BAHAN AJAR

ANALISIS KUANTITATIF BISNIS

STEI 2021

Disusun oleh:
Drs. JUSUF HARIYANTO, M.Sc.

YAYASAN PENDIDIKAN FATAHILAH JAKARTA (YPFJ)
SEKOLAH TINGGI ILMU EKONOMI INDONESIA (STEI)

KATA PENGANTAR

Buku ajar ini sengaja disusun agar mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia (STEI) tidak mengalami kesulitan dalam belajar untuk memahami materi mata kuliah yang berkaitan dengan analisis kuantitatif seperti Matematika, Manajemen Operasional, Statistika. Mata kuliah tersebut merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa program S1 Manajemen dan S1 Akuntansi sebelum dinyatakan lulus dari STEI. Tujuan lain dari disusunnya diktat ini adalah membantu mahasiswa agar lebih terarah dalam belajar berkenaan dengan banyaknya materi yang harus dikuasai dalam satu semester.

Besar harapan penulis agar buku ajar ini dapat dipahami dengan baik oleh mahasiswa sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai oleh penulis. Buku ini masih jauh dari sempurna namun penulis akan sangat senang menerima masukan berkaiatan dengan materi yang telah dipaparkan.

Demikian kata pengantar yang dapat penulis sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Jakarta, Oktober 2021

DAFTAR ISI

BAB I
PROGRAMASI LINIER (LINEAR PROGAMMING)

Progamasi linier (*Linear Programming – LP*) merupakan pengembangan lanjut konsep-konsep aljabar linier. LP dipelajari secara spesifik dan detail dalam Matakuliah "Matematika Bisnis" dan "Manajemen Operasi". LP adalah model matematik untuk optimasi dan penentuan variabel persamaan-persamaan linier. Fungsi yang hendak dicari nilai optimumnya disebut ***fungsi tujuan*** **(*objective function*)**. Fungsi-fungsi linier yang harus terpenuhi dalam rangka optimasi fungsi tujuan tersebut disebut ***fungsi-fungsi kendala*** **(*constraint functions*)**. Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan optimasi fungsi linier adalah sbb:

1. Masalah tersebut harus dapat dibuat model matematiknya, baik berbentuk persamaan maupun pertidaksamaan
2. Sistem permasalahan harus dapat dibentuk menjadi satuan-satuan aktifitas/variabel
3. Variabel-variabel tersebut harus dapat ditentukan jenis maupun letaknya dalam model matematik yang dibangun
4. Setiap variabel harus dapat dikuantifikasikan

A. PERUMUSAN MODEL LP

Perumusan model LP dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Menentukan aktifitas
2. Menentukan sumber-sumber (*input*)
3. Menghitung jumlah *input* dan *output* untuk setiap variabel/aktifitas
4. Menentukan kendala-kendala variable/aktifitas
5. Merumuskan model

Contoh:

Untuk menghasilkan dua jenis barang, misalnya A dan B, sebuah perusahaan memerlukan tiga jenis bahan mentah, yaitu R, S dan T. Setiap unit barang A memerlukan masing-masing 10, 10 dan 10 unit bahan mentah R, S dan T. Sedangkan untuk menghasilkan setiap unit barang B memerlukan masing-masing 5, 20 dan 10 unit bahan mentah R, S dan T. Harga jual produk A dan B masing-masing adalah Rp. 200.000,- dan Rp. 250.000,- per-unit. Jumlah persediaan bahan mentah R, S dan T yang dimiliki perusahaan ini masing-masing 1.000, 2.000 dan 1.200 unit.

Berapa unit barang A dan B yang harus dihasilkan agar penerimaan perusahaan tersebut maksimum, dengan mempertimbangkan bahwa penggunaan bahan mentah R dan S tidak melebihi jumlah persedian maksimum masing-masing?

Tabel Permasalahan

		Output		Kendala Input
		A	**B**	
Input	*R*	10	5	1.000
	S	10	20	2.000
	T	10	10	1.200
Kendala Output		Rp.200.000,-	Rp. 250.000,-	

Misalkan *z* melambangkan penerimaan perusahaan tersebut ketika jumlah barang A dan B mencapai besaran optimum-nya, misalnya *a* dan *b*.

Fungsi tujuan (*objective function*): $z = 200000a + 250000b$

Fungsi-fungsi kendala (*constraint functions*):
1. Untuk bahan mentah R: $10a + 5b \le 1000$
2. Untuk bahan mentah S: $10a + 20b \le 2000$
3. Untuk bahan mentah T: $10a + 10b \le 1200$

B. BENTUK UMUM MASALAH MAKSIMASI

Dapat dijumpai, misalnya, dalam kasus penentuan bauran jumlah produk (*product mix*) guna mendapatkan keuntungan/laba maksimum. Dalam hal ini akan dimaksimumkan fungsi tujuan: $z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n$ terhadap kendala-kendala:

$$\begin{array}{ccccccccc} a_{11}x_1 & + & a_{12}x_2 & + & \cdots & + & a_{1n}x_n & \le & b_1 \\ a_{21}x_1 & + & a_{22}x_2 & + & \cdots & + & a_{2n}x_n & \le & b_2 \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ a_{m1}x_1 & + & a_{m2}x_2 & + & \cdots & + & a_{mn}x_n & \le & b_m \end{array}$$

dimana: $x_j \ge 0$ dengan $j = 1, 2, \cdots, n$

Ringkasnya, maksimumkan $z = \sum_{j=1}^{n} c_1x_1$ terhadap $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \le b_i$ dan $x_j \ge 0$ dimana $i = 1, 2, \cdots, m$

C. BENTUK UMUM MASALAH MINIMASI

Dapat dijumpai, misalnya, dalam kasus upaya menekan biaya produksi. Dalam hal ini akan diminimumkan fungsi tujuan: $z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n$ terhadap kendala-kendala:

$$\begin{array}{ccccccccc} a_{11}x_1 & + & a_{12}x_2 & + & \cdots & + & a_{1n}x_n & \ge & b_1 \\ a_{21}x_1 & + & a_{22}x_2 & + & \cdots & + & a_{2n}x_n & \ge & b_2 \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ a_{m1}x_1 & + & a_{m2}x_2 & + & \cdots & + & a_{mn}x_n & \ge & b_m \end{array}$$

dimana: $x_j \ge 0$ dengan $j = 1, 2, \cdots, n$

Ringkasnya, maksimumkan $z = \sum_{j=1}^{n} c_1x_1$ terhadap $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \ge b_i$ dan $x_j \ge 0$ dimana $i = 1, 2, \cdots, m$

D. VARIABEL SENJANG DAN VARIABEL SURPLUS

Penyelesaian masalah LP memerlukan variabel senjang (*slack variables*) atau variabel surplus (*surplus variables*) untuk mengubah kendala-kendala yang berbentuk pertidaksamaan menjadi persamaan. Hal tersebut dilakukan dengan memasukkan unsure variabel semu (*s*) pada ruas kiri fungsi kendala. Untuk fungsi kendala yang bertanda ≤ (lebih kecil atau sama dengan) dilakukan **penambahan** variabel senjang. Sedangkan untuk fungsi kendala bertanda ≥ (lebih besar atau sama dengan) dilakukan **pengurangan** variabel surplus.

Contoh 2:

$10a + 5b \le 1000$ menjadi $10a + 5b + s = 1000$

$10a + 5b \ge 1000$ menjadi $10a + 5b - s = 1000$

Dengan menempatkan variabel senjang atau surplus, secara umum fungsi-fungsi kendala dapat ditulis dalam bentuk standar sebagai berikut:

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
a_{11}x_1 & + & a_{12}x_2 & + & \cdots & + & a_{1n}x_n & \pm & s_1 & = & b_1 \\
a_{21}x_1 & + & a_{22}x_2 & + & \cdots & + & a_{2n}x_n & \pm & s_2 & = & b_2 \\
\vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & = & \vdots \\
\vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & = & \vdots \\
a_{m1}x_1 & + & a_{m2}x_2 & + & \cdots & + & a_{mn}x_n & \pm & s_m & = & b_m
\end{array}$$

dimana: $x_j \ge 0$ dengan. $j = 1, 2, \cdots, n$.

Ringkasnya, $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \pm s_i = b_i$ dimana $i = 1, 2, \cdots, m$.

E. PENYELESAIAN MASALAH LP DENGAN METODE GRAFIS

Penyelesaian masalah LP dapat dilakukan dengan metode grafis/geometris, metode aljabar, atau metode SIMPLEX. Penyelesaian dengan metode grafis/geometris dilakukan dengan jalan menggambarkan fungsi-fungsi kendala maupun fungsi tujuan pada system koordinat sumbu-silang. Sumbu horizontal dan vertical masing-masing menunjukkan setiap keluaran (output).

Langkah-langkah penyelesaian:

1. Gambarkan fungsi-fungsi kendalanya
2. Tentukan *feasible area*
3. Gambarkan fungsi tujuan dengan menetapkan sembarang nilai ***z***
4. Lakukan pergeseran-pergeseran kurva fungsi tujuan dengan mengubah-ubah nilai ***z***
5. Titik penyelesaian optimal adalah titik sudut terjauh dari feasible area yang dapat dicapai oleh kurva fungsi tujuan

Beberapa catatan yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode grafis:

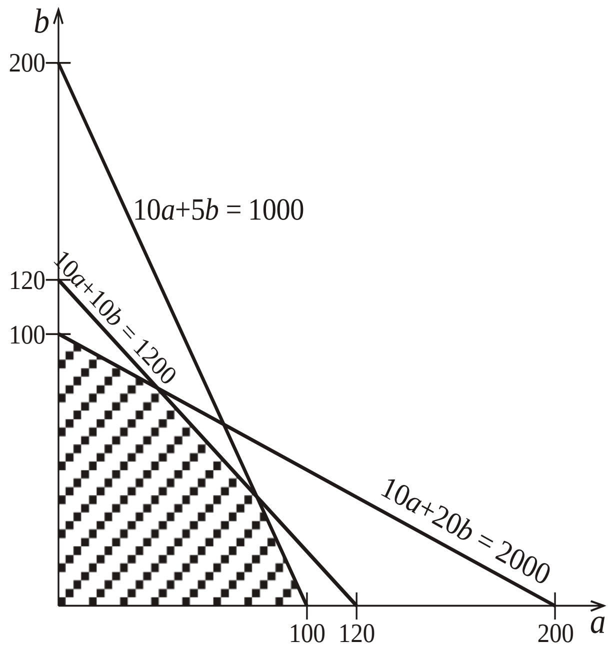
1. Hanya cocok untuk permasalahan optimasi dengan dua variabel
2. Penyelesaian dapat langsung dilakukan dengan menguji nilai optimum titik-titik sudut yang berada di *feasible area*.
3. Apabila kemiringan lereng (slope) fungsi tujuan sama dengan salah satu fungsi kendala yang membentuk feasible area, maka akan terdapat lebih dari satu titik optimum
4. Kendala yang melalui titik penyelesaian optimal disebut kendala mengikat (*binding constraints*), sedangkan yang tidak melalui titik optimum disebut kendala tidak mengikat (*non-binding constraint*)

Contoh kasus Maksimasi:

Selesaikan soal pada Contoh diatas dengan menggunakan metode grafis.

***Langkah 1*:** Gambarkan fungsi-fungsi kendala

1) Untuk bahan mentah R: $10a + 5b \le 1000$
2) Untuk bahan mentah S: $10a + 20b \le 2000$
3) Untuk bahan mentah T: $10a + 10b \le 1200$

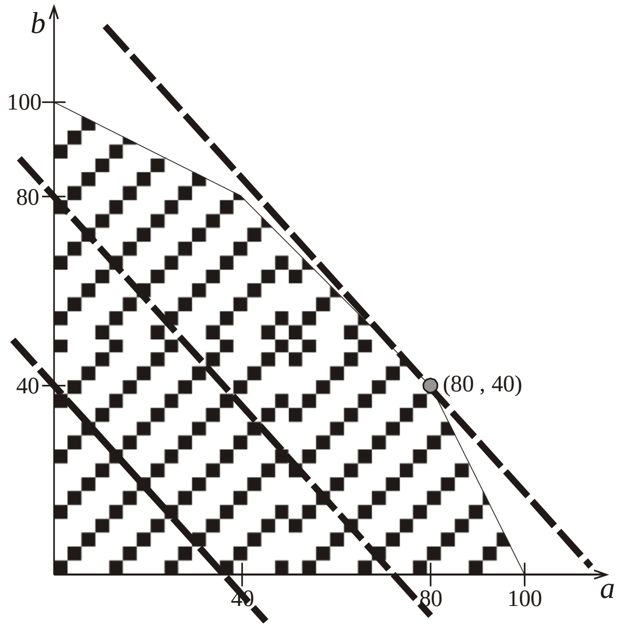


Langkah 2*: Menentukan *Feasible Area
Area penyelesaian yang laik (*feasible area*) meru-pakan bidang yang diberi arsiran. Selain itu merupakan area tak-laik (*unfeasible area*)

***Langkah 3*: Gambarkan fungsi tujuan**
Tetapkan sembarang nilai ***z***, misalkan untuk ***z*** = Rp. 8.000.000,-, maka:

- Ketika ***b*** = 0, ***a*** = 40 item barang
- Ketika ***a*** = 0, ***b*** = 36 item barang

Langkah 4*:** Lakukan pergeseran-pergeseran kurva fungsi tujuan dengan mengubah nilai ***z. Misalkan untuk ***z*** = Rp. 16.000.000,-, maka:



- Ketika ***a*** = 0, ***b*** = 72 item barang
- Ketika ***b*** = 0, ***a*** = 80 item barang

***Langkah 5*:** Tentukan titik sudut terjauh dari feasible area yang dapat dicapai oleh kurva fungsi tujuan.

Didapat koordinat (80 , 40) atau *a* = 80 dan *b* = 40.

Pengecekan terhadap kendala:

1. Untuk bahan mentah R:
   $10(80)+5(40)=1000 \le 1000 \rightarrow$ terpenuhi
2. Untuk bahan mentah S:
   $10(80)+20(40)=1600 \le 2000 \rightarrow$ terpenuhi
3. Untuk bahan mentah T:
   $10(80)+10(40)=1200 \le 1200 \rightarrow$ terpenuhi

Titik penyelesaian optimal terjadi ketika masing-masing barang A dan B berjumlah 80 dan 40 item barang.

Contoh kasus Minimasi :

Seorang ahli perkebunan ingin mencampur pupuk yang akan memberikan minimum 15 unit kalium karbonat, 20 unit nitrat, dan 24 unit fospat. Pupuk merk 1 akan memberikan 3 unit kalium karbonat, 1 unit nitrat, dan 3 unit fospat; harganya Rp. 120,-Sedangkan pupuk merk 2 dapat memberikan 1 unit kalium karbonat, 5 unit nitrat, dan 2 unit fospat; harganya Rp. 60,-.

Gunakan metode grafis ntuk menentukan kombinasi pupuk yang paling murah yang dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

Jawab:

Perumusan Model LP

Tabel Permasalahan

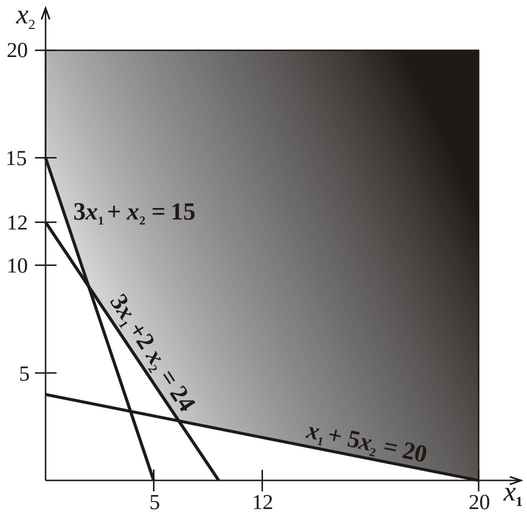
		Output		Kendala Input
		x_1	x_2	
Input	Kalium karb (***a***)	3	1	15
	Nitrat (***b***)	1	5	20
	Fospat (***c***)	3	2	24
Kendala Output (***z***)		Rp. 120,-	Rp. 60,-	

Misalkan ***z*** melambangkan kombinasi pupuk X_1 dan X_1 yang optimum-nya.

Fungsi tujuan (*objective function*): $z = 120x_1 + 60x_2$

Fungsi-fungsi kendala (*constraint functions*):

1. Untuk kalium karbonat (***a***): $3x_1 + x_2 \geq 15$
2. Untuk Nitrat (***b***): $x_1 + 5x_2 \geq 20$
3. Untuk Fospat (***c***): $3x_1 + 2x_2 \geq 24$
4. Untuk kedua pupuk: $x_1 \geq 0$ dan $x_2 \geq 0$



Langkah 1: Gambarkan fungsi-fungsi kendala

1. Untuk kalium karbonat (***a***): $3x_1 + x_2 \geq 15$
2. Untuk Nitrat (***b***): $x_1 + 5x_2 \geq 20$
3. Untuk Fospat (***c***): $3x_1 + 2x_2 \geq 24$

Langkah 2: Menentukan *Feasible Area*

Area penyelesaian yang laik (*feasible area*) merupakan bidang yang diberi arsiran. Selain itu merupakan area tak-laik (*unfeasible area*)

Langkah 3: Gambarkan fungsi tujuan

Tetapkan sembarang nilai ***z***, misalkan untuk ***z*** = Rp. 300,-, maka:

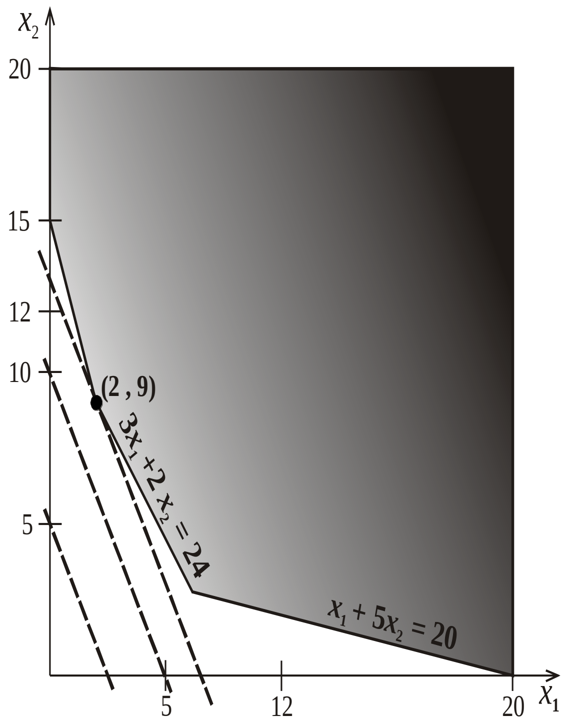
- Ketika $x_1 = 0$, $x_2 = 5$ item pupuk
- Ketika $x_2 = 0$, $x_1 = 2{,}5$ item pupuk

Langkah 4: Lakukan pergeseran-pergeseran kurva fungsi tujuan dengan mengubah nilai ***z***. Misalkan untuk ***z*** = Rp. 600,-, maka:

- Ketika $x_1 = 0$, $x_2 = 10$ item pupuk
- Ketika $x_2 = 0$, $x_1 = 5$ item pupuk

→ Lihat Gambar di sebelah kanan

Langkah 5: Tentukan titik sudut terdekat dari feasible area yang dapat dicapai oleh kurva fungsi tujuan.
→ Lihat Gambar di sebelah kanan



Didapat koordinat (2 , 9) atau $x_1 = 2$ dan $x_2 = 9$.
Pengecekan terhadap kendala:

1. Untuk bahan kalium karbonat: $3(2)+1(9)=15 \geq 15$ → terpenuhi
2. Untuk bahan nitrat: $1(2)+5(9)=47 \geq 20$ → terpenuhi
3. Untuk bahan fospat: $3(2)+2(9)=24 \geq 24$ → terpenuhi

Titik penyelesaian optimal terjadi ketika masing-masing pupuk x_1 dan x_2 berjumlah 2 dan 9 item.

F. METODE (ALGORITMA) SIMPLEX

(Simplex = Simple Linear Example)

Metode Simplex merupakan metode iterative guna memecahkan masalah programasi linier yang melibatkan minimal dua variable keputusan.

Formulasi model

Sebelum tahap penyelesaian awal dilakukan, fungsi-fungsi batasan yang berbentu pertidaksamaan harus diubah menjadi persamaan dengan menambahkan variable senjang (slack variable) pada batasan yang bertanda ≤ atau mengurangkan variable surplus (surplus variable) pada batasan yang bertanda ≥.

Bentuk standar :

Optimalkan : $Z = c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots\dots\dots + c_n Xn$

Batasan :

$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots\dots\dots + a_{1n} X_n \pm S_1 = b_1$
$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots\dots\dots + a_{2n} X_n \pm S_2 = b_2$
$a_{31} X_1 + a_{32} X_2 + \dots\dots\dots + a_{3n} X_n \pm S_3 = b_3$

$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots\dots\dots + a_{mn} X_n \pm S_m = b_m$

Tabel standar :

Pro gram	Tujuan	c_1	c_2	…..	cn	0	0	…..	0	Kuan titas
		X_1	X_2		Xn	S_1	S_2		Sn	
S_1	0	a_{11}	a_{12}		a_{1n}	1	0		0	b_1
S_2	0	a_{21}	a_{22}		a_{2n}	0	1		0	b_2

	. . .									
S_m	0	a_{m1}	a_{m2}		a_{mn}	0	0		1	$\mathbf{b}_{\mathbf{m}}$
	Zj									
	Cj - Zj									

Keterangan :

1. ***Kolom Program***
   Kolom ini berisi variable – variable Sj atau Xj yang akan mementukan kesimpulan penyelesaian.
2. ***Kolom Tujuan***
   Kolom ini berisi koefisien variable-variabel fungsi tujuan, sesuai dengan yang tercantum dalam kolom program.
3. ***Kolom-kolom variable***
   Kolom-kolom ini berisi koefisien-koefisien setiap variable model
4. ***Kolom Kuantitas***
   Kolom ini mencerminkan kuantitas masing-masing variable yang tercantum pada kolom tujuan (pada tahap awal berisi nilai ruas kanan)
5. ***Baris Zj***
   Kolom ini berisi jumlah hasil kali unsure-unsur pada kolom tujuan dengan unsure-unsur pada kolom yang bersesuaian.
6. ***Baris Cj – Zj***
   Baris ini merupakan indicator optimalitas penyelesaian masalah programasi linier. Untuk masakah **maksimasi**, penyelesaian dikatakan optimal jika sudah **tidak ada lagi unsur bertanda positif**. Untuk masalah minimasi, penyelesaian dikatak optimal jika sudah tidak ada lagi unsur yang bertanda negatif pada baris ini.

LANGKAH-LANGKAH PENYELESAIAN DENGAN METODE SIMPLEX

1. Formulasikan masalan programasi linier menjadi bentuk standar.
2. Buatkan table iterasi pertama berdasarkan keterangan-keterangan diatas.
3. Tentukan **kolom kunci**, yaitu kolom yang mengandung **nilai (Cj-Zj) positif terbesar untuk kasus maksimasi** atau **mengandung nilai (Cj-Zj) negatif terbesar untuk kasus minimasi.**
4. Tentukan **baris kunci**, yaitu baris yaitu baris yang memiliki “rasio kuantitas” dengan nilai **positif terkecil**, baik untuk masalah maksimasi atau minimasi.
5. Bentuk table iterasi berikutnya dengan memasukkan variable pendatang (enterning variable) ke kolom program dan mengeluarkan variable perantau (leaving variable) dari kolom tersebut. Lakukan transformasi baris-baris variable.
6. Lakukan pengujian optimalitas. **Jika semua koefisien pada baris (Cj-Zj) sudah tidak ada lagi yang positif (untuk maksimasi) atau sudah tidak ada lagi yang negatif (untuk kasus minimasi) berarti penyelesaian sudah optimal**. Jika belum, lakukan lagi langkah 3 samapi langkah 6.

<u>Catatan :</u>

- Baris kunci baru = baris kunci lama : unsur kunci.
- Baris baru = baris lama – (rasio kunci x baris kunci lama)
- Rasio kunci adalah unsur pada kolom kunci dibagi unsur kunci.

G. TEORI DUALITAS

Ide dasar teori dualitas adalah : bahwa setiap persoalan programasi linier mempunyai persoalan programsi linier lain yang berkaitan yang disebut "**dual**" sedemikian sehingga solusi persoalan semula juga memberi solusi pada dualnya. Masalah pertama disebut "**primal**".

Contoh :

Sumberdaya	Roti A	Roti B	Ketersediaan
Gula	1	1	≤ 150
Tepung	3	6	≤ 300
Mentega	4	2	≤ 160
Profit	10	12	

Model PL (Model Primal)

Max. $Z = 10 X_1 + 12 X_2$

Batasan : $X_1 + X_2 \leq 150$ (Gula)

$3 X_1 + 6 X_2 \leq 300$ (Tepung)

$4 X_1 + 2 X_2 \leq 160$ (Mentega)

$X_1 ; X_2 \geq 0$

Bentuk standar :

Max. $Z = 10 X_1 + 12 X2 + 0 S1 + 0 S2 + 0 S3$

Batasan : $X_1 + X_2 + S1 = 150$

$3 X_1 + 6 X_2 + S2 = 300$

$4 X_1 + 2 X_2 + S3 = 160$

$X_1 ; X_2 ; S1 ; S2; S3 \geq 0$

Tabel awal

Program	Tujuan	10	12	0	0	0	Nilai Kanan
		X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	
S_1	0	1	1	1	0	0	150
S_2	0	3	6	0	1	0	300
S_3	0	4	2	0	0	1	160

Tabel optimal

Program	Tujuan	10	12	0	0	0	Nilai Kanan
		X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	
S_1	0	0	0	1	-1/9	-1/6	90
X_2	12	0	1	0	2/9	-1/6	40
X_1	10	1	0	0	-1/9	1/3	20
	Zj	10	12	0	14/9	4/3	680
	Cj-Zj	0	0	0	-14/9	-4/3	

Solusi/penyelesaian model primal :

$X_1 = 20$

$X_2 = 40$

Z max. = 680

Penyusunan model Dual

Misalkan : Y_1 = kontribusi persatuan gula pada profit

Y_2 = kontribusi persatuan tepung pada profit

Y_3 = kontribusi persatuan mentega pada profit

Model PL (Model Dual)

Min. $Z = 150 Y_1 + 300 Y_2 + 160 Y_3$

Batasan: $Y_1 + 3 Y_2 + 4 Y_3 \geq 10$

$Y_1 + 6 Y_2 + 2 Y_3 \geq 12$

Y_1 ; Y_2 ; $Y_3 \geq 0$

Solusi/penyelesaian model dual :

$Y_1 = 0$
$Y_2 = 14/9$
$Y_3 = 4/3$
Z min. = 680

BAB II
MODEL TRANSPORTASI

Model ini bertujuan untuk memilih jalur pengiriman/distribusi sejumlah barang dari lokasi sumber barang (supply) menuju lokasi kemana barang tersebut akan dikirim (demand) dengan biaya sekecil mungkin atau **minimasi cost.**

Persyaratan:
Jumlah barang yang akan dikirim (Qs) harus disamakan dengan jumlah permintaan dari tempat yang membutuhkan barang tersebut (Qd).

Langkah-langkah penyelesaian :
1. Menentukan solusi/penyelesaian awal.
2. Menentukan solusi optimal.

Contoh :
Sebuah perusahaan mempunyai 3 pabrik yang memproduksi Filling Cabinet masing-masing berlokasi dikota A. B dan C dengan kapasitas produksi pertahun sbb :

Pabrik A (Tangerang) = 5000 unit
Pabrik B (Bekasi) = 6000 unit
Pabrik C (Depok) = 2500 unit
Total produksi = 13500 unit

Perusahaan ini mendapat pesanan dari 4 instansi yang berlokasi di kota P, Q, R dan S yang mana masing-masing memerlukan :

Instansi P (Jakarta Barat) = 6000 unit
Instansi Q (Jakarta Timur) = 4000 unit
Instansi R (Jakarta Selatan) = 2000 unit
Instansi S (Jakarta Pusat) = 1500 unit

Dari hasil analisis perusahaan, diperoleh data mengenai biaya pengiriman per-filling cabiner dari masing-masing pabrik ke masing-masing instansi adalah sbb : (ribuan rupiah/unit)

Pabrik	**Instansi**			
	P	**Q**	**R**	**S**
A	3	2	7	6
B	7	5	2	3
C	2	5	4	5

A. MENENTUKAN SOLUSI AWAL (INITIAL SOLUTION)

Tahap ini dapat digunakan salah satu dari:

a. Metode “North – West Corner Rule (NWCR)”
b. Metode “Least Cost (LC)”
c. Vogel Approximation Method (VAM)

A.1. Metode "North – West Corner Rule"

1. Tampilkan persoalan kedalam matrix
2. Pengisian pertama selalu dimulai dari pojok kiri atas. Pengisian/pengalokasian barang pada jalur ini harus berpedoman pada kapasitas dan jumlah yang harus dipenuhi.
3. Lakukan gerakan *zig-zag* dari pojok kiri atas kekanan bawah sampai seluruh barang yang diproduksi habis terdistribusi dan memenuhi semua permintaan yang ada.
4. Hitung total biaya yang diperoleh.

A.2. Metode "Least Cost"

1. Prioritaskan pengisian jalur-jalur yang memiliki biaya paling murah.
2. Lanjutkan dengan pengisian jalur-jalur yang memiliki biaya terrendah kedua, dan seterusnya sampai seluruh kapasitas yang ada telah terdistribusi keseluruh lokasi yang membutuhkan.

A.3. Vogel Approximation Method (VAM)

1. Hitung *Opportunity cost* untuk setiap baris dan kolom dengan cara menentukan/menghitung selisih antara dua biaya (Cij) terkecil. Biaya-biaya ini disebut *penalty cost.*
2. Pilih baris atau kolom yang memiliki *opportunity cost* terbesar (jika terdapat nilai sama, pilih secara sembarang).
3. Alokasikan sebanyak mungkin kekotak dengan Cij terkecil pada baris atau kolom.
4. Sesuaikan penawaran dan permintaan untuk menunjukkan alokasi yang sudah dilakukan. Hilangkan semua baris dan kolom dimana penawaran dan permintaan telah habis.
5. Jika semua penawaran dan permintaan belum dipenuhi, kembali pada langkah I dan hitung kembali *opportunity cost* yang baru. Jika semua penawaran dan permintaan telah terpenuhi maka solusi awal telah diperoleh.

B. MENENTUKAN SOLUSI OPTIMAL

Solusi optimal masalah transportasi akan dilakukan dengan : **Metode Stepping Stone (SS)** dan **Metode Modified Distribution (MODI)**

B.1. Metode Stepping Stone

Metode ini dapat digunakan jika memenuhi criteria : <u>*Julmah jalur yang telah terpakai harus sama dengan (B + K) – I*</u>

1. Pilih salah satu penyelesaian awal.
2. Semua jalur yang belum terpakai harus dicari nilai perbaikannya.
3. Tentukan lintasan tertutup dari jalur yang akan dicari nilai perbaikannya.
4. Beri tanda + pada jalur yang akan dicari dan secara bergantian beri tanda - ; + pada jalur-jalur dalam lintasan tertutup. (boleh searah atau berlawanan arah jarum jam).
5. Yang dipakai dalam perhitungan nilai perbaikan adalah biaya setiap jalur dalam lintasan tertutup.
6. Prioritaskan menggunakan jalur-jalur yang mempunyai nilai perbaikan negatif terbesar.
7. Pindahkan jumlah barang terkecil diantara sel bertanda negatif pada seluruh sel dalam lintasan tertutup.
8. Lakukanlah secara terus menerus sampai tidak ada lagi nilai perbaikan negatif

B.2. Metode Modified Distribution (MODI)

1. Tentukan nila-nilai Bi untuk setiap baris dan nilai-nilai Kj untuk setiap kolom. Unutk setiap Variable basis (kotak yang ditempati) mengikuti menggunakan hubungan **Cij = Bi + Kj.**
2. Tetapkan nilai 0 untuk B1 (B1 = 0)
3. Hitung perubahan biaya, Cij, untuk setiap variable non-basis (kotak kosong) dengan menggunakan rumus : **ΔCij = Cij – Bi – Kj**
4. Jika terdapat nilai ΔCij negatif, solusi belum optimal. Pilih variable Xij (jalur ij) dengan nilai ΔCij negatif terbesar sebagai *entering variable.*
5. Alokasikan barang ke entering variable, Xij, sesuai proses *Stepping Stone*. Kembali ke langkah 1.

C. DEGENERASI

Masalah degenerasi dapat terjadi jika jumlah sel yang terisi tidak sama dengan (B+K-1), hal ini dapat diatasi dengan menambah sel fiktif alokasi barang = 0. Penyelesaian dapat dilakukan dengan Stepping Stone maupun MODI.

PENYELESAIAN PERSOALAN DIMANA Qs tidak sama dengan Qd

Apabila jumlah kapasitas produksi tidak sama dengan jumlah permintaan, maka kita harus menyamakan dengan cara menambah baris atau kolom DUMMY (semu).

Jika Qs > Qd , maka tambahkan Kolom dummy
Jika Qs < Qd , maka tambahkan Baris dummy
Catatan : biaya pada setiap jalur dummy adalah 0

BAB III
MODEL PENUGASAN
(ASSIGNMENT MODEL)

Masalah penugasan berkaitan dengan penempatan pekerja pada bidang yang tersedia agar biaya yang ditanggung dapat diminimalkan. Model ini mirip dengan model transportasi, bedanya pada model penugasan jumlah pasokan pada setiap “sumber” dan jumlah permintaan pada setiap “tujuan” adalah satu artinya setiap pekerjaan hanya ditangani oleh seorang pekerja dan setiap pekerja hanya menangani satu pekerjaan.

Langkah – langkah penyelesian :

1. Menyusun total *opportunity cost table*, caranya kurangi elemen setiap baris dengan elemen terkecil pada baris tersebut.
2. Menyususn *total oppurtinity cost table*, dengan cara kurangi elemen setiap kolom dengan elemen terkecil pada kolom tersebut.
3. Penyusunan *total oppurtinity cost table* dapat dibalik!
4. Tutup semua angka nol dengan cara menarik garis horizontal maupun vertikal.
5. Jika jumlah garis itu lebih kecil dari jumlah baris/kolom, maka table belum optimal.
6. Kurangi semua angka yang tidak tertutup garis dengan angka terkecil yang tidak tertutup. Tambahkan angka terkecil tersebut pada angka yang menenpati posisi perpotongan sumbu horizontal dan vertikal.
7. Hitung *total cost* yang diperlukan.

BAB IV
MODEL ANTRIAN

Model antrian yang sangat bervariasi dapat diterapkan dalam manajemen operasional. Terdapat empat model antrian yang paling banyak digunakan oleh perusahaan serta 4 model antrian mempunyai karakteristik yang sama dan dapat diasumsikan sebagai berikut :

1. Kedatangan distribusi *Poisson*
   Setiap kedatangan pada model antrian, dianggap sebagai kedatangan secara acak ketika kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain serta kejadian kedatangan tersebut tidak bisa diramalkan secara tepat.
2. Disiplin FIFO
   Jalur antrian yang mengacu terhadap peraturan dimana konsumen yang pertama datang adalah konsumen yang pertama akan dilayani.
3. Fase Layanan Tunggal
   Konsumen yang telah selesai mendapatkan pelayanan hanya dari satu stasiun, lalu kemudian meninggalkan sistem pelayanan.

Empat model antrian yang paling sering digunakan, yaitu :

1. **Model A (M/M/1): Model Antrian Server Tunggal (*Single Channel Query System)***
   Model antrian jalur tunggal dengan kedatangan berdistribusi poisson dan waktu pelayanan eksponensial. Dalam situasi ini, kedatangan membentuk jalur tunggal untuk dilayani oleh stasiun tunggal. Rumus antrian untuk model A (M/M/1) yaitu:

Rumus/Formula	Keterangan
λ	Jumlah rata-rata kedatangan per periode waktu
μ	Jumlah rata-rata orang atau barang yang dilayani per periode waktu (rata-rata tingkat layanan)
$Ls = \dfrac{\lambda}{\mu - \lambda}$	Jumlah rata-rata unit (konsumen) di dalam sistem (tunggu dan akan dilayani).
$\mathrm{Ws} = \dfrac{1}{\mu - \lambda}$	Waktu rata-rata unit yang dihabiskan di dalam sistem (waktu tunggu ditambah waktu layanan)
$\mathrm{Lq} = \dfrac{\lambda^{2}}{\mu(\mu - \lambda)}$	Jumlah rata-rata unit yang menunggu di dalam antrian
$Wq = \dfrac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \dfrac{Lq}{\lambda}$	Waktu rata-rata unit yang dihabiskan untuk menunggu di dalam antrian
$P = \dfrac{\lambda}{\mu}$	Utilisasi faktor untuk sistem
$Po = 1 - \dfrac{\lambda}{\mu}$	Probabilitas 0 unit di dalam sistem (yaitu, unit layanan menganggur)
$Pn = \left[\dfrac{\lambda}{\mu}\right]^{n} .Po$	Probabilitas terdapat n pelanggan dalam suatu sistem antrian

2. **Model B (M/M/S): Model Antrian Jalur Berganda *(Multiple Channel Queuing System)***
   Model antrian jalur berganda memiliki dua atau lebih jalur tersedia untuk menangani para pelanggan yang datang. Asumsi dalam sistem ini bahwa kedatangan mengikuti distribusi probabilitas *Poisson* dan bahwa waktu layanan terdistribusi secara eksponensial. Pelayanan dilakukan secara FCFS *(First Come First Served)* yaitu pelanggan yang pertama datang, yang pertama akan dilayani. Contoh dari model B (M/M/S) yaitu pelayanan teller di bank.
   Rumus antrian untuk model B (M/M/S) yaitu :

Rumus/Formula	Keterangan
$Po = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{m-1}\frac{1}{n!\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{n}}\right]} + \frac{1}{M!}[\![\quad \frac{\lambda}{\mu} \quad ^{2}$ $\frac{M\mu}{M\mu-\lambda}$ for M $\lambda > \lambda$	Probabilitas yang terdapat 0 orang atau unit dalam sistem.
$Ls = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{m}}{(M-1)!(M\mu-\lambda)^{2}} Po + \frac{\lambda}{\mu}$	Rata-rata jumlah orang atau unit di dalam sistem.
$Ws = \frac{\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)M}{(M-1)(M\mu-\lambda)^{2}} Po + \frac{1}{\mu} = \frac{Ls}{\lambda}$	Rata-rata waktu unit yang dihabiskan dalam lini tunggu dan sedang diperbaiki di dalam sistem.
$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$	Rata-rata jumlah orang atau unit dalam lini tunggu untuk perbaikan.
$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{Lq}{\lambda}$	Rata-rata waktu yang dihabiskan oleh seseorang di dalam antrian tunggu untuk perbaikan.
M	Jumlah server yang dibuka
λ	Rata-rata tingkat kedatangan.
μ	Rata-rata tingkat layanan pada tiap-tiap server saluran.

3. **Model (M/D/1): Model Waktu Layanan Konstan**
   Beberapa sistem jasa memiliki waktu layanan yang konsisten, dan bukan berdistribusi eksponensial. Ketika para pelanggan atau perlengkapan diproses sesuai dengan siklus yang konsisten, misalnya dalam kasus tempat pencucian mobil yang otomatis. Oleh sebab itu, waktu layanan yang konstan ini tepat. Maka nilai-nilai Lq, Wq, Ls, dan Ws selalu lebih rendah daripada nilai-nilai dalam model A (M/M/1).

   Rumus antrian untuk model C (M/D/1) yaitu :

Rumus/Formula	Keterangan
$L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu-\lambda)}$	Rata-rata panjang antrian
$W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu-\lambda)}$	Rata-rata waktu tunggu dalam antrian
$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$	Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem

Rumus/Formula	Keterangan
$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$	Rata-rata waktu dalam sistem

4. Model D: Model Populasi Terbatas

Model ini berbeda dengan 3 model antrian yang lainnya karena sekarang terdapat hubungan yang saling bergantung antara panjang antrian dengan tingkat kedatangan. Ketika terdapat sebuah populasi pelanggan potensial yang terbatas bagi sebuah fasilitas pelayanan, maka model antrian yang berbeda perlu dipertimbangkan. Misalnya proses pengemasan produk dengan jumlah terbatas.

Rumus antrian untuk model D yaitu:

Rumus/Formula	Keterangan
$X = \frac{T}{T+U}$	Faktor layanan
L = N(1-F)	Jumlah antrian rata-rata
$W = \frac{L(T-U)}{N-L} - \frac{T(1-F)}{XF}$	Waktu tunggu rata-rata
J = NF (1-X)	Jumlah pelayanan rata-rata
H = FNX	Jumlah dalam pelayanan rata-rata
N = J + L + H	Jumlah Populasi

Keterangan :
D : Probabilitas bahwa sebuah unit akan menunggu dalam antrian
F : Faktor efisiensi
H : Jumlah rata-rata unit yang dilayani
J : Jumlah rata-rata unit yang tidak berada dalam antrian
L : Rata-rata jumlah unit yang menunggu untuk dilayani
M : Jumlah jalur pelayanan
N : Jumlah pelanggan potensial
T : Waktu pelayanan rata-rata
U : Waktu rata-rata antara unit yang membutuhkan pelayanan
W: Waktu rata-rata sebuah unit menunggu dalam antrian
X : Faktor Layanan

BAB V
MODEL PERSEDIAAN (INVENTORY)

Metode *Economic Order Quantity (EOQ)* merupakan tingkat persediaan yang meminimumkan biaya total yang terdiri dari biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Cara perhitungan dengan metode EOQ untuk menentukan biaya persediaan ekonomis yang optimal dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Jumlah pemesanan optimum
   Titik kualitas optimum terjadi pada saat biaya pemesanan sama dengan biaya penyimpanan. Jadi, setelah menurunkan persamaan untuk kuantitas pesanan optimal, sehinggan didapat rumus EOQ adalah :
   $\mathrm{EOQ} = \sqrt{\frac{2\mathrm{Ds}}{\mathrm{n}}}$

2. Frekuensi pemesanan = $\mathrm{N} = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{Q}}$

3. Waktu antar tiap pesanan= $\frac{\text{Jumlah antar hari kerja pertahun}}{\mathrm{N}}$

Keterangan:

EOQ	=	Jumlah pemesanan (kg)
S	=	Biaya pemesanan (Rp/pesanan)
D	=	Kebutuhan barang per period (kg/tahun)
H	=	Biaya penyimpanan (Rp/unit/tahun)
N	=	Jumlah pesnan yang diharapkan (kali)

4. Pemesanan kembali
   Pemesanan kembali (*reorder point*), titik pemesanan kembali biasanya ditetapkan dengan cara menambahkan penggunaan selama waktu tenggang dengan persediaan pengaman *reorder point* biasanya lebih besar untuk mengurangi probabilitas terjadinya kekurangan bahan baku sebelum pesanan berikutnya datang. Jadi, pada situasi ketika ada ketidakpastian pada posisi pasokan maupun permintaan *reorder point* dapat dihitung dengan rumus :

   $$\mathrm{ROP} = \mathrm{d\ X\ L}$$

   Keterangan :

ROP	=	Titik pemesanan kembali (kg)
d	=	Permintaan per hari (kg)
L	=	Waktu tunggu untuk pesanan baru (Hari)

5. Biaya total
   Kuantitas pesanan optimal saat biaya pemesanan sama dengan biaya penyimpanan:
   $$\mathrm{TC} = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{Q}}\mathrm{S} + \frac{\mathrm{Q}}{2}\mathrm{H}$$
6. Biaya penyimpanan tahunan = $\frac{\mathrm{D}}{\mathrm{Q}}\mathrm{S}$

7. Biaya pemesanan tahunan = $\frac{\mathrm{Q}}{2}\mathrm{H}$

Keterangan:

TC	=	Biaya total (Rp/unit)
Q	=	Kuantitas yang dipesan (unit)
S	=	Biaya pemesanan (Rp/pesanan)
D	=	Kebutuhan barang per period (unit/tahun)
H	=	Biaya penyimpanan (Rp/unit/tahun)

BAB VI
PERAMALAN *(FORECASTING)*

Peramalan adalah suatu kegiatan atau aktivitas untuk memperikarakan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan informasi atau data masa lalu dan saat ini. Peramalan yang akan dibahas dalam buku ini adalah peramalan kuantitatif artinya peramalan dengan menggunakan pendekatan atau model matematis dan data historis yang dianalisis berupa data kuantitatif

A. METODE PERAMALAN KUANTITANTIF

Barry Render menyatakan bahwa peramalan kuantitatif (*qualitative forecast*) menggunakan model matematis yang beragam dengan data masa lalu dan variabel sebab-akibat untuk meramalkan permintaan.

Beberapa metode yang termasuk dalam peramalan kuantitatif adalah sebagai berikut:

1. **Metode Deret Waktu (*Time Series*)**
   Model deret waktu ini membuat prediksi dengan asumsi bahwa masa depan merupakan fungsi dari masa lalu. Dengan kata lain, mereka melihat apa yang terjadi selama kurun waktu tertentu dan menggunakan data masa lalu tersebut untuk melakukan peramalan. Serangkaian data ini merupakan serangkaian observasi berbagai variabel menurut waktu dan biasanya ditabulasi dan digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan perilaku variabel.

2. **Metode Asosiatif (Kausal)**
   Model Asosiatif mengembangkan suatu model sebab akibat antara permintaan dengan variabel lainnya atau menggabungkan banyak variabel atau faktor yang mungkin mempengaruhi kuantintas permintaan yang sedang diramalkan. Data dikumpulkan dari variabel-variabel tersebut untuk menemukan keabsahaan model yang diusulkan.

B. PROSES PERAMALAN

Berdasarkan pendapat para ahli yang telah memiliki pengalaman dan ilmu dalam suatu bidang, seorang pakar peramalan memerlukan pertimbangan yang cermat dalam memilih metode peramalan agar hasilnya dapat digunakan untuk membantu proses pembuatan keputusan dalam sebuah perusahaan. Oleh karena itu model yang dipilih harus menghasilkan suatu ramalan yang akurat, tepat waktu, dan dapat dimengerti oleh manajemen perusahaan. Dalam pembuatan peramalan ada beberapa langkah yang harus dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penentuan tujuan. Pada langkah ini penentuan tujuan dari setiap peramalan harus disebutkan secara tertulis, formal, dan eksplisit. Tujuan peramalan mempengaruhi panjangnya periode peramalan dan menentukan frekuensi revisi.
2. Pemilihan teori yang relevan. Setelah tujuan peramalan ditetapkan, langkah-langkah berikutnya adalah menemukan hubungan teoritis yang menemukan perubahan-perubahan variabel yang diramalkan.
3. Pencarian data yang tepat dan menyakinkan bahwa data yang diperoleh cukup akurat.

4. Analisis data. Pada langkah ini dilakukan penyeleksian data karena dalam proses peramalan seringkali kita mempunyai data yang berlebihan atau bisa juga terlalu sedikit.
5. Pengestimasian model. Langkah ini adalah langkah dimana kita menguji kesesuain data yang telah kita kumpulkan ke dalam model peramalan dalam artian meminimumkan kesalahan peramalan.
6. Penyajian ramalan kepada mananjemen.

Dengan memperhatikan langkah-langkah proses peramalan, diharapkan para ahli peramalan akan mampu menghasilkan ramalan yang baik.

C. KESALAHAN PERAMALAN

Dalam setiap peramalan mungkin akan ditemukan ketidaksesuaian antara hasil yang diharapkan dengan hasil peramalan. Dalam setiap peramalan mungkin akan ditemukan kesalahan-kesalahan yang biasa disebut penyimpangan. Oleh karena itu, terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan guna mengantisipasi penyimpangan dalam peramalan.

Ada beberapa perhitungan yang biasa digunakan untuk menghitung kesalahan peramalan total. Perhitungan ini dapat digunakan untuk membandingkan model peramalan yang berbeda, mengawasi peramalan, dan untuk memastikan peramalan berjalan dengan baik. Untuk menentukan kesalahaan tersebut terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, antara lain :

1. MAD (*Mean Absolute Deviation*)

MAD (*Mean Absolute Deviation*) atau simpangan absolute rata-rata, ukuran pertama kesalahan peramalan keseluruhan untuk sebuah model MAD. Nilai ini dihitung dengan mengambil jumlah nilai absolut dari setiap kesalahaan peramalan dibagi dengan jumlah periode data (n).

$$\mathrm{MAD} = \frac{\sum |E|}{n}$$

Keteranagan : E = Error yaitu selisih antara data aktual dengan hasil peramalan.
n = Jumlah periode yang digunakan.

2. MSE (*Mean Squared Error*)

MSE (*Mean Squared Error*) atau kesalahan rata-rata kuadrat, merupakan cara kedua untuk mengukur kesalahan peramalan keseluruhan. MSE merupakan rata-rata selisih kaudrat antar nilai yang diramalkan dan diamati. Kekurangan MSE adalah MSE cenderung menonjolkan deviasi yang besar karena adanya pengkuadratan.

$$\mathrm{MSE} = \frac{\sum E^2}{n}$$

3. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) atau persentase kesalahan absolute rata-rata, merupakan suatu tehnik peramalan yang dihitung dengan menemukan kesalahan absolut setiap periode, kemudian membaginya dengan nilai periode tersebut dan akhirnya merata-ratakan persentase absolutnya. MAPE menyatakan kesalahan seberapa besar kesalahaan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dalam bentuk persen.

$$\text{MAD} = \frac{\sum |E \quad| / Xt}{n}$$

Keterangan : Xt = Data Aktual

D. METODE TIME SERIES

a. Persayaratan

Metode ini dapat digunakan apabila data masa lalu dan saat ini berupa data berkala (time series), yaitu data dari waktu ke waktu dengan interval waktu yang sama, misalnya data tahunan, semesteran, kuartalan, bulanan dsb.

b. Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam metode Time Series adalah “pola” data masa yang akan datang dianggap mengikuti pola data masa lalu dan saat ini.

c. Keakuratan (Keandalan) Metode Time Series

Tingkat keakurasian metode time series diukur dengan tingkat kesalahan (error) metode tersebut.

Kesalahan (error) adalah perbedaan antara data actual (sebenarnya) dengan data ramalan. Ukuran yang digunakan untuk itu adalah Mean Square Error (MSE). Suatu metode dikatakan lebih akurat dari metode lain jika MSE metode itu lebih kecil dari metode lain tersebut.

Beberapa teknik peramalan dengan metode time series adalah sebagai berikut:

1. **Metode Data Lewat (*Past Data Method*)**

   Metode ini merupakan metode yang paling sederhana, dimana variabel pada suatu periode didasarkan pada data sebenarnya pada satu periode sebelumnya.

$$F_{t+1} = Xt$$

   Keterangan : F_{t+1} = Ramalan pada period ke t+1
   Xt = Data sebenarnya pada period ke-t
   t = Periode terakhir

2. **Metode Rata-Rata Kumulatif (*Cumulative Average Method*)**

   Metode ini merupakan metode sederhana tanpa memperhatikan pengaruh variasi musim.
   Rumus:

$$F_{t+1} = \frac{1}{n} \sum X_i$$

   Keterangan: n = Jumlah data
   Xi = Data actual pada periode i
   F_{t+1} = Ramalan pada period ke t+1

3. **Metode Rata-rata Bergerak Sederhana (*Simple Moving Average Method*)**

   Metode ini merupakan metode sederhana tetapi dapat dianggap telah bisa menghilangkan pengaruh fluktuasi random bagi peramalan.
   Rumus:

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \sum X_i$$

Keterangan: F_{t+1} = Forecast pada periode (t+1)
X_i = Bobot data pada periode i
k = Jumlah data rata-rata bergerak

4. **Metode Rata-Rata Bergerak Berbobot (*Weighted Moving Average Method*)**
Metode ini menggunakan pembobot peluang (*probability*) pada setiap waktu lampau (*Old Demand*). Data yang terdekat dengan waktu terakhir biasanya diberi bobot lebih besar.
Rumus:

$$F_{t+1} = \frac{\sum biXi}{\sum bi}$$

Keterangan: F_{t+1} = Forecast pada periode (t+1)
b_i = Bobot data pada periode i
X_i = Data actual pada periode ke i

5. **Metode Rata-Rata Bergerak Ganda (*Double Moving Average Method*)**
Metode ini menggunakan penghalusan atas data historis dengan melakukan dua kali penghitungan rata-rata bergerak.
Rumus:

$$F_{t+p} = a_t + b_t . p$$

Keterangan: $a_t = 2Mt - Mt'$
$b_t = \frac{2}{n-1}\left(Mt - Mt'\right)$

6. **Metode Penghalusan Exponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing Method*)**
Merupakan metode rata-rata bergerak yang memberikan bobot yang lebih kuat pada data terakhir daripada data awal. Hal ini sangat berguna jika perubahan data terakhir lebih diakibatkan oleh perubahan actual (pola musiman) daripada hanya fluktuasi acak.

Rumus:

$$F_{t+1} = a.Xt + (1 - a)Ft$$

Keterangan: Ft = Ramalan yang telah ditentukan periode ke-t
a = Kostanta penghalus ; $0 < a < 1$
X_t = Nilai actual dari deret pada periode t
F_{t+1}= Nilai ramalan periode berikut

7. **Metode Penghalusan Exponensial Ganda (*Double Exponential Smoothing Method*)**
Metode ini merupakan pengembangan dari metode penghalusan exponensial sederhana, dengan kemampuan yang lebih baik dalam menangani pola tren.
Rumus:

$$F_{t+p} = a_t + b_t . p$$

Keterangan: $a_t = 2.Mt - Mt'$

$$b_t = \frac{a}{1-a}\left(Mt - Mt'\right)$$

a = Kostanta penghalus ; 0 < a < 1

8. Metode Dua Parameter Dari *Holt*

Pada metode ini melakukan pemulusan nilai tren dengan menggunakan parameter yang digunakan pada deret asli.

Rumus:

$$F_{t+p} = Mt + Tt.p$$

Keterangan: $Tt = \beta(Mt - M_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$

β = Konstanta penghalus ; 0 < β < 1

9. Metode Tren Linear (*Least Sguare Method*)

Metode ini adalah prosedur umum untuk menduga pola hubungan, baik kausal maupun deret berkala, dengan mencocokkan suatu bentuk fungsional sedemikian rupa, sehingga komponen galat (kesalahan) dapat diminimumkan.

Rumus:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

$$b = \frac{\sum Y}{\sum X^2}$$

Y = Perkiraan nilai variabel yang diramalkan
X = Variabel waktu
a = Konstanta, jika X = 0
b = Kemiringan

10. Metode Tren Parabolik/Kuadratik

Merupakan metode yang menghasilkan suatu tren dengan kenaikan atau penurunan slope seiring dengan bertambah atau berkurangnya unit kuadrat pengali parameter yang digunakan.

Rumus:

$$Y = a + bX + cX^2$$

$$a = \frac{\left(\sum Y.\sum X^4\right) - \left(\sum X^2 \sum X^2 Y\right)}{n.\sum X^4 - \left(\sum X^2\right)^2}$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$c = \frac{\left(n.\sum X^2 Y\right) - \left(\sum Y . \sum X^2\right)}{n.\sum X^4 - \left(\sum X^2\right)^2}$$

Keterangan: Y = Data
X = Variabel Waktu

11. **Metode Tren Exponensial**
Merupakan metode peramalan atas suatu variabel yang memiliki pergerakan geometris (laju pertumbuhan yang konstan selama periode waktu).
Rumus:

$$Y = a.b^X$$

Keterangan : $a = e^{\frac{\sum \ln Y}{\sum X^2}}$

$$b = e^{\frac{\sum x . \ln Y}{\sum X^2}}$$

12. **Metode Tren Linier (*Semi Average Method*)**
Merupakan metode sederhana yang menggunakan rata-rata arimatik dengan kegunaan utama untuk menyesuaikan terhadap tren garis lurus.
Rumus:

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}\left(X - X_1\right) + Y_1$$

Keterangan: X = Waktu yang akan dikonversi (koding)
X_1 dan X_2 = Median koding masing-masing kelompok
Y_1 dan Y_2 = Rata-rata masing-masing kelompok

E. METODE KAUSAL

Dalam metode ini ramalan suatu variabel didasarkan pada variabel lain yang mempengaruhinya. Variabel yang dipengaruhi dinamakan variabel terikat (dependent variable) sedangkan variabel yang mempengaruhi dinamakan variabel independen (variabel bebas).

MODEL SEDERHANA

Model peramalannya: Y = a + b X
X = variabel bebas
Y = variabel terikat

Rumus a dan b adalah:

$$b = \frac{(n\sum XY) - (\sum X . \sum Y)}{(n\sum X^2) - (\sum X)^2} \qquad a = \frac{\sum X - b\sum Y}{n}$$

Contoh :

Sebuah perusahaan ingin menyusun model peramalan volume penjualan berdasarkan biaya promosi yang dikeluarkannya. Data atau informasi masa lalu adalah sebagai berikut:
X = biaya promosi (jutaan rupiah)
Y = volume penjualan (ratusan unit)

X	13	12	16	8	7	11	7	6	10	11
Y	15	14	18	12	11	15	10	9	12	13

a. Tentukan model peramalan yang dimaksud !
b. Berapakah ramalan volume penjualan yang akan diterima perusahaan apabila biaya promosi yang dikeluarkan sebesar Rp 20.000.000,- ?

Jawab:

Tabel perhitungan:

X	Y	X Y	X^2	Y^2
13	15	195	169	225
12	14	168	144	196
16	18	288	256	324
8	12	96	64	144
7	11	77	49	121
11	15	165	121	225
7	10	70	49	100
6	9	54	36	81
10	12	120	100	144
11	13	143	121	169
ΣX=101	**ΣY=129**	**ΣXY=1376**	**ΣX^2=1109**	**ΣY^2=1729**

a. Menentukan model peramalan :

$$b = \frac{(n\sum XY) - (\sum X . \sum Y)}{(n\sum X^2) - (\sum X)^2} = \frac{(10x1376) - (101x129)}{(10x1109) - (101)^2} =$$

$$= \frac{13760 - 13029}{11090 - 10201} = \frac{731}{889} = 0,82$$

$$a = \frac{(\sum Y) - (b.\sum X)}{n} = \frac{(129) - (0,82x101)}{10} = \frac{46,18}{10} = 4,16$$

Jadi model peramalan yang dimaksud adalah **Y = 4,16 + 0,82 X**

b. Ramalan

Y = 4,16 + 0,82 X = 4,16 + 0,82 (20) = ...

MODEL BERGANDA

Model peramalan : $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$

Menentukan model :

Misalkan : $x_1 = X_1 - \overline{X_1}$

$x_2 = X_2 - \overline{X_2}$

$y = Y - \overline{Y}$

Sehingga :

$$b_1 = \frac{(\Sigma yx_1.\Sigma x_2{}^2) - (\Sigma yx_2.\Sigma x_1 x_2)}{(\Sigma x_1{}^2 \Sigma x_2{}^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2} \qquad b_2 = \frac{(\Sigma yx_2.\Sigma x_1{}^2) - (\Sigma yx_1.\Sigma x_1 x_2)}{(\Sigma x_1{}^2 \Sigma x_2{}^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2}$$

$a = \overline{Y} - b_1 \overline{X}_2 - b_2 \overline{X}_1$

Contoh :

Pimpinan Polisi Bayville berencana menyusun model peramalan untuk biaya perawatan tahunan mobil berdasarkan pemakaian tahun-tahun sebelumnya dan umur kendaraan. Dibawah ini adalah data 8 unit mobil polisi :

Y = Biaya perawatan (ratusan $)

X_1 = Pemakaian (ribuan km / tahun)

X_2 = Umur mobil (tahun)

Y	X_1	X_2	y	x_1	x_2	$y x_1$	yx_2	x_1x_2	$x_1{}^2$	$x_2{}^2$	y^2
11	15	6	0	3	1	0	0	3	9	1	0
13	14	8	2	2	3	4	6	6	4	9	4
18	18	8	7	6	3	42	21	18	36	9	49
9	10	3	-2	-2	-2	4	4	4	4	4	4
7	9	3	-4	-3	-2	12	8	6	9	4	16
12	13	7	1	1	2	1	2	2	1	4	1
9	9	2	-2	-3	-3	6	6	9	9	9	4
9	8	3	-2	-4	-2	8	4	8	16	4	4
88	**96**	**40**				**77**	**51**	**56**	**88**	**44**	**82**

a. Tentukan model peramalan yang dimaksud !
b. Berapakah ramalan biaya perawatan mobil yang telah menempuh 25.000 km/tahun dan berumur 10 tahun ?

Jawab:

a. Menentukan model peramalan :

$\overline{X}_1 = \frac{96}{8} = 12 \qquad \overline{X}_2 = \frac{40}{8} = 5 \qquad \overline{Y} = \frac{88}{8} = 11$

Sehingga : $x_1 = X_1 - \overline{X}_1 = X_1 - 12$

$x_2 = X_2 - \overline{X}_2 = X_2 - 5$

$y = Y - \overline{Y} = Y - 11$

$$b_1 = \frac{(\Sigma yx_1.\Sigma x_2{}^2) - (\Sigma yx_2.\Sigma x_1 x_2)}{(\Sigma x_1{}^2 \Sigma x_2{}^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2} = \frac{(77x.44) - (51x.56)}{(88x44) - (56)^2} = \frac{3388 - 2856}{3872 - 3136} = \frac{532}{736} = 0{,}72$$

$$b_2 = \frac{(\Sigma yx_2.\Sigma x_1{}^2) - (\Sigma yx_1.\Sigma x_1 x_2)}{(\Sigma x_1{}^2 \Sigma x_2{}^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2} = \frac{(51x.88) - (77x.56)}{(88x44) - (56)^2} = \frac{4488 - 4312}{3872 - 3136} = \frac{176}{736} = 0{,}24$$

$a = \bar{Y} - b_1 \overline{X1} - b_2 \overline{X2} = 11 – 0{,}72(12) – 0{,}24(5) = 11 - 8{,}64 -1{,}20 =1{,}16$

Jadi model peramalan yang dimaksud adalah : $Y = 1{,}16 + 0{,}72\ X_1 + 0{,}24\ X_2$

b. Ramalan

$Y = 1{,}16 + 0{,}72\ X_1 + 0{,}24\ X_2 = 1{,}16 + 0{,}72\ (25) + 0{,}24\ (10) = 21{,}56$

BAB VII
WORKSHOP BUSINESS FORECASTING

TATAP MUKA I

Soal 1.

Untuk mengatasi terjadinya krisis pangan di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, maka pemerintah melakukan impor beras untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Adapun impor beras yang dilakukan setiap bulannya, 45% dari total impor akan disalurkan ke daerah-daerah di pulau Jawa. Berikut adalah data banyaknya impor beras selama lima bulan terakhir pada tahun 2007 (dalam ribuan ton) :

Bulan ke-	Banyaknya impor beras
1	150
2	165
3	185
4	225
5	295

Dari data diatas, ramalkan banyaknya impor beras yang akan dilakukan pemerintah pada bulan yang akan datang dengan metode data lewat dan rata-rata kumulatif !
Metode apa yang sebaiknya anda gunakan ? Lakukan analisis grafis dan analisis numerik !

Soal 2.

Tanaman jagung memiliki banyak manfaat bagi manusia. Selain untuk pangan, jagung dapat juga digunakan untuk bahan baku produksi etanol sehingga tinkat konsumsi jagung cenderung meningkat. Berikut ini disajikan data mengenai tingkat konsumsi jagung dari tahun 2002 sampai dengan 2007 (dalam jutaan ton) :

Tahun	Tinkat konsumsi jagung
2002	600
2003	610
2004	625
2005	725
2006	680
2007	675

Tentukan ramalan tingkat konsumsi jagung pada tahun 2008 dengan metode rata-rata bergerak sederhana dua tahunan dan tiga tahunan !

Gunakan pendekatan numerik untuk menentukan metode terbaik !

TATAP MUKA II

Soal 1.

Seorang analis ingin membandingkan dua metode peramalan yang dapat digunakan untuk meramal tingkat kerusakan produk. Hasil ramalan ini sangat penting untuk perencanaan sumberdaya pada proses berikutnya yaitu proses daur ulang.

Data tingkat kerusakan produk beberapa hari terakhir adalah sebagai berikut: (satuan dalam persen)

Hari ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
Jumlah produk rusak	8	10	7	10	12	13	15	18

Tunjukkan dengan perhitungan, metode apa yang sebaiknya digunakan, metode rata-rata kumulatif atau rata-rata bergerak dua harian yang mana pada hari pertama diberikan bobot 4 ?

Soal 2.

Setiap tahun terutama di hari raya Idul Fitri, selalu terjadi kenaikan akan penggunaan sarana kereta api. Tempat-tempat duduk yang disediakan biasanya terisi penuh. Hal ini menjadi perhatian PT Kereta Api untuk terus meningkatkan kapasitas penumpang dengan menambah gerbong penumpang agar dapat memenuhi permintaan yang ada. <u>Rencana ini akan dilakukan apabila terjadi kenaikan jumlah penumpang (ramalan) pada tahun 2008 minimal 5 % dibanding dengan jumlah penumpang selama lebaran tahun 2007</u>. Berikut data rata-rata jumlah penumpang kereta api per-hari selama hari raya Idul Fitri dalam lima tahun terakhir :

Tahun	Rata-rata jumlah penumpang per-hari (dalam ribuan orang)
2003	110
2004	119
2005	128
2006	134
2007	135

Apakah rencana tersebut akan dilaksanakan ? Gunakan metode peramalan rata-rata bergerak 2 tahunan, dimana tahun kedua diberikan bobot sebesar 3 !

TATAP MUKA III

Soal 1.
Pengguna internet pada tahun 2008 diprediksikan meningkat 20% dibandingkan tahun 2007. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kesadaran pengguna internet masyarakat Indonesia dalam mencari informasi terutama setelah tragedi demi tragedi mengguncang tanah air, baik dalam bentuk bencana alam maupun konflik sosial politik. Oleh karena itu, Winata, salah seorang Anggota Dewan Penasihat Asosisasi Penyelenggara Internet Indonesia (APJII) ingin membuktikan pendapat tersebut dengan meramalkan penggunaan internet pada tahun 2008 menggunakan metode peramalan rata-rata bergerak dua tahunan. Berikut adalah data pengguna internet yang berhasil dikumpulkan :

Tahun	Jumlah pengguna internet (dalam jutaan orang)
2000	12
2001	14
2002	15
2003	18
2004	21
2005	28
2006	32
2007	35

Berdasarkan data diatas ;

a. Menurut anda, apakah metode peramalan *single moving average* atau *single exponential smoothing (α=0,15)* yang lebih tepat digunakan untuk menganalisis data tersebut ? Jelaskan alasannya !
b. Dengan menggunakan metode yang anda pilih di poin a, apakah pendapat diatas benar ? Berapa besar (%) peningkatan jumlah penggunaan internet pada tahun 2008 (ramalan) dibanding tahun 2007 ?

Soal 2.
Tuan Bakri, *Vice President* PT Astra Honda Motor mengatakan bahwa pada tahun 2009 diperkirakan penjualan sepeda motor akan jauh lebih baik. Hal ini diyakininya karena tren penjualan sepeda motor hingga Oktober 2008 terus membaik dan didukung suku bunga BI yang juga terus menerus turun sehingga mendorong laju penurunan suku bunga *leasing* sepeda motor. Saat ini Honda masih menjadi *market leader* sepeda motor di Indonesia, yaitu sebesar 51,9 persen, namun ancaman akan dating pada tahun 2009 lewat persaingan yang keras dengan produksi sepeda motor buatan China, Taiwan dan Korea Selatan. Berikut data tren pasar domestik Indonesia akan sepeda motor selama 8 tahun terakhir (dalam ratusan ribu unit) :

Tahun	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Pasar Sepeda motor	412	742	1082	1257	1819	2463	2824	3901

Jika ramalan pasar sepeda motor tahun 2009 melebihi 400 juta, maka diperkirakan Honda masih menjadi *market leader*. Bagaimana pendapat saudara apakah Honda masih akan menjadi *market leader* di tahun 2009 ? Gunakan metode penghalusan eksponensial ganda dengan konstanta penghalus sebesar 0,25 !

TATAP MUKA IV

Soal 1.

Direktur Bina Pengembangan Hutan Tanaman Depertemen Kehutanan, Obama McCain menyarankan pemerintah untuk terus mendorong investasi hutan tanaman industri (HTI) agar kebutuhan kertas dimasa yang akan datang dapat dipenuhi. Saran tersebut diutarakan dengan dasar besarnya nilai devisa yang terlihat tahun 2007 lalu bahwa hasil ekspor kertas Indonesia sekitar 3,5 miliar dollar AS. Berikut data mengenai produksi kertas Indonesia (jutaan ton):

Tahun	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Produksi kertas	69	72	73	76	82	80

Saran Obama McCain akan dilaksanakan pemerintah jika produksi kertas tiga tahun mendatang terus menerus meningkat. Guna meramalkan produksi tahun yang akan datang dapat digunakan : metode rata-rata bergerak ganda dua tahunan dan metode rata-rata bergerak dua tahunan yang mana bobot tahun pertama sebesar 3. Tunjukkan dengan perhitungan metode mana yang sebaiknya digunakan ?

Soal 2.

Untuk dapat menentukan jumlah pemesanan yang tepat dibulan depan, manajer pompa bensin Petroco, membutuhkan peramalan permintaan bensin tanpa timbal. Pemilik telah mengumpulkan data penjualan bensin tanpa timbal untuk 8 bulan terakhir adalah sebagai berikut :

Bulan	Permintaan Bensin (ratusan gallon)
Juli 2005	6
Agustus	5
September	6
Oktober	7
November	7
Desember	8
Januari	12
Februari	10

a. Hitung ramalan permintaan bensin bulan Mei 2006 dengan Double Moving Average “dua bulanan”
b. Hitung ramalan permintaan bensin bulan Juni 2006 dengan Metode Holt (α = 0,40 dan β=0,20)

TATAP MUKA V

Soal.
Agen motor Saki didaerah Minneapolis – St. Paul ingin menyusun ramalan permintaan motor Saki Super tipe TXX yang akurat untuk bulan depan. Karena pabrik yang terletak di Jepang, maka sangat sulit bagi mereka untuk mengembalikan atau melakukan pemesanan tambahan motor, sehingga diperlukan prediksi yang akurat. Data penjualan tahun lalu telah dikumpulkan, sebagai berikut : (dalam ribuan unit)

Bulan	Penjualan motor
Maret	8
April	6
Mei	9
Juni	7
Juli	6
Agustus	11
September	9
Oktober	10
November	11
Desember	9
Januari	13
Pebruari	15

1. Tentukan ramalan penjualan bulan Juni tahun depan dengan :
    a. Trend linier semi average method !
    b. Trend linier metode kuadrat terkecil !
    c. Trend parabolik !
    d. Trend eksponensial !
2. Evaluasi keakuratan setiap metode diatas dan berikan kesimpulan !

TATAP MUKA VI

Soal 1.
Ada anggapan bahwa pendapatan seseorang berpengaruh terhadap pengeluaran untuk konsumsi. Guna menguji anggapan tersebut telah dilakukan penelitian terhadap beberapa orang yang dipiih secara acak, hasilnya adalah sebagai berikut :

(X, dalam jutaan rupiah per-bulan dan Y dalam ratusan ribu rupiah)

Pendapatan (X)	7	8	9	8	11
Konsumsi (Y)	30	35	45	55	60

a. Tentukan model peramalan pengeluaran yang dimaksud !
b. Ujilah dengan taraf nyata 10%, apakah model tersebut dapat digunakan untuk meramal ?

Soal 2.
Manajer pemasaran perusahaan angkutan yang menggunakan truk dengan cool storage ingin mengetahui seberapa besar pengaruh jarak tempuh truk terhadap persentase kerusakan buah-buahan yang diangkut. Hal itu dilakukan untuk meningkatkan pelayanan pada pelanggan. Untuk keperluan tersebut telah dilakukan observasi sebanyak 10 kali pengamatan sebagai sample acak, hasilnya adalah sebagai berikut :

X = jarak tempuh truk (kilometer)
Y = persentase kerusakan buah-buahan (%)

$\sum X = 95$ $\quad \sum Y = 19$ $\quad \sum XY = 191$
$\sum X^2 = 985$ $\quad \sum Y^2 = 41$

a. Tentukan model peramalan mengenai persentase kerusakan buah-buahan yang diangkut dengan cool storage !
b. Dengan taraf nyata 10 % , lakukan pengujian hipotesis apakah model tersebut dapat digunakan untuk meramal !

TATAP MUKA VII

Soal.
Sebuah penelitian dilakukan untuk menentukan model peramalan kenaikan hasil penjualan (%) dikaitkan dengan kenaikan biaya promosi (%) dan kenaikan daya beli masyarakat (%). Guna kepentingan itu, telah dilakukan observasi, hasilnya adalah sebagai berikut :

X1	X2	Y
4	8	13
6	9	13
6	10	16
9	12	17
11	12	19
12	15	18
8	11	16

X1 = % kenaikan biaya promosi per-tahun
X2 = % kenaikan daya beli masyarakat
Y = % kenaikan hasil penjualan

Pertanyaan :
1. Tentukan model peramalan yang dimaksud !
2. Ujilah model tersebut, apakah dapat digunakan untuk meramal atau tidak ? (Gunakan taraf nyata 0,05)
3. Jika dapat, berapa ramalan % kenaikan hasil penjualan apabila diketahui bahwa biaya promosi naik 20% dan daya beli masyarakat naik 15% ?

TATAP MUKA VIII

Soal.
Pimpinan Polisi Bayville berencana menyusun model peramalan untuk biaya perawatan tahunan mobil berdasarkan pemakaian tahun-tahun sebelumnya dan umur kendaraan. Dibawah ini adalah data 8 unit mobil polisi :

Y = Biaya perawatan (ratusan $)
X_1 = Pemakaian (ribuan km / tahun)
X_2 = Umur mobil (tahun)

Y	X_1	X_2	y	x_1	x_2	$y x_1$	yx_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2	y^2
11	15	6	0	3	1	0	0	3	9	1	0
13	14	8	2	2	3	4	6	6	4	9	4
18	18	8	7	6	3	42	21	18	36	9	49
9	10	3	-2	-2	-2	4	4	4	4	4	4
7	9	3	-4	-3	-2	12	8	6	9	4	16
12	13	7	1	1	2	1	2	2	1	4	1
9	9	2	-2	-3	-3	6	6	9	9	9	4
9	8	3	-2	-4	-2	8	4	8	16	4	4
88	**96**	**40**				**77**	**51**	**56**	**88**	**44**	**82**

a. Tentukan model peramalan yang dimaksud !
b. Dapatkah model tersebut digunakan untuk meramal ? (uji dengan taraf nyata 5%)
c. Hitung dan jelaskan koefisien determinasi simultan !

TATAP MUKA IX

Soal
Sebuah penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh Nilai Tukar Rupiah per Dollar AS, Tingkat Suku Bunga SBI dan Inflasi Index Harga Konsumen terhadap Index Harga Saham Gabungan. Data yang diperoleh dari sample acak setelah diolah dengan program SPSS adalah sebagai berikut :

Keterangan : (satuan juta rupiah)
X1 = Nilai Tukar Rupiah
X2 = Tingkat Suku Bunga
X3 = Inflasi Indeks Harga Komsumen (IHK)
Y = Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.966	.932	.899	.875	.932	27.592	3	6	.12

a Predictors: (Constant), X3, X2, X1

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients B	Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	Correlations Zero-order	Partial
1	(Constant)	40.826	3.776		10.812	.000		
	X1	-.590	.505	-.715	-1.167	.287	.897	-.430
	X2	.639	.420	.610	1.520	.179	.955	.527
	X3	1.404	1.037	1.055	1.354	.225	.939	.484

a Dependent Variable: Y

Pertanyaan :
1. Lakukan analisis table diatas dengan taraf nyata 18 %
2. Buatkan ranking/urutan variable yang mempengaruhi hasil penjualan !

TATAP MUKA X

Soal.
Bagian keuangan dari sebuah usaha pembelanjaan mencoba untuk meramal keuntungan bersih setiap cabang supermarket (*department store*) berdasarkan jumlah karyawan dalam supermarket, biaya awal (modal awal), dan lain-lain. Sampel beberapa cabang yang dicatat statistiknya adalah sebagai berikut :

Y = Keuntungan bersih (juta Rp)
X1 = Jumlah karyawan (orang)
X2 = Modal awal (juta Rp)
X3 = Rata-rata penambahan modal (%)
X4 = Kerugian karena pencurian (juta Rp)

Setelah diolah dengan software Statistika, hasilnya adalah sebagai berikut :

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.999543091
R Square	0.999086391
Adjusted R Square	0.998172782
Standard Error	6.276893861
Observations	9

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	4	172342.4024	43085.6006	1093.559912	2.50252E-06
Residual	4	157.5975862	39.3993965		
Total	8	172500			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-1156.159681	93.94078658	-12.3073238	0.000250392
X1	0.532669113	1.667162358	0.31950644	0.765333582
X2	18.02143857	2.730490832	6.60007291	0.002730555
X3	-2.25273365	0.520197842	-4.33053248	0.012344536
X4	12.58368745	2.882443602	4.3656318	0.012009054

Pertanyaan:
1. Tentukan model peramalan yang dimaksud !
2. Ujilah model tersebut, apakah dapat digunakan untuk meramal atau tidak ? (Gunakan taraf nyata 0,05)
3. Jika dapat, berapa ramalan kenaikan keuntungan bersih yang akan diperoleh sebuah supermarket dengan jumlah karyawan sebanyak 400 orang, modal awal yang digunakan Rp 90.000.000, rata-rata penambahan modal 30% dan kerugian karena pencurian sebesar Rp 70.000.000 ?

DAFTAR REFERENSI

1. Budnick, Frank S., 1988, *Applied Mathematics for Business, Economics and The Life Social Science*, 3rd edition, McGraw Hill International, Singapore
2. Dumairy, 1999, *Matematika Terapan untuk Bisnis dan Ekonomi*, BPFE, Yogyakarta
3. Hauessler, E.F. and Paul, R.S., 2002, *Introductory Mathematical Analysis for Business, Economics and The Life and Social Science* , 10th edition, Prentice Hall International Inc., New Jersey
4. Heizer Jay, Render Barry. 2016. *Manajemen Operasi Edisi 11*. Jakarta: Salemba Empat
5. Herjanto, Eddy.2015. *Manajemen Operasi*. Edisi Ketiga. Jakarta : Grasindo
6. Taylor, W Bernard III. (2014). *Sains Manajemen* (Vita Silvira : Penerjemah).
   Edisi 11. Jakarta : Salemba Empat.
7. Weber, J.E., 1999, *Analisis Matematik Penerapan Bisnis dan Ekonomi* Jilid 1, Edisi ke 4, Penerbit Erlangga, Jakarta
8. Wibisono, Yusuf, 1999, *Manual Matematika Ekonomi*, 1999, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta