

Manajemen Operasional

Buku Seri Praktikum 2023



TIM PENYUSUN

Aditya Rian Ramadhan
Shintya Permatasari
Marcellinus Kevin
Muhammad Faizal Nurizal

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, modul praktikum ini dapat kami selesaikan dengan baik. Modul ini kami susun dengan tujuan membantu siapa saja yang berminat pada bidang Manajemen Operasional, terutama bagi para mahasiswa/i yang mengikuti praktikum di Laboratorium Manajemen Menengah.

Untuk memudahkan penyelesaian masalah yang ada, modul ini juga dilengkapi dengan cara penggunaan aplikasi WINQSB sebagai *software* yang digunakan untuk mengurangi kesalahan penghitungan secara manual dan mempertinggi keakuratan dalam memecahkan masalah yang ada.

Dalam kesempatan ini, tim penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua kami, staff Laboratorium Manajemen Menengah Universitas Gunadarma, juga para asisten senior, serta rekan-rekan asisten lainnya yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan modul ini.

Akhir kata, penyusun menyadari terdapat banyak kekurangan dalam modul ini. Oleh karena itu, kami memohon kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi perbaikan dalam penyusunan modul yang akan datang. Semoga modul ini dapat membantu semua pihak yang membacanya.

Depok-Kalimalang, September 2023

Tim Penyusun Litbang

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
BAB I MANUFACTURING RESOURCE PLANNING	5
1.1 Perencanaan Kebutuhan Material.....	7
1.2 <i>Lot Sizing</i>	7
BAB II FORECASTING (PERAMALAN)	16
2.1 Kegunaan dan Peranan Peramalan	16
2.2 Metode Peramalan	18
2.3 Kesalahan Peramalan	20
BAB III ANALISIS JARINGAN CPM TANPA PERCEPATAN	33
3.1 Keuntungan Analisis Jaringan.....	35
3.2 Simbol-simbol Jaringan	36
3.2 Istilah-istilah Lain Dalam Network	36
3.3 Beberapa Hal yang Perlu Diperhatikan Dalam Analisis jaringan	37
3.4 <i>Dummy Activities</i>	38
3.5 Jalur Kritis (<i>CRITICAL PATH</i>).....	39
BAB IV CPM (<i>CRITICAL PATH METHOD</i>) DENGAN PERCEPATAN	49
4.1 Informasi yang dibutuhkan	50
4.2 Biaya yang diperhitungkan	51

Buku Seri Praktikum



Bab 1

MANUFACTURING RESOURCE PLANNING



UNIVERSITAS GUNADARMA

BAB I

MANUFACTURING RESOURCE PLANNING

Deskripsi Modul

Untuk menjamin kebutuhan-kebutuhan konsumen akan produk yang diproduksi oleh perusahaan, maka perusahaan perlu mengontrol persediaan yang ada agar siap menjawab kebutuhan konsumen setiap saat tepat pada waktunya. Oleh karena itu, perusahaan hendaklah menerapkan suatu sistem atau metode yang efektif guna merespon masalah-masalah yang ada. Salah satu cara untuk mengendalikan persediaan adalah dengan metode *Material Requirement Planning* (MRP). MRP merupakan teknik pendekatan yang bertujuan meningkatkan produktivitas perusahaan dengan cara menjadwalkan kebutuhan akan material dan komponen untuk membantu perusahaan dalam mengatasi kebutuhan minimum dari komponen-komponen yang kebutuhannya dependen dan menjamin tercapainya produksi akhir.

Tujuan Modul

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan memahami:

1. Pengendalian persediaan dengan menggunakan metode MRP (metode *Lot for Lot* dan *Economic Order Quantity* (EOQ)).
2. Memahami perhitungan menggunakan metode pada MRP.

Isi

Pembelajaran : Menganalisis pengendalian persediaan suatu perusahaan.

Latihan 1 : Menghitung pengendalian persediaan dengan menggunakan metode *Lot for Lot* dan *Economic Order Quantity* (EOQ).

Apa itu MRP?

Material Requirement Planning (MRP) adalah suatu teknik yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian *item* barang (komponen) yang tergantung (*dependent*) pada *item* ditingkat (*level*) yang lebih tinggi. MRP pertama kali ditemukan oleh Joseph Orlicky dari J.I. Case Company pada sekitar tahun 1960. MRP selalu berkembang sesuai dengan tuntutan perkembangan teknologi dan tuntutan terhadap sistem perusahaan. Sampai saat ini, perkembangan MRP terjadi sampai dengan 4 (empat) kali dan tidak tertutup untuk masa yang akan datang MRP akan berkembang terus.

Keempat perkembangan MRP tersebut adalah :

1. *Material Requirement Planning* (MRP) adalah suatu teknik atau kumpulan prosedur yang sistematis dalam penentuan kuantitas serta waktu dalam proses pengendalian bahan terhadap komponen-komponen permintaan yang saling bergantung (*Dependent Demand Item*).
2. *Material Requirement Planning II* (MRP II) adalah perluasan dari MRP, lebih dari sekedar proses penentuan kebutuhan material. Fenomena ini melahirkan konsep baru yang disebut Perencanaan Sumber Daya Manufaktur (MRP II).
3. *Material Requirement Planning III* (MRP III) adalah perluasan MRP dalam tingkat akurasi peramalan, permintaan, dan penggunaan secara tepat dan baik peramalan permintaan (*Forecast Demand*), sehingga dapat merubah *Master Production Schedule* (MPS).
4. *Material Requirement Planning 9000* (MRP 9000) adalah perluasan MRP yang sudah merupakan tawaran yang benar-benar lengkap dan terintegrasi dengan sistem *management manufacturing*, termasuk juga *inventory*, penjualan, perencanaan, pembuatan, dan pembelian menggunakan buku besar.

1.1 Perencanaan Kebutuhan Material

Logika Perencanaan Kebutuhan Material

1. *Netting*

Proses mencari jumlah kebutuhan bersih dari komponen yang didapat dengan mengurangi kebutuhan kotor dengan *inventory* yang ada dan penerimaan yang terjadi.

2. *Lot Sizing*

Proses mendapatkan jumlah ukuran lot untuk memenuhi *Net Requirement* (NR).

3. *Offsetting*

Proses menetapkan waktu kapan suatu *order* harus dilakukan (berhubungan dengan *Lead Time*).

4. *Explosion*

Proses menghitung kebutuhan komponen-komponen yang mempunyai level dibawahnya (berikutnya).

1.2 *Lot Sizing*

Suatu metode perhitungan yang digunakan untuk menentukan jumlah *order* suatu material, sehingga biaya *inventory* dapat diminimumkan.

Penentuan *Lot Sizing* ini dipengaruhi oleh dua komponen biaya utama:

- *Order Cost* (kalau pemesanan ke *supplier*) dan *Set Up Cost* (kalau diproduksi sendiri)
- *Holding Cost* (biaya simpan)

Beberapa teknik (metode) *Lot Sizing* :

1. *Lot for Lot*
2. *Economic Order Quantity* (EOQ)
3. *Period Order Quantity* (POQ)
4. *Part Period Balancing* (PPB)
5. *Least Unit Cost* (LUC)
6. *Minimum Cost per Period* atau *Algoritma Silver Meal*

A. *Lot For Lot*

Teknik penetapan ukuran lot dengan ini dilakukan atas dasar pesanan diskrit. Di samping itu, teknik ini merupakan cara paling sederhana dari semua teknik ukuran lot yang ada. Teknik ini hampir selalu melakukan perhitungan kembali terutama sekali apabila terjadi perubahan pada kebutuhan bersih. Penggunaan teknik ini bertujuan untuk meminimumkan ongkos simpan, sehingga dengan teknik ini ongkos simpan menjadi nol.

Oleh karena itu, sering sekali digunakan untuk *item-item* yang mempunyai harga/unit sangat mahal. Juga apabila dilihat dari pola kebutuhan yang mempunyai sifat diskontinu atau tidak teratur, maka teknik L4L ini memiliki kemampuan yang baik. Di samping itu, teknik ini sering digunakan pada sistem produksi manufaktur yang mempunyai sifat “*set-up*” permanen pada proses produksinya.

$$\text{Biaya Pesan Per Pemesanan (SC) = Banyaknya Melakukan Pemesanan x Biaya Pesan Setiap Kali Pesan}$$

B. *Economic Order Quantity* (EOQ)

Penetapan ukuran lot dengan teknik ini hampir tidak pernah dilupakan dalam lingkungan MRP karena teknik ini sangat populer dalam sistem persediaan tradisional. Dalam teknik ini pun besarnya ukuran lot adalah tetap.

Namun, perhitungannya sudah mencakup semua biaya pesan serta biaya simpan. Perumusan yang akan dipakai dalam teknik ini adalah sebagai berikut:

$$D = \frac{\text{Total Net Requirement}}{\text{jumlah minggu}} \times 52$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times SC}{HC}}$$

Keterangan:

D = Permintaan

SC = *Set Up Cost*

HC = *Holding Cost*

CONTOH SOAL

Perusahaan Manufaktur Jeans hendak menentukan besarnya lot, berikut adalah informasi yang dapat diperoleh:

Harga per komponen (*Cost/component*) Rp 10/unit

Biaya pesan per pemesanan (*Set Up Cost/Order*) Rp 30/pesan

Biaya simpan per minggu (*Holding Cost/Week*) 10 %

Biaya simpan per tahun (*Holding Cost/Year*) 0,4%

<i>Week</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Net Requirement</i>	40	50	55	60	70	65	80	50	85

Tentukan metode *Lot Sizing* bila alternatif teknik *Lot Sizing* yang akan digunakan adalah:

1. *Lot For Lot* (L4L).
2. *Economic Order Quantity* (EOQ).

PENYELESAIAN

MANUFAKTUR JEANS

1. Lot For Lot (L4L)

$$\text{Biaya Simpan (HC)} = \text{Persediaan Akhir (End Inventory)} \times \text{Biaya Simpan PerMinggu (Holding Cost/week)}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Simpan Per Minggu} &= 10\% \times 10 & \text{Biaya Simpan (HC)} &= 0 \times 1 \\ &= 1 & &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Pesan Per Pemesanan (SC)} = \text{Banyaknya melakukan Pemesanan} \times \text{Biaya Pesan Setiap Kali Pesan}$$

Pada minggu pertama hingga minggu ke-9 *Product Quantity* sama dengan *Net Requirement*, jadi pemesanan hanya dilakukan 1 kali.

Minggu 1 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30	Minggu 6 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30
Minggu 2 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30	Minggu 7 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30
Minggu 3 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30	Minggu 8 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30
Minggu 4 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30	Minggu 9 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30
Minggu 5 Biaya Pesan Pemesanan (SC) = 1 X 30 = 30	

Maka, Skedul MRP dengan Metode L4L adalah sebagai berikut:

<i>Week</i>	<i>Net Requirement (NR)</i>	<i>Product Quantity (PQ)</i>	<i>End Inventory</i>	<i>Holding Cost (HC)</i>	<i>Set Up Cost (SC)</i>	<i>Total Inventory Cost (TIC)</i>
1.	40	40	0	0	30	30
2.	50	50	0	0	30	60
3.	55	55	0	0	30	90
4.	60	60	0	0	30	120
5.	70	70	0	0	30	150
6.	65	65	0	0	30	180
7.	80	80	0	0	30	210
8.	50	50	0	0	30	240
9.	85	85	0	0	30	270

Hasil perhitungan berdasarkan tabel menunjukkan bila menggunakan metode L4L, *Total Inventory Cost* untuk 9 minggu sebesar 270.

2. Economic Order Quantity (EOQ)

- Permintaan tahunan berdasarkan kebutuhan 9 minggu

$$D = \frac{\text{Total Net Requirement}}{\text{jumlah minggu}} \times 52$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times SC}{HC}}$$

$$D = \left(\frac{555}{9}\right) \times 52 = 3.206,67 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} EOQ &= \sqrt{\frac{2 \times 3.206,67 \times 30}{2,08}} \\ &= \sqrt{\frac{192.400,2}{2,08}} \\ &= 304,13 \approx 304 \end{aligned}$$

Biaya pesan per pemesanan (SC) = 30

Biaya Simpan Tahunan = 0,4% x 10 x 52 = 2,08

Berdasarkan hasil perhitungan EOQ diperoleh 304, sehingga pemesanan pertama kali sebanyak 304 unit.

Selanjutnya skedul pemesanan MRP dengan *Lot Sizing* EOQ adalah sebagai berikut :

<i>Week</i>	<i>Net Requirement (NR)</i>	<i>Product Quantity (PQ)</i>	<i>End Inventory</i>	<i>Holding Cost (HC)</i>	<i>Set Up Cost (SC)</i>	<i>Total Inventory Cost (TIC)</i>
1	40	304	264	10,56	30	40,56 *
2	50	0	214	8,56	0	49,12
3	55	0	159	6,36	0	55,48
4	60	0	99	3,96	0	59,44
5	70	0	29	1,16	0	60,6
6	65	304	268	10,72	30	101,32**
7	80	0	188	7,52	0	108,84
8	50	0	138	5,52	0	114,36
9	85	0	53	2,12	0	116,48

Minggu 1 HC = 264 x 0,4% x 10 = 10,56	Minggu 6 HC = 268 x 0,4% x 10 = 10,72
Minggu 2 HC = 214 x 0,4% x 10 = 8,56	Minggu 7 HC = 188 x 0,4% x 10 = 7,52
Minggu 3 HC = 159 x 0,4% x 10 = 6,36	Minggu 8 HC = 138 x 0,4% x 10 = 5,52
Minggu 4 HC = 99 x 0,4% x 10 = 3,96	Minggu 9 HC = 53 x 0,4% x 10 = 2,12
Minggu 5 HC = 29 x 0,4% x 10 = 1,16	

**Total Inventory Cost (TIC) Minggu ke-1 = HC + SC = 10,56 + 30 = 40,56*

** *Total Inventory Cost (TIC) Minggu ke-6 = TIC minggu ke-5 + HC + SC*
= 60,6 + 10,72 + 30 = 101,32

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa bila digunakan metode EOQ, *Total Inventory Cost (TIC)* dihasilkan sebesar 116,48.

Soal Uji Kemampuan

1. PT Jaya Wijaya Nusantara ingin menentukan besarnya lot, berikut adalah informasi yang diperoleh:

Harga per komponen (*Cost/Component*) Rp 20/unit

Biaya pesan per pemesanan (*Set Up Cost/Order*) Rp 20/pesan

Biaya simpan per minggu (*Holding Cost/Week*) 10%

Biaya simpan per tahun (*Holding Cost/Year*) 0.2%

Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Net Requirement	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Tentukan metode *Lot Sizing* bila alternatif teknik *Lot Sizing* yang akan digunakan adalah..

A. *Lot for Lot (L4L)*

B. *Economic Order Quantity (EOQ)*

2. Perusahaan Manufaktur Hybe Jaya hendak menentukan besarnya lot, berikut adalah informasi yang diperoleh:

Harga per komponen (*Cost/Component*) Rp 10/unit

Biaya pesan per pemesanan (*Set Up Cost/Order*) Rp 22/pesan

Biaya simpan per minggu (*Holding Cost/Week*) 12%

Biaya simpan per tahun (*Holding Cost/Year*) 0.3%

<i>Week</i>	1	2	3	4	5	6	7
<i>Net Requirement</i>	40	44	30	60	55	70	74

Tentukan metode *Lot Sizing* bila alternatif teknik *Lot Sizing* yang akan digunakan adalah..

A. *Lot for Lot* (L4L)

B. *Economic Order Quantity* (EOQ)

3. Perusahaan Manufaktur elektronik hendak menentukan besarnya lot, berikut adalah informasi yang diperoleh:

Harga per komponen (*Cost/Component*) Rp 10/unit

Biaya pesan per pemesanan (*Set Up Cost/Order*) Rp 40/pesan

Biaya simpan per minggu (*Holding Cost/Week*) 10%

Biaya simpan per tahun (*Holding Cost/Year*) 0.4%

<i>Week</i>	1	2	3	4	5	6	7
<i>Net Requirement</i>	22	33	44	55	66	77	88

Tentukan metode *Lot Sizing* bila alternatif teknik *Lot Sizing* yang akan digunakan adalah..

A. *Lot for Lot* (L4L)

B. *Economic Order Quantity* (EOQ)



Bab 2

FORECASTING

(Peramalan)



BAB II

FORECASTING (PERAMALAN)

APA ITU *FORECASTING* ?

Forecasting diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan atau dapat juga diartikan segala aktivitas bisnis yang memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Peramalan merupakan dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, biasanya berdasarkan data deret waktu historis dan menggunakan teknik-teknik peramalan yang bersifat formal maupun informal (*Gaspersz, 1998*).

Metode peramalan akan membantu dalam mengadakan pendekatan analisa terhadap tingkah laku atau pola dari data yang lalu, sehingga dapat memberikan cara pemikiran, pengerjaan dan pemecahan yang sistematis dan pragmatis, serta memberikan tingkat keyakinan yang lebih besar atas ketepatan hasil ramalan yang dibuat.

2.1 Kegunaan dan Peranan Peramalan

Kegiatan peramalan merupakan bagian integral dari pengambilan keputusan manajemen. Peramalan mengurangi ketergantungan pada hal-hal yang belum pasti (intuitif). Peramalan memiliki sifat saling ketergantungan antar divisi atau bagian. Kesalahan dalam proyeksi penjualan akan mempengaruhi pada ramalan anggaran, pengeluaran operasi, arus kas, persediaan, dan sebagainya. Adapun dua hal pokok yang harus diperhatikan dalam proses peramalan yang akurat dan bermanfaat (*Makridakis, 1999*):

1. Pengumpulan data yang relevan berupa informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat.
2. Pemilihan teknik peramalan yang tepat yang akan memanfaatkan informasi data yang diperoleh semaksimal mungkin.

Dalam perencanaan di suatu instansi baik itu pemerintah maupun swasta, peramalan merupakan kebutuhan yang sangat mendasar. Di mana baik maupun buruknya ramalan dapat mempengaruhi seluruh bagian instansi, karena waktu tenggang untuk pengambilan keputusan dapat berkisar dari beberapa tahun. Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien.

Beberapa sumber data yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan adalah:

1. Pendapat konsumen
2. Pendapat langganan / *customer*
3. Catatan / pendapat distribusi
4. Catatan penjual dari perusahaan yang bersangkutan

Selain itu, kegunaan dan peranan peramalan dalam ekonomi bisnis adalah:

1. Untuk mengkaji kebijakan perusahaan yang berlaku saat ini dan di masa lalu serta melihat sejauh mana pengaruh di masa yang akan datang.
2. Peramalan diperlukan karena adanya *time-lag* atau *delay* antara saat suatu kebijakan perusahaan ditetapkan dengan saat implementasi.
3. Dengan adanya peramalan maka dapat dipersiapkan program dan tindakan perusahaan untuk mengantisipasi keadaan di masa yang datang, sehingga resiko kegagalan dapat diminimumkan.
4. Peramalan merupakan dasar penyusunan bisnis pada suatu perusahaan sehingga dapat meningkatkan efektivitas suatu rencana bisnis.
5. Peramalan juga digunakan dalam *decision making* karena hasil peramalan merupakan informasi yang mendasari keputusan para manajer perusahaan dalam berbagai tingkatan manajemen perusahaan.

2.2 Metode Peramalan

Metode peramalan ada tiga yaitu:

1. Metode *Qualitative* atau metode *judgemental*, yaitu peramalan yang menggunakan pusat data kualitatif, hasilnya bergantung pada orang yang menyusunnya, seperti peramalan dengan metode *delphi* dan metode *s-curve past*.
2. Metode *Quantitative Time Series* atau metode *ekstrapolative*, digunakan jika datanya *time series*.
3. Metode *Quantitative Causal* atau metode *eksplanatori*, digunakan jika datanya *cross-sectional*. Metode kausalitas ini menggunakan model regresi.

Metode peramalan data *time series* terdiri dari metode:

1. *Naive Forecasting*
2. *Rata-rata Kumulatif*
3. *Single Moving Average (SMA)*
4. *Double Moving Average (DMA)*
5. *Single Exponential Smoothing (SES)*

A. *Moving Average (Rata-Rata Bergerak/MA)*

Adalah suatu metode peramalan dengan mengkombinasikan data dari beberapa periode terbaru/terakhir. Metode ini pada dasarnya bertujuan membuat data yang berfluktuatif menjadi data yang relatif stabil (kurang berfluktuatif) sehingga fluktuasi dari pola data menjadi halus dan relatif merata.

Kelebihan metode ini adalah dapat diterapkan pada data jenis apapun juga baik yang sesuai dengan kurva matematik ataupun tidak. Namun kekurangannya adalah tidak mempunyai persamaan untuk peramalan dan sebagai gantinya digunakan nilai rata-rata bergerak terakhir sebagai nilai ramalan untuk periode yang akan datang.

$$MA = \frac{\sum \text{penjualan nyata pada } n \text{ periode terakhir}}{\sum \text{periode (n) yang digunakan dalam moving average}}$$

Langkah-langkah peramalan dengan menggunakan metode *Moving Average* :

1. Menentukan banyaknya periode untuk mendapatkan harga rata-rata
2. Membuat tabel perhitungan
3. Menemukan nilai total bergerak
4. Menemukan nilai peramalan

B. *Weight Moving Average (Rata-Rata Tertimbang)*

WMA adalah suatu metode peramalan yang cara perhitungannya hampir sama dengan MA, hanya berbeda pada adanya penambahan bobot pada tiap data. Data terakhir yang termasuk dalam periode perhitungan rata-rata diberi bobot yang lebih besar.

$$WMA = (W_t * X_t) + (W_{t-1} * X_{t-1}) + (W_{t-2} * X_{t-2}) + \dots$$

Dimana :

W_t = bobot terbesar

W_{t-1} = bobot terbesar kedua

W_{t-2} = bobot terbesar ketiga

X_t = data periode terakhir

X_{t-1} = data satu periode sebelum periode terakhir

X_{t-2} = data dua periode sebelum periode terakhir

C. *Exponential Smoothing* (ES)

Adalah suatu metode ramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara *exponential*. Pada metode ini peramalan dilakukan dengan cara hasil ramalan periode terakhir ditambah porsi perbedaan atau tingkat kesalahan antara permintaan nyata periode terakhir dan peramalan periode terakhir.

$$F_t = \{ F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \}$$

Dimana :

F_t = ramalan untuk periode sekarang (1)

F_{t-1} = ramalan untuk periode sebelumnya (t-1)

α = *smoothing* konstan (porsi perbedaan)

A_{t-1} = permintaan nyata periode sebelumnya

2.3 Kesalahan Peramalan

Kesalahan peramalan mempunyai 2 unsur yang harus diperhatikan :

1. Perbedaan antara permintaan nyata dengan peramalan (*error*)
2. Arah kesalahan, yaitu apakah permintaan nyata berada di atas atau di bawah ramalan

Ada suatu ukuran kesalahan yang umum digunakan yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD), dimana ukuran ini mencari selisih antara permintaan nyata dan ramalan dengan tingkat rata-rata kesalahan selama meramalkan adalah :

$$MAD = \frac{\sum \text{kesalahan}}{N-n}$$

Dimana :

N = Jumlah data penjualan

n = Jumlah periode

CONTOH SOAL

1. Berikut adalah data penjualan tiket konser Taylor Swift:

Bulan	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT
Penjualan	3100	3300	3500	3700	4100	4500	5100	5500

Tentukanlah:

- Metode *Moving Average* (MA) 3 periode dan buat analisisnya!
- Metode *Weight Moving Average* (WMA) 3 periode dimana $W_1 = 0,2$; $W_2 = 0,3$ dan $W_3 = 0,5$ buatlah analisisnya!
- Metode *Exponential Smoothing* (ES) dengan $\alpha = 0,85$ dan buatlah analisisnya!

PENYELESAIAN

a. MA 3 periode

Bulan	Penjualan	Pergerakan MA 3 periode	Ramalan (Ft)	Error (e)
JAN	3100			
FEB	3300			
MAR	3500			
APR	3700	$(3100+3300+3500) : 3$	3300	400
MEI	4100	$(3300+3500+3700) : 3$	3500	600
JUN	4500	$(3500+3700+4100) : 3$	3766,667	733,333
JUL	5100	$(3700+4100+4500) : 3$	4100	1000
AGT	5500	$(4100+4500+5100) : 3$	4566,67	933,333
SEP		$(4500+5100+5500) : 3$	5033,333	
				3666,666

$$MAD = \frac{\sum \text{kesalahan}}{N - n} = \frac{3666,666}{8 - 3} = 733,333$$

Kisaran:

$$F_t - MAD \leq X \leq F_t + MAD$$

$$5033,333 - 733,333 \leq X \leq 5033,333 + 733,333$$

$$4300 \leq X \leq 5766,666$$

Analisis:

Jadi, bila menggunakan metode MA 3 periode diramalkan penjualan bulan ke-9 sebanyak 5033,333 dengan kisaran penjualan 4300 sampai 5766,666.

b. WMA 3 periode dimana $W_1 = 0,2$ $W_2 = 0,3$ $W_3 = 0,5$

Bulan	Penjualan	Pergerakan WMA 3 periode	Ramalan (Ft)	Error (e)
JAN	3100			
FEB	3300			
MAR	3500			
APR	3700	$(0,2*3100)+(0,3*3300)+(0,5*3500)$	3360	340
MEI	4100	$(0,2*3300)+(0,3*3500)+(0,5*3700)$	3560	540
JUN	4500	$(0,2*3500)+(0,3*3700)+(0,5*4100)$	3860	640
JUL	5100	$(0,2*3700)+(0,3*4100)+(0,5*4500)$	4220	880
AGT	5500	$(0,2*4100)+(0,3*4500)+(0,5*5100)$	4720	780
SEP		$(0,2*4500)+(0,3*5100)+(0,5*5500)$	5180	
				3180

$$MAD = \frac{\sum \text{kesalahan}}{N - n} = \frac{3180}{8 - 3} = 636$$

Kisaran:

$$F_t - MAD \leq X \leq F_t + MAD$$

$$5180 - 636 \leq X \leq 5180 + 636$$

$$4544 \leq X \leq 5816$$

Analisis:

Jadi, bila menggunakan metode WMA 3 periode dengan besar masing-masing bobot $W_1 = 0,2$; $W_2 = 0,3$; $W_3 = 0,5$ diramalkan penjualan bulan ke-9 sebanyak 5180 dengan kisaran penjualan 4544 sampai 5816.

c. Metode ES dengan $\alpha = 0,85$

Bulan	Penjualan	ES dengan $\alpha = 0,85$	Ramalan (Ft)	Error (e)
JAN	3100			
FEB	3300	3100	3100	200
MAR	3500	$3100 + 0,85(3300 - 3100)$	3270	230
APR	3700	$3270 + 0,85(3500 - 3270)$	3465,5	234,5
MEI	4100	$3465,5 + 0,85(3700 - 3465,5)$	3664,825	435,175
JUN	4500	$3664,825 + 0,85(4100 - 3664,825)$	4034,724	465,276
JUL	5100	$4034,724 + 0,85(4500 - 4034,724)$	4430,209	669,791
AGT	5500	$4430,209 + 0,85(5100 - 4430,209)$	4999,531	500,469
SEP		$4999,531 + 0,85(5500 - 4999,531)$	5424,93	
				2735,211

$$MAD = \frac{\sum \text{kesalahan}}{N - n} = \frac{2735,211}{8 - 1} = 390,744$$

Kisaran :

$$F_t - MAD \leq X \leq F_t + MAD$$

$$5424,93 - 390,744 \leq X \leq 5424,93 + 390,744$$

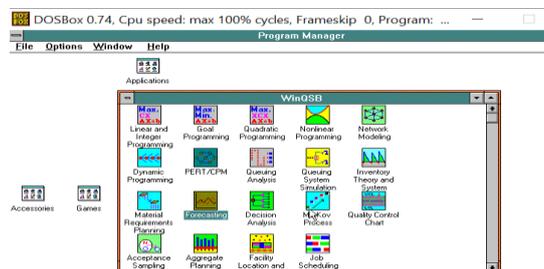
$$5034,186 \leq X \leq 5815,674$$

Analisis:

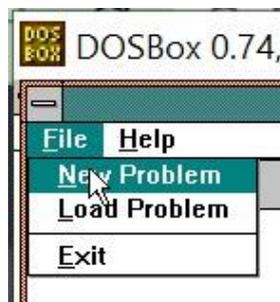
Jadi, bila menggunakan metode ES dengan $\alpha = 0,85$ diramalkan penjualan bulan ke-9 sebanyak 5424,93 dan dengan kisaran penjualan 5034,186 sampai 5815,674.

APLIKASI KE PROGRAM WINQSB

1. Buka *Software WinQSB*, pilih *Forecasting*

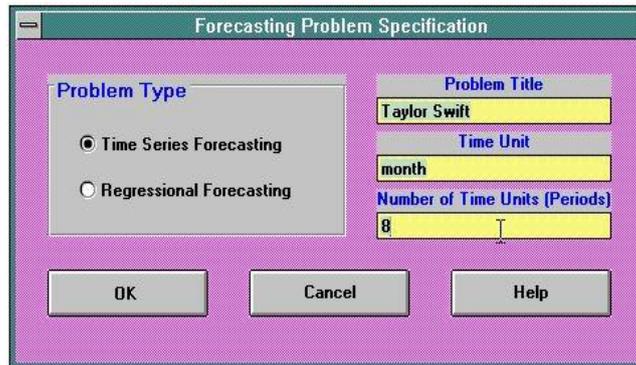


2. Untuk memulai *problem solving* pilih menu *File -> New Problem*



3. Jenis peramalan yang akan kita gunakan adalah *Time Series Forecasting*, oleh karena itu pilih *Time Series Forecasting*.

- Masukkan *Problem Title* (isikan nama anda)
- *Time Unit* (satuan waktu) isikan sesuai dengan soal
- *Number of Time Unit (period)* = 8 (karena data penjualan sebanyak 8 bulan)



4. Masukkan data observasi.

Taylor Swift	
Month	Historical Data
1	3100
2	3300
3	3500
4	3700
5	4100
6	4500
7	5100
8	5500

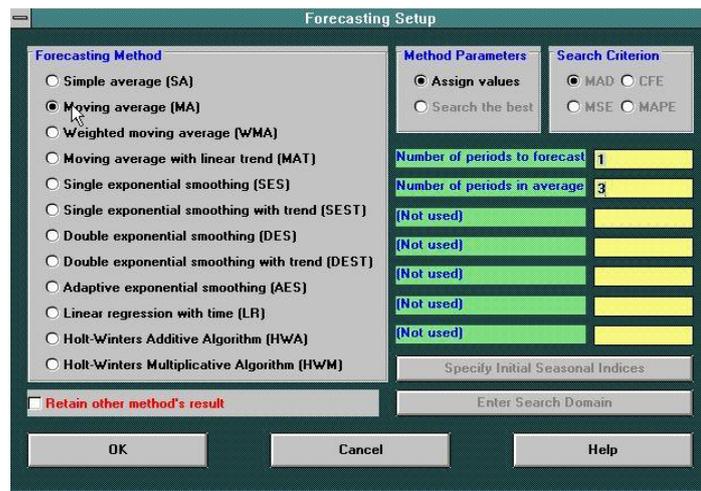
5. Untuk memulai peramalan pilih menu *Solve and Analyze* -> *Perform Forecasting*.



6. Untuk menghitung dengan metode MA (*Moving Average*) pilih *Moving Average* (MA), masukkan:

- *Number of periods to forecast* = 1 (jumlah periode yang akan diramalkan)
- *Number of periods in average* = 3 (pergerakannya)

Klik *OK* untuk melanjutkan



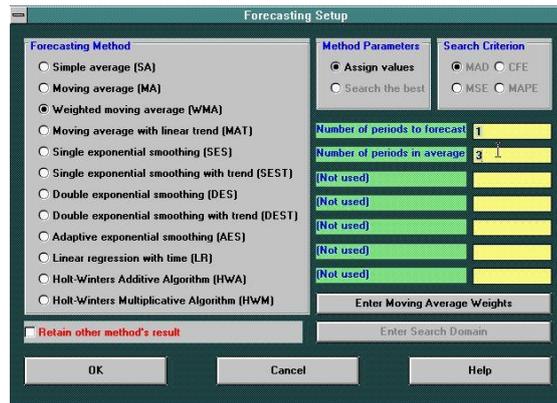
7. Hasil akhir ($MAD = 733$)

Forecast Result for Taylor Swift									
09-17-2023 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	3100								
2	3300								
3	3500								
4	3700	3300	400	400	400	160000	10.81081	1	1
5	4100	3500	600	1000	500	260000	12.72248	2	1
6	4500	3766.667	733.3333	1733.333	577.7778	352592.5	13.91375	3	1
7	5100	4100	1000	2733.333	683.3333	514444.4	15.33727	4	1
8	5500	4566.667	933.3335	3666.667	733.3334	585777.8	15.66376	5	1
9		5033.333							
CFE		3666.667							
MAD		733.3334							
MSE		585777.8							
MAPE		15.66376							
Trk. Signal			5						
R-sqaure			1						
			m=3						

8. Untuk menghitung dengan metode *Weight Moving Average* (WMA), pilih *Weight Moving Average* (WMA).

- *Number of periods to forecast* = 1 (jumlah periode yang akan diramalkan)
- *Number of periods in average* = 3 (pergerakannya)

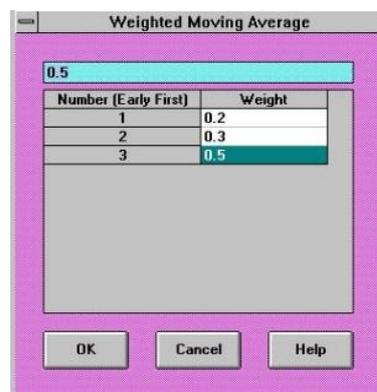
Klik *OK* untuk melanjutkan



9. Untuk memasukkan *weight* (beban) pilih *Enter Moving Average Weights* (urutkan *weight* berdasarkan yang terkecil terlebih dahulu).

- Periode 1 = 0.20
- Periode 2 = 0.30
- Periode 3 = 0.50

Klik *OK* untuk melanjutkan, tekan *OK* pada *form Forecasting Setup*



10. Hasil akhir dengan menggunakan MAD = 636.

Forecast Result for Taylor Swift									
09-17-2023 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	3100								
2	3300								
3	3500								
4	3700	3360	340	340	340	115600	9.189189	1	1
5	4100	3560	540	880	440	203600	11.17996	2	1
6	4500	3860	640	1520	506.6667	272266.7	12.19405	3	1
7	5100	4220	880	2400	600	397800	13.45926	4	1
8	5500	4720	780	3180	636	439920	13.60377	5	1
9		5180							
CFE				3180					
MAD					636				
MSE						439920			
MAPE							13.60377		
Trk.Signal								5	
R-sqaure									1
									m=3
									w(1)=0.2
									w(2)=0.3
									w(3)=0.5

11. Untuk menghitung dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, pilih *Single Exponential Smoothing (SES)*.

- *Number of periods to forecast* = 1 (jumlah periode yang akan diramalkan).
- *Smoothing constant alpha* = 0.85

Klik *OK* untuk melanjutkan

12. Hasil akhir *Single Exponential Smoothing* (SES) $MAD = 390,744$

Forecast Result for Taylor Swift									
09-17-2023 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	3100								
2	3300	3100	200	200	200	40000	6.060606	1	1
3	3500	3270	230	430	215	46450	6.316017	2	1
4	3700	3465.5	234.5	664.5	221.5	49296.75	6.32329	3	1
5	4100	3664.825	435.175	1099.675	274.9188	84316.89	7.395974	4	1
6	4500	4034.724	465.2764	1564.951	312.9903	110749.9	7.984674	5	1
7	5100	4430.208	669.7915	2234.743	372.4572	167061.7	8.842756	6	0.9024129
8	5500	4999.531	500.4688	2735.212	390.7445	178977	8.879424	7	0.9286489
9		5424.93							
CFE		2735.212							
MAD		390.7445							
MSE		178977							
MAPE		8.879424							
Trk. Signal		7							
R-sqaure		0.9286489							
		Alpha=0.85							
		F(0)=3100							

Soal Uji Kemampuan

1. Berikut adalah data penjualan tiket konser Coldplay 2023 :

Bulan	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT
Penjualan	3000	3100	3500	4000	4200	4500	4800	5400

Tentukanlah:

- Metode *Moving Average* (MA) 3 periode dan buat analisisnya!
 - Metode *Weight Moving Average* (WMA) 3 periode dimana $W_1 = 0,2$ dan $W_2 = 0,3$ dan $W_3 = 0,5$ buatlah analisisnya!
 - Metode *Exponential Smoothing* (ES) dengan $\alpha = 0,60$ dan buatlah analisisnya!
2. Berikut adalah data penjualan tiket konser BlackPink 2022:

Bulan	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN
Penjualan	2100	2500	3000	3500	4250	4750

Tentukanlah:

- Metode *Moving Average* (MA) 2 periode dan buat analisisnya!
- Metode *Weight Moving Average* (WMA) 2 periode dimana $W_1 = 0,4$ dan $W_2 = 0,6$ buatlah analisisnya!
- Metode *Exponential Smoothing* (ES) dengan $\beta = 0,30$ dan buatlah analisisnya!

3. Berikut adalah data penjualan tiket masuk Dufan 2023 :

Bulan	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL
Penjualan	2500	2800	3100	3300	3500	4000	4200

Tentukanlah:

- a. Metode *Moving Average* (MA) 3 periode dan buat analisisnya!
- b. Metode *Weight Moving Average* (WMA) 3 periode dimana $W_1 = 0,2$; $W_2 = 0,3$ dan $W_3 = 0.5$. Buatlah analisisnya!
- c. Metode *Exponensial Smoothing* (ES) dengan $\alpha = 0,80$ dan buatlah analisisnya!



Bab 3

ANALISIS JARINGAN

CPM TANPA PERCEPATAN



BAB III

ANALISIS JARINGAN CPM TANPA PERCEPATAN

Deskripsi modul

Critical Path Method merupakan suatu metode yang dirancang untuk mengoptimalkan biaya proyek dimana dapat ditentukan kapan pertukaran biaya dan waktu harus dilakukan untuk memenuhi jadwal penyelesaian proyek dengan biaya seminimal mungkin (T.Hani Handoko, 1993:40). *Critical Path Method* dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Critical Path Method* tanpa percepatan dan *Critical Path Method* dengan percepatan. Pada bab ini akan dijelaskan *Critical Path Method* tanpa percepatan.

Analisis jaringan merupakan suatu metode analisis yang mampu memberikan informasi kepada manajemen agar dapat melakukan perencanaan dan pengendalian suatu kegiatan produksi atau proyek yang akan dilaksanakan. Konsep *network* mula-mula disusun oleh sebuah perusahaan jasa konsultan manajemen Boaz, Allen, dan Hamilton yang disusun untuk perusahaan pesawat terbang Lockheed. Kebutuhan penyusunan *network* ini dirasa penting karena perlu adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan pabrik yang kompleks, saling berhubungan, dan saling tergantung satu sama lain. Analisis ini digunakan untuk mengendalikan kegiatan-kegiatan yang bersifat tidak rutin, atau terutama pada tipe proses produksi *intermitten* (produksi pesanan). Secara umum, dapat dikatakan bahwa analisis jaringan digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah-masalah yang timbul dari serangkaian pekerjaan.

Masalah-masalah yang dimaksud antara lain adalah :

- a. Waktu penyelesaian yang berbeda-beda dari serangkaian pekerjaan tersebut.
- b. Biaya yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan serangkaian kegiatan tersebut.
- c. Waktu menganggur yang terjadi di setiap pekerjaan.

Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan memahami:

- Membuat analisa tentang jalur kritis.
- Dapat menentukan durasi penyelesaian suatu pekerjaan.
- Membandingkan durasi total pekerjaan dengan waktu yang dibutuhkan.
- Menetapkan perkiraan waktu atau biaya untuk setiap aktivitas, yang berguna untuk menghemat waktu dalam pengerjaan proyek tersebut serta meminimalisasi biaya dalam pengerjaan proyek.
- Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

Isi

Pembelajaran : Menganalisis suatu proyek dengan menggunakan analisis jaringan.

Latihan 1 : Menghitung waktu penyelesaian suatu proyek.

Latihan Soal

ARTI PENTING ANALISIS JARINGAN CPM TANPA PERCEPATAN

Metode Jaringan:

Begitu banyak perusahaan yang menggunakan konsep *network* (jaringan) dalam perusahaannya sehingga menyebabkan banyak sekali muncul metode-metode *network* baru yang berkembang atas dasar kebutuhan masing-masing perusahaan dalam melaksanakan kegiatan usaha yang diterapkan oleh masing-masing perusahaan. Namun, nama yang paling umum digunakan adalah:

1. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT dikembangkan oleh Angkatan Laut Amerika dalam pengelolaan program peluru kendali Polaris yang dirancang untuk membantu *scheduling* (penjadwalan) agar perencanaan dan pengawasan semua kegiatan dapat dilakukan secara sistematis sehingga efisiensi kerja dapat tercapai.

2. CPM (*Critical Path Method*)

CPM mengusahakan optimalisasi biaya total (*Overhead and Activity Cost*) untuk jangka waktu penyelesaian yang bisa dicapai.

3.1 Keuntungan Analisis Jaringan

Beberapa contoh serangkaian pekerjaan yang dapat diselesaikan dengan analisis jaringan, antara lain:

- a. Serangkaian pekerjaan membangun jembatan;
- b. Serangkaian pekerjaan membangun gedung;
- c. Serangkaian pekerjaan produksi;
- d. Serangkaian pekerjaan mengganti mesin yang rusak, dll.

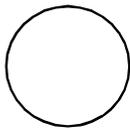
Dengan menggambarkan jaringan (*diagram network*) kegiatan proses produksi, pihak manajemen akan memperoleh manfaat, antara lain:

- a. Memperoleh logika ketergantungan atau logika kegiatan proses produksi.
- b. Dapat mengetahui bahaya akan keterlambatan dari proses produksi.
- c. Dapat diketahui kemungkinan perubahan jalur kegiatan produksi yang lebih baik atau lebih ekonomis.
- d. Dapat dipelajari kemungkinan percepatan dari salah satu atau beberapa jalur kegiatan.
- e. Dapat diketahui batas waktu penyelesaian keseluruhan proses produksi.

3.2 Simbol-simbol Jaringan

Beberapa simbol yang digunakan adalah:

—→ **Anak Panah**, menunjukkan sebuah kegiatan (*activity*) yang harus dilaksanakan dimana penyelesaian memerlukan waktu, biaya, dan fasilitas tertentu.



Lingkaran, menunjukkan peristiwa atau kejadian (*event*) baik atas dimulainya suatu kegiatan, maupun kejadian atas berakhirnya/selesaiannya suatu kegiatan.

----→ **Anak Panah Terputus**, menunjukkan kegiatan semu (*Dummy Activity*) atau garis semu.

3.2 Istilah-istilah Lain Dalam *Network*

1. **Earliest Start Time (ES)**, yaitu waktu paling awal (tercepat) untuk dapat memulai sesuatu kegiatan dengan waktu normal tanpa mengganggu kegiatan lain dan dengan memperhatikan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pekerjaan, dimana: $ES_{(n)} = EF_{(n-1)}$
2. **Earliest Finish Time (EF)**, yaitu waktu paling awal (tercepat) untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan dengan waktu normal tanpa mengganggu kegiatan yang lain, dimana: $EF_{(n)} = ES_{(n)} + ET_{(n)}$
3. **Latest Finish Time (LE)**, yaitu waktu paling lambat (akhir) untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan waktu normal tanpa mengganggu kelancaran kegiatan yang lain dan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan, dimana: $LF_{j} = EF_{i}$, bila yang dihitung adalah kegiatan akhir (*terminal event*) atau $LF_{j} = LS_{j-n}$, bila yang dihitung bukan *terminal event*.

4. ***Latest Start Time (LS)***, yaitu waktu paling lambat (akhir) untuk dapat memulaisuatu kegiatan dengan waktu normal tanpa mengganggu kelancaran kegiatan lain dan tanpa penundaan keseluruhan proyek, dimana:
- $$LS_{(n)} = LF_{(n-1)} + ET_{(n)}$$

Keterangan:

n = kegiatan ke-n atau kegiatan yang sedang dianalisis

n-1 = kegiatan terakhir sebelum kegiatan ke-n

3.3 Beberapa Hal yang Perlu Diperhatikan Dalam Analisis jaringan

1. Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus sudah diselesaikan.
2. Gambar anak panah hanya sekedar menunjukkan urutan-urutan di dalam mengerjakan pekerjaan. Panjang atau pendeknya anak panah dan arahnya tidak menunjukkan lama atau singkatnya, serta letak dari pekerjaan.
3. Lingkaran (*nodes*) yang menunjukkan kegiatan diberi nomor sedemikian rupa sehingga tidak terdapat lingkaran yang mempunyai nomor yang sama.
4. Dua buah kejadian (*event*) hanya dapat dihubungkan oleh satu kegiatan (anak panah).
5. *Network* (jaringan) hanya dimulai dari satu kejadian (*initial event*) dan diakhiri oleh satu kejadian akhir saja (*Terminal Event*).

Namun, seringkali suatu kasus jaringan dihadapkan pada kondisi dimana *point 4* dan *5* tidak dapat dihindari, sehingga untuk mengatasinya harus dibuatkan atau dibantu dengan sebuah aktivitas *DUMMY*.

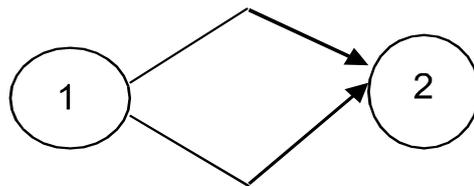
3.4 *Dummy Activities*

Dummy Activities atau kegiatan semu adalah kegiatan yang memakan waktu relatif sangat singkat dengan biaya serta fasilitas yang sedikit bila dibandingkan dengan kegiatan-kegiatan lainnya, sehingga kegiatan semu dianggap bukan sebagai kegiatan biasa. Sifat-sifat kegiatan semu, antara lain:

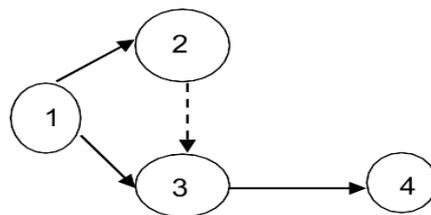
1. Waktu relatif sangat pendek dibandingkan dengan kegiatan lainnya, sehingga tidak memerlukan waktu.
2. Menentukan boleh tidaknya kegiatan selanjutnya dilakukan.
3. Dapat merubah jalur kritis dan waktu kritis.

Manfaat atau kegunaan kegiatan semu, antara lain:

1. Untuk menghindari dua kejadian dihubungkan lebih dari satu kegiatan.



Dengan adanya aktivitas *dummy* akan menjadi seperti



2. Apabila ada dua kegiatan pada awal atau akhir kejadian, maka diperlukan adanya penambahan suatu kegiatan semu pada suatu kegiatan lainnya.
3. Untuk menunjukkan urutan kejadian atau kejadian yang sebenarnya

3.5 Jalur Kritis (*CRITICAL PATH*)

Jalur kritis adalah jalur yang jumlah jangka waktu penyelesaian kegiatan-kegiatannya terbesar atau terlama dan menjadi waktu penyelesaian minimum yang diharapkan. Suatu jalur kritis bisa didapatkan dengan menambah waktu suatu aktivitas pada tiap urutan pekerjaan dan menetapkan jalur terpanjang pada tiap proyek. Biasanya, sebuah jalur kritis terdiri dari pekerjaan-pekerjaan yang tidak bisa ditunda waktu pengerjaannya.

Ciri-ciri jalur kritis:

- 1) Jalur yang memakan waktu terpanjang dalam suatu proses.
- 2) Jalur yang tidak memiliki tenggang waktu antar waktu selesainya suatu tahap kegiatan berikutnya.
- 3) Tidak adanya tenggang waktu tersebut yang merupakan sifat kritis dari jalur kritis tersebut.

Manfaat analisa jalur kritis:

- 1) Dapat diketahui rencana proyek secara terperinci sebelum proyek dijalankan.
- 2) Dapat diketahui berapa lama proses produksi memakan waktu.
- 3) Dari jalur kritis pihak manajemen dapat mengetahui kegiatan-kegiatan mana saja yang memerlukan pengendalian secara cermat.
- 4) Dari jalur yang bukan jalur kritis dapat diketahui besarnya *idle capacity* (kapasitas menganggur), yaitu dengan melihat besar *slack* dan *floatnya*.
- 5) *Slack* dan *float* merupakan perbedaan antara waktu paling cepat (*earliest time*) dengan waktu yang paling lambat (*latest time*). Jadi *slack* dan *float* merupakan perbedaan antara ES dan LS atau antara EF dan LF. Hanya saja istilah *slack* digunakan dalam jaringan yang disusun berdasarkan kejadian, sedangkan *float* digunakan dalam jaringan yang berdasarkan kegiatan.

CONTOH SOAL

1. Universitas Gunadarma berencana untuk melakukan perluasan bangunan dengan data sebagai berikut:

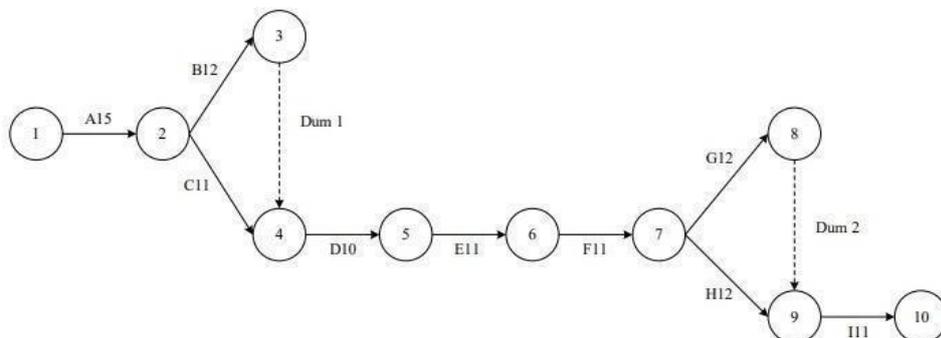
Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu (Dalam Bulan)
A	-	15
B	A	12
C	A	11
D	B,C	10
E	D	11
F	E	11
G	F	12
H	F	12
I	G,H	11

Carilah:

- Gambar Jaringan!
- Tentukan Jalur Kritisnya dan Waktu Penyelesaiannya!
- Analisis!

PENYELESAIAN

- a. Gambar Jaringan



b. Jalur Kritis dan Waktu Penyelesaiannya

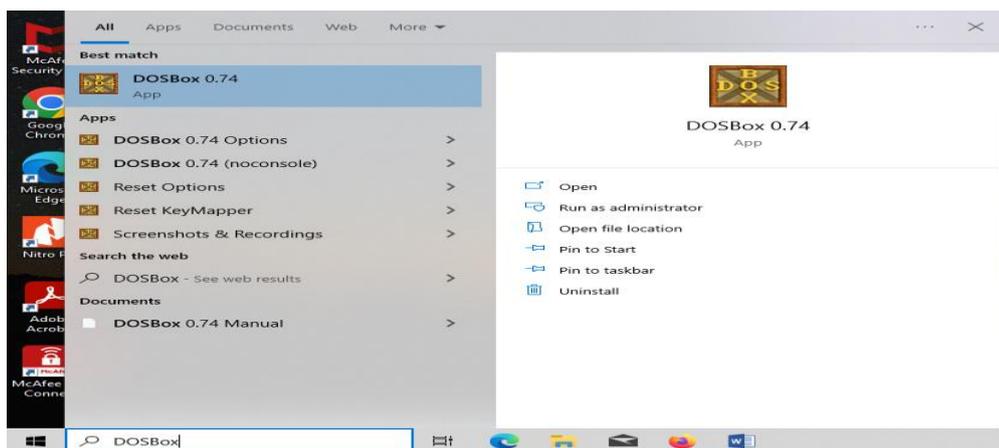
A-B-Dum1-D-E-F-G-Dum2-I	$15+12+0+10+11+11+12+0+11= 82$
A-B-Dum1-D-E-F-H-I	$15+12+0+10+11+11+12+11= 82$
A-C-D-E-F-G-Dum2-I	$15+11+10+11+11+12+0+11= 81$
A-C-D-E-F-H-I	$15+11+10+11+11+12+11= 81$

c. Analisis

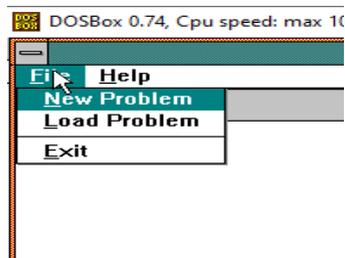
Jadi, dari penyelesaian di atas dapat diketahui bahwa ditemukan dua hasil perhitungan yang memiliki hasil yang sama pada waktu penyelesaiannya yaitu 82. Dengan melalui jalur kritis A-B-Dum1-D-E-F-G-Dum2-I atau A-B-Dum1-D-E-F-H-I.

Aplikasi Program DOSBox

1. Buka *software* DOSBox, START -> Ketik DOSBox pada kolom *search* -> *Klik kiri untuk membuka software DOSBox*

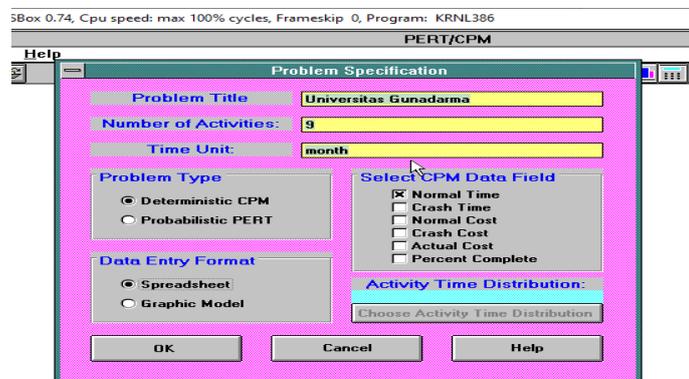


2. Kemudian pilih PERT/CPM Untuk memulai perhitungan, pilih *File* -> *New Problem*



3. Untuk melakukan perhitungan, ikuti langkah berikut:
 - Masukkan *Problem Title* (isikan nama perusahaan)
 - *Number of activities* = 9 (banyaknya aktivitas)
 - *Time unit* (satuan waktu) = *month*

Pilih hanya *Normal Time* nya saja pada bagian *Select CPM Data Field*.Klik *OK*.



4. *Input data kegiatan sesuai dengan soal*

x 100% cycles, Frameskip 0, Program: KRNL386

PERT/CPM

Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

Universitas Gunadarma

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		15
2	B	A	12
3	C	A	11
4	D	B,C	10
5	E	D	11
6	F	E	11
7	G	F	12
8	H	F	12
9	I	G,H	11

5. Untuk mendapatkan hasil, pilih menu *Solve and Analyze -> Solve Critical Path*

Cpu speed: max 100% cycles, Frameskip 0, Program: KRNL386

PERT/CPM

Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

Solve Critical Path

Solve Critical Path Using Crash Time

Perform Crashing Analysis

Perform Probability Analysis

Perform Simulation

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		15
2	B	A	12
3	C	A	11
4	D	B,C	10
5	E	D	11
6	F	E	11
7	G	F	12
8	H	F	12
9	I	G,H	11

6. Hasil akhir *Critical Path* (lihat pada *On Critical Path : Yes*) Jalur kritis: A-B-Dummy1-D-E-F-G-Dummy2-I dan A-B-Dummy1-D-E-F-H-I. Waktu penyelesaian : 82 Bulan

Cpu speed: max 100% cycles, Frameskip 0, Program: KRNL386

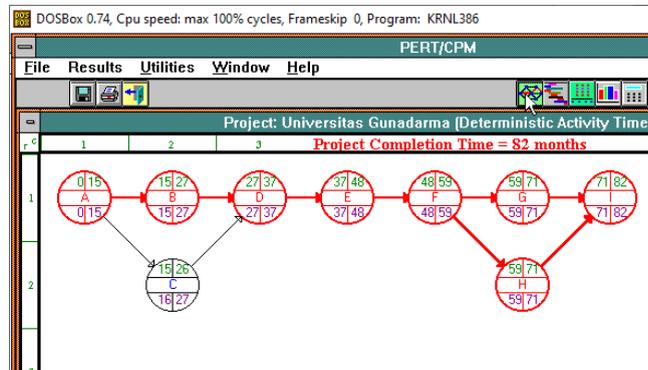
PERT/CPM

Results Utilities Window Help

Activity Analysis for Universitas Gunadarma

Activity Number	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	15	0	15	0	15	0
2	B	Yes	12	15	27	15	27	0
3	C	no	11	15	26	16	27	1
4	D	Yes	10	27	37	27	37	0
5	E	Yes	11	37	48	37	48	0
6	F	Yes	11	48	59	48	59	0
7	G	Yes	12	59	71	59	71	0
8	H	Yes	12	59	71	59	71	0
9	I	Yes	11	71	82	71	82	0
Project Completion Time				=	82	months		
Number of Critical Path(s)				=	2			

7. Gambar jalur kritis (jalur kritis yang berwarna merah)



Soal Uji Kemampuan

1. PT. MarkLee berencana membuat jalan penghubung antar gudang dengan kantor administrasi, dengan data sebagai berikut:

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu (Dalam Bulan)
A	-	10
B	A	12
C	B	7
D	B	9
E	C,D	11
F	E	13
G	F	11
H	G	10
I	G	10
J	H,I	8
K	J	8
L	K	13

Tentukanlah:

- Gambar Jaringannya!
- Tentukan Jalur Kritisnya dan Waktu Penyelesaiannya!
- Buatlah analisisnya!

2. PT. NANA berencana untuk melakukan perluasan bangunan dengan data sebagai berikut:

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu (Dalam Bulan)
A	-	8
B	A	7
C	A	13
D	A	9
E	B,C,D	11
F	E	7
G	F	8
H	G	13
I	G	13
J	H,I	6

Tentukanlah:

- Gambar Jaringannya!
- Tentukan Jalur Kritisnya dan Waktu Penyelesaiannya!
- Buatlah Analisisnya

3. Pemerintah berencana membuat LRT yang menghubungkan antara Stasiun Pulomas dengan Stasiun Velodrome, dengan data sebagai berikut:

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu (Dalam Bulan)
A	-	10
B	A	13
C	A	8
D	C	6
E	C	11
F	D,E	7
G	F	10
H	F	10
I	G,H	5
J	B	12
K	I,J	5

Tentukanlah:

- Gambar Jaringan!
- Tentukan Jalur Kritisnya dan Waktu Penyelesaiannya!
- Buatlah analisisnya!



Bab 4

ANALISIS JARINGAN CPM DENGAN PERCEPATAN



BAB IV

CPM (*CRITICAL PATH METHOD*) DENGAN PERCEPATAN

Deskripsi Modul

Analisis jaringan CPM (*Critical Path Method*) dengan percepatan merupakan salah satu materi yang ada dalam Manajemen Operasional. Analisis jaringan merupakan suatu metode analisis yang mampu memberikan informasi kepada manajemen agar dapat melakukan perencanaan dan pengendalian suatu kegiatan produksi atau proyek yang akan dilaksanakan. Pada pembahasan modul ini kita memakai metode CPM (*Critical Path Method*), metode ini mampu melakukan analisis terhadap sumber daya yang dipakai dalam proyek (biaya) agar jadwal yang dihasilkan akan lebih optimal dan ekonomis. Lalu jika kita ingin mempercepat proses pengerjaan suatu proyek, apa yang harus kita lakukan?

Tujuan Modul

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan memahami:

1. Proses perencanaan dan pelaksanaan suatu proyek.
2. Sistem kerja dari keseluruhan proses proyek yang dilakukan.
3. Pengidentifikasian dana tambahan yang diperlukan jika proyek tersebut pengerjaannya dipercepat.

Isi

Pembelajaran : Menganalisis suatu proyek jika pengerjaannya dipercepat.

Latihan 1 : Menghitung biaya tambahan yang diperlukan.

Arti Penting Analisis Jaringan CPM dengan Percepatan

Dalam suatu proyek yang dikehendaki selesai dalam jangka waktu yang telah ditentukan, dapat dilakukan percepatan durasi kegiatan dengan konsekuensi akan terjadi peningkatan biaya. Percepatan durasi pelaksanaan proyek dengan biaya serendah mungkin dinamakan *Crashing Project*. Pada CPM, untuk mempercepat waktu pengerjaan proyek maka diadakan percepatan durasi kegiatan pada jalur-jalur kritis, dengan syarat bahwa pengurangan waktu tidak akan menimbulkan jalur kritis baru. Salah satu cara untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek di antaranya dengan menambah waktu kerja dengan tenaga yang tersedia (kerja lembur). Penambahan jam kerja bisa dilakukan sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Dengan adanya penambahan jam kerja, maka akan mengurangi produktivitas tenaga kerja, hal ini disebabkan karena adanya faktor kelelahan oleh para pekerja.

4.1 Informasi yang dibutuhkan

1. Waktu Normal

Adalah waktu yang diperlukan bagi sebuah proyek untuk melakukan rangkaian kegiatan sampai selesai tanpa ada pertimbangan terhadap penggunaan sumber daya.

2. Biaya Normal

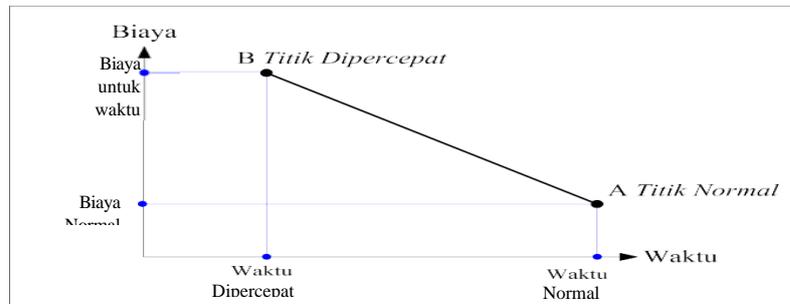
Adalah biaya langsung yang dikeluarkan selama penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek sesuai dengan waktu normalnya.

3. Waktu Dipercepat

Waktu dipercepat atau lebih dikenal dengan *Crash Time* adalah waktu paling singkat untuk menyelesaikan seluruh kegiatan yang secara teknis pelaksanaannya masih mungkin dilakukan. Dalam hal ini penggunaan sumber daya bukan hambatan.

4. Biaya untuk Waktu Dipercepat

Atau *Crash Cost* merupakan biaya langsung yang dikeluarkan untuk menyelesaikan kegiatan dengan waktu yang dipercepat.



Gambar 4.1 Hubungan antara waktu dan biaya pada keadaan normal dan percepatan.

4.2 Biaya yang diperhitungkan

Dalam pengerjaan analisis metode CPM dengan percepatan ada biaya-biaya yang harus diperhitungkan antara lain:

1. Biaya Kegunaan (*Utility Cost*) atau *Opportunity Cost*, yaitu biaya-biaya yang berhubungan dengan waktu penyelesaian proyek berupa laba potensial yang bisa diperoleh seandainya proyek bisa diselesaikan lebih cepat dan kerugian potensial seandainya terjadi penundaan.
2. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*), yaitu Biaya *Overhead* Pabrik (BOP), sewa peralatan, gaji manajer yang naik, asuransi kekayaan, dan biaya bunga yang naik dengan mundurnya penyelesaian proyek.

Biaya tambahan setiap kegiatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Biaya Tambahan} = \frac{\text{Biaya Percepatan} - \text{Biaya Normal}}{\text{Waktu Normal} - \text{Waktu Percepatan}}$$

Biaya percepatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Biaya Percepatan} = \text{Biaya Normal} + \{\text{Biaya Tambahan}(\text{Waktu Normal} - \text{Waktu Percepatan})\}$$

Beberapa langkah pengerjaan metode CPM dengan percepatan:

1. Membuat gambar jaringan dari setiap kegiatan yang dilakukan.
2. Membuat jalur kritis dari gambar jaringan tersebut guna mencari waktu terpanjang dari kegiatan tersebut.
3. Mencari biaya tambahan yang diperlukan jika mempercepat proses pengerjaannya.

CONTOH SOAL

Tn. Gerrard sedang melakukan pembangunan stadion sepak bola, datanya.

Sebagai berikut:

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu Normal	Waktu Percepatan	Biaya Normal	Biaya Percepatan
A	-	10	5	1.200	1.400
B	A	12	6	1.400	1.600
C	A	8	4	1.000	1.200
D	A	10	5	1.200	1.400
E	B	14	7	1.600	1.800
F	C	12	6	1.400	1.600
G	C,D	16	8	1.800	2.000
H	F,G	18	9	2.000	2.200
I	F,G	14	7	1.600	1.800
J	H,I	18	9	2.000	2.200
K	E,J	20	10	2.200	2.400

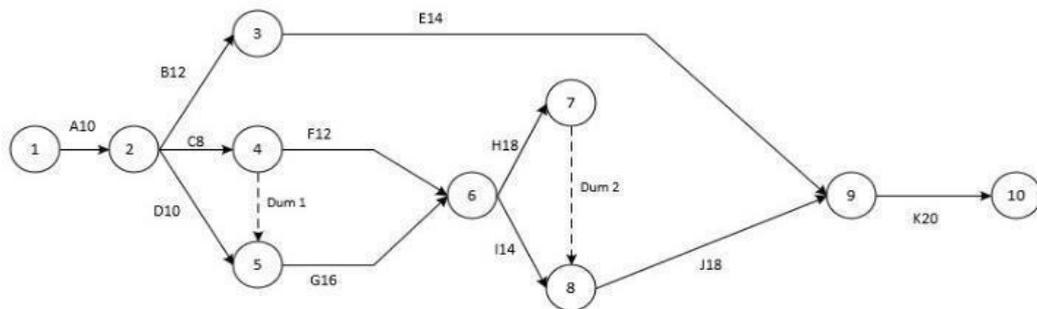
Dari data di atas maka tentukanlah:

- Buatlah Gambar Jaringan!
- Buat Jalur Kritisnya!
- Jika Tn. Gerrard ingin mempercepat pembangunan stadion sepak bola selama 10 bulan, maka berapa biaya tambahan yang diperlukan?
- Buatlah analisisnya!

PENYELESAIAN

Langkah 1:

Menggambar jaringan dari proses kegiatan Tn. Gerrard.



Langkah 2:

Menentukan jalur kritis dari jaringan tersebut seperti berikut:

A-B-E-K	$10+12+14+20$	= 56
A-C-F-H-DUM2-J-K	$10+8+12+18+0+18+20$	= 86
A-C-DUM1-G-H-DUM2-J-K	$10+8+0+16+18+0+18+20$	= 90
A-C-DUM1-G-I-J-K	$10+8+0+16+14+18+20$	= 86
A-C-F-I-J-K	$10+8+12+14+18+20$	= 82
A-D-G-H-DUM2-J-K	$10+10+16+18+0+18+20$	= 92
A-D-G-I-J-K	$10+10+16+14+18+20$	= 80

Jadi, dari penyelesaian di atas dapat diketahui bahwa waktu penyelesaian yang diperlukan oleh Tn. Gerrard untuk pembangunan stadion sepak bola yaitu 92 bulan. Dengan melalui jalur kritis A-D-G-H-DUM2-J-K

Biaya Normal Jalur Kritis

$$\begin{aligned}
 &= A-D-G-H-DUM2-J-K. \\
 &= (10*1.200) + (10*1.200) + (16*1.800) + (18*2.000) + (0*0) + (18*2.000) + \\
 &\quad (20*2.200) \\
 &= 12.000+12.000+28.800+36.000+0+36.000+44.000 = 168.800
 \end{aligned}$$

Langkah 3:

Menghitung berapa besar biaya tambahan yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan stadion sepak bola. Akan tetapi pada soal di atas, besar biaya tambahannya belum diketahui, maka kita cari terlebih dahulu besar biaya tambahannya, setelah itu baru menghitung biaya tambahan percepatannya.

Kegiatan	Biaya Tambahan
A	40
B	33,33
C	50
D	40
E	28,57
F	33,33
G	25
H	22,22
I	28,57
J	22,22
K	20

Biaya Tambahan (10 Bulan percepatan)

A	= 5 X 40	= 200	
D	= 5 X 40	= 200	
G	= 8 X 25	= 200	DUM2 = 0 X 0 = 0
H	= 9 X 22,22	= 199,98	K = 10 X 20 = <u>200</u> +
DUM2	= 0 X 0	= 0	200
J	= 9 X 22,22	= 199,98	
K	= 10 X 20	= 200	

Langkah 4:

Menganalisa berapa besar biaya tambahan yang diperlukan dalam mempercepat proses pengerjaan proyek tersebut.

- Lamanya Waktu = 92 bulan
- Biaya Secara Normal = 17.400

Jika dipercepat 10 bulan maka:

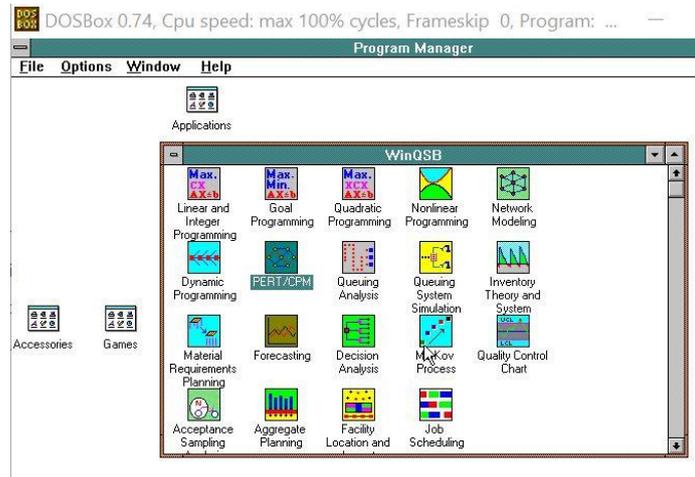
- Waktu Pengerjaan = 92 bulan – 10 bulan = 82 bulan
- Biaya Dipercepat = 17.400 + 200 = 17.600

Langkah 5:

Kesimpulannya yaitu jika Tn. Gerrard ingin mempercepat pembangunan stadion sepak bola selama 10 bulan, maka diperlukan biaya tambahan sebesar 200. Dengan jalur kritis A-D-G-H-DUM2-J-K.

Aplikasi: Metode CPM dengan Percepatan menggunakan *software* WINQSB

1. Buka *software* WinQSB, START => All Programs => WinQSB, pilih PERT_CPM.



2. Untuk memulai perhitungan pilih *File* => *New Problem*.



3. Untuk melakukan perhitungan:

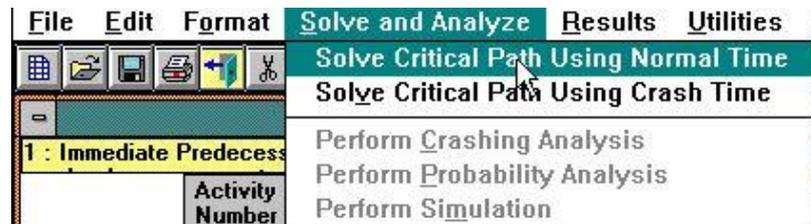
- *Problem title* (isikan dengan nama anda)
- *Number of Activities* = 11
- *Time Unit* (satuan waktu) = *month*
- Pilih *Normal Time*, *Crash Time*, *Normal Cost* dan *Actual Cost*

Klik *ok* untuk melanjutkan

4. Masukkan data sesuai dengan yang ada pada soal.

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Actual Cost
1	A		10	5	1200	1400
2	B	A	12	6	1400	1600
3	C	A	8	4	1000	1200
4	D	A	10	5	1200	1400
5	E	B	14	7	1600	1800
6	F	C	12	6	1400	1600
7	G	C,D	16	8	1800	2000
8	H	F,G	18	9	2000	2200
9	I	F,G	14	7	1600	1800
10	J	H,I	18	9	2000	2200
11	K	E,J	20	10	2200	2400

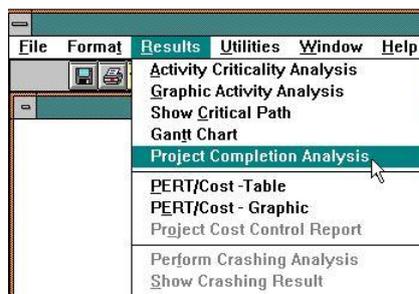
- Pilih *Solve and Analyze* => *Solve Critical Path Using Normal Time* untuk menghitung.



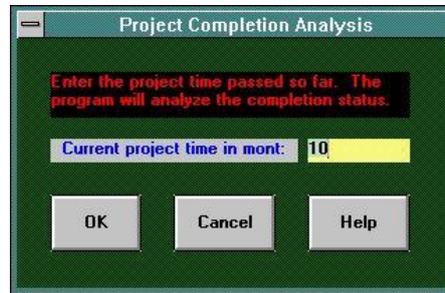
- Hasil akhir *Critical Path* (lihat pada *On Critical Path: Yes*). Jalur kritis: A-D G-H-J-K.
 - Waktu penyelesaian: 92 months.
 - Biaya secara normal: 17.400.

Activity Analysis for Tn. Gerrard (Using Normal Time)								
09-15-2023 12:24:42	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	10	0	10	0	10	0
2	B	no	12	10	22	46	58	36
3	C	no	8	10	18	12	20	2
4	D	Yes	10	10	20	10	20	0
5	E	no	14	22	36	58	72	36
6	F	no	12	18	30	24	36	6
7	G	Yes	16	20	36	20	36	0
8	H	Yes	18	36	54	36	54	0
9	I	no	14	36	50	40	54	4
10	J	Yes	18	54	72	54	72	0
11	K	Yes	20	72	92	72	92	0
	Project Completion Time	=	92	monts				
	Total Cost of Project	=	\$17,400	(Cost on CP =	\$10,400)			
	Number of Critical Path(s)	=	1					

- Untuk menghitung biaya tambahan dengan 10 bulan percepatan. Pilih menu *Results* => *Project Completion Analysis*.



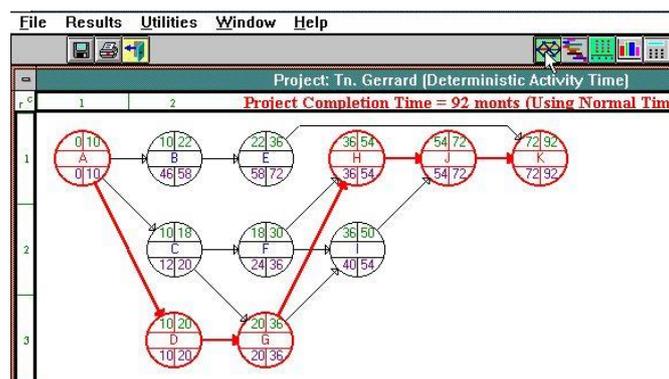
8. *Input* 10 bulan percepatan.



9. Hasil akhir.

09-15-2023 12:29:02	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Latest Start	Latest Finish	Planned % Completion
1	A	Yes	10	0	10	100
2	B	no	12	46	58	0
3	C	no	8	12	20	0
4	D	Yes	10	10	20	0
5	E	no	14	58	72	0
6	F	no	12	24	36	0
7	G	Yes	16	20	36	0
8	H	Yes	18	36	54	0
9	I	no	14	40	54	0
10	J	Yes	18	54	72	0
11	K	Yes	20	72	92	0
	Overall Project:			0	92	10.8696

10. Gambar jalur kritis (jalur kritis berwarna merah).



Note

Waktu pengerjaan dan biaya dipercepat belum diketahui cara menampilkannya di *software*, jadi hitung manual saja.

Ujian Kemampuan

1. PT.INDRIYANTI sedang melakukan pembangunan cabang perusahaan baru di daerah Jakarta, datanya sebagai berikut:

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu Normal	Waktu Percepatan	Biaya Normal	Biaya Percepatan
A	-	12	10	3.500	4.000
B	A	8	6	1.200	1.300
C	A	4	3	600	1.000
D	A	3	2	500	750
E	B,C,D	12	11	1.800	2.100
F	E	18	15	2.200	2.600
G	E	5	4	750	1.000
H	F	8	6	1.200	1.300
I	G	4	2	650	750
J	H	6	4	900	1.000
K	I,J	8	6	1.200	1.300

Dari data diatas maka tentukanlah:

- Buatlah gambar jaringannya!
- Buatlah jalur kritisnya!
- Jika PT.INDRIYANTI ingin mempercepat pembangunan Gedung selama 12 bulan, maka berapa biaya tambahan yang diperlukan?
- Buatlah analisisnya!

2. Tn. Qadafi sedang melakukan pembangunan stadion bulu tangkis, datanya sebagai berikut :

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu Normal	Waktu Percepatan	Biaya Normal	Biaya Percepatan
A	-	10	8	2.000	3.000
B	-	8	6	1.600	1.900
C	A,B	4	3	800	950
D	C	6	5	1.200	1.300
E	C	12	10	2.400	2.500
F	C	16	12	3.200	3.600
G	E	5	4	1.000	1.200
H	D,G	8	6	1.600	1.900
I	H,F	4	3	800	950
J	H,F	6	5	1.200	1.300
K	I,J	8	6	1.600	1.900

Dari data diatas maka tentukanlah:

- Buatlah gambar jaringannya!
- Buatlah jalur kritisnya!
- Jika Tn. Qadafi ingin mempercepat pembangunan Stadion bulu tangkis selama 15 bulan, maka berapa biaya tambahan yang diperlukan?
- Buatlah analisisnya

3. PT. RADIT sedang melakukan pembangunan perumahan, datanya sebagai berikut :

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu Normal	Waktu Percepatan	Biaya Normal	Biaya Percepatan
A	-	4	2	1.400	1.500
B	-	7	6	2.400	2.700
C	A,B	6	4	2.200	2.300
D	C	7	6	2.400	2.700
E	C	9	8	1.800	2.800
F	C	5	3	2.000	2.150
G	D	5	3	2.000	2.150
H	E	8	6	2.600	2.700
I	F	4	2	1.400	1.500
J	G,H,I	7	6	2.400	2.700

Dari data diatas maka tentukanlah:

- a. Buatlah gambar jaringannya!
- b. Buatlah jalur kritisnya!
- c. Jika PT. RADIT ingin mempercepat pembangunan perumahan selama 18 bulan, maka berapa biaya tambahan yang diperlukan?
- d. Buatlah analisisnya!

Pada bab 1, kita akan membahas mengenai *MANUFACTURING RESOURCE PLANNING* atau yang biasa disebut MRP. MRP adalah suatu teknik yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian *item* barang (komponen) yang tergantung (*dependent*) pada *item* ditingkat (*level*) yang lebih tinggi. MRP sendiri digunakan untuk membantu perusahaan dalam mengatasi kebutuhan komponen minimum dari komponen yang kebutuhannya dependen serta menjamin tercapainya produksi akhir.

Lalu pada bab 2, kita akan membahas *FORECASTING*. Peramalan dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Metode peramalan akan membantu dalam mengadakan pendekatan analisa terhadap tingkah laku atau pola dari data yang lalu, sehingga dapat memberikan cara pemikiran, pengerjaan dan pemecahan yang sistematis dan pragmatis, serta memberikan tingkat keyakinan yang lebih besar atas ketepatan hasil ramalan yang dibuat.

Pada bab 3 dan bab 4 kita akan mempelajari ANALISIS JARINGAN CPM TANPA PERCEPATAN dan ANALISIS JARINGAN CPM DENGAN PERCEPATAN. Kedua bab ini adalah metode yang dirancang untuk mengoptimalkan biaya proyek dimana dapat ditentukan kapan pertukaran biaya dan waktu harus dilakukan untuk memenuhi jadwal penyelesaian proyek dengan biaya seminimal mungkin (*T.Hani Handoko, 1993:40*).

Dalam Modul Manajemen Operasional yang dipelajari, akan dijelaskan bagaimana cara melakukan penyelesaian kasus yang dapat praktikan kerjakan melalui *software*. *Software* yang digunakan dalam modul ini ialah WINQSB.