar bentuk pemikiran karena dapat memvisualisasikan kejadian

dengan mempertimbangkan batasan dan jenis sistem secara lebih mendalam. Dalam penelitian ilmiah, sistem harus berada di bawah kendali manusia, hal ini dapat dilakukan dengan mengatur prinsip kerja sistem. Pembatasan sistem tidak berlaku pada sistem tata surya, karena diluar dari kendali manusia.

Ada lima jenis sistem diantaranya yaitu : sistem terbuka, sistem tertutup, sistem yang dapat diramalkan dan sistem yang tidak dapat diramalkan serta sistem kecerdasan. Berikut penjelasan masing-masing sistem tersebut :

1. Sistem terbuka, sistem ini merupakan sistem yang dapat dipengaruhi dari luar. Proses ini dapat mengubah informasi, materi, atau energi di lingkungan, termasuk perubahan input secara acak. Secara sederhana sistem terbuka adalah suatu sistem yang terhubung dengan lingkungannya secara langsung melalui sumber daya yang ada. Sistem ini umumnya mempunyai bentuk dan struktur yang memungkinkannya beradaptasi dengan lingkungannya. Sistem kehidupan seperti sel, tumbuhan, manusia dan lain-lain merupakan bagian dari sistem terbuka.
2. Sistem tertutup adalah suatu sistem yang dapat berdiri sendiri (self-contained) atau tidak terpengaruh oleh lingkungan. Sistem ini tidak menggantikan material, informasi atau energi di lingkungan eksternal. Namun proses ini pada akhirnya akan berdampak negatif.
3. Proses yang dapat diramalkan adalah proses yang berhubungan dengan objek yang ditentukan. Jika sistem telah mendefinisikan statusnya pada satu waktu, sistem tidak akan mengalami kesalahan.

4. Proses yang tidak dapat diprediksi, yaitu proses yang dapat diprediksi dan dapat menimbulkan kesalahan prediksi karena kondisi tertentu. Misalnya dalam peramalan cuaca seseorang dapat memperkirakan seperti apa cuaca hari ini, namun pergerakan angin mempunyai pengaruh yang besar terhadap cuaca, dan seringkali diketahui kemana arah angin akan pergi. Hal ini menyebabkan BMKG (Badan Meteorologi dan Geofisika) seringkali tidak bisa memprediksi kapan akan turun hujan.
5. Sistem cerdas adalah suatu sistem yang tidak ada atau dapat diciptakan terlebih dahulu atau dapat disebut sistem buatan. Sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan produsen dan pengguna. Contoh sistem cerdas adalah robot, komputer, telepon, tim dan lain-lain. Produsen dan pekerja. Contoh sistem cerdas adalah robot, komputer, telepon, tim dan lain-lain.

### **2.1.3 Remanufaktur**

Remanufaktur merupakan proses rekondisi produk bekas dan mengembalikannya ke kondisi seperti baru. Pembongkaran produk industri dilakukan melalui serangkaian tahapan. Suku cadang yang masih dapat digunakan dibersihkan, dikerjakan, dan ditambahkan ke inventaris. Proses selanjutnya adalah merakit bagian-bagian bekas (baik melalui proses pemesinan atau tidak) dan sub-item baru menjadi produk baru. Remanufaktur memberikan penghematan dibandingkan proses manufaktur yaitu konsumsi energi, konsumsi material, dan biaya produksi.

Dalam industri remanufaktur, ada beberapa istilah penting yang perlu Anda pahami. Remanufaktur 6 syaratnya adalah :

1. Remanufaktur

Remanufaktur adalah pembuatan ulang suatu produk yang telah digunakan dalam beberapa proses manufaktur dengan tujuan mengembalikan kualitas produk dan menjadikannya seperti baru, keandalan, dan kinerja produk.

2. *Recycle*

Daur Ulang Daur ulang artinya mengubah bentuk dan menggunakannya kembali. Bentuk bagian-bagian ini dapat digunakan kembali pada produk yang sama atau aplikasi lain.

3. *Reuse* (penggunaan kembali)

*Reuse adalah* Penggunaan kembali Penggunaan kembali adalah penggunaan kembali suatu bagian dari suatu produk bekas.

4. *Reconditioning*

Remanufaktur atau remanufaktur adalah suatu proses remanufaktur yang mengembalikan komponen-komponen produk bekas ke kondisi semula.

5. *Refurbishment*

*Refurbishment* menggunakan komponen dengan biaya minimal untuk memastikan kinerja produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan perusahaan.

6. *Repair*

*Repair* adalah tindakan memulihkan fungsi suatu komponen melalui pemesinan atau proses lainnya.

Suatu proses yang dilakukan dalam proses remanufaktur dengan tujuan untuk menjaga dan memulihkan nilai komponen/produk yang diproduksi ulang. Remanufaktur memiliki beberapa keunggulan dibandingkan manufaktur. Remanufaktur dapat menghemat energi, tenaga kerja, dan hingga bahan baku.

## **2.2 Overall Equipment Effectiveness**

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) adalah suatu metode perhitungan yang dipergunakan buat mengetahui efektivitas suatu proses yang sedang dilaksanakan. OEE akan mengidentifikasi persentase saat produksi yang benar-benar produktif. Nilai OEE dipengaruhi oleh tiga faktor, diantaranya *Availability*, *Performance* dan *Quality*. Ketiga faktor tersebut bisa membantu mengetahui dan dikategorikan penyebab *productivity losses* yang terjadi selama proses dilaksanakan (Vorne Industries, 2008).



Gambar 2. 12 *Availability, Quality and Performance*

### 2.2.1 *Availability*

*Availability* adalah metrik waktu yang biasanya diukur sebagai persentase waktu aktif. Ketersediaan mesin adalah ukuran berapa lama mesin tersedia untuk menjalankan suatu produk. Mesin sedang sibuk atau produk tidak tersedia. Tingkatkan waktu kerja alat berat dengan mengurangi limbah dan meningkatkan gerakan proses yang berlebihan:

- a. Biaya
- b. Penggunaan waktu operasi dan sumber daya
- c. Waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk
- d. *Overtime*

Rumus *Availability*:  $\frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$

### 2.2.2 Performance

Ini memperhitungkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan mesin. Sebagian besar perusahaan mengambil jumlah unit yang diproduksi dan membandingkannya dengan desain, menghitung kualitas dan ketersediaan, kemudian menganggap masalahnya adalah kecepatan mesin yang disebabkan oleh perawatan yang tepat.

Performance dapat dipengaruhi oleh banyak faktor lainnya :

- a. Operator yang tidak terlatih
- b. instruksi operasi yang buruk atau tidak memadai
- c. tidak adanya instruksi
- d. tidak adanya standar prosedur

efek dari bekerja dengan performance atau kecepatan rendah ialah :

- a. mengkonsumsi lebih banyak sumber daya
- b. memakan banyak uang
- c. *lead time* produksi yang lebih lama
- d. kelebihan operator

beberapa perusahaan merencanakan produktivitas mereka sesuai dengan situasi saat ini dan kemampuan proses saat ini, membuat beberapa jam kerja berlangsung sepanjang shift. Tanpa percobaan untuk mengevaluasi proses atau melihat apakah bisa diperbaiki, proses tidak akan pernah berjalan efisien.

Rumus *Performance*:

$$\text{Performance efficiency} = \frac{\text{processed amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\% \quad (2.2)$$

### 2.2.3 Quality

Ini adalah salah satu pemborosan terbesar dalam proses ini. Kualitas sangat penting bagi pelanggan kami, dan nilai tambah bagi mereka mengarah pada kelangsungan bisnis. Jika proses menghasilkan serangkaian cacat, biaya pembuatan cacat ditambah biaya pengerjaan ulang bisa lebih dari dua kali lipat biaya perbaikan cacat di tempat pertama. Ini juga dapat menyebabkan hilangnya bisnis sepenuhnya jika pelanggan diberikan produk yang cacat. Penting untuk tidak hanya fokus pada produksi suku cadang secara massal, tetapi juga membuat suku cadang yang laku. Mengurangi tingkat kesalahan meningkatkan kinerja alat berat di dunia nyata, meningkatkan kapasitas produksi produk, mengurangi upaya pemeriksaan, mengurangi biaya, dan meningkatkan nilai perusahaan.

Rumus *Quality*

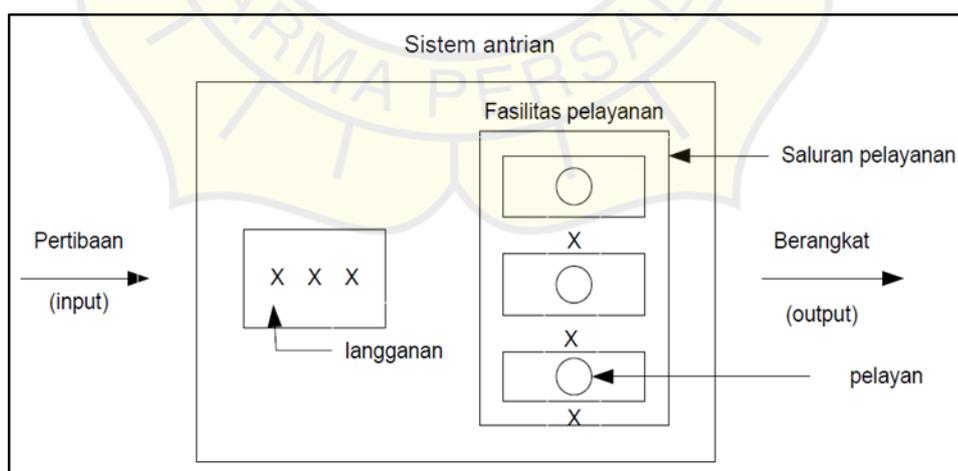
$$Quality = \frac{Production Amount \times Defect Amount}{Production Amount} \times 100\% \dots (2.3)$$

### 2.3 System Antrian

Teori antrian adalah studi tentang jalur-jalur penantian. Suatu jalur penantian, atau antrian, akan timbul bilamana fasilitas pelayanan tidak selalu dapat memenuhi permintaan yang terjadi. Tujuannya merupakan menentukan jumlah fasilitas pelayanan yang akan menyampaikan besaran biaya yang 21imana21. Analisis antrian adalah bentuk analisis probabilitas. Yang akan terjadi dari analisis antrian artinya karakteristik operasional yang merupakan nilai rata-rata dari karakteristik yang mendeskripsikan kinerja suatu sistem antrian. Hasil karakteristik operasional ialah statistik operasi yang bisa digunakan untuk mengambil putusan pada suatu operasi yang mengandung masalah antrian.

Berdasarkan Heizer serta Render (2009) antrian merupakan ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian dan merupakan orang-orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu buat dilayani atau meliputi bagaimana perusahaan dapat memilih waktu dan fasilitas yang sebaik-baiknya supaya bisa melayani pelanggan dengan efisien. Menurut Ma'arif dan Tanjung (2003) antrian artinya situasi barisan tunggu dimana jumlah kesatuan fisik (pendatang) sedang berusaha untuk menerima pelayanan dari fasilitas terbatas (pemberi layanan), sehingga pendatang harus menunggu beberapa saat pada barisan supaya mendapatkan giliran untuk dilayani.

Suatu antrian ialah suatu garis tunggu dari pelanggan (satuan) yang memerlukan layanan satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Studi matematika dari insiden atau tanda-tanda garis tunggu ini dianggap teori antrian. Peristiwa garis tunggu muncul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan/kapasitas pelayanan atau fasilitas pelayanan, sebagai akibatnya nasabah yang dimana tidak bisa segera mendapatkan layanan disebabkan kesibukan pelayanan. (Margaret, dkk, 2012).



**Gambar 2. 13** Bentuk Sistem Antrian

Langganan datang dengan laju tetap atau tidak tetap untuk memperoleh pelayanan pada fasilitas pelayanan, tetapi jika harus menunggu, maka mereka akan menghasilkan suatu antrian sampai tiba waktunya untuk dilayani. Mereka akan dilayani dengan laju tetap atau tak tetap.

### **2.3.1 Sumber Antrian Dan Proses Masukan**

Sumber ialah deretan orang atau barang dari mana satuan-satuan datang atau dipanggil untuk pelayanan. Deretan orang-orang atau barang ini boleh berhingga atau tidak berhingga. (Margaret, dkk, 2012).

Proses masukan merupakan suatu proses pembentukan suatu bentuk antrian dampak pertibaan satuan-satuan orang atau barang. Secara teori, ketika pertibaan antara satuan-satuan dengan satuan berikutnya dianggap acak dan bebas. Bentuk umum dari proses ini serta seringkali digunakan pada model-model antrian artinya yang dikenal dengan proses Poisson. (Margaret, dkk, 2012).

### **2.3.2 Mekanisme Pelayanan**

Ada 3 aspek yang harus diperhatikan dalam mekanisme pelayanan yaitu: (Margaret, dkk, 2012)

#### **1. Tersedia Pelayanan**

Mekanisme pelayanan tidak selalu tersedia untuk setiap saat.

#### **2. Kapasitas Pelayanan**

Kapasitas dari mekanisme pelayanan diukur berdasarkan jumlah langganan (satuan) yang bisa dilayani secara bersama-sama. Kapasitas pelayanan tidak selalu sama untuk setiap saat. Fasilitas

pelayanan dapat mempunyai satu (sistem pelayanan tunggal) atau lebih saluran (pelayanan ganda).

### 3. Lamanya Pelayanan

Lamanya pelayanan ialah waktu yang diharapkan untuk melayani seseorang langganan. Waktu pelayanan boleh tetap dari waktu ke waktu untuk seluruh langganan atau boleh juga berupa variabel acak.

#### 2.3.3 Karakteristik Sistem Antrian

Dalam sistem antrian terdapat tiga komponen karakteristik menurut Heizer dan Render (2009) yaitu: (a) karakteristik kedatangan atau masukan sistem; (b) karakteristik antrian; (c) karakteristik pelayanan.

Karakteristik yang pertama adalah karakteristik kedatangan atau masukan sistem, yaitu sumber input yang mendatangkan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki karakteristik utama sebagai berikut.

##### a. Ukuran Populasi

Merupakan sumber konsumen yang dipandang menjadi populasi tidak terbatas serta terbatas. Populasi tidak terbatas artinya bila jumlah kedatangan atau pelanggan pada sebuah waktu tertentu hanyalah sebagian kecil dari seluruh kedatangan yang potensial. Sedangkan populasi terbatas ialah sebuah antrian saat hanya terdapat pengguna pelayanan yang potensial menggunakan jumlah terbatas.

##### b. Perilaku Kedatangan

Perilaku yang ditunjukkan oleh setiap pelanggan saat mendapatkan pelayanan berbeda-beda. Ada tiga kategori perilaku kedatangan: pelanggan yang sabar, pelanggan yang menolak bergabung dalam antrian, dan pelanggan yang membelot.

c. Pola Kedatangan

Menguraikan cara distribusi pelanggan masuk ke sistem. Dua jenis distribusi kedatangan adalah distribusi kedatangan tetap dan distribusi kedatangan acak. Distribusi tetap kedatangan adalah pelanggan yang datang setiap periode tertentu, sedangkan distribusi acak kedatangan adalah pelanggan yang datang secara acak.

Karakteristik yang kedua adalah karakteristik antrian, yaitu merupakan aturan antrian yang mengacu pada peraturan pelanggan yang ada dalam barisan untuk menerima pelayanan yang terdiri dari:

1. *First Come First Served (FCFS)* atau *First In First Out (FIFO)* yaitu pelanggan yang pertama datang, pertama dilayani. Misalnya: sistem antrian pada bioskop, supermarket, pintu tol, dan lain-lain
2. *Last Come First Served (LCFS)* atau *Last In First Out (LIFO)* yaitu sistem antrian pelanggan yang datang terakhir, pertama dilayani. Misalnya: sistem antrian pada elevator lift untuk lantai yang sama.
3. *Service in Random Order (SIRO)* yaitu panggilan berdasarkan pada peluang acak, tidak peduli siapa yang datang terlebih dahulu.
4. *Shortest Operation Times (SOT)* yaitu sistem pelayanan yang membutuhkan waktu pelayanan tersingkat mendapat pelayanan pertama.

Karakteristik yang ketiga yaitu karakteristik pelayanan. Karakteristik pelayanan terdapat dua hal penting yaitu, desain sistem pelayanan dan distribusi waktu pelayanan.

a) Desain Sistem Pelayanan

Pelayanan biasanya dikategorikan berdasarkan jumlah saluran yang ada dan tahapan.

1. Sistem antrian jalur tunggal dan jalur berganda dikategorikan berdasarkan jumlah saluran yang ada, dan
  2. Sistem satu tahap dan tahapan berganda dikategorikan berdasarkan jumlah tahapan.
- b. Distribusi Waktu Pelayanan

Pola pelayanan serupa menggunakan pola kedatangan dimana pola ini mampu kontinu ataupun acak. Bila saat pelayanan kontinu, maka waktu yang dibutuhkan untuk melayani setiap pelanggan sama. Sedangkan ketika pelayanan acak merupakan ketika untuk melayani setiap pelanggan merupakan acak atau tidak sama.

#### **2.3.4 Model Antrian**

Terdapat 2 (dua) model antrian, yaitu:

1. Sistem pelayanan tunggal (single-server system)

Merupakan bentuk paling sederhana dari sistem antrian. Pada sistem ini, kombinasi antara mesin kas dan tempat kasir dianggap server (fasilitas pelayanan) serta para pelanggan yang menunggu giliran yang membentuk suatu baris dianggap waiting line atau antrian (queue).

Sistem antrian pelayanan tunggal memiliki karakteristik sebagai berikut:

- A. Populasi pelanggan yang tidak terbatas.
- B. Disiplin antrian "pertama datang, pertama dilayani".
- C. Tingkat kedatangan Poisson.
- D. Waktu pelayanan eksponensial.

Selain karakteristik tersebut, sistem antrian pelayanan tunggal juga memiliki asumsi bahwa:

dimana:

$\lambda$  = tingkat kedatangan

$\mu$  = tingkat pelayanan

## 2. Sistem pelayanan multiple (multiple-server system)

Merupakan baris antrian tunggal yang dilayani oleh lebih dari satu pelayan. Model penerapan sistem ini ada pada bank yang terdapat pada bagian tertentu menangani pertanyaan-pertanyaan atau pengaduan-pengaduan dari customer. Formula antrian untuk sistem pelayanan multiple dikembangkan berdasarkan asumsi:

- a. Disiplin antrian pertama datang pertama dilayani.
- b. Kedatangan Poisson.
- c. Waktu pelayanan eksponensial.
- d. Populasi yang tidak terbatas.

Parameter model pelayanan multiple adalah sebagai berikut:

$\lambda$  = tingkat kedatangan

$\mu$  = tingkat pelayanan

$c$  = jumlah pelayan

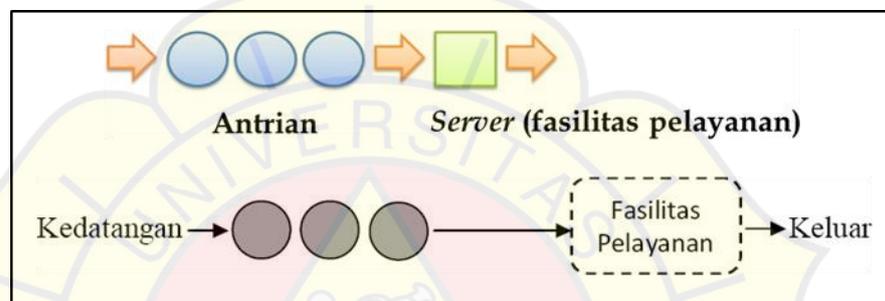
$c\mu$  = rata-rata pelayanan efektif sistem tersebut, dimana nilainya harus melebihi tingkat kedatangan ( $c\mu > \lambda$ ).

### 2.3.5 Struktur Antrian

Ada 4 (empat) model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian.

### 1. Single Channel – Single Phase

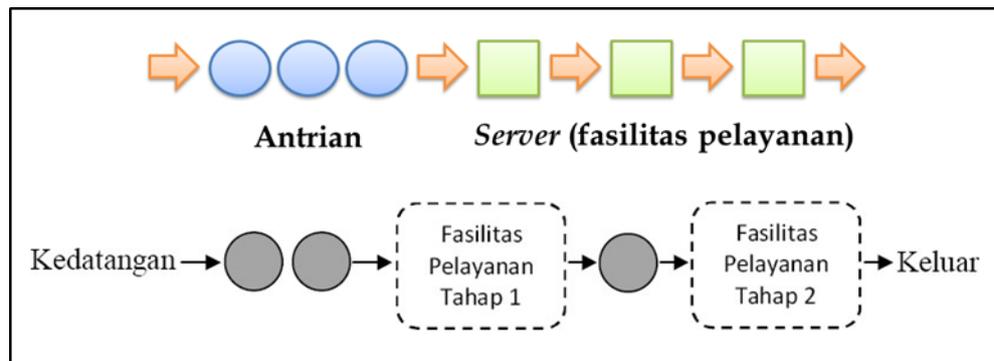
Single Channel berarti bahwa hanya terdapat satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau terdapat satu pelayanan. Single Phase menunjukkan bahwa hanya terdapat satu stasiun pelayanan sebagai akibatnya yang telah mendapatkan pelayanan dapat langsung keluar dari sistem antrian. Misalnya ialah di pembelian tiket bioskop yang dilayani oleh satu loket, seorang pelayan toko dan lain-lain. Perhatikan Gambar 2.14 berikut.



**Gambar 2. 14** *Single Channel – Single Phase*

### 2. Single Channel Multi Phase

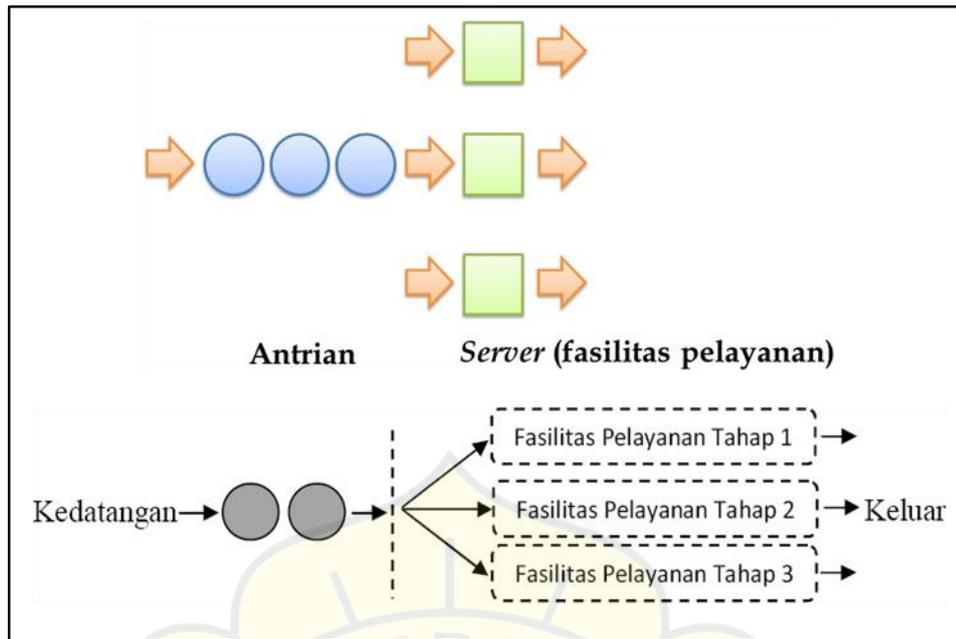
Struktur ini mempunyai satu jalur pelayanan sehingga dianggap Single Channel. istilah Multi Phase membagikan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan. Sesudah mendapatkan pelayanan karena masih terdapat pelayanan lain yang harus dilakukan agar tepat. Selesai pelayanan yang diberikan sempurna baru bisa meninggalkan area pelayanan. Contoh: pencucian mobil otomatis. Perhatikan Gambar 2.15 berikut.



**Gambar 2. 15** *Single Channel Multi Phase*

### 3. *Multi Channel Single Phase*

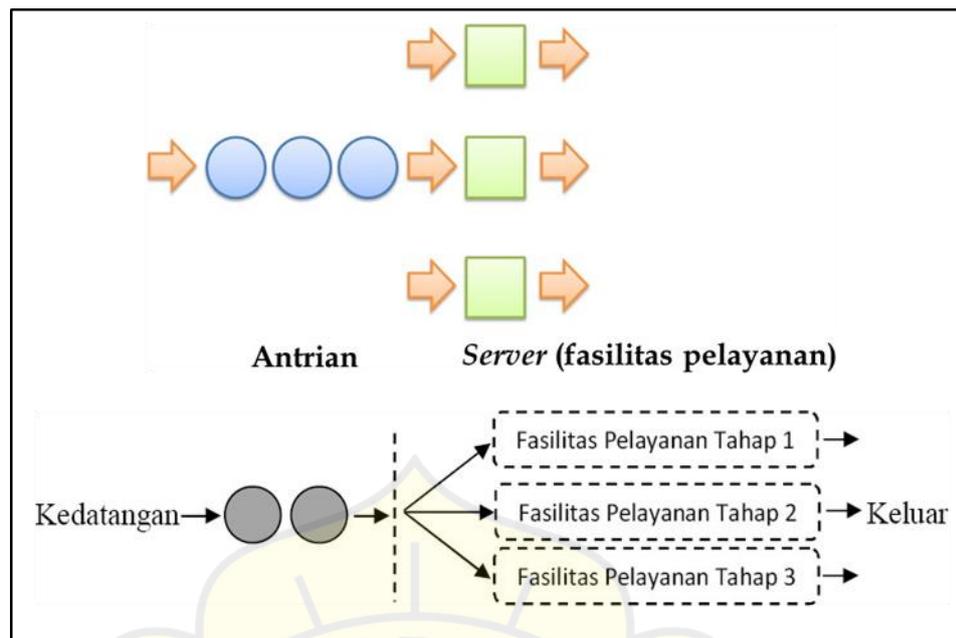
Sistem Multi Channel Single Phase terjadi ketika dua atau lebih fasilitas dialiri oleh antrian tunggal. Sistem ini memiliki lebih dari satu jalur pelayanan atau fasilitas pelayanan sedangkan sistem pelayanannya hanya terdapat satu fase. Contoh: pelayanan pada suatu bank yang dilayani oleh beberapa teller. Perhatikan pada gambar 2.16.



**Gambar 2. 16** *Multi Channel Single Phase*

#### 4. *Multi Channel Multi Phase*

Setiap sistem ini memiliki beberapa fasilitas pelayanan di setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani di suatu waktu. Pada umumnya jaringan ini terlalu kompleks untuk dianalisis menggunakan teori antrian. Contoh: pelayanan kepada pasien di rumah sakit, beberapa perawat akan mendatangi pasien secara teratur dan memberikan pelayanan dengan continue, mulai dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan hingga pada pembayaran.



**Gambar 2. 17** Multi Channel Multi Phase

#### 2.4 Arena

Arena adalah salah satu dari banyak aplikasi yang mampu digunakan buat simulasi. Ada dua grup perangkat lunak yg biasa dipergunakan buat simulasi, yaitu bahasa simulasi (*simulation languages*) dan simulator (*high-level simulators*). Simulation languages membutuhkan keahlian pemrograman buat menggunakannya, sedangkan simulators relatif praktis karena memakai user interfaces yang praktis dipahami. Arena ialah campuran berasal keduanya.

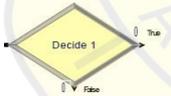
Simulatornya cukup memadai untuk mengubah simulator saat menggunakan bahasa simulasi untuk sistem yang kompleks. Arena menggabungkan fitur simulator tingkat lanjut dengan fleksibilitas bahasa simulasi SIMAN. Itu juga memiliki kemampuan untuk menambahkan logika menggunakan bahasa pemrograman umum seperti VBA, C, dan C++. Dua modul dalam model simulasi

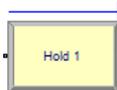
Arena adalah modul flowchart dan modul data. Modul flowchart memodelkan nalar sistem, dan modul data memilih komponen sistem yang akan dimodelkan.

### 2.4.1 Modul Pada System Arena

Tahapan- tahapan arena Modul yang digunakan pada ARENA 14.0 pada review kali ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 2. 1** Modul Arena

No	Nama Module	Deskripsi
<b>Basic Process</b>		
1	<i>Create</i> 	Modul ini digunakan sebagai titik awal entitas dalam model simulasi. Modul ini memungkinkan Anda membuat tampilan entitas dalam simulasi.
2.	<i>Dispose</i> 	Modul ini digunakan sebagai titik akhir untuk entitas model simulasi dan pembangkitan entitas sistem
3.	<i>Process</i> 	Modul ini dimaksudkan sebagai metode pemrosesan utama dalam simulasi. Kemampuan untuk menangkap dan melepaskan sumber daya yang tersedia terbatas. Ada juga kemungkinan untuk menggunakan "sub-model" dan mendefinisikan logika hierarki yang ditentukan pengguna. Waktu pemrosesan dialokasikan kepada entitas dan dapat dianggap sebagai nilai tambah, bukan nilai tambah, ditransfer, menunggu, atau lainnya. Biaya terkait akan ditambahkan ke kategori yang sesuai.
4.	<i>Decide</i> 	Modul ini membantu menentukan keputusan dalam proses, termasuk beberapa opsi untuk mengambil keputusan berdasarkan satu atau lebih opsi.
5.	<i>Assign</i> 	Modul ini digunakan untuk menetapkan nilai baru untuk variabel, properti entitas, jenis entitas, gambar aset, atau variabel sistem lainnya.
6.	<i>Record</i> 	Modul record digunakan untuk menampilkan data statistik pada model simulasi, jenis data statistik yang dapat ditampilkan adalah waktu antar kedatangan.
7.	<i>Advanced Set Module</i>  Advanced Set	Advanced Set Module mendefinisikan antrian, penyimpanan, dan set lainnya serta bagian terkaitnya. Misalnya: pintu keluar berbeda dalam sebuah toko (antrian).

No	Nama Module	Deskripsi
<b>Basic Process</b>		
8.	<i>Expression Module</i>  Expression	Modul ekspresi adalah ekspresi dan nilai terkaitnya. Contoh: Ekspresi kompleks untuk waktu perintah.
<b>Advanced Process</b>		
9.	<i>Hold</i> 	Modul hold menjaga entitas dalam antrian menunggu sinyal atau kondisi tertentu.
<b>Advanced Transfer</b>		
10.	<i>Route</i> 	Modul route memungkinkan Anda membuat route antar stasiun. Route dapat digunakan antara lain untuk menetapkan waktu perpindahan dari satu stasiun ke stasiun lainnya. Modul ini juga digunakan untuk menentukan arah pergerakan entitas di Stasiun tanpa menggunakan alat seperti forklift, konveyor, dll.

#### 2.4.2 Input Analyzer

Input *Analyzer* adalah alat di ARENA yang dapat digunakan untuk memilih fungsi distribusi probabilitas dari data input. Selain itu, input analyzer juga dapat digunakan untuk mencocokkan fungsi khusus distribusi data file, membandingkan fungsi distribusi, atau menunjukkan efek dari perubahan parameter pada distribusi yang sama. Karena *Input Analyzer* ARENA hanya dapat membaca masukan dalam format.txt, data yang akan dimasukkan harus disimpan terlebih dahulu pada Notepad dengan format.txt. Input *analyzer* menampilkan input data acak, yang kemudian dapat dianalisis dengan fitur *software fitting distribution* untuk menentukan bentuk distribusi yang tepat untuk mendeskripsikan data.

#### 2.4.3 Proses Analyzer

Process analyzer adalah alat tambahan yang tersedia di perangkat lunak ARENA, dan berfungsi untuk membantu mengevaluasi cara lain yang disajikan

oleh eksekusi model simulasi skenario yang tidak sinkron. Ini bermanfaat untuk pengembangan contoh simulasi dan pembuatan keputusan, karena proses analyzer biasanya menggunakan solusi contoh simulasi untuk memilih skenario mana yang cocok untuk mendapatkan replikasi.

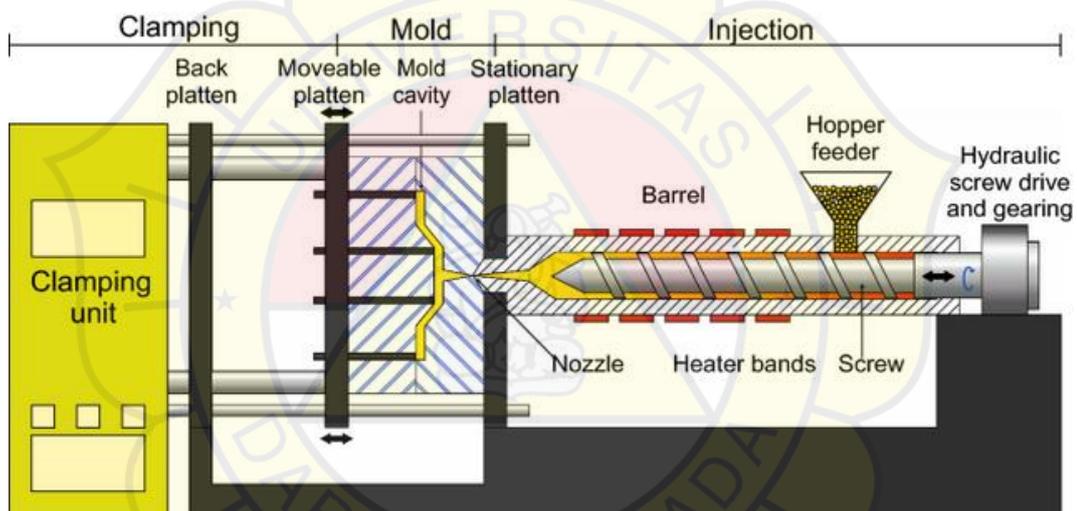
## **2.5 Injection Molding**

Penggunaan barang-barang yang terbuat dari plastik dari waktu ke waktu menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, beredar luas 34imana disemua sektor kehidupan manusia seperti penggunaan buat peralatan serta perlengkapan tempat tinggal tangga termasuk untuk sandang dan perlengkapan kosmetik, alat-alat dan perlengkapan tempat kerja, sarana dibidang pendidikan, bangunan, transformasi, peralatan listrik serta elektronika, industri otomotif, pesawat , pertanian dan lagi penggunaan lainnya. Proses produksinya ialah suatu proses dengan menggunakan mesin Injection Molding. Mirip halnya pada PT XYZ yang pada proses produksinya menggunakan mesin Injection Molding buat menghasilkan part-part yang berbahan plastik yang akan dirakit menjadi produk elektronik yang siap dijual.

Injection Molding merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbahan thermoplastik. Injection Molding ialah metode proses produksi yang cenderung digunakan dalam membuat atau memproses komponen-komponen yang kecil serta berbentuk rumit, dimana biayanya lebih murah jika dibandingkan menggunakan menggunakan metode-metode lain yang biasa dipergunakan. Proses ini terdiri dari bahan termoplastik yang dihaluskan lalu dipanaskan hingga

mencair, kemudian lelehan plastik disuntikan ke dalam cetakan baja, lalu plastik tersebut akan mendingin dan memadat. Proses ini memerlukan kecepatan tinggi dan otomatis yang dapat menghasilkan plastik dengan geometri yang kompleks, yang dimulai dengan memasukkan serbuk plastik ke dalam *hopper*, kemudian menuju barrel yang didalamnya ada screw yang berfungsi buat mengalirkan material leleh yang sudah dipanasi menuju nozzle. Material ini akan terus didorong melalui nozzle dengan injector melewati sprue ke dalam rongga cetak (*cavity*).

### A. Bagian – bagian utama dari mesin Injection Molding



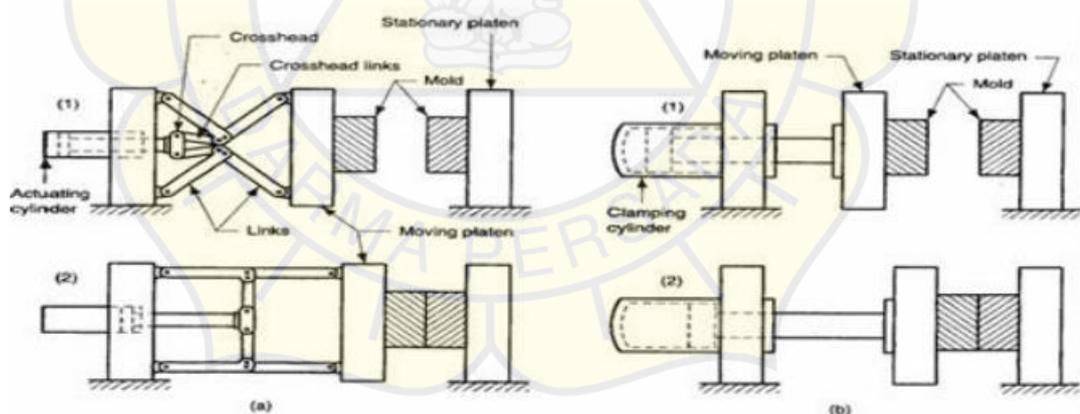
**Gambar 2. 18** Bagian mesin *Injection Molding*

Mesin injection moulding mempunyai dua bagian utama yaitu unit injeksi dan blok. Setiap jenis mesin injeksi mempunyai perbedaan pada bagian injeksi dan ketahanannya.

1. Unit injeksi: Tempat peleburan plastik dan proses injeksi plastik ke dalam cetakan. Ini memiliki bagian yang berbeda, yaitu:

- a. Feed Hopper : merupakan wadah yang dimaksudkan untuk menampung plastik yang akan dipanaskan dan dicairkan saat mengalir melalui sekrup. Di dalam hopper, material akan dipanaskan oleh udara dari kipas yang memanaskan material (heater). Hal ini dilakukan untuk menghilangkan kandungan air pada bahan yang digunakan, karena dengan adanya air akan membuat produk plastik menjadi tidak sempurna.
- b. *Injection ram* : merupakan bagian yang akan memberikan tekanan pada karet cair hingga masuk ke rongga cetakan.
- c. Barel: merupakan bagian utama yang mendistribusikan plastik cair dari hopper melalui sekrup dan cetakan. Di dalam laras terdapat dua buah pemanas untuk memanaskan resin hingga suhu yang tepat untuk proses injeksi.
- d. Sekrup injeksi: adalah bagian yang mengontrol aliran resin dari hopper ke cetakan. Memutar sekrup akan menyebabkan material terkumpul di ujung sekrup sebelum dimasukkan. Selanjutnya sekrup akan mundur beberapa saat, kemudian melanjutkan, mendorong material cair ke dasar laras sepanjang bukaan.
- e. Silinder injeksi: adalah bagian yang dihubungkan ke motor hidrolis untuk memberikan tenaga yang diperlukan untuk menginjeksi plastik tergantung pada karakteristik biji plastik dan jenis produk serta kecepatan dan tekanan yang diperlukan.
  1. Clamping Unit: merupakan tempat mold diletakkan, membuka dan menutup mold secara otomatis, dan mengeluarkan part yang sudah selesai terbentuk. Terdiri dari :

- a. Injection mold: merupakan cetakan dari produk yang akan dibuat. Terdapat dua tipe injection mold yaitu cold runner dan hot runner.
- b. Injections platens: merupakan plat baja pada mesin molding untuk dimana mold diletakkan. Umumnya digunakan dua plat, satu plat yang diam (*stationary*) dan satunya lagi plat yang bergerak (*moveable*). Menggunakan hidrolik untuk membuka dan menutup mold.
- c. Clamping cylinder: merupakan bagian yang menyediakan tenaga untuk clamping dengan bantuan tenaga pneumatik dan hidrolik.
- d. Tie bar: menopang kekuatan clamping dan terdapat 4 tie diantara *fixing platen* dan *support platen*.

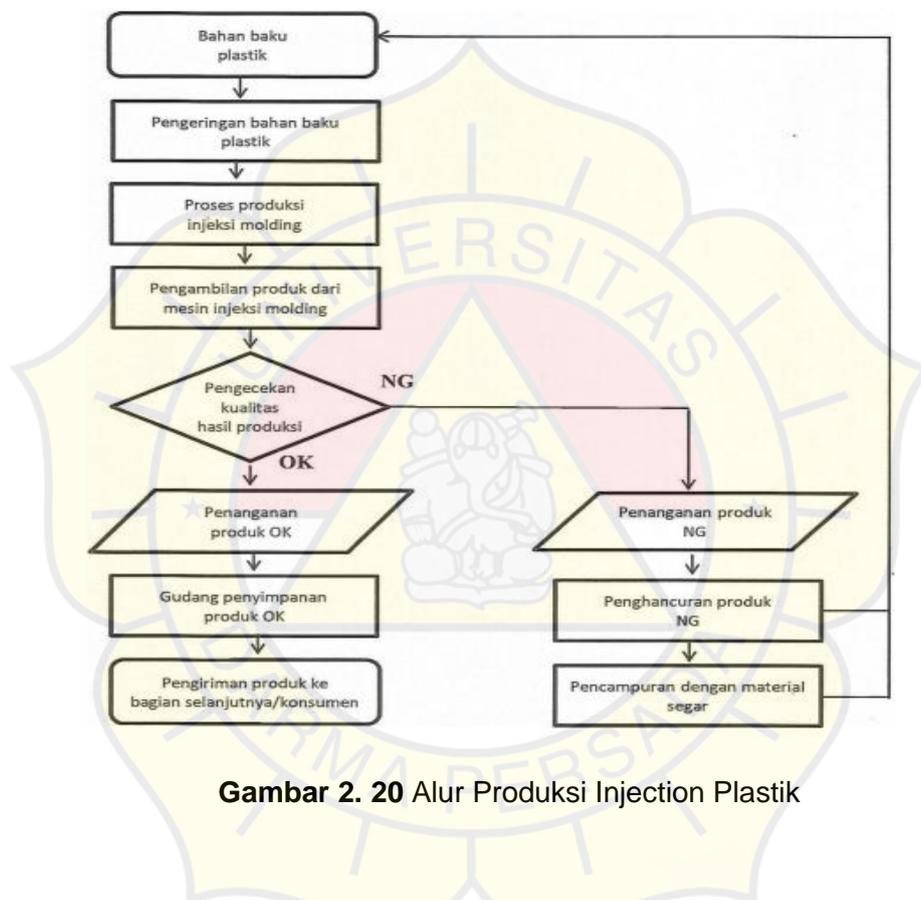


**Gambar 2. 19** Tipe Clamping Unit (a) Toggle Clamp; (b) Hidrolik Clamp

Selain bagian di atas, pada mesin injeksi juga terdapat panel-panel untuk mengatur waktu dan temperatur yang diinginkan.

- a. Injection time: mengatur waktu yang dibutuhkan untuk menginjeksikan bahan yang telah dicairkan ke dalam mold.
- b. Cooling time: mengatur lamanya waktu pendinginan produk setelah proses injeksi berlangsung. Pendinginan ini terjadi di dalam mold. Pendingin yang digunakan adalah air
- c. Interval time: mengatur lamanya waktu mulai produk didorong oleh ejector sampai clamp berada dalam posisi siap kerja.
- d. Clamp time: mengatur lamanya proses clamping, yaitu waktu cetakan yang bergerak menekan cetakan diam.
- e. Temperature control: merupakan alat yang digunakan untuk mengatur temperatur elemen pemanas. Temperatur yang digunakan akan berbeda untuk setiap bahan yang berbeda. Pada mesin Borché 260 Ton, digunakan empat temperatur control, dimana tiga temperature control yang mengatur suhu pada barrel dan satu lagi untuk mengatur suhu pada nozzle.

## B. Cara kerjanya



**Gambar 2. 20** Alur Produksi Injection Plastik

Proses injection molding terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari bahan baku plastik hingga bagian plastik yang diinginkan Tingkat. Diantaranya adalah penyimpanan bahan baku, pengeringan bahan baku, proses produksi injection molding, pengambilan produk dari mesin injection molding, pengendalian kualitas produk, pengolahan produk OK dan NG,

penghancuran produk NG, penyimpanan produk OK dan pengiriman ke .  
bagian selanjutnya.

### 2.5.1 Siklus Proses *Injection Molding*

Unit yang mengontrol tenaga mesin injection molding, yaitu stage, terdiri dari motor yang menggerakkan sekrup, dan piston injeksi menggunakan sistem hidrolik yang disebut "Sistem Pompa". Cairan tersebut didarkan dan cairan jitin disuntikkan ke dalam badan cetakan. Menurut Malloy (1994) dan Abdurrokhman (2012), siklus lapisan termoplastik terdiri dari beberapa operasi pada proses injection molding:

1. *Mold Filling*, setelah mold menutup, aliran plastik leleh dari injection unit lalu ke mesin masuk mold yang cukup lebih dingin melalui sprue, runner, gate, dan masuk ke cavity.
2. *Holding*, plastik leleh ditahan di dalam mold di bawah tekanan tertentu untuk mengkompensasi shrinkage yang terjadi selama pendinginan berlangsung. Tekanan holding umumnya diberikan sampai gate telah membeku. Setelah plastik di wilayah gate membeku, produk dapat langsung dikeluarkan dari cavity.
3. *Cooling*, plastik leleh itu kemudian mengalami pendinginan dan membeku.
4. *Part Ejection*, mold membuka dan produk yang telah membeku tadi dikeluarkan dari cavity memakai sistem ejector mekanis.

Dari sini didapat siklus proses Injection Molding serta memerlukan suatu waktu tertentu untuk bisa melakukan satu kali proses produksi yang biasa dianggap cycle time. Cycle time umumnya

mencakup beberapa proses: mold close, inject, holding, cooling, charging serta eject.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut ini beberapa penelitian terdahulu yang sebelumnya membahas dan berkaitan dengan Analisis Penerapan Sistem Antrian dan efektifitas dengan menggunakan *OEE* sebagai berikut:

1. Nilna Inikati (2020)

Judul " **ANALISIS WAKTU TUNGGU SISTEM PELAYANAN DENGAN MENGGUNAKAN TEORI ANTRIAN GUNA MENGOPTIMALISASIKAN KEDATANGAN PELANGGAN DI MCDONALD'S KIRANA BOUTIQUE**".

Penelitian ini menggunakan teori antrian untuk mengetahui sistem antrian yang saat ini diterapkan oleh McDonald's Gading Kirana dalam melayani pelanggannya, kemudian melakukan perhitungan antrian untuk mengetahui orang yang hadir. Tujuannya adalah untuk memperoleh hasil pelayanan restoran terhadap pelanggan. Berdasarkan hasil penelitian, model antrian McDonald's Gading Kirana adalah M/M/S. Berdasarkan penelitian tanggal 05-11 Juli 2020, McDonald's Gading Kirana memiliki 2 mesin kasir, rata-rata skor tingkat pelayanan ( $\mu$ ) pada 20 pelanggan per jam, rata-rata kedatangan Tarif ( $\lambda$ ) adalah pada 30 pelanggan per jam. Hal ini

menandakan Open Service Kasir McDonald`s Gading Kirana Store saat ini belum maksimal.

2. Taufiqur Rachman (2016)

Judul **“SIMULASI MODEL ANTRIAN OPTIMAL LOKET PEMBAYARAN PARKIR”**. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah jumlah loket pembayaran parkir motor di Universitas Esa Unggul sudah optimal dalam melayani seluruh pelanggan. Selain itu teknik simulasi juga digunakan untuk memberikan gambaran dari suatu sistem nyata dalam rangka mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Dari hasil perhitungan diperoleh tingkat pelayanan dan kinerja antrian optimal terdapat pada  $M = 2$  dengan rincian kinerjanya adalah  $P_0$  sebesar 0.3249 ;  $L_s$  sebesar 1.4257 ;  $W_s$  sebesar 0.0475 ;  $L_q$  sebesar 1.4749 ; dan  $W_q$  sebesar 0.0492.

3. Dianra Alvira, Yanti Helianty, Hendro Prasetyo (2015)

Judul **“USULAN PENINGKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESIN TAPPING MANUAL DENGAN MEMINIMUMKAN SIX BIG LOSSES”**. Makalah ini membahas mengenai overall equipment effectiveness. OEE ini ialah pengukuran tingkat efektivitas pemakaian suatu mesin/peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin, performansi dan kualitas produk yang dihasilkan. Berdasarkan ketiga faktor diatas jika nilai OEE berada di bawah nilai standar sebesar 84% maka perlu dilakukan analisis six big losses untuk mengetahui kerugian yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE. Penelitian dilakukan pada bulan

Februari-Maret 2015, dari perhitungan didapatkan rata-rata nilai OEE yaitu sebesar 55,192%. Nilai tersebut berada di bawah nilai standar sehingga perlu dilakukan perbaikan sistem yang dapat meningkatkan faktor-faktor nilai OEE.

4. Rinarwastu, Fadilia (2018)

Judul **“Simulasi Arus Lalu Lintas pada Persimpangan Tunggulwulung untuk Meminimasi Waiting Time Kendaraan”**.

Persimpangan Tunggulwulung, Malang merupakan salah satu simpang tak bersinyal yang terletak di jalur alternatif serta merupakan salah satu jalur lintas kota/kabupaten yang sering dilewati kendaraan. Pengambilan data dilakukan pada hari Senin-Sabtu. Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data dan membuat model konseptual dengan Activity Cycle Diagram . Selain menggunakan simulasi, analisis juga dilakukan dengan melakukan perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan persimpangan berdasarkan panduan MKJI. Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan dengan panduan MKJI, rekomendasi perbaikan 3 dapat mengurangi waktu tunggu dan derajat kejenuhan.

5. Yaiqin, Aiinul (2018)

Judul **“ANALISA KINERJA MESIN INJECTION MOLDING DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) (STUDI KASUS : PT KENCANA AGUNG SUKSES)”**. PT.Miyako. Salah satu mesin yang digunakan dalam proses produksi di PT.

Ton-E dan 260 Ton-N yang paling besar jumlah downtime nya. Downtime mesin yang besar berdampak pada tingkat produktivitas kegiatan produksi. Injection Molding 260 Ton-D, 260 Ton-E dan 260 Ton-N berturut-turut adalah 260 Ton-N berturut-turut adalah 59,71%, 54,15% dan 65,09%. Nilai OEE tersebut belum memenuhi standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Dan dari perhitungan six big losses diketahui losses yang memiliki kontribusi tersebar dari rendahnya nilai OEE adalah reduce speed loss dan breakdown loss.

