



**MODUL**  
**PENELITIAN**  
**OPERASIONAL**

**TAHUN AJARAN 2024**

**PENULIS:**  
**RESY KUMALA**  
**SARI S.T., M.S**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR ISI.....	2
BAB I.....	3
KONSEP DASAR PENELITIAN OPERASIONAL.....	3
BAB II.....	5
MODEL DETERMINISTIK.....	5
a. Programa Linier .....	5
b. Metode Transportasi.....	7
c. Metode Penugasan .....	9
d. Analisa Jaringan .....	10
e. Teori Permainan.....	11
BAB III.....	12
MODEL PROBABILISTIK.....	12
a. Programa Dinamis.....	12
b. Rantai Markov.....	12
c. Teori Antrian.....	13
BAB IV .....	15
PERANCANGAN PRAKTIKUM.....	15
A. Penempatan Modul Dalam <i>Frame Work</i> Sistem Manufaktur .....	15
1. Strategi Marketing .....	16
2. Perencanaan Produksi .....	17
3. Distribution Planning.....	17
B. Hubungan Antar Modul Praktikum Optimasi .....	18
BAB V.....	21
KONSEP PELAKSANAAN PRAKTIKUM.....	21
Modul 1 : Perhitungan market share .....	21
Modul 2 : Penentuan strategi.....	21
Modul 3 : Penugasan Sales .....	22
Modul 4. Kombinasi produk .....	22
Modul 5 : Penugasan mesin .....	23
Modul 6 : Distribusi Produk.....	24
Modul 7 : Rute Distribusi.....	24
Modul 8. Saluran Distribusi .....	25
DAFTAR PUSTAKA .....	33

## **BAB I**

### **KONSEP DASAR PENELITIAN OPERASIONAL**

Penelitian operasional (*Operations Research*) didefinisikan sebagai aplikasi metode, teknik dan peralatan ilmiah dalam menghadapi masalah yang timbul di dalam operasi perusahaan dengan tujuan menemukan pemecahan masalah yang optimum (Arkoff & Arnoff, 1957). Selain itu Miller dan M.K Starr (1960) mendefinisikan penelitian operasional sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika dan logika dalam kerangka pemecahan masalah, sehingga diperoleh pemecahan masalah yang optimal.

Dari ke dua definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian operasional merupakan bidang kajian yang terkait dengan pengambilan keputusan yang optimal dalam penyusunan model dari sistem-sistem yang berasal dari dunia nyata. Materi penelitian operasional diberikan pada mahasiswa untuk memberikan konsep dan pengetahuan dasar mengenai metode optimasi. Secara garis besar metode ini dikembangkan dalam 2 konsep, yaitu konsep model deterministik dan konsep model probabilistik.

Jika penelitian operasional akan digunakan untuk memecahkan suatu persoalan di suatu organisasi, maka harus dilakukan lima langkah sebagai berikut (Dimiyati, 2004) :

Langkah 1 : Memformulasikan persoalan

Definisikan persoalan lengkap dengan spesifikasi tujuan organisasi dan bagian-bagian organisasi atau sistem yang bersangkutan. Hal ini mutak harus dipelajari sebelum persoalannya dapat dipecahkan.

Langkah 2 : Mengobservasi system

Kumpulkan data untuk mengestimasi besaran parameter yang berpengaruh terhadap persoalan yang dihadapi. Estimasi ini digunakan untuk membangun dan mengevaluasi model matematis dari persoalannya.

Langkah 3 : Memformulasikan model matematis dari persoalan yang dihadapi

Dalam memformulasikan persoalan ini biasanya digunakan model analitik, yaitu model matematis yang menghasilkan persamaan. Jika pada suatu situasi yang sangat rumit tidak diperoleh model analitik, maka perlu dikembangkan suatu model simulasi.

Langkah 4 : Mengevaluasi model dan menggunakannya untuk prediksi

Pada langkah ini, tentukan apakah model matematis yang dibangun pada langkah 3 telah menggambarkan keadaan nyata secara akurat. Jika belum, buatlah model yang baru.

Langkah 5 : Mengimplementasikan hasil studi

Pada langkah ini kita harus menterjemahkan hasil studi atau perhitungan ke dalam bahasa sehari-hari yang mudah dimengerti.

## BAB II

### MODEL DETERMINISTIK

Konsep model Deterministik diberikan pada kuliah Teori optimasi, yang terdiri dari pokok bahasan : Pemrograman Linier, Metode Transportasi & Penugasan, Analisa Jaringan dan Teori Permainan

#### a. Programa Linier

Taha (2003) mendefinisikan programa linier sebagai suatu metode matematik untuk menyelesaikan suatu masalah optimasi yang membentuk persamaan linier. Beberapa masalah aplikasi programa linier : *product mix problem, diet problem, blending problem, advertising planning, investment planning, inventory planning* dan *optimal cargo shipment*. Tujuan dari programa linier adalah suatu hasil yang mencapai tujuan yang ditentukan (optimal) dengan cara yang paling baik diantara semua alternatif yang mungkin dengan batasan sumber daya yang tersedia (Taha, 2003)

Programa linear menggunakan model matematis untuk menjelaskan persoalan yang dihadapinya. Sifat “**linier**” disini memberi arti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi yang linier, sedangkan kata “programa” merupakan sinonim untuk perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik di antara seluruh alternatif yang fisibel.

Pada dasarnya metode-metode yang dikembangkan untuk memecahkan model programa linear ditujukan untuk mencari solusi dari beberapa alternatif solusi yang dibentuk oleh persamaan-persamaan pembatas sehingga diperoleh nilai fungsi tujuan yang optimum. Terdapat tiga elemen utama dalam programa linier, yaitu :

- **Variabel Keputusan** : variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan – keputusan yang akan dibuat

- **Fungsi Tujuan** : Merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (untuk mendapatkan keuntungan) atau diminimumkan (untuk ongkos) . Untuk menyatakan nilai fungsi tujuan digunakan variabel Z.
- **Pembatas**: Merupakan kendala yang dihadapi sehingga pengambil keputusan tidak bisa menentukan harga – harga variabel keputusan secara sembarang

Sebagai gambaran, model Program linier dapat diilustrasikan sebagai berikut :

Tabel 2.1. Ilustrasi Model Program Linier

Sumber \ Aktivitas	Penggunaan Sumber / Unit				Banyaknya sumber yang dapat digunakan
	1	2	...	N	
1	a <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	...	a <sub>1n</sub>	b <sub>1</sub>
2	a <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	...	a <sub>2n</sub>	b <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	.
...	...	...	...	...	.
M	A <sub>m1</sub>	A <sub>m2</sub>	...	a <sub>m3</sub>	B <sub>m</sub>
$\Delta Z/\text{Unit}$	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>n</sub>	
Tingkat	X <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	...	X <sub>n</sub>	

**Keterangan :**

M = jenis batasan – batasan sumber atau fasilitas yang tersedia

n = jenis kegiatan – kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut

a<sub>ij</sub> = Banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran (output) kegiatan j , dimana i = 1, 2, ..., m dan j = 1, 2, ...,n

b = banyaknya sumber (fasilitas) i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan

$Z$  = Nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum)

$C_j$  = kenaikan nilai  $Z$  apabila ada pertambahan tingkat kegiatan ( $x_j$ ) dengan satu satuan (unit) atau merupakan sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan  $j$  terhadap nilai  $Z$ .

Secara matematis persoalan tersebut di formulasikan sebagai berikut :

Maksimumkan :  $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$

Berdasarkan pembatas :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

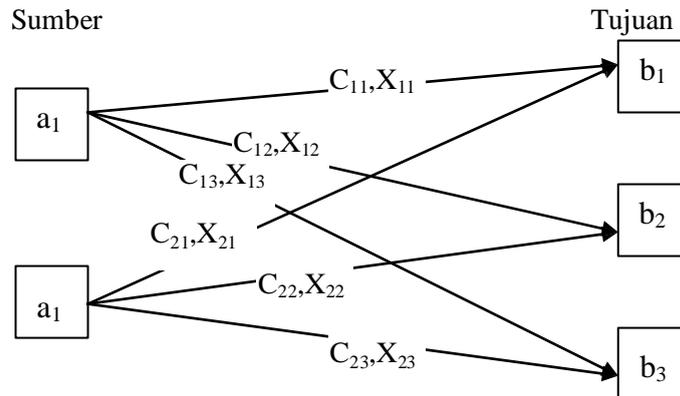
$$\text{dan } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

## b. Metode Transportasi

Persoalan transportasi merupakan tipe khusus persoalan program linier. Persoalan transportasi membahas masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) kepada sejumlah tujuan (*destination, demand*), dengan tujuan meminimumkan ongkos pengangkutan yang terjadi (Dimiyati, 2004).

Ciri-ciri khusus persoalan ini adalah :

- Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
- Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.
- Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber.
- Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu.



Gambar 2.3. Ilustrasi Model Trasnportasi

Formula Matematis :

Fungsi Tujuan :  $\text{Min } Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + \dots + C_{23}X_{23}$

$$\text{St } \left. \begin{array}{l} x_{11} + x_{12} + x_{13} = a_1 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} = a_2 \end{array} \right\} \text{Pembatas Sumber}$$

$$\left. \begin{array}{l} x_{11} + x_{21} = b_1 \\ x_{12} + x_{22} = b_2 \\ x_{13} + x_{23} = b_3 \end{array} \right\} \text{Pembatas Tujuan}$$

Model transportasi dikatakan seimbang jika total kapasitas sumber (*Supply*) sama dengan total tujuan (*demand*). Persoalan transportasi memiliki sifat-sifat khusus dimana semua koefisien *teknosif* bernilai nol atau satu, sehingga tabel simplek dari persoalan transportasi dapat digantikan dengan matrik berikut ini.

Tabel 2.2 Masalah Trasnportasi

Sumber	Tujuan			Supply
	1	2	3	
1	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$a_1$
	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	
2	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$a_2$
	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	
Demand	$B_1$	$b_2$	$b_3$	

### c. Metode Penugasan

Model penugasan merupakan model transportasi di mana sejumlah  $m$  sumber ditugaskan kepada sejumlah  $n$  tujuan (satu sumber untuk satu tujuan) sedemikian sehingga didapat ongkos yang minimum. Pada model penugasan, semua supply (sumber) dan demand (tujuan) sama dengan satu (Dimiyati, 2004).

Tabel 2.3. Masalah Penugasan

Pekerjaan	Mesin					
	1	2	3	...	N	
1	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	...	$C_{1n}$	1
2	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	...	$C_{2n}$	1
...	...	...	...	...	...	1
M	$C_{m1}$	$C_{m2}$	$C_{m3}$	...	$C_{mn}$	1
	1	1	1	1	1	

Secara matematis, model penugasan ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{s.t } \sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad \sum_{j=1}^m X_{ij} = 1$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{jika operator ke } i \text{ tidak ditugaskan pada mesin ke } j \\ 1, & \text{jika operator ke } i \text{ ditugaskan pada mesin ke } j \end{cases}$$

Ciri khas persoalan penugasan adalah bahwa solusi optimum akan tetap sama bila suatu konstanta ditambahkan atau dikurangkan pada baris dan kolom manapun dari matrik ongkos. Jika  $p_i$  dan  $q_j$  merupakan konstanta pengurangan terhadap baris  $i$  dan kolom  $j$ , maka ongkos yang baru adalah  $C_{ij} - p_i - q_j$ . Sehingga fungsi tujuan baru menjadi :

$$Z' = \sum_i \sum_j C_{ij}' X_{ij} = \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} - p_i - q_j \sum_j X_{ij}$$

$$= \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} - \sum_i p_i \sum_j X_{ij} - \sum_j q_j \sum_i X_{ij}$$

Karena  $\sum_i X_{ij} = \sum_j X_{ij} = 1$

Maka  $Z' = Z - \text{Konstanta}$

#### d. Analisa Jaringan

Analisa jaringan adalah suatu ilmu yang membantu untuk pengambilan keputusan suatu permasalahan yang direpresentasikan dalam bentuk sebuah jaringan (Dimiyati, 2004). Berdasarkan teori grafis, maka suatu jaringan akan terdiri dari suatu set titik-titik yang dihubungkan, dengan node. Node tertentu di hubungkan oleh grafis yang disebut busur. Lintasan antara node i dengan node j adalah busur yang menghubungkan kedua node tersebut. Persoalan jaringan ini dapat kita bagi menjadi tiga macam persoalan yaitu :

##### - Persoalan Rute Terpendek

Dalam persoalan rute terbentuk, diketahui suatu jaringan dengan informasi jarak, waktu tempuh, atau ongkos transportasi dari suatu node ke node lainnya. Kemudian tugasnya adalah mencari rute yang mempunyai jarak, waktu tempuh, atau ongkos transportasi yang minimum.

##### - Persoalan Rentang Pohon Minimum

Persoalan ini merupakan variasi dari persoalan rute terpendek yang perbedaannya terletak pada lintasan yang dicari. Pada persoalan rentang pohon ini yang dipersoalkan adalah menentukan busur-busur yang menghubungkan node yang ada pada jaringan, sehingga diperoleh panjang busur total yang minimum.

- Persoalan aliran maksimum

Dalam persoalan aliran maksimum akan ditentukan rute perjalanan sedemikian sehingga jumlah total perjalanan yang dapat dilakukan maksimum, tanpa melanggar batas maksimum perjalanan yang dapat dilakukan pada masing-masing jalan.

**e. Teori Permainan**

Teori permainan (*game theory*) adalah bagian dari ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan pembuatan keputusan pada saat dua pihak atau lebih berada dalam kondisi persaingan atau konflik (Dimiyati , 2004) . Pihak-pihak yang bersaing ini diasumsikan bersifat rasional dan cerdas, artinya masing-masing pihak akan melakukan strategi tindakan yang rasional untuk memenangkan persaingan itu, dan masing-masing pihak juga mengetahui strategi pihak lawannya. Selanjutnya pihak-pihak ini disebut sebagai **pemain**.

Model-model teori permainan dapat diklasifikasikan dalam sejumlah cara, bergantung pada faktor-faktor berikut : banyaknya pemain, jumlah keuntungan dan kerugian, serta banyaknya strategi yang dilakukan dalam permainan.

## **BAB III**

### **MODEL PROBABILISTIK**

Konsep model Probabilistik diberikan pada kuliah Model Stokastik, yang terdiri dari pokok bahasan : Programa Dinamis, Rantai Markov, dan Teori Antrian.

#### **a. Programa Dinamis**

Programa dinamis adalah teknik pemecahan matematis dengan cara menguraikan permasalahan-permasalahan kecil yang akan dapat lebih mudah diselesaikan (Hillier & Liberman, 1980). Subproblem-subproblem yang terurai biasa disebut dengan stage dan setiap stage memiliki beberapa kondisi yang disebut *state*.

##### *Knapsack Problem*

Persoalan knapsack adalah persoalan sederhana dari programa dinamis yang berhubungan dengan berapa banyak item/barang yang dapat dimasukkan ke suatu tempat penyimpanan untuk memaksimalkan return/keuntungan yang didapat dari item/barang tersebut. Persoalan knapsack selalu memiliki kapasitas atau capacity yang dapat berarti berat atau ukuran.

##### *Stagecoach Problem*

Persoalan *stagecoach* adalah persoalan rute jaringan dimana pada *stagecoach traveler* ingin menemukan rute terpendek antara dua tempat dengan memberikan beberapa rute alternatif yang ada.

#### **b. Rantai Markov**

Pada model ini akan disajikan suatu penerapan baru programa dinamis terhadap pemecahan suatu proses keputusan stokhastik yang dapat dijelaskan oleh sejumlah state yang terbatas (Hillier & Liberman, 1980). Probabilitas transisi di antara states ini dijelaskan oleh suatu rantai Markov, sedangkan struktur biaya proses ini juga dijelaskan oleh suatu matrik yang elemen- elemennya menyatakan pendapatan atau ongkos yang dihasilkan dari pergerakan

dari satu state ke state yang lain. Tujuan persoalan ini adalah menentukan keputusan optimum yang dapat memaksimumkan ekspektasi pendapatan dari proses yang mempunyai jumlah state terbatas atau tidak terbatas tersebut.

$$P \{ X_{t+i=j} | X_0 = K_0, X_1 = K_1, \dots, X_{t-1}, X_t = i \} = P \{ X_{t+i=j} | X_t = i \} \text{ untuk } t = 0, 1, 2, \dots$$

Rumus di atas dapat diartikan bahwa probabilitas event/state mendatang  $\{ X_{t+1=j} \}$  hanya bergantung pada *event/state* saat ini ( $X_t = i$ ), bukan oleh  $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots$  dan seterusnya.

Probabilitas  $\{ X_{t+1=j} | X_t = i \}$  disebut sebagai probabilitas transisi.

$$\begin{aligned} \text{Bila } \{ X_{t+1=j} | X_t = i \} &= P \{ X_{1=j} | X_{0=i} \} \text{ disebut probabilitas 1 langkah } P_i^{(1)}{}_j \\ &= P \{ X_{2=j} | X_{0=i} \} \text{ disebut probabilitas 2 langkah } P_i^{(2)}{}_j \\ &= P \{ X_{n=j} | X_{0=i} \} \text{ disebut probabilitas n langkah } P_i^{(n)}{}_j \end{aligned}$$

Probabilitas transisi dikatakan *stationer/steady state* bila nilai-nilai probabilitas tersebut tidak berubah di dalam waktu.

### c. Teori Antrian

Suatu antrian adalah suatu garis tunggu dari konsumen (satuan) yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Model layanan secara universal dapat diklasifikasikan berdasarkan format umum sebagai berikut (Taha, 2003):

$$( a/b/c ) : ( d/e/f )$$

a = Distribusi kedatangan

b = Distribusi waktu pelayanan (atau keberangkatan)

c = Jumlah pelayanan paralel (  $c = 1, 2, \dots, \infty$  )

d = Peraturan pelayanan (misalnya : FIFO atau FCFS, LIFO atau LFCS, SIO, dan GD)

e = Jumlah maksimum yang diijinkan dalam sistem (dalam antrian dan dalam pelayanan)

f = Ukuran sumber panggilan atau besarnya populasi masukan

Model ini hanya untuk kasus antrian dengan keadaan *steady-state*, yang berarti karakteristik operasi dan antrian sudah berlangsung lama untuk keadaan stabil. Keadaan yang berlawanan dengan keadaan *steady state*, maka ukuran-ukuran yang menarik perhatian dalam menentukan ukuran dasar kinerja suatu sistem antrian :

- ◆  $L$  = Perkiraan jumlah pelanggan yang berada di dalam sistem
- ◆  $L_q$  = Perkiraan jumlah pelanggan yang berada di dalam antrian
- ◆  $W$  = Perkiraan waktu menunggu seorang pelanggan berada didalam sistem
- ◆  $W_q$  = Perkiraan waktu menunggu seorang pelanggan berada di dalam antrian

## BAB IV

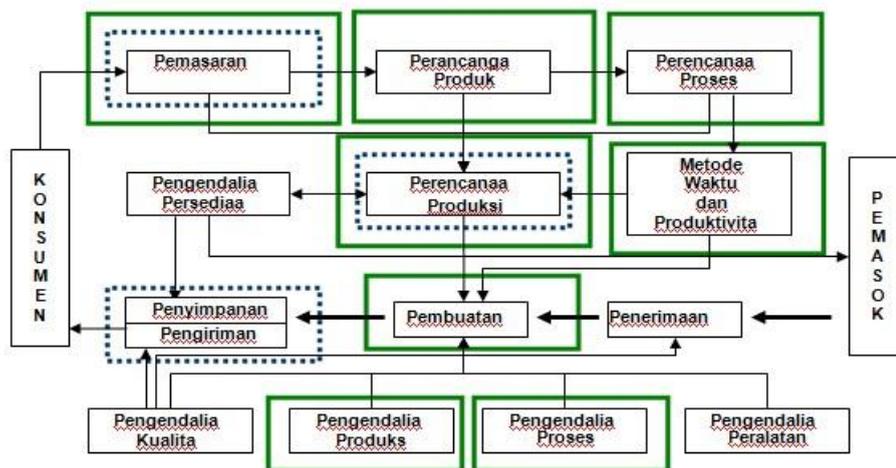
### PERANCANGAN PRAKTIKUM

#### A. Penempatan Modul Dalam *Frame Work* Sistem Manufaktur

Praktikum Optimasi Industri ini dirancang untuk memberikan gambaran dan pembelajaran bagi mahasiswa mengenai penerapan teori-teori mengenai optimasi yang diperoleh pada matakuliah (khususnya mata kuliah Teori Optimasi dan Model Stokastik) untuk menyelesaikan permasalahan dalam suatu sistem manufaktur.

Berdasarkan hal tersebut, maka kegiatan dalam sistem manufaktur yang akan digunakan sebagai materi praktikum teori optimasi adalah : Production Planning , Warehousing, Distribution Planning, Finish Good Inventory dan Marketing Strategic

Secara skematis, kegiatan-kegiatan dalam sistem manufaktur yang akan menjadi bahasan pada praktikum optimasi industri ini dapat di lihat pada gambar berikut.



Keterangan :

- Materi bahasan Praktikum Perancangan Teknik Industri
- Materi bahasan Praktikum Perancangan Teknik Industri

Gambar 4.2. Materi Praktikum

Berdasarkan frame work sistem manufaktur, maka kegiatan dalam sistem manufaktur yang akan digunakan sebagai materi praktikum teori optimasi adalah sebagai berikut :

## **1. Strategi Marketing**

### *a. Penentuan Market Share*

Untuk menentukan strategi permainan maka perusahaan harus mengetahui dulu market share yang dimiliki saat ini. Dengan banyaknya pesaing maka penguasaan pasar akan terdistribusi pada sejumlah pemain yang ada. Dan adakalanya konsumen akan berpindah dari satu merk ke merk yang lain, dengan pola distribusi tertentu. Penting bagi perusahaan untuk mengetahui market share yang dimiliki saat ini dan bagaimana pola perpindahan merk yang terjadi dipasar untuk dapat menentukan strategi apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan market sharenya tersebut.

### *b. Strategi persaingan*

Dengan banyaknya pesaing, maka perusahaan memerlukan strategi pemasaran yang tepat untuk memenangkan persaingan tersebut. Namun tentunya pihak pesaing juga tidak akan tinggal diam dan akan menjalankan suatu strategi untuk memenangkan persaingan. Maka dari itu perusahaan harus menentukan strategi persaingan yang tepat dengan mempertimbangkan strategi lawan juga, sehingga akan diperoleh nilai opportuniti yang terbesar.

### *c. Penentuan jumlah tenaga pemasaran ditiap wilayah pemasaran*

Tenaga marketing jelas sangat berpengaruh terhadap tingkat penjualan yang akan dihasilkan. Jumlah tenaga marketing harus disesuaikan dengan wilayah pemasaran yang menjadi tujuan. Sehingga perlu ditentukan jumlah tenaga marketing yang harus ditugaskan di masing-masing wilayah sehingga mampu menghasilkan peningkatan jumlah penjualan yang signifikan

## **2. Perencanaan Produksi**

### Permasalahan

#### a. Kombinasi Produk

Menentukan kombinasi produk yang akan dibuat untuk memaksimalkan keuntungan, dengan mempertimbangkan berbagai batasan yang ada. Batasan tersebut diantaranya : Batasan kapasitas tenaga kerja, kapasitas mesin, bahan baku, tingkat permintaan, modal ,dan lain lain

#### b. Penugasan Mesin

Dalam kasus terdapat lebih dari 1 produk yang akan diproduksi dan lebih dari 1 mesin yang dapat digunakan untuk memproses tiap operasi dalam pembuatan produk, dimana pengerjaan produk yang berbeda di mesin yang berbeda memerlukan biaya yang berbeda, maka diperlukan keputusan untuk menentukan penugasan dimasing-masing mesin. Tujuan dari penugasan ini adalah untuk meminimasi biaya produksi .

## **3. Distribution Planning**

#### a. Kebijakan Distribusi

Menentukan kebijakan distribusi untuk memenuhi permintaan di setiap wilayah pemasaran. Jika perusahaan memiliki lebih dari satu pabrik/gudang dan lebih dari satu wilayah pemasaran. Maka harus dibahas kebijakan pendistribusian untuk menentukan dari sumber mana kebutuhan dimasing-masing tujuan akan dipenuhi, dengan adanya batasan kapasitas dimasing-masing sumber dan kebutuhan dimasing-masing tujuan.

#### b. Rancangan Jalur distribusi

Untuk mendistribusikan produk dari sumber ke semua tujuan yang ada maka perlu ditentukan rute yang harus ditempuh untuk meminimasi biaya transportasi. Terdapat dua permasalahan yang ada dalam penentuan rute. Pertama jika distribusi harus dilakukan ke semua titik

yang dilewati, maka harus ditentukan urutan titik yang dikunjungi sehingga meminimumkan total jarak tempuh.

Permasalahan kedua adalah menentukan rute terpendek yang harus ditempuh dari titik awal (pabrik/gudang) ke titik tujuan (distributor) jika terdapat lebih dari satu jalur yang dapat dilalui.

c. Sistem saluran distribusi

Agar distribusi dapat lancar, maka pelayanan di setiap agen harus lancar. Salah satu permasalahan yang ada adalah terjadi antrian pelanggan untuk dilayani. Antrian terjadi akibat tidak seimbangnya antara kecepatan pelayanan yang diberikan dengan waktu antar kedatangan pelanggan. Sehingga perlu ditentukan berapa unit layanan yang diperlukan untuk menghindari terjadinya antrian.

## **B. Hubungan Antar Modul Praktikum Optimasi**

Tujuan dari praktikum ini adalah memberikan gambaran yang terintegrasi mengenai suatu sistem manufaktur. Oleh karena itu dalam praktikum ini dirancang adanya keterkaitan antara satu modul dengan modul yang lain sehingga dapat merepresentasikan proses yang terjadi dalam suatu industri.

Untuk itu, praktikum optimasi industri ini akan dibagi menjadi tiga bagian yaitu optimasi pemasaran, optimasi proses produksi dan optimasi distribusi.

Kegiatan praktikum ini dimulai dengan menyelesaikan masalah yang ada di bagian marketing yaitu :

1. Melakukan penelitian pasar untuk mengetahui *market share* yang dimiliki oleh perusahaan saat ini.
2. Menentukan strategi pemasaran untuk memenangkan persaingan
3. Menentukan jumlah sales yang akan ditugaskan dimasing-masing wilayah pemasaran untuk memaksimalkan penjualan.

Dilanjutkan dengan menentukan kebijakan untuk optimasi di proses produksi yang terdiri dari :

1. Menentukan kombinasi produk yang akan diproduksi
2. Menentukan pembagian tugas di tiap-tiap mesin

Bagian terakhir yaitu pada optimasi kebijakan distribusi

1. Menentukan keputusan distribusi. Karena terdapat beberapa sumber/pabrik dan beberapa tujuan (wilayah pemasaran) maka harus ditentukan pemenuhan permintaan di tiap-tiap wilayah akan disupply dari sumber yang mana.
2. Menentukan jalur yang harus ditempuh untuk mengirimkan komoditi dari gudang/pabrik ke wilayah pemasaran.
3. Menentukan saluran distribusi yang baik, sehingga proses distribusi dapat berjalan lancar tidak ada penumpukan pelanggan atau pelanggan yang menunggu terlalu lama untuk dilayani.

Modul - modul yang mendukung tiap bagian adalah sebagai berikut :

Bagian 1 : Optimasi Pemasaran

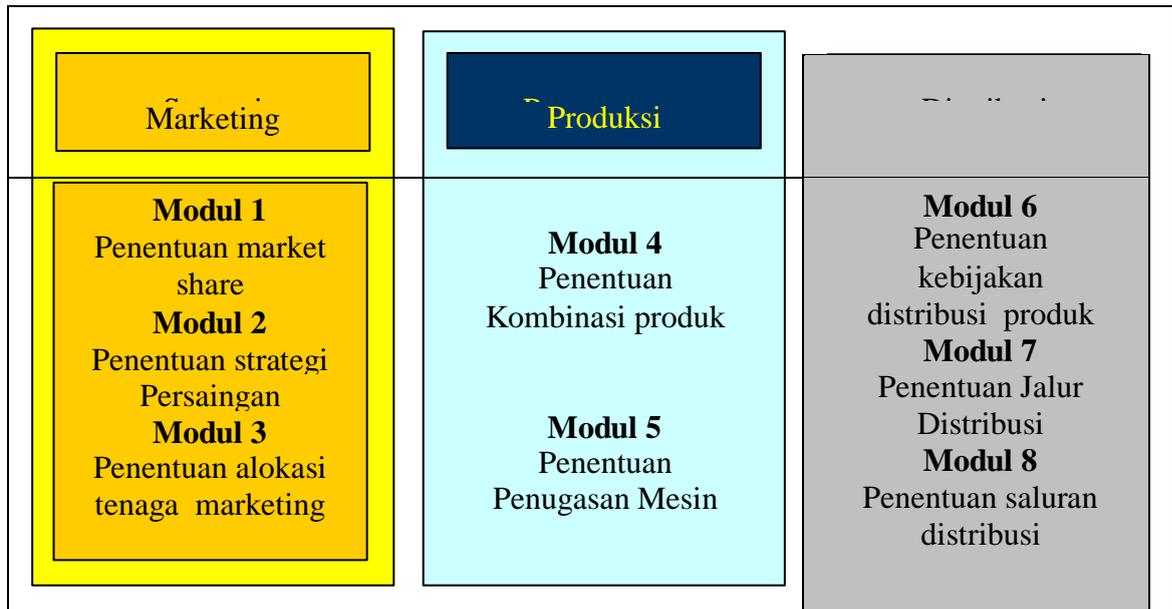
- Modul 1 : Market Share Modul
- 2 : Strategi Persaingan Modul 3
- : Penugasan Salesman

Bagian 2 : Optimasi Perencanaan Produksi

- Modul 4 : Kombinasi Produk
- Modul 5 : Penugasan Mesin

Bagian 3 : Optimasi Distribusi

- Modul 6 : Distribusi Produk
- Modul 7 : Rute Distribusi
- Modul 8 : Saluran distribusi



Gambar 4.3. Distribusi Modul-Modul Praktikum

## **BAB V**

### **KONSEP PELAKSANAAN PRAKTIKUM**

#### **Modul 1 : Perhitungan market share**

Tindakan yang akan dilakukan perusahaan sangat tergantung pada posisi perusahaan saat ini. Salah satu indikator yang dapat dijadikan sebagai acuan tindakan adalah market share yang ada saat ini. Baik market yang dimiliki perusahaan maupun market yang dikuasai oleh pesaing.

Input :

- Jumlah konsumen tiap-tiap perusahaan di awal periode
- Perpindahan konsumen dari satu perusahaan ke perusahaan yang lain
- Jumlah konsumen tiap perusahaan di akhir periode

Proses :

- Menentukan matrik probabilitas transisi perpindahan konsumen
- Menghitung market share semua perusahaan pada saat steady state dengan teori **Rantai Markov**

Output :

- Marketshare masing-masing perusahaan pada kondisi steady state

#### **Modul 2 : Penentuan strategi**

Setelah mengetahui market share yang dimiliki perusahaan saat ini dan bagaimana posisi pesaing, maka harus ditentukan strategi yang terbaik bagi suatu perusahaan untuk memenangkan persaingan.

Input :

- Pesaing utama , yaitu perusahaan dengan market share terbesar
- Strategi yang ada dan akan digunakan oleh perusahaan pesaing
- Strategi yang dapat dilakukan oleh perusahaan kita
- Dana yang tersedia

Proses :

- Menyusun matrik permainan
- Mencari strategi dominan untuk masing-masing pemain

- Menentukan strategi terbaik untuk tiap pemain.dengan **teori permainan**

Output :

- Strategi pemasaran yang akan digunakan oleh ke dua perusahaan
- Proporsi alokasi dana

### **Modul 3 : Penugasan Sales**

Salah satu hal yang paling berpengaruh terhadap jumlah penjualan adalah sales penjualan. Jumlah sales yang diterjunkan akan memberikan hasil penambahan jumlah penjualan yang bervariasi di wilayah pemasaran yang berbeda. Jika jumlah sales yang ada terbatas, maka harus ditentukan berapa jumlah sales yang akan dialokasikan kemasing-masing wilayah agar jumlah peningkatan penjaualan dapat maksimal.

Input :

- Jumlah sales yang tersedia
- Peningkatan penjualan yang dihasilkan dari tiap penambahan sales di tiap wilayah pemasaran

Proses :

- Melakukan perhitungan rekursif dengan **programa dinamis** untuk menentukan jumlah sales yang akan ditugaskan di masing-masing wilayah pemasaran.

Ouput

- Jumlah sales yang ditugaskan dimasing-masing wilayah pemasaran untuk sehingga diperoleh meningkatkan penjualan yang maksimal

### **Modul 4. Kombinasi produk**

Satu perusahaan seringkali memilikilebih dari 1 jenis/type produk. Dimana masing-masing produk dibuat dengan komposisi bahan yang berbeda beda, waktu pengerjaan yang berbeda dan tentunya memberikan kontribusi keuntungan yang berbeda-beda. Tentunya untuk memperoleh keuntungan yang optimal perusahaan akan lebih banyak memproduksi jenis produk yang

memberikan keuntungan terbesar. Namun perlu diingat bahwa terdapat batasan-batasan yang tidak bisa dilanggar, seperti tingkat permintaan, ketersediaan bahan baku, tenaga kerja, waktu dan sebagainya. Sehingga perlu ditentukan kombinasi jenis dan jumlah produk yang akan dibuat untuk memaksimalkan keuntungan dengan tetap memenuhi batasan-batasan yang ada.

Input :

- Keuntungan yang diperoleh dari tiap produk
- Kebutuhan bahan baku tiap produk
- Kebutuhan proses pengerjaan tiap produk
- Kapasitas bahan baku yang dimiliki
- Kapasitas tenaga kerja/mesin yang tersedia
- Batasan jumlah minimal permintaan masing-masing produk

Proses :

- Menyusun formulasi permasalahan dan menyelesaikan dengan metode **linier programming**.

Output :

- jumlah masing-masing produk yang harus diproduksi untuk memaksimalkan keuntungan

### **Modul 5 : Penugasan mesin**

Untuk mengerjakan produk-produk yang telah ditentukan dari hasil penyelesaian modul 4 diatas maka perusahaan harus menentukan mesin mana yang akan digunakan untuk mengerjakan masing-masing produk tersebut. Jika biaya pengerjaan produk yang berbeda pada suatu mesin, maka harus ditentukan mesin mana yang akan ditugaskan untuk mengerjakan masing-masing produk sehingga diperoleh total biaya yang minimal.

Input :

- Mesin-mesin yang diperlukan untuk mengerjakan masing-masing produk
- Jumlah mesin yang tersedia
- Biaya proses masing-masing produk di masing-masing mesin

Proses :

- Membuat Matrik skema penugasan mesin
- Menentukan jadwal penugasan mesin dengan metode **linier programming**

Output

Penentuan mesin yang akan ditugaskan untuk mengerjakan tiap-tiap produk untuk meminimalkan biaya produksi.

### **Modul 6 : Distribusi Produk**

Perusahaan tentunya harus memenuhi permintaan dari semua wilayah pemasarannya, jika perusahaan memiliki beberapa gudang, maka perusahaan harus menentukan dari mana permintaan dimasing-masing wilayah akan dipenuhi sehingga mampu meminimasi biaya distribusi.

Input :

- Jumlah gudang penyangga yang dimiliki perusahaan & kapasitasnya
- Jumlah wilayah pemasaran dan tingkat permintaan tiap wilayah
- Biaya pengiriman dari tiap-tiap gudang ke tiap-tiap wilayah pasar

Proses

- Membuat matrik transportasi
- Menentukan kebijakan transportasi yang optimal dengan metode **linier programming.**

Output

- Kebijakan pendistribusian dari tiap-tiap sumber/gudang untuk memenuhi kebutuhan semua wilayah pemasaran

### **Modul 7 : Rute Distribusi**

Salah satu biaya terbesar dalam distribusi produk adalah biaya transportasi. Perusahaan harus menentukan strategi untuk meminimasi biaya transportasi tersebut. Jika rute untuk melakukan pengiriman dari sumber menuju wilayah pemasaran melalui beberapa titik (node) ,maka harus ditentukan titik-titik jalur perjalanan hingga diperoleh jarak rute yang terpendek.

Selain itu permasalahan juga muncul saat perusahaan harus mengunjungi semua agen yang ada di suatu wilayah pemasaran. Untuk meminimasi jarak tempuh, maka harus ditentukan urutan untuk mengunjungi semua agen .

Input

- Rute dari tiap gudang ke tiap pasar
- Jarak dari satu titik ke titik yang lain dalam satu rute

Proses

- Menentukan rute terpendek dengan metode **Analisa Jaringan**

Out put

- Rute terpendek untuk mengirimkan barang dari pabrik ke wilayah pasar

## **Modul 8. Saluran Distribusi**

Agen merupakan ujung tombak perusahaan, karena berhubungan langsung dengan end customer. Tingkat pelayanan yang diberikan agen kepada end customer merupakan salah satu keunggulan yang harus diperhatikan oleh perusahaan. Untuk menjamin konsumen terlayani dengan baik, maka tingkat pelayanan di agen harus sebanding dengan tingkat kedatangan konsumen sehingga tidak terjadi antrian pelanggan untuk mendapatkan pelayanan. Untuk itu perlu ditentukan saluran pelayanan yang sesuai sehingga utilitas sistem bisa optimal.

Input

- Jumlah kasir yang ada di distribution center tersebut
- Mekanisme pelayanan yang dilakukan
- Kecepatan pelayanan di tiap-tiap kasir di distribution center
- Waktu antar kedatangan pelanggan

Proses

- Menghitung utilitas sistem saat ini dengan teori antrian
- Memperbaiki utilitas sistem dengan **teori antrian**.

Out put

- Rute terpendek untuk mengirimkan barang dari semua agen yang adadi wilayah pemasaran tersebut.

## **Konsep pelaksanaan Praktikum**

Secara rinci materi masing-masing tugas dimasing-masing modul adalah sebagai berikut :

### **Modul 1 : Penentuan Market Share**

#### Tugas Pendahuluan :

- Menghitung probabilitas perpindahan pelanggan dari satu perusahaan ke perusahaan yang lain.
- Menyusun matrik probabilitas transisi berdasarkan data perpindahan merek yang ada dalam studi kasus.

#### Pre Test :

- Menguji pemahaman mahasiswa terhadap teori markov yang terdiri dari : pengertian rantai markov, steady state, matrik probabilitas transisi, dan lain-lain.
- Menjelaskan hasil dari tugas pendahuluan yang telah dikerjakan

#### Praktikum :

- Menggunakan teori markov unntuk menghitung market share masing-masing perusahaan sehingga dapat mengetahui posisi perusahaan dibanding pesaing. Digunakan program QSBWin sebagai alat bantu.

#### Analisa dan Pembahasan:

Praktikan harus mengamnsliisa beberapa hal diantaranya :

- Probabilitas permindahan pelanggan dari dan ke produk milik perusahaan
- Market share yang dimiliki masing-masing perusahaan pada kondisi steady state
- Menentukan ;perusahaan yang menjadi pesaing utama saat ini.

## **Modul 2 : Strategi Persaingan**

### Tugas Pendahuluan

- Mendefinisikan permasalahan yang ada, yang akan dipecahkan.
- Menyusun kondisi persaingan yang terjadi antara perusahaan kita dengan perusahaan yang menjadi pesaing utama saat ini ,menjadi satu bentuk matrik permainan.
- Menyelesaian kasus permainan tersebut secara manual

### Pretest

- Pemahaman mengenai konsep teori permainan yang terdiri dari : konsep , nilai *saddle point*, jenis-jenis strategi permaianan, nilai permainan, dan lain-lain.
- Paparan mengenai tugas pendahuluan yang telah disusun.

### Praktikum

- Menggunakan modul *game theory* dalam *software* QSBWin untuk mencari strategi optimum bagi masing masing perusahaan.

### Analisis dan Pembahasan:

#### Analisa yang dilakukan meliputi :

- Jumlah strategi masing-masing pesaing
- Nilai permaianan dengan masing-masing srategi
- Strategi optimal bagi masing-masing perusahaan
- Nilai permainan bagi masing-masing pemain berdasarkan strategi terpilih
- Proporsi alokasi sumber daya untuk masing-masing strategi
- Verifikasi hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan software

## **Modul 3 : Penugasan Sales**

### Tugas Pendahuluan

- Mendeifnisikan permasalahan yang ada meliputi tujuan dan batasan permasalahannya.

- Menyusun tabel yang menunjukkan peningkatan jumlah penjualan yang disebabkan oleh penambahan jumlah sales di masing-masing wilayah
- Menyusun tabel penyelesaian masalah di tiap stage
- Melakukan perhitungan manual dengan programa dinamis untuk menentukan alokasi jumlah sales di masing-masing wilayah untuk memaksimalkan jumlah penjualan.

#### Pre Test

- Menguji pemahaman mahasiswa mengenai programa dinamis, meliputi : jenis-jenis permasalahan dalam programa dinamis, *stagecoach*, *knapsack*, pengerjaan rekursif, dan lain-lain.
- Paparan hasil pengerjaan tugas pendahuluan

#### Praktikum

- Menyelesaikan kasus penugasan sales dengan modul dynamic programming dalam software QSBWin

#### Analisis

- Jumlah sales yang dialokasikan dimasing-masing wilayah
- Jumlah penambahan penjualan dimasing-masing wilayah
- Total jumlah peningkatan penjualan yang dihasilkan dari penambahan sales yang telah ditugaskan.

### **Modul 4. Komposisi Produk**

#### Tugas Pendahuluan :

- Mendefinisikan permasalahan yang ada, menentukan tujuan dan batasan
- Menyusun formulasi matematis dari permasalahan yang ada menjadi suatu bentuk programa linier yang terdiri dari fungsi tujuan dan fungsi batasan.
- Membuat formulasi bentuk dual dari permasalahan tersebut

#### Pre Test

- Menguji pemahaman praktikan mengenai program linier yang meliputi : konsep program linier, fungsi tujuan, fungsi batasan, konsep dualitas dan metode-metode penyelesaiannya.
- Paparan mengenai tugas pendahuluan yang telah dikerjakan

#### Praktikum

- Menyelesaikan kasus penentuan kombinasi produk dengan modul linear programming yang terdapat pada *software* QSBWin
- Melakukan analisa sensitivitas dari hasil *output* QSBWin

#### Analisa

- Jenis dan jumlah masing-masing jenis produk yang harus diproduksi agar mampu memaksimalkan keuntungan.
- Jumlah total keuntungan yang diperoleh dengan kombinasi produk tersebut
- Sensitivitas keputusan terhadap perubahan nilai-nilai parameter yang ada.

### **Modul 5 . Penugasan mesin**

#### Tugas pendahuluan

- Mendefinisikan permasalahan yang ada terdiri dari tujuan dan batasan
- Menyusun matrik penugasan mesin berdasarkan informasi yang ada.
- Membuat formulasi kasus penugasan tersebut dalam bentuk formulasi program linier

#### Pre Test

- Pemahaman mahasiswa mengenai materi penugasan
- Paparan hasil pengerjaan tugas pendahuluan

### Praktikum

- Menyelesaikan masalah penugasan mesin dengan menggunakan bantuan modul assignment pada software QSBWin
- Menyelesaikan masalah penugasan mesin dengan modul linier programming pada software QSBWin

### Analisa

- Adakah perbedaan hasil pengerjaan dengan modul assignment dan dengan modul linier programming
- Bagaimana kebijakan penugasan mesin yang optimal
- Berapa total biaya penugasan mesin tersebut

## **Modul 6 : Transportasi**

### Tugas Pendahuluan

- Mendefinisikan permasalahan yang ada meliputi tujuan dan pembatasan masalah.
- Menyusun permasalahan dalam satu bentuk formulasi program linier
- Menyusun permasalahan dalam bentuk matrik
- Mencari solusi masalah dari bentuk matrik dengan metode heuristik

### Pre Test

- Menguji pemahaman mahasiswa terhadap materi transportasi, konsep, metode penyelesaian, dan lain-lain.
- Paparan hasil pengerjaan tugas pedahuluan

### Praktikum:

- Menyelesaikan masalah transportasi dengan menggunakan bantuan modul transportation pada software QSBWin
- Menyelesaikan masalah transportasi dengan modul linier programming pada software QSBWin

#### Analisa

- Adakah perbedaan hasil pengerjaan dengan modul *assignment* dan dengan modul linier programming
- Bagaimana kebijakan penugasan mesin yang optimal
- Berapa total biaya penugasan mesin tersebut

#### **Modul 7 : Rute terpendek**

##### Tugas pendahuluan :

- Menggambarkan jalur yang ada dari tiap-tiap sumber keseluruhan pasar yang akan dituju, berdasarkan output modul transportasi
- Menggambarkan jalur menuju semua agen yang ada pada masing-masing pasar.
- Menentukan rute terpendek yang harus ditempuh dari tiap sumber untuk menuju ke masing-masing wilayah pemasaran .
- Menentukan rute terpendek yang harus ditempuh untuk mengunjungi semua agen yang ada di setiap wilayah pemasaran (pilih salah satu)

##### Pre Test

- Pemahaman mahasiswa terhadap materi analisa jaringan meliputi : konsep, rute terpendek, *spinning tree*, dan *maximum flow*
- Paparan hasil pengerjaan tugas pendahuluan.

##### Praktikum

- Menyelesaikan kasus pemilihan rute terpendek dan *spinning tree* dengan bantuan program QSBwin.

##### Analisa

- Rute terpendek dari masing-masing sumber ke masing-masing wilayah pemasaran
- Rute terpendek untuk mengunjungi seluruh agen yang terdapat pada masing- masing wilayah pemasaran
- Total jarak masing-masing rute

## **Modul 8 : Saluran Pelayanan**

### Tugas Pendahuluan

- Mendefinisikan jenis sistem antrian yang terjadi pada pelayanan distribusi di masing-masing agen ( jumlah server dan jumlah saluran)
- Menentukan waktu antar kedatangan konsumen
- Menentukan rata-rata waktu pelayanan masing-masing server
- Menghitung utilitas sistem

### Pre Test

- Pemahaman terhadap materi antrian, sistem antrian, parameter antrian, dan lain-lain.
- Paparan hasil tugas pendahuluan

### Praktikum

- Menghitung parameter-parameter sistem antrian yang ada saat ini dengan modul queueing system pada software QSBwin
- Mencoba memperbaiki utilitas system dengan mengubah-ubah variabel (jumlah server dan waktu pelayanana)

### Analisa

- Tingkat utilitas system saat ini (lama waktu menunggu dalam sistem, lama waktu menunggu dalam antrian, jumlah pelanggan dalam system, jumlah pelanggan dalam antrian)
- Model sistem antrian yang optimal dan mampu meminimasi biaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chang ,T.C, Wysk,R.A., Wang,H.P. (1991), *Computer Aided Manufacturing*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Dimiyati T.T., Dimiyati A.,(2004) *Operations Research : Model-Model Pengambilan Keputusan*, Sinar Baru Algensindo, Bandung.
- Groover,M.P, (1980), *Automation, Production systems, and Computer-Aided Manufacturing*, Prentice Hall,Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Hillier F.S. , Liberman G.J., (1980), *Introduction to Operation Reseach 3<sup>rd</sup> ed.* Holden-Day, California.
- Subagyo P., Asri M., Handoko, T.H., (2000), *Dasar-Dasar Operation Research*, BPFE, Yogyakarta
- Suprayogi, Ma'ruf A., (2005), *Mata Kuliah Perancangan Teknik Industri di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung*, Lokakarya Praktikum Dalam Pendidikan Teknik Industri, Departemen Teknik Industri ITB.
- Taha H.A, (2003), *Operation Research An Introduction 7<sup>th</sup> ed.* Prentice Hall, New York.