

MODUL PERKULIAHAN
OPERATION RESEARCH



Oleh:

H. SETYABUDI INDARTONO, MM

setyabudi_indartono@uny.ac.id

PROGRAM STUDI MANAGEMENT
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2006

PERSEMBAHAN

*Guru, insirator, motivator
Yang secara ikhlas menjadi energizer
Mas Bowo Trustco Jakarta*

*Para asatidz, masayikh
Yang telah memberikan arahan, panduan di jalan Perjuangan*

*Rekan-rekan Tim Trustco se Indonesia, juga Malaysia
Para Mujahid Nasrul Fikroh, tatmiyatul kafaah dan tidak lupa kasbul
maisyah*

*Special for You, Jogja Team
Iwan , Setiya, Junni, Choirul, Fadli,
Tak lupa tim Unit Ngaglik 2*

*Istri Tercinta,
Yayuk Soraya
Anak-anak,
Aiman Hilmi Asaduddin
Rofiq Wafi' Muhammad
Muhammad Haisan Haedar*

PENGANTAR

QSB (Quantitative System for Business) adalah paket software yang berisi penyelesaian permasalahan ilmu manajemen, seperti

1. Penyelesaian Program Linier
2. Penyelesaian Masalah Transportasi
3. Penyelesaian penugasan
4. Penyelesaian CPM
5. Penyelesaian PERT
6. Penyelesaian Persediaan
7. Penyelesaian Antrian

QSB dapat membantu pengajar menjelaskan bagaimana cara kerja keilmuannya. Pelajar dapat menemukan bahwa belajan ilmu manajemen dengan menggunakan QSB sangatlah menarik. Sedangkan para praktisi dapat menggunakan QSB dalam proses penentuan keputusan bisnisnya. Karena kemudahan software ini, pemakai tidak akan menemui kesulitan. QSB juga dapat mendemonstrasikan kemampuan software ini dalam penyelesaian masalah.

Modul ini membantu untuk melakukan penyelesaian masalah dengan alat bantu software QSB. Modul ini disesuaikan untuk pembelajaran di tingkat S1 di Perguruan tinggi.

METODE PENGENDALIAN PERSEDIAAN

Tujuan Pembelajaran:

1. Memahami pentingnya pengendalian inventory dan analisis ABC
2. Mampu menggunakan EOQ (Economic Order Quantity) untuk mendefinisikan berapa banyak yang perlu di order
3. Mampu menghitung ROP (reorder Point) dalam menentukan ketika untuk pemesanan yang melebihi inventory
4. Mampu menangani permasalahan inventory yang terkait dengan adanya diskon
5. Mampu memahami pemakaian safety stock dengan diketahui atau tidak diketahui biaya persediaan

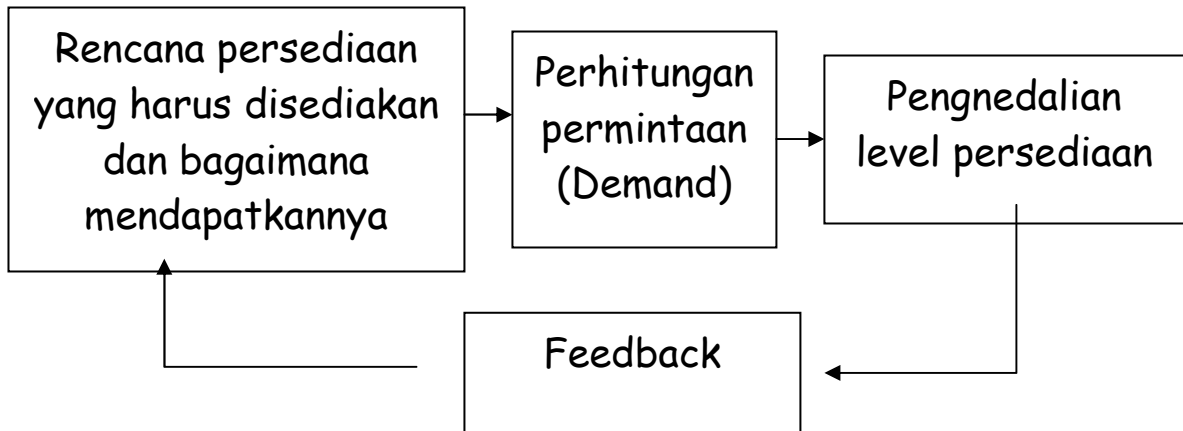
Outline:

1. Pendahuluan
2. Pentingnya pengendalian persediaan
3. Keputusan persediaan
4. EOQ, mendefinisikan berapa banyak pemesanan
5. ROP, Menentukan kapan dilakukan pemesanan
6. EOQ dengan asumsi tanpa penerimaan yang tak tentu
7. Model Diskon jumlah
8. Pemakaian safety stock
9. ABC Analysis

Pendahuluan

Persediaan merupakan aset yang sangat mahal dan penting dalam sebuah perusahaan yang mewakili sekitar 50%total investasi. Oleh karenanya pengendalian persediaan merupakan sebuah keputusan manajerial yang sangat krusial. Pengendalian persediaan ini akan mempengaruhi pengendalianefektifitas dan efisiensi keuangan. Persediaan (inventory) merupakan sumberdaya cadangan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan saat ini maupun waktu yang akan datang. Contoh inventory misalnya adalah raw material, work in proces dan barang jadi. Level persediaan untuk barang jadi merupakan fungsi langsung dari adanya permintaan. Berbagai macam perusahaan memiliki sistem persediaan yang berbeda. Misalnya persediaan Bank dalam bentuk cash, Rumah sakit dalam bentuk persediaan darah atau obat misalnya.

Sistem perencanaan dan pengendalian persediaan:



Pentingnya pengendalian persediaan

1. The Decopupling Function. Jika kita tidak mempersiapkan persediaan maka akan terjadi keterlambatan (delay) dan in efisiensi dalam sebuah proses, kaarena proses akan berhenti menunggu raw material –misalnya- tersedia untuk diproses.

2. Storing Resources. Bahan makanan atau hasil bumi biasanya ada yang memiliki musim panen tertentu. Padahal kebutuhan atau permintaan pasar tidak musiman. Oleh karenanya dibutuhkan persediaan sumberdaya. Sumberdaya itu sendiri dapat terseimpan dalam bentuk proses kerja. Misalnya di sebuah gudang terdapat 100 mobil dan 1000 roda. Maka persediaan roda sejumlah 100x4 ditambah dengan 1000.
3. Irregular Supply and Demand. Jika permintaan dan persediaan tidak tetap, maka menyediakan sejumlah barang permintaan sangatlah penting. Misalnya adanya perbedaan permintaan satu barang di musim hujan yang berbeda dengan ketika musim kemarau.
4. Quantity Discount. Jika sebuah pemesanan barang dalam jumlah tertentu akan mendapatkan diskon, maka melakukan pemesanan barang sejumlah tertentu yang tidak harus sesuai dengan kebutuhan saat ini harus diperhitungkan dengan baik.
5. Avoiding Stockout and Shortages. Memiliki persediaan untuk permintaan customer adalah hal yang sangat mahal. Oleh karenanya jangan sampai customer kehilangan kepercayaan ketika kita tidak bisa memberikannya.

Keputusan Persediaan

→ How much to Order

→ When to order

Tujuan model persediaan adalah untuk meminimalisasikan biaya persediaan yang terdiri dari:

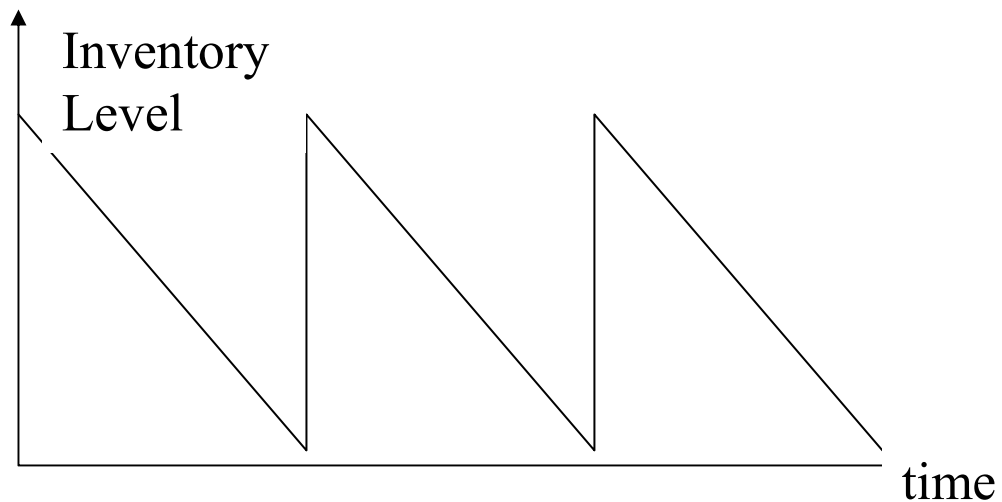
1. Cost of item
2. cost of ordering
3. cost of carrying or holding inventory

4. cost of safety stock
5. cost of stockout

EOQ, mendefinisikan berapa banyak pemesanan

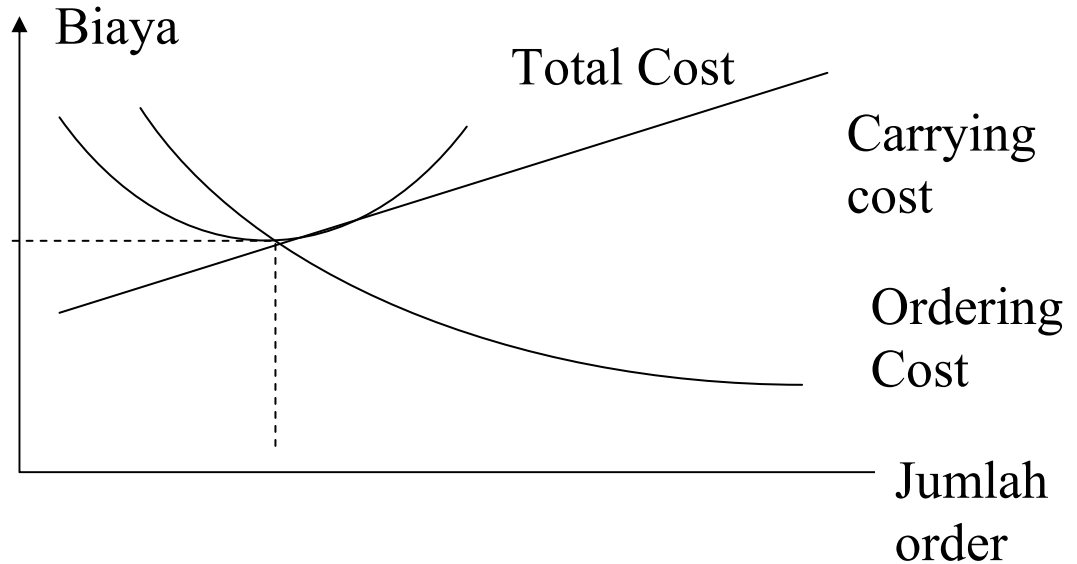
Teknik ini di dipublikasikan oleh Ford W. Harris tahun 1915 dan masih digunakan banyak organisasi saat ini. Teknik ini mudah dalam pemakaiannya namun harus memiliki asumsi tertentu yaitu:

1. Permintaan diketahui dan konstan
2. The Lead time, yaitu waktu penempatan dan penerimaan order diketahui dan konstan
3. persediaan dari saat kedatangan dalam satu angkutan dan dalam satu waktu tertentu.
4. tidak ada diskon
5. biaya variabelnya terdiri dari *placing cost, ordering cost dan carrying cost*.
6. jika permintaan datang pada waktu yang tepat, maka tidak terjadi kekosongan persediaan.



Inventory Cost

Tujuan model persediaan adalah untuk meminimalisasi biaya persediaan. Hal ini didapatkan pada pemesanan sejumlah order tertentu (optimal) yang terjadi saat kurva carrying cost sama dengan ordering cost.



Menentukan EOQ

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_o}{C_h}}$$

- Q* = Jumlah optimal pemesanan
- D = Demand
- Co = Ordering Cost of pieces per order
- Ch = Carrying cost per unit per year

Jika carrying cost (Ch) diketahui dalam bentuk prosentase (I) dari harga barang (P)maka Ch = IP

Contoh:

Sebuah perusahaan manufacture tiap tahun memiliki permintaan sejumlah 1000 unit. Biaya order sebesar \$10 per order dan rata-rata carrying costnya sebesar \$0,50 per tahun. Berapa biaya inventori tiap tahunnya?

Jumlah optimal pemesanan untuk 1000 unit adalah:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_o}{Ch}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 10}{0.50}} = 200 \text{ unit}$$

Biaya inventory untuk 1000 unit adalah:

$$TC = \frac{D}{Q} C_o + \frac{Q}{2} Ch$$

$$TC = \frac{1000}{200} 10 + \frac{200}{2} 0.50 = \$100$$

Jika Q yang diambil lebih atau kurang dari 200 unit maka Total Costnya akan lebih besar dari \$100.

ROP, Menentukan kapan dilakukan pemesanan

ROP = Demand per day x Leadtime untuk order baru (dalam hari)

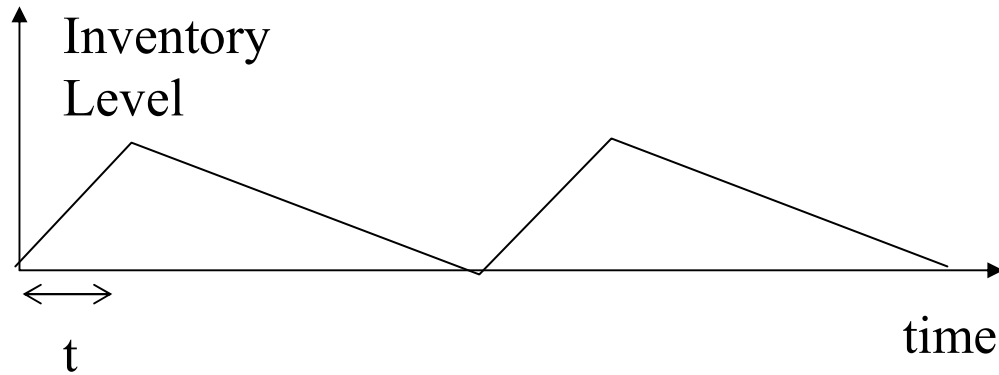
$$ROP = d \times L$$

Contoh .

Sebuah perusahaan komputer memiliki permintaan 8000 chips tiap tahun. Permintaah hariannya adalah 40 unit. Rata-rata pengiriman order membutuhkan waktu 3 hari kerja. Maka ROPnya adalah

$$ROP = d \times L = 40 \times 3 = 120 \text{ unit.}$$

EOQ dengan asumsi tanpa penerimaan yang tak tentu



Menentukan annual carrying cost

$$= \frac{1}{2} \text{ maximum inventory level} \times Ch$$

$$= \frac{1}{2} \times Q(1-d/p) \times Ch$$

Q = number of pieces per order or production run

Ch = carrying cost per year

p = daily production rate

d = daily demand rate

t = length of production run in day

$$Q = pt$$

Menentukan annual setup cost atau Annual ordering cost

$$\text{Annual setup cost} = \frac{D}{Qp} Cs$$

$$\text{Annual Ordering cost} = \frac{D}{Q} Co$$

D = Annual Demand in units

Qp = Quantity produce in one batch

Cs = Setup cost per setup

Menentukan Optimal Order Quantity dan Production quantity

$$\text{Optimal Order Quantity} = \sqrt{\frac{2.D.Co}{Ch\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

$$\text{Production quantity} = \sqrt{\frac{2.D.Cs}{Ch\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

Contoh:

Perusahaan manufacture memproduksi mesin pendingin dalam satu satuan. Perusahaan memprediksikan menghasilkan 10.000 unit dalam setahun. Biaya pembuatannya \$100 dan carrying cost sebesar 50 sen per unit per tahun. Hasil yang diperoleh dari proses adalah 80 unit sehari. Selama proses produksi mampu menghasilkan 60 unit tiap hari. Perusahaan ini memproduksi 167 hari tiap tahun.

Berapa produksi yang dihasilkan tiap satu satuan? Berapa lama putaran produksi tiap produknya?

$$\text{Production quantity} = \sqrt{\frac{2.D.Cs}{Ch\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

$$Q_p = \sqrt{\frac{2.10000 \text{ unit} \cdot \$100}{\$0.5 \left(1 - \frac{60 \text{ unit}}{80 \text{ unit}}\right)}} = 4.000 \text{ unit}$$

Lama putaran produksi = $Q/p = 4000/80 = 50$ hari.

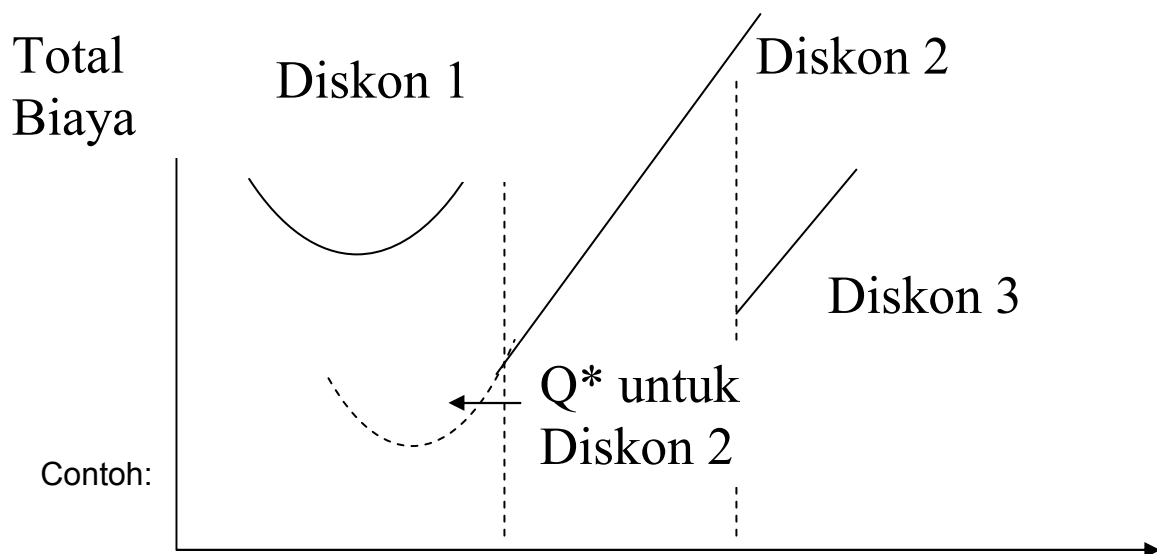
Oleh karenanya alat produksi harus di set untuk menghasilkan 50 hari produksi.

Model Diskon jumlah

Rumusan

Total cost = Material cost + ordering cost + carrying cost

$$TC = DC + \frac{D}{Q}Co + \frac{Q}{2}Ch$$



Sebuah toko menjual mainan dengan harga \$5. jika pembelian 1000-1999 unit maka akan mendapat diskon sehingga harganya \$4.8 per unit. Dan untuk pembelian lebih dari 2000 harga per unit menjadi \$4.75 per unit. Biaya order \$49 per order. Permintaan mainan tiap tahun sebanyak 5000 unit. Carrying cost adalah 20% harga barang.

Berapa total cost minimum untuk mendapatkan EOQ?

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_o}{IP}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 49}{0.2(5)}} = 700 \text{ mainan per order}$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_o}{IP}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 49}{0.2(4.8)}} = 714 \text{ mainan per order}$$

$$Q_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_o}{IP}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 49}{0.2(4.75)}} = 718 \text{ mainan per order}$$

Penyesuaian dengan diskon. Maka:

Q1 = 700 unit. (tidak ada penyesuaian)

Q2 = 1000 unit. (penyesuaian diskon 1)

Q3 = 2000 unit. (penyesuaian diskon 2)

Annual Material cost (DC)

$$D \times C_1 = 5000 \times \$5.00 = \$ 25,000$$

$$D \times C_2 = 5000 \times \$4.80 = \$ 24,000$$

$$D \times C_3 = 5000 \times \$4.75 = \$ 23,750$$

$$\text{Annual Ordering Cost} = \frac{D}{Q} C_o$$

$$\frac{D}{Q_1} C_o = \frac{5000}{700} 49 = 350$$

$$\frac{D}{Q_2} C_o = \frac{5000}{1000} 49 = 245$$

$$\frac{D}{Q_3} C_o = \frac{5000}{2000} 49 = 122.5$$

$$\text{Annual Carrying Cost} = \frac{Q}{2} Ch$$

$$\frac{Q}{2} Ch_1 = \frac{700}{2} (0.2 \times \$5) = \$ 350$$

$$\frac{Q}{2} Ch_2 = \frac{700}{2} (0.2 \times \$4.8) = \$ 48$$

$$\frac{Q}{2} Ch_3 = \frac{700}{2} (0.2 \times \$4.7) = \$ 950$$

$$\text{Total Cost} = \text{Annual Material cost (DC)} + \text{Annual Ordering Cost} \frac{D}{Q} C_o +$$

$$\text{Annual Carrying Cost} \frac{Q}{2} Ch$$

$$TC1 = \$25,000 + \$350.0 + \$350 = \$25,700,0$$

$$TC2 = \$24,000 + \$245.0 + \$480 = \$24,725,0$$

$$TC3 = \$23,750 + \$122.5 + \$950 = \$24,822.5$$

Pemakaian safety stock

Dengan safety stock akan menghilangkan ketidaktersediaan barang, sehingga ada ekstra stok dimiliki.

Penggunaan safety stok terbaik adalah dipergunakan untuk menentukan reorder poin.

$$ROP = d \times L$$

Sehingga dengan adanya safety stok ini maka

$$ROP = d \times L + SS \text{ dimana } SS = \text{Safety stok}$$

Reorder point dengan biaya ketidaktersediaan yang telah diketahui.

- penting diketahui probabilitas demand
- biaya ketersediaan dihitung per unit
- targetnya meminimalisir total cost

contoh:

Carrying cost \$5, stockout cost per unit \$40. Optomal order per year 6.

| Number of units | Probability |
|------------------------|--------------------|
| 30 | 0.2 |
| 40 | 0.2 |
| 50 | 0.3 |
| 60 | 0.2 |
| 70 | 0.1 |
| | 1.0 |

Biaya ketidaktersediaan (stockout).

Jika ROP 30 unit.

Pada demand 40 unit

= (40unit-30unit)x\$40x6 order per year = \$2,400

Pada demand 50 unit

= (50unit-30unit)x\$40x6 order per year = \$4,800

Pada demand 60 unit

= (60unit-30unit)x\$40x6 order per year = \$7,200

Pada demand 70 unit

= (70unit-30unit)x\$40x6 order per year = \$9,600

Carrying cost

Jika ROP 30 unit.

Pada demand 40 unit

= (40unit-30unit)x\$5 = \$50

Pada demand 50 unit

= (50unit-30unit)x\$5 = \$100

Pada demand 60 unit

= (60unit-30unit)x\$5 = \$150

Pada demand 70 unit

= (70unit-30unit)x\$5 = \$200

$EMV = \sum\{(probabilitas)_i \times (alternatives\ result)_i\}$

$4320 = 0.2 \times 0 + 0.2 \times 2400 + 0.3 \times 4800 + 0.2 \times 7200 + 0.1 \times 9600$

| Probability | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Alternatives | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | EMV |
| 30 | \$ - | \$ 2.400 | \$ 4.800 | \$ 7.200 | \$ 9.600 | \$ 4.320,00 |
| 40 | \$ 50 | \$ - | \$ 2.400 | \$ 4.800 | \$ 7.200 | \$ 2.410,00 |
| 50 | \$ 100 | \$ 50 | \$ - | \$ 2.400 | \$ 4.800 | \$ 990,00 |
| 60 | \$ 150 | \$ 100 | \$ 50 | \$ - | \$ 2.400 | \$ 305,00 |
| 70 | \$ 200 | \$ 150 | \$ 100 | \$ 50 | \$ - | \$ 110,00 |

Safety stok dengan biaya yang tidak diketahui

Untuk menentukan safety stok digunakan servis level dan distribusi normal.

Service level = 1 – probability of a stockout

Contoh:

Sebuah perusahaan diketahui data statistik demand dalam periode tertentu adalah 350 unit untuk rata-rata demand dengan standar deviasi 10 Berapa safety stok yang harus di kendalikan?

Jika dipakai kurva normal 5% maka nilai service level, Z pada titik 1-5% = 0.95 adalah 1.65

$$Z = \frac{SS}{\sigma} = 1.65$$

Maka SS = 1.65 x 10 = 16.5 unit
 = 17 unit (pembulatan)

ABC Analisis

Tujuan analisis ABC adalah untuk membedakan perusahaan seluruh jenis persediaan perusahaan dalam 3 grup, A, B dan C. Kemudian sesuai dengan masing-masing grup ditentukan level persediaan yang akan di kendalikan secara umum. Analisis ini untuk membedakan tingkat kepentingan masing-masing item persediaan yang di kelola.

Misal:

| Grup | Dolar usage (%) | Inventory item (%) | Quantitative control used? |
|----------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| A | 70 | 10 | Yes |
| B | 20 | 20 | In some cases |
| C | 10 | 70 | no |

Analysis sensitivitas

Perhitungan ini digunakan jika terjadi perubahan variable dalam perhitungan EOQ

TRANSPORTASI DAN PENUGASAN

Tujuan Pembelajaran:

1. menstrukturkan permasalahan struktur Linier programming khusus dengan model transportasi dan penugasan
2. Menggunakan NW corner, VAM, MODI, dan model stepping stone
3. menyelesaikan lokasi fasilitas dan permasalahan aplikasi lain dengan model transportasi
4. menyelesaikan permasalahan penugasan dengan metode hungain (matrix reduction)

Outline:

1. Pendahuluan
2. set up permasalahan transportasi
3. pengembangan solusi inisial: Notwest corner rule
4. stepping stone method
5. Modi Method
6. Vogels approximation metod
7. unbalance transportation problems
8. degeneracy in transportation
9. more than one optimal solution
10. facility location analysis
11. approach of the assignment model
12. Dummy rows and dummy columns
13. maximization assignment

Introduction

Metode ini adalah sebuah metode yang dapat memberikan penyelesaian lebih efisien dalam hal prosedur perhitungan dari pada model simplex. Perhitungan ini adalah bagian dari network flow problem.

Model transportasi dapat diartikan sebagai distribusi dari sebuah barang ke tujuan-tujuan tertentu. Tujuan perhitungan ini adalah untuk penjadwalan pengiriman ke masing-masing tujuan sehingga biaya transportasi dan produksi dapat diminimalkan.

Sedang model assignment dapat diartikan sebagai penugasan seseorang pada proyek tertentu, sales ke wilayah tertentu, kontrak ke penawar tertentu, dan lain sebagainya, dengan tujuan meminimalisir total cost atau total waktu yang diperlukan dalam penyelesaian tugas. Karakteristik yang dimiliki oleh model assignment adalah satu orang hanya untuk satu pekerjaan tertentu, dst.

Seting up transportation problems

Problem transportasi dapat dideskripsikan dengan “bagaimana untuk memilih rute pengiriman dan jumlah bagian yang dikirim tiap rute” untuk meminimalisasi biaya total transportasi.

nortwest corner rule

Contoh:

Biaya transportasi dan kapasitas

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|---------|---------|
| | A (300) | B (200) | C (200) |
| D (100) | \$5 | \$4 | \$3 |
| E (300) | \$8 | \$4 | \$3 |
| F (300) | \$9 | \$7 | \$5 |

3. Di jalur yang tidak terpakai, berilah tanda plus. Kemudian jalur selanjutnya tanda minus dan seterusnya sesuai dengan jalur yang di kalkulasikan.
4. hitung improvement index dengan menambahkan unit cost sesuai jalur dengan tanda plus atau minus.
5. Ulangi tahap 1-4 untuk tiap jalur kosong yang ada. Jika dihasilkan nilai sama atau lebih dari nol, maka solusi optimalnya dapat diketahui. Namun jika ada yang kurang dari nol maka memungkinkan untuk meningkatkan hasil sebelumnya dan mengurangi total shipping cost.

Contoh:

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | | |
| E(300) | 200 | 100 | |
| F(300) | | 100 | 200 |

$$+DB-DA+EA-EB = +4-5+8-4 = +\$3$$

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | | |
| E(300) | 200 | 100 | |
| F(300) | | 100 | 200 |

$$+EC-EB+FB-FC = +3-4+7-5 = +\$1$$

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | | |
| E(300) | 200 | 100 | |
| F(300) | | 100 | 200 |

$$+DC-DA+EA-EB+FB-FC = +3-5+8-4+7-5 = +\$4$$

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | | |
| E(300) | 200 | 100 | |
| F(300) | | 100 | 200 |

$$+FA-FB+EB-EA = +9-7+4-8 = -\$2$$

Dengan adanya nilai improvement index kurang dari nol ini, maka cost saving mungkin akan bisa didapat dari FA. Dalam kasus ini indek negatif terdapat dalam satu rute, jika terdapat lebih dari satu indek maka diambil nilai indek negatif terbesar.

Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah unit maksimum yang akan melalui rute baru ini (nilai indek minimal terbesar)

Untuk itu ditentukan terlebih dahulu cell FA dengan tanda plus, dst. Dalam kasus diambil nilai pengiriman terkecil, karena kita menginginkan pengirian dalam jumlah besar oleh karena itu cell FA dengan nilai -100 dihilangkan dan ditambahkan (yang memungkinkan) ke cell EB. Sehingga hasilnya didapat:

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | | |
| E(300) | 100 | 200 | |
| F(300) | 100 | | 200 |

maka indeks yang terjadi

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | \$5 | \$4 | \$3 |
| E(300) | \$8 | \$4 | \$3 |
| F(300) | \$9 | \$7 | \$5 |

$$D \text{ ke } B = \text{Indek } DB = +4-5+8-4=+\$3$$

$$D \text{ ke } C = \text{Indek } DC = +3-5+9-5=+\$2$$

$$E \text{ ke } C = \text{Indek } EC = +3-8+9-5= -\$1$$

$$F \text{ ke } B = \text{Indek } FB = +7-4+8-9=+\$2$$

Sehingga dapat dilakukan improvement pada jalur EC. Jalur EC diberikan 100 unit. Sehingga FA mendapat tambahan 100 unit. Dan terjadi pengurangan 100 unit di FC.

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | | |
| E(300) | | 200 | 100 |
| F(300) | 200 | | 100 |

MODI method

Langkah:

Jika R adalah row atau baris dan K adalah kolom dan C adalah biaya yang terjadi di jalur tersebut, maka:

1. $R_i + K_j = C_{ij}$, dimana hanya dihitung pada jalur yang terpakai
2. kemudian anggap $R_1 = 0$
3. Hitung sistem rumusan pada semua nilai R dan K
4. hitung indek pada tiap jalur tidak terpakai dengan rumusan $I_{(ij)} = C_{(ij)} - R_i - K_j$
5. Pilih indek negatif terbesar, dan teruskan dengn perhitungan seperti rumusan metode stepping stone.

Contoh:

Distribusi barang

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | | |
| E(300) | 200 | 100 | |
| F(300) | | 100 | 200 |

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | \$5 | \$4 | \$3 |
| E(300) | \$8 | \$4 | \$3 |
| F(300) | \$9 | \$7 | \$5 |

maka:

$$R1+K1 = 5$$

$$R2+K1 = 8$$

$$R2+K2 = 4$$

$$R3+K2 = 7$$

$$R3+K3 = 5$$

Jika $R1=0$, maka $K1=5$, $R2=3$, $K2=1$, $R3=6$, $K3=-1$.

Kemudian indeks yang didapat pada jalur kosong:

$$\text{Jalur DB (R1K2)} = C12-R1-K2 = \$4-\$0-\$1=+\$3$$

$$\text{Jalur DC (R1K3)} = C13-R1-K3 = \$3-\$0-\$1=+\$2$$

$$\text{Jalur EC (R2K3)} = C23-R2-K3 = \$3-\$3-\$1=+\$2$$

$$\text{Jalur FA (R3K1)} = C31-R3-K1 = \$9-\$6-\$5=-\$2$$

Hasil ini sama dengan perhitungan dengan metode pendekatan stepping stone.

Vogels approximation metod

Metode Vogels approximation metod (VAM) merupakan metode yang tidak sesimpel nortwest corner namun dapat memberikan solusi yang optimal. Metode ini dapat memberikan gambaran biaya tiap alternati rute. Langkah perhitungan VAM:

1. tentukan perbedaan antara biaya pengiriman terendah. Perbedaan ini menggambarkan perbedaan antara biaya distribusi pada ruter terbaik dalam kolom atau baris dengan rute terbaik keduanya. Misalnya dari tabel dibawah diketahui untuk baris E, 2 biaya terendah adalah \$3 dan \$4, sehingga memilki perbedaan \$1. Kolom A, 2 biaya terendah adalah \$8 dan \$5, sehingga memilki perbedaan \$3.

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|---|
| | A(300) | B(200) | C(200) | |
| D(100) | \$5 | \$4 | \$3 | 1 |
| E(300) | \$8 | \$4 | \$3 | 1 |
| F(300) | \$9 | \$7 | \$5 | 2 |

2. identifikasikan baris atau kolom dengan peluang biaya terbesar, dalam tabel diatas maka kolom A memiliki perbedaan terbesar, yaitu 3
3. berilah tanda dengan unit, untuk kolom atau baris termurah. Misal kolom A memiliki biaya termurah di baris B, \$5, diberikan 100 unit sesuai dengan kapasitas pabrik D.
4. Beri tanda X pada baris yang kolom pada baris yang sudah terisi.

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | x | x |
| E(300) | | | |
| F(300) | | | |

5. Menghitung kembali perbedaan biaya dengan pertimbangan hasil eliminasi kolom atau baris terisi

| Pabrik (Kapasitas) | Gudang tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|---|
| | A(300) | B(200) | C(200) | |
| D(100) | 100 | x | x | |
| E(300) | \$8 | \$4 | \$3 | 1 |
| F(300) | \$9 | \$7 | \$5 | 2 |

6. hitung kembali dari langkah ke-2.

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | X | X |
| E(300) | x | 200 | 100 |
| F(300) | 200 | X | 100 |

- a. Seperti dalam kasus ini, maka peluang biaya terbesar di kolom B (3). Masukkan berapa unit yang akan dikirim pada baris yang memungkinkan yaitu pada baris dengan biaya termurah (baris E, \$4, lebih kecil dari baris F, \$7), yaitu di baris E, dengan kapasitas maksimal (kolom B(200), baris E(300)), yaitu 200 unit, yaitu kapasitas maksimal gudang B.

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|---|
| | A(300) | B(200) | C(200) | |
| D(100) | 100 | X | X | 1 |
| E(300) | 8 | 200 | 3 | 5 |
| F(300) | 9 | X | 5 | 4 |

- b. Tentukan kembali perbedaan biaya yang terjadi (Baris E, \$5) . kemudian pada kolom termurah, yaitu kolom C, \$3. masukan kapasitas maksimal pada kolom dan baris ini yaitu 100 unit, dari 300unit kapasitas pabrik E-200 unit yang tersalur ke gudang B.

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 100 | X | X |
| E(300) | 8 | 200 | 100 |
| F(300) | 9 | X | 5 |

- c. Dari tabel diatas maka akan diketahui sell FA (300-100) dan FC (20-100) serta FB (300-200-100)

Sehingga dapat diketahui biaya penugasan VAM sebesar :

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|---------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(100) | 5 | 4 | 3 |
| E(300) | 8 | 4 | 3 |
| F(300) | 9 | 7 | 5 |

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | | |
|---------------------|---------------------------|--------|--------|-------|
| | A(300) | B(200) | C(200) | Dummy |
| D(250) | \$5 | \$4 | \$3 | \$0 |
| E(300) | \$8 | \$4 | \$3 | \$0 |
| F(300) | \$9 | 7 | \$5 | \$0 |

- 100 unit x \$5 = \$500
- 200 unit x \$4 = \$800
- 100 unit x \$3 = \$300
- 200 unit x \$9 = \$1,800
- 100 unit x \$5 = \$500
- Total \$ 3,900

unbalance transportation problems

Hal ini terjadi jika permintaan tidak sama dengan supply.

- Supply > demmand = dummy destination (warehouse/surplus)
- Supply < demmand = dummy source (factory)

Kasus ini akan mengakibatkan koeisien biaya pengiriman akan nol.

Supply > demand = dummy destination

Contoh.

Jika kapasitas pabrik D menjadi 250 unit, sehingga total supply menjadi 850 unit. Sedangkan kapasitas gudang tetap, 700 unit.

Untuk menseimbangkan permasalahan ini maka dibuat *dummy column*, dengan kapasitas 850 unit – 700 unit = 150 unit.

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(300) | B(200) | C(200) |
| D(250) | \$5 | \$4 | \$3 |
| E(300) | \$8 | \$4 | \$3 |
| F(300) | \$9 | 7 | \$5 |

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|-------|
| | A(300) | B(200) | C(200) | Dummy |
| D(250) | 250 | | | |
| E(300) | 50 | 200 | 50 | |
| F(300) | | | 150 | 150 |

Perhitungan total biaya adalah:

$$250 \text{ unit} \times \$ 5 = \$1,250$$

$$50 \text{ unit} \times \$ 8 = \$ 400$$

$$200 \text{ unit} \times \$ 4 = \$800$$

$$50 \text{ unit} \times \$ 3 = \$150$$

$$150 \text{ unit} \times \$ 5 = \$750$$

$$150 \text{ unit} \times \$ 0 = \$0$$

Total \$ 3,350

Supply < demand = dummy source

Untuk mengantisipasi hal ini dibutuhkan dummy plant.

Contoh:

Jika terjadi jumlah permintaan (500 unit) lebih dari supply (400 unit) maka dibutuhkan dummy plant dengan kapasitas 50 unit.

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(250) | B(100) | C(150) |
| D(200) | \$6 | \$4 | \$9 |
| E(175) | \$10 | \$5 | \$8 |
| F(75) | \$12 | \$7 | \$6 |
| Dummy (50) | \$0 | \$0 | \$0 |

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(250) | B(100) | C(150) |
| D(200) | 200 | | |
| E(175) | 50 | 100 | 25 |
| F(75) | | | 75 |
| Dummy (50) | | | 50 |

sehingga total costnya sebesar:

$$200 \text{ unit} \times \$ 6 = \$1,200$$

$$50 \text{ unit} \times \$ 10 = \$ 500$$

$$100 \text{ unit} \times \$5 = \$500$$

$$25 \text{ unit} \times \$ 8 = \$200$$

$$75 \text{ unit} \times \$ 6 = \$450$$

$$50 \text{ unit} \times \$ 0 = \$0$$

Total \$ 2,850

degeneracy in transportation

problem ini muncul jika $m+n-1 < \sum K + \sum R - 1$. Untuk perhitungannya maka kita harus meletakkan angka nol pada sel yang tidak terpakai dalam jalur, sehingga seolah-olah jalur tersebut dipakai/dilalui.

Contoh kasus:

| Kapasitas Pabrik | Gudang tujuan (Kapasitas) | | |
|------------------|---------------------------|--------|--------|
| | A(100) | B(100) | C(100) |
| D(100) | 100 | | |
| E(120) | | 100 | 20 |
| F(80) | | | 80 |

Dalam tabel terlihat, $m < n - 1$

$$4 < 3 - 1$$

dari tabel maka sel DB atau EA dapat dianggap sebagai jalur. Kemudian dihitung seperti hitungan sebelumnya.

Degeneracy during later solution stage.

Permasalahan transportasi dapat terjadi penurunan jika eliminasi dua rute yang dilalui ditambahkan pada jalur yang tidak terpakai. Seperti dalam soal 2 jalur yang diberi tanda minus pada satu jalur tertutup (sel DB dan DE) memiliki jumlah unit yang sama (nol)

Pilihan solusi yang lebih dari satu pilihan

Permasalahan transportasi memungkinkan memberikan beberapa solusi dalam arti bahwa jalur transportasi yang didapatkan bisa lebih dari satu alternatif untuk satu total biaya yang sama.

Analisis Lokasi fasilitas

Model transportasi bisa digunakan untuk membantu menentukan lokasi gudang atau pabrik baru yang akan dibangun untuk memenuhi kebutuhan perusahaan.

Contoh:

Sebuah perusahaan memiliki tiga lokasi pabrik dan 4 lokasi gudang.

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | | Production Cost |
|---------------------------------|-------|---------------------------|-------|-------|------|--------------------|
| | | A | B | C | D | |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 | |
| E | 15000 | 25 | 55 | 40 | 60 | 48 |
| F | 6000 | 35 | 30 | 50 | 40 | 50 |
| G | 14000 | 36 | 45 | 26 | 66 | 52 |
| Lokasi pabrik alternatif | | | | | | |
| H | | 60 | 38 | 65 | 27 | 53 |
| I | | 35 | 30 | 41 | 50 | 49 |

jawaban

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|---------------------------------|-------|---------------------------|-------|-------|------|
| | | A | B | C | D |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 |
| E | 15000 | 73 | 103 | 88 | 108 |
| F | 6000 | 85 | 80 | 100 | 90 |
| G | 14000 | 88 | 97 | 78 | 118 |
| Lokasi pabrik alternatif | | | | | |
| H | | 113 | 91 | 118 | 80 |
| I | | 84 | 79 | 90 | 99 |

11 10 10

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------|-------|-----------|------|
| | | A | B | C | D |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 |
| E | 15000 | 10000 | 103 | 88 | 108 |
| F | 6000 | x | 80 | 100 | 90 |
| G | 14000 | x | 97 | 78 | 118 |
| H | | x | 91 | 118 | 80 |

10
19
11

11 10

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------|-----------|--------------|------|
| | | A | B | C | D |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 |
| E | 15000 | 10000 | 103 | 88 | 108 |
| F | 6000 | x | 80 | 100 | 90 |
| G | 14000 | x | x | 14000 | x |
| H | | x | 91 | 118 | 80 |

10
11

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------|-------------|--------------|------|
| | | A | B | C | D |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 |
| E | 15000 | 10000 | 103 | 88 | 108 |
| F | 6000 | x | 6000 | x | x |
| G | 14000 | x | x | 14000 | x |
| H | | x | 91 | 118 | 80 |

11

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------|-------------|--------------|-----------|
| | | A | B | C | D |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 |
| E | 15000 | 10000 | 103 | 1000 | 108 |
| F | 6000 | x | 6000 | x | x |
| G | 14000 | x | x | 14000 | x |
| H | | x | 91 | x | 80 |

5

11

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------|-------------|--------------|-------------|
| | | A | B | C | D |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 |
| E | 15000 | 10000 | 4000 | 1000 | x |
| F | 6000 | x | 6000 | x | x |
| G | 14000 | x | x | 14000 | x |
| H | | x | 2000 | x | 9000 |

Alternatif ke 2

| Pabrik (Kapasitas) | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------|-------------|--------------|-------------|
| | | A | B | C | D |
| | | 10000 | 12000 | 15000 | 9000 |
| E | 15000 | 10000 | | 1000 | 4000 |
| F | 6000 | | 6000 | | |
| G | 14000 | | | 14000 | |
| H | | | 2000 | | 9000 |

Total Cost dari kedua alternatif adalah

Alternatif 1 \$ 3.704.000

Alternatif 2 \$ 3.741.000

Sehingga dipilih lokasi alternatif pertama untuk pembuatan pabrik baru.

MODEL PENUGASAN (MINIMALISASI)

Permasalahan penugasan ini biasanya ditunjukkan dalam sebuah matrik dimana kolom yang ada menggambarkan tujuan dari sebuah penunjukan dan baris yang ada menunjukkan penunjukan subyek yang mendapatkan penugasan tersebut.

Contoh:

Ada tiga buah proyek yang akan dikerjakan oleh tiga orang

Biaya Proyek

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | |
|---------|---|------------------------------|---------|----------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$11 | \$14 | \$6 |
| | B | \$8 | \$10 | \$11 |
| | C | \$9 | \$12 | \$7 |

Alternatif Biaya yang muncul dengan berbagai alternatif penugasan:

| Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|------------------------------|---------|----------|------------------------------|---------|----------|------|
| Typing | Editing | Printing | Typing | Editing | Printing | |
| A | B | C | \$11 | \$10 | \$7 | \$28 |
| A | C | B | \$11 | \$12 | \$11 | \$34 |
| B | A | C | \$8 | \$14 | \$7 | \$29 |
| B | C | A | \$8 | \$12 | \$6 | \$26 |
| C | A | B | \$9 | \$14 | \$11 | \$34 |
| C | B | A | \$9 | \$10 | \$6 | \$25 |

Dalam contoh diatas kemungkinanyang muncul adalah 6 kemungkinan. Atau 6 kemungkinan ini didapat dari tiga penugasan, yaitu 3! (tiga faktorial), 3!=3x2x1. bisa dibayangkan jika matrik yang terjadi ada 10 baris – 10 kolom,

maka kemungkinan yang muncul adalah $10! = 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ atau akan terjadi kemungkinan sebanyak 3.628.800 kemungkinan!

Untuk mempermudah perhitungan dan mendapatkan kemungkinan penugasan yang menghasilkan biaya yang paling rendah, dengan metode hungarian (Flood's technique)

Langkah-langkah perhitungan:

1. Menyusun tabel biaya dari permasalahan yang disajikan
2. mencari biaya peluang
 - a. kurangkan nilai terendah untuk tiap baris
 - b. kurangkan nilai terendah untuk tiap kolom
3. menguji tabel biaya untuk melihat penugasan yang paling optimal dengan menggambarkan garis minimum yang memungkinkan dalam kolom atau baris yang di kover nilai nol
4. jika hasilnya optimal (jumlah garis = jumlah baris atau jumlah kolom).
Solusi yang optimal terletak pada nilai nol
 - a. uji tiap baris dan kolom untuk nilai nol dan berilah penugasan pada persilangan tersebut
 - b. eliminasi kolom dan baris pada nilai nol yang lain, buat penugasan selanjutnya
5. jika hasil tidak optimal. Revisi peluan biaya pada langkah kedua
 - a. kurangkan nilai terendah untuk yang tidak terkover oleh garis dari tempat tersebut untuk setiap bilai yang tidak terkover
 - b. tambahkan nomor ini pada tiap persimpangan dari dua garis

contoh:

Biaya Proyek

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | |
|---------|---|------------------------------|---------|----------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$11 | \$14 | \$6 |
| | B | \$8 | \$10 | \$11 |
| | C | \$9 | \$12 | \$7 |

Langkah 1 pengurangan dalam setiap baris, dengan nilai terendah pada tiap baris

Biaya Proyek

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | |
|---------|---|------------------------------|---------|------------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$11 | \$14 | \$6 |
| | B | \$8 | \$10 | \$11 |
| | C | \$9 | \$12 | \$7 |

Hasil pengurangan

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | |
|---------|---|------------------------------|------------|------------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$5 | \$8 | \$0 |
| | B | \$0 | \$2 | \$3 |
| | C | \$2 | \$5 | \$0 |

Kemudian dikurangkan dengan nilai terendah masing-masing kolom

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | |
|---------|---|------------------------------|------------|------------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$5 | \$6 | \$0 |
| | B | \$0 | \$0 | \$3 |
| | C | \$2 | \$3 | \$0 |

Dari nilai nol diatas diartikan sebagai:

- C ditugaskan menangani proyek 3 (C3=0)
- B ditugaskan menangani proyek 1 (B1=0) atau ditugaskan menangani proyek 2 (B2=0)
- A ditugaskan menangani proyek 3 (A3=0)

Dari perhitungan ini kita belum bisa memberikan penugasan kepada ketiga orang tersebut. Untuk itu dari tabel diatas dibuat garis melalui seluruh nilai nol yang ada dalam tabel. Jika jumlah garis yang terjadi sama dengan jumlah baris atau jumlah kolom, maka hal ini manunjukkan penugasan yang paling optimal (menghasilkan biaya yang paling rendah).

Sehingga dari permasalahan diatas garis pemotong yang terjadi adalah:

| | | Gudang Tujuan | | |
|---------|---|---------------|---------|----------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$5 | \$6 | \$0 |
| | B | \$0 | \$0 | \$3 |
| | C | \$2 | \$3 | \$0 |

Ternyata garis yang memotong nilai nol hanya berjumlah 2 garis (kurang dari jumlah baris atau jumlah kolom), sehingga komposisi seperti ini belum menghasilkan penugasan yang optimal. Sehingga perlu dilakukan revisi tabel, dengan cara mengurangi semua nilai yang terkover pada tabel terakhir (A1, A2, C1, C2) dengan nilai terkecil dari nilai yang tidak terkover tersebut (nilai 2 di C1) dan menambahkan nilai terkecil tersebut pada nilai yang tidak terkover (nilai 3 di B3).

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | |
|---------|---|---------------------------|---------|----------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$3 | \$4 | \$0 |
| | B | \$0 | \$0 | \$5 |
| | C | \$0 | \$1 | \$0 |

Kemudian dibuat garis yang memotong nilai nol yang ada:

| | | Gudang Tujuan | | |
|---------|---|---------------|---------|----------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$3 | \$4 | \$0 |
| | B | \$0 | \$0 | \$5 |
| | C | \$0 | \$1 | \$0 |

Garis yang memotong ini jumlahnya ada 3 garis (sama dengan jumlah baris atau jumlah kolom). Posisi seperti ini menunjukkan bahwa penugasan yang terjadi (nilai nol menunjukkan adanya kemungkinan penugasan) akan menghasilkan biaya terendah (penugasan optimal), yaitu:

- A ditugaskan menangani proyek 3 (A3=0)
- B ditugaskan menangani proyek 1 (B1=0) atau ditugaskan menangani proyek 2 (B2=0)
- C ditugaskan menangani proyek 3 (C3=0) atau ditugaskan menangani proyek 1 (C1=0)

Sehingga kesimpulannya adalah A menangani proyek 3, C menangani proyek 1 dan B menangani proyek 2, sehingga biaya yang dikeluarkan:

Biaya Proyek

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | |
|---------|---|------------------------------|---------|----------|
| | | Typing | Editing | Printing |
| Petugas | A | \$11 | \$14 | \$6 |
| | B | \$8 | \$10 | \$11 |
| | C | \$9 | \$12 | \$7 |

A3 = \$6, B2 = \$10, dan C1 = \$9 sehingga jumlahnya adalah \$25

Dummy Row dan Dummy Columns

Hal ini terjadi jika jumlah kolom tidak sama dengan jumlah baris. Hal ini dapat dijembatani dengan menambahkan kolom baru atau menambahkan baris baru untuk menyamakan jumlah kolom dan jumlah baris dalam matrik yang ada.

MAKSIMALISASI PENUGASAN

Kasus yang terjadi dilapangan tidak hanya meminimalisir biaya, namun juga kasus memaksimalkan keuntungan atau meningkatkan efisiensi. Oleh karenanya perhitungan ini diperlukan untuk menentukan hasil yang dimaksudkan.

Tahap perhitungan dimulai dengan menentukan nilai tertinggi dari seluruh nilai dalam tabel. Nilai ini digunakan untuk mencari selisih dengan seluruh nilai yang ada dalam tabel tersebut.

Contohnya.

Jika beberapa proyek dikerjakan oleh beberapa petugas akan mendapatkan keuntungan tertentu. Maka untuk mendapatkan total keuntungan terbesar, langkah yang dilakukan adalah menentukan nilai tertinggi dalam tabel tersebut, kemudian mengurangkannya dengan nilai-nilai yang ada di setiap sel tabel tersebut.

| | | Proyek | | | |
|---------|---|--------|-------|------|------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$20 | \$60 | \$50 | \$55 |
| | 2 | \$60 | \$30 | \$80 | \$75 |
| | 3 | \$80 | \$100 | \$90 | \$80 |
| | 4 | \$65 | \$80 | \$75 | \$70 |

| | | Proyek | | | |
|---------|---|--------|--------------|------|------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$20 | \$60 | \$50 | \$55 |
| | 2 | \$60 | \$30 | \$80 | \$75 |
| | 3 | \$80 | \$100 | \$90 | \$80 |
| | 4 | \$65 | \$80 | \$75 | \$70 |

| | | Proyek | | | |
|---------|---|--------|------|------|------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$80 | \$40 | \$50 | \$45 |
| | 2 | \$40 | \$70 | \$20 | \$25 |
| | 3 | \$20 | \$0 | \$10 | \$20 |
| | 4 | \$35 | \$20 | \$25 | \$30 |

Kemudian setiap baris diambil nilai yang paling kecil, yang kemudian digunakan untuk mengurangi semua nilai dalam baris tersebut.

| | | Proyek | | | |
|---------|---|--------|-------------|-------------|------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$80 | \$40 | \$50 | \$45 |
| | 2 | \$40 | \$70 | \$20 | \$25 |
| | 3 | \$20 | \$0 | \$10 | \$20 |
| | 4 | \$35 | \$20 | \$25 | \$30 |

| | | Proyek | | | |
|---------|---|--------|------|------|------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$40 | \$0 | \$10 | \$5 |
| | 2 | \$20 | \$50 | \$0 | \$5 |
| | 3 | \$20 | \$0 | \$10 | \$20 |
| | 4 | \$15 | \$0 | \$5 | \$10 |

Selanjutnya dibuat garis yang memotong nilai nol (jika jumlah garis yang terjadi sama dengan jumlah baris atau jumlah kolom, akan menunjukkan perhitungan yang optimal/menghasilkan penugasan maksimal)

| | | Proyek | | | |
|---------|---|-------------|------------|------------|------------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$40 | \$0 | \$10 | \$5 |
| | 2 | \$20 | \$50 | \$0 | \$5 |
| | 3 | \$20 | \$0 | \$10 | \$20 |
| | 4 | \$15 | \$0 | \$5 | \$10 |

Jika jumlah garis tidak sama dengan jumlah baris atau jumlah kolom, dilakukan proses eliminasi dengan cara mengurangi nilai terendah pada masing-masing kolom dengan nilai terendah pada masing-masing kolom tersebut.

| | | Proyek | | | |
|---------|---|-------------|------------|------------|------------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$40 | \$0 | \$10 | \$5 |
| | 2 | \$20 | \$50 | \$0 | \$5 |
| | 3 | \$20 | \$0 | \$10 | \$20 |
| | 4 | \$15 | \$0 | \$5 | \$10 |

| | | Proyek | | | |
|---------|---|--------|------|------|------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$25 | \$0 | \$10 | \$0 |
| | 2 | \$5 | \$50 | \$0 | \$0 |
| | 3 | \$5 | \$0 | \$10 | \$15 |
| | 4 | \$0 | \$0 | \$5 | \$5 |

Kemudian diuji lagi dengan membuat garis yang memotong nilai nol dalam tabel tersebut. Jumlah garis yang sama dengan jumlah baris atau jumlah kolom yang terjadi menunjukkan adanya penugasan yang paling optimal untuk mendapatkan nilai maksimal dari perhitungan yang dilakukan.

| | | Gudang Tujuan (Kapasitas) | | | |
|---------|---|---------------------------|------|------|------|
| | | A | B | C | D |
| Petugas | 1 | \$25 | \$0 | \$10 | \$0 |
| | 2 | \$5 | \$50 | \$0 | \$0 |
| | 3 | \$5 | \$0 | \$10 | \$15 |
| | 4 | \$0 | \$0 | \$5 | \$5 |

Sehingga penugasan yang terjadi adalah

| | | Proyek | | | | |
|---------|---|------------|------------|------------|------------|---|
| | | A | B | C | D | |
| Petugas | 1 | \$25 | \$0 | \$10 | \$0 | 2 |
| | 2 | \$5 | \$50 | \$0 | \$0 | 2 |
| | 3 | \$5 | \$0 | \$10 | \$15 | 1 |
| | 4 | \$0 | \$0 | \$5 | \$5 | 2 |
| | | 1 | 3 | 1 | 2 | |

Petugas 1 mengerjakan proyek D \$ 55

Petugas 2 mengerjakan proyek C \$ 80

Petugas 3 mengerjakan proyek B \$ 100

Petugas 4 mengerjakan proyek A \$65

Sehingga total keuntungan yang didapat sebesar \$ 300

ANALISIS PROYEK

Tujuan Pembelajaran:

1. memahami bagaimana merancang, memonitor dan mengontrol proyek dengan menggunakan PERT
2. Menentukan permulaan yang tercepat, penyelesaian tercepat permulaan yang paling lambat dan penyelesaian paling lambat serta slack times untuk tiap aktivitas selama penyelesaian proyek
3. mengurangi waktu total penyelesaian proyek pada biaya terendah dengan menggunakan perhitungan manual atau linier programming
4. memahami pentingnya perangkat lunak dalam pengelolaan proyek.

Outline:

1. Pendahuluan
2. PERT
3. PERT/COST
4. CPM

Pendahuluan

The Program Evaluation and review Technique (PERT) dan Critical Path Method (CPM) adalah teknik analisis yang paling populer dalam membantu manajer untuk merencanakan, penjadwalan dan memonitor serta mengendalikan proyek-proyek besar dan kompleks.

Kerangka PERT dan CPM

- mendefinisikan proyek dan aktivitas-aktivitas yang signifikan dalam sebuah proyek

- mengembangkan hubungan antar aktivitas, menentukan aktivitas mana yang mendahului dan aktivitas yang didahului
- menggambarkan hubungan jaringan antar aktivitas
- menentukan biaya dan waktu untuk tiap aktivitas
- Menghitung waktu paling panjang pada suatu jalur dalam jaringan aktivitas tersebut yang disebut critical path
- menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan monitoring dan pengendalian proyek.

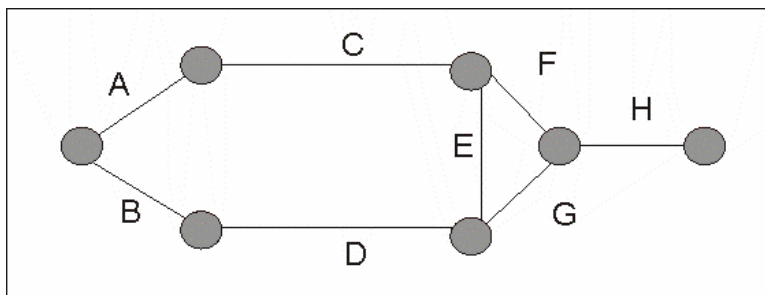
PERT

Metode ini dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan:

1. kapan sebuah proyek diselesaikan
2. apa saja aktivitas kritis dalam proyek, yang harus diperhatikan/didahulukan
3. aktivitas mana yang tidak kritis dalam proyek yang dapat ditunda
4. kemungkinan penyelesaian proyek dalam satuan waktu tertentu
5. melihat kapan sebuah proyek dapat dikatakan sesuai jadwal, mendahului atau terlambat
6. biaya yang terjadi jika ada keterlambatan, percepatan sebuah penyelesaian proyek
7. apakah sumber daya yang dimiliki mencukupi penyelesaian proyek tepat waktu
8. jika menginginkan percepatan penyelesaian proyek, apa yang harus dilakukan.

Contoh.

| Aktivitas | Aktivitas yang mendahului |
|-----------|---------------------------|
| A | - |
| B | - |
| C | A |
| D | B |
| E | C |
| F | C |
| G | D-E |
| H | F-G |



Waktu Aktivitas:

- Waktu optimis (a), terjadi jika keseluruhan aktivitas berjalan sebaik mungkin
- Waktu Pesimis (b) terjadi jika menghadapi kondisi yang tidak mendukung
- Waktu realistis (m), waktu yang realistis dalam penyelesaian proyek, dengan memperhatikan berbagai kemungkinan yang terjadi.

Waktu yang diharapkan memiliki rumusan:

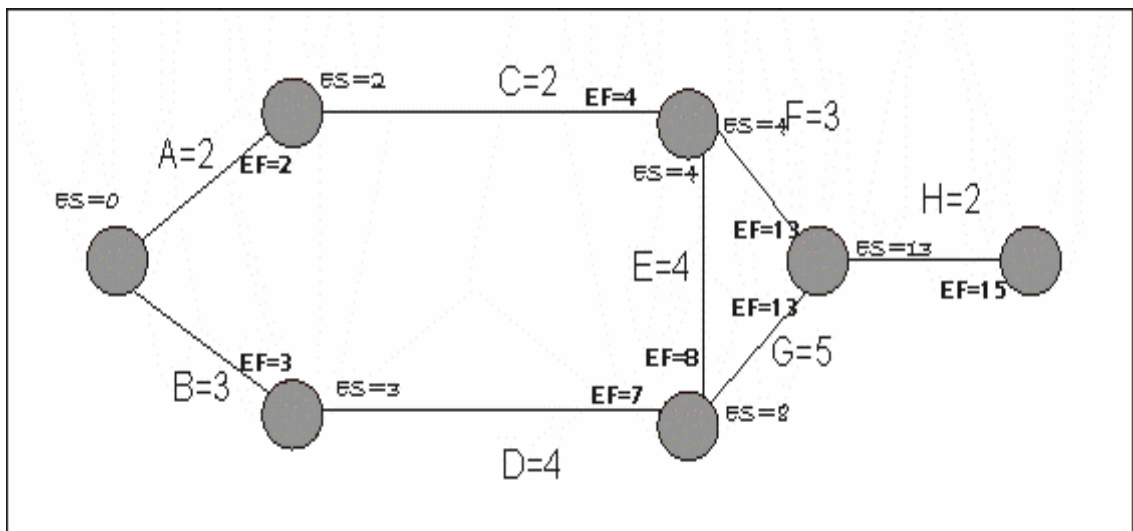
$$T = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Dengan variance $\left(\frac{b-a}{6}\right)^2$

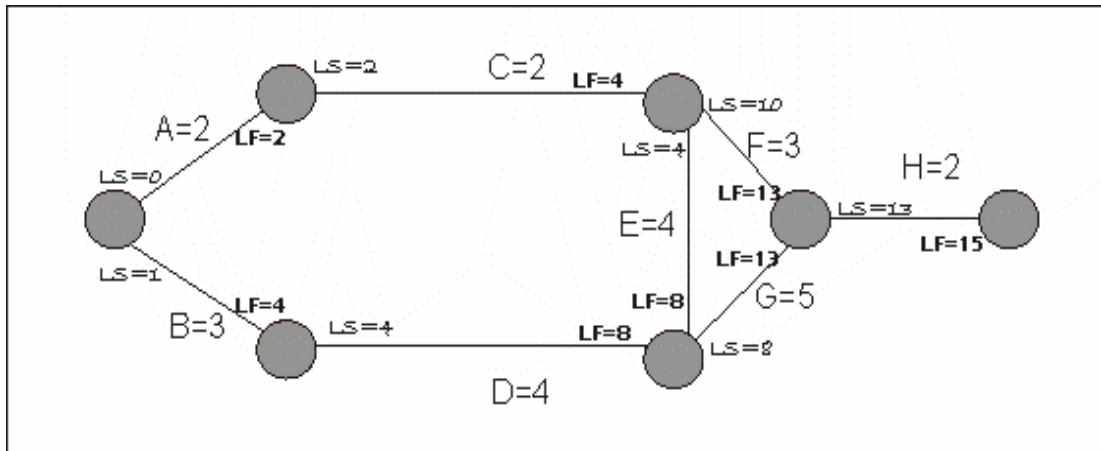
Contoh menentukan Critical path method (CPM)

| Aktivitas | Waktu optimis (a) | Waktu Realistis (m) | Waktu Pesimis(b) | $T = \frac{a + 4m + b}{6}$ | variance $\left(\frac{b-a}{6}\right)^2$ |
|-----------|-------------------|---------------------|------------------|----------------------------|---|
| A | 1 | 2 | 3 | 2 | 4/36 |
| B | 2 | 3 | 4 | 3 | 4/36 |
| C | 1 | 2 | 3 | 2 | 4/36 |
| D | 2 | 4 | 6 | 4 | 16/36 |
| E | 1 | 4 | 7 | 4 | 36/36 |
| F | 1 | 2 | 9 | 3 | 64/36 |
| G | 3 | 4 | 11 | 5 | 64/36 |
| H | 1 | 2 | 3 | 2 | 4/36 |

Earliest Start (ES) dan Earliest finish (EF)

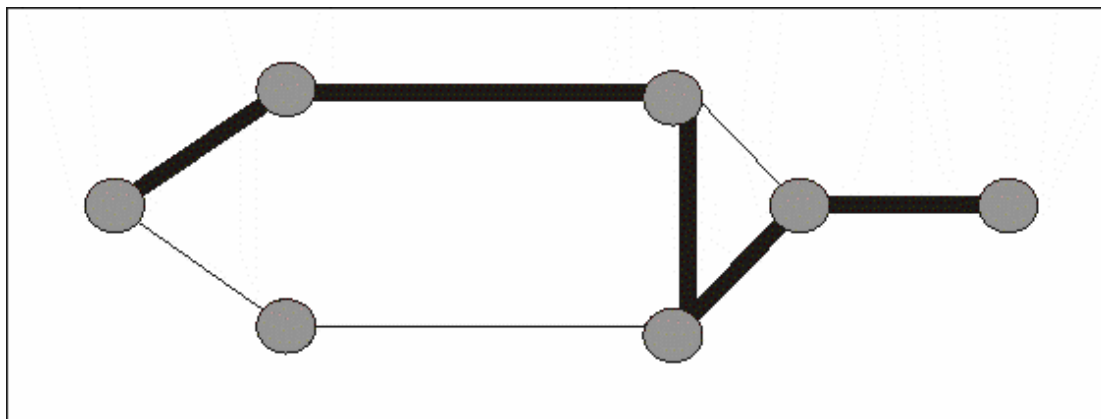


latest Start (LS) dan Latest finish (LF)



CPM

| Aktivitas | ES | EF | LS | LF | LS-ES | CP |
|-----------|----|----|----|----|-------|----|
| A | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | Y |
| B | 0 | 3 | 1 | 4 | 1 | N |
| C | 2 | 4 | 2 | 4 | 0 | Y |
| D | 3 | 7 | 4 | 8 | 1 | N |
| E | 4 | 8 | 4 | 8 | 0 | Y |
| F | 4 | 7 | 10 | 13 | 6 | N |
| G | 8 | 13 | 8 | 13 | 0 | Y |
| H | 13 | 15 | 13 | 15 | 0 | Y |



Project Variance

| Aktivitas | variance $\left(\frac{b-a}{6}\right)^2$ |
|-----------|--|
| A | 4/36 |
| C | 4/36 |
| E | 36/36 |
| G | 64/36 |
| H | 4/36 |
| | 112/36 |
| | 3.11 |

Project standar deviation

$$\sqrt{3.11} = 1.76 \text{ pekan}$$

Jika proyek ini memiliki batas penyelesaian selama 16 pekan, maka kemungkinan dapat terselesaikan

$$Z = \frac{16-15}{1.75} = 0.57$$

Sehingga kemungkinan penyelesaiannya adalah (Z = 0.57) = 71.6%

PERT/COST

| Aktivitas | ES | EF | LS | LF | LS-ES | CP | Budget | Cost/week |
|-----------|----|----|----|----|-------|----|---------------|---------------|
| A | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | Y | 22.000 | 11.000 |
| B | 0 | 3 | 1 | 4 | 1 | N | 30.000 | 10.000 |
| C | 2 | 4 | 2 | 4 | 0 | Y | 26.000 | 13.000 |
| D | 3 | 7 | 4 | 8 | 1 | N | 48.000 | 12.000 |
| E | 4 | 8 | 4 | 8 | 0 | Y | 56.000 | 14.000 |
| F | 4 | 7 | 10 | 13 | 6 | N | 30.000 | 10.000 |
| G | 8 | 13 | 8 | 13 | 0 | Y | 80.000 | 16.000 |
| H | 13 | 15 | 13 | 15 | 0 | Y | 16.000 | 8.000 |

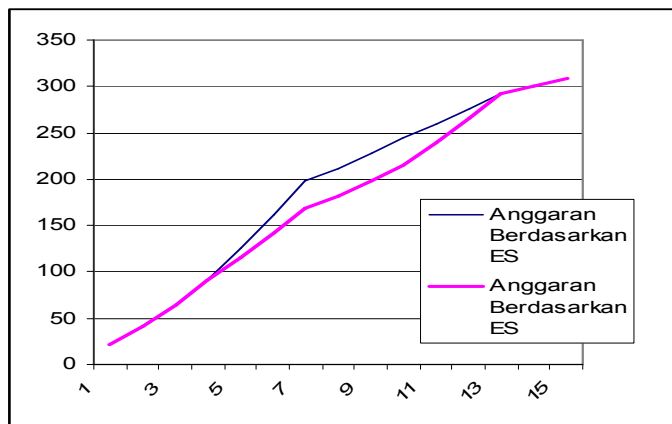
Anggaran Berdasarkan Earliest Start

| Aktivitas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| A | 11 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| B | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| C | | | 13 | 13 | | | | | | | | | | | |
| D | | | | 12 | 12 | 12 | 12 | | | | | | | | |
| E | | | | | 14 | 14 | 14 | 14 | | | | | | | |
| F | | | | | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | 8 | 8 |
| kumulatif | 21 | 21 | 23 | 25 | 36 | 36 | 36 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 8 | 8 |
| | 21 | 42 | 65 | 90 | 126 | 162 | 198 | 212 | 228 | 244 | 260 | 276 | 292 | 300 | 308 |

Anggaran Berdasarkan Latest Start

| Aktivitas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| A | 11 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| B | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| C | | | 13 | 13 | | | | | | | | | | | |
| D | | | | 12 | 12 | 12 | 12 | | | | | | | | |
| E | | | | | 14 | 14 | 14 | 14 | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | 10 | 10 | 10 | | | |
| G | | | | | | | | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | 8 | 8 |
| kumulatif | 21 | 21 | 23 | 25 | 26 | 26 | 26 | 14 | 16 | 16 | 26 | 26 | 26 | 8 | 8 |
| | 21 | 42 | 65 | 90 | 116 | 142 | 168 | 182 | 198 | 214 | 240 | 266 | 292 | 300 | 308 |

Kurve S



Pengendalian Anggaran

| Aktivitas | Budget | % Completed | Value | Actual | Slack |
|-----------|--------|-------------|--------|--------|--------|
| A | 22.000 | 100 | 22.000 | 20.000 | -2.000 |
| B | 30.000 | 100 | 30.000 | 36.000 | 6.000 |
| C | 26.000 | 100 | 26.000 | 26.000 | 0 |
| D | 48.000 | 10 | 4.800 | 6.000 | 1.200 |
| E | 56.000 | 20 | 11.200 | 20.000 | 8.800 |
| F | 30.000 | 20 | 6.000 | 4.000 | -2.000 |
| G | 80.000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H | 16.000 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Contoh soal

Jika diketahui sebuah proyek dengan waktu dan biaya seperti dibawah, carilah CP-nya dan buatlah kurve S-nya

| Akt | Mod | T | \$ |
|-----|-------|---|-----|
| A | | 3 | 900 |
| B | | 5 | 100 |
| C | B | 4 | 200 |
| D | A | 3 | 300 |
| E | A | 2 | 800 |
| F | E | 1 | 200 |
| G | D | 6 | 300 |
| H | C | 3 | 300 |
| I | D | 2 | 100 |
| J | I-H | 1 | 200 |
| K | C | 4 | 800 |
| L | F-G | 2 | 400 |
| M | K | 1 | 200 |
| N | J-L-M | 7 | 700 |

Jawaban.

Mencari jalur kritis

| Akt | Mod | T | \$ | \$/T | ES | EF | LS | LF | LS-ES | CP |
|-----|-------|---|-----|------------|----|----|----|----|-------|----|
| A | | 3 | 900 | 300 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | Y |
| B | | 5 | 100 | 20 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | Y |
| C | B | 4 | 200 | 50 | 5 | 9 | 5 | 9 | 0 | Y |
| D | A | 3 | 300 | 100 | 3 | 6 | 3 | 6 | 0 | Y |
| E | A | 2 | 800 | 400 | 3 | 5 | 9 | 11 | 6 | N |
| F | E | 1 | 200 | 200 | 5 | 6 | 11 | 12 | 6 | N |
| G | D | 6 | 300 | 50 | 6 | 12 | 6 | 12 | 0 | Y |
| H | C | 3 | 300 | 100 | 9 | 12 | 10 | 13 | 1 | N |
| I | D | 2 | 100 | 50 | 6 | 8 | 11 | 13 | 5 | N |
| J | I-H | 1 | 200 | 200 | 12 | 13 | 13 | 14 | 1 | N |
| K | C | 4 | 800 | 200 | 9 | 13 | 9 | 13 | 0 | Y |
| L | F-G | 2 | 400 | 200 | 12 | 14 | 12 | 14 | 0 | Y |
| M | K | 1 | 200 | 200 | 13 | 14 | 13 | 14 | 0 | Y |
| N | J-L-M | 7 | 700 | 100 | 14 | 21 | 14 | 21 | 0 | Y |

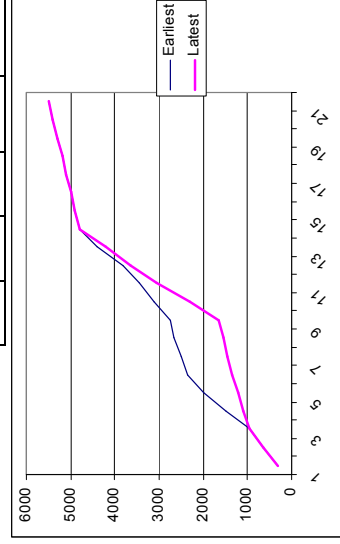
CP → A-B-C-D-G-K-L-M-N

Berdasarkan ES

| Akt | Mod | T | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|-----|-------|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | | 3 | 300 | 300 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | | 5 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | B | 4 | | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | | | | | | | | | |
| D | A | 3 | | | 100 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | A | 2 | | | 400 | 400 | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | E | 1 | | | | | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | D | 6 | | | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | | | | | | |
| H | C | 3 | | | | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | | | | | | |
| I | D | 2 | | | | | | | 50 | 50 | | | | | | | | | | | | | |
| J | I-H | 1 | | | | | | | | | | | | | 200 | | | | | | | | |
| K | C | 4 | | | | | | | | | | 200 | 200 | 200 | 200 | | | | | | | | |
| L | F-G | 2 | | | | | | | | | | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | | | | | | | |
| M | K | 1 | | | | | | | | | | | | | | 200 | | | | | | | |
| N | J-L-M | 7 | | | | | | | | | | | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | 320 | 320 | 320 | 520 | 520 | 350 | 150 | 150 | 100 | 350 | 350 | 350 | 600 | 400 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | 320 | 640 | 960 | 1480 | 2000 | 2350 | 2500 | 2650 | 2750 | 3100 | 3450 | 3800 | 4400 | 4800 | 4900 | 5000 | 5100 | 5200 | 5300 | 5400 | 5500 |

Berdasarkan LS

| Akt | Mod | T | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|-----|------|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | | 3 | 300 | 300 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | | 5 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | B | 4 | | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | | | | | | | | | | |
| D | A | 3 | | | 100 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | A | 2 | | | | | | 400 | 400 | | | | | | | | | | | | | | |
| F | E | 1 | | | | | | | | | | | 200 | | | | | | | | | | |
| G | D | 6 | | | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 200 | | | | | | | | | |
| H | C | 3 | | | | | | | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | | | | | |
| I | D | 2 | | | | | | | | | | | 50 | 50 | 50 | | | | | | | | |
| J | I-H | 1 | | | | | | | | | | | | | 200 | | | | | | | | |
| K | C | 4 | | | | | | | | | | 200 | 200 | 200 | 200 | | | | | | | | |
| L | F-G | 2 | | | | | | | | | | | | | 200 | 200 | | | | | | | |
| M | K | 1 | | | | | | | | | | | | | | 200 | | | | | | | |
| N | J-L- | 7 | | | | | | | | | | | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | 320 | 320 | 320 | 120 | 120 | 150 | 100 | 100 | 100 | 650 | 750 | 600 | 550 | 600 | 4900 | 5000 | 5100 | 5200 | 5300 | 5400 | 5500 |
| | | | 320 | 640 | 960 | 1080 | 1200 | 1350 | 1450 | 1550 | 1650 | 2300 | 3050 | 3650 | 4200 | 4800 | | | | | | | |



Soal Latihan

Buatlah kurve S dari proyek dibawah dan tentukan jalur kritisnya

| Aktivitas | Pendahulu | Waktu | Biaya |
|-----------|--------------|-------|-------|
| A | | 10 | 20 |
| B | | 12 | 30 |
| C | | 14 | 28 |
| D | A | 5 | 15 |
| E | A | 6 | 12 |
| F | B | 4 | 8 |
| G | B | 3 | 6 |
| H | C | 6 | 12 |
| I | C | 7 | 14 |
| J | C | 9 | 27 |
| K | D | 7 | 21 |
| L | E-F | 5 | 20 |
| M | G-H | 8 | 36 |
| N | G-H | 3 | 15 |
| O | G-H | 5 | 5 |
| P | J | 8 | 64 |
| Q | K-L-M | 6 | 36 |
| R | O-I | 9 | 27 |
| S | Q | 4 | 12 |
| T | R-U | 2 | 12 |
| U | P | 6 | 18 |
| V | S-N-T | 8 | 24 |
| W | R-U | 10 | 20 |
| X | W | 9 | 27 |
| Y | V-X | 5 | 20 |
| Z | Y | 10 | 20 |

Diskusi Kasus

Case #1

CUSTOM VANS INC

Perusahaan Custom Van adalah perusahaan yang bergerak dibidang perombakan standar kendaraan model van kebentuk camper. Dengan kesesuaian pada jumlah pekerjaan dan perombakan yang dilakukan, perombakan ini membutuhkan biaya kurang dari \$1000 atau lebih dari \$5000. Pada empat tahun terakhir, Tony Rizzo mampu mengembangkan usahanya di Gary Indiana hingga mamapu mengembangkannya dengan memiliki outlet di Chicago, Milwaukee, Minneapolis dan Detroit.

Kesuksesan usahan Tony ini sangat dipengaruhi oleh inovasi yang dikembangkannya dalam merombak bengkel van yang masih kecil menjadi usaha yang lebih besar dan professional di Midwest. Tony kelihatannya memiliki kemampuan khusus untuk merancang dan mengembangkan gaya dan model sehingga mampu meningkatkan permintaan dari para pemilik mobil van. Sebagai contoh, shower Rific mampi berkembang, setelah dirombak oleh tony 6 bulan setelah usaha tni dimulai. Sebuah shower kecil yang didesain dan dikembangkan untuk dapat ditempatkan di berbagai posisi di dalam van. Shower Rifik dibuat dari fiberglass dan terdiri dari rak handuk, tempat sapodansabun, dan pintu plastik yang unik. Tiap pembuatan Shower ini membutuhkan 2 galon fiberglass dan 3 jam kerja.

Hampir semua proses produksi produk ini dikerakan gary di warehouse yang sama dimana perombakan van ditemukan. Pabrik dari produk ini menghasilkan 300 shower rific dalam satu bulan, Namun kapasitasnya tidak pernah mencukupi. Bengkel pembuatan peromabak van di semua lokasi mendapatkan protes karena tidak mencukupi produk shower ini dan jugakarena minneapolis terlalu jauh dari gay dibanding lokasi lainnya. Tony selalu cenderung mengirim shower rific ini ke leokasi

lainnya sebelum ke minneapolis. Hal ini membuat marah manager yang ada di minneapolis. Setelah dilakukan diskusi, tony memutuskan untuk membangun pabrik baru di Fort Wayne Indiana. Di tempat ini akan diproduksi sejumlah 150 shower tiap bulan.

Pabrik di fort wayne ini ternyata masih belum mampu memenuhi permintaan untuk produk ini. Dan tony juga mengatui bahwa untuk tahun depan permintaan ini akan semakin meningkat tajam. Setelah berkonsultasi dengan konsultan dan bank, tony dia harus segera membangun dua pabrik lainnya secepat mungkin. Tiap pabrik harus memiliki kapasitas yang sama dengan yang ada di fort wayne. Ada beberapa alternatif tempat untuk membangun dua pabriknya yaitu, detroit, michigan, rockford, illinois atau madison, wisconsin. Tony memahami bahwa pemilihan dan penempatan lokasi yang terbaik adalah keputusan sulit. Biaya transportasi dan permintaan untuk lokasi yang berbeda akan mempengaruhi keputusan ini.

Toko di chicago di manage oleh Bill Burch. Disini tony menemptkan salah satu outletnya yang kemudian diikuti dengan lokasi lain berikutnya. Pabrik gary ini mensuply 200 shower tiap bulannya. Walaupun Bill mengetahui bahwa permintaan di chicago sebanyak 300 unit. Biaya transportasi dari gary ke chicago \$10, dan biaya transport dari fort wayne dua kali jumlah tersebut. Bill selalu meminta kepada tony untuk mendapatkan tambahan 50 unit dari fort wayne. Tambahan 2 pabrik yang dibangun akan mampu suplai pada bill dengan tambahan 100 unit yang dibutuhkan bill. Dan biaya transportasinya akan tergantung dari lokasi yang akan dipilihnya. Jika dari detroit biaya transportasinya \$30, dari rockford \$5 dan dari madison \$10.

Wilma Jackson manager di Milwaukee juga kesal dengan kekurangan suplai shower ini. Permintaannya adalah 100 unit. Sedang suplai yang diterimanya selama ini hanya separuh dari kebutuhannya dari pabrik di fort wayne. Wilma heran kenapa tony tidak mengiriminya 100 unit dari gary walau biaya transportasinya hanya \$20 dari Gary. Sedang biaya transportasi dari fortwayne \$30. Wilma berharap tony akan memilih madison sebagai salah satu lokasi produksinya. Sehingga dia akan dapat memperoleh produk ini sesuai kebutuhannya dengan biaya transportasi hanya \$5 per

unit. Jika buka di Madison, pabrik baru di Rockford akan mampu menyediakan seluruh kebutuhannya, namun biaya transportasinya akan menjadi dua kali lipat dibanding dari Madison. Karena biaya transportasi per unit dari Detroit \$40, Wilma membuat spekulasi kalau-kalau Detroit akan menjadi salah satu pabrik baru yang akan dibangun. Dia tidak akan mengambil dari selain dari Detroit.

Custom Van Inc. Di Minneapolis yang di pimpin oleh manager Tom Poanski, dia membutuhkan 100 shower dari pabrik Gary. Permintaan yang ada 150 unit. Tom mendapatkan biaya transportasi tertinggi dibanding dengan lokasi lainnya. Biaya transportasi dari Gary sebesar \$40 per unit. Hal ini lebih tinggi \$10 jika shower dikirim dari lokasi Fort Wayne. Tom berharap Detroit bukan satu-satunya pabrik baru yang akan dibangun, karena akan mengakibatkan biaya transportasi menjadi \$60 per unit. Rockford dan Madison akan memberikan biaya \$30 dan \$25 ke Minneapolis.

Posisi Toko di Detroit hampir mirip dengan yang berada di Milwaukee, hanya saja permintaannya hanya separuh untuk tiap pekannya. Detroit tidak menerima 10 unit shower ini secara langsung dari Pabrik di Fort Wayne, Biaya transportasinya hanya \$15 per unit dari Fort Wayne, sedangkan biaya \$25 dari Gary. Dick Lopez manager Custom Vans Inc di Detroit, memperhitungkan kemungkinan jika menempatkan sebuah pabrik di Detroit dengan prioritas yang tinggi. Pabrik yang akan ditempatkan di tengah kota dan biaya transportasinya hanya akan memakan \$5 per unit. Dia akan mendapatkan shower sejumlah 150 unit dari pabrik baru di Detroit dan 50 unit lainnya dari Fort Wayne. Jika Detroit tidak menjadi pilihan, maka dua lokasi lainnya tidak bisa dihindari. Rockford akan memakan biaya transportasi sebesar \$35 dan Madison \$40.

Tony mempertimbangkan dilema pilihan lokasi dua pabrik baru beberapa pekan sebelum membuat keputusan dengan mengadakan pertemuan semua manajer dari semua tokonya. Keputusan ini akan sangat rumit, namun jelas tujuannya yaitu untuk meminimalisir biaya. Pertemuan akan di adakan di Gary dan semua manajer hadir kecuali Wilma.

Tony: Terimakasih atas kehadiran saudara-saudara pada rapat kali ini. Sebagaimana kita ketahui berasma bahwa saya telah memutuskan untuk membuka dua pabrik baru di rockford, madison atau detroit. Dua lokasi yang akan kita pilih akan emberikan pengaruh pada praktek pengiriman kita, dan harapan saya hal ini akan dapat memenuhi kebutuhan pengiriman dan permintaan untuk tiap toko saudara-saudara. Saya mengetahui bahwa anda harus menjual lebih banyak, saya ingin anda mengetahui bersma bahwa saya mohon maaf atas segala situasi ini.

Dick: Tony, saya telah memaparkan kondisi ini dengan beberapa alasan, dan saya sangat baerharap bahwa salah satu pabriknya akan anda tempatkan di detroit. Sebagai mana anda ketahui, saya hanya mendapatkan separoh dari kebutuhan kami. Saudara saya, Leon, sangat terrtarik untuk ikut menjalankan pabrik ini dan saya tahu dia akan melamar untuk pekerjaan ini.

Tom: Dick, saya tahu Leon akan mendapatkan pekerjaan yang baik ini, dan saya tahu betapa berat yang dirasakannya sejak di dikeluarkan dari industri Auto. Namun kita harus memperhatikan biaya total bukan permasalahan personal. Saya percaya jika pabrik baru akan di tempatkan di madison dan di rockford. Saya berpikir panjang jika penempatan pabrik dn beberapa toko yang direncanakan di tempat ini akan sangat signifikan mengurangi biaya transportasi.

Dic: Hal itu mungkin benar, namun ada beberapa alasan lainnya. Detroit adalah salah satu suplier terbear untuk fiberglass, dan saya telah melakukan pengecekan biayanya. Satu pabrik baru di detroit hanya mebutuhkan \$2 per galon untuk fiberglass lebih murah dibandingkan dengan pabrik yang diusulkan di lokasi lain.

Tom: di madison, kami memiliki biaya pekerja yang sangat menarik. Hal ini karena banyak pelajar dari Univeritas madison. Mereka adalah pekerja keras dan mereka hanya dibayar \$1 perjam lebih murah dari lokasi lain. Ini alasan saya.

Bill: Santai saja saudara-saudara, jelas disini kita tidak akan mampu memuaskan semuanya dari kita dlam memutuskan lokasi pabrik-pabrik baru kita. Namun kita harus memilih dengan voting yang terbaik dua lokasi yang akan kita jadikan tempat pembangunan pabrik baru kita.

Tony: saya kira voting bukan hal terbaik bagi ita. Wilma tidak hadir saat ini, dan kita harus melihat semua faktor secara bersama-sama dengan semua kondisinya.

DISKUSI:

Dimana lokasi pabrik itu akan ditempatkan?

Case #2

Haygood Company

George dan Harry Haygood adalah sebuah kontraktor bangunan yang mengkhususkan pada pembangunan rumah tinggal, gudang dan bisnis kecil, yang kurang dari 20.000 kaki persegi untuk luasan lantai. Baik George maupun Harry memulai dari program pelatihan asosiasi pengusaha kayu awal tahun 1990an dan selama mengikuti pelatihan untuk menjadi tenaga ahli hingga tahun 1996. Sebelum memulai bisnisnya sendiri, mereka bekerja pada kontraktor-kontraktor di wilayah Detroit.

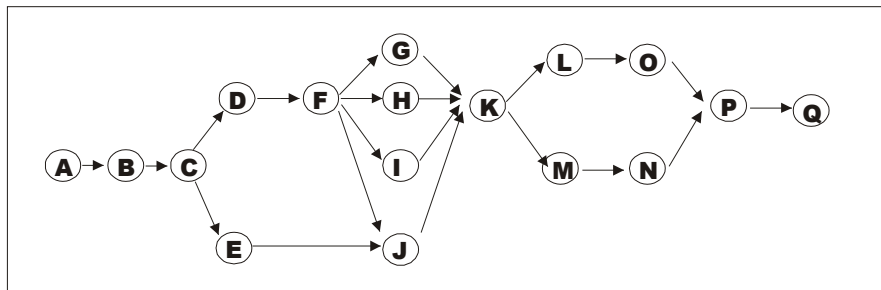
Akhirnya Haygood bersaudara berhasil memenangkan beberapa tender proyek perumahan. Dalam penyelesaian kontrak, beberapa aspek konstruksi seperti pemasangan jaringan listrik, saluran pembuangan, pengecatan, konblok dan lainnya di subkontraksikan. George dan Harry hanya menangani pekerjaan kayunya saja. Namun mereka juga yang membuat perencanaan dan penjadwalan kerja untuk seluruh operasional pembangunan, dan masalah keuangan serta mensupervisi semua aktivitas pembangunan tersebut.

Dengan moto “ Waktu adalah uang” Haygood mencoba untuk melakukan efisiensi dengan mengendalikan keuangan. Oleh karenanya jangan sampai ada penundaan pekerjaan dalam proyek ini. Untuk menganalisis Haygood menggunakan metode PERT. Yang pertama dijabarkan seluruh aktivitas dalam proyek tersebut.

Kemudian dihitung kebutuhan waktu untuk penyelesaian masing-masing aktivitas tersebut, hingga konsekuensi pembiayaannya. Setelah diketahui Earliest dan Latest time untuk keseluruhan aktivitas, haygood dapat mengalokasikan sumberdaya yang dimilikinya untuk penyelesaian proyek.

Berikut aktivitas yang ada padaproyek tersebut:

1. Merancang Keuangan
2. Mencari subkontraktor
3. memasang pondasi
4. pemasangan plumbing
5. pemasangan rangka
6. pemasangan atap
7. pemasangan jaringan listrik
8. memasang pintu dan jendela
9. pemasangan jaringan pemanas dan pendingin ruangan
10. pemasangan panel dan plesteran dinding
11. pemasangan kabinet
12. pemasangan konblok
13. Pemasangan strimin luar
14. pemsangan strimin dalam
15. pengecatan
16. Pemasangan lantai



Data proyek:

| Aktivitas | optimis | realistis | Pesimis |
|-----------|---------|-----------|---------|
| AB | 4 | 5 | 6 |
| BC | 2 | 5 | 8 |
| CD | 5 | 7 | 9 |
| CE | 4 | 5 | 6 |
| D | 2 | 4 | 6 |
| FG | 3 | 5 | 9 |
| FH | 4 | 5 | 6 |
| FI | 3 | 4 | 7 |
| FJ | 5 | 7 | 9 |
| JK | 10 | 11 | 12 |
| KL | 4 | 6 | 8 |
| KM | 7 | 8 | 9 |
| MN | 4 | 5 | 10 |
| LO | 5 | 7 | 9 |
| OP | 5 | 6 | 7 |
| PQ | 2 | 3 | 4 |

Diskusi:

1. Jalur Kritis/ Critical path? Lama waktu proyek yang melalui jalur kritis?
2. Hitung jumlah waktu yang dapat ditunda untuk aktivitas yang ada tanpa mempengaruhi keterlambatan proyek
3. Berapa keumnginan yang terjadi jika proyek dimulai tanggal 1 agustus dan selesai tanggal 30 september? Dengan catatan jadwal penyelesaian 60 hari.

Case #3

MANAGEMENT VIDEO PROFESIONAL

Semenjak awal diperkenalkan sebuah system home video untuk televisi, Steve Goodman sudah memimpikan sebuah peluang usahanya untuk sistem video untuk aktivitas profesional. Selama beberapa tahun terakhir Steve melihat beberapa film lama favoritnya di video rumahnya dan merancang pengembangan untuk system video rumahnya. Dia mencoba untuk menggunakan stasiun televisi, agen periklanan dan dan beberapa kelompok dan perorangan yang menginginkan system video terbaik.

Dasar dari system ini termasuk ruang pengendali yang lengkap, dua system videotape yang terpisahkan, videodisk dan satu set televisi profesional yang berkualitas. Semua peralatan ini adalah alat yang saling terintegrasi. Sebagai tambahan, dasar dari system ini hadir dengan tambahan system remote control. System ini dapat mengoperasikan baik sistem video, video disk dan system tv dengan mudah. Remote control dapat bekerja dengan mengirimkan sinyal infra merah ke kotak pengendali yang ada dalam system pengendaliannya.

Hal yang unik dalam system video ini adalah terdapat pada kotak pengendalinya. Kotak pengendali ini terdapat microprocessor yang memiliki kemampuan mengkoordinasikan pemakaian dan fungsi peralatan lain yang terdeteksi.

Sistem video profesional Steve ini memiliki beberapa keunggulan dibanding system yang ada pada umumnya. Untuk memulainya seperti adanya efek khusus yang dapat dikendalikan secara mudah. Image pada videodisk, salah satu sistem video tersebut, dan sistem televisi dapat dengan mudah ditempatkan pada sistem video lainnya. Sebagai tambahan hal ini memungkinkan untuk menghubungkan dengan kotak pengendali pada PC atau Macintosh. Hal ini membuat kemungkinan adanya pengembangan grafis yang lebih menarik dalam mikrokomputer dan dapat untuk mentransfer secara langsung ke system video. Begitu juga memungkinkan untuk

mencantelkansistem stereo ke dalam kotak pengendali untuk mengintegrasikan sistem kualitas suara yang lebih teinggike dalam sistem dan merekamnya ke dalam salat satu video sistemnya.

Kedua sistem video tersebut juga memiliki fleksibilitas yang luarbiasa untuk proses editing. Beberapa item khusus telah ditempatkan pada reote kontrolnya. Hal ini memungkinkan untuk merekam sebuah program pada salah satu sistem video yang pertama dan mengeditnya dengan sistem video tape yang lain untuk memberikan tambahan atau mengurangi bagian-bagian tertentu. Salah satu feature terbaik pada sustem yang dikembangkan staveini adalah harganya. System dasar dan termasuk kotak pengendali, dua sistem video, video disk, dan system televisi hanya dijual dengan harga \$1.995.

Stave menemukan produk untuk sistem televisi, kotak pengendali, dan sistem videodisk di Amerika. Karena sistem videotapelebih terkenal, stave memiliki banyak pilihan. Setelah mengadakan penelitian, stave menemukan dua suplier. Kedua suplier ini adalah perusahaan jepang. Tishiki sebagai perusahaan baru di luar tokyo jepang. Seperti suplier lainnya, toshiki memberikan diskon . Untuk pembelian kurang dari 2000 unit, permintaan produk untuk stave akan diberikan harga \$250 pervideo system. Sedangkan harga \$230 akan diberikan untuk pembelian antara 2000 hingga 8000 unit. Dan untuk pembelian antara 8000 sampai 20.000 unit akan dikenakan biaya \$210 per unit untuk sistem video ini.

Suplier jepang lainnya, Kony. Walaupun asalnya Kony berawal di jepang, dan diluar tokyo, namun memiliki fasilitas dan kantor di seluruh dunia. Salah satunya berada di sekitar 100 mil utara atlanta, georgia. Seperti Toshiki, Diskont yang ditawarkan oleh Kony akan diberikan untuk sejumlah pembelian. Untuk sejumlah kurang dari 1000 unit akan diberikan harga \$250 per unit. Untuk julah 1000 hingga 5000 akan diberikan harga \$240. Dan untuk pengadaan lebih dari 5000 akan diberikan harga \$220.

Karena perusahaan Kony terletak di Amerika, biaya pemesanan dan waktu pengiriman lebih menarik dari Toshiki. Perkiraan biaya pemesanan untuk Kony

adalah \$40, dan pengirimannya memakan waktu 2 pekan. Sedangkan untuk toshiki biaya pemesanan dan waktu pengiriman akan lebih tinggi dibanding dengan kony. Belum lagi tambahan biaya \$90 untuk pengadaan dari Jepang untuk tiap ordernya. Dan waktu pengiriman selama 3 bulan. Perkiraan biaya untuk biaya pengiriman akan mencapai lebih 30%.

Untuk tahun pertama Stave memutuskan untuk menjual hanya unit dasar dari sistem produk yang diciptakan. Yaitu kotak pengendali, televisi, video disk dan dua sistem videotape. Permintaan dari sistem keseluruhan relatif konstan selama 6 bulan terakhir. Misalnya untuk permintaan bulan Juni penjualan mencapai 7979 unit, Juli 8070 unit, Agustus 7950 unit dan September 8070 unit. Perkembangan ini akan relatif tetap untuk beberapa bulan mendatang.

Diskusi:

1. Produk apa yang diunggulkan Stave?
2. Apa saja masalah yang dihadapi Stave untuk memasarkan produk?
3. Berapa ROP untuk Kony dan toshiki?
4. Jika anda menjadi Stave, perusahaan mana yang akan anda pilih sebagai mitra supplier anda?
5. Stave memiliki beberapa strategi. Strategi pertama Stave adalah akan menjual komponennya secara terpisah. Strategi kedua adalah akan memodifikasi kotak pengendali mengikuti sistem videotape untuk digunakan sebaik sistem video yang diabaikan Stave. Secara umum, apa pengaruh dari penambahan sistem ini pada ROP dan pengendalian persediaan bagi Stave?

Penulis

Setyabudi Indartono



Lahir di Purwokwero, 20 juli 1972. Menyelesaikan studi SD hingga SMA di Banjarnegara Jawa Tengah. Kemudian melanjutkan studi S1 di Teknis Sipil Universitas Gadjahmada dan S2 di Magister Manajemen di Universitas yang sama.

Pernah bekerja di PT Freeport Indonesia sebagai senior fasilitator/trainer, kemudian Direktur Umum dan Keuangan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Bantul. Menjadi Direktur Cabang LMT Trustco sejak 1998. Kemudian menjadi Staf Pengajar/Dosen Manajemen di Universitas Negeri Yogyakarta. Beberapa tulisan yang pernah ditulis adalah: Steel Structure Design of PT FI apartments with Staad III Software (1995), Construction Management of PT FI (1997), Justice Party direct Selling (2000), Management Behavior : Mentoring as Solution (2000), Business Research Method: Memory Research (2000), Yogyakarta Islamic Hospital: Managing Performance (2000), Yayasan Bina Sehat: Organization Change and Developmet as a priority need (2000), Human Resource Management: Society central health Bantul Yogyakarta (2000), Organization Design of Region Directorate of Justice Party of Yogyakarta (2000), PT KPI Tembagapura Compensation applications (2000), SWOT (2003), Advance SWOT (2003), Modul TFT Trustco (2004), Leadership (2005), Training For Beginer (2005), Smart Trainer (2005), Strategic trainer (2005), Decition Making (UNY, 2005), Operation Research (UNY, 2004), QSB+ (UNY, 2006), Marketing Advance (UNY, 2005), Lembaga Keuangan (UNY, 2005),

Tinggal dengan seorang Istri, dr. Yayuk Soraya, dan tiga anak laki-lakinya, Aiman Hilmi Asaduddin (1999), Rofiq Wafi' Muhammad (2001), dan Muhammad Kaisan Haedar (2004) di Jl Arwana No 7 Minomartani. Bisa dihubungi di 08157934565, dan setyabudihrm@telkom.net, Setyabudi_Indartono@uny.ac.id