

RISET OPERASI

Penyusun :

Ir. Maswarni.M.M.
Hengki Hermawan,S.E., M.M.
Kartono,S.E., M.M.



Jl. Surya Kencana No. 1 Pamulang
Gd. A, Ruang 211 Universitas Pamulang
Tangerang Selatan - Banten

RISET OPERASI

Penulis :

Ir. Maswarni.M.M.
Hengki Hermawan,S.E., M.M.
Kartono,S.E., M.M.

ISBN : 978-602-5867-65-1

Editor :

Lili Sularmi
Fauziah Septiani

Penyunting:

Ami Sularmi, M.Pd.

Desain Sampul dan Tata Letak:

Ubaid Al Faruq, M.Pd.

Penerbit:

Unpam Press

Redaksi:

Jl. Surya Kencana No. 1
R. 212, Gd. A Universitas Pamulang
Pamulang | Tangerang Selatan |
Banten Tlp/Fax: 021. 741 2566 – 7470
9855
Ext: 1073
Email: unpampress@unpam.ac.id

Cetakan pertama, 28 November 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa
izin penerbit.

LEMBAR IDENTITAS ARSIP

Data Publikasi Unpam Press

I Pusat Kajian Pembelajaran & E-learning Universitas Pamulang

Gedung A. R.211 Kampus 1 Universitas Pamulang

Jalan Surya Kencana No.1, Pamulang Barat, Tangerang Selatan, Banten.

Website : www.unpam.ac.id **I email :** unpampress@unpam.ac.id

Riset Operasi / Ir. Maswarni.M.M., Hengki Hermawan,S.E., M.M., Kartono,S.E.,
M.M.-1sted.

ISBN 978-602-5867-65-1

1. Riset Operasi I. Ir. Maswarni.M.M II. Hengki Hermawan,S.E., M.M. III.
Kartono,S.E., M.M.

M058-28112019-01

Ketua Unpam Press : Pranoto

Koordinator Editorial dan Produksi: Ubaid Al Faruq, Ali Madinsyah

Koordinator Bidang Hak Cipta : Susanto

Koordinator Publikasi dan Dokumentasi : Aden

Desain Cover : Ubaid Al Faruq

Cetakan pertama, 28 November 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menggandakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin penerbit.

MODUL MATA KULIAH RISET OPERASI

IDENTITAS MATA KULIAH

Program Studi	: Riset Operasi/ SMJ0283
Sks	: 3 Sks
Prasyarat	: -
Semester	: IV
Deskripsi Mata Kuliah	: Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib program studi Manajemen S-1 dengan materi yang dibahas: Programming linier (metode grafik dan metode simplek), Dualitas, Metode Transportasi, Manajemen Proyek. Metode Penugasan dan Teori Keputusan.
Capaian Pembelajaran	: Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, diharapkan mahasiswa mampu menentukan solusi optimum dalam menyelesaikan permasalahan sumber daya, pendelegasian, serta pengambilan keputusan yang dihadapi (sehari-hari , dunia kerja maupun dalam bisnis) dengan Programming linier (metode grafik dan metode simplek),Dualitas, Metode Transportasi, Manajemen Proyek. Metode Penugasan dan Teori Keputusan,dengan membandingkan berbagai metode tersebut dengan baik , secara teliti dan tepat sehingga efektif dan efisien.
Penyusun	: 1. Ir. Maswarni.M.M (ketua) 2. Hengki Hermawan,S.E., M.M. (anggota 1) 3. Kartono,S.E., M.M. (Anggota 2)

Tangerang Selatan, 28 November 2019

Ketua Program Studi
Manajemen S-1

Ketua Tim Penyusun

Dr. Kasmad, S.E., M.M.
NIDN : 0402046806

Ir. Maswarni, M.M.
NIDN. 0410106502

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayat-Nya sehingga modul banahajar Riset operasi dapat terselesaikan

Modul bahan ajar ini semoga dapat digunakan dimana sering kali dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam dunia kerja, dunia bisnis maupun kehidupan pribadi kita tidak lepas dengan persoalan riset operasi. Kita tidak sadar bahwa yang sering kali kita lihat atau kita alami dapat diselesaikan dengan Riset Operasi.

Contoh nyata dalam kehidupan sehari hari, adalah bagaimana kita menentukan berapa banyak roti yang harus kita produksi dan jenis roti apa saja yang harus dibuat agar keuntungan kita maksimum dan biaya produksi minimum, disaat kita memiliki beberapa varians roti. Hal tersebut dapat kita selesaikan dengan **Linear Programming**. Roti yang telah kita produksi, harus didistribusikan ke beberapa toko yang dimiliki.

Dalam kasus ini, **Metode Transportasi** digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut agar biaya transportasinya seminimum mungkin.

Untuk membuat roti, dibutuhkan tenaga kerja dan lead time produksi yang harus diketahui. Dalam kasus ini, kita dituntut untuk dapat menentukan jumlah tenaga kerja optimal yang dibutuhkan dan lamanya pengerjaan untuk produksi roti. Metode yang digunakan untuk penyelesaian masalah tersebutjuga dapat diselesaikan dengan riset operasi yaitu dengan menggunakan **Manajemen Proyek**.

Akan tetapi terkadang, tenaga kerja yang dimiliki dapat mengerjakan beberapa jenis pekerjaan yang berbeda. Dalah hal ini kita dituntut untuk dapat mengalokasikan tenaga kerja tersebut untuk pekerjaan yang tepat agar hasil produksinya optimal. Serta biaya minimal. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan diselesaikan dengan **Metode Penugasan**.

Selain terdapatnya permasalahan diatas, seorang atasan atau manajerselalu atau sering diminta untuk dapat mengambil sebuah keputusan yang tepat diantara beberapa pilihan. Agar keputusan yang dipilih merupakan keputusan yang paling tepat dengan tujuan memberikan atau mendapatkan keuntungan yang optimal. Dalam hal ini, **Teori Keputusan** adalah salad satu cara yang tepat digunakan untuk menentukan keputusan yang terbaik diantara beberapa pilihan yang ada.

Mata kuliah **Riset Operasi** mempelajari tentang materi **Linear Programming, Metode Transportasi, Metode Penugasan dan Teori Keputusan** Buku Ajar ini disusun untuk memudahkan mahasiswa dalam mempelajari dan memahami serta

mengaplikasikan materi mata kuliah Riset Operasi.

Akhirnya penulis sampaikan terimakasih atas semua bantuan dan dukungan dari semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu dalam proses penulisan. Semoga buku/modul ini bermanfaat bagi kita semua

Tangerang Selatan, 28 November 2019

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

RISET OPERASI	ii
LEMBAR IDENTITAS ARSIP	iii
IDENTITAS MATA KULIAH	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
PERTEMUAN 1.....	1
LINEAR PROGRAMMING (PENDAHULUAN)	1
A. Tujuan Pembelajaran.....	1
B. Uraian Materi.....	1
C. Soal Latihan/ Tugas	11
D. Daftar Pustaka	12
PERTEMUAN 2.....	13
LINEAR PROGRAMMING (METODE GRAFIK) FUNGSI TUJUAN	
MAKSIMUM.....	13
A. Tujuan Pembelajaran.....	13
B. Uraian Materi.....	13
C. Soal Latihan/ Tugas	26
D. Daftar Pustaka	28
PERTEMUAN 3.....	29
LINEAR PROGRAMMING LANJUTAN (METODE GRAFIK) FUNGSI	
TUJUAN MINIMUM	29
A. Tujuan Pembelajaran.....	29
B. Uraian Materi.....	29
C. Soal Tugas/ Latihan	40
D. Daftar Pustaka	41
PERTEMUAN 4.....	42
LINEAR PROGRAMMING (METODE SIMPLEX) FUNGSI TUJUAN	
MAKSIMUM FUNGSI BATASAN " $\leq$ "	42
A. Tujuan Pembelajaran.....	42
B. Uraian Materi.....	42
C. Soal Latihan/ Tugas	57
D. Referensi	58
PERTEMUAN 5.....	59

LINEAR PROGRAMMING (METODE SIMPLEX) FUNGSI TUJUAN	
MAKSIMUM FUNGSI BATASAN “=”	59
A. Tujuan Pembelajaran.....	59
B. Uraian Materi.....	59
C. Soal Latihan/ tugas	67
D. Daftar Pustaka	68
PERTEMUAN 6	69
LINEAR PROGRAMMING (METODE SIMPLEX) FUNGSI TUJUAN	
MINIMUM FUNGSI BATASAN “≥”	69
A. Tujuan Pembelajaran.....	69
B. Uraian Materi.....	69
C. Soal Latihan/ Tugas	75
D. Daftar Pustaka	76
PERTEMUAN 7	77
METODE TRANSPORTASI (PENDAHULUAN).....	77
A. Tujuan Pembelajaran.....	77
B. Uraian Materi.....	77
C. Soal Latihan/Tugas	84
D. Daftar Pustaka	85
PERTEMUAN 8	86
METODE TRANSPOTASI (NORTH WEST CORNER)	86
A. Tujuan Pembelajaran.....	86
B. Uraian Materi.....	86
C. Soal Latihan /Tugas	92
D. Daftar Pustaka	94
PERTEMUAN 9	95
METODE TRANSPORTASI (LANJUTAN) LEAST COST	95
A. Tujuan Pembelajaran.....	95
B. Uraian Materi.....	95
C. Soal Latihan/Tugas	99
D. Daftar Pustaka	100
PERTEMUAN 10	101
METODE TRANSPOTASI (VAM)	101
A. Tujuan Pembelajaran.....	101
B. Uraian Materi.....	101

C. Soal Latihan /Tugas	105
D. Daftar Pustaka	107
PERTEMUAN 11.....	108
METODE TRANSPOTASI (MODI)	108
A. Tujuan Pembelajaran.....	108
B. Uraian Materi.....	108
C. Soal Latihan/Tugas	113
D. Daftar Pustaka	114
PERTEMUAN 12.....	115
METODE TRANSPOTASI STEPPING STONE	115
A. Tujuan Pembelajaran.....	115
B. Uraian Materi.....	115
C. Soal Latihan/ Tugas	119
D. Daftar Pustaka	121
PERTEMUAN 13.....	122
MANAJAMEN PROYEK (PENDAHULUAN)	122
A. Tujuan Pembelajaran.....	122
B. Uraian Materi.....	122
C. Soal Latihan/Tugas	137
D. Daftar Pustaka	139
PERTEMUAN 14.....	140
MANAJAMEN PROYEK (FORWARD PASS)	140
A. Tujuan Pembelajaran.....	140
B. Uraian Materi.....	140
C. Soal Latihan/Tugas	147
D. Daftar Pustaka	150
PERTEMUAN 15.....	151
MANAJAMEN PROYEK (BACKWARD PASS)	151
A. Tujuan Pembelajaran.....	151
B. Uraian Materi.....	151
C. Soal Latihan/Tugas	159
D. Daftar Pustaka	162
PERTEMUAN 16.....	163
METODE PENUGASAN (FUNGSI MINIMUM)	163
A. Tujuan Pembelajaran.....	163

B. Uraian Materi	163
C. Soal Latihan/Tugas	178
D. Daftar Pustaka	179
PERTEMUAN 17	180
METODE PENUGASAN (FUNGSI MAKSIMUM)	180
A. Tujuan Pembelajaran	180
B. Uraian Materi	180
C. Soal Latihan/Tugas	189
D. Daftar Pustaka	190
PERTEMUAN 18	191
TEORI KEPUTUSAN	191
A. Tujuan Pembelajaran	191
B. Uraian Materi	191
C. Soal Latihan/Tugas	201
D. Daftar Pustaka	202
GLOSARIUM	203
DAFTAR PUSTAKA	204

PERTEMUAN 1

LINEAR PROGRAMMING (PENDAHULUAN)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi dalam pertemuan 1, mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian Linier Programing
2. Memformulasikan permasalahan LINEAR PROGRAMMING ke dalam model matematika

B. Uraian Materi

1. Sejarah Riset operasi

Riset Operasi tidak terlepas dari dengan perang dunia II, Dengan perang timbul suatu keinginan untuk menempatkan sumber daya yang terbatas pada tiap bagian bagian masing masing elemen dalam kegiatan – kegiatannya sehingga semua menjadi efektif. Dengan demikian para pemimpin perang meminta masukan dan ide para ilmuwan untuk dapat memecahkan permasalahan dengan pendekatan ilmiah secara startegis

Dalam buku Andi Wijawa (2012) mengemukakan bahwa “pada tahun 1940, riset operasi digunakan oleh McClosky dan Tretthen dari Inggris. Mereka mendapatkan tugas untuk menemukan suatu alat baru agar dapat mendeteksi kegiatan musuh. Mulai saat itu ditemukanlah suatu alat yang dapat melakukan pendeteksian yaitu radar. Langkah selanjutnya mereka melakukan penelitian penelitian lebih lanjut pada bidang operasi militer. Setelah Amerika Serikat terlibat dalam perang dunia pada tahun 1942-1943 dibentuk divisi analisis. Divisi ini mengevaluasi setiap kegiatan kegiatan operasi dari setiap angkatan”

Keberhasilan di bidang militer sesudah perang dunia II menarik perhatian bagi dunia bukan militer. Pada Tahun 1947 George Dantzig mengembangkan teknik Riset Operasi salah satunya, khususnya para industriawan. Para ilmuwan berusaha mempelajari lebih luas teknik teknik yang ada untuk kegiatan operasional perusahaannya, sehingga permasalahan yang dihadapi terselesaikan dengan menggunakan model riset operasi, antara lain penggunaan metode *Linear Program* untuk penyelesaian masalah yang berkendala.

2. Manfaat Riset Operasi

Masalah industri yang penyelesaiannya dapat dianalisa dengan menggunakan Riset Operasi (Jong Jek Siang, 2011) antara lain untuk:

- a. Keuangan dapat digunakan untuk manajemen cash Flow,
- b. Purchasing dapat digunakan untuk penentuan kuantitas dan waktu pembelian,
- c. Planning dapat digunakan untuk penentuan kombinasi produk
- d. Distribusi dapat digunakan untuk Logistik dan sistem distribusi,
- e. Manajemen Konstruksi dapat digunakan untuk Pengaturan proyek,

3. Pengertian Riset operasi

Dalam buku Andi Wijaya (2012) “Menurut *Operation Research Society of Great Britain*, *Operation Research* adalah penerapan metode ilmiah dalam masalah yang kompleks dan suatu pengelolaan system manajemen yang besar baik yang menyangkut manusia, mesin, bahan dan uang dalam industry bisnis, pemerintah dan pertahanan.. Pendekatan ini menggabungkan dan menerapkan metode ilmiah yang sangat kompleks dalam suatu pengelolaan manajemen dengan menggunakan factor factor produksi yang ada dan digunakan secara efisien dan efektif untuk membantu pengambilan keputusan dalam kebijakan perusahaan”

Sehingga dapat disimpulkan bahwa Riset operasi adalah usaha yang berkaitan dengan pengambilan keputusan berbentuk ilmiah dengan cara menentukan suatu model yang sesuai dalam menjalankan suatu system yang melalui alokasi sumber daya yang terbatas untuk mendapatkan hasil yang optimum.

4. Model model dalam riset operasi

Model adalah bentuk penyederhanaan dalam berbagai macam permasalahan .Ada beberapa klasifikasi dalam riset operasi yaitu:

a. Model Iconoc (*Psychiical*)

Adalah suatu model yang bentuk penyajiannya berupa fisik seperti alat tulis, dan kursi dan sebagainya. Bentuk ini dapat dilihat langsung (observation), di raba, di jelaskan akan tetapi sulit untuk di manipulasi.

b. Model Analog

Adalah mempunyai kelebihan dari model Iconoc, dimana dalam model ini bisa di analogikan melalui ketentuan yang ada, misalnya jam dinding dengan jarum jam yang pendek adalah menunjukkan jam, jarum panjang menunjukkan waktu menit dan jarum kecil yang bergerak terus menunjukkan

detik.

c. Model Matematik

Adalah model dengan symbol matematik yang terdiri dari dua model matematika, yaitu model *deterministic* (tentang keadaan pasti, yaitu $4 + 4 = 8$) dan pobablistik (tentang keadaan yang belum tentu terjadi seperti apakah besok hari terik atau panas ?)

5. Tahapan tahapan dalam riset operasi

Menurut Andi Wijaya (2012) Terdapat lima tahapan dalam riset operasi

a. Merumuskan masalah

Yaitu menggambarkan perumusan yang sedang dihadapi perusahaan. Dalam perumusan masalah ditentukan variabel keputusan (apa yang dapat dikendalikan perusahaan melalui sumber daya yang ada) tujuan (menentukan tujuan dari variabel keputusan yang ada , apakah akan memaksimumkan laba, meminimumkan biaya dan lain lain) fungsi kendala (batasan – batasan yang dihadapi perusahaan untuk mencapai tujuan tersebut, misalnya mesin, tenaga kerja, bahan baku dan lain lain)

b. Membentuk model matematis

Dari permasalahan yang ada dibuat dalam model matematis untuk membuat permasalahan lebih jelas dan dimengerti dalam mengetahui hubungan yag saling terkait

c. Mencari penyelesaian masalah

Dari alat analisis yang ada, pada riset operasi dipilih alat mana yang di gunakan untuk memecahkan masalah tersebut

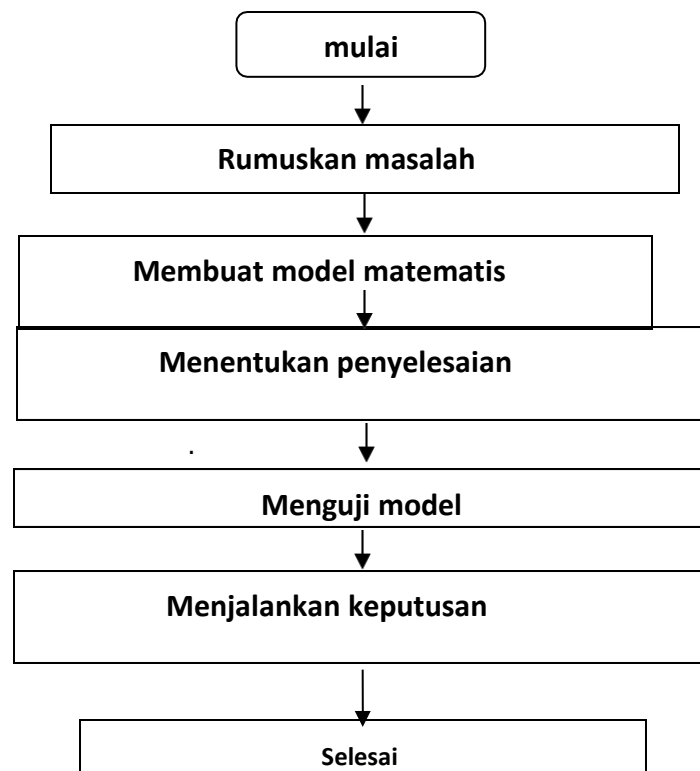
d. Menguji (*validasi*) model

Merupakan proses pengecekan apakah model tersebut telah mencerminkan dari apa yang diwakili. Model ini digunakan sebagai dasar pengujian validitas dengan membandiingkan hasil masa lampau degan hasil masa kini dan harus menghasilkan hasil yang sama.

e. Melaksanakan keputusan

Adalah langkah menjalnlkan keputusan sesuai dengan apa yang telah di buat pembuat keputusan.Langkah ini sangat penting karena pelaksanaan keputusan memberikan kepastian bahwa permasalahan dapat diselesaikan dengan baik dan juga memperbaiki kekurangan kekurangan yang ada.

Tahapan tersebut di digambarkan seperti di bawah ini



Gambar 1.1, Alur pengambilan keputusan

6. Pengertian program linier

Menurut Hamdi A Taha (1996) sebuah alat deterministic, yang berarti bahwa semua parameter model diasumsikan diketahui dengan pasti. Artinya program linier merupakan sebuah alat pengambilan keputusan baik dari sudut pandang formulasi maupun pemecahan masalah yang dihadapi dengan membuat rencana kegiatan untuk memperoleh hasil yang optimal. Optimal artinya mendapat nilai maksimum (untuk keuntungan, jumlah produk dan lainnya) atau minimasi (biaya, tenaga kerja dan lainnya) .

Dalam *Linier programming* dikenal dua macam fungsi (Andi wijaya 2012)

a. Fungsi tujuan

Yaitu menggambarkan apa yang ingin di capai perusahaan dengan menggunakan sumber daya yang ada, fungsi tujuan digambarkan dalam bentuk maksimasi (misalnya untuk laba, penerimaan , produksi dan lain lain atau minimasi (misalnya untuk biaya) biasanya dinyatakan dalam notasi Z

b. Fungsi Kendala

Yaitu menggambarkan kendala-kendala yang dihadapi perusahaan dalam kaitannya dengan pencapaian tujuan tersebut, misalnya mesin, tenaga kerja dan lain-lain. Untuk kasus program linier kendala yang dihadapi berjumlah lebih dari satu kendala

1) Bentuk umum tabel Program linier

Tabel 1.1. Tabel data untuk model program linier

Aktivitas sumber	Penggunaan sumber/unit				Banyaknya sumber yang dapat digunakan
	1	2	...	n	
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2
	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m
Δz / Unit	c_1	c_2	...	c_n	
Tingkat	x_1	x_2	...	x_n	

2) Bentuk Matematis

Bentuk matematis dalam bentuk maksimum dan minimum terjadi perbedaan pada tanda batasannya. Untuk maksimasi kendala digambarkan pertidaksamaan $\leq$, (kurang dari) sedangkan untuk minimasi digambarkan dalam bentuk

Maksimumkan $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$
 pertidaksamaan $\geq$ (lebih dari)

Berdasarkan pembatas:

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

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

.

.

.

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

Dan

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0,$$

$$\text{Minimumkan } z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n$$

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

.

.

.

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

7. Memformulasikan permasalahan Linier Programing dalam model

a. Contoh Kasus 1 Masalah Produksi Maksimum

Pada suatu pabrik akan menentukan besarnya masing-masing dari jenis produk yang dihasilkan, dengan sumber daya yang terbatas, agar pabrik/perusahaan mendapatkan keuntungan maksimum. Dari data yang diperoleh diketahui besarnya kebutuhan buruh dan bahan mentah serta keuntungan yang dihasilkan adalah

Tabel 1.1 Contoh Kasus 1 Linear Programming

Barang	Jumlah sumber Daya		Laba (Rp/Unit)
	Tenaga kerja	Bahan baku	
Sabun mandi	10	8	6
Sampo	4	12	10
Pasta gigi	8	6	4

Selanjutnya dibutuhkan waktu dalam proses tersebut selama 480 jam, total bahan mentah yang tersedia sebanyak 800 Kg. Untuk itu perusahaan ingin menyusun formulasi yang tepat dalam memproduksi yaitu berapa jumlah produk sabun mandi, sampo dan pasta gigi harus diproduksi sehingga mendapatkan laba maksimum.

1) Variabel Keputusan

Pada kasus ini terdapat tiga jenis produk yaitu Sabun mandi, sabun dan pasta gigi, yang harus diproduksi. Jumlah masing masing produk dapat dirumuskan :

X_1 = Sabun mandi X_2 = Sampo

X_3 = Pasta gigi

2) Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan untuk memaksimumkan keuntungan, dimana keuntungan adalah jumlah keuntungan dari masing-masing produk dikali dengan jumlah dari unit produk yang dihasilkan atau yang diproduksi.. Sehingga keuntungan total Z , dapat ditulis :

$$Z = 6 X_1 + 10 X_2 + 4X_3$$

3) Fungsi Batasan

Pada kasus ini fungsi kendalanya yaitu keterbatasan dari jumlah tenaga kerja dan bahan baku dimana untuk sabun mandi, waktu yang dibutuhkan untuk produksi tiap unit adalah 10 jam dapat ditulis menjadi **10 X_1** jam produk sampo proses pembuatannya **4 X_2** jam tenaga kerja, dan pasta gigi adalah **8 X_3** jam, dimana persediaan waktu dari tenaga kerja 480 jam. Model matematikanya adalah:

$$10 X_1 + 4 X_2 + 8X_3 = 480$$

Fungsi kendala untuk bahan baku , yaitu untuk produk masing masing produk berturut turut sabun mandi , sampo dan pasta gigi adalah memerlukan 8 kg ,12 kg dan 6 kg/ unitnya. Sedangkan bahan yang tersedia adalah jumlahnya 800 kg , dirumuskan :

$$8 X_1 + 12 X_2 + 6X_3 = 800$$

Masing-masing variabel harus dibatasi yaitu nilai harus positif, dimana dalam menghasilkan produk hal yang tidak mungkin dalam umlah negatif. Fungsi kendala ini disebut kendala *non negativity constraints* dan di rumuskan :

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0 \text{ atau } X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Lalu timbul suatu pertanyaan yaitu saat kendala dituliskan dengan tanda pertidak-samaan ($\leq$), kenapa tidak persamaan ($=$).Yaitu diartikan seluruh sumber daya dihabiskan, dan untuk pertidak samaan diartikan pemakaian kapasitas secara keseluruhan bisa juga tidak dihabiskan. Dimana pada kasus tertentu dimana suatu solusi ada kapasitas sumber daya yang tak dihabiskan akan memberikan solusi yang lebih baik, yang berarti keuntungan lebih besar, dari pada penggunaan seluruh sumber

daya. Jadi, pertidaksamaan menunjukkan keluwesan. Dari masalah diatas, formulasi LP secara lengkap dapat ditulis

Memaksimumkan $Z = 6 X_1 + 10 X_2 + 4X_3$

Dengan ketentuan **$10 X_1 + 4 X_2 + 5X_3 = 480$**

$8 X_1 + 12 X_2 + 6X_3 = 800$

$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0$ atau $X_1, X_2, X_3 \geq 0$

b. Contoh 2 Makanan Minimum

Untuk menjaga badan tetap sehat dan stabil, Seorang nenek harus memenuhi kebutuhan makanan sehari harinya tapi dengan biaya yang minimum, Untuk itu nenek tersebut dalam menjaga bobot yang sesuai dari kebutuhan beberapa jenis makanan yaitu nasi, ikan dan sayuran yang kandungan gizi antara lain protein karbohidrat dan lemak . Hrga masing masing jenis makanan dan kebutuhan akan zat-zat makanan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 1.2 Contoh Kasus 2 Linear Programming

Kandungan	Makanan			Kebutuhan Minimum
	Nasi	Ikan	Sayur	
Karbohidrat	5	1	0	8
Protein	2	2	1	12
Lemak	1	5	4	22
Biaya/Unit	0,5	0,8	0.6	

Yang ingin diketahui yaitu susunan makanan nasi, ikan dan sayur sehingga dapat memenuhi kebutuhan setiap hari tapi mengeluarkan biaya yang minimum .

1) Variabel Keputusan

Pada kasus tersebut diatas terdapat tiga variabel :

X_1 = nasi

X_2 = ikan

X_3 = sayur

2) Membuat fungsi Tujuan

Fungsi tujuan pada kasus ini yaitu untuk mendapatkan biaya minimum dari biaya total makanan setiap hari tapi kebutuhan gizi tetap

terpenuhi.

Dapat di rumuskan

$$Z = 0,5 X_1 + 0,8 X_2 + 0,6 X_3$$

3) Fungsi Batasan

Fungsi kendala adalah kebutuhan minimum akan zat-zat makanan perhari yang telah ditentukan . Kendala gizi karbohidrat ditulis :

$$5 X_1 + X_2 \geq 8 \text{ (karbohidrad)}$$

$5 X_1$ = kandungan karbohidrad dari Nasi X_2 = kandungan karbohidrad dari ikan

$0 X_3$ = kandungan karbohidrad dari sayur

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0 \text{ atau } X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Tanda batasan “ $\geq$ ” dalam kasus ini diartikan adalah kebutuhan minimum karbohidrat yang diperlukan. Artinya kebutuhan akan karbohitrat paling sedikit adalah 8 kalori untuk protein dan lemak fungsi kendalanya juga dapat dirumuskan yaitu :

$$2 X_1 + 2 X_2 + X_3 \geq 12 \text{ (Protein)}$$

$$X_1 + 5 X_2 + 4 X_3 \geq 22 \text{ (lemak)}$$

Masalah LP secara lengkap dapat ditulis

$$\begin{array}{ll} \text{Minimumkan} & Z = 0,5 X_1 + 0,8 X_2 + 0,6 X_3 \\ \text{Dengan syarat} & \begin{array}{ll} 5 X_1 + X_2 & \geq 8 \\ 2 X_1 + 2 X_2 + X_3 & \geq 10 \\ X_1 + 5 X_2 + 4 X_3 & \geq 22 \\ X_1, X_2, X_3 & \geq 0 \end{array} \end{array}$$

c. Contoh 3 Kombinasi produksi

Tabel 1.3 Contoh Kasus 3 Linear Programming

Sumber daya	Prod.1	Prod.2	Sumber daya Yang tersedia
Bahan mentah	1	2	10
Buruh	6	6	36
Keuntungan/unit	4	5	

Dari data diatas diketahui keuntungan produk 1 adalah 4 /unit begitu juga untuk produk II adalah 5/ unit. Rumus dan untuk produk II diproduksi tidak melebihi 4 unit.,rumus matematikanya adalah :

$$\begin{array}{ll}
 \text{Maksimumkan} & Z = 4 X_1 + 5 X_2 \\
 \text{Dengan syarat} & X_1 + 2 X_2 \leq 10 \\
 & 6 X_1 + 6 X_2 \leq 36 \\
 & X_1 \leq 4 \\
 & X_1, X_2 \geq 0
 \end{array}$$

Masing masing persamaan dapat digambarkan dengan mengandaikan variabel X atau Y = 0

Contoh

Kendala

$$X_1 + 2 X_2 = 10,$$

jika $X_1 = 0$,

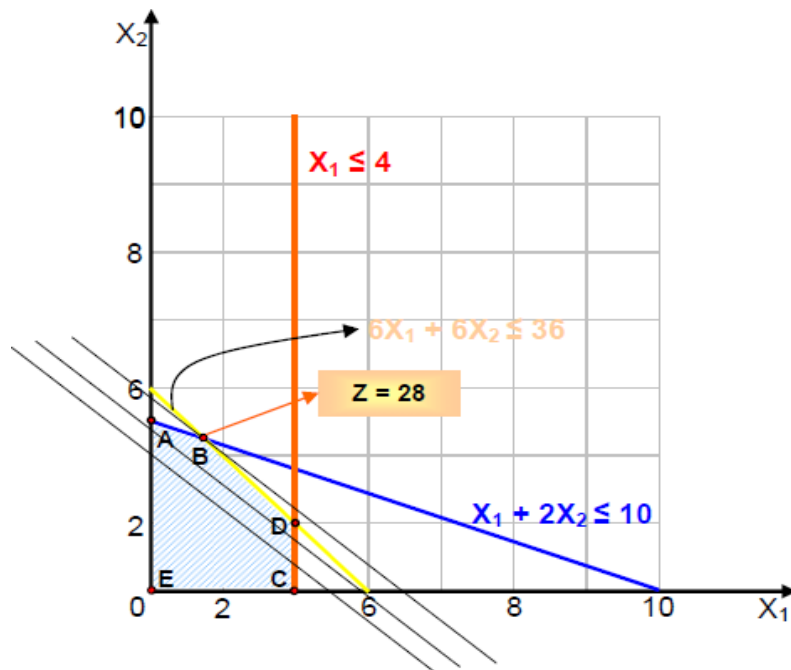
maka

$$0 + 2 X_2 = 10$$

Sehingga $X_2 = 5$. Titik koordinatnya adalah (0,5)

Untuk fungsi yang sama jika $X_2 = 0$,

$X_1 + 2(0) = 10$ maka $X_1 = 10$. Titik koordinatnya (10,0)} lalu di gambarkan sebagai berikut.



Gambar 1.1 Grafik Contoh Kasus 3 Linear Programming

C. Soal Latihan/ Tugas

1. Terdapat bangunan tempat penyimpanan peti kemas seluas 1.750 m². Untuk peti kemas kecil membutuhkan lahan sekitar 5 m² sedangkan peti kemas besar 18 m². Kapasitas maksimum hanya 210 peti kemas. Biaya penyimpanan peti kemas kecil Rp 8.500,00/hari dan peti kemas besar Rp 10.500,00/hari.

Buatlah Model Program linier untuk persoalan diatas ?

2. Pak Ali dalam memproduksi di perusahaannya membutuhkan 20 jenis kayu dan 30 jenis rotan per minggu. Proses produksii setiap kursi memerlukan 2 jenis kayu dan 2 rotan ,pada proses pembuatan meja memerlukan 3 jenis kayu dan 4 jenis rotan. Hasil kursi akan terjual sebesar Rp 500.000,00 per unit dan meja terjual Rp 600.000,00 per unit,

Buatlah Model program linier untuk persoalan diatas ?

3. Seorang pedagang kue menjual kue bolu dan kue coklat. Harga pembelian untuk satu bahan kue bolu Rp2.000,00 dan satubahan kuecoklat Rp5000,00. Dengan modal Rp500.000,00 dan isi etalase tidak lebih 500 biji. Jika pkue bolu laku Rp3.00,00/potong dan bakwan Rp800,00/potong,

Buatlah Model Program Linier untuk persoalan diatas ?

4. Ibu Lily dalam memproduksi dua jenis pakaian, memiliki persediaan bahan sutra 42 meter, dan 35 meter bahan wol. Bahan yang tersedia tersebut bu Lili akan

merrancang 2 jenis paka yaitu kebaya dan gamis untuk dipasarkan. Pada proses pembuatan pakaian kebaya memerlukan 2 meter kain sutra dan 1 meter bahan wol, sedangkan pakaian gamis memerlukan 1 meter bahan sutra dan 3 meter bahan wol. Jika kedua pakaian tersebut terjual pakaian kebaya akan laku dengan keuntungan Rp. 500.000,00/ potong, dan pakaian gamis dapat keuntungan Rp. 700.000,00/ potong.

Buatlah Model Linear Programming untuk persoalan diatas ?

5. Terdapat dua buah mesin yaitu mesin pemotongan dan mesin menghaluskan untuk memproduksi dua jenis barang yaitu kusen pintu dan kusen jendela. Setiap membuat barang kusen pintu diperlukan 6 jam pada mesin pemotongan dan 4 jam mesin penghalus, sedangkan untuk kusen jendela diperlukan 4 jam mesin pemotongan dan 8 jam kerja mesin penghalusan. Lama bekerja dari kedua mesin tidak lebih dari 36 jam. Jika setiap hari kedua mesin dapat menghasilkan x kusen pintu dan y kusen jendela, rumuskanlah

Buatlah Model Linear Programming untuk persoalan diatas ?

6. Ibu Tuti sebagai pembuat dua jenis minuman yaitu jus dan *punch* untuk produk tersebut ibu Tuti menyiapkan antara lain 2 kg buah apel dan 5 kg melon. Untuk membuat segelas jus dibutuhkan 20 gram apel dan 40 gram melon, sedangkan untuk membuat segelas *punch* dibutuhkan 25 gram apel dan 40 gram melon. Jika segelas jus dijual dengan harga Rp. 10.000,00 dan segelas *punch* dijual dengan harga Rp. 15.000,00.

Buatlah Model Linear Programming untuk persoalan diatas ?

D. Daftar Pustaka

- Siang, Jong Jek.2011.*Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. edisi 2
Jogjakarta: Andi Offset.
- Taha, Hamdy A. 1996. *Riset Operasi*. Tangerang :terjemahan: Binarupa Aksara.
- Wijaya, Andi.2012. *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta : Mitra Wacana Media.Zusi,

PERTEMUAN 2

LINEAR PROGRAMMING (METODE GRAFIK) FUNGSI TUJUAN MAKSIMUM

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi dalam pertemuan 2, mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian Linier Programing metode Grafik (maksimum)
2. Menggambarkan fungsi kendala dan tujuan pada grafik dan menentukan solusi optimal (maksimum)

B. Uraian Materi

1. Pengertian Linier Programing Metode Grafik

Setiap perusahaan atau organisasi memiliki keterbatasan atas sumber dayanya, baik keterbatasan dalam jumlah bahan baku, mesin dan peralatan, ruang tenaga kerja, jam kerja, maupun modal. Dengan keterbatasan ini, perusahaan perlu merencanakan strategi yang dapat mengoptimalkan hasil yang ingin dicapai, baik itu berupa keuntungan maksimal atau biaya minimal. Berbagai cara lain telah ditemukan untuk tujuan itu, salah satu diantaranya pemrograman linear (Eddy,2008).

Program linear merupakan cara untuk menyelesaikan masalah tentang bagaimana cara menempatkan sumberdaya yang tersedia dengan terbatas dengan tujuan mendapatkan nilai optimumi, artinya memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan. Program linear telh banyak diterapkan pada sistim ekonomi, industri, sosial dan lain-lainnya misalnya periklanan, industri manufaktur (penyediaan sumberdaya manusia ,jumlah produksi dan penggunaan mesin), distribusi dan transportasi, serta perbankan (portofolio investasi).

Melalui program linier kita dapat membuat formulasi dengan menggunakan model matematis dari kasusus kasus pengadaan sumber-sumber pada aktivitas-aktivitas seperti dibawah ini:

$$\text{Maksimum } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X$$

Berdasarkan pembatas:

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

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

.

.

.

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

Dan

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0,$$

(Tugas disini adalah menentukan nilai nilai $x_1, x_2, \dots, x_n$). model ini disebut bentuk standar persoalan program linier

2. Program Linier dengan metode Grafik

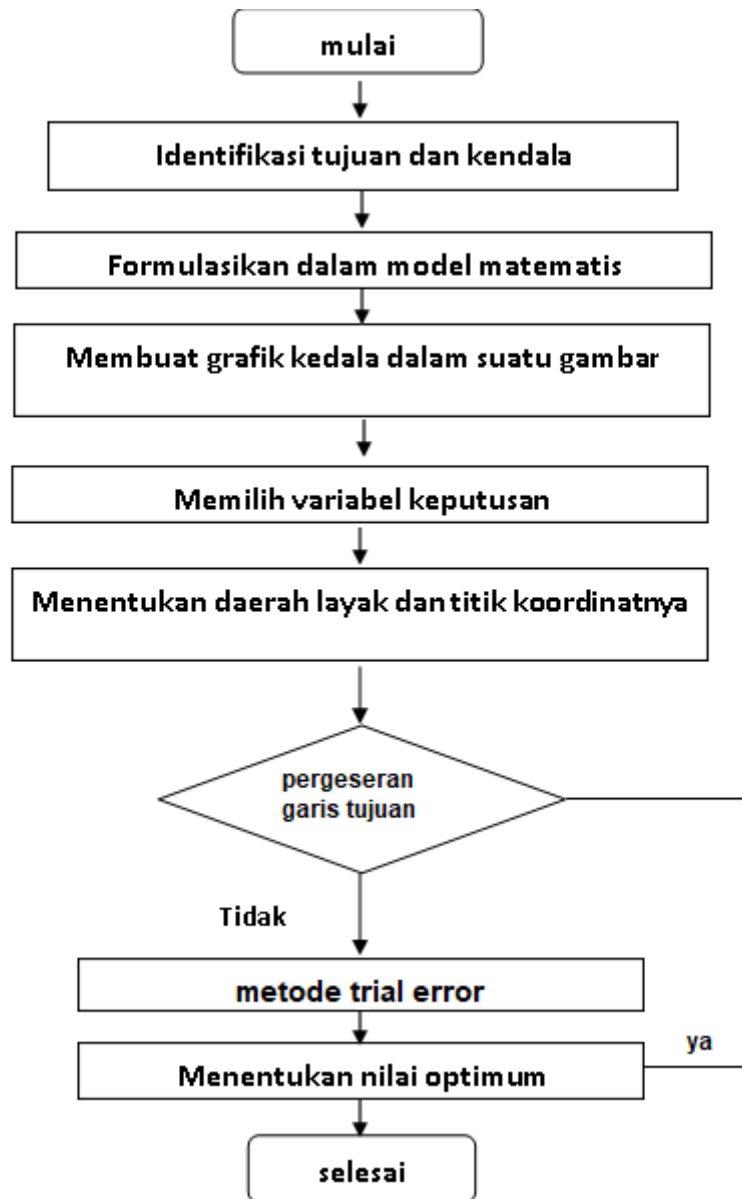
Metode grafik adalah metode yang dapat digunakan dalam menentukan solusi permasalahan dalam *Linier programming*. Metode ini sesuai dengan namanya adalah dengan grafik untuk penentuan keputusan. Disini seluruh fungsi kendala digambarkan dalam grafik kemudian keputusan diambil melalui perhitungan dari fungsi yang digambarkan dalam grafik tersebut . Metode grafik pemakaian adalah terbatas yaitu hanya untuk dua variabel keputusan, jika terdapat lebih dari dua variabel keputusan maka metode grafik tidak dapat digunakan tetapi dapat diselesaikan dengan metode Simplek

3. Langkah langkah pengerjaan metode grafik

Menurut Andi Wijaya (2012) Terdapat 7 (tujuh) langkah dalam pemecahan masalah grafik, yaitu:

- Mengidentifikasi variabel keputusan dan menformulasikan dalam simbol matematis
- Mengidentifikasi tujuan yang akan dicapai dan kendala-kendala yang terjadi
- Memformulasikan tujuan dan kendala ke dalam fungsi model matematis
- Membuat grafik untuk kendala-kendala yang ada dalam satu bagian. Untuk membuat grafik fungsi kendala yang berbentuk pertidaksamaan ($\leq$ dan $\geq$) diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk persamaan ($=$)

- e. Menentukan feasible area (area layak) pada grafik tersebut. Area layak dapat dilihat dari pertidaksamaan pada kendala. Apabila kendala berbentuk $\leq$, maka daerah arsiran/layak terjadi pada bagian kiri/bawah/kiri bawah, tetapi apabila bentuk pertidaksamaan $\geq$, maka pengarsiran dilakukan ke kanan/atas/kanan atas. Apabila bentuk persamaan ($=$), maka daerah layak terjadi di sepanjang grafik/garis tersebut
- f. Menentukan titik-titik variabel keputusan pada area tersebut
- g. Memilih variabel keputusan dari titik tersebut Untuk memilih variabel keputusan dapat menggunakan dua pendekatan:
 - 1) Pergeseran garis tujuan, yaitu dengan membuat sembarang nilai tujuan (Z) dan membuat garis tujuan dari nilai tersebut kemudian dilakukan pergeseran. Untuk masalah maksimasi, pergeseran dilakukan dengan memilih titik terjauh dari titik origin, sedangkan untuk masalah minimasi dipilih titik terdekat dari titik origin
 - 2) Metode trial eror, yaitu dengan melakukan perhitungan terhadap keseluruhan titik-titik variabel keputusan pada area layak kemudian dipilih hasil yang optimum (untuk maksimasi dipilih hasil tertinggi, untuk minimasi dipilih hasil terendah). Bisa di lihat seperti gambar alir di bawah ini ini



Gambar 2.1 .Alur Metode Grafik

4. Menggambarkan fungsi kendala dan tujuan pada sumbu koordinat XY dan mampu menentukan solusi optimal (maksimal

Contoh Kasus

Masalah dalam pengambilan keputusan yang sering dihadapi para manajer adalah pengalokasian yang optimum dari sumber daya dan teknologi. Tugas analisis atau para manajer adalah mencapai hasil terbaik dengan keterbatasan sumber daya tersebut. Setelah masalah diidentifikasi, tujuan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah formulasi model matematika.

Contoh Kasus

- a. Pemilik perusahaan mebel, pak Rudi akan memproduksi meja dan kursi, yang diproses melalui pemotongan dan penghalusan. Proses pemotongan menghabiskan waktu 120 jam pengerjaan, untuk proses penghalusan hanya 96 jam. Waktu yang diperlukan dalam proses pembuatan meja adalah 8 jam sedangkan proses penghalusan waktunya 4 jam. Untuk pembuatan kursi saat proses pemotongan butuh waktu 2 jam dan saat penghalusan butuh 4 jam. Keuntungan jika meja terjual \$8 dan keuntungan untuk kursi \$6.

Pemecahan :

Tujuannya yaitu menentukan susunan yang memberikan keputusan yang terbaik yaitu berapa seharusnya meja dan kursi yang harus diproduksi dan dijual untuk mencapai laba maksimum.

Terdapat dua fungsi (fungsi kendala) yaitu waktu yang ada untuk proses pemotongan waktu untuk proses penghalusan.

Tabel 2.2 Contoh Kasus 1 LP Metode Grafik:

pekerjaan	waktu		Total jam
	Meja (M)	Kursi (K)	
Pemotogan	8	2	120
penghalusan	4	4	96
Laba/unit	8	6	

Langkah 1 (identifikasi tujuan dan kendala)

- 1) Langkah awal memformulasikan data tersebut kedalam model matematika yaitu memaksimalkan Fungsi Tujuan (yaitu hasil penjualan).

$8M = \text{sumbangan laba dari meja}$ $6K = \text{sumbangan laba dari kursi}$ Fungsi

Tujuan : $Z = 8M + 6K$

- 2) Dalam proses pembuatan meja dan kursi tidak boleh melebihi total waktu yang sudah ditentukan bagi kedua fungsi yaitu fungsi Kendala :

Pemotongan : $8M + 4K \leq 120$

- 3) Penghalusan : $4M + 8K \leq 96$

Langkah 2. (Formulasikan dalam model matematis)

- 1) Untuk produk meja dan kursi harus positif artinya untuk meja dan kursi

harus lebih besar dari 0 ($M \geq 0$ dan $K \geq 0$).

2) Permasalahan selanjutnya dirumuskan sebagai berikut :

Maksimumkan : (Fungsi Tujuan) yaitu : $Z = 8M + 6K$

Dibatasi Oleh : Kendala) yaitu:

$$8M + 4K \leq 120$$

$$4M + 8K \leq 96$$

Dimana $M \geq 0$ dan $K \geq 0$

Langkah 3. (Membuat grafik kendala)

Gambarkan fungsi batasan-batasan tersebut dalam sebuah grafik, meja pada sumbu (X) horizontal dan kursi pada sumbu (Y) vertical. Yaitu dengan mengumpamakan masing masing salah satu produk = 0 yaitu:

1) Untuk fungsi kendala $8M + 4K \leq 120$

Jika $M = 0$ (tidak ada waktu tersedia untuk proses pemotongan pada Meja)

$$\text{Maka } 8 \times 0 + 4K = 120$$

$$4K = 120$$

$$K = 30 \quad (0, 30)$$

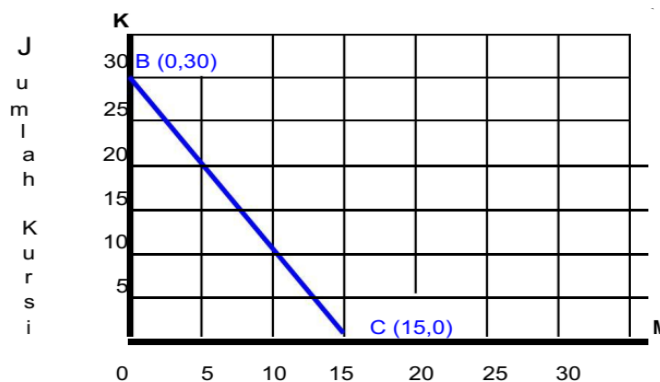
$$8M + 4K \leq 120$$

Jika $K = 0$ (tidak ada waktu tersedia untuk proses pemotongan pada Kursi)

$$\text{Maka } 8M + 4 \times 0 = 120$$

$$8M = 120$$

$$M = 15 \quad (15, 0)$$



Gambar 2.1 Grafik 1 Contoh Kasus 1. LP Metode Grafik

2) Untuk fungsi kendala $4M + 8K \leq 96$

Jika $M = 0$ (tidak ada waktu tersedia untuk proses penghalusan meja)

$$\text{Maka } 4 \times 0 + 8K = 48$$

$$8K = 96$$

$$K = (0, 12)$$

$$4M + 8K \leq 96$$

Jika $K = 0$ (tidak ada waktu tersedia untuk proses penghalusan kursi) Maka

$$4M + 8 \times 0 = 96$$

$$4M = 96$$

$$M = 24$$

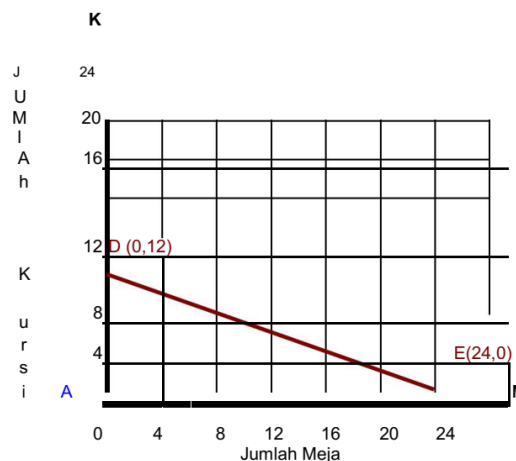
$$M = (24, 0)$$

atau bias juga menentukan titik tersebut dengan tabel sebagai berikut:

(Mencari titik koordinat dengan table)

4 M + 8K = 96		
M	0	24
K	12	0

Titiknya adalah (0,12) dan (24,0) dan grafiknya adalah sebagai berikut

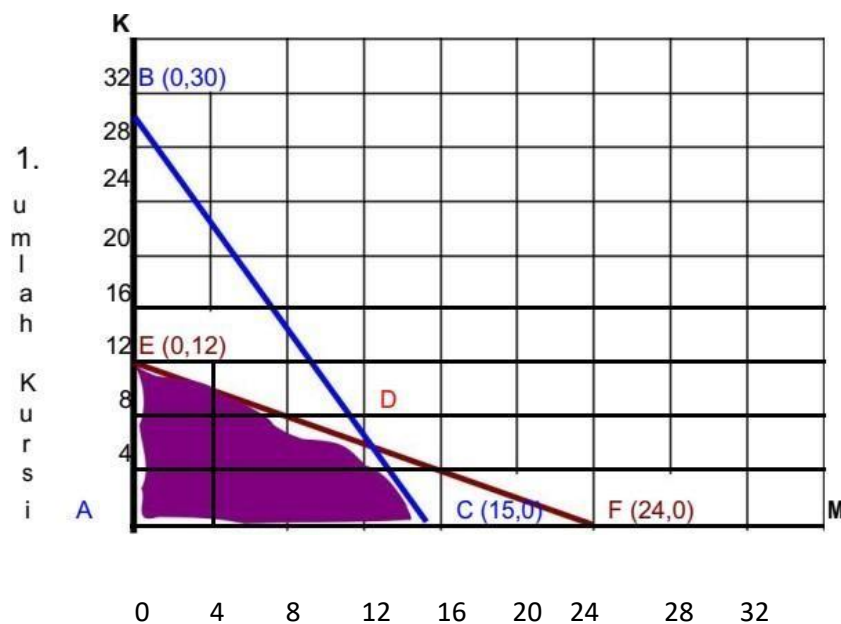


Gambar 2.2 Grafik 2 Contoh Kasus 1 LP Metode Grafik

Langkah 4 (Menentukan daerah layak dan titik koordinatnya)

Adalah dengan menyatukan antara gambar 1 dan gambar 2 diatas serta menentukan daerah arsiran sebagai titik alternatif yang layak dalam upaya menentukan jumlah yang pas dalam memproduksi antara meja dan kursi dengan tujuan mendapatkan hasil yang optimum dalam hal ini keuntungan yang maksimum

Penyajian grafik batasan persoalan



Gambar 2.3 Grafik 3 Contoh Kasus 1 LP Metode

Grafik Kombinasi meja dan kursi (kombinasi dua fungsi) bisa kita lihat pada gambar 2.3 di atas yang berada dalam AEDC sebagai pemecahan masalah yang memungkinkan yaitu bagian yang diarsir (*feasible solutions*), kombinasi di luar AEDC atau diluar arsiran bukan merupakan solusi optimumnya

Langkah 5 (memilih variable keputusan)

Menetapkan titik, yaitu ada tiga titik koordinat yang layak yaitu titik CDE, maka semua titik di bidang arsiran AEDC akan diketahui. yaitu

- 1) Titik C = (15,0)
- 2) Titik D = (?)
- 3) Titik E = (0,12)

Untuk mengetahui titik D? adalah sebagai berikut:

- 1) Membaca gambar grafik secara cermat untuk menentukan besarnya titik D, dengan mengetahui fungsi/persamaan apa saja yg berpotongan pada titik D tersebut
- 2) Membaca persamaan dua garis berpotongan titik D. Didapat persamaannya adalah :

$$8M + 8K = 120$$

$$4M + 8K = 96$$

Untuk memecahkan dua persamaan secara bersamaan dengan tujuan

untuk mengetahui titik potongnya maka dilakukan dengan system persamaan linier yaitu dengan metode eliminasi. Metode eliminasi adalah salah satu metode dalam menentukan variabel dengan cara menghilangkan salah satu variabel lainnya

Untuk dapat menghilangkan salah satu variabel yaitu dengan menyamakan terlebih dahulu dengancara mengalikan masing masing persamaan sebagai berikut:

$$\begin{array}{rclclcl}
 2 (8M + 4K = 120) & = & 16M & + & 8K & = & 240 \\
 1 (4M+8K = 96) & = & 4M & + & 8K & = & 96 \\
 \hline
 & & 12M & & & = & 144 \\
 & & M & & & = & 12
 \end{array}$$

Selanjutnya, substitusikan $M = 12$ untuk dalam persamaan lainnya yaitu:.

$$4M + 8K = 96$$

$$4(12) + 8K = 96$$

$$48 + 8K = 96$$

$$8K = 48$$

$$K = 6$$

Sehingga didapat nilai Titik D (12,6)

Langkah 6 (menentukan nilai optimum)

Menentukan nilai tertinggi atau menghasilkan laba terbesar dari titik CDE yaitu sudut dari bidang arsiran dengan cara mensubstitusikan masing masing nilai titik CDE kedalam fungsi Tujuan : $Z = 8M + 6K$:

1) Titik C (15,0) sehingga $Z = 8 (15) + 6 (0) = 120$

2) Titik D (12, 6) $Z = 8 (12) + 6 (6) = 132$ (Maksimum)

3) Titik E (0 , 12) $Z = 8 (0) + 6 (12)= 72$

Kesimpulan : Perusahaan memutuskan untuk kombinasi masing masing jumlah meja dan kursi yang harus dibuat atau terjual adalah untuk meja sebanyak 12 unit dan Kursi sebanyak 6 unit dengan mendapatkan laba penjualan sebesar \$132.

Contoh Kasus 2

Untuk memformulasikan permasalahan, berikut ini adalah tentang

perusahaan geulis fashion dengan jenis produk sepatu dan sandal. Jika produk sepatu dan sandal terjual didapat keuntungan \$10 tiap pasang sepatu dan \$8,-tiap sepasang sandal

Dalam meraih keuntungan tersebut geulis fashion menghadapi kendala keterbatasan jam kerja. Untuk pengguntingan sepasang sepatu dia memerlukan 8 menit kerja. Untuk pengguntingan sepasang sandal dia membutuhkan 6 menit kerja. Untuk proses penghalusan sepasang sepatu dibutuhkan 4 menit kerja, dan untuk proses penghalusan sepasang sandal dibutuhkan 2 menit kerja. Terdapat waktu untuk proses pengguntingan sepatu dan adalah 480 menit per minggu sedangkan waktu kerja untuk proses lem adalah 200 menit per minggu. Tentukanlah banyaknya sepatu dan sandal harus di diproduksi untuk hasil optimum atau laba yang setinggi tingginya

Langkah 1(Formulasi model matematika)

Berdasarkan permasalahan diatas maka terlebih dahulu kita harus memformulasikan permasalahan linear programming tersebut kedalam model matematika, seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Contoh Kasus 2 LP Metode Grafik

Pekerjaan	Jam kerja proses 1 unit produk		Total waktu /menit
	Sepatu	Sandal	
Penggunting	8	6	480
penghalusan	4	2	200
Profit per Unit	10	8	

Tujuan proses produk adalah membuat sepatu dan sandal, maka untuk memaksimumkan keuntungan atau laba , Geulis fashion harus memastikan berapa formulasi sepatu dan sandal yang harus di buat. Maka pada soal ini yang merupakan variabel keputusan adalah sepatu (X_1) dan sandal (X_2). Dan selanjutnya merumuskannya:

1) Fungsi Tujuan

Perusahaan tentu bertujuan untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum, sehingga kita dapat menuliskan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$Z = (\$ 10 \times \text{Sepatu yang di produksi} + (\$ 8 \times \text{sandal yang di produksi})$$

Model matematikanya adalah:

$$\text{Maksimisasi } Z = \$10X_1 + \$8X_2$$

2) Fungsi kendala

Kendala pertama adalah waktu yang ada pada bagian pengguntingan Total waktu yang diperlukan untuk pengguntingan X_1 (sepatu) dibutuhkan waktu 8 menit kerja dan untuk pengguntingan X_2 (sandal) diperlukan waktu 6 menit, dimana untuk proses pengguntingan satu pasang sepatu dan satu pasang sandal waktu tersedia kurang dari 240 menit ya itu:

Fungsi kendala I :

$$8X_1 + 6X_2 \leq 480 \text{ (fungsi kendala Pengguntingan)}$$

Sama halnya pada fungsi pertama maka pada fungsi kendala kedua dalam proses penghalusan X_1 (sepatu) butuh 4 menit pengerjaan dan 2 menit proses penghalusan X_2 (sandal) dan diketahui untuk pengeleman satu unit sepatu dan sandal waktu yang tersedia adalah kurang dari 200 menit di rumuskan

Fungsi kendala II :

$$4X_1 + 2X_2 \leq 200 \text{ (Fungsi kendala proses penghalusan)}$$

Syarat dalam program linier adalah dalam berproduksi X_1 dan X_2 tidak ada jumlah negatif. Artinya bahwa $X_1 \geq 0$ (jumlah sepatu yang diproduksi adalah lebih besar atau sama dengan nol) $X_2 \geq 0$ (jumlah sandal yang diproduksi adalah lebih besar atau sama dengan nol) dirumuskan:

$$X_1 \geq 0 \text{ (kendala non negatif pertama)} \quad X_2 \geq 0 \text{ (kendala non negatif kedua)}$$

Langkah 2. (Pembuatan Fungsi Kendala kedalam Grafik)

Dalam menggambarkan fungsi ke dalam grafik, seperti yang sudah dipelajari sebelumnya adalah menentukan titik potong garis pada sumbu X dan sumbu Y. Suatu garis akan memotong salah satu sumbu apabila nilai variabel yang lain sama dengan nol. Dengan demikian kendala pertama akan memotong X_1 , pada saat $X_2 = 0$, demikian juga kendala ini akan memotong X_2 , pada saat $X_1 = 0$, dapat ditentukan seperti di bawah ini:

$$\text{Kendala I: } 8X_1 + 6X_2 = 480$$

$8X_1 + 6X_2 = 480$		
X_1	0	60
X_2	80	0

Didapatkan titik untuk fungsi kendala I : (0,80) dan (60,0)

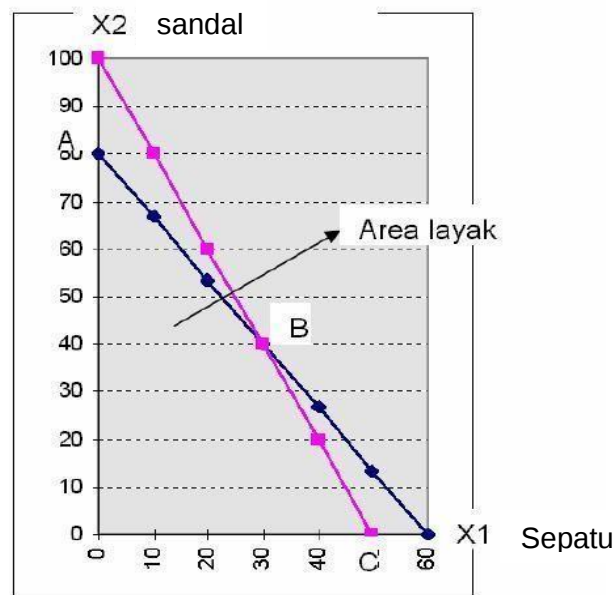
Jadi titik koordinatnya adalah : memotong sumbu X_1 (60, 0) dan memotong

sumbu X_2 (0, 80).

Kendala II: $4 X_1 + 2 X_2 = 200$

$4 X_1 + 2 X_2 = 200$		
X_1	0	50
X_2	100	0

Didapatkan titik untuk fungsi kendala II : (0,100) dan (50,0)



Gambar 2.4 Grafik 1 Contoh Kasus 2 LP Metode Grafik

Dari gambar dapat ditetapkan tiga titik koordinat yang layak yaitu titik ABC, maka semua titik di bidang arsiran ABC harus diketahui.yaitu

- 1) Titik A = (0,80)
- 2) Titik B = (?)
- 3) Titik C = (50,0)

Untuk titik potong kedua kendala yaitu titik B bisa dicari dengan Sistem persamaan linier metode substitusi (yaitu dengan mensubstitusikan persamaan dalam bentuk X atau Y dari salah satu persamaan atau fungsi ke dalam persamaan lainnya sebagai berikut:

Merubah fungsi dalam bentuk X (tidak ada konstanta di depan X_2)
(dalam kasus ini yaitu merubah posisi)

$$4 X_1 + 2 X_2 = 200 \text{ (sama sama dibagi 2)} \implies 2 X_1 + X_2 = 100$$

$$X_2 = 100 - 2 X_1, \dots \text{ masukkan ke dalam fungsi berikut } 8 X_1 + 6 X_2 = 480$$

Menjadi :

$$8 X_1 + 6 (100 - 2 X_1) = 480$$

$$8X_1 + 600 - 12 X_1 = 480$$

$$-4 X_1 = 480 - 600$$

$$- 4 X_1 = - 120$$

$$X_1 = 30$$

Substitusikan nilai $X_1=30$ ke dalam salah satu fungsi : $4 X_1 + 12X_2 = 200$

$$4 (30) + 2X_2 = 200$$

$$120 + 2X_2 = 200$$

$$2X_2 = 200 - 120$$

$$2X_2 = 80$$

$$X_2 = 40$$

Dari perhitungan diatas diketahui kedua persamaan berpotongan pada titik B yaitu (30, 40). Tanda $\leq$ pada kedua kendala artinya ada area sebelah kiri dari garis kendala. Seperti gambar 2.4 di atas

Titik A = (0; 80),

Titik B (30; 40),

Titik C (50; 0).

Selanjutnya adalah mencari keuntungan maksimum dengan salah satu cara adalah dengan menentukan dari titik sudut yang memungkinkan

Menentukan keuntungan dengan melihat titik sudut (*corner point*) yaitu dengan mencari nilai atau jumlah tertinggi dari beberapa nilai yang mungkin pada area layak (*feasible region*). Dari grafik 2.4, dapat dilihat bahwa ada 3 titik yang merupakan area layak: (A, B dan C) yaitu:

A (0, 80),

B (30, 40),

C (50, 0)

Lalu mensubstitusikan masing masing nilai tersebut fungsi tujuan:

$$Z = 10X_1 + 8X_2.$$

Nilai A (0; 80) yaitu $(10 \times 0) + (8 \times 80) = 640$.

Nilai B (30; 40) yaitu $(10 \times 30) + (8 \times 40) = 620$

Yang merupakan Keuntungan maksimum.

Nilai C (50; 0) yaitu $(10 \times 50) + (8 \times 0) = 500$.

Dari hasil diatas didapat hasil paling tinggi adalah pada titik B, Sehingga dapat disimpulkan Geulis *thasion* harus memproduksi sepatu sebanyak 30 pasang

dan sandal sebanyak 40 pasang, agar geuls *fhasion* memperoleh keuntungan maksimal sebesar 620.

C. Soal Latihan/ Tugas

1. Perusahaan Pak Tony merencanakan untuk membuat 2 jenis barang yaitu TV dan lemari es yang jumlahnya tidak boleh lebih dari 36 unit. Jika barang tersebut di jual akan memberi profit masing-masing adalah Rp. 10000,- dan Rp. 7500,- per unit. Dari pengalaman lalu diketahui produksi TV harus dibuat sekurang-kurangnya 20 unit dan untuk produk lemari es sekurang-kurangnya 12 unit. Setelah diketahui ternyata bahan baku yang ada untuk kedua produk tersebut hanya bisa memproduksi paling sedikit 40 unit. Tentukan total masing masing produk yang harus dibuat agar perusahaan pak Tony memperoleh laba yang maksimum?
2. Seorang penjahit pakaian dengan persediaan bahan katun 32 meter, linen 22 meter dan satin 30 meter. Model pakaian kebaya dibutuhkan 4 meter katun, 2 meter linen dan 2 meter satin per unit pakaian. Model pakaian gamis dibutuhkan 2 meter katun, 4 meter linen dan 6 meter satin pe runit pakaian. Keuntungan pakaian model kebaya Rp 5.000,00 dan model pakaian gamis Rp 8.000,00 per unit. Tentukan berapa unit masing-masing pakaian harus dibuat agar didapat keuntungan maksimum?
3. Mentukan Nilai X_1 dan X_2 pada model matematika dibawah ini ? tentukan besarnya keuntungan yang diperoleh ?
Fungsi Tujuan Max
 $Z = 12 X_1 + 13 X_2$
Fungsi Batasan :
a. $X_1 \leq 5$
b. $X_2 \leq 5$
c. $4X_1 + 5X_2 \leq 40$
d. $X_1, X_2 \geq 0$
4. Mentukan Nilai X_1 dan X_2 pada fungsi dibawah ini ? serta tentukan besarnya keuntungan yang diperoleh ?
Fungsi Tujuan Max
 $Z = 54 X_1 + 23 X_2$
Fungsi Batasan :
a. $5X_1 + 3X_2 \leq 30$

b. $5X_1 + 8X_2 \leq 40$

c. $X_1, X_2 \geq 0$

5. Tentukan Nilai X_1 dan X_2 untuk model matematika dibawah ini ? Dan tentukan nilai optimumnya serta besarnya keuntungan yang diperoleh ?

Fungsi Tujuan Max

$$Z = 98 X_1 + 75 X_2$$

Kendalan

a. $6X_1 + 5X_2 \leq 60$

b. $9X_1 + 12X_2 \geq 36$

c. $X_1 \leq 7$

d. $X_2 \leq 9$

e. $X_1, X_2 \geq 0$

6. Tentukan Nilai X_1 dan X_2 untuk model matematika dibawah ini ? Dan tentukan besarnya keuntungan yang diperoleh ?

Fungsi Tujuan Max

$$Z = 1256 X_1 + 2480 X_2$$

Kendala:

a. $5X_1 + 4X_2 \leq 40$

b. $4X_1 + 2X_2 \leq 24$

c. $6X_1 + 8X_2 \geq 24$

d. $10X_1 + 6X_2 \geq 30$

e. $X_1, X_2 \geq 0$

7. Tentukan Nilai X_1 dan X_2 untuk fungsi dibawah ini ? Dan tentukan besarnya keuntungan yang diperoleh ?

Fungsi Tujuan Max $Z = 256X_1 + 56 X_2$

a. $10X_1 + 6X_2 \leq 60$

b. $6X_1 + 12X_2 \leq 60$

c. $3X_1 + 7X_2 \geq 21$

d. $6X_1 + 3X_2 \geq 24$

e. $X_1, X_2 \geq 0$

D. Daftar Pustaka

- Herjanto, Eddy. 2008. Manajemen Operasi .Edisi ketiga. Jakarta: Grasindo
- Siang, Jong jek. 2011. Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta : Andi Offset.
- Taha, Hamdy A. Riset Operasi. Tangerang : Binarupa Aksara.
- Wijaya, Andi. 2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 3

LINEAR PROGRAMMING LANJUTAN (METODE GRAFIK) FUNGSI TUJUAN MINIMUM

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mahasiswa selesai mempelajari materi dalam pertemuan 3, mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian Linier Programming metode Grafik (Minimum)
2. Menggambarkan fungsi kendala dan tujuan pada sumbu koordinat XY dan menentukan solusi optimal (Minimum)

B. Uraian Materi

1. Program Linier dengan metode Grafik

Salah satu cara dalam menyelesaikan persoalan penempatan sumber-sumber daya yang terbatas dari aktifitas - aktivitas yang berbagai pilihan adalah dengan Program Linier (*Linear Programming*) Program linier adalah suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan yang sering dihadapi para manager dalam hal pengambilan keputusan tentang pengalokasian yang mungkin dari tingkat aktivitas-aktivitas tertentu yang bersaing dalam hal penggunaan sumber daya terbatas untuk melaksanakan aktivitas-aktivitas tersebut.

Program Integer adalah (Linear Programming) di mana variabel-variabelnya bertipe integer(bulat). Program Integer digunakan untuk memodelkan permasalahan yang variabel-variabelnya tidak mungkin berupa bilangan yang tidak bulat (bilangan riil), seperti variabel yang merepresentasikan jumlah orang atau benda, karena jumlah orang atau benda pasti bulat dan tidak mungkin berupa pecahan. Program Integer juga biasanya lebih dipilih untuk memodelkan suatu permasalahan karena program linier dengan variabel berupa bilangan riil kurang baik dalam memodelkan permasalahan yang menuntut solusi berupa bilangan integer, misalnya variabel-variabel keputusannya jumlah cabang

Bank di daerah berbeda di suatu Negara. Solusi pecahan tentu tidak dapat diterima dalam keputusan Bank.

2. Fungsi Tujuan berbentuk minimasi

Secara umum program linier bentuk normal metode grafik fungsi tujuan adalah maksimum. Akan tetapi tidak tertutup kemungkinan fungsi tujuan berbentuk minimum artinya berhubungan dengan biaya. Langkah yang diambil apabila fungsi tujuan berbentuk minimum bentuk batasan " $\geq$ " dimana langkah langkah pengerjaan adalah sama dengan fungsi tujuan Maksimum hanya berbeda pada penentuan feasible area (area layak) pada grafik tersebut. Area layak dapat dilihat dari pertidaksamaan pada kendala. Apabila kendala berbentuk $\leq$, maka daerah arsiran/layak terjadi pada bagian kiri/bawah/kiri bawah, tetapi apabila bentuk pertidaksamaan $\geq$, maka pengarsiran dilakukan ke kanan/atas/kanan atas. Apabila bentuk persamaan ($=$), maka daerah layak terjadi di sepanjang grafik/garis tersebut

Dalam penentuan masing masing fungsi dimana jika ada sejumlah (katakan m buah) sumber yang terbatas yang harus dialokasikan diantara sejumlah (katakan n buah) aktivitas yang bersaing?

Bagaimana jika ada sejumlah (katakan m buah) sumber yang terbatas yang harus dialokasikan diantara sejumlah (katakan n buah) aktivitas yang bersaing?

Tabel 3.1. Tabel Data untuk Model Program Linier

Aktivitas sumber	Penggunaan sumber/unit				Banyaknya sumber yang dapat digunakan
	1	2	...	n	
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2
	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m
$\Delta z / \text{Unit}$ Tingkat	c_1 x_1	c_2 x_2	...	c_n x_n	

Dari bentuk formulasi model matematis diatas serta dalam masalah yang sering dihadapi tentang penyediaan sumber daya pada berbagai aktifitas dengan tujuan mencapai solusi optimum dirumuskan:

$$\text{Minimumkan } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Berdasarkan pembatas

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

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

•

•

•

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

dan

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0,$$

(Tgas disini adalah menentukan nilai $x_1, x_2, \dots, x_n$). bentuk matematis ini merupakan bentuk standar dari persoalan program linier,.

Disamping model matematis di atas ada juga dalam bentuk lain yaitu:

- a. Fungsi tujuan bukan memaksimumkan, melainkan meminimumkan.

Contoh

$$\text{Minimumkan } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

- b. bentuk constrain fungsinya pertidaksamaannya adalah dalam bentuk lebih besar dan sama dengan. Dirumuskan

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

untuk beberapa harga i

- c. Beberapa constrain fungsionalnya dalam bentuk sama dengan.

Contoh:

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

Untuk beberapa harga i

- d. Menghilangkan constrain nonnegatif untuk beberapa variabel keputusan.

Contoh:

x_j tidak terbatas dalam tanda, untuk beberapa harga j.

3. Menggambarkan fungsi kendala dan tujuan pada sumbu koordinat XY

Contoh Kasus 1

Pabrik MAYORA adalah akan memproduksi berbagai jenis makanan ringan antara lain adalah Biskuit dan wafer. Diketahui bahwa biskuit dan wafer mengandung nilai gizi vitamin dan mineral. Dari data sebelumnya biscuit diproduksi paling sedikit 2 kaleng dan wafer paling sedikit 1 kaleng seperti dijelaskan dalam tabel ini:

Tabel 3.1. contoh kasus 1 LP metode grafik

Jenis makanan	Kalori	Mineral	Biaya//kaleng
Biskuit	2	2	100
Wafer	1	3	80
Kebutuhan Minuman	8	12	

Tugasnya adalah: Tentukan formula yang terbaik dalam memproduksi biskuit dan wafer untuk mendapatkan biaya produksi serendah rendahnya (minimum)

Langkah 1

a. Tentukan variabel

X_1 = Biskuit

X_2 = Wafer

b. Fungsi tujuan

$$Z_{\min} = 100 X_1 + 80 X_2$$

c. Fungsi kendala

$$2 X_1 + X_2 \geq 8 \text{ (kalori)}$$

$$2 X_1 + 3X_2 \geq 12 \text{ (Mineral)}$$

$$X_1 \geq 2 \text{ (total produksi minimal = 2 kaleng)}$$

$$X_2 \geq 1 \text{ (total produksi minimal = 1 kaleng)}$$

Langkah 2

Mencari titik potong dg sumbu X dan sumbu ya sebagai berikut dan membuat grafik

$$2X_1 + X_2 = 8$$

$$\text{Jika } X_1 = 0; X_2 = 8$$

$$\text{Jika } X_2 = 0; X_1 = 4$$

$2X_1 + X_2 = 8$		
X_1	0	4
X_2	8	0

Titik koordinatnya adalah (0,8) dan (4,0) $2X_1 + 3X_2 = 12$

$$X_1 = 0, X_2 = 4$$

$$X_2 = 0, X_1 = 6$$

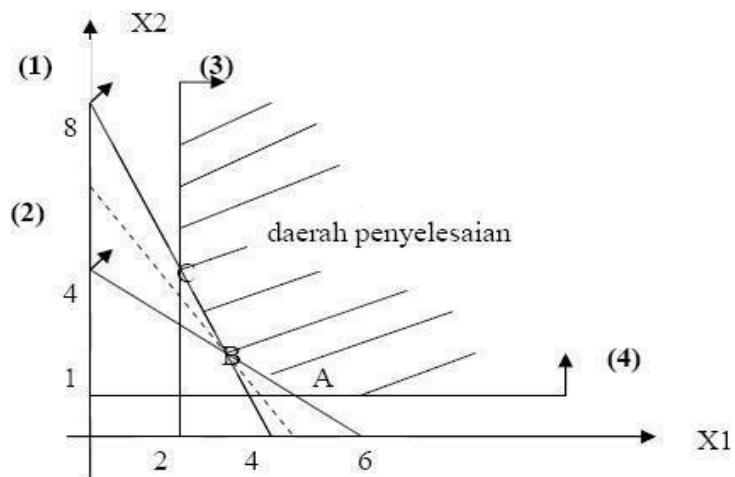
$2X_1 + 3X_2 = 12$		
X_1	0	6
X_2	4	0

Titik koordinat adalah (0,4) dan (6,0) Juga diketahui sebelumnya

$$X_1 = 2$$

$$X_2 = 1$$

Sehingga bisa dibuat grafik seperti di bawah ini:



Gambar 3.1 Grafik 1 Contoh Kasus 1 LP Metode Grafik

Solusi optimal terletak antara titik A, B dan C (titik yang bersentuhan dengan daerah arsiran) arsiran arah keluar karena tanda batasan lebih dari ($\geq$)

Langkah 3:

Menentukan fungsi yang berpotongan dan nilai titik potongnya:

Untuk titik C adalah perpotongan antara garis $x_1 = 2$ dan $2x_1 + x_2 = 8$ sebagai berikut

$$X_1 = 2$$

$$2X_1 + X_2 = 8$$

Substitusikan nilai $X_1=2$ ke dalam fungsi yang lain yaitu:

$$2 \times 2 + X_2 = 8$$

$$X_2 = 8 - 4$$

$$X_2 = 4$$

$$X_2 = 4$$

$$X_1 = 2. \dots\dots\dots (2, 4)$$

$$2X_1 + X_2 = 8$$

$$\underline{2X_1 + 3X_2 = 12}$$

$$-2X_2 = -4$$

$$X_2 = 2$$

Substitusikan nilai 2 ke salah satu fungsi yaitu:

$$2X_1 + X_2 = 8$$

$$2X_1 + 2 = 8$$

$$2X_1 = 8 - 2$$

$$X_1 = 3 \dots\dots\dots (3, 2)$$

Untuk titik B juga harus ditentukan dengan mencari titik potong antara fungsi yang berpotongan dengan metode eliminasi atau substitusi dari $2X_1 + X_2 = 8$ dan

$$2X_1 + 3X_2 = 12$$

Untuk titik A harus ditentukan dengan mencari titik potong antara fungsi yang berpotongan dengan metode eliminasi atau substitusi dari fungsi $X_2 = 1$ dan

$$2X_1 + 3X_2 = 12$$

$$X_2 = 1$$

$$2X_1 + 3X_2 = 12$$

Substitusikan nilai $X_2 = 1$ ke salah satu fungsi yaitu:

$$2X_1 + 3 \times 1 = 12$$

$$2X_1 + 3 = 12$$

$$2X_1 = 12 - 3$$

$$2X_1 = 9$$

$$X_1 = 4.5 \dots\dots\dots(4.5, 1)$$

Sehingga didapatkan masing masing titik potong:

$$A = (4.5, 1)$$

$$B = (3, 2)$$

$$C = (2, 4)$$

masukkan nilai X_1 dan X_2 ke Z

$$\text{Titik A} = 100(4.5) + 80(1) = 530$$

$$\text{Titik B} = 100(3) + 80(2) = 460 \dots\dots\dots \text{Minimum}$$

$$\text{Titik C} = 100(2) + 80(4) = 520$$

Langkah 4:

Kesimpulan :

Untuk meminimumkan biaya produksi, maka diproduksi Biskuit (X_1) = 3 dan Wafer (X_2) = 2, dengan biaya produksi 460 ribu rupiah.

Contoh Kasus 2

Pak Anton seorang pengrajin sepatu sedang memproduksi dua macam sepatu yaitu tipe *pumps* dan tipe *wedges* dengan menggunakan 2 bahan dasar sama yaitu bahan kulit dan lem sepatu. pada pembuatan 1 pasang model *pumps* memerlukan 10 cm bahan kulit dan 3 ml lem, untuk pembuatan 1 pasang model *wedges* menghabiskan 6 cm bahan kulit dan 1 ml lem. Biaya membuat sepatu model *pumps* Rp 50.000 dan sepatu model *wedges* adalah dan Rp 40.000 per pasang. Untuk satu periode produksi, pengrajin paling sedikit 120 cm bahan kulit

dan 24 kaleng ml lem. Jika pengrajin harus membuat model *pumps* paling sedikit 2 pasang dan model *wedges* paling sedikit 4 pasang, tentukan jumlah sepatu model *pumps* dan model *wedges* yang harus dibuat untuk biaya produksinya yang serendah-rendahnya (minimum)..

Pembahasan:

Langkah 1

Membuat model matematis

Dalam kasus ini yang akan ditentukan adalah biaya produksi minimum, maka biaya pembuatan model ke dua sepatu adalah fungsi tujuannya. Jika model *pumps* = x dan model *wedges* = y , maka fungsi tujuannya adalah:

$$F(x,y) = 50.000x + 40.000 y$$

fungsi kendala (untuk soal penentuan nilai minimum adalah lebih besar dan sama dengan ($\geq$) sebagai berikut :

$x \geq 2$ ---> mode *pumps* paling sedikit 2

pasang $y \geq 4$ ---> model *wedges* paling sedikit 4 pasang

Model matematisnya adalah:

$10x + 6y \geq 120$ ---> pemakaian bahan kulit paling sedikit 120 cm $3x + y \geq 24$
pemakaian lem paling sedikit 24 ml

Langkah 2

Menentukan Titik potong pada sumbu X dan Y dari setiap fungsi: untuk : $10x + 6y = 120$

$10x + 6y = 120$		
X	0	12
Y	20	0

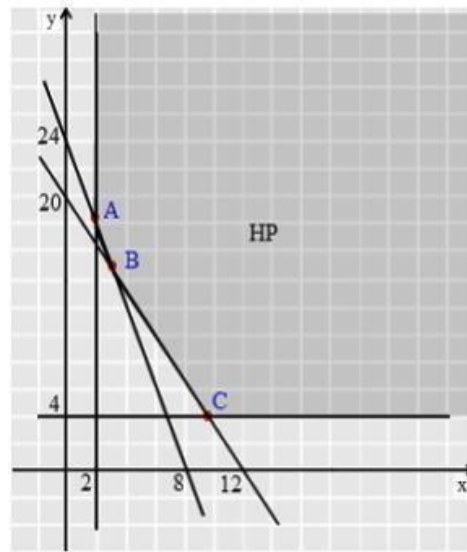
(0,20) dan (12,0)

untuk : $3x + y = 24$

$3x + y = 24$		
X	0	8
Y	24	0

(0,24) dan (8,0)

langkah selanjutnya adalah menggambarkan grafik sesuai dengan titik daerah himpunan penyelesaiannya yang telah kita. Tentukan terlebih dahulu. ada penentuan nilai minimum dengan tanda pembatas lebih besar sama dengan ($\geq$), maka daerah himpunan penyelesaiannya atau daerah yang diarsir adalah daerah di atas/kanan garis seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.2 Grafik 1 Contoh Kasus 2 LP Metode Grafik

Langkah 3

Pada grafik 3.2 diketahui ada tiga titik potong yang mungkin untuk solusi minimum yaitu titik A, B dan C. Selanjutnya diuji titik manakah yang menghasilkan nilai minimum dengan menentukan masing masing titik potong dari titik A, B dan C

Titik A adalah perpotongan antara fungsi $X=2$ dan fungsi $3X + Y=24$ untuk itu dapat di cari titik potong dengan metode substitusi sebagai berikut

$$X = 2$$

$$3X + Y = 24$$

Substitusikan nilai $X = 2$ ke satu fungsi lainnya yaitu:

$$3 \times 2 + Y = 24$$

$$6 + Y = 24$$

$$Y = 24 - 6$$

$$Y = 18 \dots\dots\dots(2, 18)$$

Titik B adalah perpotongan antara: $10X + 6Y = 120$ dan $3X + Y = 24$ untuk dapat dicari titik potong dengan metode eliminasi sebagai berikut

Metode eliminasi yaitu menghilangkan salah satu variable (X atau Y) dalam hal ini yang akan di hilangkan adalah variable Y sehingga persamaan I dikali 1 dan persamaan II di kali 6 sehingga

$$10X + 6Y = 120$$

$$\underline{3X + Y = 24 -}$$

$$10X + 6Y = 120$$

$$\underline{18X + 6Y = 144 -}$$

$$-8X = -24$$

$$X = 3$$

Substitusikan nilai 3 ke salah satu fungsi yaitu:

$$10X + 6Y = 120$$

$$10 \times 3 + 6Y = 120$$

$$30 + 6Y = 120$$

$$6Y = 120 - 30$$

$$6Y = 90$$

$$Y = 15$$

$$Y = 15 \dots\dots (3,15)$$

Titik C adalah perpotongan antara $Y = 4$ dan $10X + 6Y = 120$ untuk itu dapat di cari titik potong dengan metode substitusi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y &= 4 \\
 10X + 6Y &= 120 \\
 \text{Substitusikan nilai } Y = 4 \text{ ke} \\
 \text{fungsi lainnya yaitu:} \\
 10X + 6 \times 4 &= 120 \\
 10X + 24 &= 120 \\
 10X &= 120 - 24 \\
 10X &= 96 \\
 X &= 9.6 \dots\dots\dots (9.6, 4) \\
 \text{di bulatkan } &(9,4)
 \end{aligned}$$

Langkah 4

Menentukan nilai fungsi tujuan yaitu dengan cara masing-masing titik potong disubstitusikan ke fungsi tujuan $F(x,y) = 40.000x + 28.000y$:

A. (2,18) ---> $F(x,y) = 50.000(2) + 40.000(18) = 820.000$

B. (3,15) ---> $F(x,y) = 50.000(3) + 40.000(15) = 750.000$

C. (9,4) ---> $F(x,y) = 50.000(9) + 40.000(4) = 610.000$ (Minimum)

Kesimpulan:

Agar pengrajin mengeluarkan biaya produksi yang serendah rendahnya atau minimum, pengrajin harus memproduksi 9 pasang sepatu tipe *pumps* dan 4 pasang sepatu tipe *wedges* yaitu biaya produksi adalah sebesar Rp 610.000,00

C. Soal Tugas/ Latihan

1. Sebuah perusahaan mebel ingin mengirim hasil produksinya yang terdiri atas 600 lemari lipat dan 200 tempat tidur. Dalam pengiriman tersebut manajer perusahaan membutuhkan dua jenis angkutan yaitu truk besar dan truk kecil. Truk besar dapat memuat 12 lemari dan 8 tempat tidur , sedangkan truk kecil dapat memuat 4 lemari lipat dan 10 tempat tidur . Sewa sebuah truk besar Rp 250.000,00 untuk truk kecil Rp 200.000,00. Berapakah jumlah truk besar dan truk kecil yang harus disewa untuk biaya yang dikeluarkan minimum.

2. Bapak Budi adalah seorang petani dengan luas kebun tidak kurang dari 2000 m² yang akan ditanami pisang seluas 400 m² sampai dengan 1200 m² dan pepaya 800 m² sampai dengan 1200 m². Biaya tanam pisang membutuhkan Rp 6.000,00/ m² sedangkan untuk menanam pepaya biaya Rp 3.000,00/ m². Tentukan berapa pohon yang harus ditanam masing-masing pisang dan pepaya, untuk mendapatkan hasil yang dengan biaya tanam yang minimum
3. Tentukan Nilai X_1 dan X_2 untuk model matematika dibawah ini ? Dan tentukan besarnya biaya minimum yang harus dikeluarkan ?

$$\text{Fungsi Tujuan Max } Z = 365 X_1 + 785 X_2$$

$$5X_1 + 4X_2 \leq 60$$

$$4X_1 + 3X_2 \geq 24 \quad X_1 \leq 10$$

$$X_2 \leq 12 \quad X_1, X_2 \geq 0$$

4. Tentukan Nilai X_1 dan X_2 untuk model matematika dibawah ini ? Dan tentukan besarnya biaya minimum yang harus dikeluarkan ?

$$\text{Fungsi Tujuan Max } Z = 5600 X_1 + 3678 X_2$$

$$3X_1 + 2X_2 \leq 30$$

$$5X_1 + 6X_2 \leq 60$$

$$3X_1 + 4X_2 \geq 24$$

$$8X_1 + 8X_2 \geq 24 \quad X_1, X_2 \geq 0$$

5. Tentukan Nilai X_1 dan X_2 untuk fungsi dibawah ini ? Dan tentukan nilai optimum atau besarnya biaya minimum yang harus dikeluarkan ?

$$\text{Fungsi Tujuan Max } Z = 65X_1 + 80 X_2$$

$$4X_1 + 3X_2 \geq 24$$

$$3X_1 + 10X_2 \geq 30$$

$$5X_1 + 4X_2 \leq 40$$

$$5X_1 + 12X_2 \leq 60$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

D. Daftar Pustaka

- Siang, Jong Jek. 2011 .Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta : Andi Offset.
- Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 4

LINEAR PROGRAMMING (METODE SIMPLEX) FUNGSI TUJUAN MAKSIMUM FUNGSI BATASAN " $\leq$ "

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi dalam pertemuan 4, mahasiswa mampu:

1. Memahami Pengertian metode simplek
2. Menentukan biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk fungsi tujuan maksimum dan fungsi batasan $\leq$

B. Uraian Materi

1. Pengertian Metode Simplek

Masalahan yang sering dihadapi oleh manager produksi ntara lain adalah penentuan jumlah produksi dan kombinasi dari beberapa produk disuatu perusahaan. Disisi lain perusahaan selalu menginginkan keuntungan yang maksimal tetapi dihadapkan dengan berbagai alternatif karena membutuhkan pengetahuan untuk menentukan pilihan jumlah barang yang harus diproduksi. Memproduksi barang jenis satu bila di produksi dalam jumlah banyak belum tentu menghasilkan keuntungan yang maksimum, karena dalam memproduksi suatu barang di pengaruhi oleh jenis material, jenis mesin yang digunakan dan lainnya.

Untuk menentukan dan menemukan jumlah atau kombinasi barang dari masing masing jenis produk yang akan di produksi atau pengalokasian tenaga kerja salah satunya adalah dengan model program linier metode grafik. Namun pada metode grafik adalah terbatas yaitu hanya bias menyelesaikan atau berlaku untuk dua variabel saja. Untuk variabel yang lebih dari dua digunakan metode simplek yaitu Suatu teknik yang dapat memecahkan masalah-masalah program linier secara umum. Dalam metode simpleks model diubah ke dalam bentuk suatu tabel kemudian dilakukan beberapa langkah dan ketentuan.

Metode Simpleks adalah suatu metode yg secara matematis dimulai dari suatu pemecahan dasar yg feasibel (*basic feasible solution*) ke pemecahan dasar feasibel lainnya dan dilakukan secara berulang-ulang (iteratif) sehingga akhirnya diperoleh suatu pemecahan dasar yang optimal.

Untuk mendapatkan nilai optimum adalah dengan menganalisis sumber-sumber daya apakah telah digunakan secara penuh (*scarce*) atau secara berlebih (*Abundant*) digunakan dengan pendekatan tabel simpleks optimal. Nilai

tersebut dapat dilihat pada bagian kolom NK (atau nilai kanan pada tabel sipleks yang disederhanakan). Sebagai contoh apabila terdapat tiga kendala dalam suatu kasus tertentu dan dalam tabel simpleks optimal diketahui nilai $S_1 = 0$ dan $S_3 = 3$, berarti terdapat kapasitas yang berlebihan (*abundant*) yaitu pada kendala ke-1 sebesar 10 satuan dan kendala kendala ke-3 sebesar 3 satuan. Sedangkan untuk kendala ke-2 tidak tertera pada tabel simpleks optimal tersebut ($S_2 = 2$) dengan demikian sumbu daya tersebut digunakan secara penuh (*scarce*)

Besarnya harga bayangan (*price shadow*) dapat diketahui dari tabel simpleks optimal. Harga bayangan adalah besarnya perubahan nilai tujuan sebagai akibat perubahan dari sumber daya ruas kanan fungsi kendala misalnya sebesar satu satuan. Harga bayangan dapat dilihat pada tabel simpleks optimal bagian baris $C_j - Z_j$ (atau baris Z pada tabel simpleks yang disederhanakan) kolom $S_1, S_2, \dots, S_m$. sebagai contoh misalnya pada tabel simpleks optimal terdapat nilai pada baris $C_j - Z_j$ kolom $S_1 = \frac{3}{4}$, $S_2 = 0$, dan $S_3 = \frac{1}{4}$. Dengan demikian besarnya harga bayangannya adalah $S_1 = \frac{3}{4}$, $S_2 = 0$ dan $S_3 = \frac{1}{4}$, berarti apabila sumber daya ke-1 berubah sebesar satu satuan akan merubah nilai tujuan sebesar $\frac{3}{4}$, begitu pula untuk sumber daya ke-2 tidak berubah walaupun terdapat perubahan pada sumber daya tersebut Tabel simplek dapat digambarkan sebagai berikut:

Basic	Z	X_1	X_2	X_3	...	X_n	S_1	S_2	...	S_n	RHS
Z	1	$-C_1$	$-C_2$	$-C_3$	...	$-C_n$	0	0	...	0	
S_1	0	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}	1	0	...	0	b_1
S_2	0	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2n}	0	1	...	0	b_2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
S_m	0	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{mn}	0	0	...	1	b_n

Main Body
Identity

Gambar 4.1 Tabel Simplex

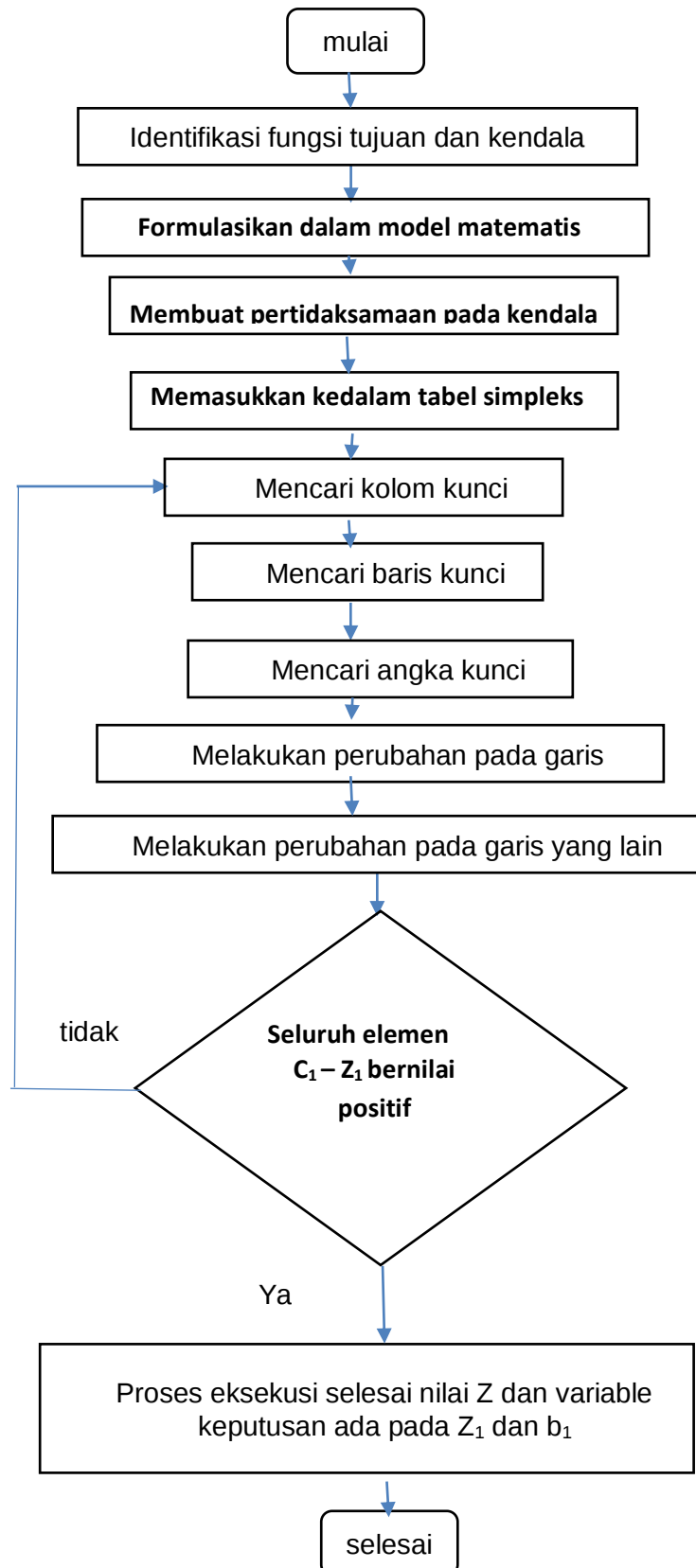
2. Langkah-langkah pengerjaan metode simpleks

Menurut Andi Wijaya (2012) Terdapat 12 (dua belas) yang dapat dilakukan dalam metode simplek yaitu:

- a. Mengidentifikasi fungsi tujuan dan variabel keputusan serta

memformulasikan dalam simbol matematis

- b. Mengidentifikasi fungsi tujuan yang akan dicapai kendala kendala y
- c. Menginformasikan tujuan dan kendala kedalam fungsi model matematis
- d. Mengubah pertidaksamaan " $\leq$ " pada kendala dirubah menjadi " $=$ " dengan menambahkan variabel slack (S)
- e. Masukkan nilai fungsi tujuan dan fungsi kendala-kendala yang telah melalui proses perubahan ke dalam tabel simpleks. Disamping itu juga menentukan nilai **C_1 yaitu angka pada masing masing kolom yang dicari dikalikan dengan koefisien dasar (kd) dan kemudian mencari nilai $C_1 - Z_1$**
- f. Mencari kolom kunci: negatif terbesar pada baris $C_1 - Z_1$
- g. Mencari baris kunci: **positif terkecil pada indeks**,
(indeks = b1 pada masing-masing baris dibagi angka pada kolom kunci di masing masing baris)
- h. Mencari angka kunci: pertemuan antara kolom kunci dan baris kunci
- i. Mengubah variabel keputusan pada baris kunci dengan variabel keputusan pada kolom kunci dan kemudian merubah seluruh elemen pada baris kunci dengan cara membagi seluruh elemen tersebut dengan angka kunci.
- j. Mengubah nilai-nilai pada baris lain (diluar baris kunci) dengan menggunakan pendekatan **nilai nilai baris baru**
= nilai nilai baris yang lama dikurangi nilai-nilai pada baris kunci baru dimana sebelumnya telah dikalikan dengan koefisien kolom kunci pada baris awal tersebut
- k. Memastikan seluruh elemen pada baris $C_1 - Z_1$ tidak ada yang bernilai negatif, apabila masih terdapat nilai negatif maka diulangi melalui langkah ke-6 dan seterusnya
- l. Apabila seluruh elemen pada baris $C_1 - Z_1$ tidak ada yang bernilai negatif maka proses eksekusi telah selesai. Nilai Z optimum dan besarnya variabel keputusan berada pada kolom tersebut (**Z_1 dan b**)



Gambar 4.2 Alur metode simplek

3. Menentukan biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk fungsi tujuan maksimum dan fungsi batasan $\leq$

Contoh Kasus 1

Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 6x_1 + 10x_2$$

Fungsi Kendala:

$$4x_1 \leq 16$$

$$6x_2 \leq 30$$

$$12x_1 + 10x_2 \leq 60$$

Langkah 1

Mengubah fungsi tujuan dan fungsi kendala (lihat ketentuan metode simplex).

$$\text{Fungsi tujuan } Z = 6x_1 + 10x_2 \text{ ===== } Z - 6x_1 - 10x_2 = 0$$

Fungsi Kendala:

$$4x_1 \leq 16 \text{ === } 4x_1 + S_1 = 16$$

$$6x_2 \leq 30 \text{ === } + 6x_2 + S_2 = 30$$

$$12x_1 + 10x_2 \leq 60 \text{ === } 12x_1 + 10x_2 + S_3 = 60$$

S_1 , S_2 dan S_3 adalah variabel slack

Langkah 2

persamaan – persamaan kedalam tabel simplex

Menyusun Tabel

4.1 Tabel Simplex Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	-10	0	0	0	0	
S ₁	0	4	0	1	0	0	16	
S ₂	0	0	6	0	1	0	30	
S ₃	0	12	10	0	0	1	60	

Langkah 3

menentukan kolom kunci yaitu kolom yang mempunyai angka yang bernilai negatif (–) pada angka terbesar pada baris Z (fungsi tujuan) seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Tabel Simplex Langkah 3 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	-10	0	0	0	0	
S ₁	0	4	0	1	0	0	16	
S ₂	0	0	6	0	1	0	30	
S ₃	0	12	10	0	0	1	60	

Langkah 4

Memilih baris kunci (yaitu baris yang mempunyai nilai index terkecil).

Perhitungan index adalah sbb.: Indeks = **angka pada masing- masing baris NK dibagi angka pada kolom kunci dari masing- masing baris**

Tabel 4.3 Tabel Simplex Langkah 4 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	-10	0	0	0	0	
S ₁	0	4	0	1	0	0	16	
X ₂	0	0	6	0	1	0	30	5
S ₃	0	12	10	0	0	1	60	6

Langkah 5

Menentukan nilai-nilai baris kunci (dengan angka kunci). Baris kunci semula adalah S₂ berubah menjadi X₂. Angka kunci merupakan nilai yang posisinya berada pada perpotongan antara kolom kunci dengan baris kunci pada kausu ini adalah nilai 6 ,seperti tbel dibawah ini

Tabel 4.4 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	-10	0	0	0	0	
S ₁	0	4	0	1	0	0	16	
S ₂	0	0	6	0	1	0	30	5
S ₃	0	12	10	0	0	1	60	6

Langkah 6

Menentukan nilai baris baru kunci yaitu semua baris kunci dibagi angka kunci hasilnya seperti tabel berikut

Tabel 4.5 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	-10	0	0	0	0	
S ₁	0	2	0	1	0	0	16	--
X ₂	0	0	-1	0	1/6	0	5	5
S ₃	0	12	10	0	0	1	60	6

Langkah 7

Membuat baris baru dari masing masing baris lainnya (selain baris kunci) dengan mengubah nilai-nilai baris, sehingga nila dengan langkah perhitungan sbb.:

NBBK = Nilai baris baru kunci

Baris baru = baris lama – (KAKK x NBBK)

Menghitung nilai pada baris Z, S1 dan S3

Baris Z

Baris Lama	[-6	-10	0	0	0	0]
NBBK	-1 0 [0	1	0	1/6	0	5]
Baris Baru	-6	0	0	5/3	0	50

Baris S1

Baris Lama	[4	0	1	0	0	16]
NBBK	0 [0	1	0	1/6	0	5]
Baris Baru	4	0	1	0	0	16

Baris S3

Baris Lama	[4	0	1	0	0	16]
NBBK	0 [0	1	0	1/6	0	5]
Baris Baru	4	0	1	0	0	16

Bisa juga di cari denga cara sebagai berikut untuk Contoh baris Z

a. $-6 - (-10 \times 0) = -6$

- b. $-10 - (-10 \times 1) = 0$
- c. $0 - (-10 \times 0) = 0$
- d. $0 - (-10 \times 1/6) = -5/3$
- e. $0 - (-10 \times 0) = 0$
- f. $0 - (-10 \times 5) = 50$

Begitu seterusnya dengan baris S1 dan S3

Nilai baris baru Z, S1, dan S3 yang telah didapat dimasukkan kedalam tabel, sehingga didapat tabel seperti berikut:

Tabel 4.6 Tabel Simplex Langkah 6 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	0	0	5/3	0	50	
S ₁	0	4	0	1	0	0	16	
X ₂	0	0	1	0	1/3	0	5	
S ₃	0	6	0	0	-5/3	1	10	

Langkah 7

Melakukan perbaikan – perbaikan lagi (seperti langkah3 -6) karena nilai negatif masih ada.yaitu dengan menentukan baris kunci dan kolom kunci terlebih dahulu. Hasil dengan pengerjaan yang sama dengan langkah 3 dan langkah 4

Tabel 4.7 Tabel Simplex Langkah 7 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	0	0	5/3	0	50	
S ₁	0	4	0	1	0	0	16	4
X ₂	0	0	1	0	1/3	0	5	÷÷
S ₂	0	6	0	0	-5/3	1	10	5/6

Langkah 8.

Menentukan nilai baris baru kunci yaitu dengan cara semua baris kunci dibagi angka kunci hasilnya seperti tabel berikut

Tabel 4.7 Tabel Simplex Langkah 8 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-6	0	0	5/3	0	50	
S ₁	0	4	0	1	0	0	16	4
X ₂	0	0	1	0	1/3	0	5	÷÷
X ₁	0	1	0	0	-5/18	1/6	10/6	5/6

Langkah 9

Membuat baris baru dengan cara nilai nilai baris yang lama dikurangi

nilai-nilai pada baris kunci baru dimana sebelumnya telah dikalikan dengan koefisien kolom kunci pada baris awal tersebut. **Seperti langkah 7 sebelumnya** Menghitung nilai pada baris Z, S1 dan X2

Baris Z

Baris lama [-6 0 0 5/3 0 50]

NBBK -6 [1 0 0 -5/18 1/6 10/6]

Baris baru 0 0 0 0 1 60

Baris X1

Baris lama [4 0 1 0 0 16]

NBBK 4 [1 0 0 -5/18 1/6 10/6]

Baris baru 0 0 1 20/18 -2/3 9 $\frac{1}{3}$

Baris X2

Baris lama [0 1 0 1/3 0 5]

NBBK 0 [1 0 0 5/18 1/6 10/6]

Baris baru 0 1 0 1/3 0 5

Langkah 10.

Menyusun nilai yang sudah ditentukan pada tabel berikut

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	X ₂	X ₃	NK	Index
Z	11	0	0	0	0	1	60	
S ₁	0	0	0	1	20/18	-2/3	9 $\frac{1}{3}$	
X ₂	0	0	1	0	1/3	0	5 $\frac{1}{3}$	
X ₁	0	1	0	0	-5/8	1/6	10/6	

Karena pada baris Z sudah tidak ada bernilai negative maka didapat kesimpulan yaitu: keuntungan maksimum : **Zmax=60** dengan jumlah X1=10/6 dan X2=5

Cotoh kasus 2

Fungsi tujuan:

Maksimumkan $Z = 15x_1 + 50x_2 + 35x_3$

Fungsi Kendala: $3X_1 + 5X_2 \leq 50$

$4X_2 + 6X_3 \leq 60$

$2X_1 + 5X_3 \leq 30$

Langkah 1

Buat Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala kedalam persamaan "Sama Dengan" =

$Z - 15X_1 - 50X_2 - 35X_3 = 0$ $3X_1 + 5X_2 + S_1 = 50$

$4X_2 + 6X_3 + S_2 = 60$

$2X_1 + 5X_3 + S_3 = 30$

Langkah 2

Masukkan fungsi persamaan tersebut kedalam tabel simplex seperti dibawah ini.

Tabel 4.7 Tabel Simplex Langkah 2 Contoh Kasus 2

Var dsr	Z	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	S_3	NK	Index
Z	1	-15	-50	-15	0	0	0	0	
S_1	0	3	5	0	1	0	0	50	
S_2	0	0	4	6	0	1	0	60	
S_3	0	2	0	4	0	0	1	30	

Langkah 3

Pilih nilai negatif terbesar pada baris Z yaitu menjadi **kolom kunci**. Kemudian hitung nilai index setiap baris, dengan membagi nilai NK dengan nilai yang berada pada kolom kunci, Pilih nilai Index dengan angka positif terkecil. Kemudian baris dengan nilai index terkecil merupakan **baris kunci** (dalam hal ini adalah baris S_1). Selanjutnya menentukan angka kunci yaitu angka pada perpotongan antara baris dan kolom yaitu pada soal ini adalah angka 5

Tabel 4.8 Tabel Simplex Langkah 3 Contoh Kasus 2

Var dsr	Z		X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	S_3	NK	Index
Z	1		-15	-50	-15	0	0	0	0	
S_1	0		3	5	0	1	0	0	50	10
S_2	0		0	4	6	0	1	0	60	15
S_3	0		2	0	4	0	0	1	30	∞

Nilai pada setiap baris kunci dibagi pada angka kunci, Baris S_1 akan digantikan dengan X_2 , ditambahkan dengan pengerjaan langkah 4 di bawah, hasilnya dapat dilihat pada table berikut

Langkah 4

Hitung nilai pada baris Z, S2 dan S3.

Baris S2**Baris Z**

Baris lama [-15 -50 -35 0 0 0 0]

NBBK -50 [0.6 1 0 0,2 0 0 10]

Baris baru [15 0 -35 10 0 0 500]

Baris lama [0 4 6 0 1 0 60]

NBBK 4 [0.6 1 0 0.2 0 0 10]

Baris baru [-2.4 0 1 0.8 1 0 20]

Baris S3

Baris lama

[2 0 4 0 0 1 30]

NBBK 0 [0.6 1 0 0.2 0 0 10]

Baris baru [2 0 4 0 0 1 30]

Tabel 4.9 Tabel Simplex Hasil langkah 4 Contoh Kasus

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	X ₃	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	15	0	-35	10	0	0	500	
X ₂	0	0,6	1	0	0,2	0	0	10	∞
S ₂	0	2,4	0	6	-0,8	1	0	20	3,33
S ₃	0	2	0	4	0	0	1	30	7,50

Langkah yang sama seperti pada langkah 3 karena masih terdapat nilai negatif. Pilih nilai negatif terbesar pada baris Z yang menjadi kolom kunci. Kemudian hitung nilai index setiap baris (table 4.9)

Pilih nilai Index dengan nilai Positif terkecil. Kemudian baris dengan nilai index terkecil merupakan baris kunci. Dan nilai pada setiap baris kunci dibagi pada nilai kunci, Nilai kunci yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom

yaitu nilai 6 lihat table 4, 9.

Langkah 5

Hitung nilai pada baris Z, X2 dan S3.

Baris Z

Baris lama	[15	0	-35	10	0	0	500]
NBBK	-35 [0.4	0	1	0.13	0.17	0	3.3]
Baris baru	[1	0	0	5.45	5.95	0	615.5]

Baris X2

Baris lama	[0.6	1	0	0.2	0	1	10]
NBBK	0 [0.4	0	1	0.13	0.17	0	3.3]
Baris baru	[0.6	1	0.2	0.2	0	1	10]

Baris S3

Baris lama	[2	0	4	0	0	1	30]
NBBK	4 [0.4	0	1	0.13	0.17	0	3.3]
Baris baru	[0.6	1	0.2	0.2	0	1	10]

Tabel 4.10 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus 2

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	X ₃	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	1	0	0	5,45	5,95	0	616,55	
X ₂	0	0,6	1	0	0,2	0	0	10	
X ₃	0	0,4	0	1	-0,13	0,17	0	3,33	
S ₃	0	3,6	0	0	0,52	0,68	1	16,68	

Karena nilai Z sudah tidak ada yang negatif (-), maka sudah dapat diperoleh hasil solusi optimum, yaitu:

$$X_2 = 10 ; X_3 = 3.33 ; Z_{\max} = 616.67$$

Contoh Kasus 3

Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 5x_1 + 10x_2 + 4x_3$$

Fungsi Kendala:

$$2X_1 + 5X_2 \leq 15$$

$$6X_2 + 2X_3 \leq 30$$

$$4X_1 + 5X_3 \leq 3$$

Langkah 1

Buat Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala kedalam persamaan "Sama Dengan / ="

$$Z - 5X_1 - 10X_2 - 4X_3 = 0$$

$$2X_1 + 5X_2 + S_1 = 15$$

$$6X_2 + 2X_3 + S_2 = 30$$

$$4X_1 + 5X_3 + S_3 = 35$$

Langkah 2

Masukkan fungsi persamaan tersebut kedalam tabel simplex seperti dibawah ini.

Tabel 4.11 Tabel Simplex Langkah 2 Contoh Kasus

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	X ₃	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-5	10	-4	0	0	0	0	
S ₁	0	2	5	0	1	0	0	15	
S ₂	0	0	6	2	0	1	0	30	
S ₃	0	4	0	5	0	0	1	35	

Langkah 3

Pilih nilai negatif terbesar pada baris Z. Kemudian hitung nilai index setiap baris, dengan membagi nilai NK dengan masing masing nilai di kolom k u n c i .

Tabel 4.12 Tabel Simplex Langkah 3 Contoh Kasus 3

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	X ₃	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	-5	-10	-4	0	0	0	0	
S ₁	0	2	5	0	1	0	0	15	3
S ₂	0	0	6	2	0	1	0	30	5
S ₃	0	4	0	5	0	0	1	35	∞

Langkah 4

Hitung nilai pada baris Z, S2 dan S3..

Baris Z

Baris lama [-5 -10 -4 0 0 0 0]

NBBK -10 [0.4 1 0 0.2 0 0 3]

Baris baru [-1 0 -4 2 0 0 30]

Baris S2

Baris lama	[0	6	2	0	1	0	30]
NBBK	6[0.4	1	0	0.2	0	0	3]
Baris baru	[-2.4	0	2	-12	1	0	12]

Baris S3

Baris lama	[4	0	5	0	0	1	35]
NBBK	0 [0.4	1	0	0.2	0	0	3]
Baris baru	[4	0	5	0	0	1	35]

Tabel 4.13 Tabel Simplex hasil Langkah 4 Contoh Kasus

Var dsr	Z	X1	X2	X3	S1	S2	S3	NK	Index
Z	1	-1	0	-4	2	0	0	30	
X1	0	0,4	1	0	0,2	0	0	3	∞
S2	0	-2,4	0	2	-1,2	1	0	12	6
S3	0	4	0	5	0	0	1	35	7

Lakukan langkah yang sama seperti pada langkah 3. Pilih nilai negatif terbesar pada baris Z. Kemudian hitung nilai index setiap baris, dengan membagi nilai kolom (NK) dengan nilai yang berada pada kolom dengan nilai negatif terbesar

Langkah 5

Hitung nilai pada baris Z, S2 dan S3..

Baris Z

Baris lama	[-1	0	-4	2	0	0	30]
NBBK	4[1,2	0	1	0.6	0,5	0	6]
Baris baru	[-5,8	0	0	-0,4	2	0	54]

Baris S2

Baris lama		[0.4	1	0	0.2	0	0	3]
NBBK	0	[1.2	0	1	-0.6	0.5	0	6]
Baris baru		[0.4	1	0	0.2	0	0	3]

Baris S3

Baris lama		[4	0	5	0	0	1	35]
NBBK	5	[-1.2	0	1	-0.6	0.5	0	6]
Baris baru		[10	0	0	3	-2.5	1	5]

Tabel 4.14 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	X ₃	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	5,8	0	0	0,4	2	0	54	
X ₂	0	0,4	1	0	0,2	0	0	8	7,5
X ₃	0	-1,2	0	1	-0,6	0,5	0	6	-5
S ₃	0	10	0	0	3	-2,5	1	5	0,5

Langkah 6

Hitung nilai pada baris Z, S2 dan S3..

Baris Z

Baris lama		[-5.8	0	0	-0.4	2	0	54]
NBBK	5,8	[1	0	0	0.3	-0.25	0.1	0.5]
Baris baru		[0	0	0	1.34	0.55	0.58	56.9]

Baris X2

Baris lama		[0.4	1	0	0.2	0	0	3]
NBBK	0,4	[1	0	0	0.3	-0.25	0.1	0.5]
Baris baru		[0	1	0	0.08	0.1	-0.04	2.8]

Baris X3

Baris lama		[-1.2	0	1	-0.6	0.5	0	6]
NBBK	1,2	[1	0	0	0.3	-0.25	0.1	0.5]
Baris baru		[0	0	1	-0.24	0.2	0.12	6.6]

Tabel 4.15 Tabel Simplex hasil Langkah 6 Contoh Kasus

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	X ₃	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	0	0	0	1,34	0,55	0,58	56,9	
X ₂	0	0	1	0	0,08	0,1	-0,04	2,8	
X ₃	0	0	0	1	-0,24	0,2	0,12	6,6	
X ₁	0	1	0	0	0,3	-0,25	,1	0,5	

Karena nilai Z sudah tidak ada yang (-), maka sudah dapat diperoleh hasil solusi optimum, yaitu:

$$X_1 = 0.5 ; X_2 = 2.8 ; X_3 = 6.6 ; Z = 56,9$$

C. Soal Latihan/ Tugas

1. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 20X_1 + 15X_2$$

Fungsi Kendala:

$$3X_1 + 4X_2 \leq 20$$

$$5X_1 + 6X_2 \leq 30$$

2. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 30X_1 + 25X_2$$

$$\text{Fungsi Kendala: } 6X_1 + 8X_2 \leq 40$$

$$5X_1 \leq 25$$

$$7X_2 \leq 35$$

3. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 20X_1 + 30X_2 + 40X_3$$

Fungsi Kendala:

$$5X_1 + 6X_2 \leq 30$$

$$3X_1 + 4X_2 + 5X_3 \leq 40$$

$$2X_2 + 3X_3 \leq 35$$

4. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 10X_1 + 15X_2 + 20X_3$$

Fungsi Kendala:

$$2X_2 + 5X_3 \leq 15$$

$$6X_1 + 2X_3 \leq 30$$

$$4X_1 + 5X_2 \leq 35$$

5. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 40X_1 + 50X_2 + 60X_3$$

Fungsi Kendala:

$$4X_1 + 6X_2 + 8X_3 \leq 40$$

$$6X_1 + 8X_2 + 10X_3 \leq 60$$

$$8X_1 + 10X_2 + 12X_3 \leq 80$$

D. Referensi

Render Barry., Jay Hiizer. Prinsip prinsip Manajemen Operasi, Salemba empat
Siang, Jong Jek. 2011 .Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis.
Jogjakarta : Andi Offset.

Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 5

LINEAR PROGRAMMING (METODE SIMPLEX) FUNGSI TUJUAN MAKSIMUM FUNGSI BATASAN “=”

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 5, mahasiswa mampu:

1. Memahami metode SIMPLEX untuk fungsi tujuan dan fungsi batasan “=”
2. Menentukan biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk fungsi batasan “=”

B. Uraian Materi

1. Metode Simplex

Metode Simpleks adalah bagian dari Linier program dalam memecahkan permasalahan yang mempunyai dua atau lebih variable keputusan. Metode simplek adalah dengan pendekatan table yang dinamakan table simplek Metode simplek dimulai dari suatu pemecahan dasar yg feasibel (*basic feasible solution*) ke pemecahan dasar feasibel lainnya dan dilakukan secara berulang-ulang (*iteratif*) atau perbaikan sehingga diperoleh pemecahan solusi yang optimal.

2. Metode Simplex fungsi batasan “=”

Untuk masalah dengan fungsi kendala tanda “=” harus ditambah variable buatan (*artificial variable/M*), karena batasan “=” tidak memiliki variable basis. Variabel basis adalah variable yang nilainya bukan nol pada sembarang itersi. Iterasi adalah perhitungan berulang dimana hasil dalam perhitungan itu tergantung dari nilai table Sebelumnya.Oleh karena itu dengan menambahnya variable buatan maka table awal simplek dapat dibentuk

3. Langkah-langkah pengerjaan metode simpleks

Terdapat 10 langkah yang dapat dilakukan dalam metode simpleks dimana pengerjaan pada semua fungsi batasan adalah sama kecuali pada saat perubahan fungsi batasan = sebagai berikut

- a. Mengidentifikasi fungsi tujuan dan variabel keputusan serta memformulasikan dalam simbol matematis
- b. Mengubah pertidaksamaan Fungsi kendala dengan tanda “=” yang harus menambah variable buatan (*artificial variable/M*), karena batasan “=” tidak memiliki variable basis.
- c. Masukkan data fungsi tujuan dan kendala-kendala yang telah diubah tersebut ke dalam tabel simpleks dan nilai kanan (NK)
- d. Menentukan variabel M yang memiliki nilai negatif paling besar dan akan

menjadi kolom kunci (untuk maksimasi)

- e. Mencari baris kunci: yaitu angka positif terkecil pada indeks, menentukan nilai indeks: seperti kasus sebelumnya
- f. Menentukan angka kunci,
- g. Mengubah angka pada baris kunci yaitu membuat angka kunci baru dengan cara nilai atau elemen pada baris kunci yang lama dibagi angka kunci
- h. Membuat baris baru dengan cara mengubah nilai-nilai pada baris lain (diluar baris kunci): nilai masing masing baris yang lama dikurangi nilai masing masing baris kunci baru dimana sebelumnya telah dikalikan dengan masing masing koefisien kolom kunci pada
- i. Memastikan seluruh elemen pada baris $C_1 - Z_1$ tidak ada yang bernilai negatif (konstanta pada variabel M), apabila masih terdapat nilai negatif maka diulangi melalui langkah ke-6 dan seterusnya
- j. Apabila elemen pada baris $C_1 - Z_1$ tidak ada yang bernilai negatif (pada konstanta didepan variabel M) maka proses eksekusi telah selesai. Nilai Z optimum dan besarnya variabel keputusan berada pada kolom tersebut (**Z_1 dan**

4. Biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk fungsi tujuan maksimum

Contoh Kasus

Contoh Kasus 1 Fungsi tujuan:

Maksimalkan $Z = 3x_1 + 5x_2$

Fungsi Kendala:

- a. $2x_1 \leq 8$
- b. $3x_2 \leq 15$
- c. $6x_1 + 5x_2 = 30$

Langkah 1

Merubah fungsi pertidaksamaan kedalam fungsi persamaan.

$$Z - 3X_1 - 5X_2 - M S_3 = 0$$

$$2X_1 + S_1 = 8$$

$$3X_2 + S_2 = 15$$

$$6X_1 + 5X_2 + S_3 = 30$$

Langkah 2

Persamaan Z harus dikalikan dengan fungsi yang memiliki persamaan "=", seperti pada gambar dibawah ini.

Baris Lama	Z	-3	-5	0	0	M	0
	M	6	5	0	0	1	30
Baris baru	1	-3-6M	-5-5M	0	0	0	-30M

Bisa juga di cari denga perkalian sebagai berikut

- $1 - (M \times 0) = 1$
- $-3 - (M \times 6) = -3-6m$
- $-5 - (M \times 5) = -5-5M$
- $0 - (M \times 0) = 0$
- $0 - (M \times 0) = 0$
- $M - (M \times 1) = 0$
- $0 - (M \times 30) = -30M$

Langkah 3

Hasil langkah 2 dan fungsi persamaa lainnya di masukkan kedalam tabel simplex

Tabel 5.1 Tabel Simplex Langkah 3 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X1	X2	S1	S2	S3	NK	Index
Z	1	-3-6M	-5-5M	0	0	0	-30M	
S1	0	2	0	1	0	0	8	
S2	0	0	3	0	1	0	15	
S3	0	6	5	0	0	1	30	

Langkah 4

Tentukan Variabel “M” yang memiliki nilai negatif paling besar yang akan menjadi kolom kunci. Kemudian tentukan nilai index setiap baris yaitu membagi nilai NK dengan masing masing nilai negatif di depan “M” terbesar (kolom kunci)

Tabel 5.2 Tabel Simplex Langkah 4 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X1	X2	S1	S2	S3	NK	Index
Z	1	-3- 6M	-5-5M	0	0	0	-30M	
S1	0	2	0	1	0	0	8	4
S2	0	0	3	0	1	0	15	∞
S3	0	6	5	0	0	1	30	5

Langkah 5

Pilih nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan baris kunci, dalam kasus ini adalah bariis S2. Dengan membagi setiap nilai pada baris kunci dengan angka kunci (angka 2) yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom didapatkan NBBK

Hitung nilai pada baris Z , S2 dan S3

Baris Z

Baris lama		$[-3-6M$	$-5-5M$	0	0	0	$-30M]$	
NBBK	6M	[1	0	0.5	0	0	4]	
Baris baru								
		[0	$-5-5M$	$1.5+3M$	0		$12-6M]$	

Baris S2

Baris lama		[0	3	0	1	0	15]	
NBBK	0	[1	0	0.5	0	0	4]	
Baris baru								
		[0	3	0	1	0	15]	

Baris S3

Baris lama NBBK		[6	5	0	0	1	30]	
Baris baru	6	[1	0	0.5	0	0	4]	
		[0	5	-3	0	1	6]	

Tabel 5.3 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	NK	Index
Z	1	0	$-5-5M$	$1.5+3M$	0	0	$12-6M$	
X_1	0	1	0	0.5	0	0	4	∞
S_2	0	0	3	0	1	0	15	5
S_3	0	0	5,	-3	0	1	6	1,2

Langkah 6

Ulangi langkah yang sama seperti langkah 4 dengan memilih nilai M dengan negatif paling besar (table 5.3) Pilih nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan baris kunci. Dengan membagi setiap nilai pada baris kunci dengan angka kunci yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom

Hitung nilai pada baris Z , S2 dan S3 Baris Z

Baris Z

Baris lama		[0	-5-5M	15+3M	0	0	12-6M]	
NBBK	-5 -5M	[0	1	-0.6	0	0.2	1.2]	
Baris baru		[0	0	-1.5	0	1+M	18]	

Baris X1 |

Baris lama		[1	0	0.5	0	0	4	
NBBK	0	[0	1	-0.6	0	0.2	1.2	
Baris baru		[1	0	0.5	0	0	4	

Baris S2

Baris lama		[0	3	0	1	0	15]	
NBBK	3	[0	1	-0.6	0	0.2	1.2]	
Baris baru		[0	0	1.8	1	-0.6	11.4]	

Hasil perhitungan baris baru di susun pada tabel berikut Tabel 5.4 Tabel Simplex Langkah 6 Contoh Kasus 1

Tabel 5.4 Tabel Simplex Langkah 6 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1		0	-1,5	0	1+M	18	
X ₁	0	1	0	0,5	0	0	4	8
S ₂	0	0	0	1,8	1	-0,6	11,4	6.33
X ₂	0	0	1	-0,6	0	0,2	1,2	1,2

Langkah 7

Karena pada nilai Z masih ada yang negatif, ulangi langkah yang sama seperti langkah 4. di Pilih nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan baris kunci,

Hitung nilai pada baris Z , S2 dan S3 Baris Z

Baris Z

Baris lama		[0	0	-1.5	0	1+M	18	]
NBBK	-1.5	[0	0	1	0.555	0.33	6.33	]
Baris baru		[0	0	0	0.833	0.505+M	27.500]	

Baris X1

Baris lama		[1	0	0.5	0	0	4	]
NBBK	0.5	[0	0	1	0.555	0.33	6.33	]
Baris baru		[1	0	0	-0.278	0.167	0.833]	

Baris X2

Baris lama		[0	1	-0.6	0	0.2	1.2]
NBBK	-0.6	[0	0	1	0.555	0.33	6.33]
Baris baru		[0	1	0	0.33	0	5]

Nilai baris baru hasil perhitungan di tuangkan pada tabel berikut

Tabel 5.5 Tabel Simplex Langkah 7 Contoh Kasus 1

iV r dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	Index
Z	1	0	0	0	0,833	0,505+M	27,5	
X ₁	0	1	0	0	-0,278	0,167	0,833	
S ₁	0	0	0	1	1	-0,6	11,4	
X ₂	0	0	1	0	0,33	0	5	

Karena nilai Z sudah tidak ada yang (-), maka sudah dapat diperoleh hasil solusi optimum, yaitu: X₁ = 0.83 ; X₂ = 5 ; Z = 27.5

Contoh Kasus 2**Fungsi tujuan:**

Maksimalkan $Z = 6x_1 + 8x_2$

Fungsi Kendala:

$$2X_1 + 3X_2 \leq 10$$

$$3X_1 + 5X_2 = 15$$

Langkah 1

Merubah fungsi pertidaksamaan kedalam fungsi persamaan.

$$Z - 6X_1 - 8X_2 - M S_2 = 0 \quad 2X_1 + 3X_2 + S_1 = 10$$

$$3X_1 + 5X_2 + S_2 = 15$$

Langkah 2

Fungsi Persamaan Z harus dikalikan dengan fungsi yang memiliki persamaan "=", seperti pada gambar dibawah ini.

$$\text{Baris Z} \quad [\quad -6 \quad \quad -8 \quad \quad 0 \quad \quad M \quad \quad 0 \quad]$$

$$M \quad [\quad \quad 3 \quad \quad 5 \quad \quad 0 \quad \quad 1 \quad \quad 15 \quad]$$

$$[\quad -6-3M \quad \quad -8-5M \quad \quad 0 \quad \quad \quad \quad -15M \quad]$$

Gambar 5.3 Langkah 2 Contoh Kasus 2

Langkah 3

Masukkan fungsi persamaa kedalam tabel simplex

Tabel 5.6 Tabel Simplex Langkah 3 Contoh Kasus 2

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	NK	Index
Z	1	6-3M	-8-5M	0	0	-15M	
S ₁	0	2	3	1	0	10	
S ₂	0	3	5	0	1	15	

Langkah 4

Tentukan Variabel "M" yang memiliki nilai negatif paling besar (kolom kunci). Kemudian tentukan nilai index setiap baris dengan membagi nilai yang berada pada masing masing kolom dengan nilai negatif "M" terbesar (masing masing kolom kunci)

Tabel 5.7 Tabel Simplex Langkah 4 dan 5 Contoh Kasus 2

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	NK	Index
Z	1	6-3M	-8-5M	0	0	-15M	
S ₁	0	2	3	1	0	10	3,33
S ₂	0	3	5	0	1	15	

Langkah 5

Pilihris baris pada nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan **baris kunci**. Dengan membagi setiap nilai pada baris kunci dengan angka kunci yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom seperti

didapat nilai **baris baru kunci** (NBBK dapat dilihat pada tabel 5.8) dan seterusnya dapat mencari baris baru lainnya seperti pengerjaan di bawah ini.

Tabel 5.8 Tabel Simplex Langkah Contoh Kasus 2

Var dsr	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	NK	Index
Z	1	$6-3M$	$-8-5M$	0	0	$-15M$	
S_1	0	2	3	1	0	10	3,33
S_2	0	0,6	1	0	0,2	3	

Langkah 6.

Menentukan nilai baris baru dari Z, S_1 dan S_2 yang berubah menjadi X_2

Hitung nilai pada baris Z dan S_1 Baris Z

Baris Z

Baris lama $[-6-3M \quad -8-5M \quad 0 \quad 0 \quad -15]$

NBBK $[-8-5M \quad 0,6 \quad 1 \quad 0 \quad 0,2 \quad 3]$

Baris baru $[-1,2 \quad 0 \quad 0 \quad 1,6+M \quad 24]$

Baris S_1

Baris lama $[2 \quad -3 \quad 1 \quad 0 \quad 10]$

NBBK $3 \quad 0,6 \quad 1 \quad 0 \quad 0,2 \quad 3]$

Baris baru $[0,2 \quad 0 \quad 1 \quad -0,6 \quad 1]$

Hasil dari perhitungan baris baru di lihat pada tabel berikut Tabel 5.8 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus 2

Var dsr	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	NK	Index
Z	1	$-1,2$	0	0	$1,6+M$	24	
S_1	0	0,2	0	1	-0,6	1	5
X_2	0	0,6	1	0	0,2	3	5

Langkah 7

Ulangi langkah yang sama seperti langkah 4 dengan memilih nilai M dengan negatif paling besar. Pilih nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan baris kunci. Dengan membagi setiap nilai pada baris kunci dengan angka kunci yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom.

Hitung nilai pada baris Z dan X2 Baris Z

Baris Z

Baris lama		[-1.2	0	0	16+M	24]	
NBBK	1,2	[1		0	5	-3	5]
Baris baru		[0	0	6	-2+M	30]	

Baris X2

Baris lama		[0.6	1	0	0.2	3]	
NBBK	0,6	[1	0	5	-3	5]	
Baris baru		[0	1	-3	-2+M	0]	

baris baru di masukkan pada tabel berikut Tabel 5.9 Tabel Simplex Langkah 6

Contoh Kasus 2

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	NK	Index
Z	1		0	6	-2+M	30	
X ₁	0	1	0	5	-3	5	
X ₂	0	0	1	-3	-2+M	0	

Karena nilai Z sudah tidak ada yang (-), maka sudah dapat diperoleh hasil solusi optimum, yaitu: **X1 = 5 ; X2 = 0 ; Z = 30**

C. Soal Latihan/ tugas

1. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 20X_1 + 15X_2$$

$$\text{Fungsi Kendala: } 6X_1 + 8X_2 \leq 40$$

$$10X_1 + 12X_2 = 60$$

2. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 30X_1 + 25X_2$$

$$\text{Fungsi Kendala: } 6X_1 + 8X_2 \leq 40$$

$$5X_1 \leq 25$$

$$7X_2 = 35$$

3. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 20X_1 + 30X_2$$

Fungsi Kendala:

$$5 X_1 + 6 X_2 \leq 30$$

$$3 X_1 + 4 X_2 = 40$$

4. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 10X_1 + 15X_2$$

Fungsi Kendala:

$$4X_2 = 30$$

$$4 X_1 + 5 X_2 \leq 35$$

5. Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimalkan } Z = 20X_1 + 25X_2$$

$$\text{Fungsi Kendala: } 2 X_1 + 3 X_2 = 20$$

$$3 X_1 + 4 X_2 \leq 30$$

D. Daftar Pustaka

Taha, Hamdy A. Riset Operasi. Tangerang : terjemah Binarupa Aksara Siang, Jong
Jek. 2011. Riset, Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta : Andi
Offset

Wijaya, Andi. 2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 6

LINEAR PROGRAMMING (METODE SIMPLEX) FUNGSI TUJUAN MINIMUM FUNGSI BATASAN “ $\geq$ ”

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 6, mahasiswa mampu:

1. Memahami metode SIMPLEX untuk fungsi tujuan minimum dan fungsi batasan $\geq$
2. Menentukan biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk fungsi tujuan minimum dan fungsi batasan $\geq$

B. Uraian Materi

1. Metode Simplex fungsi batasan “ $\geq$ ”

Fungsi kendala dengan tanda lebih besa atau sama dengan artinya menentukan nilai optimum dalam hal ini adalah tentang biaya yang minimum. Dengan menggunakan fungsi batasan “ $\geq$ ” harus diubah terlebih dahulu kebentuk “ $\leq$ ” dengan cara mengalikan dengan (-1) , lalu diubah lagi kebentuk persamaan dengan ditambahkan variabel slack. Kemudian karena RHS- nya negatif, dikalikan lagi dengan (-1) dan ditambah artificial variable (M).

Langkah-langkah pengerjaan metode simpleks:

Terdapat 10 tahapan yang dapat dilakukan dalam metode simpleks dimana pengerjaan **pada semua** fungsi batasan adalah sama kecuali pada saat perubahan fungsi batasan “ $\geq$ ” sebagai berikut

- a. Mengidentifikasi fungsi tujuan dan variabel keputusan serta memformulasikan dalam simbol matematis
- b. Untuk minimum ditandai dengan batasan “ $\geq$ ” yang sebelumnya harus diubah kebentuk “ $\leq$ ” yaitu dengan mengalikan fungsi tersebut dengan (-1) , dan proses selanjutnya diubah lagi kebentuk persamaan ($=$) dengan cara menambahkan variabel slack. Kemudian karena RHS- nya negatif, dikalikan lagi dengan (-1) dan ditambah artificial variable (M)
- c. Memasukkan data fungsi tujuan dan kendala-kendala yang telah diubah tersebut ke dalam tabel simpleks dan selanjutnya adalah menentukan nilai kanan (NK)
- d. Menentukan kolom kunci : variabel M yang memiliki nilai negatif paling besar dan akan menjadi kolom kunci (untuk minimasi)
- e. Mencari baris kunci: nilai indeks terkecil adalah baris kunci
- f. Mencari angka kunci: angka pada perpotongan antara baris kunci dan kolom

kunci

- g. Mengubah angka pada baris kunci, menjadi nilai baris baru kunci (NBBK)
- h. Membuat baris baru dari baris lainnya dengan sama seperti proses pada kasus maksimasi
- i. Sebaliknya dalam fungsi batasan " $\geq$ " pastikan seluruh elemen pada baris $NK_j - Z_j$ tidak ada yang bernilai positif pada konstanta di depan variabel M, apabila masih terdapat nilai positif maka diulangi melalui langkah ke-6 dan seterusnya
- j. Apabila seluruh elemen pada baris $NK_j - Z_j$ tidak ada yang bernilai positif maka proses eksekusi telah selesai. Besarnya keuntungan adalah dilihat dari nilai Z pada kolom NK

2. Fungsi tujuan minimum dengan fungsi batasan $\geq$

Contoh Kasus Contoh Kasus 1

Fungsi tujuan:

$$\text{Min } z = 3X_1 + 5X_2$$

Fungsi Kendala:

$$2X_1 = 8$$

$$3X_2 \leq 15$$

$$6X_1 + 5X_2 \geq 30$$

Langkah 1

Merubah fungsi pertidaksamaan kedalam fungsi persamaan.

$$Z - 3X_1 - 5X_2 - M S_1 - M S_4 = 0$$

$$-1 (Z - 3X_1 - 5X_2 - M S_1 - M S_4 = 0)$$

$$-Z + 3X_1 + 5X_2 + MS_1 + MS_4 = 0$$

$$2X_1 + S_1 = 8$$

$$3X_2 + S_2 = 15$$

$$6X_1 + 5X_2 - S_3 + S_4 = 30$$

Langkah 2

Fungsi Persamaan Z harus dikalikan dengan fungsi yang memiliki persamaan "=", seperti pada gambar dibawah ini.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Baris Z} & [& 3 \quad 5 \quad M \quad 0 \quad 0 \quad M \quad 0] \\
 M & [& 2 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 8] \\
 \\
 M & [& 6 \quad 5 \quad 0 \quad 0 \quad -1 \quad] & 30 \\
 \hline
 & & 3-8M \quad 5-5M \quad 0 \quad 0 \quad M \quad 0 \quad -38M
 \end{array}$$

Gambar 6.2 Langkah 2 Contoh Kasus 1

Langkah 3

Masukkan fungsi persamaa kedalam tabel simplex

Tabel 6.1 Tabel Simplex Langkah 3 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Index
Z	-1	3-8M	5-5M	0	0	M	0	-38M	
S ₁	0	2	0	1	0	0	0	8	
S ₂	0	0	3	0	1	0	0	15	
S ₃	0	6	5	0	0	-1	1	30	

Langkah 4

Tentukan Variabel “M” yang memiliki nilai negatif paling besar. Kemudian tentukan nilai index setiap baris dengan membagi nilai yang berada pada kolom dengan nilai negatif “M” terbesar.

Tabel 6.2 Tabel Simplex Langkah 4 Contoh Kasus 1

Var dsr	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Index
Z	-1	3-8M	5-5M	0	0	M	0	-38M	
S ₁	0	2	0	1	0	0	0	8	4
S ₂	0	0	3	0	1	0	0	15	∞
S ₃	0	6	5	0	0	-1	1	30	5

Langkah 5

Pilih nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan baris kunci. Dengan membagi setiap nilai pada baris kunci dengan angka kunci yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom.

Hitung nilai pada baris Z dan S2 dan S3

Baris Z

Baris lama

NBBK

[3-8M 5-5M 0 0 M 0 -38M]

Baris baru

3-8M [1 0 0.5 0 0 0 4]

0 5-5M -1.5-4M 0 M 0 -12-6M]

Baris X1

Baris lama

NBBK

[0 3 0 1 0 0 15]

Baris baru

0 [1 0 0.5 0 0 0 4]

0 3 0 1 0 0 15]

BarisS2

Baris lama

NBBK

[6 5 0 0 -1 1 30]

Baris baru

6 [1 0 0.5 0 0 0 4]

0 5 -3 0 -1 1 6]

Tabel 6.3 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus

Var dsr	Z	X ₁	,	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Index
Z	-1	0	5-5M	-1,5+M	0	M	0	--12-6M	
X ₁	0	1	0	0,5	0	0	0	4	∞
S ₂	0	0	3	0	1	0	0	15	5
S ₃	0	6	5	-3	0	-1	1	6	1,2

Langkah 6

Ulangi langkah yang sama seperti langkah 4 di atas dengan memilih nilai M dengan negatif paling besar.

Pilih nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan baris kunci. Dengan membagi setiap nilai pada baris kunci dengan angka kunci yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom

Hitung nilai pada baris Z dan X1 dan S2**Baris Z**

Baris lama [0 5-5M -15+4M 0 M 0 -12-6M]

NBBK 5

-5M [0 1 -0.6 0 -0.2 0.2 1.2]

Baris baru

[0 0 1.5+M 0 1 -1+M -18]

Baris X1

Baris lama [1 0 0.5 0 0 0 4]

NBBK

0 [0 1 -0.6 0 -0.2 0.2 1.2]

Baris baru

[1 0 0.5 0 0 0 4]

BarisS2

Baris lama [1 3 0 1 0 0 15]

NBBK

3 [0 1 -0.6 0 -0.2 0.2 1.2]

Baris baru

[0 0 1.8 1 0.6 0 11.4]

Tabel 6.4 Tabel Simplex Langkah 6 Contoh Kasus 1

V	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Index
Z	-1	0	0	15+M	0	1	-1+M	-18	
X ₁	0	1	0	0,5	0	0	0	4	
S ₂	0	0	0	1,8	1	0,6	0	11,4	
X ₂	0	0	1	-0,6	0	-0,2	0,2	12	

Karena nilai NK nya sudah negatif sudah , maka sudah dapat diperoleh hasil solusi optimum, yaitu:

$$X_1 = 4 ; X_2 = 1.2 ; Z = 18$$

Contoh Kasus 2

Fungsi tujuan:

$$\text{Min } z = 8 X_1 + 10 X_2$$

Fungsi Kendala:

$$3 X_1 \leq 10$$

$$4 X_1 + 6 X_2 \geq 1$$

Langkah 1

Max Merubah fungsi pertidaksamaan kedalam fungsi persamaan.

$$Z - 8X_1 - 10X_2 - MS_3 = 0$$

$$\text{Min} \quad -Z + 8X_1 + 10X_2 + MS_3 = 0$$

$$3X_1 + S_1 = 10$$

$$4X_1 + 6X_2 - S_2 + S_3 = 15$$

Langkah 2

Fungsi Persamaan Z harus dikalikan dengan fungsi yang memiliki persamaan "=", seperti pada gambar dibawah ini.

$$\begin{array}{r} \text{Baris Z} \quad [8 \quad 10 \quad 0 \quad 0 \quad M \quad 0] \\ \\ M[4 \quad 6 \quad 0 \quad -1 \quad 1 \quad 15] \quad \underline{\hspace{1cm}} \\ [8-4M \quad 10-6M \quad 0 \quad M \quad 0 \quad 15M] \end{array}$$

Gambar 6.3 Langkah 2 Contoh Kasus 2

Langkah 3

Masukkan fungsi persamaa kedalam tabel simplex

Tabel 6.5 Tabel Simplex Langkah 3 Contoh Kasus 2

C	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	NK	Index
Z	-1	8-4M	10-6M	0	M	0	15M	
S_1	0	3	0	1	0	0	10	
S_2	0	4	6	0	-1	1	15	

Langkah 4

Tentukan Variabel "M" yang memiliki nilai negatif paling besar. Kemudian tentukan nilai index setiap baris dengan membagi nilai yang berada pada kolom dengan nilai negatif "M" terbesar.

Tabel 6.6 Tabel Simplex Langkah 4 Contoh Kasus 2

C	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	NK	Index
Z	-1	8-4M	10-6M	0	M	0	15M	
S_1	0	3	0	1	0	0	10	∞
S_2	0	4	6	0	-1	1	15	2,5

Langkah 5

Pilih nilai Index dengan nilai positif paling kecil. Jadikan baris tersebut merupakan baris kunci. Dengan membagi setiap nilai pada baris kunci dengan angka kunci yang merupakan perpotongan antara baris dan kolom

Baris Z

Baris lama	[8-4M	10-6M	0	M	0	15M	
NBBK	10-6M	[0.667	1	0	-0.667	0.167	2.5
Baris baru	[1.33+0.002M	0	0	1.67-0.002M	-1.67+1.002	-25+30M	

Baris S1

Baris lama	[3	0	1	0	0	10	
NBBK	0	[0.667	1	0	-0.667	0.167	2.5
Baris baru	[3	0	1	0	0	10	

Tabel 6.7 Tabel Simplex Langkah 5 Contoh Kasus 2

C	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	NK	Index
Z	-1	$1,33+0,002M$	0	0	$1,67+0,002M$	$-1,67+0,002M$	$-25+30M$	
S_1	0	3	0	1	0	0	10	∞
X_2	0	0,667	1	0	-0,167	0,1667	25	10

Karena nilai NK memiliki nilai negative maka metode simplex telah berhenti.

Dimana nilai $X_1 = 0$, $X_2 = 2.5$ dengan nilai Z sebesar 25

C. Soal Latihan/ Tugas

1. Fungsi tujuan:

$$\text{Minimalkan } Z = 20X_1 + 15X_2$$

Fungsi Kendala:

$$3X_1 + 4X_2 \leq 20$$

$$5X_1 + 6X_2 \geq 30$$

2. Fungsi tujuan:

Minimalkan $Z = 30X_1 + 25X_2$

Fungsi Kendala:

$$3X_1 + 4X_2 \leq 20$$

$$5X_1 \geq 25$$

$$7X_2 = 35$$

3. Fungsi tujuan:

Minimalkan $Z = 20X_1 + 30X_2$

Fungsi Kendala:

$$5X_1 + 6X_2 \leq 30$$

$$3X_1 + 4X_2 = 40$$

4. Fungsi tujuan:

Minimalkan $Z = 10X_1 + 15X_2$

Fungsi Kendala:

$$2X_2 \geq 15$$

$$4X_1 + 5X_2 \leq 35$$

5. Fungsi tujuan:

Minimalkan $Z = 40X_1 + 50X_2$

Fungsi Kendala:

$$2X_1 + 3X_2 = 20$$

$$3X_1 + 4X_2 \geq 30$$

D. Daftar Pustaka

Siang, Jong Jek. 2011. Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta :

Andi Offset.

Taha, Hamdy A. Riset Operasi. Tangerang : Binarupa Aksara.

PERTEMUAN 7 METODE TRANSPORTASI (PENDAHULUAN)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 8, mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian metode Transportasi
2. Mengidentifikasi permasalahan yang dapat diselesaikan dengan metode transportasi

B. Uraian Materi

1. Pengertian Metode Transportasi

Hamdy A Taha (1996) mengemukakan bahwa dalam arti sederhana, model transportasi berusaha menentukan sebuah rencana transportasi sebuah barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan.

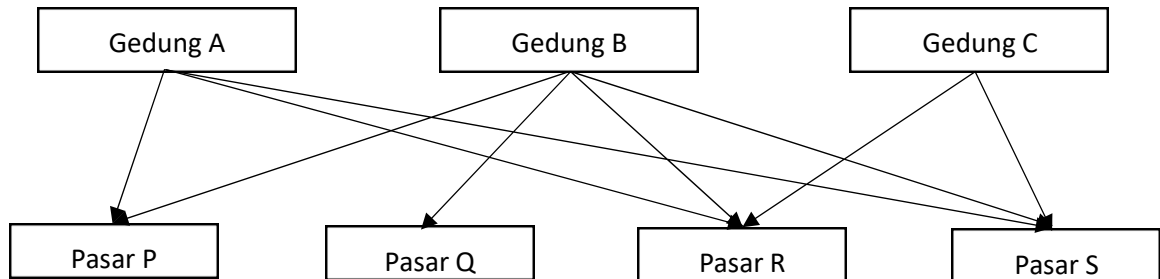
Metode transportasi adalah pengembangan dari persoalan LP, model transportasi adalah pembahasan tentang penentuan rencana biaya minimum (*minimum cost*) untuk transportasi (pengangkutan) *single commodity* dari sejumlah lokasi sumber (*sources*) seperti pabrik, lokasi penambangan, pelabuhan, dan lain lain ke sejumlah lokasi tujuan (*destinations*) seperti gudang, pusat distribusi, tempat pemasaran, dan sebagainya.

Transportasi berkaitan dengan distribusi atau pemindahan barang dari beberapa titik supply ke sejumlah titik permintaan. Masalah transportasi juga bisa digunakan dalam mencoba untuk mengambil keputusan oleh suatu perusahaan dimana telah ada rencana membuka fasilitas baru, sebelum membuka gudang, perusahaan atau kantor pemasaran, sebaiknya menetapkan beberapa tempat alternatif. Keputusan dalam penetapan lokasi yang tepat meminimalisasi biaya transportasi dan produksi secara keseluruhan. Sehingga dapat memberi dampak baik terhadap keuangan perusahaan. Sasaran transportasi adalah mengalokasikan produk yang tersedia dari sumber asal sehingga semua kebutuhan terpenuhi pada tempat yang dituju. Dengan tujuan adalah untuk mencapai biaya yang serendah-rendahnya (minimum) atau mencapai jumlah laba.

Masalah pada pelaksanaan transportasi adalah pada pemilihan rute dalam jaringan distribusi produk antara pusat industri atau sumber barang dan distribusi gudang penempatan barang atau antara distribusi gudang regional dan distribusi pengeluaran lokal. Dalam metode transportasi, pihak manajemen mencari dan menetapkan rute distribusi yang bisa mengoptimalkan tujuan

perusahaan yaitu tujuan, memaksimalkan laba atau meminimumkan biaya seperti biaya transportasi, biaya atau penggunaan waktu serta penempatan tenaga kerja yang tepat.

Metode transportasi dapat digambarkan seperti di bawah ini:



Gambar 7.1 Sketsa model transportasi

Berdasarkan sketsa diatas seorang manajer produksi untuk menyelesaikan atau memecahkan persoalan pendistribusian barang atau penempatan tenaga kerja yang tepat serta permasalahan pengalokasian lainnya dapat dilakukan dengan metode Transportasi. Pendistribusian dan alokasi bahan atau hasil produksi akan diatur sedemikian rupa sehingga diperoleh total biaya minimal sehingga didapat keuntungan yang maksimum

2. Jenis-Jenis Metode Transportasi

a. North West Corner (NWC)

Metode Sudut Barat Laut (*North West Corner Method*) adalah sebuah metode dalam menyusun tabel awal dengan cara mengalokasikan distribusi dimulai dari sel yang terletak pada sudut kiri atas atau sudut barat laut dari tabel.

Metode North West Corner merupakan metode yang paling sederhana dari metode lainnya (LC, VAM Stepping stone dan MODI) sehingga digunakan untuk mencari solusi awal atau langkah awal dari metode yang lainnya.

b. Least Cost

Metode Least Cost (LC) yaitu penyelesaian tabel transportasi dengan cara pengalokasian distribusi barang dari sumber ke tujuan yang dimulai dari sel dengan biaya transportasi terendah. Singkatnya metode Least Cost adalah metode yang melakukan pengalokasian berdasarkan biaya yang terendah

c. Vogel Approximation Method

Metode Vogel atau Vogel's Approximation Method (VAM) adalah metode transportasi yang masih sederhana dalam menentukan susunan pengiriman barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (tempat pemasaran) atau pengalokasian sumber daya). dalam mendapatkan nilai optimum

Dalam pengerjaan VAM adalah untuk mendapatkan pengalokasian yang tepat sehingga didapatkan nilai yang optimum. Kendala penawaran (Sumber) dari permintaan (tujuan) dilakukan alokasi melalui selisih biaya terkecil, sampai semua variable non basis (kotak kosong), memiliki perubahan biaya berarti solusi telah optimum

d. Metode Stepping Stone

Metode Stepping Stone adalah metode untuk mendapatkan solusi optimal dari masalah transportasi (biaya minimum), metode ini bersifat trial and error, yaitu dengan mencoba-coba memindahkan sel yang ada isinya (stone) ke sel yang kosong (water). Tujuan pemindahan ini adalah harus mengurangi biaya, untuk itu harus dipilih sedemikian rupa sel-sel kosong yang biaya transportasinya kecil dan memungkinkan dilakukan pemindahan.

Metode Stepping stone diawali dengan menggunakan metode langkah awal North West Corner (NWC), atau Least Cost, atau Vogel Approximation Method (VAM).

e. Metode MODI (Modified Distribution Method)

MODI (*Modified Distribution Method*) dapat juga dipergunakan untuk mencari solusi optimum seperti metode lainnya (North West Corner (NWC), Least Cost, Vogel Approximation Method (VAM) dan Stepping Stone) yaitu dengan melakukan evaluasi dari suatu lokasi transportasi secara matriks. Perbedaan utama antara metode MODI dengan metode Stepping-Stone adalah cara mengevaluasi setiap sel dalam matriks. Dalam proses mencari harga-harga pada sel evaluasi matriks, metode MODI ini terlebih dahulu harus menyusun satu matriks perantara, sedangkan pada metode Stepping-Stone langsung melakukan evaluasi sel demi sel tanpa menyusun matrik perantara.

3. Pembuatan Model Transportasi

Tahapan tahapan dalam membuat tabel Transportasi adalah :

- a. Perhatikan total (*supply*) atau kapasitas kirim untuk tiap source atau sumber.
- b. Perhatikan total demand atau kapasitas penerimaan untuk setiap tujuan.

- c. Pastikan jumlah total dari seluruh source atau sumber sama dengan *total* semua tujuan, *Supply* harus sama dengan *Demand* ($S = D$)
- d. Jika *supply* tidak sama dengan *demand* ($S > D$), maka harus ditambahkan kolom dummy (kolom buatan) pada bagian *demand*.
- e. Jika *supply* tidak sama dengan *demand* ($S < D$), maka harus ditambahkan kolom dummy pada bagian *supply*

4. Permasalahan yang dapat Diselesaikan dengan Metode Transportasi

Contoh soal:

- a. Total Supply sama dengan Total Demand ($S = D$)

Pengusaha roti, memiliki 3 buah pabrik yang tersebar di pulau jSumatera.

Tiap pabrik memiliki kapasitas produksi yang berbeda- beda, pabrik yang berlokasi di Medan memiliki kapasitas produksi 5.000 biskui setiap bulannya, pabrik di Padang memiliki memiliki kapasitas produksi 7.000 biskui setiap bulannya dan pabrik di Palembang memiliki kapasitas produksi 3.000 roti setiap bulannya.

Selain memiliki pabrik, pengusaha tersebut juga memiliki gudang yang menjadi daerah tujuan pengiriman dari produk roti tersebut. Gudang tersebut tersebut tersebar di tiga kota di pulau jawa, gudang di Jakarta memiliki kapasitas simpan sebanyak 6.000 biskui, gudang di Surabaya memiliki kapasitas simpan sebanyak 7.000 biskui dan gudang di Bandung memiliki kapasitas simpan sebanyak 2.000 biskui.

Ongkos kirim dari tiap sumber ke setiap tujuan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7.1 Tabel Ongkos Kirim Pabrik Roti

Sumber	Medan	Padang	Palembang
Tujuan			
Jakarta	\$8	\$15	\$10
Surabaya	\$10	\$7	\$12
bandung	\$20	\$16	\$15

Dari contoh kasus diatas, maka dapat dibuatkan kedalam tabel model transportasi seperti pada dibawah ini.

Tabel 7.2 Model Transportasi Pabrik Roti

Sumber Tujuan	Medan	Padang	Palembang	Total
Jakarta	8	15	10	6,000
Surabaya	10	7	12	7,000
Semarang	20	16	15	2,000
Total	5,000	7,000	3,000	15,000

Dari tabel 7.2 Model Transportasi Pabrik biskuit, terlihat bahwa total kapasitas produksi dari ketiga pabrik (supply) sebanyak 15.000 sama dengan total kapasitas simpan (demand) dari ketiga gudang tersebut. Dari tabel tersebut, maka tidak perlu ditambahkan kolom dummy dalam model transportasi, melihat dari total supply sama dengan total demand ($D=S$). dan bias langsung di kerjakan

b. Total Supply lebih besar dari Total Demand ($S>D$)

Sebuah perusahaan di Indonesia memiliki 3 buah pabrik yang tersebar di seluruh Indonesia, pabrik kertas yang berlokasi di Jakarta memiliki kapasitas produksi 12.000 Ton/bulan, pabrik yang berlokasi di Bogor memiliki kapasitas produksi 7,000 Ton/bulan dan pabrik yang berlokasi di Bandung memiliki kapasitas produksi 15.000 Ton/bulan.

Perusahaan tersebut memiliki 3 agen yang tersebar di seluruh Indonesia, agen 1 yang berlokasi di Kalimantan memiliki permintaan sebanyak 9.000 Ton/bulan, agen 2 yang berlokasi di Sulawesi memiliki permintaan sebanyak 13.000 Ton/bulan, dan agen 3 yang berlokasi di Papua memiliki permintaan 10.000 Ton/bulan. Ongkos kirim dari tiap sumber ke setiap tujuan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 7.3 Tabel Ongkos Kirim

	Jakarta	Bogor	Bandung
Agan 1	12 USD/Ton	5 USD/Ton	10 USD/Ton
Agan 2	9 USD/Ton	15 USD/Ton	12 USD/Ton

Agen 3	10 USD/Ton	12 USD/Ton	15 USD/Ton
---------------	------------	------------	------------

Dari contoh kasus diatas, maka dapat dibuatkan kedalam tabel model transportasi seperti pada dibawah ini.

Tabel 7.4 Model Tranportasi Pabrik Kertas

Ke dari	Jakarta	Bogor	Bandung	Total
Agen 1	12	5	10	9.000
Agen 2	9	15	12	13.000
Agen 3	10	12	15	10.000
Total	12.000	7.000	15.000	

Dari tabel 7.4 diatas terlihat bahwa total kapasitas dari ketiga pabrik dan total permintaan dari ketiga agen tersebut tidaklah sama, dimana total kapasitas produksi sebanyak 34.000.00 Ton dan total kapasitas permintaan sebanyak 32.000;00 Ton. Sehingga perlu ditambahkan kolom dummy pada baris tujuan (demand) sebanyak 2.000.00 Ton, agar total supply sama dengan total demand. yaitu dengan membuat kolom tambahan

Tabel 7.5 Model Tranportasi Pabrik Kertas dengan kolom dummy

Sumber Tujuan	Jakarta	Bogor	Bandung	Total
Agen 1	12	5	10	9.000
Agen 2	9	15	12	13.000
Agen 3	10	12	15	10.000
Dummy	0	0	2.000	2.000
Total	12.000	7.000	15.000	

34,000

Dummy merupakan tambahan untuk kolom fiktif atau kolom tambahan, sehingga secara aktual agen tersebut tidak ada, akan tetapi secara data ada, agar total supply sama dengan dengan total demand. Sehingga tidak ada ongkos kirim untuk baris dummy atau nol (0).

c. Total Supply lebih kecil dari Total Demand ($S < D$)

Sebuah perusahaan logistik terdapat 3 lokasi agen pengiriman, yang

terletak di Jakarta dengan kapasitas pengiriman 900 ton, agen di Bogor dengan kapasitas pengiriman 300 ton, dan agen di Bekasi dengan kapasitas pengiriman 500 ton. Ada sebuah pabrik tepung, menggunakan jasa perusahaan logistic untuk mengirim produknya ke beberapa gudang yang tersebar di Solo, Jogja dan Semarang. Permintaan tepung dari Solo sebanyak 700 ton, dari Jogja sebanyak 500 ton dan dari Semarang sebanyak 800 ton.

Ongkos kirim dari tiap sumber ke setiap tujuan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 7.6 Tabel Ongkos Kirim Perusahaan Logistik

	Jakarta (Rp/ton)	Bogor(Rp/ton)	Bekasi(Rp/ton)
Solo	8	13	10
Jogja	16	5	13
Semarang	13	16	8

Dari contoh kasus diatas, maka dapat dibuatkan kedalam tabel model transportasi seperti dibawah ini.

Tabel 7.7 Model Tranportasi Perusahaan Logistik

Sumber Tujuan	Jakarta	Bogor	Bekasi	Total
Solo	8	13	10	700
Jogja	16	5	13	2,000 500
Semarang	13	16	8	800
Total	900	300	500	

1,700

Dari tabel 7.7 diatas terlihat bahwa total kapasitas pengiriman dari perusahaan logistik tidaklah sama dengan total permintaan dari pabrik tepung. Dimana total kapasitas kirim hanya sebesar 1.700 Ton tidak sebanding dengan total permintaan yang sebanyak 2.000 ton. Oleh karena itu, perlu ditambahkan kolom dummy pada kolom sumber sebanyak 300 ton. Terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7.8 Model Tranportasi Perusahaan Logistik dengan kolom dumm

Sumber Tujuan	Jakarta	Bogor	Bekasi	Dummy	Total
Solo	8	13	10	0	700
Jogja	16	5	13	0	500
Semarang	13	16	8	0	800
Total	900	300	500	300	

Diagram illustrating the total supply and demand:

- Total Supply (from Jakarta, Bogor, Bekasi): 900 + 300 + 500 = 1,700
- Total Demand (to Solo, Jogja, Semarang): 700 + 500 + 800 = 2,000
- Balance (Dummy): 300

C. Soal Latihan/Tugas

- Ada sebuah perusahaan yang memiliki tiga buah pabrik dan tiga buah gudang. Dimana kapasitas untuk pabrik A sebesar 130.000 unit, kapasitas pabrik B sebesar 100.000 unit dan kapasitas pabrik C sebesar 140.000 unit. Untuk kapasitas gudang I sebesar 150.000 unit, kapasitas gudang II sebesar 120.000 unit dan kapasitas gudang III sebesar 80.000 unit. Ongkos kirim dari pabrik A ke gudang I sebesar \$2, pabrik A ke gudang II sebesar \$0.5, pabrik A ke gudang III sebesar \$0.4. Ongkos kirim dari pabrik B ke gudang I sebesar \$1.4, pabrik B ke gudang II sebesar \$1.5, pabrik B ke gudang III sebesar \$0.7. Ongkos kirim dari pabrik C ke gudang I sebesar \$0.4, pabrik C ke gudang II sebesar \$0.9, pabrik C ke gudang III sebesar \$1.5.

Pertanyaan: Buatlah model transportasi untuk pertanyaan tersebut diatas

- Terdapat 4 buah pabrik yang berlokasi di pulau jawa dengan 4 lokasi penyimpanan yang tersebar di Indonesia. Pabrik A hingga D memiliki kapasitas produksi
- yang berbeda-beda, diantaranya : 100 ton, 85 ton, 130 ton, 143 ton. Dan kapasitas gudang 1 hingga 4 yang memiliki kapasitas simpan, 130 ton, 70 ton, 132 ton, 126 ton.

Ongkos kirim dari pabrik ke gudang sebagai berikut.

	A	B	C	D
1	\$ 10	\$ 10	\$ 8	\$ 8
2	\$ 7	\$ 8	\$ 10	\$ 9
3	\$ 12	\$ 14	\$ 10	\$ 6
4	\$ 6	\$ 12	\$ 12	\$ 11

Pertanyaan :Buatlah model transportasi untuk pertanyaan tersebut diatas ?

4. Terdapat 3 buah pabrik dengan 3 buah gudang yang terdapat di Provinsi Banten. Dimana kapasitas untuk tiap pabrik diantaranya 90, 70 dan 95 ton. Dan kapasitas gudang diantaranya 95, 123 dan 80 ton. Ongkos kirim dari pabrik ke gudang sebagai berikut:.

	Serpong	Serang	Tangerang
A	\$ 10	\$ 15	\$ 16
B	\$ 12	\$ 14	\$ 18
C	\$ 12	\$ 9	\$ 10

Pertanyaan: Buatlah model transportasi untuk pertanyaan diatas ?

5. Terdapat 4 buah pabrik dengan dengan 4 buah gudang. Dimana kapasitas dari tiap pabrik adalah 190, 92, 175, 160 ton. Dan kapasitas dari tiap gudang adalah 135, 127, 158, 145 ton. Ongkos kirim dari pabrik ke gudang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

	A	B	C	D
1	\$ 18	\$ 17	\$ 9	\$ 12
2	\$ 8	\$ 10	\$ 13	\$ 5
3	\$ 12	\$ 12	\$ 10	\$ 12
4	\$ 9	\$ 12	\$ 15	\$ 16

Pertanyaan :Buatlah model transportasi untuk pertanyaan diatas ?

D. Daftar Pustaka

Subagyo Pangestu, dkk, Dasar-Dasar Operation Research, Yogyakarta PT. BPFE-Yogyakarta, 2000

Sri Mulyono, Riset Operasi, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, 2002

Taha, Hamdy A., Riset Operasi – Jilid 1, Jakarta: Binarupa Aksara,

PERTEMUAN 8 METODE TRANSPORTASI (NORTH WEST CORNER)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 8, mahasiswa mampu:

1. Memahami dan mengidentifikasi permasalahan yang dapat diselesaikan dengan metode transportasi.
2. Memahami penerapan metode transportasi menggunakan metode NWC.

B. Uraian Materi

1. Metode Transportasi

Metode transportasi merupakan bagian dari *liner programming* dalam mengatur pendistribusian sumber- sumber yang menyediakan produk ke tempat-tempat yang membutuhkan untuk biaya transportasi efisien.

Penempatan suatu produk harus memperhatikan biaya distribusi dari satu tempat ke tempat lain, dikarenakan adanya perbedaan dari biaya-biaya tersebut antara masing masing sumber dan tujuan..

Terdapat dua tahapan dalam metode transportasi, yaitu: solusi awal yang terdiri dari metode sudut barat laut (*north west corner rules/NWCR*), biaya terendah (*least cost*), dan *Vogel Approximation* (VAM) serta solusi optimal, yang terdiri dari metode batu loncatan (*stepping stone*) dan MODI (*modified distribution*)

2. Jenis-Jenis Metode Transportasi .

Menurut Siswanto (2006, p274), "Metode Sudut Barat Laut (North West Corner Method) adalah sebuah metode untuk menyusun tabel awal dengan cara mengalokasikan distribusi mulai dari sel yang terletak pada sudut kiri atas. Itulah sebabnya dinamakan Metode Barat Laut".

a. Least Cost

Metode Least Cost adalah metode yang membuat alokasi berdasarkan pada biaya yang terendah/terkecil LC bias digunakan sebagai langkah awal dari metode transportasi

b. Vogel Approximation Method

Metode Vogel atau Vogel's Approximation Method (VAM) biasanya memberikan pemecahan awal yang lebih baik dari metode. Pada kenyataannya VAM memberikan hasil pemecahan awal yang lebih optimum atau mendekati optimum dalam mengalokasikan sumber daya dari beberapa

sumber ke beberapa tujuan (daerah pemasaran)

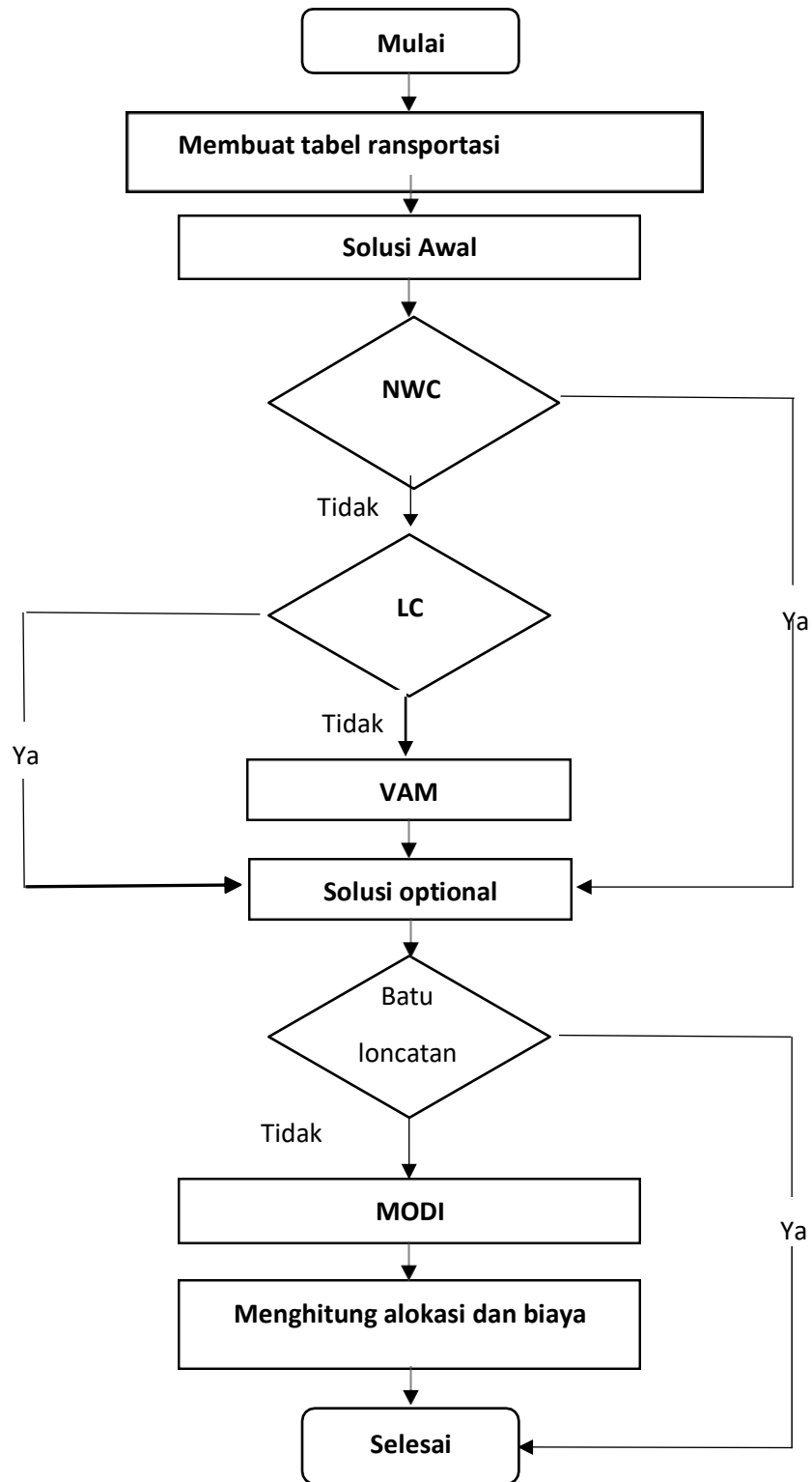
c. Stepping Stone

Stepping Stone merupakan metode untuk menentukan biaya transportasi optimal, setelah melewati langkah awal dengan menggunakan North West Corner Method atau Least Cost atau Vogel's Approximation Method. Dan mengikuti perhitungan selanjutnya untuk perbaikan alokasi sehingga didapat nilai yang paling optimum

d. Metode MODI (Modified Distribution)

Dalam memecahkan masalah transportasi selain menggunakan metode Stepping Stone, metode MODI juga dipergunakan dalam menentukan solusi optimum. Metode MODI atau dikenal juga metode potensial (metode U-V) ini melakukan evaluasi dari suatu lokasi transportasi secara matrik yang sebelumnya menggunakan metode awal North West Corner atau Least Cost atau Vogel's Approximation

Secara umum dapat dilihat dari ke lima jenis metode transportasi seperti di bawah ini:



Gambar 9.2: Alur metode Transfotration

Gambar Alur metode transportasi menunjukkan dari empat jenis metode transportasi sama sama di mulai dengan membuat tabel transportasi dan mencari solusi awal baru masuk pada langkah langkah masing masing metode

Tabel 8.1 Tabel model metode transportasi

Ke dari	S ₁		S ₂		S ₃		Kapasitas
D ₁	X ₁₁	C ₁₁	X ₁₂	C ₁₂	X ₁₃	C ₁₃	A ₁
D ₂	X ₂₁	C ₂₁	X ₂₂	C ₂₂	X ₂₃	C ₂₃	A ₂
D ₃	X ₃₁	C ₃₁	X ₃₂	C ₃₂	X ₃₂	C ₃₃	A ₃
Total permintaan	B ₁		B ₂		B ₃		$=A_1 + A_2 + A_3$ $=B_1 + B_2 + B_3$

Keterangan:

S = Sumber produk

D = Tujuan produk

C = Biaya transportasi

X = Total produk yang di distribusikan A = Jumlah keseluruhan kapasitas

B – Jumlah keseluruhan permintaan

3. North West Corner (NWC)

Menurut Siswanto (2006, p274), “Metode Sudut Barat Laut (North WestCorner Method) adalah sebuah metode untuk menyusun tabel awal dengan cara mengalokasikan distribusi mulai dari sel yang terletak pada sudut kiri atas. Itulah sebabnya dinamakan Metode Barat Laut”.

Metode North West Corner adalah metode paling sederhana diantara ketiga metode untuk mencari solusi awal.

4. Langkah-langkahnya dapat diringkas sebagai berikut:

- Membuat tabel Transportasi
- Pengalokasian pertama dimulai pada sudut kiri atas pojok barat laut tabel dan dialokasikan sebanyak mungkin pada tabel tanpa menyimpang dari kendala penawaran atau permintaan (artinya X_{11} ditetapkan sama dengan yang terkecil dan D_1 diantara nilai S_1)
- Ini akan menghabiskan penawaran pada sumber 1 dan atau permintaan pada tujuan 1. Akibatnya, tak ada lagi barang yang dapat dialokasikan ke kolom atau baris yang telah dihabiskan dan kemudian baris atau kolom itu tidak ada pengalokasian lagi.

- d. Alokasikan sebanyak mungkin ke kotak di dekatnya pada baris atau kolom yang masih memungkinkan. Jika kolom maupun baris telah dihabiskan, pindahkan secara diagonal ke kotak berikutnya.
- e. c. Lanjutkan dengan cara yang sama sampai semua penawaran telah dihabiskan dan keperluan permintaan telah dipenuhi

5. penerapan metode Transportasi dengan Metode NWC

Contoh soal:

- a. Suatu perusahaan mempunyai 3 pabrik di A, B dan C. masing masing kapasitasnya adalah berturut – turut 60 ton, 100 ton dan 40 ton. perusahaan menghadapi masalah alokasi hasil produksinya dari pabrik – pabrik tersebut ke gudang – gudang penjualan di P, Q dan R

Kapasitas pabrik dan kebutuhan gudang sebagai berikut:

Gudang	Kebutuhan tiap bulan
P	100 ton
Q	50 ton
R	50 ton
Jumlah	200 ton

Biaya pengangkutan dari tiap pabrik ke tiap gudang adalah :

Dari	Biaya/ton ke gudang P	Biaya/ton ke gudang Q	Biaya/ton ke gudang R
Pabrik A	15	5	7
Pabrik B	10	25	5
Pabrik C	20	5	10

Tentukanlah penyelesaian optimumnya dengan metode NWC
Penyelesaian

Langkah 1

Tabel 8.1 Penyelesaian Metode NWC

Ke dari	Gudang A		Gudang B		Gudang C		Total
P		15		5		7	100
Q		10		25		5	50
R		20		5		10	50
Total	60		100		40		200

Langkah 2

Dengan memulai mengalokasikan biaya pada pojok barat laut tabel dan dialokasikan sebanyak mungkin pada tabel bagian sudut kiri atas tanpa menyimpang dari jumlah yang ada pada kendala penawaran atau permintaan (artinya X_{11} ditetapkan sama dengan yang terkecil diantara nilai S_1 dan D_1). Seperti table 9.2

Tabel 8.2. : Penyelesaian Metode NWC

Ke dari	Gudang A		Gudang B		Gudang C		Total
P	60	15	40	5	X	7	100
Q	X	10	50	25	X	5	50
R	X	20	10	5	40	10	50
Total	60		100		40		

Langkah 3.

Lanjutkan dengan cara yang sama sampai semua penawaran telah dihabiskan dan keperluan permintaan telah dipenuhi

Tabel 8.3. : Penyelesaian Metode NWC

Ke dari	Gudang A		Gudang B		Gudang C		Total
P	60	15	40	5	X	7	100
Q	X	10	50	25		5	50
R	X	20	10	5	40	10	50
Total	60		100		40		

Sehingga biaya yang dikeluarkan :

$$=(60 \times 15) + (40 \times 5) + (50 \times 25) + (10 \times 5) + (40 \times 10) = 3.700$$

Contoh kasus

- Tentukanlah biaya transportasi dari soal di table berikut Tabel 9.4
- Contoh Masalah Transportasi

Dari \ Ke	Jakarta	Bogor	Cikarang	Kapasitas Pabrik
Tangerang	Rp 25	Rp 10	Rp 13	90
Bekasi	Rp 20	Rp 25	Rp 15	60
Serpong	Rp 30	Rp 15	Rp 24	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Penyelesaian dengan langkah langkah penyelesaian
meted transportasi NWC sebaga: berikut

Ke dari	Jakarta		Bogor		Cikarang		Total
Tangerang	50	25	40	10	X	13	90
Bekasi	X	20	60	25	X	15	60
Bogor	X	30	10	15	40	24	50
Total	50		110		40		200

Biaya yang dikeluarkan :

$$(50 \times 25) + (40 \times 10) + (60 \times 25) + (10 \times 15) + (40 \times 24) =$$

$$1.250 + 400 + 1500 + 150 + 960 = 4.260$$

C. Soal Latihan /Tugas

1. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode NWC

Sumber Tujuan	A	B	C	Total
1	8	10	15	250
2	5	7	4	195
3	3	12	9	450
Total	500	300	95	895

2. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan menggunakan metode NWC

Ke dari	Gudang A		Gudang B		Gudang C		Total
Bekasi		7		5		7	100
Bogor		5		9		5	50
Cirebon		8		10		10	50
Total	60		100		40		

3. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan menggunakan metode

Ke dari	Gudang A		Gudang B		Gudang C		Total
P		15		5		7	120
Q		10		25		5	50
R		20		5		10	80
Total	90		100		60		

4. Moonbucks Co. saat ini memiliki tiga pabrik Gula yang berkapasitas berbeda-beda yakni di lokasi Frankrut dengan kapasitas 6.000 unit. Muenchen 10.000 unit dan Bremen 8.000 unit. Perusahaan ini ingin mendistribusikan kopi hasil produksi tersebut ke tiga kota besar di Spanyol yakni Madrid, Barcelona dan Bilbao. Adapun berturut-turut estimasi permintaan gula ketiga kota tersebut adalah 6.800 unit, 10.200 unit dan 7.000 unit. Sedangkan untuk data biaya transportasi dicantumkan sebagai berikut:
- Frankrut ke Madrid € 500, Barcelona € 600, dan Bilbao € 900.
 - Muenchen ke Madrid € 950, Barcelona € 300, dan Bilbao € 700.
 - Bremen ke Madrid € 375, Barcelona € 250, dan Bilbao € 450. Berdasarkan data diatas hitunglah biaya transportasi minimum dari perusahaan dengan menggunakan biaya terendah sebagai solusi awal dan NWC sebagai solusi optimum
5. Suatu perusahaan mempunyai 3 pabrik di A, B dan C. masing masing kapasitasnya adalah berturut – turut 100 ton, 140 ton dan 60 ton. perusahaan menghadapi masalah alokasi hasil produksinya dari pabrik – pabrik tersebut ke gudang – gudang penjualan di P. Q dan R
- Kapasitas pabrik dan kebutuhan gudang berturut –turut sebagai 120 ton ,50 ton dan 130

Biaya pengangkutan dari tiap pabrik ke tiap gudang adalah :

Dari	Biaya/ton ke gudang P	Biaya/ton ke gudang Q	Biaya/ton ke gudang R
Pabrik A	13	5	9
Pabrik B	10	23	5
Pabrik C	20	5	10

Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Least Cost

D. Daftar Pustaka

Siang, Jong Jek, 2011, Riset Operasi dalam Pendekatan Igoritmis, Jogjakarta: Andi Offset.

Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi.edisi 3 Jakarta :Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 9

METODE TRANSPORTASI (LANJUTAN) LEAST COST

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 8, mahasiswa mampu:

1. Mengidentifikasi permasalahan dengan metode LC.
2. Menentukan solusi optimal dengan metode LC

B. Uraian Materi

1. Permasalahan yang dapat diselesaikan dengan Metode LC

Seperti yang sudah di bahas pada pertemuan sebelumnya bahwa tujuan dari metode transportasi adalah menentukan alur pendistribusian barang yang terbaik dari beberapa titik penawaran (sumber barang) ke beberapa titik permintaan (tujuan pengiriman) untuk meminimalkan biaya transportasi. Setiap perusahaan dengan jaringan titik penawaran-permintaan menghadapi masalah seperti ini.

Seperti yang sudah dibahas pada pertemuan 8, 9 selanjutnya pada pertemuan ini akan membahas tentang metode Least Cost

2. Least Cost

Metode biaya terendah atau Least-Cost Method berupaya mencapai tujuan minimalisasi yaitu biaya dengan alokasi sistematis kepada kotak-kotak sesuai dengan besarnya biaya transportasi per unit dengan pengalokasian berdasarkan biaya yang terendah.

3. Langkah – Langkah Least Cost

- a. Membuat table transportasi
- b. Mengidentifikasi sel dengan biaya yang paling rendah. jika pada sel terdapat biaya yang sama, pilih salah satu.
- c. Alokasikan unit sebanyak mungkin untuk sel tersebut tanpa melebihi pasokan atau permintaan. Kemudian coret kolom atau baris yang tidak mungkin di tambahkan lagi .
- d. Teruskan pengalokasian pada sel dengan biaya yang paling rendah dari sisa
- e. Ulangi langkah ke 2 dan 3 sampai semua unit habis dialokasikan.

4. Nilai Optimum dengan Metode LC

Contoh kasus

- a. Suatu perusahaan mempunyai 3 pabrik di A, B dan C. masing masing kapasitasnya adalah berturut – turut 60 ton, 100 ton dan 40 ton. perusahaan menghadapi masalah alokasi hasil produksinya dari pabrik – pabrik tersebut ke

gudang – gudang penjualan di P. Q dan R

Kapasitas pabrik dan kebutuhan gudang sebagai berikut:

Gudang	Kebutuhan tiap bulan
P	100 ton
Q	50 ton
R	50 ton
Jumlah	200 ton

Biaya pengangkutan dari tiap pabrik ke tiap gudang adalah :

Dari	Biaya/ton ke gudang P	Biaya/ton ke gudang Q	Biaya/ton ke gudang R
Pabrik A	15	5	7
Pabrik B	10	25	5
Pabrik C	20	5	10

Penyelesaian Langkah 1

Membuat table Transportasi

Tabel 10.1: Tabel transportasi langkah 1

Ke dari	Pabrik A		Pabrik B		Pabrik C		Total
P		15		5		7	100
Q		10		25		5	50
R		20		5		10	50
Total	60		100		40		200

Langkah 2

Tentukan sel dengan biaya yang paling rendah, jika terdapat biaya yang sama tentukan salah satu. Alokasikan unit sebanyak mungkin untuk sel tersebut tanpa melebihi pasokan atau permintaan. Kemudian coret kolom atau baris yang sudah tidak perlu diisi(sudah terpenuhi).

Tabel 10.2: Penyelesaian dengan Metode Least Cost: langkah 2

ke dari	Pabrik A		Pabrik B		Pabrik C		Kapasitas Pabrik
P	X	15	100	5	X	8	100
Q		10	X	15		10	50
R		20	X	10		15	50
Total	60		100		40		200

Langkah 3

Ulangi lagi dengan menentukan sel dengan biaya terendah dari sisa sel yang ada (yang belum dicoret). Ulangi langkah ke 2 dan 3 sampai semua unit habis dialokasikan.

Tabel 10.3: Penyelesaian dengan Metode Least Cost: langkah 3

ke dari	Pabrik A		Pabrik B		Pabrik C		Kapasitas Pabrik
I	X	15	100	5	X	8	100
II	50	10	X	15	X	10	50
III	10	20	X	10	40	15	50
Total	60		100		40		200

Biaya yang dikeluarkan :

$$(100 \times 5) + (50 \times 10) + (10 \times 20) + (40 \times 15) = \text{Rp. 1.800}$$

Contoh kasus

- b. Tentukanlah biaya transportasi dengan metode LC dari soal table berikut ini

Tabel 10.4: Contoh Masalah Transportasi:

Dari \ Ke	Jakarta	Bekasii	Bogor	Kapasitas
Tangerang	25	11	12	90
Bandung	18	23	13	60
Cirebon	28	13	22	50
Kebutuhan	50	110	40	200

Penyelesaian:

Dengan menggunakan langkah langkah pengerjaan metode LC seperti contoh 1 yaitu di mulai dengan pengalokasian pada biaya terkeci yaitu dari Tangerang ke Bekasi dan di lanjutkan pada biaya terkecil lainnya, hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 10.5: Penyelesaian dengan Metode Least Cost:

Ke dari	Gudang Jakarta		Gudang Bekasi		Gudang Bogor		Kapasitas Pabrik
Tangerang	X	25	90	11	X	12	90
Bandung	20	18	X	23	40	13	60
Cirebon		28		13		22	50
	30		20		X		
Kebutuhan Gudang	50		110		40		200

Tabel 10.6: Hasil Akhir Least Cost

Ke dari	Jakarta		Bekasi		Bogor		Kapasitas
Tangerang		23		8		12	90
			90				
Bandung		18		23		13	60
	20				40		
Cirebon		28		13		22	50
	30		20				
Kebutuhan	50		110		40		200

Biaya yang dikeluarkan :

$$(90 \times 8) + (20 \times 18) + (40 \times 13) + (30 \times 28) + (20 \times 13) = 720 + 360 + 520 + 840 + 260 = 2.700$$

C. Soal Latihan/Tugas

1. Tentukanlah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Least Cost

Ke dari	Pabrik P		Pabrik Q		Pabrik R		Total
Gudang A		15		8		7	100
Gudang B		10		25		15	70
Gudang C		14		5		10	60
Total	60		120		50		

2. Tentukanlah biaya transportasi dibawah ini dengan menggunakan metode Least Cost

Ke dari	Pabrik A		Pabrik B		Pabrik C		Total
Gudang I		20		18		17	100
Gudang II		10		25		15	70
Gudang II		20		9		10	60
Total	60		120		50		

3. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Least Cost

Ke dari	Pabrik P		Pabrik Q		Pabrik YR		Total
Gudang A		15		8		7	110
Gudang B		10		25		15	70
Gudang C		14		5		10	60
Total	70		120		50		

4. Suatu perusahaan mempunyai 3 pabrik di A, B dan C. masing masing kapasitasnya adalah berturut – turut 100 ton, 140 ton dan 60 ton. perusahaan

ingin mengetahui alokasi dengan biaya optimum dari hasil produksinya dari pabrik – pabrik tersebut ke gudang – gudang penjualan di P. Q dan R

Kapasitas pabrik dan kebutuhan gudang berturut –turut sebagai 120 ton ,50 ton dan 130

Biaya pengangkutan dari tiap pabrik ke tiap gudang adalah :

Dari	Biaya/ton ke gudang P	Biaya/ton ke gudang Q	Biaya/ton ke gudang R
Pabrik A	13	5	9
Pabrik B	10	23	5
Pabrik C	20	5	10

Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Least Cost

D. Daftar Pustaka

Siang, Jong Jek 2011, *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis* Jogjakarta Andi Offset.

Taha, Hamdy A. *Riset Operasi. Tangerang* : Binarupa Aksara

PERTEMUAN 10

METODE TRANSPORTASI (VAM)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 10, mahasiswa mampu memahami penerapan metode transportasi dengan metode VAM.

B. Uraian Materi

1. Vogel Approximation Method(VAM)

Metode Vogel atau Vogel's Approximation Method (VAM) merupakan metode yang lebih mudah dan lebih cepat untuk digunakan dalam mengalokasikan sumber daya dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (daerah pemasaran) untuk penentuan biaya optimum dari sebuah perusahaan **Langkah-langkah penyelesaian dengan metode VAM :**

- a. Hitung selisih dari dua biaya **TERKECIL**.
- b. Pilih selisih dengan nilai **TERBESAR**.
- c. Isi kolom yang memiliki biaya transportasi **TERKECIL**.
- d. Baris atau Kolom yang sudah digunakan tidak dapat digunakan kembali.
- e. Ulangi langkah 1,2,3 dan 4.

Tujuan dari jalur ini adalah untuk mempertahankan kendala penawaran dari permintaan sambil dilakukan alokasi ulang barang kesuatu kotak kosong, semua variable non basis (kotak kosong) di evaluasi dengan cara yang sama sampai semua sudah terpenuhi. artinya jika semua kotak kosong memiliki selisih biaya positif, berarti solusi telah optimum

Kelebihan metode VAM:

- a. Metode yang lebih mudah dan lebih cepat untuk mengatur alokasi biaya transportasi dari beberapa sumber ke daerah tujuan
- b. Hasil analisa dari metode ini sudah sangat optimal atau mendekati Optimal

Kelemahan Metode VAM:

- a. Proses iterasi lebih rumit.
- b. Pada metode VAM (Vogel's Approximation Method) adalah setelah semua produk telah dialokasikan, harus menguji sel bukan basis-nya apakah sudah memiliki nilai = 0. Hal tersebut dilakukan untuk menjamin bahwa total biaya benar-benar minimum.

Jika menggunakan model transportasi maka Total ongkos kirim yang dihasilkan dengan metode VAM dapat dilihat seperti dibawah ini: Contoh soal :

- a. Tentukanlah biaya transportasi dari soal dalam table transportasi di bawah ini

dengan metode VAM

Tabel 11.1: Contoh kasus dengan metode VAM 1

	A	B	C	Kapasitas	Perbedaan Baris
W	20	5	8	90	$8-5=3$
H	15	20	10	60	$15-10=5$
P	25	10	19	50	$19-10=9$
Kebutuhan	50	110	40		
Perbedaan Kolom	$20-15=5$	$10-5=5$	$10-8=2$		$X_{PB} = 50$ Hilangkan Baris P

Penyelesaian

Langkah 1

Dengan mengikuti langkah langkah pengerjaan metode VAM hasilnya sebagai berikut yaitu mencari selisih dari dua biaya terendah:

Tabel 11.2: Penyelesaian Metode VAM langkah

	A	B	C	Kapasitas	Perbedaan Baris
W	20	5	8	90	$8-5=3$
H	15	20	10	60	$15-10=5$
Kebutuhan	50	$110-50=60$	40		
Perbedaan Kolom	$20-15=5$	$20-5=15$	$10-8=2$		$X_{WB} = 60$ Hilangkan Kolom B

Langkah 2

Memilih Dari hasil selisih dua terkecil yaitu(3, 5 9 5. 5 dan 2) yang paling besar dalam hal ini adalah nilai 9 yang terletak pada baris ke tiga dan kolom tiga (Gudan C ke pabrik R) dengan memilih biaya terendah (C –Q)

Tabel 11.2 Penyelesaian Metode VAM langkah 2

Ke dari	Pabrik P	Pabrik Q	Pabrik R	total	
Gudang A	21	6	9	90	$9-6=3$
Gudang B	16	20	11	60	$16-11=5$
Gudang C	25	10	19	50	$19-10=9$
Kebutuhan	50	110	40		
Perbedaan	$21-16$	$11-6$	$11-9$		$X_{PB} = 50$
Kolom	$= 5$	$= 5$	$=2$		Hilangkan Baris P

Biaya transportasi :

$$(10 \times 50) + (5 \times 60) + (8 \times 30) + (15 \times 50) + (10 \times 10) = 1.890 \text{ (Optimal)}$$

CEK L lagi perhitungan Contoh 2.

Sumber Tujuan	A	B	C	Total
1	8	15	10	6000
2	10	7	11	7000
3	20	16	19	2000
Total	5000	7000	3000	15000

Langkah 1

Menentukan selisih dari dua biaya terkecil. Mengambil nilai paling besar dari selisih tersebut pada kasus ini adalah nilai 8 ada pada kolom B, sehingga pengalokasian dilakukan pada kolom A pada sel yang memiliki biaya terkecil dalam hal ini adalah pada 2B. seperti hasil di bawah ini

Sumber Tujuan	A	B	C	Total	Selisih
1	8	X 15	10	6000	2
2	X 10	7000 7	X 11	7000	3
3	20	X 16	2000 19	2000	1
Total	5000	7000	3000	15000	
Selisih	2	8	1		

Selisih paling besar pada tahapan selanjutnya adalah 12 ada pada baris

pertama (diambil salah satu), sehingga pengalokasian dilakukan pada kolom 1 pada sel yang memiliki biaya terkecil dalam hal ini adalah pada 1A. Hasilnya pada tabel dibawah ni.

Sumber Tujuan	A		B		C		Total	Selisih		
1	5000	8	X	15		10	6000	2	2	
2	X	10	7000	7	X	11	7000	3	-	
3	X	20	X	16		19	2000	3	1	
Total	5000		7000		3000		15000			
Selisih	2		8		1					
	12		-		9					

Selisih paling besar pada tahapan selanjutnya adalah 19 ada pada baris ke-3 sehingga pengalokasian dilakukan pada baris tersebut yaitu pada sel yang memiliki biaya terkecil dalam hal ini adalah pada 3C. Hasilnya pada tabel dibawah ni.

Sumber Tujuan	A		B		C		Total	Selisih		
1	5000	8	X	15		10	6000	2	2	10
2	X	10	7000	7	X	11	7000	3	3	-
3	X	20	X	16	2000	19	2000	1	1	19
Total	5000		7000		3000		15000			
Selisih	2		8		1					
	12		-		9					
	-		-		10					

Karena sel yang kosong yang masih memungkinkan harus diisi tinggal satu ,(3C) tidak perlu lagi mencari selisih tapi tinggal diisi sesuai dengan nilai yang di butuhkan untuk memenuhi kebutuhan

Sumber Tujuan	A		B		C		Total	Selisih		
1	5000	8	X	15	1000	10	6000	2	2	10
2	X	10	7000	7	X	11	7000	3	3	-
3	X	20	X	16	2000	19	2000	1	1	19
Total	5000		7000		3000		15000			
Selisih	2		8		1					
	12		-		9					
	-		-		10					

Sehingga iaya Transportas didapat

$$=(5.000 \times 8) + (1.000 \times 10) + (7.000 \times 7) + (2.000 \times 19)$$

$$=40.000 + 10.000 + 49.000 + 38.000$$

$$= 137.000$$

C. Soal Latihan /Tugas

1. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Ke dari	Pabrik P		Pabrik Q		Pabrik R		Total
Gudang A		15		8		7	100
Gudang Bb		10		25		15	70
Gudang C		14		5		10	60
Total	60		120		50		

2. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Ke dari	Pabrik A		Pabrik B		Pabrik C		Total
Gudang I		20		18		17	100
Gudang II		10		25		15	70
Gudang II		20		9		10	60
Total	60		120		50		

3. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Ke dari	Pabrik P		Pabrik Q		Pabrik YR		Total
Gudang A		15		8		7	110
Gudang B		10		25		15	70
Gudang C		14		5		10	60
Total	70		120		50		

4. Tentukan biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Pak Umar mempunyai 3 pabrik di A, B dan C. masing masing kapasitasnya adalah berturut – turut 80 ton, 50 ton dan 40 ton. Perusahaan ingin mengalokasi hasil produksinya dengan biaya yang optimum dari pabrik – pabrik tersebut ke gudang – gudang penjualan di P. Q dan R kapasitas pabrik dan kebutuhan gudang sebagai berikut:

Gudang	Kebutuhan tiap bulan
P	40 ton
Q	100 ton
R	30 ton
Jumlah	

Biaya pengangkutan dari tiap pabrik ke tiap gudang adalah :

Dari	Biaya/ton ke gudang P	Biaya/ton ke gudang Q	Biaya/ton ke gudang R
Pabrik A	15	5	7
Pabrik B	10	25	5
Pabrik C	20	5	10

D. Daftar Pustaka

Siang, Jong Jek, 2011, Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis, Jogjakarta: Andi Offset.

Taha, Hamdy A. Riset Operasi, Tangerang : Binarupa Aksara.

Wijaya, Andi, 2011, Pengantar Riset Operasi, Jakarta : Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 11

METODE TRANSPORTASI (MODI)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 12, mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian Metode transportasi dengan metode MODI
2. Memahami penerapan metode transportasi dengan metode MODI

B. Uraian Materi

1. Metode MODI (Modified Distribution)

Dalam memecahkan masalah transportasi metode MODI dapat dipergunakan untuk mencari solusi optimum. Metode MODI atau dikenal juga metode potensial (metode U-V). Perbedaan utama dari metode MODI dengan metode Stepping-Stone ialah cara mengevaluasi setiap sel dalam matriks. Dalam Stepping-Stone, lingkaran evaluasi harus dicari untuk semua sel, yaitu sebanyak $mn-m-n+1$ sel, yang tidak terletak dalam basis. Sedangkan dalam metode MODI, lingkaran evaluasi hanya dicari untuk sel yang mempunyai harga paling negatif pada matriks evaluasi. Dalam proses mencari harga-harga sel evaluasi matriks, metode MODI ini terlebih dahulu harus menyusun satu matriks perantara, sedangkan pada metode Stepping-Stone langsung melakukan evaluasi sel demi sel. Matriks asli dari transportasi dinyatakan dengan S_{ij} , matriks antara yang akan dijelaskan dinyatakan dengan X_{ij} , sedangkan matriks evaluasi dinyatakan dengan D_{ij} . Berdasarkan alokasi basis, maka sel dari basis dinyatakan dengan C_{ij} . Sel-sel ini mempunyai jumlah sebanyak $m+n-1$. Selanjutnya dicari harga-harga U_i untuk setiap baris dan harga-harga V_j untuk setiap kolom, dengan perantara persamaan

$$U_i + V_j = C_{ij}$$

2. Penerapan MODI

Langkah-langkah:

- a. Lakukan langkah metode transportasi awal (LC atau NWC atau VAM)
misalkan langkah awal yang digunakan adalah tabel NWC
- b. Tentukan variabel R_i dan K_j untuk masing-masing baris dan kolom.
- c. Hitung sel yang berisi (nilai tiap kolom dan tiap baris) dengan rumus:

$$\begin{array}{ccccc}
 R_i & + & K_j & = & C_i \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 \text{baris} & & \text{kolom} & & \text{biaya}
 \end{array}$$

- 1) W-A = $R_1 + K_1 = 20$
- 2) W-B = $R_1 + K_2 = 5$
- 3) H-B = $R_2 + K_2 = 20$
- 4) P-B = $R_3 + K_2 = 10$
- 5) P-C = $R_3 + K_3 = 19$

d. Dari persamaan di atas, hitung K_1 dan R_1 dengan cara meng-nol-kan variabel R_1 atau K_1 , misal $R_1 = 0$

- 1) $R_1 + K_1 = 20 \Rightarrow 0 + K_1 = 20, K_1 = 20$
- 2) $R_1 + K_2 = 5 \Rightarrow 0 + K_2 = 5, K_2 = 5$
- 3) $R_2 + K_2 = 20 \Rightarrow R_2 + 5 = 20, R_2 = 15$
- 4) $R_3 + K_2 = 10 \Rightarrow R_3 + 5 = 10, R_3 = 5$
- 5) $R_3 + K_3 = 19 \Rightarrow 5 + K_3 = 19, K_3 = 14$

Letakkan nilai tersebut pada baris / kolom yang bersangkutan

Ke Dari	Gudang A $K_1=20$	Gudang B $K_2=5$	Gudang C $K_3=14$	Kapasitas Pabrik
Pabrik W $R_1=0$	50	40	8	90
Pabrik H $R_2=15$		60	10	60
Pabrik P $R_3=5$		10	40	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

e. Hitung nilai/ index perbaikan setiap sel yang kosong dengan rumus:

$$C_{ij} - R_i - K_j$$

- 1) H-A = $15 - 15 - 20 = -20$
- 2) P-A = $25 - 5 - 20 = 0$
- 3) W-C = $8 - 0 - 14 = -6$
- 4) H-C = $10 - 15 - 14 = -19$

(Optimal jika pada sel yang kosong, index perbaikannya ≥ 0 , jika belum

maka pilih nilai yang negatifnya paling besar)

f. Memilih titik tolak perubahan

Pilih nilai yang negatifnya besar pada kasus ini adalah pada H-A

g. Buat jalur tertutup

Berilah tanda positif pada H-A. Pilih 1 sel terdekat yang isi dan sebaris (H- B), 1 sel yang isi terdekat dan sekolom (W-A), berilah tanda negatif pada dua sel tersebut. Kemudian pilih satu sel yang sebaris atau sekolom dengan dua sel bertanda negatif tadi (W-B) dan beri tanda positif. Selanjutnya pindahkan isi dari sel bertanda negatif ke yang bertanda positif sebanyak isi terkecil dari sel yang bertanda positif (50). Jadi, H-A kemudian berisi 50, H-B berisi $60-50=10$, W-B berisi $40+50=90$ dan W-A tidak berisi.

Ke Dari	Gudang A K1=20	Gudang B K2=5	Gudang C K3=14	Kapasitas Pabrik
PabrikW R1=0				90
PabrikH R2=15				60
PabrikP R3=5				50
Keb.Gudang	50	110	40	200

h. Ulangi langkah-langkah c – f sampai indeks perbaikan bernilai ≥ 0 hitung

$$\begin{aligned}
 W-B &= R1 + K2 = 5 & \Rightarrow 0 + K2 &= 5, & K2 &= 5 \\
 H-A &= R2 + K1 = 15 & \Rightarrow R2 + 0 &= 15, & R2 &= 15 \\
 H-B &= R2 + K2 = 20 & \Rightarrow 15 + 5 &= 20, & & \\
 P-B &= R3 + K2 = 10 & \Rightarrow R3 + 5 &= 10, & R3 &= 5 \\
 P-C &= R3 + K3 = 19 & \Rightarrow 5 + K3 &= 19, & K3 &= 14
 \end{aligned}$$

Perbaikan indeks:

$$W-A = 20 - 0 - 0 = 20$$

$$W-C = 8 - 0 - 14 = -6$$

$$H-C = 10 - 15 - 14 = -19$$

$$P-A = 25 - 5 - 0 = 20$$

Ke Dari	Gudang A K1=0	Gudang B K2=5	Gudang C K3=14	Kapasitas Pabrik
Pabrik W R1=0	20	90	5	90
Pabrik H R2=15	50	10	20	60
Pabrik P R3=5	25	10	10	50
Keb. Gudang	50	110	40	200

Biaya transportasi : $(90 \times 5) + (50 \times 15) + (10 \times 10) + (20 \times 10) + (30 \times 19) = 2.070$

Hitung sel yang berisi:

$$W-B = R1 + K2 = 5 \Rightarrow 0 + K2 = 5, \quad K2 = 5$$

$$P-B = R3 + K2 = 10 \Rightarrow R3 + 5 = 10, \quad R3 = 5 \quad P-C = R3 + K3 = 19 \Rightarrow 5 + K3 = 19, \quad K3 = 14$$

$$H-C = R2 + K3 = 10 \Rightarrow R2 + 14 = 10, \quad R2 = -4 \quad H-A = R2 + K1 = 15 \Rightarrow -4 + K1 = 15, \quad K1 = 19$$

Perbaikan indeks (sel kosong) :

$$W-A = 20 - 0 - 0 = 20$$

$$W-C = 8 - 0 - 14 = -6$$

$$H-B = 20 - 15 - 5 = 0$$

$$P-A = 25 - 5 - 0 = 20$$

Ke Dari	Gudang A K1=19	Gudang B K2=5	Gudang C K3=14	Kapasitas Pabrik
Pabrik W R1=0	20	80 5	8	90
Pabrik H R2=-4	50 15	20	10 10	60
Pabrik P R3=5	25	20 10	30 19	50
Keb. Gudang	50	110	40	200

Biaya transportasi : $(80 \times 5) + (10 \times 8) + (50 \times 15) + (10 \times 10) + (30 \times 10) + (20 \times 19) =$

2.010 Sel berisi:

$$W-B = R1 + K2 = 5 \Rightarrow 0 + K2 = 5, \quad K2 = 5$$

$$W-C = R1 + K3 = 8 \Rightarrow 0 + K3 = 8, \quad K3 = 8$$

$$H-C = R2 + K3 = 10 \Rightarrow R2 + 8 = 10, \quad R2 = 2$$

$$H-A = R2 + K1 = 15 \Rightarrow 2 + K1 = 15, \quad K1 = 13$$

$$P-B = R3 + K2 = 10 \Rightarrow R3 + 5 = 10, \quad R3 = 5$$

$$\text{Indeks perbaikan: } W-A = 20 - 0 - 19 = 1$$

$$H-B = 20 - (-4) - 5 = 19$$

$$P-A = 25 - 5 - 19 = 1$$

Indeks perbaikan sudah positif semua, berarti sudah optimal.

Ke Dari	Gudang A K1 = 20	Gudang B K2 = 5	Gudang C K3 = 14	Kapasitas Pabrik
Pabrik W R1 = 0	20	80 5	10 8	90
Pabrik H R2 = 15	50 15	20	10 10	60
Pabrik P R3 = 5	25	30 10	20 10	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

C. Soal Latihan/Tugas

1. Perhatikan tabel berikut ini

Dari \ Ke	Jakarta	Surabaya	Semarang	Kapasitas
Bandung	3.500	2.300	3.400	116
Cirebon	4.000	4.200	4.800	135
Cilacap	3.700	3.300	5.000	124
Kebutuhan Gudang	125	152	98	375

2. Produksi sebuah pabrik P, Q , R

Pabrik	Produksi (ton)
P	150
Q	70
R	80
Total	300

Kapasitas :Gudang

Gudang	Kebutuhan (ton)
S	110
T	90
U	100
Total	300

Biaya pengiriman barang dari pabrik ke gudang :

Dari	Biaya Tiap Ton (Rp)		
	Ke Gudang S	Ke Gudang T	Ke Gudang U
Pabrik P	27.000	23.000	31.000
Pabrik Q	10.000	45.000	40.000
Pabrik R	30.000	54.000	35.000

- Selesaikan dengan metode awal biaya terkecil dan optimalkan dengan metode MODI
- Selesaikan dengan metode awal VAM dan optimalkan dengan metode MODI

D. Daftar Pustaka

Siang, Jong Jek, 2011, Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis, Jogjakarta: Andi Offset..

Wijaya, Andi 2012, Pengantar Riset Operasi, Edisi 2 Jakarta: Mitra Wacana Media.

Zusi, Hasmand, 2006, Operations Research, Jakarta: Universitas Trisakti.

Richard Bronson, Theory and Problem of Operation Research Graw-Hill, Singapore.

PERTEMUAN 12

METODE TRANSPORTASI STEPPING STONE

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 11, mahasiswa mampu:

1. Memahami penerapan metode transportasi dengan metode STEPPING STONE
2. Memecahkan permasalahan transportasi dengan Stepping Stone

B. Uraian Materi

1. Metode Stepping Stone

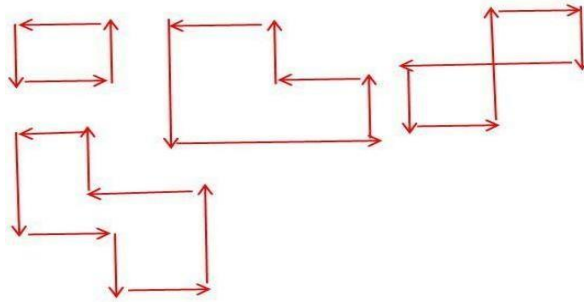
Metode Stepping Stone adalah metode untuk mendapatkan solusi optimal dari masalah transportasi (biaya minimum), metode ini bersifat trial and error, yaitu dengan mencoba-coba memindahkan sel yang ada isinya (stone) ke sel yang kosong (water). Tujuan pemindahan ini adalah harus mengurangi biaya, untuk itu harus dipilih sedemikian rupa sel-sel kosong yang biaya transportasinya kecil dan memungkinkan dilakukan pemindahan.

Metode Stepping stone diawali dengan menggunakan metode langkah awal North West Corner (NWC), atau Least Cost, atau Vogel Aproximation Method (VAM).

Langkah-Langkah Stepping Stone

Langkah-langkah penyelesaian dengan metode stepping stone :

- a. Tentukan langkah awal yang akan digunakan. Dapat menggunakan langkah awal North West Corner (NWC), Least Cost, atau Vogel Aproximation Method (VAM).
- b. Hitung nilai setiap kotak kosong
- c. Nilai untuk setiap kotak kosong bernilai positif (+).
- d. Perhitungan kotak kosong dimulai dari +,-,+,-,+,-,..... Harus diawali dengan + dan diakhiri dengan –
- e. Dalam menghitung kotak kosong, pastikan anda dapat kembali ke kotak kosong.



- f. Setelah menghitung nilai dari semua kotong kosong. Pilih kotak kosong yang memiliki nilai minus (-) paling besar.
- g. Pilih dan pindahkan nilai terkecil yang bersebelahan dengan kotak kosong. Lakukan kembali langkah 1 s.d 7 hingga tidak ada nilai minus (-)

Mengoptimalkan tabel:

- a. Metode Stepping Stone , misal tabel awal menggunakan yang NWC

	Gudang A		Gudang B		Gudang C		Kapasitas Pabrik
Pabrik W	50	20	40	5	I	8	90
Pabrik H	II	15	60	20	III	10	60
Pabrik P	IV	25	10	10	40	19	50
Kebutuhan Gudang	50		110		40		200

Pengujian Sel Kosong :					
Kotak Kosong	Biaya				Nilai
WC - I	8	-5	10	-19	-6
HA - II	15	-20	5	-20	-20
HC - III	10	-19	10	-20	-19
PA - IV	25	-20	5	-10	0

Kotak Kosong II hasil perhitungan menunjukkan nilai negatif terbesar:

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20 50	40 5	I 8	90
Pabrik H	15 II	60 20	III 10	60
Pabrik P	25 IV	10 10	40 19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Perbaikan 1 dengan cara trial and error

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	50 20 -	40 5 + 90	8	90
Pabrik H	50 15 +	60 20 - 10	10	60
Pabrik P	25	10 10	40 19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Setelah dihitung dengan trial dan error, biaya yang dikeluarkan : $50 \times 15) + (90 \times 5) + (10 \times 20) + (10 \times 10) + (40 \times 19) = 2.260$

Ulangi langkah ke pertama untuk melakukan perbaikan berikutnya, sehingga dihasilkan biaya terkecil kemudian cek kotak kosong hingga menghasilkan angka positif (+).

Perbaikan 2

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	I 20	90 50 5	40 8 II	90
Pabrik H	50 15	10 20	III 10	60
Pabrik P	25 IV	10 50 10	40 19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Biaya yang dikeluarkan :

$$(50 \times 5) + (40 \times 8) + (50 \times 15) + (10 \times 20) + (50 \times 10) = 2.020$$

Perbaikan 3

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	50 60 5	30 40 8	90
Pabrik H	50 15	10 20	10 10	60
Pabrik P	25	50 10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Biaya yang dikeluarkan :

$$(60 \times 5) + (30 \times 8) + (50 \times 15) + (10 \times 10) + (50 \times 10) = 1.890 \text{ (paling optimal)}$$

Jika hasil belum optimal, lakukan perbaikan terus sampai mendapatkan hasil yang optimal, dikatakan optimal jika kotak kosong nilainya tidak ada yang negative.

Hasil akhir perbaikan perhitungan 3:

	Gudang A		Gudang B		Gudang C		Kapasitas Pabrik
Pabrik W		20	60	5	30	8	90
Pabrik H	50	15		20	10	10	60
Pabrik P		25	50	10		19	50
Kebutuhan Gudang	50		110		40		200

Cek Kotak Kosong

Kotak Kosong	Biaya				Nilai
WA- I	20	-8	10	-15	7
HB - II	20	-5	20	-15	20
PA - III	25	-10	5	-15	5
PC - IV	19	-8	5	-10	6

C. Soal Latihan/ Tugas

1. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Sumber Tujuan	A	B	C	Total
1	8	10	15	250
2	5	7	4	195
3	3	12	9	450
Total	500	300	95	895

2. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Sumber Tujuan	A	B	C	Total
1	2	4	5	580
2	5	9	8	670
3	10	12	11	125
4	7	6	8	500
Total	800	321	754	1,875

3. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Sumber Tujuan	A	B	C	D	Total
1	7	12	9	0	1,400
2	15	4	12	0	1,350
3	15	4	12	0	1,780
4	12	15	7	0	2,000
Total	2,500	1,200	1,700	1,130	6,530

4. Hitunglah biaya transportasi dibawah ini dengan metode Stepping Stone (Step awal NWC, Least Cost & VAM)

Sumber Tujuan	A	B	C	D	Total
1	12	5	4	8	6,500
2	9	10	11	7	10,500
3	4	8	7	10	8,940
Total	4,587	1,258	15,432	4,663	25,940

D. Daftar Pustaka

Siang, Jong Jek, 2011, Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis, Jogjakarta: Andi Offset.

Taha, Hamdy A. Riset Operasi, Tangerang : Binarupa Aksara.

Wijaya, Andi, 2011, Pengantar Riset Operasi, Jakarta : Mitra Wacana Media.

Zusi, Hasmand, 2006, Operations Research, Jakarta : Universitas Trisakti.

PERTEMUAN 13

MANAJEMEN PROYEK (PENDAHULUAN)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 3, mahasiswa mampu:

1. Mendefinisikan tentang manajemen proyek
2. Mendefinisikan proses kerja kedalam diagram jaringan proyek

B. Uraian Materi

1. Pengertian Manajemen

Manajemen adalah berasal dari kata *to manage* yang berarti mengelola, mengatur, mengurus, melaksanakan dan mengendalikan kegiatan agar berjalan sesuai yang diharapkan, sehingga manajemen identik dengan mengatur atau menata sesuatu agar berjalan sesuai dengan fungsinya..

Supaya pekerjaan-pekerjaan induk dan sumber-sumber kegiatan yang lain dapat terarahkan kepada tujuan yang ingin dicapai haruslah dilakukan pengaturan. Istilah yang lazim digunakan dalam pengaturan ini adalah penataan, dari asal kata “tata”, “menata” dan seterusnya. serangkaian penataan inilah yang dimaksud dengan administrasi. Sehingga dapat disimpulkan manajemen adalah: “Segenap rangkaian memimpin penataan atau pengaturan terhadap pekerjaan induk dan sumber-sumber kegiatan lainnya dalam suatu usaha bersama agar tujuan dapat benar-benar dicapai”

2. Pengertian Proyek

Proyek (Hafnidar, 2016) merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang ditentukan. Untuk dapat mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (triple constraint).

Dalam analisis jaringan kerja Proyek adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (temporer) (Maharesi, 2002).

3. Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan teknik untuk perencanaan, pengerjaan, dan pengendalian aktivitas suatu proyek dengan tujuan kendala waktu dan biaya proyek terpenuhi. Umur proyek atau biasa disebut waktu pengerjaan proyek

merupakan bagian atribut proyek yang sangat penting dalam manajemen proyek. Gagal dalam mengelola waktu proyek dapat mengakibatkan penyelesaian proyek tidak sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Penyelesaian proyek dengan waktu lama dan kurangnya pengelolaan waktu akan menyebabkan pembengkakan pada berbagai sumber daya proyek, terutama biaya dan sumber daya manusia proyek. Dengan demikian seorang manajer proyek dituntut untuk mampu mengelola waktu proyek dengan baik sehingga proyek dapat selesai tepat waktu dan dengan jumlah tenaga kerja yang sesuai. Orientasi manajemen proyek pada suatu perencanaan, seperti pembangunan gedung, pembukaan kantor baru, atau pengendalian kegiatan penelitian dan pengembangan. Perencanaan suatu proyek terdiri dari tiga tahap

(Prasetya, Hery dan Lukiasuti, Fitri 2009), yaitu:

- a. Perencanaan. Pembuatan uraian kegiatan, penyusunan urutan logika kejadian-kejadian, penentuan syarat-syarat pendahuluan, penguraian interaksi dan interdependensi antara kegiatan-kegiatan.
- b. Penjadwalan. Penaksiran waktu yang diperlukan dalam melaksanakan tiap kegiatan, penegasan kapan suatu kegiatan berlangsung dan kapan berakhir.
- c. Pengendalian. Penetapan pengalokasian biaya dan peralatan guna melaksanakan tiap kegiatan.

Manajemen proyek dengan menggunakan teknik Critical Path Method (CPM) biasanya dipergunakan dalam pembangunan proyek dimana perkiraan waktu untuk setiap aktivitas atau pekerjaan adalah telah diprediksi sebelumnya (tertentu).

Sedangkan dengan teknik Program Evaluation and Review Technique (PERT) dipergunakan dalam proyek- proyek di mana perkiraan waktu tidak dapat diprediksi dengan pasti.

4. Pengertian CPM

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode Jalur Kritis (Critical Path Method - CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang

digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis (Siswanto, 2007). CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Network planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network. Dengandemikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut (Hayun, 2005) :

- a.  (anak panah/busur), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa
- b. suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini samasekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- c.  (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.

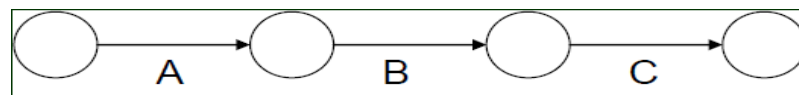
- d. -----► (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. Dummy di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy tidak ditetapkan sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatannya sama dengan nol.
- e. —————► (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun, 2005) :

- Di antara dua kejadian (event) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (initial event) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (terminal event).

Adapun logika ketergantungan masing masing kegiatan itu dapat dinyatakan sebagai berikut :

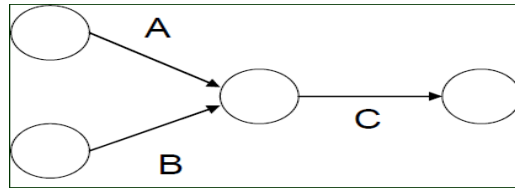
- Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dimulai dan kegiatan C dimulai setelah kegiatan B selesai dikerjakan, maka hubungan antara kegiatan A, B dan C seperti gambar 13.1.



Gambar 13.1. Gambar 1 Jaringan Kerja

Kegiatan A dimulai sebelum kegiatan B & kegiatan B dimulai sebelum kegiatan C

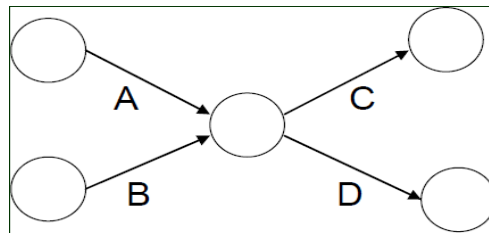
- Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, maka digambarkan sebagai berikut.



Gambar 13.2. Gambar 2 Jaringan Kerja

Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C

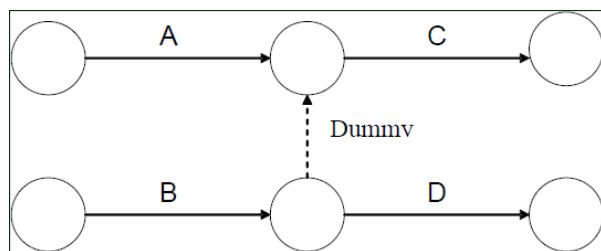
- c. Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D maka seperti gambar 13.3.



Gambar 13.3. Gambar 3 Jaringan Kerja

Kegiatan A dan B selesai baru mengerjakan kegiatan C dan D

- d. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar 13.4.

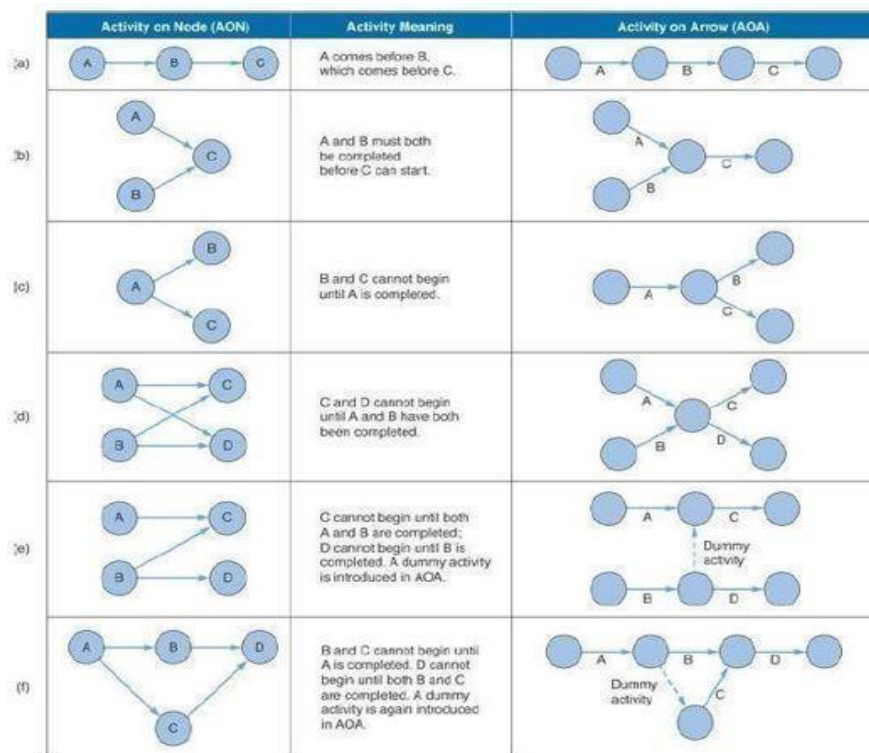


Gambar 13.4. Gambar 4

Jaringan Kerja Kegiatan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D

Menurut Heizer dan Render (2005), ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek, yaitu kegiatan-pada-titik (activity-on-node –

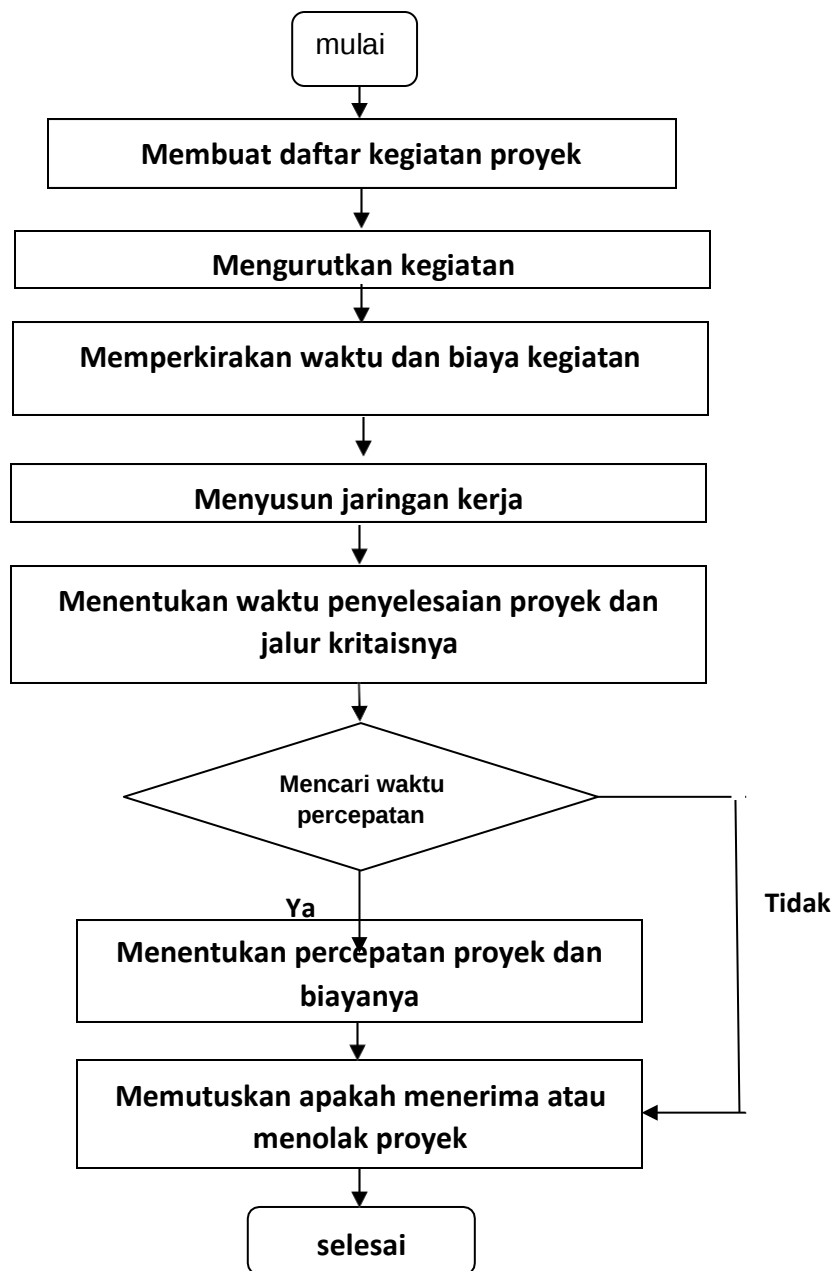
AON) dan kegiatan-pada-panah (activity-on-arrow – AOA). Pada pendekatan AON, titik menunjukkan kegiatan, sedangkan pada AOA, panah menunjukkan kegiatan. Gambar 3.5 mengilustrasikan kedua pendekatan tersebut.



Gambar 13.5. Perbandingan Dua Pendekatan

Menggambarkan Jaringan Kerja Langkah langkah pengerjaan CPM

- Membuat daftar kegiatan proyek
- Mengurutkan satu kegiatan dengan kegiatan yang saling berhubungan
- Memperkirakan waktu dan biaya suatu kegiatan
- Menyusun jaringan kerja
- Menentukan waktu penyelesaian proyek
- Membuat jalur kritisnya (jalur yang terpanjang dari proyek tersebut)
- Memastikan apakah proyek dikerjakan sesuai dengan yang diharapkan
- Menentukan kegiatan yang dapat dipercepat dan biaya percepatannya
- Memutuskan apakah akan menerima atau menolak proyek tersebut



Gambar 14.1 Alur Penyelesaian Proyek

5. Pengertian Pert

PERT atau Project Evaluation and Review Technique adalah sebuah model Management Science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007).

PERT memiliki asumsi bahwa proyek yang akan dilaksanakan adalah baru, tidak ada contoh sebelumnya. Berdasarkan atas asumsi itu, maka proyek dan belum menekankan soal minimisasi biaya. Oleh karena belum ada pengalaman sebelumnya, maka waktu penyelesaian pekerjaan tertentu yang ada dalam proyek bersifat probabilistik.

PERT dapat bekerja dengan ketidakpastian melalui penggunaan waktu probabilitas (Ma'arif, Syamsul Mohammad dan Tanjung, Hendri, 2003). Bila waktu kegiatan individual acak, maka waktu proyek juga akan acak. Bila waktu kegiatan tidak pasti, lintasan kritis pun bersifat acak. Hanya saja, karena bekerja dengan ketidakpastian, maka lintasan kritis penyelesaian proyek pun menjadi tidak pasti. Inilah gambaran dari metode PERT, yaitu risiko ketidakpastian.

Sebuah fitur yang membedakan PERT adalah kemampuannya untuk menghadapi ketidakpastian di masa penyelesaian kegiatan. Untuk setiap aktivitas, model biasanya mencakup tiga perkiraan waktu (Soeharto, 2002):

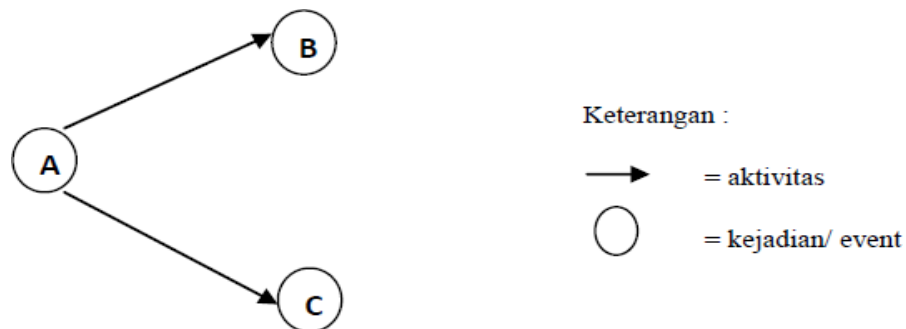
- a. Waktu Optimis, yaitu perkiraan waktu paling cepat untuk menyelesaikan pekerjaan
- b. Waktu Perkiraan Paling Meungkinan, waktu penyelesaian yang memiliki kemungkinan tertinggi
- c. Waktu Pesimis, yaitu waktu terlama yang mungkin diperlukan suatu kegiatan.

PERT “menimbang” dari ketiga perkiraan waktu ini untuk mendapatkan waktu kegiatan yang diharapkan (expected time) dengan rumusan :

$$\frac{\text{Waktu Optimis} + (4 \times \text{Waktu Perkiraan Paling Mungkin}) + \text{Waktu Pesimis}}{6}$$

6

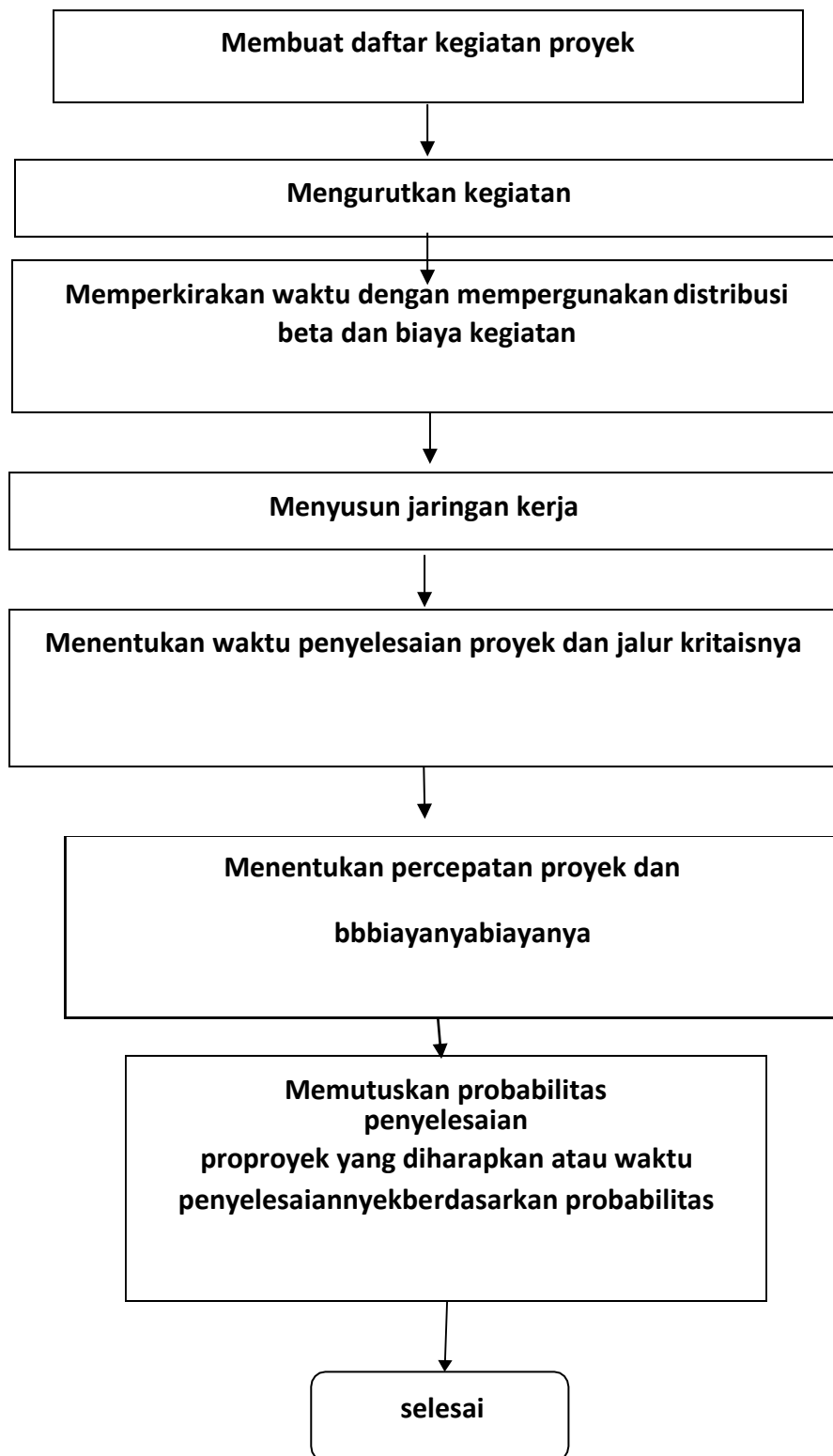
Gambar pembuatan network suatu proyek dalam PERT seperti pada Gambar 1 sebagai berikut



Gambar 13.6 Diagram network PERT

Network pada Gambar13.6 adalah rangkaian kejadian aktivitas A, B, dan C, dimana penyelesaian aktivitas A yaitu saat dimulainya aktivitas B dan C. Dalam diagram network ini setiap aktivitas harus dimulai dimana aktivitas sebelumnya berakhir. Seperti kasus pada gambar diatas, aktivitas A dimulai pada kejadian 1. Akan tetapi, karena kejadian 1 merupakan awal dari seluruh aktivitas dalam network, maka tidak ada aktivitas yang mendahuluinya.

- a. Membuat daftar kegiatan proyek
- b. Mengurutkan satu kegiatan dengan kegiatan yang saling berhubungan
- c. Memperkirakan waktu dengan mempergunakan distribusi beta dan biaya kegiatan
- d. Menyusun jaringan kerja
- e. Menentukan waktu penyelesaian proyek
- f. Membuat jalur kritisnya (jalur yang terpanjang dari proyek tersebut)
- g. Memutuskan probabilitas waktu penyelesaian proyek yang diharapkan dari suatu proyek atau menghitung waktu proyek dari probabilitas yang diharapkan



Gambar13.2. Alur pengerjaan manajemen proyek

6. Kelebihan CPM Dan Pert

Berikut dibawah ini beberapa kelebihan penggunaan CPM dan PERT dalam penyelesaian kasus, diantaranya :

- a. Sangat bermanfaat untuk menjadwalkan dan mengendalikan proyek besar.
- b. Konsep yang lugas (secara langsung) dan tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit.
- c. Network dapat untuk melihat hubungan antar kegiatan proyek secara cepat.
- d. Analisa jalur kritis dan slack membantu menunjukkan kegiatan yang perlu diperhatikan lebih dekat.
- e. Dokumentasi proyek dan gambar menunjukkan siapa yang bertanggung jawab untuk berbagai kegiatan.
- f. Dapat diterapkan untuk proyek yang bervariasi
- g. Berguna dalam pengawasan biaya dan jadwal.

7. Kelemahan CPM Dan Pert

- a. Kegiatan harus jelas dan hubungan harus bebas dan stabil.
- b. Hubungan pendahulu harus dijelaskan dan dijangkau bersama-sama.
- c. Perkiraan waktu cenderung subyektif dan tergantung manajer.
- d. Ada bahaya terselubung dengan terlalu banyaknya penekanan pada jalur kritis, maka yang nyaris kritis perlu diawasi.

8. Perbedaan CPM dan PERT

Pada prinsipnya yang menyangkut perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut :

- a. CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh evaluator. sedangkan PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan,
- b. CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek. Sedangkan Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak,
- c. CPM menekankan tepat biaya. sedangkan Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil,

- d. CPM tanda panah adalah kegiatan. sedangkan dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presedential).

9. Diagram Jaringan

Anak panah (arrow) sekaligus menunjukkan aliran kerja dan dihubungkan pada suatu titik yang disebut node untuk menggambarkan urutan aktivitas. Node ini sekaligus menunjukkan titik mulai dan titik selesainya suatu aktivitas. Setiap node di beri nomor secara urut, nomor node pertama (no. 1) menunjukkan awal proyek dan nomor node terakhir menunjukkan akhir proyek.

Langkah-langkah membuat Diagram Jaringan Proyek :

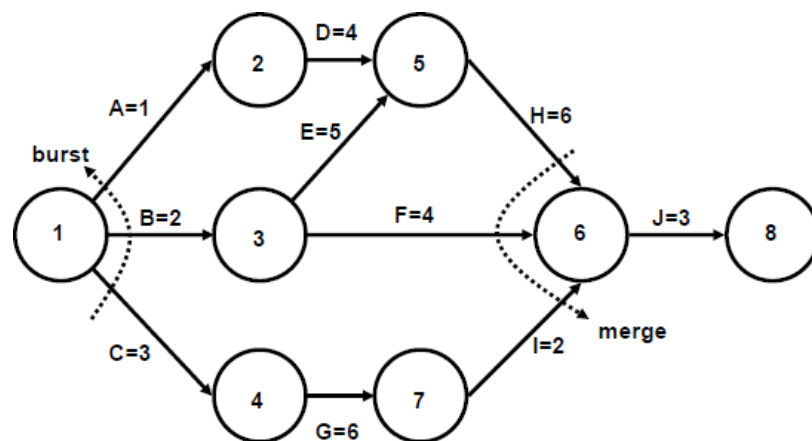
- a. Menentukan aktivitas awal proyek dan tempatkan awal semua aktivitas ini pada node 1. Buat node-node baru sebagai akhir aktivitas dari node 1 dan hubungkan dengan anak panah masing-masing ke node 1. Beri nama atau simbol aktivitas pada anak panah. Estimasi waktu juga dapat dituliskan pada anak panah. Misalnya A = 3 artinya aktivitas A dengan alokasi waktu 3 hari (jika satuan waktunya hari).
- b. Lanjutkan menggambar diagram network, urutan pekerjaan mengalir dari kiri ke kanan. Perhatikan apakah ada aktivitas yang mengumpul (merger) atau menyebar (burst). Suatu node disebut *burst* jika dari node ini menghasilkan satu atau lebih aktivitas (sekaligus node) baru. Dan suatu node disebut merger jika dari beberapa aktivitas yang berasal dari beberapa node mengumpul pada satu node sebagai aktivitas akhir
- c. Lanjutkan menggambar diagram jaringan proyek sampai seluruh aktivitas tergambar pada diagram
- d. Acuan lainnya, semua anak panah sedapat mungkin digambarkan mengalir ke depan atau ke arah kanan, hindari anak panah yang saling menyilang antar node. Jika mendapatkan gambar diagram jaringan dengan anak panah saling menyilang, susun ulang gambar sedemikian sehingga aliran dan urutan pekerjaan mengalir rapi sehingga mudah dibaca dan dipahami.

CONTOH 1

Diketahui pekerjaan-pekerjaan proyek sebagai berikut : Tabel 13.1 Contoh 1

Nama Aktivitas	Kode Aktivitas	Aktivitas Yang Mendahului	Durasi (hari)
Analisis Kebutuhan Software	A	-	1
Pemodelan Sistem	B	-	2
Analisis Kebutuhan Hardware	C	-	3
Pengadaan & Instalasi SO & DBMS	D	A	4
Desain Input, Output, Database	E	B	5
Persiapan & Pelatihan User	F	B	4
Pengadaan Hardware	G	C	6
Programming	H	D, E	6
Instalasi Hardware	I	G	2
Implementasi	J	F, H, I	3

Diagram jaringan proyek menggunakan metode AOA atau ADM dari tabel pekerjaan tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 13.7 Diagram Jaringan Proyek

Pada contoh diatas, proyek memiliki 10 aktivitas yaitu A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. Node 1 sebagai awal mulainya proyek dan node 8 sebagai akhir selesainya proyek.

Aktivitas awal proyek. Masing-masing berdurasi 1, 2, dan 3 hari. Aktivitas D berdurasi 4 hari baru dapat dikerjakan setelah aktivitas A selesai. Aktivitas E berdurasi 5 hari dan aktivitas F berdurasi 4 hari baru dapat dikerjakan setelah aktivitas B selesai. Aktivitas G yang berdurasi 6 hari baru dapat dikerjakan setelah aktivitas C selesai. Aktivitas H berdurasi 6 hari baru dapat dikerjakan setelah aktivitas D dan E selesai semua. Aktivitas I berdurasi 2 hari baru dapat dikerjakan setelah aktivitas G selesai. Aktivitas J yang berdurasi 3 hari merupakan aktivitas akhir proyek dan baru dapat dikerjakan setelah aktivitas H, F dan I selesai. Dalam ADM juga dikenal istilah aktivitas Dummy, yaitu suatu aktivitas prasyarat dari aktivitas lain dengan durasi 0. Pada contoh gambar di atas tidak terdapat aktivitas Dummy.

CONTOH 2

Ada sebuah perusahaan pembuatan PERMEN CAP ENAK yang terdapat di Pamulang, dimana proses pembuatan permen tersebut harus melewati beberapa proses kerja. Mulai dari proses A hingga proses O. Tiap proses memiliki waktu kerja yang berbeda-beda serta jumlah tenaga kerja yang berbeda untuk tiap proses kerja. Hal itu dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

PERMEN CAP ENAK						Expected Time (t)	
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja		
		a	m	b			
A	-	2	5	7	2	4.83	5
B	-	1	4	6	4	3.83	4
C	-	1	3	5	6	3.00	3
D	A	2	3	4	3	3.00	3
E	C	5	7	10	5	7.17	8
F	D,E	3	5	8	7	5.17	6
G	F	2	5	8	1	5.00	5
H	F	3	4	5	6	4.00	4
I	G	2	6	9	8	5.83	6
J	H	1	3	7	5	3.33	4
K	H	2	6	9	3	5.83	6
L	C	3	7	10	2	6.83	7
M	I,J	4	6	8	4	6.00	6
N	K,L	2	5	9	3	5.17	6
O	M,N	3	7	9	2	6.67	7

Tabel 13.2 Proses Pembuatan PERMEN CAP ENAK

Keterangan :

a (Optimistic Time) = Waktu perkiraan yang diyakini dapat menyelesaikan sebuah pekerjaan apabila tidak ada hambatan mendasar

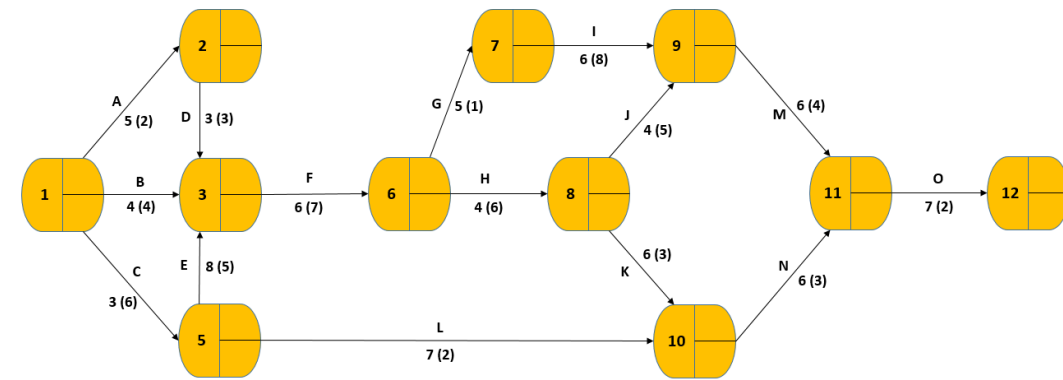
m (Most Probable Time) = Waktu yang paling memungkinkan untuk menyelesaikan

b (Pessimistic Time) = Waktu perkiraan yang tidak begitu yakin (pesimis) untuk diperlukan dalam penyelesaian sebuah pekerjaan seandainya diduga akan ada rintangan dalam penyelesaian pekerjaan tersebut.

Expected Time (t) merupakan waktu yang diharapkan dapat menyelesaikan sebuah pekerjaan. Rumus perhitungan Expected Time (t) dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

$$\frac{\text{Waktu Optimis} + (4 \times \text{Waktu Perkiraan Paling Mungkin}) + \text{Waktu Pesimis}}{6}$$

Expected Time pekerjaan A (t [A])	$= (a + 4m + b) / 6$ $= (2 + 4.5 + 7) / 6$ $= 4.83 \text{ (pembulatan keatas menjadi 5)}$
Expected Time pekerjaan B (t [B])	$= (a + 4m + b) / 6$ $= (1 + 4.4 + 6) / 6$ $= 3.83 \text{ (pembulatan keatas menjadi 4)}$
Expected Time pekerjaan C (t [C])	$= (a + 4m + b) / 6$ $= (1 + 4.3 + 5) / 6$ $= 3.00 \text{ (pembulatan keatas menjadi 3)}$
Expected Time pekerjaan D (t [D])	$= (a + 4m + b) / 6$ $= (2 + 4.3 + 4) / 6$ $= 3.00 \text{ (pembulatan keatas menjadi 3)}$
Expected Time pekerjaan E (t [E])	$= (a + 4m + b) / 6$ $= (5 + 4.7 + 10) / 6$ $= 7.17 \text{ (pembulatan keatas menjadi 8)}$
Expected Time pekerjaan F (t [F])	$= (a + 4m + b) / 6$ $= (3 + 4.5 + 8) / 6$ $= 5.17 \text{ (pembulatan keatas menjadi 6)}$



Gambar 13.8 Diagram Jaringan Proyek PERMEN CAP ENAK

Keterangan :

A 5 (2) = Pekerjaan A membutuhkan waktu 5 hari dan 2 tenaga kerja B 4 (4) = Pekerjaan B membutuhkan waktu 4 hari dan 4 tenaga kerja C 3 (6) = Pekerjaan C membutuhkan waktu 3 hari dan 6 tenaga kerja D 3 (3) = Pekerjaan D membutuhkan waktu 3 hari dan 3 tenaga kerja E 8 (5) = Pekerjaan E membutuhkan waktu 8 hari dan 5 tenaga kerja F 6 (7) = Pekerjaan F membutuhkan waktu 6 hari dan 7 tenaga kerja.

C. Soal Latihan/Tugas

1. Buatlah diagram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN MAINAN					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	1	4	7	2
B	-	2	5	9	3
C	B	3	6	8	4
D	A,C	2	4	6	5
E	B	1	5	8	4
F	D	2	8	9	3
G	D	2	5	9	2
H	E,F	3	7	9	3
I	G,H	4	6	9	4

2. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN OTOMOTIF					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	2	6	8	5
B	-	1	6	8	4
C	A	3	5	9	3
D	B	2	4	6	6
E	C,D	1	4	7	3
F	C,D	1	3	5	4
G	C,D	2	6	9	7
H	E	2	6	9	2
I	G	3	5	8	4
J	F,H,I	4	6	9	3

3. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN FURNITURE					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	1	5	7	2
B	-	2	6	8	3
C	A	3	7	9	4
D	A	4	8	10	5
E	A	3	7	11	6
F	D	2	6	10	5
G	E	1	5	9	4
H	B,C	2	6	8	3
I	H	3	7	10	2
J	F,G,I	4	8	11	3
K	F,G,I	3	7	10	4
L	K	2	6	9	5
M	J,L	1	5	8	6

4. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN FURNITURE					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	1	5	7	2
B	-	2	6	8	3
C	A	3	7	9	4
D	C	4	8	10	5
E	A	3	7	11	6
F	B,D	2	6	10	5
G	E,F	1	5	9	4
H	G	2	6	8	3
I	G	3	7	10	2
J	H	4	8	11	3
K	I	3	7	10	4

D. Daftar Pustaka

Dedy Takdir Syaifuddin.2011. Riset Operasi Aplikasi Quantitative Analysis for Management. Malang : Citra Malang

Siang, Jong Jek.2011.Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis.Jogjakarta : Andi Offset.

Wijaya, Andi 2012, Pengantar Riset Operasi, Edisi 2 Jakarta: Mitra Wacana Media

PERTEMUAN 14

MANAJAMEN PROYEK (FORWARD PASS)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 14, mahasiswa mampu:

1. Menentukan lead time pengerjaan dengan metode forward pass
2. Menentukan jumlah tenaga kerja optimal untuk suatu pekerjaan

B. Uraian Materi

1. KONSEP PERT/CPM

Untuk mempermudah anda dalam penyelesaian kasus dalam manajemen proyek. Alangkah baiknya anda memahami terlebih dahulu beberapa konsep yang akan anda gunakan dalam penyelesaian kasus manajemen proyek, diantaranya :

a. ES (*Earliest Start*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling cepat dapat dimulai. Sebagai contoh ketika anda diminta atasan mengerjakan tugas dan anda sedang tidak sibuk, maka ucapan yang akan katakana kepada atasan anda adalah **“Baik Pak, Tugas tersebut paling cepat akan saya mulai setelah makan siang”**.

b. EF (*Earliest Finish*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling cepat dapat diselesaikan. Sebagai contoh ketika anda segera mengerjakan tugas yang diberikan oleh atasan anda, maka jawaban yang akan anda berikan terkait tugas tersebut adalah **“Karena saya sedang tidak sibuk, maka tugas dari bapak paling cepat dapat saya selesaikan sebelum jam 5 sore”**.

c. LS (*Latest Start*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling lambat dapat dimulai. Sebagai contoh, ketika bos anda memberikan tugas dan pada saat itu anda sedang sibuk dengan tugas yang lain, maka komentar yang akan anda lain yang harus diselesaikan segera. Tugas dari bapak paling telat dapat saya kerjakan besok pagi”.

d. LF (*Latest Finish*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling lambat dapat diselesaikan. Sebagai contoh atasan anda memberikan tugas dan anda saat itu sedang sibuk. Sehingga tugas tersebut anda kerjakan keesokan harinya, maka

komentar yang akan berikan adalah **“Maaf pak, tugas tersebut akan saya kerjakan besok sehingga dapat saya selesaikan paling lambat besok sebelum jam 5 sore”**.

e. Forward Pass

Seorang guru memiliki 5 orang murid, dimana tiap murid memiliki kecerdasan yang berbeda-beda. Pada tanggal 4 Juli, guru tersebut memberikan tugas dan tiap murid dapat menyelesaikan dengan jangka waktu berbeda-beda seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 14.4 Kemampuan Pengerjaan Tugas 5 orang Siswa

- f. Jika guru tersebut ingin tugas dari kelima siswa tersebut dapat ia terima, maka tanggal 11 Juli, merupakan tanggal penyelesaian dari tugas yang diberikan. Jika guru tersebut meminta tanggal 8 Juli tugas tersebut sudah harus selesai, maka akan ada beberapa siswa belum dapat menyelesaikan tugas tersebut, diantaranya siswa A, C dan E. Berdasarkan penjelasan tersebut, pada saat menyelesaikan manajemen proyek dengan metode forward maka waktu yang diambil diantara beberapa pekerjaan adalah WAKTU TERLAMBA.

2. FORWARD PASS

Forward Pass digunakan untuk mengidentifikasi waktu-waktu terdahulu. Sebelum suatu aktivitas Pengerjaannya dapat dimulai, semua pendahulu langsung harus diselesaikan. Berikut kriteria forward pass :

- Jika suatu aktivitas hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES- nya sama dengan EF dari pendahulunya.
- Jika suatu aktivitas mempunyai beberapa pendahulu langsung, ES- nya adalah nilai maksimum dari semua EF pendahulunya, dengan rumus:

$$ES = \text{Max} (EF \text{ semua pendahulu langsung})$$

Waktu selesai terdahulu (EF) dari suatu aktivitas adalah jumlah dari waktu mulai terdahulu (ES) dan waktu kegiatannya, dengan rumusan :

$$EF = ES + \text{Waktu aktivitas}$$

3. SLACK TIME

Setelah perhitungan forward pass dan backward pass dari seluruh kegiatan telah dihitung, maka untuk menemukan waktu slack (waktu bebas) yang dimiliki setiap kegiatan menjadi mudah. Slack adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer, Jay dan Render, Barry, 2006). Secara matematis:

$$\begin{array}{l} \text{Slack}_n = LS - ES \\ \text{Slack}_n = LF - EF \end{array} \quad \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \quad LS - ES$$

Gambar 14.5 Perhitungan Slack

CONTOH 1

Ada sebuah perusahaan pembuatan PERMEN CAP ENAK yang terdapat di Pamulang, dimana proses pembuatan permen tersebut harus melewati beberapa proses kerja. Mulai dari proses A hingga proses O. Tiap proses memiliki waktu kerja yang berbeda-beda serta jumlah tenaga kerja yang berbeda-beda untuk tiap proses kerja. Hal itu dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 14.1 Proses Pembuatan PERMEN CAP ENAK

PERMEN CAP ENAK					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	2	5	7	2
B	-	1	4	6	4
C	-	1	3	5	6
D	A	2	3	4	3
E	C	5	7	10	5
F	D,E	3	5	8	7
G	F	2	5	8	1
H	F	3	4	5	6
I	G	2	6	9	8
J	H	1	3	7	5
K	H	2	6	9	3
L	C	3	7	10	2
M	I,J	4	6	8	4
N	K,L	2	5	9	3
O	M,N	3	7	9	2

Keterangan :

a (Optimistic Time) = Waktu perkiraan yang diyakini dapat menyelesaikan sebuah pekerjaan apabila tidak ada hambatan mendasar

m (Most Probable Time) = Waktu yang paling memungkinkan untuk menyelesaikan sebuah pekerjaan

b (Pessimistic Time) = Waktu perkiraan yang tidak begitu yakin (pesimis) untuk diperlukan dalam penyelesaian sebuah pekerjaan seandainya diduga akan ada rintangan dalam penyelesaian pekerjaan tersebut.

Pertanyaan :

- Tentukan Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut?
- Berapa banyak tenaga kerja optimal yang harus dibutuhkan ?

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, maka beberapa langkah yang harus dilakukan untuk menjawab pertanyaan terkait manajemen proyek

Menghitung Expected Time Tiap Pekerjaan

Tabel 14.2 Tabel Expected Time Permen Cap Enak

PERMEN CAP ENAK					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	2	5	7	2
B	-	1	4	6	4
C	-	1	3	5	6
D	A	2	3	4	3
E	C	5	7	10	5
F	D,E	3	5	8	7
G	F	2	5	8	1
H	F	3	4	5	6
I	G	2	6	9	8
J	H	1	3	7	5
K	H	2	6	9	3
L	C	3	7	10	2
M	I,J	4	6	8	4
N	K,L	2	5	9	3
O	M,N	3	7	9	2

Expected Time (t)	
4.83	5
3.83	4
3.00	3
3.00	3
7.17	8
5.17	6
5.00	5
4.00	4
5.83	6
3.33	4
5.83	6
6.83	7
6.00	6
5.17	6
6.67	7

Expected Time (t) merupakan waktu yang diharapkan dapat menyelesaikan sebuah pekerjaan. Rumus perhitungan Expected Time (t) dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

$$\frac{\text{Waktu Optimis} + (4 \times \text{Waktu Perkiraan Paling Mungkin}) + \text{Waktu Pesimis}}{6}$$

6

Gambar 3.9 Rumus Expected Time

$$\begin{aligned}\text{Expected Time pekerjaan A (t [A])} &= (a + 4m + b) / 6 \\ &= (2 + 4.5 + 7) / 6 \\ &= 4.83 \text{ (pembulatan keatas menjadi 5)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Expected Time pekerjaan B (t [B])} &= (a + 4m + b) / 6 \\ &= (1 + 4.4 + 6) / 6 \\ &= 3.83 \text{ (pembulatan keatas menjadi 4)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Expected Time pekerjaan C (t [C])} &= (a + 4m + b) / 6 \\ &= (1 + 4.3 + 5) / 6 \\ &= 3.00 \text{ (pembulatan keatas menjadi 3)}\end{aligned}$$

$$\text{Expected Time pekerjaan D (t [D])} = (a + 4m + b)/6$$

$$= (2 + 4.3 + 4) / 6$$

$$\text{Expected Time pekerjaan E (t [E])} = (a + 4m + b) / 6$$

$$= (5 + 4.7 + 10) / 6$$

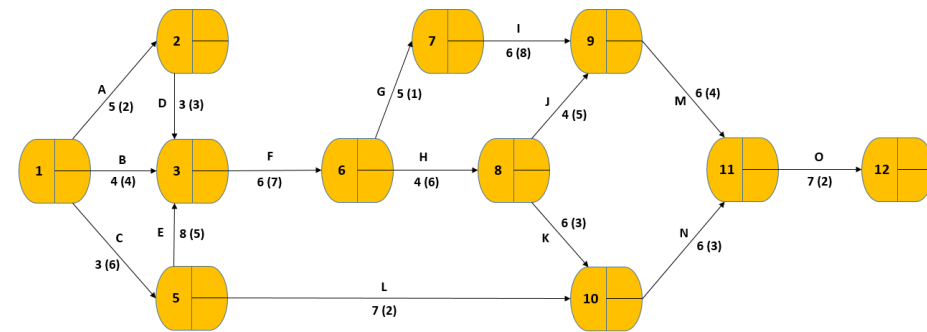
$$= 7.17 \text{ (pembulatan keatas menjadi 8)}$$

$$\text{Expected Time pekerjaan F (t [F])} = (a + 4m + b) / 6$$

$$= (3 + 4.5 + 8) / 6$$

$$= 5.17 \text{ (pembulatan keatas menjadi 6)}$$

Membuat Diagram Jaringan Kerja



Gambar 14.6 Diagram Jaringan Kerja Permen Cap Enak

Keterangan :

A 5 (2) = Pekerjaan A membutuhkan waktu 5 hari dan 2 tenaga kerja B 4

(4) = Pekerjaan B membutuhkan waktu 4 hari dan 4 tenaga kerja C 4 (4) =

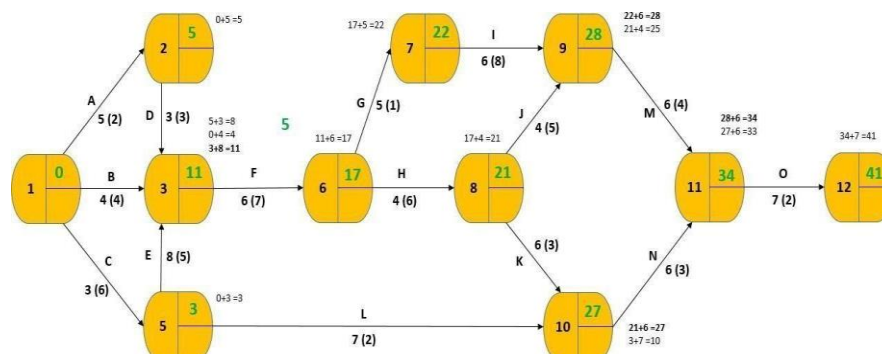
Pekerjaan C membutuhkan waktu 3 hari dan 6 tenaga kerja D 4 (4) = Pekerjaan

D membutuhkan waktu 3 hari dan 3 tenaga kerja E 4 (4) = Pekerjaan E

membutuhkan waktu 8 hari dan 5 tenaga kerja F 4 (4) =

Pekerjaan F membutuhkan waktu 6 hari dan 7 tenaga kerja

Menghitung Waktu Proses dengan Forward



Gambar 14.7 Diagram Jaringan Kerja Permen Cap Enak Metode Foward

Dari gambar diatas diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan permen adalah 41 hari dengan metode **FORWARD**. Hal yang perlu diperhatikan pada saat perhitungan dengan beberapa pekerjaan sebelumnya, maka waktu yang dipilih adalah WAKTU TERLAMBA.

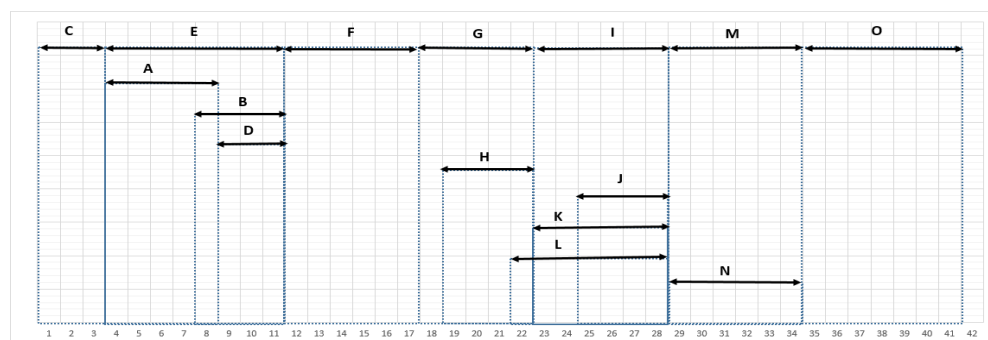
Membuat Tabel Waktu Tiap Pekerjaan

Tabel 14.3 Tabel Waktu Tiap Pekerjaan

PERMEN CAP ENAK						Backward pass	
	time	Earliest Start	Earliest Finish	Lates Start	Lates Finish	Backward pass LFI - EFi	Slack
KEGIATAN	t	ES	EF	LS	LF		
A	5	0	5	3	8	3	Tidak Kritis
B	4	0	4	7	11	7	Tidak Kritis
C	3	0	3	0	3	0	Kritis
D	3	5	8	8	11	3	Tidak Kritis
E	8	3	11	3	11	0	Kritis
F	6	11	17	11	17	0	Kritis
G	5	17	22	17	22	0	Kritis
H	4	17	21	18	22	1	Tidak Kritis
I	6	22	28	22	28	0	Kritis
J	4	21	25	24	28	3	Tidak Kritis
K	6	21	27	22	28	1	Tidak Kritis
L	7	3	10	21	28	18	Tidak Kritis
M	6	28	34	28	34	0	Kritis
N	6	27	33	28	34	1	Tidak Kritis
O	7	34	41	34	41	0	Kritis

Dari diagram alir kerja forward dan backward yang telah dibuat sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah membuat tabel waktu untuk setiap pekerjaan. Untuk melihat pekerjaan mana saja yang Kritis dan pekerjaan mana saja yang tidak kritis. Dari tabel 3.3, diketahui bahwa terdapat tujuh pekerjaan kritis yaitu pekerjaan C,E,F,G,I,M dan O. Dari tabel tersebut selanjutnya akan dibuatkan Gantt-Chart, untuk melihat jumlah tenaga kerja dalam jangka waktu tertentu.

Membuat Grafik Gant-Chart



Gambar 14.8 Grafik Ghan-Chart MetodeFoward

Membuat Tabel Unskilled Labor
Riset Operasi

METODE FORWARD

Tabel 14.4 Tabel Unskilled Labor Metode Foward

BACKWARD			
Waktu	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Total Tenaga Kerja
0-3	C	6	6
3-7	E,A	5+2	7
7-8	E,A,B	5+2+4	11
8-11	E,B,D	5+4+3	12
11-17	F	7	7
17-18	G	1	1
18-21	G,H	1+6	7
21-22	G,H,L	1+6+2	9
22-24	I,K,L	8+3+2	13
24-28	I,J,K,L	8+5+3+2	18
28-34	M,N	4+3	7
34-41	O	2	2

Berdasarkan tabel 4.4 Unskilled Labor Metode Forward terlihat bahwa jumlah tenaga kerja optimal yang harus disediakan oleh perusahaan adalah sebanyak 16 tenaga kerja. Tenaga kerja tersebut paling banyak dibutuhkan pada hari ke 22 hingga hari ke 25. Dimana pada hari tersebut terdapat pekerjaan I,J dan K yang harus diselesaikan.

C. Soal Latihan/Tugas

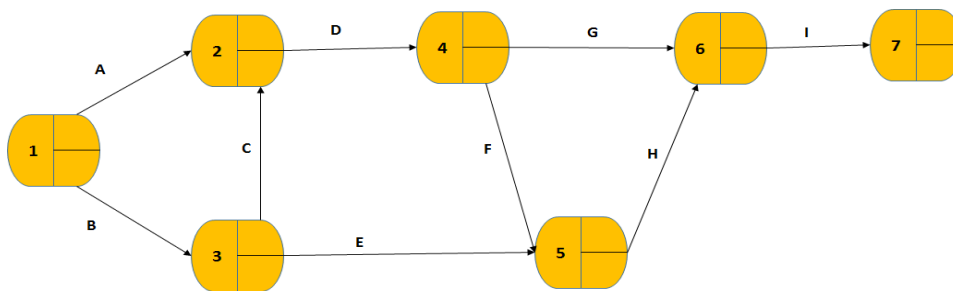
1. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN MAINAN					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	1	4	7	2
B	-	2	5	9	3
C	B	3	6	8	4
D	A,C	2	4	6	5
E	B	1	5	8	4
F	D	2	8	9	3
G	D	2	5	9	2
H	E,F	3	7	9	3
I	G,H	4	6	9	4

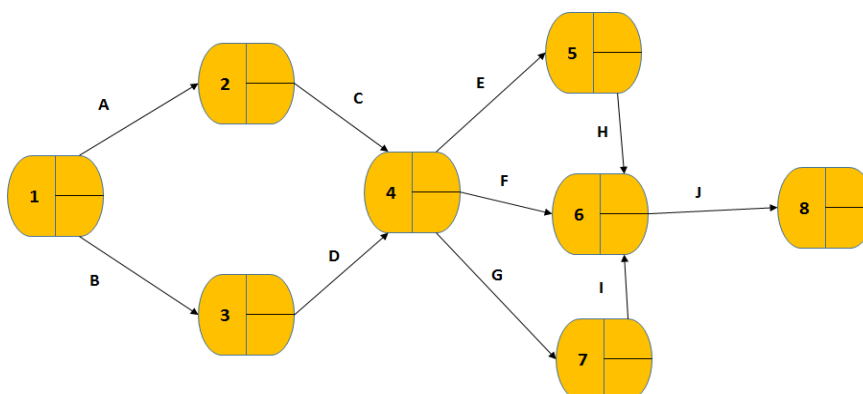
PERUSAHAAN OTOMOTIF					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	2	6	8	5
B	-	1	6	8	4
C	A	3	5	9	3
D	B	2	4	6	6
E	C,D	1	4	7	3
F	C,D	1	3	5	4
G	C,D	2	6	9	7
H	E	2	6	9	2
I	G	3	5	8	4
J	F,H,I	4	6	9	3

Pertanyaan :

- Tentukanlah berapa lama pekerjaan tersebut dapat diselesaikan ?
- Tentukanlah berapa banyak tenaga kerja optimal yang harus dibutuhkan oleh perusahaan ?

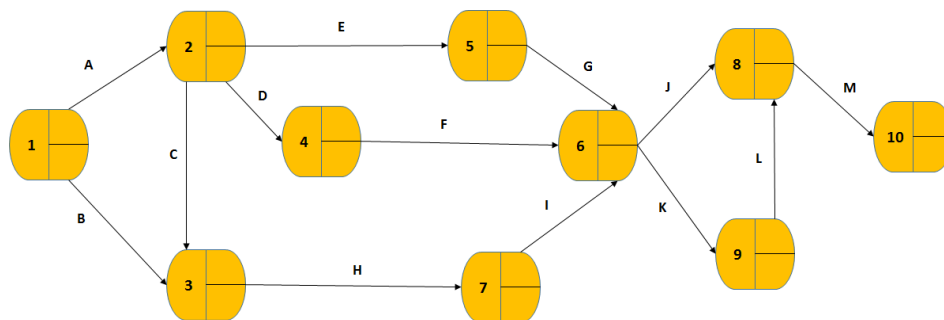


2. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.



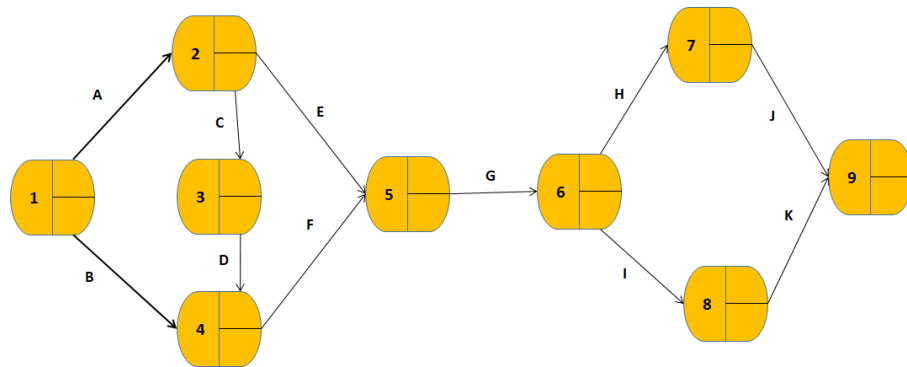
3. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN FURNITURE					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	1	5	7	2
B	-	2	6	8	3
C	A	3	7	9	4
D	A	4	8	10	5
E	A	3	7	11	6
F	D	2	6	10	5
G	E	1	5	9	4
H	B,C	2	6	8	3
I	H	3	7	10	2
J	F,G,I	4	8	11	3
K	F,G,I	3	7	10	4
L	K	2	6	9	5
M	J,L	1	5	8	6



4. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN FURNITURE					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			TenagaKerja
		a	m	b	
A	-	1	5	7	2
B	-	2	6	8	3
C	A	3	7	9	4
D	C	4	8	10	5
E	A	3	7	11	6
F	B,D	2	6	10	5
G	E,F	1	5	9	4
H	G	2	6	8	3
I	G	3	7	10	2
J	H	4	8	11	3
K	I	3	7	10	4



D. Daftar Pustaka

Dedy Takdir Syaifuddin.2011. Riset Operasi Aplikasi Quantitative Analysis for Management. Malang : Citra Malang.

Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media. Zusi,

Hasmand.2006. Operations Research. Jakarta : Universitas Trisakti.

PERTEMUAN 15

MANAJAMEN PROYEK (BACKWARD PASS)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada pertemuan 15, mahasiswa mampu:

1. Menentukan lead time pengerjaan dengan metode forward pass
2. Menentukan jumlah tenaga kerja optimal untuk suatu pekerjaan

B. Uraian Materi

1. Metode Review Proyek (Pert)

Dalam proyek besar dapat dibagi lagi ke dalam satu rangkaian dengan aktivitas yang lebih kecil atau tugas yang dapat dianalisis dengan PERT. PERT pada mulanya dikembangkan oleh perusahaan

Langkah langkah pengerjaan PERT

a. ES (*Earliest Start*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling cepat dapat dimulai. Sebagai contoh ketika anda diminta atasan mengerjakan tugas dan anda sedang tidak sibuk, maka ucapan yang akan dikatakan kepada atasan anda adalah **“Baik Pak, Tugas tersebut paling cepat akan saya mulai setelah makan siang”**.

b. EF (*Earliest Finish*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling cepat dapat diselesaikan. Sebagai contoh ketika anda segera mengerjakan tugas yang diberikan oleh atasan anda, maka jawaban yang akan anda berikan terkait tugas tersebut adalah **“Karena saya sedang tidak sibuk, maka tugas dari bapak paling cepat dapat saya selesaikan sebelum jam 5 sore”**.

c. LS (*Latest Start*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling lambat dapat dimulai. Sebagai contoh, ketika bos anda memberikan tugas dan pada saat itu anda sedang sibuk dengan tugas yang lain, maka komentar yang akan anda berikan harus diselesaikan segera. Tugas dari bapak paling telat dapat saya kerjakan besok pagi”.

d. LF (*Latest Finish*)

Artinya kapan pekerjaan tersebut paling lambat dapat diselesaikan.

Sebagai contoh atasan anda memberikan tugas dan anda saat itu sedang sibuk. Sehingga tugas tersebut anda kerjakan keesokan harinya, maka komentar yang akan berikan adalah **“Maaf pak, tugas tersebut akan saya kerjakan besok sehingga dapat saya selesaikan paling lambat besok sebelum jam 5 sore”**.

e. *Backward Pass*

Sama halnya seperti forward pass, dimana seorang guru memiliki 5 orang murid dengan kemampuan pengerjaan yang berbeda-beda. Maka ketika guru tersebut menginginkan tugas tersebut dapat selesai pada tanggal 13 Juli. Maka paling cepat guru tersebut harus memberikan tugas kepada para siswa pada tanggal 6 Juli. Jika guru tersebut memberikan tugas pada tanggal 8 juli, maka siswa B dan siswa D tidak akan mampu menyelesaikan tugas sesuai tanggal yang telah ditentukan oleh guru

tersebut. Berdasarkan penjelasan tersebut, pada saat menyelesaikan manajemen proyek dengan metode backward maka waktu yang diambil diantara beberapa pekerjaan adalah **WAKTU TERCEPAT**.

2. Bakward Pass

Backward pass digunakan untuk menentukan waktu yang paling akhir/lama selesainya suatu proyek. Untuk semua aktivitas pekerjaan harus ditentukan nilai LF (*letest Finish*)-nya begitu juga dengan nilai LS (*latest Start*). **Kriteria backward pass :**

- a. Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung bagi hanya satu aktivitas, LF-nya sama dengan LS dari aktivitas yang secara langsung mengikutinya.
- b. Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung bagi lebih dari suatu aktivitas, maka LF adalah minimum dari seluruh nilai LS dari aktivitas- aktivitas yang secara langsung mengikutinya, dengan rumusan :

$LF = \text{Min (LS dari seluruh aktivitas yang langsung mengikutinya)}$ Waktu mulai terakhir (LS) dari suatu aktivitas adalah perbedaan antara waktu selesai terakhir (LF) dan waktu aktivitasnya, dengan rumusan :

Aktivitas-aktivitas yang tidak dalam critical path dapat ditunda dalam batasan-batasan waktu tertentu. Batas atau jumlah waktu suatu aktivitas dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian seluruh proyek disebut slack (Muslich, 2009).

3. Slack Time

Setelah perhitungan forward pass dan backward pass dari seluruh kegiatan telah dihitung, maka untuk menemukan waktu slack (waktu bebas) yang dimiliki setiap kegiatan menjadi mudah. Slack adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer, Jay dan Render, Barry, 2006). Secara matematis :

$$\begin{array}{l} \text{Slack}_n = LS - ES \\ \text{Slack}_n = LF - EF \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{ } \\ \text{ } \end{array} \quad LS - ES$$

Gambar 15.5 Perhitungan Slack

CONTOH 1

Pada perusahaan pabrikasi di daerah Tangerang dalam memproduksi barangnya seperti minuman kotak CAP SEGAR, proses pembuatan minuman tersebut harus melalui beberapa proses pengerjaan. Mulai dari proses A sampai proses O. Masing-masing proses memiliki waktu kerja yang berbeda serta tenaga kerja yang jumlahnya berbeda untuk tiap proses kerja.

Datanya seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 15.1 Proses Pembuatan PERMEN CAP ENAK

PERMEN CAP ENAK					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	2	5	7	2
B	-	1	4	6	4
C	-	1	3	5	6
D	A	2	3	4	3
E	C	5	7	10	5
F	D,E	3	5	8	7
G	F	2	5	8	1
H	F	3	4	5	6
I	G	2	6	9	8
J	H	1	3	7	5
K	H	2	6	9	3
L	C	3	7	10	2
M	I,J	4	6	8	4
N	K,L	2	5	9	3
O	M,N	3	7	9	2

Keterangan :

a (Optimistic Time) = Waktu optimistik m (Most Probable Time) =
Waktu realistik b (Pessimistic Time) = Waktu pesimistik

Pertanyaan :

- Tentukan Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut ?
- Berapa banyak tenaga kerja optimal yang harus dibutuhkan ?

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, maka beberapa langkah yang harus dilakukan untuk menjawab pertanyaan terkait manajemen proyek tersebut antara lain

- Menghitung Expected Time Tiap Pekerjaan

Tabel 15.2 Tabel Expected Time Permen Cap Enak

PERMEN CAP ENAK						Expected Time (t)	
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja		
		a	m	b			
A	-	2	5	7	2	4.83	5
B	-	1	4	6	4	3.83	4
C	-	1	3	5	6	3.00	3
D	A	2	3	4	3	3.00	3
E	C	5	7	10	5	7.17	8
F	D,E	3	5	8	7	5.17	6
G	F	2	5	8	1	5.00	5
H	F	3	4	5	6	4.00	4
I	G	2	6	9	8	5.83	6
J	H	1	3	7	5	3.33	4
K	H	2	6	9	3	5.83	6
L	C	3	7	10	2	6.83	7
M	I,J	4	6	8	4	6.00	6
N	K,L	2	5	9	3	5.17	6
O	M,N	3	7	9	2	6.67	7

Expected Time (t) adalah waktu yang diharapkan dapat menyelesaikan setiap pekerjaan. Rumus perhitungan Expected Time (t) adalah seperti gambar dibawah ini :

Gambar 3.9 Rumus ExpectedTime

$$\begin{aligned}
 \text{Expected Time pekerjaan A (t [A])} &= (a + 4m + b) / 6 \\
 &= (2 + 4 \cdot 5 + 7) / 6 \\
 &= 4.83 \text{ (pembulatan keatas menjadi 5)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Expected Time pekerjaan B (t [B])} = (a + 4m + b) / 6$$

$$= (1 + 4.4 + 6) / 6$$

$$= 3.83 \text{ (pembulatan keatas menjadi 4)}$$

$$\text{Expected Time pekerjaan C (t [C])} = (a + 4m + b) / 6$$

$$= (1 + 4.3 + 5) / 6$$

$$= 3.00 \text{ (pembulatan keatas menjadi 3)}$$

$$\text{Expected Time pekerjaan D (t [D])} = (a + 4m + b) / 6$$

$$= (2 + 4.3 + 4) / 6$$

$$= 3.00 \text{ (pembulatan keatas menjadi 3)}$$

$$\text{Expected Time pekerjaan E (t [E])} = (a + 4m + b) / 6$$

$$= (5 + 4.7 + 10) / 6$$

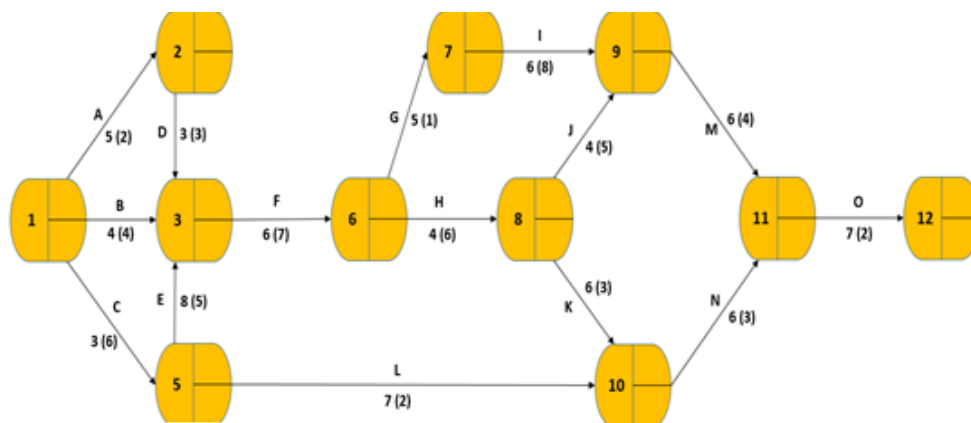
$$= 7.17 \text{ (pembulatan keatas menjadi 8)}$$

$$\text{Expected Time pekerjaan F (t [F])} = (a + 4m + b) / 6$$

$$= (3 + 4.5 + 8) / 6$$

$$= 5.17 \text{ (pembulatan keatas menjadi 6)}$$

b. Membuat Diagram Jaringan Kerja



Gambar 15.6 Diagram Jaringan Kerja Permen Cap Enak

Keterangan :

A 5 (2) = Pekerjaan A membutuhkan waktu 5 hari dan 2 tenaga kerja B 4 (4) =

= Pekerjaan B membutuhkan waktu 4 hari dan 4 tenaga kerja C 4 (4) =

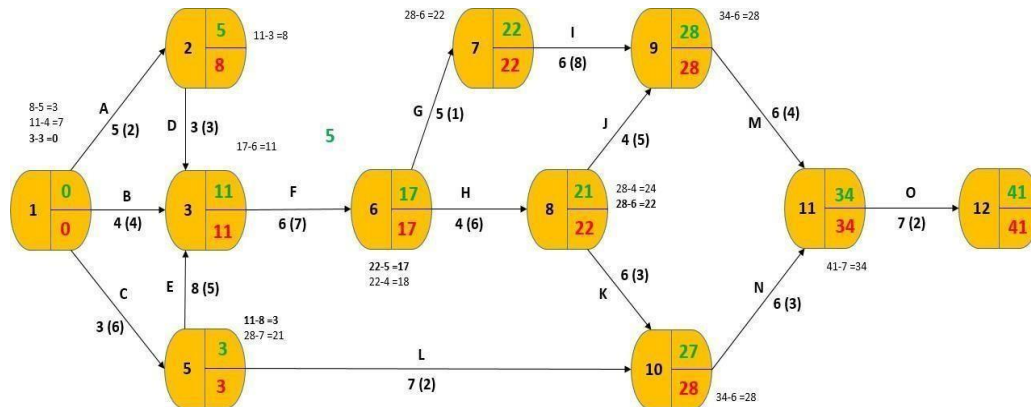
Pekerjaan C membutuhkan waktu 3 hari dan 6 tenaga kerja D 4 (4) =

Pekerjaan D membutuhkan waktu 3 hari dan 3 tenaga kerja E 4 (4) =

Pekerjaan E membutuhkan waktu 8 hari dan 5 tenaga kerja F 4

(4) = Pekerjaan F membutuhkan waktu 6 hari dan 7 tenaga kerja

c. Menghitung Waktu Proses dengan Backward



Gambar 15.7 Diagram Jaringan Kerja Permen Cap Enak Metode Backward Dari gambar diatas diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan permen adalah 41 hari dengan metode BACKWARD. Hal yang perlu diperhatikan pada saat perhitungan dengan metode BACKWARD adalah ketika ada pekerjaan yang harus menunggu beberapa pekerjaan sebelumnya, maka waktu yang dipilih adalah WAKTU TERCEPAT.

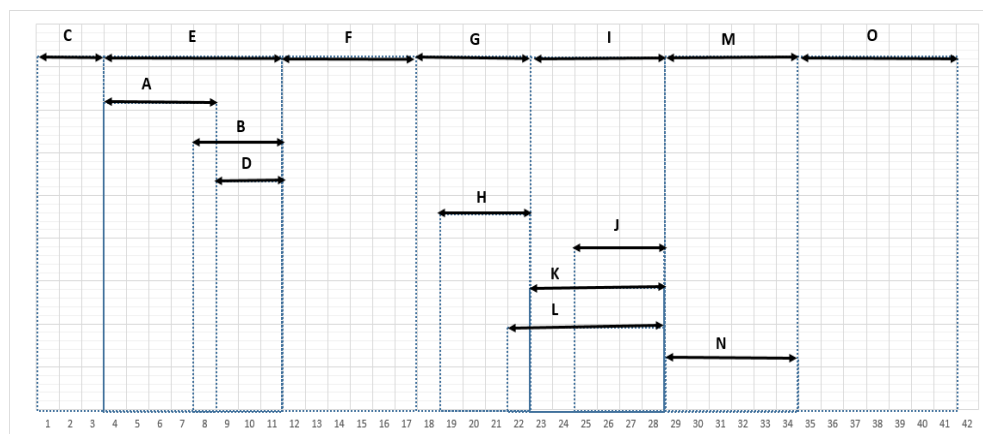
d. Membuat Tabel Waktu Tiap Pekerjaan

Tabel 15.3 Tabel Waktu Tiap Pekerjaan

PERMEN CAP ENAK						Backward pass	
	time	Earliest Start	Earliest Finish	Lates Start	Lates Finish	Backward pass LFI - EFi	Slack
KEGIATAN	t	ES	EF	LS	LF		
A	5	0	5	3	8	3	Tidak Kritis
B	4	0	4	7	11	7	Tidak Kritis
C	3	0	3	0	3	0	Kritis
D	3	5	8	8	11	3	Tidak Kritis
E	8	3	11	3	11	0	Kritis
F	6	11	17	11	17	0	Kritis
G	5	17	22	17	22	0	Kritis
H	4	17	21	18	22	1	Tidak Kritis
I	6	22	28	22	28	0	Kritis
J	4	21	25	24	28	3	Tidak Kritis
K	6	21	27	22	28	1	Tidak Kritis
L	7	3	10	21	28	18	Tidak Kritis
M	6	28	34	28	34	0	Kritis
N	6	27	33	28	34	1	Tidak Kritis
O	7	34	41	34	41	0	Kritis

Dari diagram alir kerja forward dan backward yang telah dibuat sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah membuat tabel waktu untuk setiap pekerjaan. Untuk melihat pekerjaan mana saja yang Kritis dan pekerjaan mana saja yang tidak kritis. Dari tabel 15.3, diketahui bahwa terdapat tujuh pekerjaan kritis yaitu pekerjaan C,E,F,G,I,M dan O. Dari tabel tersebut selanjutnya akan dibuatkan Ghan- Chart, untuk melihat jumlah tenaga kerja dalam jangka waktu tertentu.

e. Membuat Grafik Gant-Chart



Gambar 15.8 Grafik Ghan-Chart Metode Backward

f. Membuat Tabel Unskilled Labor

METODE BACKWARD

Tabel 15.4 Tabel Unskilled Labor Metode Backward

BACKWARD			
Waktu	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Total Tenaga Kerja
0-3	C	6	6
3-7	E,A	5+2	7
7-8	E,A,B	5+2+4	11
8-11	E,B,D	5+4+3	12
11-17	F	7	7
17-18	G	1	1
18-21	G,H	1+6	7
21-22	G,H,L	1+6+2	9
22-24	I,K,L	8+3+2	13
24-28	I,J,K,L	8+5+3+2	18
28-34	M,N	4+3	7
34-41	O	2	2

Meskipun jumlah hari yang dibutuhkan perusahaan dengan metode Forward dan Backward adalah 41 hari. Akan tetapi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan metode Backward lebih banyak dibandingkan dengan metode Forward. Dimana dengan metode backward jumlah tenaga kerja optimal yang harus disediakan adalah sebanyak 18 tenaga kerja. Tenaga kerja tersebut paling banyak dibutuhkan pada hari ke 24 hingga hari ke 28. Dimana pada hari tersebut terdapat pekerjaan I,J,K dan L yang harus diselesaikan.

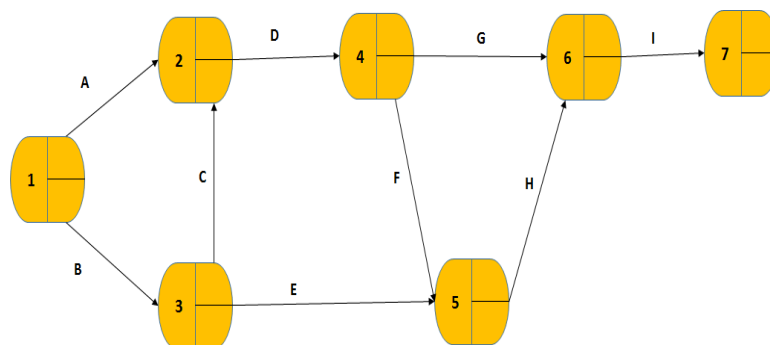
C. Soal Latihan/Tugas

1. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

Perusahaan Mainan						
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya		Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
			a	m	b	
A	-		1	4	7	2
B	-		2	5	9	3
C	B		3	6	8	4
D	A,C		2	4	6	5
E	B		1	5	8	4
F	D		2	8	9	3
G	D		2	5	9	2
H	E,F		3	7	9	3

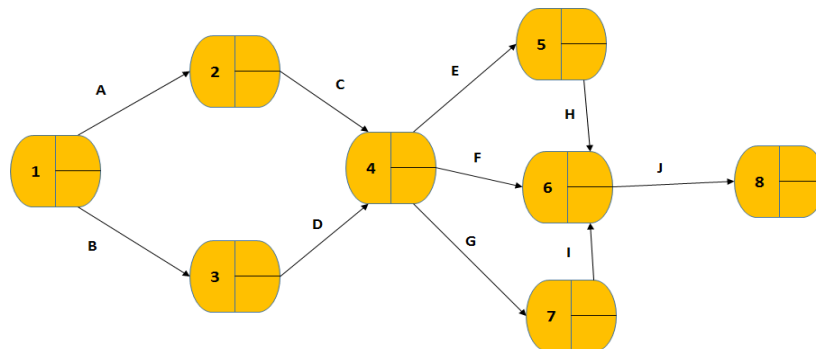
Pertanyaan :

- a. Tentukanlah berapa lama pekerjaan tersebut dapat diselesaikan ?
- b. Tentukanlah berapa banyak tenaga kerja optimal yang harus dibutuhkan oleh perusahaan ?



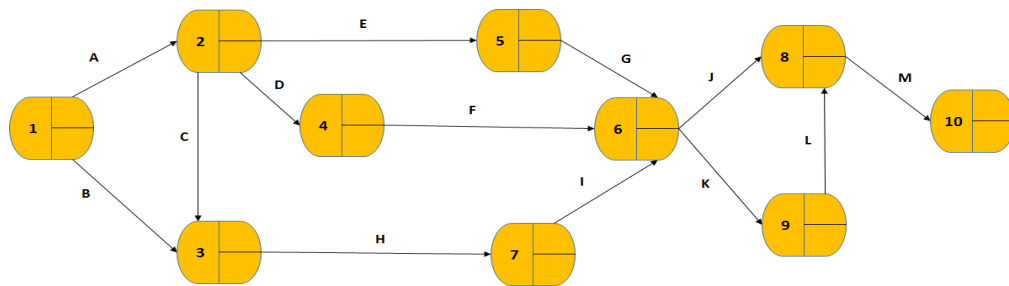
2. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN OTOMOTIF					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	2	6	8	5
B	-	1	6	8	4
C	A	3	5	9	3
D	B	2	4	6	6
E	C,D	1	4	7	3
F	C,D	1	3	5	4
G	C,D	2	6	9	7
H	E	2	6	9	2
I	G	3	5	8	4
J	F,H,I	4	6	9	3



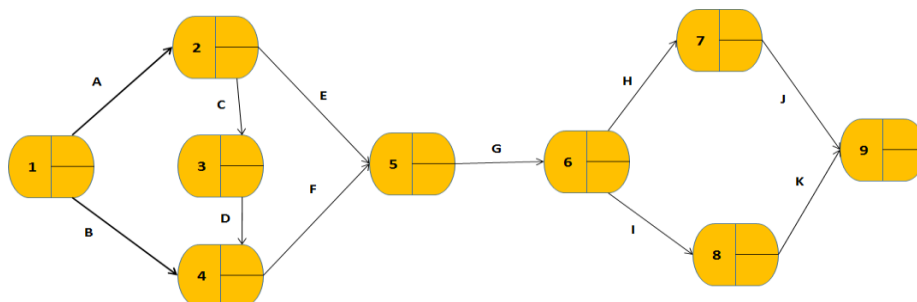
3. Buatlah digram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN FURNITURE					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Tenaga Kerja
		a	m	b	
A	-	1	5	7	2
B	-	2	6	8	3
C	A	3	7	9	4
D	A	4	8	10	5
E	A	3	7	11	6
F	D	2	6	10	5
G	E	1	5	9	4
H	B,C	2	6	8	3
I	H	3	7	10	2
J	F,G,I	4	8	11	3
K	F,G,I	3	7	10	4
L	K	2	6	9	5
M	J,L	1	5	8	6



4. Buatlah diagram jaringan proyek untuk tabel dibawah ini.

PERUSAHAAN FURNITURE					
Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Waktu (Hari)			TenagaKerja
		a	m	b	
A	-	1	5	7	2
B	-	2	6	8	3
C	A	3	7	9	4
D	C	4	8	10	5
E	A	3	7	11	6
F	B,D	2	6	10	5
G	E,F	1	5	9	4
H	G	2	6	8	3
I	G	3	7	10	2
J	H	4	8	11	3
K	I	3	7	10	4



D. Daftar Pustaka

- Dedy Takdir Syaifuddin.2011. Riset Operasi Aplikasi Quantitative Analysis for Management. Malang : Citra Malang
- Siang, Jong Jek. 2011 .Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis.Jogjakarta : Andi Offset.
- Taha, Hamdy A.Riset Operasi. Tangerang : Binarupa Aksara.
- Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi.Edisi ke 3 Jakarta : Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 16

METODE PENUGASAN (FUNGSI MINIMUM)

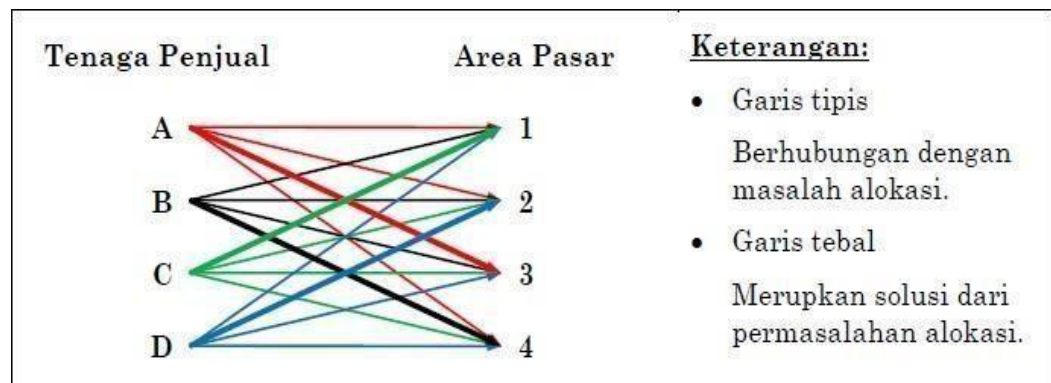
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 16, mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian metode penugasan
2. Menentukan alokasi source atau sumber daya yang anda miliki untuk meminimalkan biaya dengan metode penugasan.

B. Uraian Materi

Permasalahan Assignment (penugasan) berawal dari penempatan para pekerja pada bidang yang tersedia agar biaya yang dikeluarkan perusahaan adalah minimum. Jika tenaga kerja (Assignee) merupakan sumber sedangkan pekerjaan (Assignment) adalah sebagai tujuan, maka model penugasan akan sama dengan model transportasi, yaitu jumlah sumber dan tujuan sama, setiap sumber hanya memproduksi satu demikian pula setiap tujuan membutuhkan juga satu, seperti di ilustrasikan di bawah ini



Gambar 16.1 Alokasi Masalah Metode Penugasan

1. Pengertian Metode Hungarian

Metode penugasan merupakan metode bagian dari program linier yang digunakan untuk mengalokasikan pekerjaan kepada subyek/orang tertentu agar diperoleh hasil yang optimal (biaya yang minimal/keuntungan yang maksimal). Alat ini berarti artinya apa bila seorang sudah mengerjakan satu

jenis pekerjaan maka tidak dapat mengerjakan pekerjaan jenis lainnya (satu orang mengerjakan satu jenis pekerjaan dan sebaliknya)

Permasalahan yang dapat diselesaikan melalui metode penugasan adalah masalah maksimasi (keuntungan, penjualan, kepuasan, dan lain lain) masalah minimasi biaya produksi(biaya produksi, waktu tempuh, upah, dan lain lain)

Adapun syarat-syarat metode Hungarian (Taha, A.H, 1996) yaitu :

- Jumlah i harus sama dengan jumlah j yang harus diselesaikan.
- Setiap sumber hanya mengerjakan satu tugas.
- Apabila jumlah sumber tidak sama dengan jumlah tugas atau sebaliknya, maka ditambahkan variabel dummy worker atau dummy job.

Tabel 16.1. Matrik penugasan

Sumber	S_1		S_2			S_n		Kapasitas
D_1	X_{11}	C_{11}	X_{12}	C_{12}		X_{13}	C_{13}	A_1
D_2	X_{21}	C_{21}	X_{22}	C_{22}		X_{23}	C_{23}	A_2
.								
.								
D_n	X_{n1}	C_{n1}	X_{n2}	C_{n2}		X_{n3}	C_{n3}	A_n
Total permintaan	B_1		B_2			B_n		$=A_1 + A_2 + \dots + A_n$ $=B_1 + B_2 + \dots + B_n$

imana $X_{ij} = 0$ bila tidak ada pekerjaan/kegiatan

$X_{ij} = 1$ bila ada pekerjaan/kegiatan.

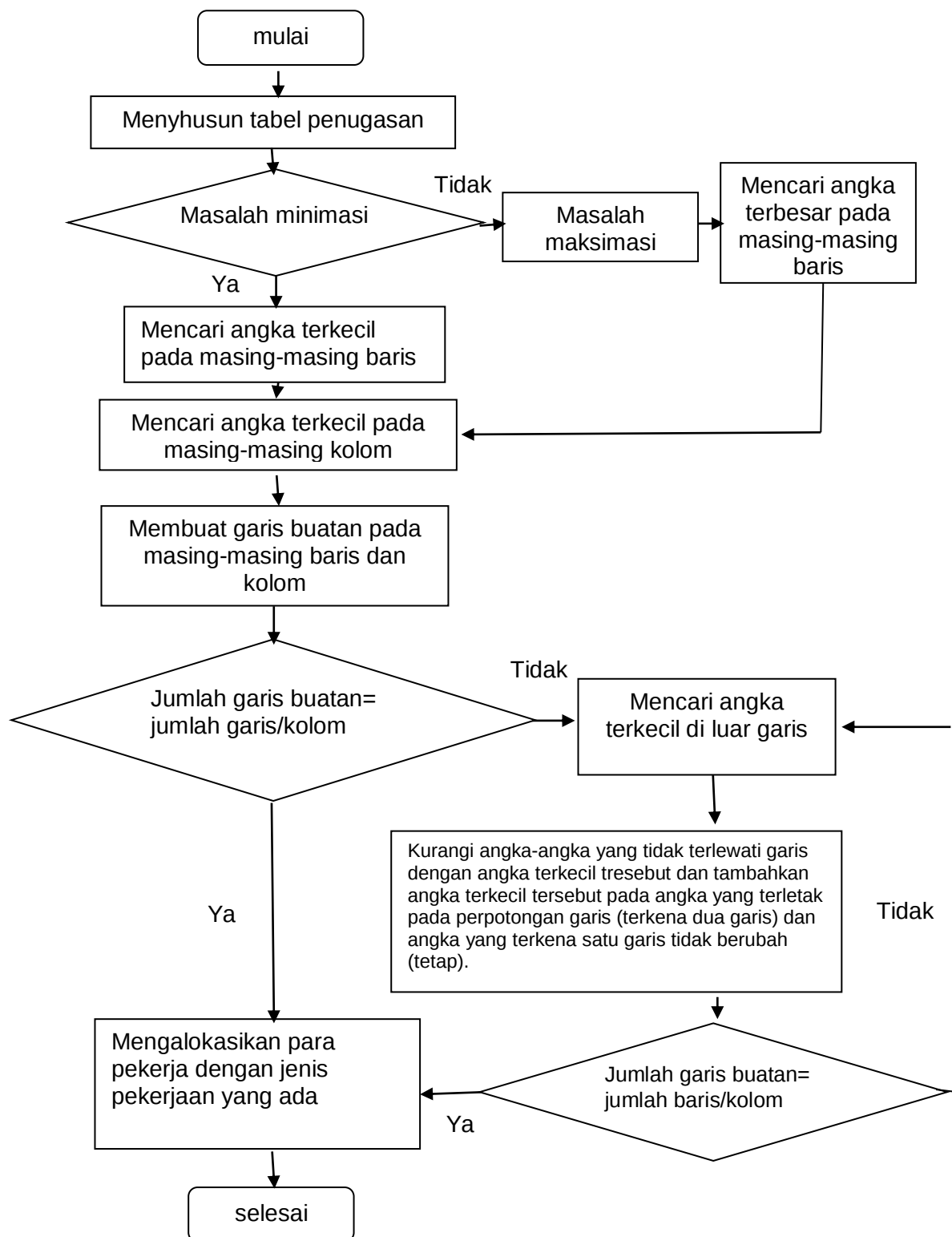
X_{ij} = penugasan dari sumber i ke tujuan j

C_j = satuan ukur dari sumber i ke tujuan

2. Penyelesaian Masalah Penugasan Minimasi

Langkah-langkah pengerjaan (kasus minimasi)

- a. Susunlah tabel yang memuat pekerja dan pekerjaan atau tugas tertentu beserta biaya atau waktunya (pastikan jumlah baris sama dengan kolom).
- b. Pada masing-masing baris, cari angka terkecil kemudian selisih angka terkecil tersebut pada angka-angka lainnya di baris tersebut.
- c. Pada masing-masing kolom, cari angka terkecil kemudian selisihkan angka terkecil tersebut pada angka-angka lainnya di kolom tersebut.
- d. Buatlah garis buatan seminimal mungkin (secara vertikal/horizontal) yaitu sel yang berisi angka nol digari secara vertikal atau horizontal.
- e. Jika jumlah garis yang ada sama dengan jumlah baris/kolom, maka pengerjaan tersebut telah optimal.
- f. Jika jumlah garis buatan belum sama dengan jumlah baris/kolom, maka dilakukan proses eksekusi lanjutan dengan menentukan angka terkecil dari angka-angka yang tidak terlewati oleh garis, kemudian kurangi angka-angka yang tidak terlewati garis dengan angka terkecil tersebut dan tambahkan angka terkecil tersebut pada angka yang terletak pada perpotongan garis (terkena dua garis) serta angka yang terlewati satu garis tidak berubah (tetap).
- g. Lanjutkan kembali ke langkah 4, jika jumlah garis yang ada sama dengan jumlah baris/kolom, maka pengerjaan tersebut telah optimal.
- h. Apabila penugasan telah optimal, langkah selanjutnya mengalokasikan para pekerja dengan jenis pekerjaan yang ada. Alokasi pekerjaan dilakukan dengan memperhatikan angka nol pada pekerja dan pekerjaannya a..



Gambar 16.2 Alur pengerjaan metode transportasi

3. Contoh Kasus MINIMASI

Contoh Kasus 1

Seorang pimpinan perusahaan memiliki 4 karyawan yang sangat dipercaya dan diandalkan olehnya. Tiap pekerja tersebut memiliki kemampuan yang berbeda-beda. Setiap tugas yang diberikan oleh pimpinan dapat diselesaikan oleh mereka dalam jangka waktu yang berbeda.

Waktu penyelesaian pekerjaan oleh tiap karyawan dapat dilihat dalam tabel dibawah ini

Tabel 16.1 Waktu Penyelesaian Pekerjaan oleh Karyawan

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	40	47	65	87
2	65	69	78	54
3	41	52	59	63
4	79	80	52	50

Dalam kasus kali ini, pimpinan ingin mengalokasikan tiap pekerjaan kepada tiap karyawan, agar waktu penyelesaian dari keempat pekerjaan tersebut dapat diselesaikan secepat atau seminimal mungkin.

Langkah 1

Pilih nilai pada setiap baris yang memiliki nilai terkecil.

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	40	47	65	87
2	65	69	78	54
3	41	52	59	63
4	79	80	52	50

Pada tabel diatas diketahui bahwa nilai terkecil pada baris 1 adalah 40, pada baris 2 adalah 54, pada baris 3 adalah 41 dan pada baris 4 adalah 50.

Langkah 2

Kurangi nilai pada setiap baris dengan nilai terkecil tersebut.

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	D
1	0	7	25	47
2	11	15	24	0
3	0	11	18	22
4	29	30	2	0

Langkah 3

Cek apakah setiap baris dan kolom sudah memuat nilai 0. Jika pada kolom belum memuat nilai 0, maka kurangi nilai dalam kolom tersebut dengan nilai terkecil.

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	D
1	0	7	25	47
2	11	15	24	0
3	0	11	18	22
4	29	30	2	0

Pada tabel diatas terlihat bahwa belum terdapat nilai 0 pada kolom B dan C nilai terkecil pada kolom B adalah 7 dan nilai terkecil pada kolom C adalah 2. Sehingga nilai pada kolom tersebut dikurangi dengan nilai terkecil pada kolom B dan C.

Langkah 4

Kurangi nilai terkecil yang terdapat pada kolom B dan C.

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	D
1	0	0	23	47
2	11	8	22	0
3	0	4	16	22
4	29	23	0	0

Dari tabel diatas terlihat bahwa pada setiap baris dan setiap kolom sudah terdapat nilai 0. Sehingga langkah selanjutnya adalah menutup elemen nol (0)

yang terdapat pada tabel diatas dengan garis Horisontal dan Vertikal. Usahakan garis yang dibuat seminimal mungkin agar dapat menutupi semua nilai nol.

Pada tabel diatas terdapat 3 buah garis yang menutupi semua nilai nol. Jumlah garis tersebut masih lebih kecil dari jumlah baris atau kolom ($3 < 4$). Sehingga tabel tersebut belum optimal dan perlu dilakukan revisi.

Kolom yang tidak ditutupi oleh garis adalah kolom 2A, 2B, dan 2C (11,8, dan 22). Dan terdapat kolom yang dilalui oleh 2 garis yaitu kolom 1D, 3D dan 4D (47,22 dan 0). Nilai yang tidak ditutupi oleh garis dikurangi oleh angka terkecil yaitu 8 dan nilai yang dilalui oleh 2 garis harus dijumlahkan dengan nilai 8. Hasil revisi dapat dilihat pada langkah berikut.

Langkah 5

Tabel yang telah direvisi (iterasi pertama).

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	0	0	23	55
2	3	0	14	0
3	0	4	16	30
4	29	23	0	8

Tabel diatas telah optimal karena jumlah garis yang menutupi nilai 0 sudah sesuai dengan jumlah kolom pada tabel yaitu 4 buah garis. Langkah selanjutnya adalah menentukan alokasi optimalnya berdasarkan tabel yang telah direvisi.

Langkah 6

Penentuan alokasi optimal.

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	0	0	23	55
2	3	0	14	0
3	0	4	16	30
4	29	23	0	8

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	0	0	23	55
2	3	0	14	0
3	0	4	16	30
4	29	23	0	8

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	0	0	23	55
2	3	0	14	0
3	0	4	16	30
4	29	23	0	8

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	0	0	23	55
2	3	0	14	0
3	0	4	16	30
4	29	23	0	8

Dari tabel diatas diketahui bahwa pekerja 1 mengerjakan tugas B, pekerja 2 mengerjakan tugas D, pekerja 3 mengerjakan tugas A, dan pekerja 4 mengerjakan tugas C. Sehingga total waktu yang dibutuhkan adalah $47+54+41+52 = 194$ menit.

Contoh Kasus 2

Seorang pelatih memiliki 4 orang atlit perenang. Dimana tiap atlit mampu melakukan 4 jenis gaya, diantaranya gaya punggung, gaya dada, gaya kupu- kupu dan gaya bebas. Waktu yang diperlukan oleh tiap atlit untuk setiap gaya dapat

dilihat dalam tabel dibawah ini.

	Gaya (Menit)			
Perenang	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	65	73	62	57
2	67	70	65	58
3	68	72	69	55
4	71	69	75	57

Langkah 1

Pilih nilai pada setiap baris yang memiliki nilai terkecil.

	Gaya (Menit)			
Perenang	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	65	73	62	57
2	67	70	65	58
3	68	72	69	55
4	71	69	75	57

Pada tabel diatas diketahui bahwa nilai terkecil pada kolom gaya bebas yaitu 57,58,55, dan 57.

Langkah 2

Kurangi nilai pada setiap baris dengan nilai terkecil tersebut.

	Gaya (Menit)			
Perenang	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	8	16	5	0
2	9	12	7	0
3	13	17	14	0
4	14	12	18	0

Langkah 3

Cek apakah setiap baris dan kolom sudah memuat nilai 0. Jika pada kolom belum memuat nilai 0, maka kurangi nilai dalam kolom tersebut dengan nilai terkecil.

Perenang	Gaya (Menit)			
	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	8	16	5	0
2	9	12	7	0
3	13	17	14	0
4	14	12	18	0

Pada tabel diatas terlihat bahwa belum terdapat nilai 0 pada gaya pumggung, gaya dada dan gaya kupu-kupu. Dimana nilai terkecil dalam setiap kolom tersebut adalah 8, 12 dan 5.

Langkah 4

Kurangi nilai terkecil yang terdapat pada kolom B dan C.

Perenang	Gaya (Menit)			
	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	0	4	0	0
2	1	0	2	0
3	5	5	9	0
4	6	0	13	0

Dari tabel diatas terlihat bahwa pada setiap bari dan setiap kolom sudah terdapat nilai 0. Sehingga langkah selanjutnya adalah menutup elemen nol (0) yang terdapat pada tabel diatas dengan garis Horisontal dan Vertikal. Usahakan garis yang dibuat seminimal mungkin agar dapat menutupi semua nilai nol.

Pada tabel diatas terdapat 3 buah garis yang menutupi semua nilai nol. Jumlah garis tersebut masih lebih kecil dari jumlah baris atau kolom ($3 < 4$). Sehingga tabel tersebut belum optimal dan perlu dilakukan revisi.

Nilai terkecil pada kolom yang tidak dilalui oleh garis adalah 1. Dan nilai kolom yang dilalui oleh 2 garis harus ditambahkan dengan angka 1.

Langkah 5

Perenang	Gaya (Menit)			
	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	0	5	0	1
2	0	0	1	0
3	4	5	8	0
4	5	0	12	0

Tabel yang telah direvisi (iterasi pertama).

Tabel diatas telah optimal karena jumlah garis yang menutupi nilai 0 sudah sesuai dengan jumlah kolom pada tabel yaitu 4 buah garis. Langkah selanjutnya adalah menentukan alokasi optimalnya berdasarkan tabel yang telah direvisi.

Langkah 6

Perenang	Gaya (Menit)			
	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	0	5	0	1
2	0	0	1	0
3	4	5	8	0
4	5	0	12	0

Perenang	Gaya (Menit)			
	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	0	5	0	1
2	0	0	1	0
3	4	5	8	0
4	5	0	12	0

	Gaya (Menit)			
Perenang	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	0	5	0	1
2	0	0	1	0
3	4	5	8	0
4	5	0	12	0

	Gaya (Menit)			
Perenang	Punggung	Dada	Kupu-Kupu	Bebas
1	0	5	0	1
2	0	0	1	0
3	4	5	8	0
4	5	0	12	0

Dari tabel diatas diketahui bahwa perenang 1 melakukan gaya kupu- kupu, perenang 2 melakukan gaya punggung, perenang 3 melakukan gaya bebas, dan perenang 4 melakukan gaya dada. Sehingga total waktu yang dibutuhkan adalah $62+67+55+69 = 253$ menit.

Contoh Kasus TIDAK SEIMBANG

Kasus tidak seimbang terjadi jika jumlah pekerja tidak sama dengan jumlah pekerjaan atau jumlah kolom tidak sama dengan jumlah baris. Sebelum menggunakan algoritma penugasan, tabel atau soal terlebih dahulu diseimbangkan dengan menambahkan kolom atau baris dummy.

Contoh Kasus 3

Tentukanlah alokasi pekerjaan untuk tiap pekerja agar waktu yang dibutuhkan seminimal mungkin.

Pekerja	TUGAS (Menit)		
	A	B	C
1	7	3	5
2	2	2	1
3	6	5	3
4	3	4	7

Langkah 1

Buatlah kolom kolom atau dummy. Dalam contoh kasus diatas jumlah kolom lebih sedikit dari jumlah baris sehingga perlu menambahkan kolom dummy pada tabel tersebut.

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	Dummy
1	7	3	5	0
2	2	2	1	0
3	6	5	3	0
4	3	4	7	0

Langkah 2

Cek apakah setiap baris dan kolom sudah memuat nilai 0. Jika pada kolom belum memuat nilai 0, maka kurangi nilai dalam kolom tersebut dengan nilai terkecil.

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	Dummy
1	7	3	5	0
2	2	2	1	0
3	6	5	3	0
4	3	4	7	0

Langkah 3

Kurangi nilai terkecil yang terdapat pada kolom A, B dan C.

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	Dummy
1	5	1	4	0
2	0	0	0	0
3	4	3	2	0
4	1	2	6	0

Pada tabel diatas masih terdapat 2 garis sehingga tabel masih belum optimal. Nilai terkecil dari kolom yang tidak dilalui oleh garis adalah 1. Sehingga setiap nilai dari kolom yang tidak dilalui oleh garis dikurangi dan setiap nilai yang dilalui oleh 2 garis ditambah dengan 1.

Langkah 4

Tabel yang telah direvisi (iterasi pertama).

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	Dummy
1	4	0	3	0
2	0	0	0	0
3	3	2	1	0
4	0	0	6	0

Tabel diatas telah optimal karena jumlah garis yang menutupi nilai 0 sudah sesuai dengan jumlah kolom pada tabel yaitu 4 buah garis. Langkah selanjutnya adalah menentukan alokasi optimalnya berdasarkan tabel yang telah direvisi.

Langkah 5

Penentuan alokasi optimal.

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	Dummy
1	4	0	3	0
2	0	0	0	0

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	Dummy
1	4	0	3	0
2	0	0	0	0
3	3	2	1	0
4	0	0	6	0

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	Dummy
1	4	0	3	0
2	0	0	0	0
3	3	2	1	0
4	0	0	6	0

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	Dummy
1	4	0	3	0
2	0	0	0	0
3	3	2	1	0
4	0	0	6	0

C. Soal Latihan/Tugas

1. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan seminimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)				
Pekerja	A	B	C	D	E
1	10	10	5	6	7
2	8	8	2	7	6
3	9	9	3	4	8
4	7	6	4	5	5
5	9	10	3	7	6

2. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan seminimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	D
1	15	12	8	10
2	14	8	5	10
3	8	10	12	7
4	10	15	7	5

3. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan seminimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)				
Pekerja	A	B	C	D	E
1	12	5	14	9	10
2	4	8	9	10	12
3	10	7	9	12	11
4	8	7	5	9	10

4. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan seminimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

Pekerja	TUGAS (Menit)			
	A	B	C	D
1	9	17	15	12
2	12	14	9	5
3	8	10	14	17
4	14	9	5	10
5	7	12	6	9

5. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan seminimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

Pekerja	TUGAS (Menit)				
	A	B	C	D	E
1	12	15	17	14	10
2	14	18	17	12	15
3	9	8	12	7	14
4	12	9	15	14	10
5	10	12	8	11	14

D. Daftar Pustaka

Dedy Takdir Syaifuddin.2011. Riset Operasi Aplikasi Quantitative Analysis for Management. Malang : Citra Malang
 Taha, Hamdy , 1996 A.Riset Operasi. Tangerang : Binarupa Aksara.
 Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi.Edisi ke 3 Jakarta : Mitra Wacana Media

PERTEMUAN 17

METODE PENUGASAN (FUNGSI MAKSIMUM)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 17, mahasiswa mampu menentukan alokasi source atau sumber daya yang anda miliki untuk memaksimalkan biaya atau sumber dengan metode penugasan.

B. Uraian Materi

Permasalahan Assignment (penugasan), merupakan kasus khusus dari masalah transportasi, dimana setiap sumber dan setiap tujuan hanya memiliki 1 unit barang. Dengan demikian bahwa setiap sumber hanya bisa mengalokasikan barang ke satu tujuan saja.

1. Pengertian Metode Penugasan

Metode penugasan merupakan metode bagian dari program linie yang digunakan untuk mengalokasikan pekerjaan kepada subyek/orang tertentu agar diperoleh hasil yang optimal (biaya yang minimal/keuntungan yang maksimal) Alat analisis metode ini menggunakan pendekatan Hungarian. Metode ini bersifat saling meniadakan artinya apa bila seorang sudah mengerjakan satu jenis pekerjaan maka tidak dapat mengerjakan pekerjaan jenis lainnya (satu orang mengerjakan satu jenis pekerjaan dan sebaliknya)

Permasalahan yang dapat diselesaikan melalui metode penugasan adalah masalah maksimasi (keuntungan, penjualan, kepuasan, dan lain lain) masalah minimasi biaya produksi (biaya produksi, waktu tempuh, upah, dan lain lain)

Adapun syarat-syarat metode Hungarian (Taha, A.H, 1996) yaitu :

- a. Jumlah i harus sama dengan jumlah j yang harus diselesaikan.
- b. Setiap sumber hanya mengerjakan satu tugas.
- c. Apabila jumlah sumber tidak sama dengan jumlah tugas atau sebaliknya,

2. Penyelesaian Masalah Penugasan maksimasi

Langkah-langkah pengerjaan (kasus maksimasi)

- a. Susunlah tabel yang memuat pekerja dan pekerjaan atau tugas tertentu beserta biaya atau waktunya (pastikan jumlah baris sama dengan kolom).
- b. Membuat semua angka dalam tabel bernilai negatif
- c. Pada masing-masing baris, cari angka negatif terbesar kemudian kurangkan

nilai pada masing masing baris dengan angka yang nilai negatif terbesar tersebut

- d. Buatlah garis buatan seminimal mungkin (secara vertikal/horizontal) yaitu sel yang berisi angka nol digari secara vertical atau horizontal
- e. Jika jumlah garis yang ada sama dengan jumlah baris/kolom, maka pengerjaan tersebut telah optimal
- f. Jika jumlah garis buatan belum sama dengan jumlah baris/kolom maka dilakukan proses eksekusi lanjutan dengan menentukan angka terkecil dari angka-angka yang tidak terlewati oleh garis, kemudian kurangi angka-angka yang tidak terlewati garis dengan angka terkecil tersebut dan tambahkan angka terkecil tersebut pada angka yang terletak pada perpotongan garis (terka dua garis) serta angka yang terlewati satu garis tidak berubah (tetap)
- g. Lajutkan kembali ke langkah 4, jika jumlah garis yang ada sama dengan jumlah baris/kolom, maka pengerjaan tersebut telah optimal
- h. Apabila penugasan telah optimal, langkah selanjutnya mengalokasikan para pekerja dengan jenis pekerjaan yang ada. Alokasi pekerjaan dilakukan dengan memperhatikan angka nol pada pekerja dan pekerjaannya

3. Contoh Kasus MAKSIMASI Contoh Kasus 1

Sebuah perusahaan memiliki 4 buah mesin, tiap mesin tersebut mampu menghasilkan 4 jenis produk. Akan tetapi jumlah produk yang dihasilkan untuk setiap jenis dari setiap mesin berbeda-beda. Seperti dapat terlihat pada tabel dibawah ini.

Mesin	Produk (Unit)			
	A	B	C	D
1	1000	900	800	700
2	1200	600	900	1000
3	900	1000	1200	1100
4	800	700	1000	1200

Langkah 1

Membuat semua nilai dalam tabel menjadi negatif.

Mesin	Produk (Unit)			
	A	B	C	D
1	-1000	-900	-800	-700
2	-1200	-600	-900	-1000
3	-900	-1000	-1200	-1100
4	-800	-700	-1000	-1200

Langkah 2

Kurangi nilai dalam setiap baris dengan nilai negatif (-) paling besar.

Mesin	Produk (Unit)			
	A	B	C	D
1	-1000	-900	-800	-700
2	-1200	-600	-900	-1000
3	-900	-1000	-1200	-1100
4	-800	-700	-1000	-1200

Langkah 3

Cek apakah setiap baris dan kolom sudah memuat nilai 0. Jika pada kolom belum memuat nilai 0, maka kurangi nilai dalam kolom tersebut dengan nilai terkecil.

Mesin	Produk (Unit)			
	A	B	C	D
1	0	100	200	300
2	0	600	300	200
3	300	200	0	100
4	400	500	200	0

Pada tabel diatas terlihat bahwa belum terdapat nilai 0 pada kolom B. nilai terkecil pada kolom B adalah 100. Sehingga nilai pada kolom tersebut dikurangi dengan nilai terkecil pada kolom B.

Langkah 4

Kurangi nilai terkecil yang terdapat pada kolom B

Mesin	Produk (Unit)			
	A	B	C	D
1	0	0	200	300
2	0	500	300	200
3	300	100	0	100
4	400	400	200	0

Pada tabel diatas jumlah garis yang menutupi nilai nol telah sesuai dengan jumlah kolom yang terdapat pada tabel. Sehingga tabel tidak perlu direvisi.

Langkah 5

Penentuan alokasi optimal.

Mesin	Produk (Unit)			
	A	B	C	D
1	0	0	200	300
2	0	500	300	200
3	300	100	0	100
4	400	400	200	0

Dari tabel diatas diketahui bahwa mesin 1 mengerjakan produk B, Mesin 2 mengerjakan produk A, mesin 3 mengerjakan produk C dan mesin 4 mengerjakan produk D. Sehingga total produk yang dihasilkan adalah $900+1200+1200+1200 = 4500$ unit.

Contoh Kasus 2

Berikut ini adalah data banyaknya unit yang terjual oleh setiap salesman di setiap area pasar yang berbeda. Perusahaan ingin menempatkan salesman yang tepat di area pasar yang tepat agar keuntungan yang didapat perusahaan maksimal.

	Area Pasar (unit)			
Salesman	A	B	C	D
1	205	95	185	165
2	105	75	135	205
3	180	110	145	175
4	85	70	110	125

Langkah 1

Membuat semua nilai dalam tabel menjadi negatif.

	Area Pasar (unit)			
Salesman	A	B	C	D
1	-205	-95	-185	-165
2	-105	-75	-135	-205
3	-180	-110	-145	-175
4	-85	-70	-110	-125

Langkah 2

Kurangi nilai dalam setiap baris dengan nilai negatif (-) paling besar.

	Area Pasar (unit)			
Salesman	A	B	C	D
1	-205	-95	-185	-165
2	-105	-75	-135	-205
3	-180	-110	-145	-175
4	-85	-70	-110	-125

Langkah 3

Cek apakah setiap baris dan kolom sudah memuat nilai 0. Jika pada kolom belum memuat nilai 0, maka kurangi nilai dalam kolom tersebut dengan nilai terkecil.

	Area Pasar (unit)			
Salesman	A	B	C	D
1	0	110	20	40
2	100	130	70	0
3	0	70	35	5
4	40	55	15	0

Pada tabel diatas terlihat bahwa belum terdapat nilai 0 pada kolom B dan C nilai terkecil pada kolom B dan C adalah 55 dan 15. Sehingga nilai pada kolom tersebut dikurangi dengan nilai terkecil pada kolom B dan C.

Langkah 4

Kurangi nilai terkecil yang terdapat pada kolom B dan C.

	Area Pasar (unit)			
Salesman	A	B	C	D
1	0	55	5	40
2	100	75	55	0
3	0	15	20	5
4	40	0	0	0

Pada tabel diatas terlihat setiap baris dan kolom sudah terdapat nilai 0. Akan tetapi jumlah garis yang menutupi nilai 0 masih lebih sedikit dari jumlah kolom

Langkah 5

Tabel yang telah direvisi (iterasi pertama).

	Area Pasar (unit)			
Salesman	A	B	C	D
1	0	50	0	40
2	100	70	50	0
3	0	10	15	5
4	45	0	0	5

Tabel diatas telah optimal karena jumlah garis yang menutupi nilai 0 sudah sesuai dengan jumlah kolom pada tabel yaitu 4 buah garis. Langkah selanjutnya adalah menentukan alokasi optimalnya berdasarkan tabel yang telah direvisi.

Langkah 6

Penentuan alokasi optimal.

Salesman	Area Pasar (unit)			
	A	B	C	D
1	0	50	0	40
2	100	70	50	0
3	0	10	15	5
4	45	0	0	5

Dari tabel diatas terlihat bahwa sales 1 menjual di area pasar C, sales 2 menjual diarea pasar D, sales 3 menjual diarea pasar A, dan sales 4 menjual diarea pasar B. sehingga total penjualan adalah $185+205+180+70 = 640$ unit.

4. Alokasi Terlarang

Kadang-kadang sel tertentu dalam tabel penugasan yang tidak mungkin diisi (dalam aplikasinya, misalkan ada seorang pekerja yang tidak bisa mengerjakan salah satu pekerjaan). Untuk membuat agar sel terlarang tidak terisi, maka biaya pada sel terlarang dibuat sebesar-besarnya, yaitu dengan

$M = \text{suatu bilangan positif besar.}$

Contoh Kasus 3

Misalkan seorang atasan ingin menempatkan 4 operatornya kedalam 4 mesin. Dimana biaya tiap operator jika diletakkan di setiap mesin dapat dilihat pada tabel dibawah ini (biaya dalam ribuan). Akan tetapi ada beberapa operator tidak dapat mengoperasikan salah satu mesin.

Operator	Mesin			
	A	B	C	D
1	3	3	M-2	0
2	5	2	0	1
3	6	0	2	M-3
4	5	0	4	5

Langkah 1

Rubah kotak yang kosong (operator tidak dapat mengoperasikan mesin) dengan nilai M.

	Mesin			
Operator	A	B	C	D
1	5	5	M	2
2	7	4	2	3
3	9	3	5	M
4	7	2	6	7

Langkah 2

Kurangi nilai pada setiap baris dengan nilai terkecil tersebut.

	Mesin			
Operator	A	B	C	D
1	3	3	M-2	0
2	5	2	0	1
3	6	0	2	M-3
4	5	0	4	5

Langkah 3

Cek apakah setiap baris dan kolom sudah memuat nilai 0. Jika pada kolom belum memuat nilai 0, maka kurangi nilai dalam kolom tersebut dengan nilai terkecil. Pada tabel diatas terlihat bahwa belum terdapat nilai 0 terdapat pada kolom A. sehingga nilai disetiap kolom A dikurangi dengan angka 3.

Langkah 4

	Mesin			
Operator	A	B	C	D
1	0	3	M-2	0
2	2	2	0	1
3	3	0	2	M-3
4	2	0	4	5

Pada tabel diatas terdapat 3 buah garis yang menutupi semua nilai nol. Jumlah garis tersebut masih lebih kecil dari jumlah baris atau kolom ($3 < 4$). Sehingga tabel tersebut belum optimal dan perlu dilakukan revisi.

Langkah 5

Tabel yang telah direvisi (iterasi pertama).

	Mesin			
Operator	A	B	C	D
1	0	5	M-2	0
2	2	4	0	1
3	1	0	0	M-5
4	0	0	2	3

Tabel diatas telah optimal karena jumlah garis yang menutupi nilai 0 sudah sesuai dengan jumlah kolom pada tabel yaitu 4 buah garis. Langkah selanjutnya adalah menentukan alokasi optimalnya berdasarkan tabel yang telah direvisi.

Langkah 6

Penentuan alokasi optimal.

	Mesin			
Operator	A	B	C	D
1	0	5	M-2	0
2	2	4	0	1
3	1	0	0	M-5
4	0	0	2	3

	Mesin			
Operator	A	B	C	D
1	0	5	M-2	0
2	2	4	0	1
3	1	0	0	M-5
4	0	0	2	3

	Mesin			
Operator	A	B	C	D
1	0	5	M-2	0
2	2	4	0	1
3	1	0	0	M-5
4	0	0	2	3

Dari tabel diatas diketahui bahwa operator 1 mengerjakan mesin D, operator 2 mengerjakan mesin C, operator 3 mengerjakan mesin B dan operator 4 mengerjakan mesin A. sehingga total biaya pengerjaan di mesin adalah $2000+2000+3000+7000 = 14000$.

C. Soal Latihan/Tugas

1. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan semaksimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)				
Pekerja	A	B	C	D	E
1	10	10	5	6	7
2	8	8	2	7	6
3	9	9	3	4	8
4	7	6	4	5	5
5	9	10	3	7	6

2. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan semaksimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	D
1	15	12	8	10
2	14	8	5	10
3	8	10	12	7
4	10	15	7	5

3. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan semaksimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)				
Pekerja	A	B	C	D	E
1	12	5	14	9	10
2	4	8	9	10	12
3	10	7	9	12	11
4	8	7	5	9	10

4. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan semaksimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)			
Pekerja	A	B	C	D
1	9	17	15	12
2	12	14	9	5
3	8	10	14	17
4	14	9	5	10
5	7	12	6	9

5. Tentukanlah alokasi optimum agar waktu yang diperlukan semaksimal mungkin berdasarkan tabel dibawah ini

	TUGAS (Menit)				
Pekerja	A	B	C	D	E
1	12	15	17	14	10
2	14	18	17	12	15
3	9	8	12	7	14
4	12	9	15	14	10
5	10	12	8	11	14

D. Daftar Pustaka

- Siang, JongJek. 2011. Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta : Andi Offset.
- Taha, Hamdy A. Riset Operasi. Tangerang : Binarupa Aksara.
- Wijaya, Andi. 2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Edisi 3 Mitra Wacana Media.

PERTEMUAN 18

TEORI KEPUTUSAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari materi dalam pertemuan 18, mahasiswa mampu:

1. Memahami tentang pohon keputusan
2. Mampu menentukan strategi mana yang memiliki nilai EMV tertinggi untuk sebuah keputusan

B. Uraian Materi

1. Teori Keputusan

Teori Keputusan melakukan pendekatan analitik dan sistematis untuk biasa menentukan keputusan. Pendekatan model matematik dapat membantu para manajer dalam mengambil keputusan terbaik .

Dalam Dunia bisnis atau yang sekarang dikenal dengan istilah B2B manajer mampu menentukan bermacam keputusan walaupun tidak ada informasi yang sempurna, keakuratan dan variasi informasi yang diterima oleh para manajer pada dasarnya di klasifikasikan menjadi tiga, yaitu : Kepastian, Resiko, dan Ketidakpastian.

Unsur-unsur dalam analisis keputusan :

- a. Pernyataan keputusan
- b. Sasaran bagi keputusan
- c. Alternatif/pilihan
- d. Konsekuensi pilihan

Model keputusan dalam kepastian (certainty). yaitu tidak ada keacakan pada hasil keputusan- keputusan dengan kondisi kepastian artinya semua informasi dianggap pasti.

Model keputusan dengan resiko menggambarkan informasi yang mengidentifikasi bahwa setiap rangkaian keputusan mempunyai sejumlah kemungkinan hasil dan probabilitas terjadinya. Model resiko seperti ini disebut model stokastik.

Model keputusan ketidakpastian adalah informasi yang menunjukkan, semua atau beberapa hasil dari berbagai keputusan yang berbeda, tetapi probabilitas terjadinya tidak dapat ditentukan.

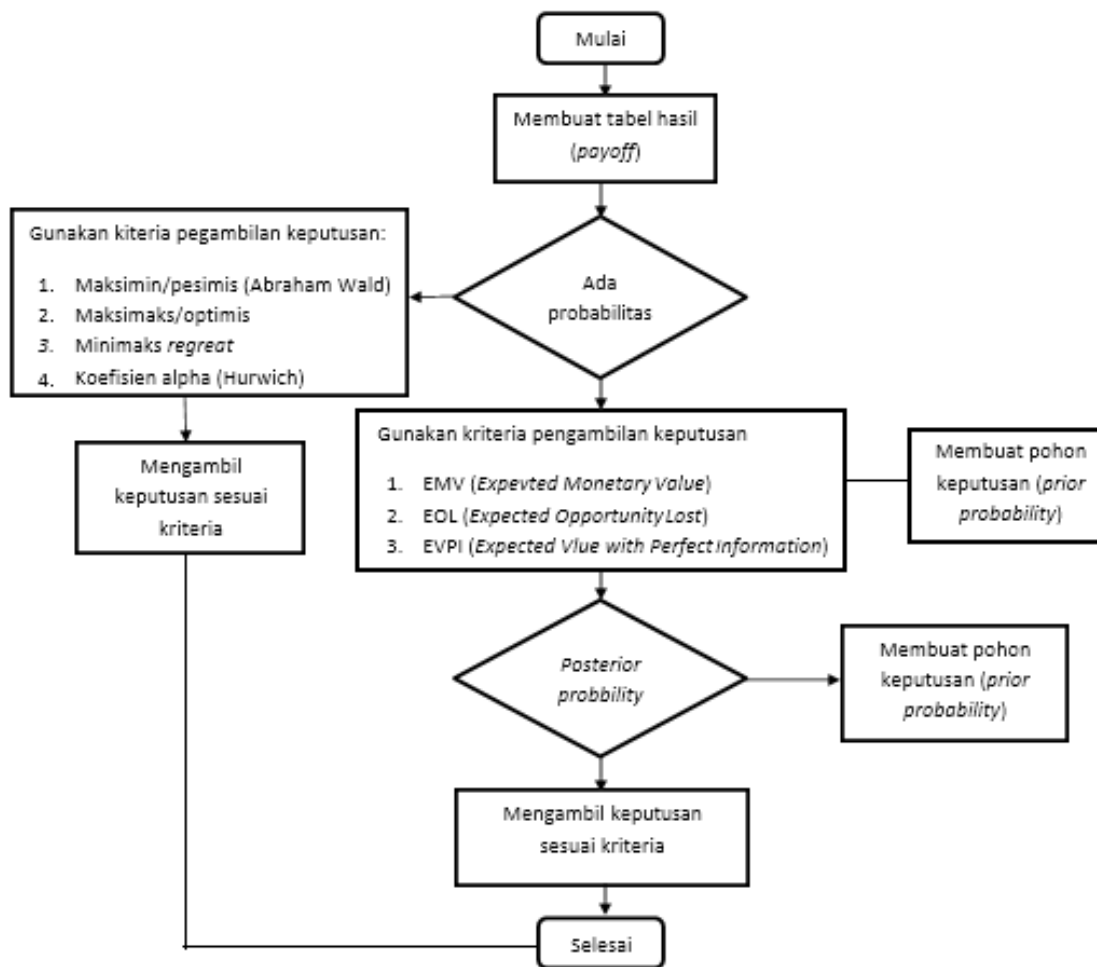
Ada 2 tipe pengambilan keputusan, yaitu :

- a. Programmed Decision
Prosedur khusus yang dikembangkan menangani untuk masalah yang rutin dan berulang-ulang. Contoh sistem gaji karyawan dan pemesanan persediaan.
- b. Nonprogrammed Decision
Keputusan yang bersifat baru dan tidak terstruktur, diperlukan pada situasi permasalahan yang unik dan kompleks. Contoh diversifikasi produk dan pembangunan fasilitas baru.

2. Pohon Keputusan

a. Analisa Teori Keputusan

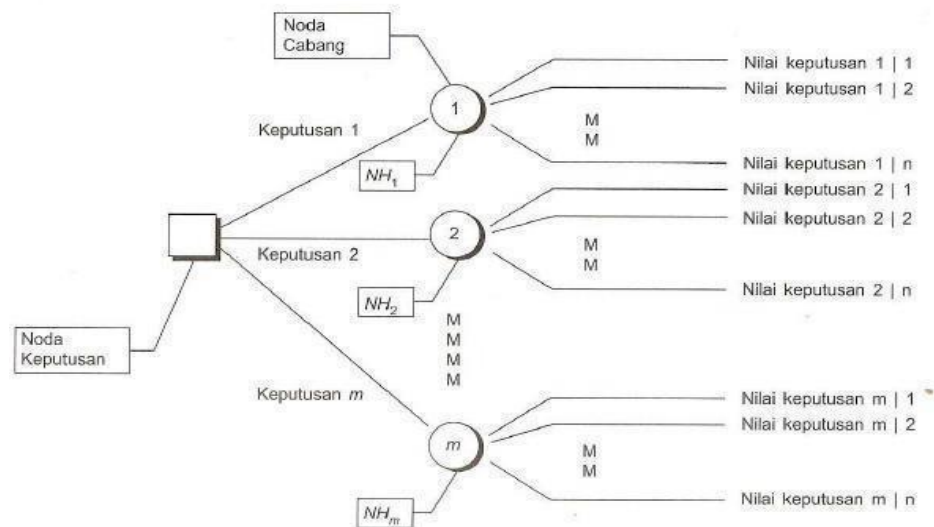
Dalam kehidupan sehari-hari kita dihadapakan dalam hal pengambilan keputusan, baik yang bersifat pribadi maupun pada saat kita bekerja/berusaha. Keputusan yang diambil tentunya mempertimbangkan risiko dan hasil optimal yang kemungkinan terjadi. Untuk keputusan yang bersifat pasti (*certainly*) memiliki jawaban yang bersifat tunggal. Misalnya pada saat menentukan kombinasi produk dengan sejumlah kendala yang ada. Dengan menggunakan konsep *linier programming* yang telah ada sebelumnya dapat diketahui kombinasi produk yang memberikan hasil optimum. Jawaban dari kombinasi produk tersebut bersifat pasti, model demikian dinamakan model deterministik. Selain itu juga terdapat beberapa model yang bersifat pasti, seperti permasalahan penugasan, transportasi, teori permainan, dan lain-lain. Model keputusan lain bersifat tidak pasti (*uncertainly*). Model ini terdiri dari dua bagian, yaitu model keputusan yang bersifat tidak pasti dan tanpa adanya probabilitas (*without probability*) dan model keputusan yang disertai probabilitas (*with probability*) model keputusan yang disertai probabilitas dinamakan model stokastik.



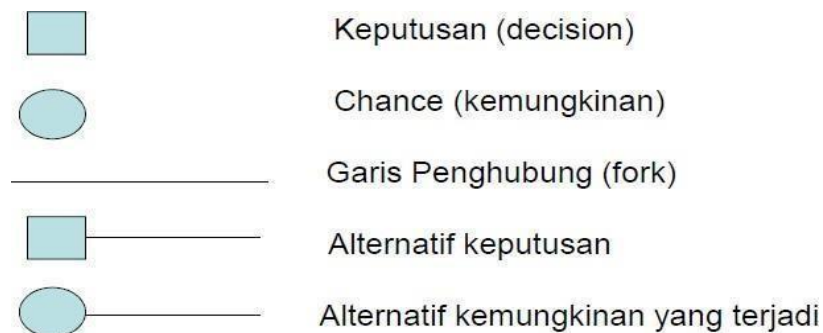
Gambar 18.1 Model Keputusan

- 1) Menganalisis masalah dengan menggunakan pohon keputusan mencakup lima langkah :
- 2) Mendefinisikan masalah.
- 3) Menggambarkan pohon keputusan.
- 4) Menentukan peluang bagi kondisi alamiah.
- 5) Memperkirakan imbalan bagi setiap kombinasi alternatif keputusan dan kondisi alamiah yang mungkin.
- 6) Menyelesaikan masalah dengan menghitung EMV bagi setiap titik kondisialamiah. Hal ini dilakukan dengan mengerjakannya dari belakang kedepan (backward) – yaitu memulai dari sisi kanan pohon, terus menuju

ketitik keputusan di sebelah kirinya.



Gambar 18.1 Pohon Keputusan



Gambar 18.2 Simbol Pohon Keputusan

Kriteria dalam Pengambilan Keputusan dengan Menggunakan Probabilitas. Biasanya dalam membuat keputusan dalam situasi masalah adalah dengan mempertimbangkan kondisi masa depan yang akan terjadi masih bisa untuk membuat probabilitas berkenaan perkiraan akan terjadinya kondisi masa depan tersebut. Kriteria pembuatan keputusan dengan menggunakan tentang probabilitas dalam menentukan alternatif keputusan adalah Expected Monetary Value dan Expected Opportunity Loss. Penjelasannya sebagai Berikut:.

1) Expected Monetary Value (EMV) tahapannya adalah

a) Untuk mendapatkan EMV, kalikan probabilitas dengan nilai-nilai yang

ada pada masing-masing baris,

- b) Cari EMV terbesar pada masing-masing baris yang ada
- c) Pilih strategi tersebut

$$EMV(d_j) = \sum_{j=1}^N P(s_j) \sqrt{(d_i s_j)}$$

di mana

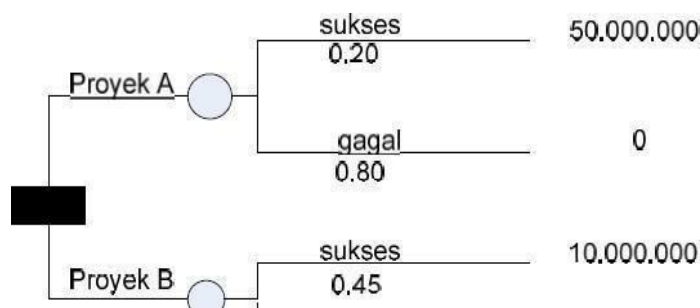
- $P(S_j)$ = probabilitas terjadinya situasi masa depan S_j
- N = jumlah dari situasi masa depan yang mungkin akan terjadi.
- $P(S_j) > 0$ = probabilitas terjadinya suatu situasi masa depan lebih besar atau sama dengan nol

2) Expected *Opportunity Loss* tahapannya adalah

- a) Cari angka terbesar dari tiap kolom, kemudian selisihkan angka terbesar tersebut dengan angka yang lain yang ada pada kolom tersebut,
- b) Untuk mendapatkan EOL, kalikan probabilitas dengan nilai-nilai yang ada pada masing-masing baris tersebut
- c) Cari EOL yang terkecil,
- d) Pilih strategi tersebut

Contoh Kasus Contoh Kasus 1

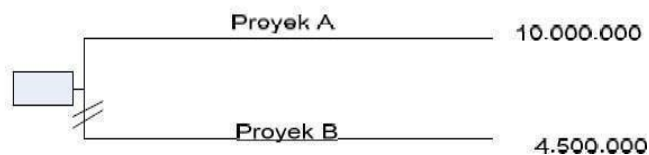
Bapak Budi memiliki sejumlah uang untuk disimpan ke dua pilihan proyek, yaitu proyek A dan proyek B. Kemungkinan proyek akan menghasilkan laba 20% dengan nilai laba 50 juta. Peluang proyek B akan memberikan laba 45% dengan nilai laba 10 juta. Buatlah pohon keputusan dalam memudahkan bapak Budi untuk menentukan keputusan.



$$\begin{aligned} \text{EMVA} &= \Sigma (\text{probability} \times \text{nilai payoff yg diharapkan}) \\ &= (0.20 \times 50.000.000) + (0.80 \times 0) = 10.000.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EMVB} &= \Sigma (\text{probability} \times \text{nilai payoff yg diharapkan}) \\ &= (0.45 \times 10.000.000) + (0.55 \times 0) = 4.500.000 \end{aligned}$$

Kesimpulan : pilih proyek A

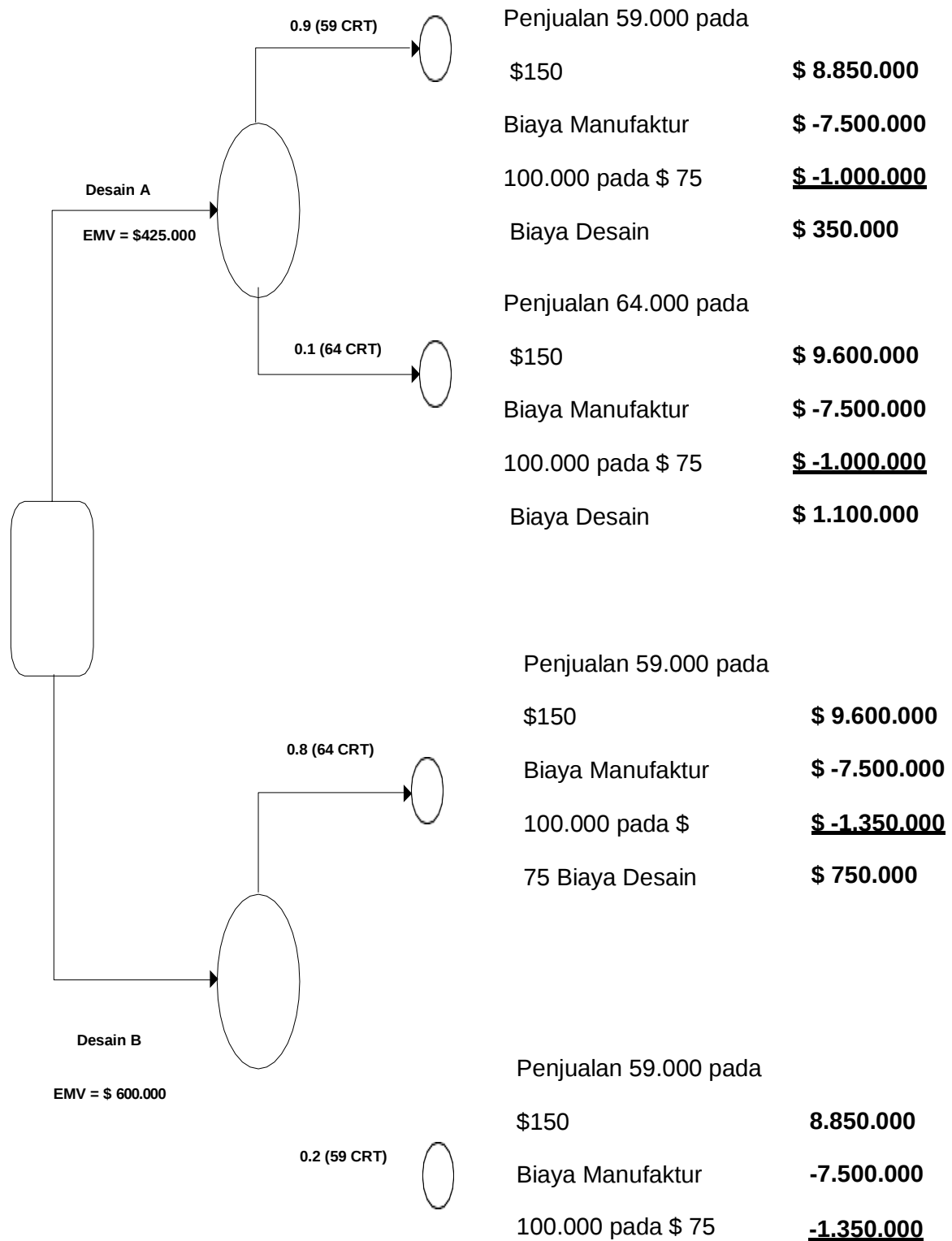


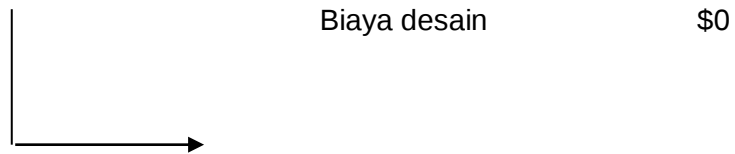
Contoh Kasus 2

Sebuah perusahaan mempunyai dua pilihan desain untuk lini produksi CRT baru yang beresolusi tinggi untuk stasiun kerja CAD nya. Ramalan penjualan selama siklus hidup CRT adalah 100.000 unit.

Pilihan desain A memiliki kemungkinan sebesar 0,9 untuk menghasilkan 59 CRT yang baik per 100 unit produk dan kemungkinan sebesar 0,1 untuk menghasilkan 64 CRT yang baik per 100 unit produk. Biaya desain adalah \$ 1.000.000.

Pilihan desain B memiliki kemungkinan sebesar 0,8 untuk menghasilkan 64 CRT yang baik per 100 unit produk dan kemungkinan sebesar 0,2 untuk menghasilkan 59 CRT yang baik per 100 unit produk. Biaya desain adalah \$1.350.000





Perhitungan EMV

Desain A = $(0,9 \times \$350.000) + (0,1 \times \$1.100.000) = \$ 425.000$

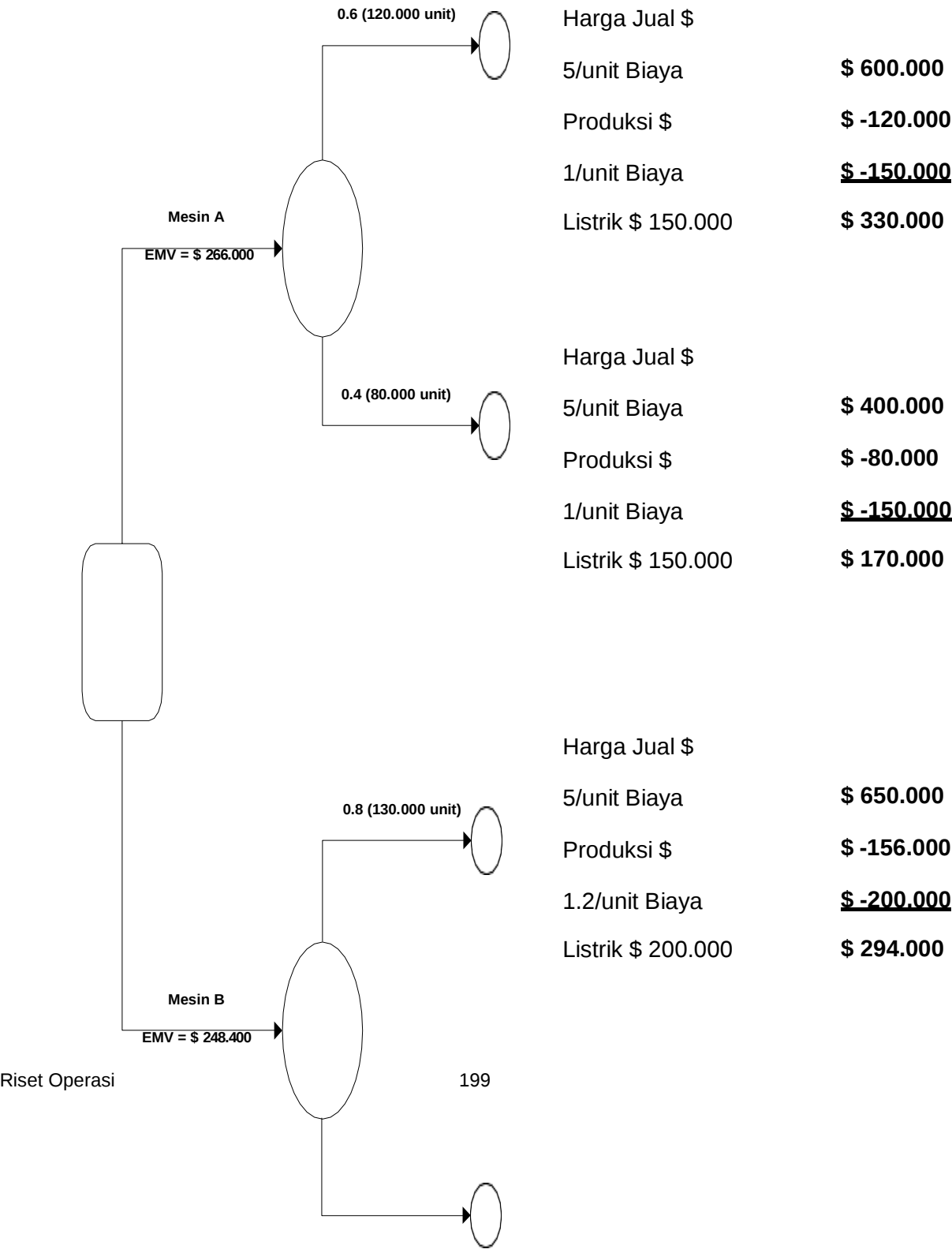
Desain B = $(0,8 \times \$750.000) + (0,2 \times \$0) = \$ 600.000$

Tingkat pengembalian tertinggi adalah desain B, senilai \$ 600.000

Contoh Kasus 3

Ada sebuah permen di Tangerang memiliki dua solusi dalam pemilihan jenis mesin yang akan digunakan kedepannya. Mesin A memiliki kemungkinan 0.6 menghasilkan produk 120.000 unit dalam 1 jam dan 0.4 untuk menghasilkan unit dalam 1 jam. Harga jual untuk 1 unit adalah \$ 5. Biaya produksi per unit adalah \$ 150.000

Mesin A memiliki kemungkinan 0.8 menghasilkan produk 130.000 unit dalam 1 jam dan 0.2 untuk menghasilkan 70.000 unit dalam 1 jam. Harga jual untuk 1 unit adalah \$ 5. Biaya produksi per unit adalah \$ 1.2. Untuk konsumsi listrik yang diperlukan untuk mesin tersebut dalam 1 jam adalah \$ 200.000.



	Harga Jual \$	
0.2 (70.000 unit)	5/unit Biaya	\$ 350.000
	Produksi \$	\$ -84.000
	1.2/unit Biaya	<u>\$ -200.000</u>
	Listrik \$ 200.000	<u>\$ 66.000</u>

Perhitungan EMV

Desain A = $(0,6 \times \$330.000) + (0,4 \times \$170.000) = \$ 266.000$

Desain B = $(0,8 \times \$294.000) + (0,2 \times \$66.000) = \$ 248.400$

Tingkat pengembalian tertinggi adalah desain A, senilai \$ 266.000

Contoh Kasus 4

Dalam menentukan bisnis yang terbaik diantaranya bisnis organik, semi organik atau non organik dengan melihat keuntungan masing masing bisnis adalah sebagai berikut

Jenis bisnis	Hasil Produksi		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Organik	10.000	6.500	1.000
Semi Organik	12.000	8.000	4.000
Non Organik	15.000	12.000	8.000

Jenis bisnis	Biaya	Peluang Hasil Produksi		
		Tinggi	Sedang	rendah
Organik	1.000	0,4	0,2	0,4
Semi organik	1.200	0,4	0,2	0,4
Non organik	1.600	0,4	0,2	0,4

Nilai EMV pada masing masing keputusan yang diambil adalah::

a. Organik

$$EMV = (0,4)(10.000) + (0,2)(6.500) + (0,4)(1.000) = 5.700$$

b. Semi Organik

$$EMV = (0,4)(12.000) + (0,2)(8.000) + (0,4)(4.000) = 8.000$$

c. Non Organik

$$EMV = (0,4)(15.000) + (0,2)(12.000) + (0,4)(8.000) = 11.600$$

Dari nilai EV dari masing masing keputusan yang diambil maka dapat yang telah dihitung sebelumnya dikurangi dengan biaya produksi dari setiap pilihan keputusan.

Laba untuk setiap keputusan yang diambil adalah sebagai berikut :

a. Organik

$$\text{Laba} = 5.700 - 1.000 = 4.700$$

b. Semi Organik

$$\text{c. Laba} = 8.000 - 1.200 = 6.800$$

d. Non Organik

$$\text{e. Laba} = 11.600 - 1.600 = 10.000$$

Pengembalian tertinggi terdapat pada bisnis non organik, sebesar 10.000

C. Soal Latihan/Tugas

1. Produk Superindo dengan hasil penjualan sebesar 2.000 unit/tahun dan kontribusi sebesar Rp. 500.000. hasil ini berada pada tahap awal. Produk Lottemart dengan penjualan 2.500 unit/tahun dan kontribusi sebesar Rp. 6.000, penjualan ini adalah pada tahap pertumbuhan. Jenis dari Alfamart hasil penjualan adalah 4.500 unit tiap tahun dan kontribusi Rp. 2.750, penjualan ini adalah pada tahap penurunan. Buatlah analisis produk dari nilai produk berikut, berikan posisi dalam siklus hidupnya, identifikasikan masalah yang mungkin dihadapi oleh manajer dan kemungkinan tindakan operasi dari manajer tersebut
2. Menejer perusahaan akan mengambil satu dari tiga bentuk atau model yang ada. Perkiraan penjualan adalah 400.000 unit. Dengan cara/model yang lebih baik dan lebih teruji, dan lebih banyak waktu yang dikerahkan untuk rekayasa nilai, diharapkan biaya variabelnya bisa mengurangi. Perkiraan biaya untuk setiap model pemasaran sebagai berikut:
 - a. Model A, biaya tetap Rp. 55.000, biaya variabel 0.4 untuk setiap Rp.0,65 , 0.4 untuk setiap Rp0,6 dan 0.4 untuk setiap Rp 0,55.
 - b. Model B, biaya tetap Rp 75.000, biaya variabel 0.8 untuk setiap Rp.0,55 , 0.3

untuk setiap Rp 0,5 dan 0.2 untuk setiap Rp.0,45.

c. Model C, biaya tetap Rp. 85.000, biaya variabel 1,0 untuk setiap Rp.0,50 , 0.2 untuk setiap Rp.0,45

3. Pimpinan menginginkan penjualan 200.000 unit dengan harga masing- masing Rp.650, dengan kemungkinan 0.7. dan kemungkinan 0.5 untuk 85.000 unit seharga Rp 650. Jika perusahaan memilih pilihan B, Pimpinan dan kemungkinan 0.4 pada 80.000 seharga Rp 850. Biaya analisis Rp 200.000 dan hanya untuk pilihan B. Tentukan pilihan mana yang memiliki nilai EMV tertinggi ?

D. Daftar Pustaka

- Siang, Jong Jek. 2011. Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta : Andi Offset.
- Taha, Hamdy A. Riset Operasi. Tangerang : Binarupa Aksara.
- Wijaya, Andi. 2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta Edisi 3: Mitra Wacana Media.
- Zusi, Hasmand. 2006. Operations Research. Jakarta : Universitas Trisakti.

GLOSARIUM

Variabel keputusan adalah variabel yang digunakan untuk menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.

Fisible area adalah wilayah yang memenuhi seluruh unsur yang ada didalam kendala

Iterasi adalah perulangan, melakukan metode atau langkah yang sama untuk permasalahan yang lain.

Dummy adalah menambah atau membuat sel baru tanpa disertai biaya atau kosong.

DAFTAR PUSTAKA

- Dedy Takdir Syaifuddin.2011. Riset Operasi Aplikasi Quantitative Analysis for Management. Malang : Citra Malang
- Herjanto,Eddy.2008.Manajemen Operasi .Edisi ketiga.Jakarta:Grasindo
- Render Barry., Jay Hiizer. Prinsip prinsip Manajemen Operasi, Salemba empat
- Siang, Jong Jek. 2011 .Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta : Andi Offset.
- Richard Bronson, Theory and Problem of Operation Research Graw-Hill, Singapore.
- Siang, Jong Jek, 2011, Riset Operasi dalamPendekatan Algoritmis, Jogjakarta: Andi Offset.
- Sri Mulyono, Riset Operasi, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, 2002
- Subagyo Pangestu, dkk, Dasar-Dasar Operation Research, Yogyakarta PT. BPFE-Yogyakarta, 2000
- Taha, Hamdy A. 1996. *Riset Operasi*. Tangerang :terjemahan: Binarupa Aksara.
- Taha, Hamdy A., Riset Operasi – Jilid 1, Jakarta: Binarupa Aksara,
- Taha, Hamdy A.Riset Operasi, Tangerang : Binarupa Aksara.
- Wijaya, Andi, 2011, Pengantar Riset Operasi, Jakarta : Mitra Wacana Media.
- Wijaya, Andi.2012. *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta : Mitra Wacana Media.Zusi,
- Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media.
- Zusi, Hasmand, 2006, Operations Research, Jakarta : Universitas Trisakti.

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

Program Studi	: Manajemen S-1	Mata Kuliah/ Kode	: Riset Operasi/ SMJ02838
Prasyarat	: -	Sks	: 18 Sks
Semester	:	Kurikulum	: KKNi
Deskripsi Mata Kuliah	: Mata kuliah Riset Operasi merupakan mata kuliah wajib program studi Manajemen S-1 yang membahas tentang Programming linier (metode grafik dan metode simplek), Dualitas, Metode Transportasi, Manajemen Proyek. Metode Penugasan dan Teori Keputusan.	Capaian Pembelajaran	: Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, mahasiswa mampu menentukan solusi optimum dalam menyelesaikan permasalahan sumber daya, pendelegasian, serta pengambilan keputusan yang dihadapi (sehari-hari, dunia kerja maupun dalam bisnis) dengan Programming linier (metode grafik dan metode simplek), Dualitas, Metode Transportasi, Manajemen Proyek. Metode Penugasan dan Teori Keputusan, dengan membandingkan berbagai metode tersebut dengan baik, secara teliti dan tepat sehingga efektif dan efisien.
Penyusun	: 1. Ir. Maswarni.M.M (ketua) 2. Hengki Hermawan, S.E, M.M. (anggota 1) 3. Kartono,S.E.M.M. (anggota 2)		

PERT. KE	KEMAMPUAN AKHR YANG DIHARAPKAN	BAHAN KAJIAN (MATERI AJAR)	METODE PEMBELAJARAN	PENGALAM BELAJAR MAHASISWA	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Mahasiswa mampu menjelaskan arti dan kegunaan RO, serta dasar perkembangannya.mahasiswa mampu memahami model-model RO dan mampu menentukan mode yang paling tepat untuk berbagai masalah. Mahasiswa memahami penggunaan RO dalam bidang masing-masing misalnya dalam manajemen atau akutansi , serta mampu mengidentifikasi masalah dan mamapu memformulasikan ke dalam model matematika	Linier Program	Ekspositori	Tugas 1	Kelengkapan jawaban	5%
2	Mahasiswa mampu memahami bentuk umum LP.mengubah bentuk umum menjadi bentuk baku. Mahasiswa mampu mengidentifikasi fungsi tujuan, kendala dan alternatif dalam setiap permasalahan. Mahasiswa mampu membuat model matematik untuk kedua bentuk tujuan. Mahasiswa mampu menentukan biaya optimum dalam permasalahan Linear Programming dengan Metode Grafik dan Fungsi Tujuan maksimum dengan menggambarkan fungsi kendala dan tujuan pada sumbu koordinat XY dan mampu menentukan solusi optimal Mahasiswa mampu menentukan solusi (maksimum)	Linier program (metode grafik) fungsi tujuan maksimum	Ekspositori	Tugas 2	Kelengkapan jawaban	5 %

PERT. KE	KEMAMPUAN AKHR YANG DIHARAPKAN	BAHAN KAJIAN (MATERI AJAR)	METODE PEMBELAJARAN	PENGALAM BELAJAR MAHASISWA	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI
	.					
3	Mahasiswa mampu menentukan biaya optimum dalam permasalahan Linear Programming dengan Metode Grafik dan Fungsi Tujuan Minimum dengan menggambarkan fungsi kendala dan tujuan pada sumbu koordinat XY dan mampu menentukan solusi optimal Mahasiswa mampu menentukan solusi (minimum)	Linier program (metode grafik) fungsi tujuan minimum	Ekspositori	Tugas 3	Kelengkapan jawaban	5%
4	Mahasiswa mampu memahami yang dimaksud dengan metode simplek Tabel simpleks. Mampu membentuk tabel simpleks berdasarkan bentuk baku. Penentuan solusi basis/dasar serta dapat menentukan solusi dasar, variabel basis/dasar. Penentuan solusi optimal. Mahasiswa mampu menggunakan algoritma simpleks untuk mendapatkan solusi optimal dan mampu membaca tabel optimal. Menentukan biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk solusi maksimum dengan fungsi batasan $\leq$	Linier program (metode Simplek) fungsi tujuan maksimum dengan fungsi batasan " $\leq$ "	Ekspositori	Tugas 4	Kelengkapan jawaban	7 %
5	Mahasiswa mampu menggunakan algoritma simpleks untuk mendapatkan solusi optimal dan mampu membaca tabel optimal	Linier program (metode Simplek) fungsi tujuan	Ekspositori	Tugas 5	Kelengkapan jawaban	7 %

PERT. KE	KEMAMPUAN AKHR YANG DIHARAPKAN	BAHAN KAJIAN (MATERI AJAR)	METODE PEMBELAJARAN	PENGALAM BELAJAR MAHASISWA	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI
	serta mampu Menentukan biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk tujuan maksimum dengan batasan “=”	maksimum dengan fungsi batasan “=”				
6	Mahasiswa mampu Menentukan biaya optimum dengan metode SIMPLEX untuk fungsi tujuan minimum dengan fungsi batasan $\geq$	Linier program (metode Simplek) fungsi tujuan minimum dengan fungsi batasan “ $\geq$ ”	Ekspositori	Tugas 6	Kelengkapan jawaban	5%
7	Mahasiswa mampu menggunakan metode Big M. Metode Dua Fase. Mahasiswa mampu menggunakan metode Dua Fase. Metode Dual Simpleks. Mahasiswa mampu menggunakan metode dual simpleks Kasus-kasus khusus dalam aplikasi metode simpleks. Mahasiswa mampu mengidentifikasi kasus-kasus khusus. Model LP standar dalam bentuk matriks. Mahasiswa mampu membentuk matriks dari mode matematik. Tabel simpleks dalam bentuk matriks. Mahasiswa mampu memahami bentuk simpleks dalam bentuk matriks.	Linier program Dualitas dan sensitivitas	Ekspositori	Tugas 7	Kelengkapan jawaban	7 %
8	Mahasiswa mampu memahami arti dan aplikasi model transportasi. Mahasiswa mampu mengidentifikasi permasalahan yang dapat diselesaikan dengan metode transportasi.	Metode transportasi	Ekspositori	Tugas 8	Kelengkapan jawaban	5%

PERT. KE	KEMAMPUAN AKHR YANG DIHARAPKAN	BAHAN KAJIAN (MATERI AJAR)	METODE PEMBELAJARAN	PENGALAM BELAJAR MAHASISWA	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI
9	Mahasiswa mampu menggunakan metode transportasi North West Corner (NWC). Serta mampu menentukan Solusi optimum menggunakan metode NWC. Mahasiswa mampu menggunakan metode LC serta mampu menentukan Solusi Optimal dengan metode least Cost (LC).	Metode transportasi dengan metode NWC dan LC	Ekspositori	Tugas 9	Kelengkapan jawaban	5 %
UTS						
10	Mahasiswa mampu memahami Solusi awal metode transportasi Vogel's Aproximation Methods (VAM) serta mampu menggunakan VAM dalam menentukan solusi optimal	Metode transportasi dengan metode VAM	Ekspositori	Tugas 10	Kelengkapan jawaban	5%
11	Mahasiswa mampu memahami metode transportasi dengan metode Stepping Stone sebagai Solusi Optimal serta mampu menentukan solusi optimal dengan menggunakan metode Stepping Stone	Metode transportasi dengan metode Stepping stone	Ekspositori	Tugas 11	Kelengkapan jawaban	5%
12	Mahasiswa mampu memahami metode transportasi MODI sebagai Solusi Optimal serta mampu menentukan solusi optimal dengan metode MODI	Metode transportasi dengan metode MODI	Ekspositori	Tugas 12	Kelengkapan jawaban	7%
13	Mahasiswa mampu Mendefinisikan tentang manajemen proyek serta mampu mendefinisikan proses kerja kedalam diagram jaringan proyek	Manajemen proyek	Ekspositori	Tugas 13	Kelengkapan jawaban	5%

PERT. KE	KEMAMPUAN AKHR YANG DIHARAPKAN	BAHAN KAJIAN (MATERI AJAR)	METODE PEMBELAJARAN	PENGALAM BELAJAR MAHASISWA	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI
14	Mahasiswa mampu Menentukan lead time pengerjaan dengan metode forward pass serta mampu menentukan jumlah tenaga kerja optimal untuk suatu pekerjaan	Manajemen proyek dengan metode Forward pass	Ekspositori	Tugas 14	Kelengkapan jawaban	7%
15	Mahasiswa mampu Menentukan lead time pengerjaan dengan metode backwad pass serta mampu menentukan jumlah tenaga kerja optimal untuk suatu pekerjaan dengan backward pass	Manajemen proyek dengan metode Backward pass	Ekspositori	Tugas 15	Kelengkapan jawaban	5%
16	Mahasiswa mampu Menentukan penempatan tenaga kerja yang optimal untuk suatu pekerjaan serta mampu menunetukan alokasi source atau sumber daya yang ada untuk meminumkan biaya dengan metode penugasan.	Metode penugasan (Fungsi minimum)	Ekspositori	Tugas 16	Kelengkapan jawaban	5%
17	Mahasiswa mampu Menentukan penempatan tenaga kerja optimal untuk suatu pekerjaan serta mampu menetukan alokasi source atau sumber daya yang ada untuk memaksimumkan keuntungan dengan metode penugasan.	Metode penugasan (fungsi maksimum)	Ekspositori	Tugas 17	Kelengkapan jawaban	5%
18	Mahasiswa mampu memahami tentang pohon keputusan serta mampu menentukan startegi mana yang memiliki nilai EMV tertinggi untuk sebuah keputusan	Teori keputusan	Ekspositori	Tugas 18	Kelengkapan jawaban	5%
UAS						

Referensi:

- Dedy Takdir Syaifuddin.2011. Riset Operasi Aplikasi Quantitative Analysis for Management. Malang : Citra Malang
- Herjanto,Eddy.2008.Manajemen Operasi .Edisi ketiga.Jakarta:Grasindo
- Render Barry., Jay Hiizer. Prinsip prinsip Manajemen Operasi, Salemba empat Siang, Jong Jek. 2011 .Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis. Jogjakarta : Andi Offset.
- Richard Bronson, Theory and Problem of Operation Research Graw-Hill, Singapore.
- Siang, Jong Jek, 2011, Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis, Jogjakarta: Andi Offset.
- Sri Mulyono, Riset Operasi, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, 2002
- Subagyo Pangestu, dkk, Dasar-Dasar Operation Research, Yogyakarta PT. BPFE-Yogyakarta, 2000
- Taha, Hamdy A. 1996. Riset Operasi. Tangerang :terjemahan: Binarupa Aksara.
- Taha, Hamdy A., Riset Operasi – Jilid 1, Jakarta: Binarupa Aksara,
- Taha, Hamdy A.Riset Operasi, Tangerang : Binarupa Aksara.
- Wijaya, Andi, 2011, Pengantar Riset Operasi, Jakarta : Mitra Wacana Media.
- Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media.Zusi,
- Wijaya, Andi.2012. Pengantar Riset Operasi. Jakarta : Mitra Wacana Media.
- Zusi, Hasmand, 2006, Operations Research, Jakarta : Universitas Trisakti.

Tangerang Selatan, 28 November 2019

Ketua Program Studi
Manajemen S-1

Ketua Tim Penyusun

Dr. Kasmad, S.E., M.M.
NIDN : 0402046806

Ir. Maswarni, M.M.
NIDN. 0410106502