



Laboratorium Statistik Industri dan Optimasi Industri



Modul
Praktikum

OPTIMASI
INDUSTRI 2016

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri

UPN "Veteran"
Jawa Timur

PANDUAN PRAKTIKUM OPTIMASI INDUSTRI

Kepala Laboratorium

Ir. Handoyo, MT

NIP. 19570209 198503 1 003

Asisten Laboratorium

- Deddy Prasetyo (Koordinator Asisten)
1332010099
- Muhammad Irza Firmansyah (Wakil Koor. Asisten)
1332010063
- Rika Ayuni Nadhilah (Sekretaris)
1332010160
- Kusnul Yanwari (Bendahara)
1332010214
- Nadhif Amrijal (Koordinator HSM)
1332010050
- Rifqi Alie Ahda (HSM)
1332010079
- Sandra Dhea Marsha Chikita (Koordinator HRD)
1332010205

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL
“VETERAN”
JAWA TIMUR
2016**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami oanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyusun Buku Panduan Praktikum Optimasi Industri ini dengan baik.

Buku Panduan Praktikum Optimasi Industri ini terdiri dari delapan materi yaitu *Linear and Integer Programming*, *Transportation and Transshipment*, *Dynamic Programming*, *Project Evaluation Review Technique (PERT)*, *Project Scheduling Critical Path Method (CPM)*, *Queuing Theory* (Teori Antrian), *Markov Chain* (Rantai Markov), *Time Series Forecasting* (Peramalan *Time Series*), *Inventory Theory* (Teori Persediaan).

Tim penyusun mengucapkan terima kasih sepada semua pihak yang telah membantu memberikan masukan bagi perbaikan Buku Panduan Praktikum Optimasi Industri. Kami menyadari bahwa buku panduan praktikum ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami selalu terbuka atas kritik dan saran yang bersifat membangun.

Surabaya, Juli 2016

Tim Penyusun

TATA TERTIB

PRAKTIKUM OPTIMASI INDUSTRI

Dalam meningkatkan kedisiplinan pada Praktikum Optimasi Industri, maka praktikan harap mematuhi tata tertib yang berlaku antara lain:

1. Para praktikan harap datang tepat waktu dengan toleransi 5 menit dari jadwal praktikum yang telah ditetapkan.
2. Para praktikan tidak diperbolehkan memakai T-Shirt (kaos oblong) ataupun celana robek, harus berpakaian sopan, bersepatu dan melepas jaket selama kegiatan praktikum berjalan.
3. Para praktikan tidak diperkenankan menggunakan handphone dan wajib menonaktifkan handphone agar tidak mengganggu jalannya praktikum.
4. Tes awal dilakukan tepat waktu sesuai jadwal praktikum selama 10 menit. Jika praktikan terlambat lebih dari 5 menit setelah tes awal, maka praktikan tidak diperkenankan mengikuti tes awal.
5. Saat praktikan bimbingan, ada nilai kehadiran dan saat ACC akan dilakukan tanya jawab dari Asisten Laboratorium masing-masing mengenai modul yang dikerjakan dan akan diberikan nilai tentang sejauh mana pemahaman mengenai modul tersebut.
6. Jika berhalangan hadir saat bimbingan, ACC atau revisi, maka praktikan harus berkoordinasi dengan Asisten Laboratorium masing-masing.
7. Bimbingan dilakukan paling lambat H+1 praktikum.
8. Revisi laporan modul dilakukan paling lambat H+2 praktikum jam 15.00 WIB (waktu Lab) sesuai dengan koordinasi Asisten Laboratorium masing-masing.
9. Laporan modul dikumpulkan paling lambat H+3 praktikum jam 15.00 WIB (waktu Lab) di laboratorium, dan tidak diperkenankan menitipkan laporan ke Asisten Laboratorium.
10. Praktikan yang tidak mengikuti praktikum harus ada alasan yang jelas dan surat resmi (seperti sakit dengan surat dokter).
11. Para praktikan tidak diperbolehkan mengikuti ujian global apabila telah 3 kali tidak mengikuti praktikum (absen).

12. Nilai akhir praktikum yang didapatkan praktikan berdasarkan:

Tupen = 10%

Laporan Resmi = 20%

Tes Awal = 10%

Ujian Global = 30%

Tugas Besar = 20%

Keaktifan = 10%

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
KATA PENGANTAR	iii
TATA TERTIB PRAKTIKUM OPTIMASI INDUSTRI	iv
DAFTAR ISI	vi
MODUL 1 <i>Linear and Integer Programming</i>	
1.1 Tujuan Praktikum	1
1.2 Landasan Teori	1
1.3 Tugas Praktikum.....	3
1.4 Tugas Pendahuluan.....	4
MODUL 2 <i>Dynamic Programming</i>	
2.1 Tujuan Praktikum	5
2.2 Landasan Teori	5
2.3 Tugas Praktikum.....	7
2.4 Tugas Pendahuluan.....	8
MODUL 3 <i>Markov Chain (Rantai Markov)</i>	
3.1 Tujuan Praktikum	9
3.2 Landasan Teori	9
3.3 Tugas Praktikum.....	11
3.4 Tugas Pendahuluan.....	11
MODUL 4 <i>Queuing Theory (Teori Antrian)</i>	
4.1 Tujuan Praktikum	12
4.2 Landasan Teori	12
4.3 Tugas Praktikum.....	15
4.4 Tugas Pendahuluan.....	16
MODUL 5 <i>Transportation and Transshipment</i>	
5.1 Tujuan Praktikum	17
5.2 Landasan Teori	17
5.3 Tugas Praktikum.....	18
5.4 Tugas Pendahuluan.....	18

MODUL 6	<i>Inventory Theory (Teori Persediaan)</i>	
6.1	Tujuan Praktikum	20
6.2	Landasan Teori	20
6.3	Tugas Praktikum.....	23
6.4	Tugas Pendahuluan.....	23
MODUL 7	<i>Project Evaluation Review Technique (PERT) and Project Scheduling Critical Path Method (CPM)</i>	
7.1	Tujuan Praktikum	24
7.2	Landasan Teori	24
7.3	Tugas Praktikum.....	28
7.4	Tugas Pendahuluan.....	29
MODUL 8	<i>Time Series Forecasting (Peramalan Time Series)</i>	
8.1	Tujuan Praktikum	31
8.2	Landasan Teori	31
8.3	Tugas Praktikum.....	33
8.4	Tugas Pendahuluan.....	34
DAFTAR PUSTAKA		

MODUL **1** LINEAR AND INTEGER PROGRAMMING

1.1 Tujuan Praktikum

- a. Diharapkan mahasiswa dapat mengenal *linear and integer programming* sebagai alat pengambilan keputusan.
- b. Memahami bagaimana memformulasikan permasalahan yang terdapat dalam dunia nyata, dimana nilai tersebut merupakan pecahan (*linear*).
- c. Memahami bagaimana memformulasikan permasalahan yang terdapat dalam dunia nyata, dimana nilai tersebut memiliki nilai *integer* (bulat).

1.2 Landasan Teori

A. WinQSB

WinQSB adalah pengembangan dari program QSB (*Quantitative System for Business*) yang dirancang untuk memecahkan masalah-masalah kuantitatif di bidang manajemen. Keunggulan dari Program WinQSB adalah WinQSB sudah berbasis Windows dan memiliki 19 modul terpisah, namun semuanya memiliki cara penggunaan yang kurang lebih sama.

WinQSB adalah sistem interaktif untuk membantu pengambilan keputusan yang berisi alat yang berguna untuk memecahkan berbagai jenis masalah dalam bidang riset operasi. Sistem ini terdiri dari modul-modul yang berbeda, satu untuk setiap model jenis atau masalah. WinQSB menggunakan mekanisme tampilan candela seperti Windows, yaitu jendela, *menu*, *toolbar*, dll. Oleh karena itu pengelolaan program serupa dengan yang lain menggunakan lingkungan Windows.

Dengan mengakses salah satu modul membuka jendela di mana kita harus memilih antara menciptakan masalah baru (*File> New Problem*) atau membaca satu sudah dibuat (*File> Load Problem*). File ekstensi untuk menempatkan model program. secara *default*, oleh karena itu kita hanya perlu khawatir tentang nama, yang tidak boleh melebihi 8 karakter.

B. Linear Programming

Model matematis perumusan masalah umum pengalokasian sumber daya untuk berbagai kegiatan, disebut sebagai model *Linear Programming* (L.P). Model *linear programming* ini merupakan bentuk dan susunan dari dalam menyajikan masalah-masalah yang akan dipecahkan dengan teknik linear programming. Dalam model linear programming dikenal dua macam fungsi yaitu fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi-fungsi batasan (*constraint functions*).

Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan atau sasaran di dalam permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya untuk memperoleh keuntungan maksimal dan biaya minimal. Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z. Sedangkan fungsi batasan merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

Ada tiga langkah utama dalam merumuskan model pemrograman linier yaitu :

1. Tentukan variabel yang ingin diketahui atau variabel keputusan dan gambarkan dalam simbol-simbol aljabar.
2. Tentukan semua keterbatasan atau kendala dan gambarkan dalam bentuk persamaan linier atau ketidaksamaan dari variabel keputusan tadi.
3. Tentukan tujuan atau kriteria dan gambarkan sebagai suatu fungsi linier dari variabel keputusan yang akan berbentuk maksimasi atau minimasi.

Metode simpleks merupakan suatu cara yang lazim dipakai untuk menentukan kombinasi optimal dari tiga variabel atau lebih. Pada masa sekarang masalah-masalah *linear programming* yang melibatkan banyak variabel-variabel keputusan dapat dengan cepat dipecahkan dengan bantuan komputer. Bila variabel keputusan yang dikandung tidak terlalu banyak, masalah tersebut dapat diselesaikan dengan suatu algoritma yang biasanya sering disebut metode tabel simpleks. Disebut demikian karena kombinasi variabel keputusan yang optimal dicari dengan menggunakan tabel-tabel.

C. *Integer Programming*

Program bilangan bulat atau *Integer Programming* (IP) adalah suatu kasus khusus dari program linier dimana semua (atau beberapa) variabel dibatasi sebagai bilangan bulat tak negatif. Bentuk ini muncul karena dalam kenyataannya tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan. Misalnya, jika variabel keputusan berkaitan dengan jumlah produk TV yang harus diproduksi, maka jawaban $13/2$ TV adalah tidak mungkin diambil sebagai keputusan yang nyata, sehingga harus ditentukan akan memproduksi 6 TV atau 7 TV. Tetapi, tidak akan bisa menjamin bahwa pemecahan yang dibulatkan itu akan memenuhi batasan-batasan. Dalam teori pemrograman linier, pemecahan yang dibulatkan dalam kasus ini tidak layak, karena pemecahan itu menyiratkan bahwa basis yang sama dapat menghasilkan dua pemecahan yang berbeda.

Ketidaklayakan dari pembulatan dapat diterima, bila variabel-variabel dari masalah-masalah tersebut tidak pasti. Tetapi, terdapat batasan persamaan tertentu dalam masalah *integer* dimana variabel-variabelnya adalah pasti. Batasan $X_1 + X_2 + \dots + X_n = 1$, dimana $X_j \in (0,1)$ untuk semua j , adalah salah satu contohnya. Dalam kondisi seperti ini, pembulatan tidak dapat dipergunakan dan penyelesaian yang pasti menjadi sangat penting.

Kalau semua variabel keputusan dari suatu persoalan program linier harus berharga *integer* (bilangan bulat) maka persoalan tersebut disebut sebagai persoalan program bilangan cacah murni.

1.3 Tugas Praktikum

Barokah Meubel merupakan sebuah *home* industri yang membuat berbagai macam jenis meubel. Jenis meubel yang dihasilkan yaitu lemari dan tempat tidur. Setiap bulan, untuk memproduksi sebuah lemari membutuhkan 3 buah kayu lebar dan 5 buah kayu persegi. Sedangkan untuk memproduksi sebuah tempat tidur membutuhkan 5 buah kayu lebar dan 8 buah kayu persegi. Sedangkan perusahaan hanya mempunyai kapasitas maksimum kayu lebar 90 buah dan kayu persegi 120 buah. Produk lemari memberikan keuntungan 7000 per unit dan tempat tidur 6000 per unit. Bagaimana solusi persoalan perusahaan tersebut agar diperoleh keuntungan yang maksimum?

Produk Kebutuhan	Jenis Produk		Kapasitas Maksimum Kayu
	Lemari	Tempat Tidur	
Kayu Lebar	3	5	90
Kayu Persegi	5	8	120
Laba Per Unit	Rp 7000,-	Rp 6000,-	

Permasalahan tersebut dimodelkan sebagai berikut :

Misalkan X_1 = Lemari

X_2 = Tempat Tidur

Model LP-nya adalah :

Maximize : $7000 X_1 + 6000 X_2$

Constrain : $3 X_1 + 5 X_2 \leq 90$

$5 X_1 + 8 X_2 \leq 120$

$X_1, X_2 \geq 0$

1.4 Tugas Pendahuluan

1. Kerjakan dengan metode *Branch and Bounding* serta grafiknya !

Produk Kebutuhan	Jenis Produk		Kapasitas Maksimum per Hari
	Buku Tulis	Buku Gambar	
Jam Kerja Orang	1	1	6
Kebutuhan Kertas	9	4	36
Laba Per Unit	Rp 9000,-	Rp 6000,-	

Bagaimanakan solusi persoalan dari perusahaan tersebut agar memperoleh keuntungan yang maksimum?

2. Apa saja empat ciri khusus yang melekat pada *linear programming* ?
3. Jelaskan secara teknis lima syarat tambahan atau asumsi dasar dari permasalahan penggunaan *linear programming*?
4. Bagaimana langkah-langkah penggunaan metode *Branch and Bound*?
5. Apa saja keunggulan-keunggulan dari *software* QSB+, TORA, WinQSB dan Matlab dalam menyelesaikan *linear and integer programming*?

2.1 Tujuan Praktikum

1. Praktikan dapat memahami permasalahan-permasalahan dalam pemrograman dinamis.
2. Praktikan dapat mencari solusi/menyelesaikan permasalahan menggunakan metode penyelesaian masalah pemrograman dinamis yang ada.

2.2 Landasan Teori

Pengertian Program Dinamis

Program dinamis adalah suatu teknik matematis yang biasanya digunakan untuk membuat suatu keputusan dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Dalam hal ini, program dinamis menyediakan prosedur sistematis untuk menentukan kombinasi keputusan yang optimal.

Program dinamis menggunakan pendekatan umum sebagai pemecahan masalah dan persamaan yang digunakan dibentuk sesuai dengan situasi masalah yang dihadapi. Permasalahan yang biasanya dipecahkan menggunakan Program dinamis adalah masalah transportasi logistik dan *supply chain*, Permasalahan *Knapsack* dan Masalah penjadwalan dalam produksi dan Inventaris.

1. *Stagecoach Problem*

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

2. *Knapsack Problem*

Persoalan *Knapsack* adalah persoalan dimana mencari keuntungan maksimal dengan cara memasukan barang atau objek dengan nilai keuntungan terbesar terlebih dahulu ke dalam kantong atau *knapsack*. Jadi strategi ini hanya

mempertimbangkan jumlah keuntungan dari sekumpulan barang, dengan catatan berat barang yang akan dibawa tidak melebihi kapasitas kantong yang kita miliki.

Dalam dunia nyata permasalahan *Knapsack* ini sering sekali digunakan terutama pada bidang (jasa) pengangkutan barang (seperti pengangkutan peti kemas dalam sebuah kapal). Persoalan *knapsack* selalu memiliki kapasitas atau *capacity* yang dapat berarti berat atau ukuran.

Karakteristik Persoalan Program Dinamis

1. Persoalan dapat dibagi menjadi beberapa tahap (*stage*), yang pada setiap tahap hanya diambil satu keputusan.
2. Masing-masing tahap terdiri dari sejumlah status (*state*) yang berhubungan dengan tahap tersebut. Secara umum, status merupakan bermacam kemungkinan masukan yang ada pada tahap tersebut.
3. Hasil dari keputusan yang diambil pada setiap tahap ditransformasikan dari status yang bersangkutan ke status berikutnya pada tahap berikutnya.
4. Ongkos (*cost*) pada suatu tahap meningkat secara teratur (*steadily*) dengan bertambahnya jumlah tahapan.
5. Ongkos pada suatu tahap bergantung pada ongkos tahap-tahap yang sudah berjalan dan ongkos pada tahap tersebut.
6. Keputusan terbaik pada suatu tahap bersifat independen terhadap keputusan yang dilakukan pada tahap sebelumnya.
7. Adanya hubungan rekursif yang mengidentifikasi keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap k memberikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap $k + 1$.
8. Prinsip optimalitas berlaku pada persoalan tersebut

Syarat Program Dinamis

Penyelesaian masalah dalam program dinamis harus memenuhi beberapa syarat. Berikut ini adalah beberapa persyaratan dalam penyelesaian persoalan dengan program dinamis:

1. Terdapat sejumlah berhingga pilihan yang mungkin
2. Solusi pada setiap tahap dibangun dari hasil solusi tahap sebelumnya

3. Menggunakan persyaratan optimasi dan kendala untuk membatasi sejumlah pilihan yang harus dipertimbangkan pada suatu tahap.

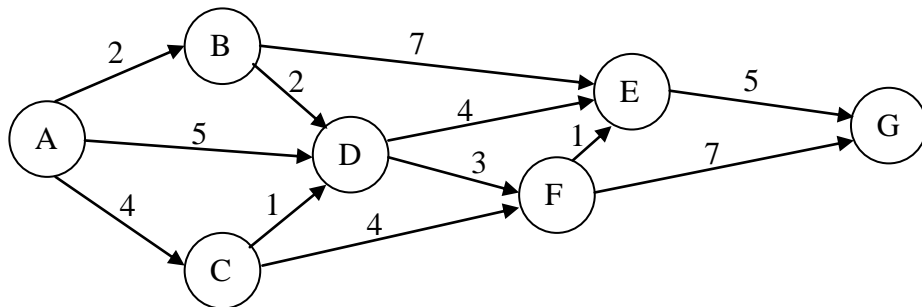
Istilah yang biasa digunakan antara lain:

1. *Stage* (tahap) adalah bagian persoalan yang mengandung *decision variable*.
2. Alternatif, pada setiap *stage* terdapat *decision variable* dan fungsi tujuan yang menentukan besarnya nilai setiap *alternative*.
3. *State, state* menunjukkan kaitan satu stage dengan stage lainnya, sedemikian serupa sehingga setiap *stage* dapat dioptimisasikan secara terpisah sehingga hasil optimasi layak untuk seluruh persoalan

2.3 Tugas Praktikum

2.3.1 Stagecoach Problem

Suatu perusahaan tekstil yang berpusat di Jakarta akan mendistribusikan produk kain ke Surabaya. Berikut pilihan rute yang dapat dilalui oleh truk pengangkut dari Jakarta (Kota A) ke Surabaya (Kota G). Tentukan rute terpendek yang harus ditempuh truk pengangkut kain dengan menggunakan penyelesaian *Stagecoach Problem*!



2.3.2 Knapsack Problem

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan transportasi pengiriman peti kemas antar pulau dan antar negara menggunakan alat transportasi kapal, truk maupun kereta api. Berikut peti kemas yang akan dikirim menggunakan kapal pengangkut dengan kapasitas maksimal 10.000 ton.

No	Nama Barang	Jumlah yang Tersedia (Ton)	Kapasitas (Ton)	Keuntungan (\$/Ton)
1	Peti A	150	200	1250
2	Peti B	100	150	1150
3	Peti C	250	300	2350
4	Peti D	200	250	2250
5	Peti E	130	180	1180

2.4 Tugas Pendahuluan

1. Apa yang dimaksud dengan *dynamic programming*?
2. Jelaskan perbedaan antara Stagecoach Problem dan Knapsack Problem?
3. Sebutkan syarat-syarat program dinamis!
4. Algoritma pemrograman dinamis dapat dibagi menjadi beberapa langkah, sebutkan!
5. Sebutkan contoh *dynamic programming* yang dapat ditemui dalam industri!
- 6.

3.1. Tujuan Praktikum

1. Mahasiswa dapat merumuskan masalah dalam analisis rantai markov.
2. Mahasiswa dapat mencari penyelesaian masalah dalam proses perhitungan dengan matriks.
3. Mahasiswa dapat menganalisa kejadian-kejadian diwaktu mendatang secara sistematis.

3.2. Landasan Teori

Analisa Rantai Markov adalah suatu metode yang mempelajari sifat-sifat suatu variabel pada masa sekarang yang didasarkan pada sifat-sifatnya di masa lalu dalam usaha menaksir sifat-sifat variabel tersebut dimasa yang akan datang. Sedangkan Analisis Markov adalah suatu teknik matematik untuk peramalan perubahan pada variabel-variabel tertentu berdasarkan pengetahuan dari perubahan sebelumnya.

Model Rantai Markov dikembangkan oleh seorang ahli Rusia A.A. Markov pada tahun 1896. Rantai markov atau sering disebut dengan *markov chain* adalah suatu metode atau teknik matematika yang biasa digunakan untuk melakukan pembuatan model (*modelling*) bermacam-macam sistem dan proses bisnis. Dalam analisis markov yang dihasilkan adalah suatu informasi probabilistik yang dapat digunakan untuk membantu pembuatan keputusan, jadi analisis ini bukan suatu teknik optimisasi melainkan suatu teknik deskriptif. Analisis Markov merupakan suatu bentuk khusus dari model probabilistik yang lebih umum yang dikenal sebagai proses Stokastik (*Stochastic process*). Proses Markov adalah proses stokastik masa lalu tidak mempunyai pengaruh pada masa yang akan datang bila masa sekarang diketahui.

Kata stokastik (*stochastics*) merupakan jargon untuk keacakan. *Oxford Dictionary* menakrifkan proses stokastik sebagai suatu barisan kejadian yang memenuhi hukum-hukum peluang. Hull menyatakan bahwa setiap nilai yang berubah terhadap waktu dengan cara yang tidak tertentu (dalam ketidakpastian) dikatakan mengikuti proses stokastik. Dengan demikian, jika dari pengalaman yang lalu keadaan yang akan datang suatu barisan kejadian dapat diramalkan secara pasti, maka barisan kejadian itu dinamakan deterministik. Sebaliknya jika pengalaman yang lalu hanya dapat menyajikan struktur peluang keadaan yang akan datang, maka barisan kejadian yang demikian disebut stokastik.

Konsep dasar analisis markov adalah *state* dari sistem atau *state* transisi, sifat dari proses ini adalah apabila diketahui proses berada dalam suatu keadaan tertentu, maka peluang berkembangnya proses di masa mendatang hanya tergantung pada keadaan saat ini dan tidak tergantung pada keadaan sebelumnya, atau dengan kata lain rantai markov adalah rangkaian proses kejadian dimana peluang bersyarat kejadian yang akan datang tergantung pada kejadian sekarang. Analisis Markov ini sangat sering digunakan untuk membantu pembuatan keputusan dalam bisnis dan industri, misalnya dalam masalah ganti merek, masalah hutang-piutang, masalah operasi mesin, analisis pengawasan dan lain-lain. Informasi yang dihasilkan tidak mutlak menjadi suatu keputusan, karena sifatnya yang hanya memberikan bantuan dalam proses pengambilan keputusan.

Untuk mendapatkan analisa rantai markov ke dalam suatu kasus, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi yaitu sebagai berikut:

1. Jumlah probabilitas transisi untuk suatu keadaan awal dari sistem sama dengan 1.
2. Probabilitas-probabilitas tersebut berlaku untuk semua partisipan dalam sistem.
3. Probabilitas transisi konstan sepanjang waktu.
4. Kondisi merupakan kondisi yang independen sepanjang waktu.

Penerapan analisa markov bisa dibilang cukup terbatas karena sulit menemukan masalah yang memenuhi semua syarat yang diperlukan untuk analisa markov, terutama persyaratan bahwa probabilitas transisi harus konstan

sepanjang waktu (probabilitas transisi adalah probabilitas yang terjadi dalam pergerakan perpindahan kondisi dalam sistem).

3.3. Tugas Praktikum

Buatlah sebuah studi kasus mengenai analisa prediksi pasar beberapa merk televisi dengan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data dan metode Rantai Markov sebagai pengolahan data dan menggunakan *software* WinQSB.

Contoh :

Penelitian pasar tingkah laku konsumen akan suatu macam produk televisi dengan berbagai merk menunjukkan hasil *survey* kegiatan pemilihan merk televisi dan informasi pola-pola perpindahan merk televisi yang dilakukan oleh penggunanya dapat dijelaskan sebagai berikut :

Merk	Januari '16 Jumlah	Mendapatkan				Kehilangan				Februari '16 Jumlah
		Toshiba	Sharp	Samsung	Acer	Toshiba	Sharp	Samsung	Acer	
Toshiba	180	0	5	15	10	0	20	5	10	175
Sharp	360	20	0	30	5	5	0	5	15	390
Samsung	210	5	5	0	10	15	30	0	15	170
Acer	250	10	15	15	0	10	5	10	0	265
Total	1000									1000

Dengan ketentuan :

Toshiba = Rp. 240.000,-

Samsung = Rp. 170.000,-

Sharp = Rp. 150.000,-

Acer = Rp. 210.000,-

3.4. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan rantai markov!
2. Sebutkan dan jelaskan prosedur dalam model rantai markov!
3. Untuk mendapatkan analisa rantai markov kedalam suatu kasus, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, sebutkan!
4. Buatlah sebuah contoh studi kasus beserta penyelesaiannya dengan metode rantai markov sebagai pengolahan data!
5. Jelaskan bagaimana penerapan proses rantai markov pada kehidupan sehari-hari!

MODUL 4 QUEUING THEORY (TEORI ANTRIAN)

4.1 Tujuan Praktikum

Untuk mencapai keseimbangan antara ongkos pelayanan dengan ongkos yang disebabkan adanya waktu menunggu

4.2 Landasan Teori

Menurut Tarlih & Dimiyati (1987: 291), dalam antrian apabila jumlah pelayan terlalu banyak maka akan memerlukan biaya yang besar. Sebaliknya apabila jumlah pelayan kurang maka akan terjadi antrian dalam waktu yang cukup lama yang juga akan menimbulkan biaya, baik berupa biaya sosial, kehilangan langganan, ataupun pengangguran pekerja. Dengan demikian yang menjadi tujuan utama teori antrian ini ialah mencapai keseimbangan antara biaya pelayanan dengan biaya yang disebabkan oleh adanya waktu menunggu.

Ada dua fungsi dasar model antrian, yaitu meminimumkan biaya langsung dan biaya tak langsung. Biaya langsung adalah biaya yang timbul akibat lamanya waktu pelayanan yang secara langsung membebani pihak perusahaan. Sementara biaya tak langsung terjadi apabila konsumen harus menunggu lama sehingga mungkin membatalkan niat untuk memakai jasa perusahaan tersebut.

Notasi dalam Sistem Antrian sebagai berikut :

- ✓ n = jumlah pelanggan dalam sistem
- ✓ P_n = probabilitas kepastian n pelanggan dalam sistem
- ✓ λ = jumlah rata-rata pelanggan yang datang per satuan waktu
- ✓ μ = jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani per satuan waktu
- ✓ P_0 = probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem
- ✓ P = tingkat intensitas fasilitas pelayanan
- ✓ L = jumlah rata-rata pelanggan yang diharapkan dalam sistem

- ✓ L_q = jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam sistem
- ✓ W = waktu yang diharapkan oleh pelanggan selama dalam sistem
- ✓ W_q = waktu yang diharapkan oleh pelanggan selama menunggu dalam antrian
- ✓ $1/\mu$ = waktu rata-rata pelayanan
- ✓ $1/\lambda$ = waktu rata-rata antar kedatangan
- ✓ S = jumlah fasilitas pelayanan

Notasi dalam Probabilitas :

- ✓ Pr : Prob. Sistem dalam keadaan sibuk (r)
- ✓ Po : Prob. Sistem dalam keadaan *idle* ($Po = 1-Pr$)
- ✓ Pn : Prob ada n pelanggan dalam sistem
- ✓ Ls : Jumlah yang diharapkan berada di dalam sistem (*queue & server*) = $\lambda / (\mu - \lambda)$
- ✓ Lq : Jumlah yang diharapkan dalam antrian = $\lambda^2 / (\mu(\mu - \lambda))$
- ✓ Ws : *Expected time* dalam sistem = $1/(\mu - \lambda)$
- ✓ Wq : *Expected time* dalam *queue* = $\lambda/(\mu - \lambda)$
- ✓ Wn : *Expected time* dalam *queue* untuk *non empty queue* = $1/(\mu - \lambda)$
- ✓ Ln : *Expected number* dalam *queue* = $\lambda/(\mu - \lambda)$

Menurut Thomas J. Kakiay disiplin antrian adalah aturan di mana para pelanggan dilayani, atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pelanggan menerima layanan. Ada 4 bentuk disiplin antrian menurut urutan kedatangan antara lain adalah :

- a) *First Come First Served* (FCFS) atau *First In First Out* (FIFO), di mana pelanggan yang terlebih dahulu datang akan dilayani terlebih dahulu. Misalnya, antrian pada loket pembelian tiket bioskop, antrian pada loket pembelian tiket kereta api.
- b) *Last Come First Served* (LCFS) atau *Last In First Out* (LIFO), di mana pelanggan yang datang paling akhir akan dilayani terlebih dahulu. Misalnya, sistem antrian pada elevator untuk lantai yang sama, sistem bongkar muat

barang dalam truk, pasien dalam kondisi kritis, walaupun dia datang paling akhir tetapi dia akan dilayani terlebih dahulu.

- c) *Service In Random Order (SIRO)* atau *Random Selection for Service (RSS)*, di mana panggilan didasarkan pada peluang secara random, jadi tidak menjadi permasalahan siapa yang lebih dahulu datang. Misalnya pada arisan di mana penarikan berdasarkan nomor undian.
- d) *Priority Service (PS)*, di mana prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas yang lebih rendah, meskipun mungkin yang dahulu tiba di garis tunggu adalah yang terakhir datang. Hal ini mungkin disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang yang memiliki penyakit yang lebih berat dibandingkan orang lain pada suatu tempat praktek dokter, hubungan kekerabatan pelayan dan pelanggan potensial akan dilayani terlebih dahulu.

Struktur antrian ada 4 model struktur antrian dasar yang umumnya terjadi dalam seluruh sistem antrian , sebagai berikut:

1. *Single Channel–Single Phase*

Single Channel berarti hanya ada satu jalur yang memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. *Single Phase* berarti hanya ada satu fasilitas pelayanan. Contohnya adalah sebuah kantor pos yang hanya mempunyai satu loket pelayanan dengan jalur satu antrian, supermarket yang hanya memiliki satu kasir sebagai tempat pembayaran, dan lain-lain.

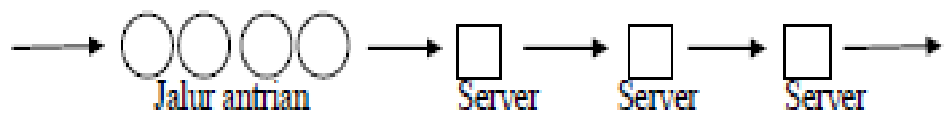
Gambar Model *Single Channel–Single Phase*:



2. *Single Channel–Multi Phase*

Sistem antrian jalur tunggal (istilah *Multi Phase*) dengan tahapan berganda ini atau menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan. Sebagai contoh adalah: pencucian mobil, tukang cat mobil, dan sebagainya.

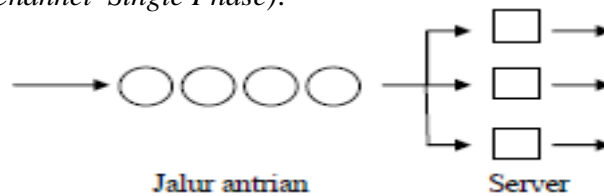
Gambar Model (*Single Channel–Multi Phase*):



3. Multi Channel–Single Phase

Sistem *Multi Channel–Single Phase* terjadi di mana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal. Contohnya adalah antrian pada sebuah bank dengan beberapa *teller*, pembelian tiket atau karcis yang dilayani oleh beberapa loket, pembayaran dengan beberapa kasir, dan lain-lain.

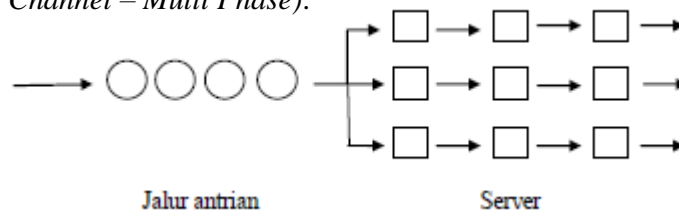
Gambar Model (*Multi Channel–Single Phase*):



4. Multi Channel–Multi Phase

Sistem *Multi Channel–Multi Phase* ini menunjukkan bahwa setiap sistem mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap sehingga terdapat lebih dari satu pelanggan yang dapat dilayani pada waktu bersamaan. Contoh pada model ini adalah: pada pelayanan yang diberikan kepada pasien di rumah sakit dimulai dari pendaftaran, diagnosa, tindakan medis, sampai pembayaran, registrasi ulang mahasiswa baru pada sebuah universitas, dan lain-lain.

Gambar Model (*Multi Channel – Multi Phase*):



4.3 Tugas Praktikum

1. PT. Sinar Malang Tbk bergerak pada bidang produksi baju yang dioperasikan oleh satu kasir dengan satu orang pekerja yaitu Murti. Rata-rata tingkat kedatangan *customer* mengikuti distribusi poisson yaitu 30 pelanggan/jam. Murti dapat melayani rata-rata 35 pelanggan/jam. Hitunglah :
 - a) Tingkat intensitas (kegunaan) pelayanan
 - b) Jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam antrian
 - c) Jumlah rata-rata pelanggan yang diharapkan dalam sistem

- d) Waktu yang diharapkan oleh setiap pelanggan untuk menunggu dalam antrian
- e) Waktu yang diharapkan oleh setiap pelanggan untuk menunggu dalam sytem (menunggu pelayanan)
- 2. Sebuah Bank Perkreditan Rakyat (BPR) dengan kedatangan rata-rata 200 orang per jam nya mengikuti distribusi poisson. Rata-rata orang yang dilayani selama 8 detik. Hitung jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam sistem dan waktu yang diahrapkan oleh pelanggan selama menunggu dalam antrian?

4.4 Tugas Pendahuluan

- 1. Sebutkan dan jelaskan karakteristik dari setiap komponen dalam sistem antrian?
- 2. Sebutkan dan jelaskan 3 komponen yang terdapat dalam sistem antrian?
- 3. Jelaskan perbedaan antara disiplin antrian dengan prioritas yang *preemptive* dan *non preemptive*, berikan contohnya?
- 4. Berikan contoh dalam kehidupan sehari-hari yang menggambarkan keempat desain sistem antrian?
- 5. Jelaskan jenis dalam kaitannya dengan sistem antrian?
- 6. Sebutkan model-model antrian secara umum, berikan penjelasan dan contohnya?

MODUL 5 TRANSPORTATION AND TRANSHIPMENT

5.1 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan yang dilakukan dalam modul ini adalah:

1. Untuk menentukan alokasi pendistribusian produk dengan biaya minimum.
2. Untuk menentukan titik asal, transit, dan tujuan pengiriman produk.

5.2 Landasan Teori

Metode Transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk-produk yang sama di tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa karena terdapat perbedaan biaya transportasi (alokasi) dari suatu sumber ke beberapa tujuan yang berbeda-beda dan dari beberapa sumber ke suatu tujuan juga berbeda-beda.

Masalah *transshipment* merupakan suatu masalah transportasi dimana sebagian atau seluruh barang yang diangkut dari tempat asal tidak langsung dikirim ke tempat tujuan tetapi melalui tempat transit (*transshipment nodes*). Hal ini sering terjadi di dalam dunia nyata. Jadi, sebelum didistribusikan ke tempat tujuan akhir, disimpan dahulu di suatu lokasi (tempat penyimpanan sementara).

Dengan demikian, tujuan utama masalah *transshipment* adalah untuk menentukan jumlah unit barang yang akan dikirim dari tempat asal ke tempat tujuan akhir meskipun melalui tempat transit (dengan ketentuan bahwa seluruh permintaan di tempat tujuan akhir dapat terpenuhi) dengan total biaya angkutan yang dikeluarkan seminimal mungkin.

5.3 Tugas Praktikum

Sebuah perusahaan terasi yang mempunyai agen penyaluran di kota Sidoarjo, Gresik, Lamongan. Dan mempunyai *retailer* di Bangkalan, Sampang, Pamekasan. Adapun permintaan produk, biaya transportasi yang akan dikeluarkan dan kapasitas yang ada digudang masing-masing kota dilihat dalam tabel sebagai berikut :

Agen Retailer	Sidoarjo	Gresik	Lamongan	Kapasitas (unit)
Bangkalan	30	15	5	50
Sampang	5	15	5	25
Pamekasan	15	5	5	25
Permintaan (unit)	50	35	15	100

Dengan metode VAM (*Vogel's Approximation Method*) dan NWC (*Northwest Corner Method*) lakukan perencanaan produk sehingga meminimalkan biaya transportasi.

5.4 Tugas Pendahuluan

1. Sebutkan dan jelaskan metode heuristik dalam metode transportasi!
2. Apa definisi dari metode transportasi?
3. Perusahaan makanan ringan mempunyai keinginan untuk mendistribusikan produk terbarunya ke-tiga agen yang menjadi pelanggan perusahaan makanan ringan tersebut dan ingin mendistribusikan ke beberapa kota di Indonesia dengan biaya antar kepada para agen dihitung dengan jarak tempat agen tersebut setiap kartonnya. Berikut biaya pengiriman produk tersebut dalam bentuk dolar (\$):

Dari \ Ke	Los Angeles	Washington D.C	New York	<i>Supply</i>
Agen 1	10	10	10	30
Agen 2	45	30	35	110
Agen 3	45	60	5	110
<i>Demand</i>	100	100	50	250

Selesaikan dengan menggunakan :

- a) Metode NWC
- b) Metode *Least Cost*
- c) Metode VAM

6.1 Tujuan Praktikum

1. Untuk menentukan berapa jumlah pemesanan yang ekonomis (*Economic Order Quantity*) dan biaya total dalam masalah persediaan untuk setiap periode.
2. Untuk mengetahui titik *re-order* untuk persediaan bahan baku.
3. Dapat menganalisis dan mengambil keputusan pada sistem persediaan.

6.2 Landasan Teori

Persediaan didefinisikan sebagai barang jadi yang disimpan atau digunakan untuk dijual pada periode mendatang, yang dapat berbentuk bahan baku yang disimpan untuk diproses, barang dalam proses manufaktur dan barang jadi yang disimpan untuk dijual maupun diproses.

Persediaan diterjemahkan dari kata “*inventory*” yang merupakan timbunan barang (bahan baku, komponen, produk setengah jadi, atau produk akhir, dll) yang secara sengaja disimpan sebagai cadangan (*safety* atau *buffer-stock*) untuk menghadapi kelangkaan pada saat proses produksi sedang berlangsung.

Persediaan merupakan suatu hal yang tak terhindarkan. Menurut Baroto (2002:53) mengatakan bahwa penyebab timbulnya persediaan adalah sebagai berikut.

1. Mekanisme pemenuhan atas permintaan

Permintaan terhadap suatu barang tidak dapat dipenuhi seketika bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya. Untuk menyiapkan barang ini diperlukan waktu untuk pembuatan dan pengiriman, maka adanya persediaan merupakan hal yang sulit dihindarkan.

2. Keinginan untuk meredam ketidakpastian

Ketidakpastian terjadi akibat: permintaan yang bervariasi dan tidak pasti dalam jumlah maupun waktu kedatangan, waktu pembuatan yang cenderung tidak konstan antara satu produk dengan produk berikutnya, waktu tenggang (*lead time*) yang cenderung tidak pasti karena banyak faktor yang tidak dapat dikendalikan. Ketidakpastian ini dapat diredam dengan mengadakan persediaan.

3. Keinginan melakukan spekulasi yang bertujuan mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa mendatang.

Setiap jenis persediaan memiliki karakteristik tersendiri dan cara pengelolaan yang berbeda. Rangkuti (2007:15) memaparkan persediaan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis.

1. Persediaan bahan mentah (*raw material*) yaitu persediaan barang-barang berwujud, seperti besi, kayu, serta komponen-komponen lain yang digunakan dalam proses produksi.
2. Persediaan komponen-komponen rakitan (*purchased parts/components*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain yang secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.
3. Persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi bukan merupakan bagian atau komponen barang jadi.
4. Persediaan barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.
5. Persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap dijual atau dikirim kepada pelanggan.

Economic Order Quantity (EOQ) merupakan salah satu model manajemen persediaan, model EOQ digunakan untuk menentukan kuantitas pesanan persediaan yang dapat meminimalkan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan persediaan. *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah jumlah kuantitas barang

yang dapat diperoleh dengan biaya yang minimal, atau sering dikatakan sebagai jumlah pembelian yang optimal.

Dalam kegiatan normal Model *Economic Order Quantity* memiliki beberapa karakteristik antara lain :

- a. Jumlah barang yang dipesan pada setiap pemesanan selalu konstan,
- b. Permintaan konsumen, biaya pemesanan, biaya transportasi dan waktu antara pemesanan barang sampai barang tersebut dikirim dapat diketahui secara pasti, dan bersifat konstan,
- c. Harga per unit barang adalah konstan dan tidak mempengaruhi jumlah barang yang akan dipesan nantinya, dengan asumsi ini maka harga beli menjadi tidak relevan untuk menghitung EOQ, karena ditakutkan pada nantinya harga barang akan ikut dipertimbangkan dalam pemesanan barang,
- d. Pada saat pemesanan barang, tidak terjadi kehabisan barang atau *back order* yang menyebabkan perhitungan menjadi tidak tepat. Oleh karena itu, manajemen harus menjaga jumlah pemesanan agar tidak terjadi kehabisan barang,
- e. Pada saat penentuan jumlah pemesanan barang kita tidak boleh mempertimbangkan biaya kualitas barang,
- f. Biaya penyimpanan per unit pertahun konstan.

Biaya Total Inventory = Ordering Cost + Holding Cost + Purchasing Cost

- $EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot k}{h}}$
- $TAC = TOC + TCC$
 $= \left(\frac{D}{Q}\right) \cdot k + \left(\frac{Q}{2}\right) \cdot h \cdot C$

Parameter-parameter yang dipakai dalam metode tersebut adalah :

- D = Jumlah kebutuhan barang selama satu periode (unit)
- Q = Jumlah pemesanan (unit)
- h = Biaya simpan per unit per tahun
- C = Harga barang per unit
- k = Biaya setiap kali pesan

6.3 Tugas Praktikum

PT. Sentosa membutuhkan bahan baku untuk menjalankan usahanya sebesar 3000 unit. Perusahaan tersebut ditawarkan supplier potongan harga dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Pembelian ≥ 100 unit dengan harga per unit Rp20.000,- dengan biaya simpan 10%
- b. Pembelian ≤ 100 unit dengan harga per unit Rp19.000,- dengan biaya simpan 8%
- c. Pembelian ≤ 300 unit dengan harga per unit Rp22.000,- dengan biaya simpan 15%

Apabila diketahui biaya pemesanan sebesar Rp50.000,- bagaimana kebijakan perusahaan terhadap penawaran supplier tersebut?

6.4 Tugas Pendahuluan

1. Sebutkan definisi dari persediaan!
2. Sebutkan penyebab terjadinya persediaan!
3. Tuliskan rumus dari EOQ dan TAC!
4. Sebutkan jenis-jenis persediaan!
5. Sebuah toko makanan menjual 100 kotak kue setiap hari, biaya pemesanan diketahui Rp100,- setiap kali pesan dan biaya penyimpanan perhari setiap unit persediaan Rp50,. Tentukan jumlah pemesanan optimumnya (EOQ).

7.1 Tujuan Praktikum

1. Untuk mengurangi adanya penundaan pekerjaan serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek
2. Untuk mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan

7.2 Landasan Teori

A. PERT (*Program Evaluation Review Technique*)

1. Pengertian PERT

PERT merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique* (teknik menilai dan meninjau kembali program). PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasikan bagian-bagian pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek. PERT yang memiliki kepanjangan *Program Evaluation Review Technique* adalah suatu metodologi yang dikembangkan oleh Angkatan Laut Amerika Serikat pada tahun 1950 untuk mengatur program misil.

Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan.

Tujuan dari PERT adalah pencapaian suatu taraf tertentu dimana waktu merupakan dasar penting dari PERT dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan bagi suatu proyek. Dalam metode PERT dan CPM masalah utama yaitu teknik untuk

menentukan jadwal kegiatan beserta anggaran biayanya dengan maksud pekerjaan-pekerjaan yang telah dijadwalkan itu dapat diselesaikan secara tepat waktu serta tepat biaya.

2. Karakteristik PERT

Dari langkah-langkah penjelasan metode PERT maka bisa dilihat suatu karakteristik dasar PERT, yaitu sebuah jalur kritis. Dengan diketahuinya jalur kritis ini maka suatu proyek dalam jangka waktu penyelesaian yang lama dapat diminimalisasi.

Ciri-ciri jalur kritis adalah :

- Jalur yang biasanya memakan waktu terpanjang dalam suatu proses.
- Jalur yang tidak memiliki tenggang waktu antara selesainya suatu tahap kegiatan dengan mulainya suatu tahap kegiatan berikutnya.
- Tidak adanya tenggang waktu tersebut yang merupakan sifat kritis dari jalur kritis

3. Estimasi waktu yang digunakan PERT

1. Waktu optimistik (a)

Waktu kegiatan yang dilaksanakan berjalan baik tidak ada hambatan

2. Waktu realistik (m)

Waktu kegiatan yang dilaksanakan dalam kondisi normal dengan hambatan tertentu yang diterima

3. Waktu pesimistik (b)

Waktu kegiatan dilaksanakan terjadi hambatan lebih dari semestinya

PERT “menimbang” ketiga perkiraan waktu ini untuk mendapatkan waktu kegiatan yang diharapkan (*expected time*) dengan rumusan :

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

B. CPM (*Critical Path Method*)

1. Pengertian CPM

CPM adalah singkatan dari *Critical Path Method* (metode jalur kritis) dimana keduanya merupakan suatu teknik manajemen. CPM adalah suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek-proyek yang merupakan sistem yang paling

banyak digunakan diantara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi CPM merupakan fasilitas analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

CPM adalah suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek-proyek yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Teknik penyusunan jaringan kerja yang terdapat pada CPM, sama dengan yang digunakan pada PERT. Perbedaan yang terlihat adalah bahwa PERT menggunakan *activity oriented*, sedangkan dalam CPM menggunakan *event oriented*. Pada *activity oriented* anak-panah menunjukkan activity atau pekerjaan dengan beberapa keterangan aktivitasnya, sedang *event oriented* pada peristiwa yang merupakan pokok perhatian dari suatu aktivitas.

CPM memberikan manfaat sebagai berikut:

- Memberikan tampilan grafis dari alur kegiatan sebuah proyek,
- Memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek,
- Menunjukkan alur kegiatan mana saja yang penting diperhatikan dalam menjaga jadwal penyelesaian proyek.

Istilah-istilah yang digunakan dalam CPM

- **E (*earliest event occurrence time*)**: Saat tercepat terjadinya suatu peristiwa.
- **L (*Latest event occurrence time*)**: Saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

- **ES (*earliest activity start time*):** Waktu Mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- **EF (*earliest activity finish time*):** Waktu Selesai paling awal suatu kegiatan. EF suatu kegiatan terdahulu = ES kegiatan berikutnya.
- **LS (*latest activity start time*):** Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek.

Adapun yang menjadi keterbatas **PERT** dan **CPM** adalah :

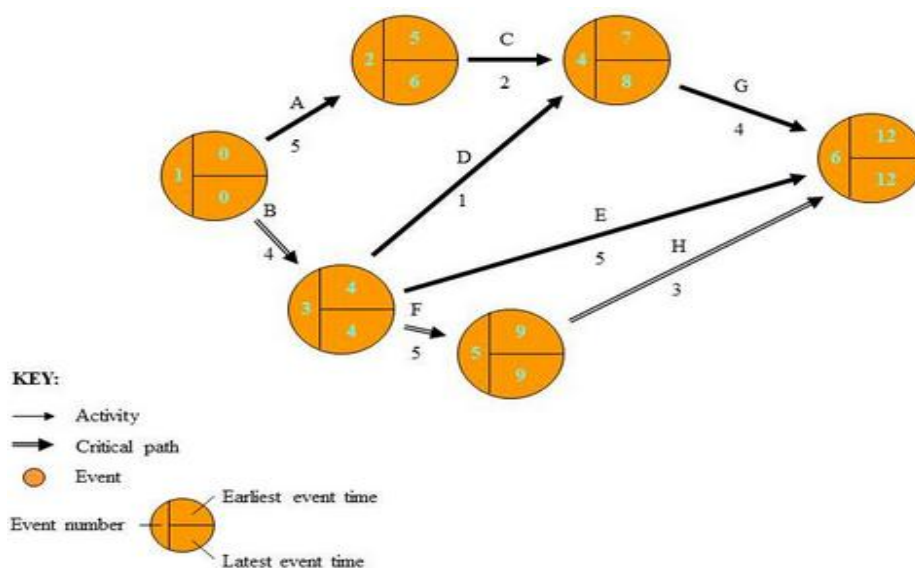
1. Kegiatan harus jelas dan hubungan harus bebas dan stabil.
2. Hubungan pendahulu harus dijelaskan dan dijaringkan bersama-sama.
3. Perkiraan waktu cenderung subyektif dan tergantung manajer.
4. Ada bahaya terselubung dengan terlalu banyaknya penekanan pada jalur kritis, maka yang nyaris kritis perlu diawasi.

C. Perbedaan dan Keterbatasan CPM dan PERT

Pada prinsipnya yang menyangkut perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut :

1. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh evaluator.
2. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.
3. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.

4. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presidentil), sedangkan pada CPM tanda panah adalah kegiatan.



7.3 Tugas Praktikum

a. Soal PERT

PT. Jaya Abadi adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur. Agar dapat meningkatkan hasil produksinya PT. Jaya Abadi harus melakukan beberapa model pengambilan keputusan adapun data-data kegiatannya sebagai berikut :

No	Kegiatan Pendahuluan	Kegiatan Sebelumnya	Optimis	Mungkin	Pesimis
1	A	-	5	5.5	6
2	B	A	6.5	7,5	8,5
3	C	A	3.5	4	4.5
4	D	B	4	4,5	5
5	E	B	5,5	7	8.5
6	F	C	6.5	8	9,5
7	G	C	6	7.5	9
8	H	D, F	5	5.5	6
9	I	E	5.5	6.5	7.5
10	J	G, H, I	4	6	8

Dari data diatas, hitunglah:

- a. Penjadwalan proyek dengan data tersebut?
- b. Probabilitasnya dengan waktu penyelesaian adalah dengan penambahan waktu 1 minggu dari waktu penyelesaian proyek?

b. Soal CPM

PT. Sukses Jaya ingin menjadwalkan proyeknya dengan tepat, baik tepat dalam waktu dan tepat biaya, maka diperlukan mempercepat pekerjaan proyek tersebut dengan deskripsi sebagai berikut :

No	Kegiatan Pendahuluan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu		Biaya	
			Normal	Dipercepat	Normal	Dipercepat
1	A	-	55	40	75	85
2	B	A	60	45	55	73
3	C	A	45	30	105	118
4	D	B	30	25	83	90
5	E	B	35	22	95	105
6	F	C, D	56	40	64	77
7	G	E	48	30	92	108
8	H	E	60	46	101	110
9	I	F, G	50	33	75	90
10	J	H,I	47	28	87	95

Dari data diatas Hitunglah :

- a. Penjadwalan proyeknya
- b. Waktu penyelesaian proyek, dimana waktu yang diinginkan adalah dengan penambahan waktu sebesar 1 minggu dari waktu penyelesaian dipercepat
- c. Anggaran biaya yang dikeluarkan perusahaan adalah dengan penambahan \$30 dari total biaya proyek pada waktu normal

7.4 Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan definisi dari PERT Dan CPM?
2. Sebutkan ciri-ciri jalur kritis!
3. Dari tabel yang ada dibawah ini buatlah diagram PERT Dan CPM!

No.	Jalur-jalur kegiatan	Waktu yang dibutuhkan (dalam hari)
1.	A-B-C-E-H-J-K	$0+20+30+40+50+20+0 = 160$
2.	A-B-C-F-H-J-K	$0+20+30+40+50+20+0 = 160$
3.	A-B-C-F-I-J-K	$0+20+30+40+60+20+0 = 170$
4.	A-B-D-G-I-J-K	$0+20+60+20+60+20+0 = 180$

4. Langkah-langkah perencanaan menggunakan PERT dan CPM?
5. Sebutkan aspek-aspek yang menjadi keterbatasan PERT dan CPM?
6. Jelaskan pengertian dari ES, EF, LS, LF?

MODUL 8 TIME SERIES FORECASTING (PERAMALAN TIME SERIES)

8.1 Tujuan Praktikum

1. Meramalkan data bisnis di masa yang akan datang yang digunakan dalam pengambilan keputusan
2. Untuk mengaplikasikan teknik-teknik peramalan yang ada dan membandingkan hasil peramalan dengan beberapa metode.

8.2 Landasan Teori

A. Peramalan (*Forecasting*)

1. Pengertian Peramalan

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa yang akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas dan waktu yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa.

Dalam suatu perusahaan, ramalan dibutuhkan untuk memberikan informasi kepada pimpinan sebagai dasar untuk membuat suatu keputusan dalam berbagai kegiatan, seperti peramalan produksi, peramalan bahan baku, peramalan anggaran biaya, peramalan pemasaran, dsb.

2. Model Peramalan *Time Series*

Model *Time Series* adalah suatu peramalan nilai-nilai masa depan yang didasarkan pada nilai-nilai masa lampau suatu variabel dan atau kesalahan masa lampau. Model *time series* biasanya lebih sering digunakan untuk suatu peramalan/prediksi.

- **Metode Rata-rata Kumulatif**

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}$$

- **Metode *Moving Average***

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = \frac{\sum_{i=1}^N y_{t-i}}{N}$$

- **Metode *Weight Moving Average***

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\widehat{y}_{t+1} = \alpha_t y_t + \alpha_{t-1} y_{t-1} + \dots + \alpha_{t-N+1} y_{t-N+1}$$

- **Metode *Single Exponential Smoothing***

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\widehat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_t$$

- **Metode *Double Exponential Smoothing***

$$\widehat{y}_{t+m} = a_t + b_{tm}$$

- **Metode *Regresi Trend Linier***

$$\hat{y}_i = a + b_x$$

3. Karakteristik Peramalan yang Baik

Peramalan yang baik mempunyai beberapa kriteria yang penting, antara lain akurasi, biaya, dan kemudahan.

a. **Biaya**

Biaya yang diperlukan dalam pembuatan suatu peramalan adalah tergantung dari jumlah item yang diramalkan, lamanya periode peramalan, dan metode peramalan yang dipakai.

b. **Kemudahan**

Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat, dan mudah diaplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan.

c. **Akurasi**

Akurasi dari suatu hasil peramalan diukur dengan kebiasaan tingkat konsistensi peramalan tersebut. Hasil peramalan dikatakan konsisten bila besarnya kesalahan peramalan relatif kecil. Ukuran akurasi yang biasa digunakan adalah:

- **Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation*=MAD)**

$$MAD = \frac{\sum |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

- Rata-Rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error=MSE*)

$$MSE = \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}$$

- Rata-Rata Kesalahan Peramalan (*Mean Forecast Error=MFE*)

$$MFE = \frac{\sum[y_i - \hat{y}_i]}{n}$$

- *Tracking Signal*

$$TS = \frac{\sum[y_i - \hat{y}_i]}{MAD}$$

- Rata-Rata Presentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error=MAPE*)

$$MAPE = \frac{100 \sum \left[\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right]}{n}$$

- Standar Deviasi Regresi (*Standard Deviation Of Regression=Sr*)

$$Sr^2 = \frac{\sum[y_i - \hat{y}_i]^2}{n - 2}$$

8.3 Tugas Praktikum

Berikut adalah data hasil penjualan produk dari suatu perusahaan selama 24 bulan.

Bulan ke-	Penjualan (unit)	Bulan ke-	Penjualan (unit)
1	545	13	483
2	453	14	444
3	333	15	278
4	462	16	345
5	299	17	498
6	321	18	567
7	487	19	367
8	398	20	483
9	523	21	571
10	547	22	439

11	235	23	388
12	534	24	299

Buatlah peramalan penjualan untuk 5 bulan kedepan dengan periode 3 bulanan menggunakan metode *Moving Averagedan Weight Moving Average*, dengan $W_1=0,1$; $W_2=0,2$ dan $W_3=0,7$. Dan juga menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha=0,2$.

8.4 Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan pengertian dari *forecasting*!
2. Sebutkan fungsi dari *forecasting*!
3. Sebutkan dan jelaskan macam-macam metode *time series*!
4. Bualah peramalan untuk 4 bulan kedepan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,3$ dari data berikut ini:

Bulan ke-	<i>Demand</i> (unit)
1	120
2	252
3	220
4	187
5	169
6	300
7	298
8	199
9	306
10	297