

TEKNIK SIMULASI



Dr. Nurliana Nasution, ST., M.Kom
Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed
Drs.Syahril, ST., MSCE., Ph.D

TEKNIK SIMULASI

Dr. Nurliana Nasution, ST., M.Kom
Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed
Drs. Syahril, ST., MSCE., Ph.D

CV. MUHARIKA RUMAH ILMIAH

TEKNIK SIMULASI

Penulis :

Dr. Nurliana Nasution, ST., M.Kom, Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed, Drs. Syahril, ST., MSCE., Ph.D

ISBN : 978-623-92119-7-4

Editor :

Dr. Muharika Dewi

Tata Letak :

Alif Bonay

Desain sampul :

Alif Bonay

Penerbit :

CV. MUHARIKA RUMAH ILMIAH
Jalan Rambutan V No. 49/51 Perumnas Belimbing
Kuranji – Padang
Telp/WA : 082284557747
Email : mkea2010@gmail.com
Website : www.panduanbukuajar.com

Cetak Pertama, April 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan bentuk dan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Kata Pengantar

Puji dan syukur kita persembahkan ke hadirat Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga, serta shalawat dan salam untuk Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya menuju peradaban yang berilmu pengetahuan dan berakhlak mulia. Berkat karunia itulah penulis dapat menyelesaikan buku berjudul “Teknik Simulasi” ini, sebuah buku yang disusun sebagai salah satu bahan ajar mata kuliah Teknik Simulasi.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan buku Teknik Simulasi ini bukanlah suatu hal yang mudah, oleh karena itu penulis banyak mendapatkan uluran tangan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak untuk mewujudkan terselesaikannya buku ini, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada para nara sumber buku dan artikel yang telah dijadikan rujukan untuk menambah khasanah ilmu yang tersaji dalam buku ini, sehingga buku Teknik Simulasi ini dapat diselesaikan.

Harapan penulis, buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa yang mengikuti kuliah Teknik Simulasi. Upaya ini penulis lakukan untuk pengabdian dan rasa kecintaan pada ilmu pengetahuan dan pendidikan, hanya Allah Ta’ala yang akan membalas dengan kesehatan, keberkahan, dan keselamatan. Aamiin.

Padang, April 2020
Penulis,

Ketua tim penulis
Dr. Nurliana Nasution, ST., M.Kom

Daftar Isi

	Halaman
COVER DALAM	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
Profil Mata Kuliah	1
Pembelajar 1 Konsep Teknik Simulasi	6
Kompetensi Dasar Pembelajarana 1	6
Kriteria Penilaian Kompetensi Dasar	6
BAB I Konsep Teknik Simulasi	13
A. Tujuan Pembelajaran	13
B. Ringkasan Materi	13
1. Pengertian Teknik Simulasi.....	14
2. Aspek-Aspek dalam Simulasi.....	21
3. Manfaat Simulasi	22
C. Rangkuman.....	26
D. Tugas 1	27
E. Rujukan.....	29
BAB II Pemodelan Sistem	30
A. Tujuan Pembelajaran	30
B. Ringkasan Materi	30
1. Konsep Sistem.....	30

2. Prinsip Dasar Pengembangan Model	32
3. Elemen Sistem	34
4. Ukuran Kinerja Sistem	37
5. Variabel-Variabel Sistem	39
6. Klasifikasi Model.....	40
7. Model Sistem.....	42
8. Jenis-Jenis Model.....	44
C. Rangkuman	45
D. Tugas 2	46
E. Rujukan	46
BAB III Simulasi Antrean	48
A. Tujuan Pembelajaran.....	48
B. Ringkasan Materi.....	48
1. Teori Simulasi Antrean	48
2. Pengertian Sistem Antrean	50
3. Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Analisis Antrean	52
4. Karakteristik Dasar Sistem Antrean	55
5. Indikator Sistem Antrean	62
6. Konsep Efektivitas Waktu Pelayanan	63
7. Defenisi Pelayanan.....	65
8. Faktor yang Mempengaruhi Pelayanan	66
9. Indikator Efektivitas Waktu Pelayanan.....	69
C. Rangkuman	69
D. Tugas 3	70
E. Rujukan	71

Pembelajar 2 Statistik untuk Simulasi	73
Kompetensi Dasar	73
Kriteria Penilaian Kompetensi Dasar	73
BAB IV Simulasi <i>Monte Carlo</i>	79
A. Tujuan Pembelajaran	79
B. Ringkasan Materi	79
1. Simulasi Diskrit	79
2. Simulasi <i>Monte Carlo</i>	80
3. Model Perhitungan Simulasi <i>Monte Carlo</i>	83
C. Rangkuman.....	90
D. Tugas 4.....	91
E. Rujukan.....	91
BAB V Penggunaan Statistik dalam Simulasi	92
A. Tujuan Pembelajaran	92
B. Ringkasan Materi	93
1. Uji Distribusi dalam Simulasi	93
2. Pendugaan Distribusi dalam Simulasi	104
3. Soal dan Penyelesaian Penggunaan Statistik Simulasi	106
C. Rangkuman.....	110
D. Tugas 5.....	110
E. Rujukan.....	110
Pembelajaran 3 Membangun dan Menjalankan Aplikasi	
Simulasi Antrean	111
Kompetensi Dasar	111
Kriteria Penilaian Kompetensi Dasar	111

BAB VI Studi Kasus Simulasi Antrean	118
A. Tujuan Pembelajaran.....	118
B. Ringkasan Materi.....	118
1. Contoh Kasus.....	119
2. Bab I Pendahuluan	119
3. Bab II Landasan Teori	120
4. Bab III Pembahasan	124
5. Bab IV Penutup	127
6. Daftar Pustaka.....	127
C. Rangkuman	129
D. Tugas 6	129
E. Rujukan	133
BAB VII Membuat Simulasi Menggunakan Software Promodel. 134	134
A. Tujuan Pembelajaran.....	134
B. Ringkasan Materi.....	134
1. Elemen-Elemen Dasar Promodel	135
2. Langkah-Langkah Promodel.....	137
3. Pemberian <i>Entities</i> (<i>Entitas</i>)	150
4. <i>Arrival</i> (Pengiriman).....	152
5. Inovasi Pembelajaran Teknik Simulasi	158
C. Rangkuman	164
D. Tugas 7	164
E. Rujukan	165
Evaluasi Pembelajaran 1	167
Evaluasi Pembelajaran 2	177
Evaluasi Pembelajaran 3	190
Glosarium	198
Biodata Penulis.....	201

Daftar Gambar

Gambar	Halaman
1. <i>Single Chanel Single Phase</i>	59
2. <i>Single Chanel - Multi Phase</i>	60
3. <i>Multi Chanel - Single Phase</i>	60
4. <i>Multi Chanel - Multi Phase</i>	61
5. Grafik Simulasi Perhitungan <i>Monte Carlo</i>	187
6. Model <i>Single Channel-Single Phase</i>	123
7. Model <i>Multi Channel-Single Phase</i>	123
8. Model <i>Single Channel – Multi Phase</i>	123
9. Model <i>Multi Channel – Multi Phase</i>	124
10. <i>First In First Out (FIFO)</i>	125
11. <i>Last In First Out (LIFO)</i>	126
12. <i>Service In Random Order (SIRO)</i>	126
13. Disiplin Antrean di Kantor BPJS.....	127
14. Animasi Contoh Sistem Antrean.....	162
15. Animasi Simulasi Antrean FIFO.....	162
16. Animasi Simulasi Antrean SIRO.....	163
17. Animasi Simulasi Antrean Prioritas.....	163
18. Animasi Simulasi Antrean LIFO.....	164

Daftar Tabel

Tabel	Halaman
1. Skor Penilaian Afektif Pembelajaran 1	7
2. Kriteria Penilaian Keterampilan Perilaku Teknik Simulasi	9
3. Beberapa sistem antrean yang dapat disimulasikan	18
4. Informasi Penggunaan Simulasi Sesuai Area Bisnisnya	21
5. Beberapa Contoh Variabel dari Berbagai Sistem.....	40
6. Tabel Skor Penilaian Afektif Kegiatan Belajar 2	74
7. Kriteria Penilaian Keterampilan Berbuat Kegiatan Belajar 2	74
8. Frekuensi Permintaan Laptop Untuk 100 Minggu Terakhir	84
9. Menetapkan Distribusi Probabilitas.....	85
10. Menghitung Distribusi Kumulatif	86
11. Interval dari Angka Acak (<i>Random Numbers</i>).....	88
12. Membuat angka random.....	89
13. Membuat Simulasi Rangkaian Percobaan	89
14. Distribusi Frekuensi Permintaan Distributor Harumi Bahari Terhadap Produk Kratingdeng Reguler	95
15. Langkah Pertama Pendugaan Distribusi Normal dari Data Permintaan Distributor Harumi Bahari	96
16. Langkah Kedua Pendugaan Distribusi Normal dari Data Permintaan Distributor Harumi Bahari	99
17. Langkah Pendugaan Distribusi Eksponensial dari Data Permintaan Distributor Harumi Bahari	99
18. Distribusi Frekuensi Pengiriman Pupuk Kandang Distributor	107
19. Langkah Pertama Pendugaan Distribusi Normal	107
20. Langkah Kedua Pendugaan Distribusi Normal	108

21. Langkah Pendugaan Distribusi Eksponensial Dari Data	
Pengiriman Pupuk Kandang.....	109
22. Tabel Skor Penilaian Afektif Kegiatan Belajar 3	112
23. Kriteria Penilaian Keterampilan Berbuat Kegiatan Belajar 3	113

PROFIL MATA KULIAH

A. STANDAR KOMPETENSI

Mata kuliah Teknik Simulasi dilaksanakan untuk membekali mahasiswa agar dapat memahami beberapa model simulasi antrean dalam memecahkan atau menguraikan persoalan yang penuh ketidakpastian dengan atau tidak menggunakan model simulasi atau metode tertentu yang ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusi.

B. DESKRIPSI MATA KULIAH

Deskripsi Mata Kuliah Teknik Simulasi yang dikemukakan tim Kurikulum Teknik Simulasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning adalah: Mata kuliah Teknik Simulasi merupakan mata kuliah yang membahas tentang konsep Teknik Simulasi, teori simulasi antrean beserta pengertian sistem antrean, langkah-langkah dalam proses simulasi, keutamaan dalam sistem antrean, komponen-komponen dalam sistem antrean, faktor yang mempengaruhi pelayanan dan indikator efektivitas waktu pelayanan, serta simulasi bisnis yang digunakan untuk aplikasi bisnis. Pemodelan sistem yang berhubungan dengan konsep sistem, prinsip dasar pengembangan model, elemen sistem, ukuran kinerja sistem, variable-variabel sistem, klasifikasi model, model sistem dan jenis-jenis model.

Perhitungan juga digunakan dalam Teknik Simulasi seperti simulasi *Monte Carlo* yang membahas tentang langkah-langkah simulasi *Monte Carlo* terhadap sistem dengan input yang tidak pasti, konsep serta penggunaan statistik probabilitas dalam simulasi, serta menyelesaikan perhitungan uji distribusi dalam simulasi.

Studi kasus yang diberikan dalam mata kuliah Teknik Simulasi ini, diharapkan memberikan gambaran yang lebih realistik dalam melakukan tahapan pemodelan dan simulasi. Sehingga setelah mengikuti perkuliahan diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan bersikap sebagai seorang yang profesional melalui penguasaan dan kemampuan implementasi pemodelan dan simulasi.

Untuk menggambarkan, menganalisa, meningkatkan kinerja sistem manufaktur dan *service*, maka digunakan *software* Promodel sebagai alat pengambil keputusan dalam proses belajar. Promodel adalah sebuah *software* simulasi berbasis *windows* yang digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis suatu sistem. Promodel memberikan kombinasi yang baik dalam pemakaian, fleksibilitas dan memodelkan suatu sistem nyata agar tampak lebih realistik dalam beberapa studi kasus simulasi antrean.

Implementasi pembelajaran mata kuliah Teknik Simulasi menggunakan pendekatan ekspositori dalam bentuk ceramah, diskusi, tanya jawab, dan pembelajaran mandiri menggunakan berbagai media dan fasilitas seperti LCD *projector*, video, dan *blended learning*. Melalui pendekatan inquiri akan diarahkan untuk penyelesaian tugas penyusunan dan penyajian makalah, diskusi dan

penyelesaian masalah, serta kajian mandiri. Ketercapaian penguasaan materi di evaluasi melalui beberapa *quiz* yang sifatnya spontan, tugas rumah individu dan tugas kelompok langsung di sampaikan di kelas atau melalui forum tugas secara tatap muka (*face to face*) dan secara daring (*online*), diskusi dan presentasi, ujian tengah semester dan ujian akhir semester.

Berdasarkan deskripsi tersebut maka dirancang suatu Model Pembelajaran untuk mata kuliah Teknik Simulasi yang mampu mengkonstruksi dan mengaplikasikan kemampuannya secara kognitif, afektif dan psikomotor dalam pemodelan simulasi dan antrean dengan memanfaatkan perkembangan teknologi dan Informasi khususnya melalui jaringan internet dengan nama Pengembangan Model *Blended Learning* Mata Kuliah Teknik Simulasi.

C. RENCANA PEMBELAJARAN SATU SEMESTER

Materi di dalam buku ini membahas tentang materi ajar Teknik Simulasi untuk mendukung pengetahuan mahasiswa dalam *blended learning*. Berikut akan diuraikan materi ajar Teknik Simulasi secara tatap muka (*face to face*) dan secara daring (*online*). Dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel Materi Ajar Teknik Simulasi

Bagian Buku	Materi Teknik Simulasi	Metode Pembelajaran
Pembelajaran 1	Konsep Teknik simulasi a. Pengertian Teknik Simulasi b. Keutamaan dalam Sistem Antrean	

Bagian Buku	Materi Teknik Simulasi	Metode Pembelajaran
	<ul style="list-style-type: none"> c. Komponen-Komponen dalam Sistem Antrean d. Simulasi Bisnis e. Aspek-Aspek dalam Simulasi f. Manfaat Simulasi 	Tatap Muka (Face to Face)
	Pemodelan Sistem <ul style="list-style-type: none"> a. Konsep Sistem b. Prinsip Dasar Pengembangan Model c. Elemen Sistem d. Ukuran Kinerja Sistem e. Variabel - Variabel Sistem f. Klasifikasi Model g. Model Sistem h. Jenis - Jenis Model 	Tatap Muka (Face to Face)
	Simulasi Antrean <ul style="list-style-type: none"> a. Teori Simulasi Antrean b. Pengertian Sistem Antrean c. Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Analisis Antrean d. Karakteristik Dasar Sistem Antrean e. Indikator Sistem Antrean f. Konsep Efektivitas Waktu Pelayanan g. Defenisi Pelayanan h. Faktor yang Mempengaruhi Pelayanan i. Indikator Efektivitas Waktu Pelayanan 	Daring (Online) dan Tatap Muka (Face to Face)
Pembelajaran 2	Statistik Untuk Simulasi <ul style="list-style-type: none"> a. Simulasi Diskrit b. Simulasi <i>Monte Carlo</i> c. Model Perhitungan Simulasi 	Tatap Muka

Bagian Buku	Materi Teknik Simulasi	Metode Pembelajaran
	<p><i>Monte Carlo</i></p> <p>Penggunaan Statistik dalam Simulasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Uji Distribusi dalam Simulasi Pendugaan Distribusi dalam Simulasi 	<p>(<i>Face to Face</i>) dan Daring (<i>Online</i>)</p>
Pembelajaran 3	<p>Membangun dan Menjalankan Aplikasi Simulasi Antrean</p> <ol style="list-style-type: none"> Studi Kasus Simulasi Antrean <p>Membuat Simulasi Menggunakan Software Promodel</p> <ol style="list-style-type: none"> Elemen-Elemen Dasar Promodel Langkah - Langkah Promodel Pemberian <i>Entities (Entitas)</i> <i>Arrival</i> (Pengiriman) Tampilan di Bagian <i>Arrivals</i> 	<p>Daring (<i>Online</i>) dan Tatap Muka (<i>Face to Face</i>)</p> <p>Tatap Muka (<i>Face to Face</i>) dan Daring (<i>Online</i>)</p>

PEMBELAJARAN I

KONSEP TEKNIK SIMULASI

KOMPETENSI DASAR PEMBELAJARAN 1

Mahasiswa mampu memahami konsep dasar simulasi, pemodelan sistem dan simulasi antrean. Mampu menjelaskan langkah - langkah dalam proses simulasi, keutamaan dalam sistem antrean, komponen-komponen dalam sistem antrean, serta simulasi bisnis yang digunakan untuk semua aplikasi bisnis.

Pembelajaran 1 memiliki judul Konsep Teknik Simulasi, sub topik Kegiatan Pembelajaran 1 yaitu :

1. Konsep Dasar Simulasi
2. Pemodelan Sistem
3. Simulasi Antrean

KRITERIA PENILAIAN KOMPETENSI DASAR

Kriteria penilaian yang digunakan untuk menilai pelaksanaan pembelajaran kompetensi dasar Konsep Teknik Simulasi dalam modul Teknik Simulasi ini adalah :

1. Kognitif

Mahasiswa dapat menjawab pertanyaan yang diajukan dan menuangkan dalam lembar jawaban pada Modul untuk pembelajaran tatap muka (*face to face*) dan pembelajaran daring (*online*) dengan jawaban yang tepat dan benar.

2. Afektif

Mahasiswa dapat menunjukkan perilaku sesuai dengan rubrik penilaian afektif berikut ini :

Tabel 1. Skor Penilaian Afektif Pembelajaran 1

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
1	<i>Receiving</i> Sikap menerima	Mahasiswa bersikap menerima norma-norma yang akan dinilai, mempunyai sikap peduli dan mendengarkan informasi yang diberikan oleh dosen serta sesama rekan mahasiswa lainnya dalam diskusi tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
2	<i>Responding</i> Sikap menjawab	Mahasiswa mempunyai sikap saling melengkapi, melibatkan diri dalam diskusi tatap muka (<i>face to face</i>) dan daring (<i>online</i>) serta menunjukkan sikap sukarela dalam kegiatan belajar Teknik Simulasi tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
3	<i>Valuing</i> Sikap menilai	Mahasiswa menunjukkan sikap lebih senang, menghargai, dan menyatakan peduli dengan aktivitas pembelajaran

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
4	<i>Organization</i> Sikap Mengorganisasi	Mahasiswa berpartisipasi dalam mempertahankan, serta menyatukan pendapat dalam aktivitas belajar Teknik Simulasi untuk pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
5	<i>Characterization</i> Pembentukan pola hidup (penerapan nilai-nilai)	Mahasiswa menunjukkan sikap penerapan nilai-nilai menjadi pribadi yang ditunjukkan dengan rasa empati, memunculkan harapan dan perubahan tingkah laku dalam penerapan <i>blended learning</i> untuk materi konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.

3. Psikomotor

Mahasiswa dapat menunjukkan kemampuan atau keterampilan melakukan gerak seperti yang dikemukakan dalam rubrik berikut :

Tabel 2. Kriteria Penilaian Keterampilan Perilaku Teknik Simulasi

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
1	P = <i>Perception</i> Persepsi	Mahasiswa mampu membedakan, mengidentifikasi dan memilih menggunakan indera untuk memperoleh kesadaran pada keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), diharapkan tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
2	S = <i>Set</i> Kesiapan	Mahasiswa memiliki kesiapan dalam memberikan respon berupa mengasumsi posisi, mendemonstrasikan dan menunjukkan sikap siap dalam melakukan keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
3	G = <i>Guided Response</i> Reaksi atas dasar arahan (respon terbimbing)	Mahasiswa mampu mengusahakan keterampilan dengan meniru dan membuat simulasi antrean dalam kehidupan sehari-harinya untuk pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), tentang Konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
4	M= <i>Mechanism</i> Mekanisme	Mahasiswa mampu membiasakan diri dalam mempraktekan dan mengulang-ulang keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
5	C = <i>Complex overt response</i> Reaksi terbuka dengan kesulitan kompleks	Mahasiswa mampu menghasilkan, mengoperasikan dan menampilkan keterampilan yang diharapkan dalam bentuk suatu kebiasaan dengan terampil, cepat dan akurat dalam pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>),

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
6	A = <i>Adaptation</i> Pengesuaian Gerakan (Adaptasi)	Mahasiswa mampu untuk mengadaptasi, mengubah dan merevisi keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), yang diharapkan sesuai dengan keadaan yang dihadapi tentang konsep Teknik Simulasi, pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.
7	O = <i>Origination</i> Keaslian	Mahasiswa mampu menciptakan model simulasi antrean, membuat sesuatu yang asli dan dikembangkan dengan kemampuan sendiri tanpa meniru. Mahasiswa mampu menampilkan pola-pola keterampilan yang baru dan dilakukan atas inisiatif sendiri serta memiliki perbedaan dalam pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>), tentang Konsep Teknik Simulasi,

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		pemodelan sistem, simulasi antrean, beserta kelebihan dan kekurangan model simulasi.

BAB I

KONSEP TEKNIK SIMULASI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari Teknik Simulasi mahasiswa mampu memahami tentang definisi, hakikat dan pentingnya Teknik Simulasi. Mampu menjelaskan langkah - langkah dalam proses simulasi, keutamaan dalam sistem antrean, komponen-komponen dalam sistem antrean, serta simulasi bisnis yang digunakan untuk semua aplikasi bisnis yang berbeda jenis industrinya, perusahaan dan bermacam-macam areanya. Mahasiswa mampu menjelaskan aspek-aspek yang mendasar dalam simulasi beserta tahapan utamanya. Mampu menjelaskan manfaat simulasi, kelemahan ataupun kekurangan dari simulasi.

B. RINGKASAN MATERI

Masyarakat banyak yang kurang atau bahkan tidak mengenal simulasi. Mereka yang baru mulai mengenal beberapa bagian ilmunya banyak yang menyatakan bahwa simulasi sangat sulit. Mereka mengalami kesulitan untuk menjelaskan urutannya. Apabila sudah mengenal simulasi dengan baik dan mengetahui alur penyelesaiannya secara jelas, maka tidak akan sulit memahaminya. Justru akan tertantang untuk mengembangkan simulasi untuk menghadapi suatu permasalahan.

Simulasi bukan hanya solusi dengan menggunakan model (data atau miniatur) yang dibuat sedemikian rupa untuk menghasilkan nilai tertentu. Dengan simulasi, kita dapat menduga perilaku suatu sistem yang kita amati dengan menggunakan data hasil pengamatan yang dilakukan dalam waktu tertentu. Dari data hasil pengamatan itu dapat diprediksi dan kemudian memutuskan tindakan yang akan dilakukan.

1. Pengertian Teknik Simulasi

Sebelum mengenal tentang simulasi, maka terlebih dahulu harus mempelajari tentang sistem (melalui data sampel) yang mana sistem tersebut dapat melakukan ujicoba. Jika suatu sistem yang diamati masih merupakan sistem yang bersifat hipotesis (percobaan) untuk memperoleh suatu hasil tertentu maka kemungkinan besar terhadap sistem tidak dapat dilakukan simulasi (Bonett Satya, 2007:1-2).

Walau secara tidak langsung, suatu permasalahan akan merangsang sistem untuk memecahkannya dengan menggunakan model dan metode alternatif, yang merupakan suatu kreasi berpikir yang dapat memadukan berbagai metode, sehingga terbentuk sejumlah prototipe (model atau miniatur). Dari metode-metode yang digunakan dapat diketahui latar belakang (penjelasan secara teoritis) setiap metode. Dengan menggunakan prototipe seperti ini akan dibutuhkan biaya yang tidak sedikit, menghabiskan waktu dan juga tidak praktis.

Pada saat seseorang mengangkat suatu permasalahan dari sebuah sistem, misalnya permasalahan produksi yang berhubungan dengan *supplier* dan *distributor*, maka orang tersebut akan menemukan banyak permasalahan, terutama jika pokok bahasan yang hendak dikembangkan tidak dibatasi. Bahasan ini dapat disederhanakan dan dipilah-pilah sesuai kebutuhan data dari sistem.

Dapat disimpulkan bahwa sistem adalah media atau ruang yang didukung oleh komponen-komponen yang saling terkait satu sama lain dan dibatasi oleh aturan tertentu guna mencapai tujuan dan sasaran tertentu. Sistem juga didefinisikan sebagai sekumpulan atau himpunan (manusia atau mesin) yang saling berinteraksi secara bersama-sama menuju ke arah pencapaian tujuan yang telah ditetapkan.

Untuk mempelajari sistem dari suatu persoalan yang harus diselesaikan, maka diperlukan juga metode ataupun model untuk menguraikan sistem tersebut. Apabila memungkinkan, maka analisis untuk menyelesaikan persoalan tersebut dapat dilakukan sepanjang persoalan itu dapat dievaluasi dan untuk melaksanakannya tidak banyak membutuhkan waktu. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah dengan sistem simulasi.

Menurut Asmungi (2007:1) "Kata simulasi berasal dari bahasa asing (Inggris) yaitu *to simulate* artinya menirukan atau upaya menirukan, suatu sistem nyata (*real system*) yang menjadi obyek kajian dalam rangka mencari jawaban atas persoalan sistem

tersebut". Dengan demikian teknik simulasi berdasarkan bahasa adalah menirukan sebuah sistem nyata untuk menjawab permasalahan yang ada.

Djati (2007:9) menyatakan:

Simulasi merupakan teknik yang digunakan dalam membuat keputusan untuk mengevaluasi perilaku model pada kondisi yang berlainan, dan menghasilkan solusi-solusi yang hampir optimal dan dapat mempresentasikan sistem secara menyeluruh.

Erma Suryani (2006) menyatakan bahwa Simulasi adalah sekumpulan metode dan aplikasi untuk meniru atau mempresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.

Kakiay (2004:1) bahwa Simulasi diartikan :

Sistem yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata, menggunakan model atau metode tertentu serta lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusi.

Kesimpulan dari pengertian simulasi menurut pendapat ahli di atas adalah suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan dan membuat keputusan yang berguna dengan mengevaluasi perilaku model atau metode pada kondisi yang berlainan serta menguraikan

persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang menghasilkan solusi-solusi pada pemakaian komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.

Simulasi merupakan sebuah sistem yang dapat membantu manusia untuk menyelesaikan bermacam-macam persoalan dalam kehidupan nyata yang menggunakan sebuah model atau metode maupun tidak sama sekali. Simulasi dapat dipelajari dan diprediksi pada sesuatu yang belum terjadi dengan cara membuat suatu model sistem yang dapat dipelajari dan selanjutnya menggunakan eksperimen secara numerik dengan komputer.

Simulasi dilakukan dengan membuat sebuah *miniature* yang *representative* serta valid agar tujuan *sampling* dan *survey* statistik pada sistemnya nyata. Pada proses simulasi yang berhubungan dengan penyusunan tiruan sistem yang menggunakan interaksi bilangan random yang menuruti distribusi pada pola data tertentu. Kesimpulan yang didapat bahwa simulasi adalah tiruan dari dari sebuah sistem untuk melakukan eksperimen pada komputer yang menggunakan model tertentu.

Menurut Levin, dkk, (2002) terdapat lima langkah pokok dalam menggunakan simulasi, yaitu :

- a) Menentukan persoalan atau sistem yang hendak disimulasi.
- b) Formulasikan model simulasi yang hendak digunakan.
- c) Ujilah model dan bandingkan tingkah lakunya dengan tingkah laku dari sistem nyata, kemudian berlakukannya model simulasi tersebut.

d) Rancang percobaan - percobaan simulasi.

e) Jalankan simulasi dan analisis data

Untuk pembuatan model simulasi model yang dibangun harus kredibel. Representasi kredibel sistem nyata oleh model simulasi ditunjukkan oleh verifikasi dan validasi model. Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model (program komputer) sesuai dengan logika diagram alur.

a. Keutamaan dalam Sistem Antrean

Sistem antrean terdiri 1 (satu) atau lebih pelayanan yang penyediaan pelayanan tersebut digunakan untuk melayani bermacam-macam jenis kedatangan pelanggan. Pelanggan datang jika mendapati keadaan pelayanan (*server*) sedang sibuk (umumnya) maka pelanggan tersebut akan bergabung pada antrean dalam satu baris (*one or more queues*) dan yang terdekat siap untuk masuk pada pelayanan berikutnya. Perlakuan seperti ini disebut sistem antrean. Sedangkan ketika masuk antrean pelanggan mendapatkan kondisi pelayanan (*server*) sedang kosong (*idle*) maka pelanggan tersebut dapat langsung masuk untuk dilayani dan tidak perlu menunggu untuk antri (Bonett Satya, 2007:84).

Tabel 3. Beberapa Sistem Antrean yang dapat disimulasikan

Sistem	Pelayanan	Pelanggan
Bank	<i>Teller</i>	Nasabah
Rumah Sakit	Dokter. Perawat dan tempat tidur	Pasien
Sistem Pabrikasi	Mesin, pekerja, bahan baku, barang jadi, distribusi	Pekerjaan pada bagian-bagian

Airport	Penggunaan landasan, pengecekan calon penumpang, keamanan <i>cek in</i> dan <i>cek out</i>	Kesibukan penerbangan dan perjalanan
Dermaga	Bongkar muat <i>car deck</i>	Kendaraan yang menyebrang

b. Komponen-Komponen Sistem Antrean (Jenis FIFO)

Menurut Bonett Satya (2007:85) ada tiga karakteristik komponen yang digunakan dalam sistem antrean, yaitu: proses kedatangan, mekanisme pelayanan, dan disiplin dalam proses antrean. Proses kedatangan dalam sistem antrean adalah gambaran yang jelas bagaimana seorang pelanggan masuk dalam sistem. Pada saat pelanggan masuk proses pencatatan waktu pelanggan datang dan waktu kedatangan antarpelanggan dilaksanakan. Hal tersebut digunakan untuk mengetahui waktu tunggu yang diperlukan selama proses antrean berlangsung.

Mekanisme pelayanan dalam sistem antrean dinyatakan sebagai nomor urut dalam antrean yang akan dilayani (disimbolkan S) misalnya: S1, S2 ... diasumsikan variabel acak maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata waktu pelayanan dari pelanggan.

Disiplin dalam proses antrean sebagai aturan yang diberlakukan oleh sistem (*server* atau pelayan) guna memudahkan penentuan pelanggan berikutnya yang akan dilayani setelah

pelanggan sebelumnya selesai dan meninggalkan tempat. Umumnya sistem antrean seperti ini sama dengan model FIFO.

c. Simulasi Bisnis

Simulasi bisnis menurut Bonett Satya (2007:87) sangat mudah digunakan untuk semua aplikasi bisnis yang berbeda jenis industrinya, perusahaannya, dan bermacam-macam areanya. Ada beberapa keuntungan, diantaranya:

- 1) Untuk membangun kreativitas menggunakan aplikasi simulasi yang diharapkan.
- 2) Mampu membangun motivasi dalam mempelajari teknologi sesuai bagian-bagiannya.

Jika fungsi simulasi dilihat dari area bisnis, ada beberapa organisasi yang menggunakannya. Ini dapat dilihat dari jumlah penggunaannya sesuai area bisnis yang digunakan. Dapat dilihat pada tabel berikut bahwa *Finance* menduduki tempat pertama, yaitu 46% dalam penggunaan simulasi. Begitu juga simulasi yang digunakan untuk produksi yang menempati posisi kedua yaitu 39%. Banyak sistem produksi yang cukup kompleks yang menggunakan simulasi. Pada proses belajar mengajar banyak ditemukan model simulasi yang digunakan yaitu 20%. Tabel 4. berikut menunjukkan informasi penggunaan simulasi sesuai area bisnisnya.

Tabel 4. Informasi Penggunaan Simulasi Sesuai Area Bisnisnya

Area yang Menggunakan	Persentase
Keuangan	46%
Produksi	39%
Pemasaran	29%
Mesin	21%
Personal	20%
Other	26%

2. Aspek-Aspek Dalam Simulasi

Menurut Asmungi (2007:7) ada tiga aspek mendasar dan tidak dapat dipisahkan dari simulasi adalah :

- a. Aspek pemodelan sistem.
- b. Aspek pemrograman komputer.
- c. Aspek percobaan (statistik).

Sering kali dijumpai untuk tahap awal dari aspek pemodelan, yaitu sebelum dilakukan simulasi. Bagaimana cara membuat representasi sistem ke dalam bentuk tertentu, perwujudan representasi berbagai bentuk analisis yang disebut pemodelan sistem. Untuk dapat melakukan pemodelan, maka ada beberapa tahapan utama yang dilakukan :

- a. Penetapan tujuan
- b. Identitas masalah
- c. Pengembangan model konseptual

- d. Pengembangan model matematis
- e. Validasi
- f. Solusi model

Supaya komputer dapat memberikan penyelesaian atas model matematik sistem, model tersebut harus dirubah ke dalam bentuk program komputer. Untuk membuat proram yang baik dan benar bukan semata membuat program yang bebas dan tidak ada salah, yang harus dipertimbangkan adalah :

- a. Harus efisien dalam menggunakan memori komputer.
- b. Harus hemat waktu eksekusi (*run-time*).
- c. Mempunyai bentuk yang terstruktur.
- d. Dapat dengan mudah dipelajari dan mudah dimodifikasi.

3. Manfaat Simulasi

Model dari simulasi merupakan *tool* yang fleksibel untuk dapat memecahkan masalah dengan menggunakan model matematis biasa. Model simulasi sangat efektif digunakan untuk sistem yang relatif kompleks untuk pemecahan analitis dari model tersebut. Penggunaan simulasi akan memberikan wawasan yang lebih luas pada pihak manajemen dalam menyelesaikan suatu masalah. Metode simulasi sebagai *tool* bagi perancangan sistem atau pembuat keputusan. Untuk menciptakan sistem dengan kinerja tertentu baik dalam tahap perancangan sistem (sistem yang masih berupa usulan) maupun tahap operasional (sistem yang sudah berjalan) (Erma Suryani, 2006:4).

Simulasi memiliki pengertian yang cukup luas. Metode ini semakin populer dalam penyelesaian permasalahan dari sistem yang kompleks. Menurut Djati (2007), keuntungan didapatkan dengan menggunakan simulasi adalah dapat mencatat hasilnya dengan pertimbangan yang lebih luas seperti pada penjelasan berikut :

- a) Sangat kompleks. Sistem yang digunakan di dunia kerja saat ini menggunakan elemen-elemen stokastik yang tidak dapat digambarkan dengan jelas menggunakan model matematika tetapi lebih mudah ditaksirkan dengan model analitis. Jadi simulasi sering digunakan sebagai salah satu tipe yang tepat untuk penelitian.
- b) Simulasi merupakan salah satu metode yang mampu memberikan perkiraan sistem yang lebih nyata sesuai kondisi operasional dari kumpulan pekerjaan.
- c) Sebagai alternatif desain yang diusulkan atau alternatif terhadap kebijakan dari operasional dalam 1 sistem (*single system*) yang mana dengan menggunakan simulasi dapat diketahui bahwa sistem tersebut mampu memberikan pelayanan terbaik terhadap pokok kebutuhan yang diperlukan.
- d) Simulasi memudahkan pengontrolan lebih banyak kondisi dari suatu percobaan sehingga dimungkinkan untuk dicoba diterapkan secara nyata pada sistem itu.
- e) Simulasi menyediakan sarana untuk mempelajari sistem dalam waktu yang cukup lama (lebih ekonomis) dengan proses yang membutuhkan waktu cukup singkat ataupun sebagai alternatif pembelajaran yang lebih rinci dan jelas tentang perilaku suatu sistem nyata yang prosesnya lebih panjang.

Meskipun simulasi memberikan berbagai keuntungan seperti yang disebutkan di atas, hal itu tidak berarti simulasi tidak memiliki kekurangan. Berikut ini beberapa kelemahan ataupun kekurangan dari simulasi :

- a) Model simulasi yang bersifat stokastik hanya menghasilkan perkiraan yang berupa sekumpulan karakteristik yang sebenarnya dari suatu model lewat parameter yang diinputkan. Apabila dijalankan sendiri, model membutuhkan sekumpulan parameter yang diinputkan untuk dipelajari. Simulasi digunakan untuk membandingkan suatu angka, sehingga simulasi dapat menemukan alternatif desain sistem yang lebih baik.
- b) Selain itu, dalam model analitik (jika hal tersebut tepat) lebih mudah menghasilkan karakteristik yang tetap dari suatu model sesuai dengan jenis yang diperlukan dari sekumpulan parameter untuk diinputkan. Jadi, jika benar maka model analitik lebih mudah dikembangkan (yang demikian dikatakan bahwa model ini lebih baik, daripada model simulasi).
- c) Model simulasi lebih mahal serta membutuhkan waktu untuk pengembangannya.
- d) Simulasi menghasilkan kumpulan angka yang banyak dan panjang atau membutuhkan animasi dalam pengolahan aplikasi yang *user friendly* dan realistis agar dapat meyakinkan untuk mempercayai hasil pengamatan daripada pembuktian.

Menurut Asmungi (2007:7) model simulasi mempunyai kelebihan, kekurangan dan klasifikasi. Kelebihan model simulasi sebagai berikut : a) Tidak semua sistem dapat direpresentasikan

dalam model matematis, simulasi merupakan alternatif yang tepat. b) Dapat berksperimen tanpa adanya risiko pada sistem nyata. Dengan simulasi memungkinkan untuk melakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung risiko terhadap sistem yang berjalan. c) Simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternative desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. d) Simulasi memungkinkan untuk melakukan studi jangka panjang dalam waktu relatif singkat. e) Dapat menggunakan input data bervariasi.

Kekurangan model simulasi adalah : a) Kualitas dan analisis model tergantung pada si pembuat model. b) Hanya mengestimasi karakteristik sistem berdasarkan masukan tertentu.

Sedangkan untuk klasifikasi model simulasi sebagai berikut ini :

- a) Menurut waktu: (1) Simulasi statis. Pada simulasi ini outputnya model tidak dipengaruhi waktu. Contoh: simulasi yang dilakukan oleh George L. Leclere. (2) Simulasi dinamis. Pada simulasi ini output model dipengaruhi waktu. Waktu bertindak sebagai variabel bebas. Contoh: model populasi yang berkembang sepanjang waktu, laju penjualan, tingkat penjualan.
- b) Menurut perubahan status variabel: (1) Simulasi kontinyu merupakan model simulasi yang status variabel berubah secara kontinyu. Contoh: model-model level cairan yang rate-nya (lajunya) berubah setiap saat. (2) Simulasi diskrit model yang status variabel berubah pada saat-saat tertentu. Contoh : model-model inventory yang materialnya datang dan diambil pada waktu tertentu.

c) Menurut derajat ketidakpastiannya : (1) Simulasi deterministik merupakan model yang outputnya bisa ditentukan secara pasti. Contoh : model-model matematis, model *Economic Order Quantity*. (2) Simulasi stokastik yaitu model yang model tidak bisa ditentukan secara pasti (mengandung ketidak pastian). Contoh: diagram pohon keputusan.

Dengan demikian kapan kita akan menggunakan atau tidak menggunakan simulasi, tergantung dari situasi atau permasalahan yang dihadapi. Untuk lebih mudahnya dapat dilihat keuntungan dan kekurangan (kelemahan) dari masing-masing cara menyelesaikan masalah. Penjelasan tersebut kemudian dibandingkan relevansinya dengan permasalahan yang akan dijadikan model tersebut serta keuntungan dan kerugiannya jika akan menggunakan satu diantara keduanya.

C. RANGKUMAN

Pada praktiknya sistem sangat tergantung pada tujuan. Untuk apa sistem tersebut digunakan dan dibangun. Sekumpulan atau himpunan yang membentuk suatu sistem di dalam suatu penelitian yang besar mungkin hanya merupakan satu bagian kecil dari sebuah sistem keseluruhan. Sistem sendiri dapat juga didefinisikan sebagai sekumpulan variabel penting yang dapat menjelaskan perilaku sistem yang nyata pada waktu tertentu dan memiliki tujuan tertentu.

Simulasi juga memberikan kemungkinan untuk mengerjakan saeluruh bagian dalam sistem analisis yang sebenarnya merupakan persoalan yang kompleks yang harus dikerjakan dengan analisis.

Dengan demikian hal ini merupakan keharusan di dalam mempelajari interaksi di antara bagian atau unsur-unsur suatu sistem. Didalam sistem simulasi terdapat suatu deskripsi dari alternatif-alternatif yang dapat memberikan gambaran yang lebih baik.

D. TUGAS 1

Kerjakan Tugas 1 berikut ini :

- a. Carilah satu jurnal nasional atau internasional yang berkaitan dengan Teknik Simulasi. Lakukan telaah terhadap jurnal tersebut kemudian kemukakan resume dari permasalahan dan gagasan yang dikemukakan di dalam jurnal.
- b. Lakukan tugas secara pribadi. Tulis hasil telaah jurnal dengan format Tugas 1.

FORMAT LAPORAN TELAAH JURNAL TEKNIK SIMULASI

Nama Peneliti :
Judul :
Jurnal/Vol :
 Permasalahan yang dikemukakan

 Kesimpulan dan hasil penelitian yang dijabarkan

 Tanggapan/pendapat anda tentang hasil penelitian

E. RUJUKAN

- Asmungi, 2007. *Simulasi Komputer Sistem Diskrit*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. 2000. *Discrete Event System Simulation*. 3rd Edition. Prentice Hall.
- Djati, Bonett S. L. 2007. *Simulasi Teori dan Aplikasinya*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.
- Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.
- Levin, Richard I, dkk. 2002. *Quantitative Approaches to Management (Seventh Edition)*. McGraw – Hill, Inc. New Jersey.
- Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

BAB II

PEMODELAN SISTEM

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pemodelan sistem berhubungan dengan konsep sistem, prinsip dasar pengembangan model, elemen sistem, ukuran kinerja sistem, variabel-variabel sistem, klasifikasi model, model sistem dan jenis-jenis model. Tujuan dari mempelajari topik ini adalah untuk mengetahui dan mengenal hubungan model dan simulasi. Dapat menjelaskan apa yang dimaksud dengan model, beserta klasifikasi model simulasi.

B. RINGKASAN MATERI

Pemodelan sistem merupakan tahap yang sangat kritis, sebab berhasil tidaknya simulasi hampir sepenuhnya ditentukan pada berhasil tidaknya upaya memodelkan sistem nyatanya. Pada hakekatnya simulasi hanyalah perwujudan lain daripada model sistem sangat tergantung pada bentuk aslinya. Karena sulitnya hal tersebut hampir tidak ada model yang mampu menggambarkan secara utuh tentang sistem nyatanya. Kesulitan itu muncul karena tidak semua bagian dari sistem dapat digambarkan. Biasanya akan muncul upaya penyederhanaan pada sistem nyatanya. Penyederhanaan itu diwujudkan dalam bentuk batasan-batasan dan

anggapan-anggapan yang diberlakukan pada sistem tersebut. Jadi, dalam pemodelan sistem, yang menjadi permasalahan bukannya apakah model yang dibuat dapat mewakili sistem nyatanya secara sempurna atau tidak, tetapi apakah model itu sudah cukup mewakili sistem nyatanya atau tidak.

1. Konsep Sistem

Untuk perkembangannya saat sekarang, sistem telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan pada diri manusia agar dapat mencapai kemajuan, baik dalam strata berpikir maupun dalam strata pelaksanaannya. Sistem telah menjadi bagian penting manusia modern.

Pada tahun 1950-an dalam kepeloporan dunia *scientist*, terminologi sistem jarang digunakan kecuali untuk menjelaskan kata “sistematis”. Kondisi ini memunculkan banyak keingintahuan, mengingat secara terus menerus manusia berada dalam lingkaran sistem dan terus berada dalam lingkaran perubahan sistem. Ada sistem matahari, sistem sosial, sistem politik, sistem telepon, sistem penjumlahan, sistem informasi, sistem pencernaan dan lain sebagainya (Miftahol Arifin, 2009:4).

Sistem berasal dari bahasa Yunani, yaitu *sistema* yang artinya suatu keseluruhan yang tersusun dari sekian banyak bagian atau dengan pengertian yang lebih umum. Sistem adalah kumpulan komponen atau elemen atau entiti yang berinteraksi satu dengan yang lainnya dalam rangka mencapai tujuan tertentu dan terjadi dalam lingkungan yang kompleks (Asmugi, 2007:19).

Perubahan-perubahan dalam sistem dipengaruhi juga oleh perubahan yang terjadi diluar sistem. Istilah dari lingkungan sistem digunakan untuk menggambarkan suatu lingkungan sistem di mana aktivitas - aktivitas yang terjadi di dalamnya dapat mempengaruhi kondisi dari sistem. Aktivitas - aktivitas didalam sistem disebut aktivitas endogen, sedangkan aktivitas diluar sistem disebut aktivitas eksogen (Miftahol Arifin, 2009:5).

Sistem mempunyai empat ciri yaitu :

- a) Adanya sekumpulan elemen.
- b) Adanya interaksi diantara elemen tersebut.
- c) Mempunyai tujuan yang hendak dicapai.
- d) Situasi dan kondisi yang kompleks.

Contoh sistem, seperti: sistem lalu lintas, sistem politik, sistem ekonomi, sistem manufaktur dan sistem layanan. Untuk sistem manufaktur dan layanan adalah proses material, informasi dan sumber daya manusia. Model yang baik pada dasarnya bukan semata model yang mampu mengambil semua bagian dari sistem itu, melainkan bagaimana perilaku sistem dapat ditelaah, dikaji dan dibuat prediktifnya dari kejadian yang ada. Sistem dapat dipelajari dari perilaku sistem, tetapi tidak memodelkan bagian dari sistem. Untuk model yang baik, bukan semata model yang mampu mengambil semua bagian dari sistem, melainkan dari perilaku dari sistem dapat ditelaah, dikaji dan dibuat prediktifnya dari kejadian yang ada.

2. Prinsip Dasar Pengembangan Model

Menurut Erma Suryani (2006:1-2) definisi pemodelan adalah sebagai proses pembuatan model dari sistem tersebut dengan menggunakan bahasa formal tertentu. Dapat diartikan sebagai proses pembuatan model dimulai dengan adanya permasalahan pada sistem nyata, yang dilihat oleh pemodel menggunakan sudut pandang tertentu, bergantung pada nilai yang diambil, pengetahuan dan pengalaman dari pembuat model sampai akhirnya model tersebut tercipta. Selanjutnya model ini akan diuji keabsahannya menggunakan data sampel sehingga dapat dihasilkan suatu model yang valid.

Aturan-aturan dalam pengembangan model menurut Erma Suryani diantaranya yaitu :

a) Elaborasi

Pengembangan model sebaiknya dimulai dari yang paling sederhana kemudian secara bertahap dielaborasi menjadi model yang representative. Penyederhanaan permasalahan dapat dilakukan dengan menggunakan asumsi-asumsi yang diperlukan, sesuai dengan tujuan pembuatan model.

b) Analogi

Pengembangan model dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip-prinsip dan teori-teori yang sudah dikenal luas.

c) Dinamis

Pengembangan model bukanlah suatu proses mekanis dan linier, sehingga dalam tahap pengembangannya mungkin saja terdapat proses pengulangan.

3. Elemen Sistem

Beberapa unsur penting dalam sistem menurut Asmugi (2007:19-21) yaitu :

a) Elemen atau Entiti

Entiti adalah elemen atau bagian pembentuk sistem. Untuk suatu sistem bisa terdiri atas puluhan atau ratusan entiti. Entiti yang dimaksud adalah entiti yang mempunyai peran dalam pencapaian tujuan sistem, sehingga elemen-elemen yang tidak mempunyai peranan dan tidak bisa sebagai entiti.

Contoh sebuah sistem berikut dalam sistem perkuliahan yang bertujuan mencerdaskan mahasiswa, hampir semua mahasiswa membawa tas untuk mempermudah membawa buku-bukunya akan tetapi tas bukan merupakan entiti dalam sistem itu. tetapi buku merupakan entiti dari sistem perkuliahan tersebut.

Entiti dibedakan atas dua macam, yaitu entiti tetap dan entiti tidak tetap. Entiti tetap adalah entiti yang secara tetap berada pada sistem. Mesin adalah entiti tetap dalam sistem produksi, untuk entiti tidak tetap adalah entiti yang hanya sementara waktu saja berada dalam sistem Bahan baku merupakan contoh entiti tidak tetap yang tepat, sebab bahan baku hanya akan berada dalam sistem produksi selama mengalami proses produksi saja.

b) Tanda atau Variabel (Atribut)

Terdapat dalam sistem pertahanan nasional yaitu entiti perajurit. Pada diri seorang perajurit akan mempunyai baju seragam, tanda kepangkatan, topi atau baret dengan gambar kesatuannya, lencana dan lain sebagainya. Baju seragam, topi

dan semua tanda - tanda yang melekat di badannya dikenal dengan atribut. Melalui atribut yang dimiliki akan dapat diketahui namanya, kesatuannya, jenjang kariernya, dan lain sebagainya. Jadi atribut adalah tanda atau sifat atau informasi yang melekat pada diri entiti.

Pada diri entiti mungkin dapat dijumpai banyak tanda atau variabel atau sifat. Jumlah itu bisa berbilang puluhan, ratusan bahkan bisa ribuan. Namun hanya tanda atau sifat yang relevan saja yang dikatakan atribut. Relevansi itu dikaitkan dengan tujuan sistem yang ingin dicapai. Kecakapan seorang operator mesin merupakan atribut dalam sistem produksi. Akan tetapi kecakapan operator mesin bukan merupakan atribut.

Atribut adalah segala sesuatu yang menjadi properti dari entitas menurut (Miftahol Arifin, 2009:7). Misalnya kasir sebagai entitas maka skills kasir adalah atribut. Untuk itu entitas terbagi menjadi beberapa bentuk antara lain :

a. Bernyawa

Untuk bentuk ini diartikan bahwa yang bernyawa, misalnya pelanggan, pasien dan lain sebagainya merupakan entitas.

b. Tidak bernyawa

Termasuk dalam kategori ini part, dokumen, dan lain-lain.

c. Tidak dapat diraba

Kemajuan teknologi informasi menyebabkan mail elektronik dan lain-lain sebagai entitas yang tidak dapat diraba.

c) Interaksi

Untuk mencapai tujuan sistem, maka setiap entiti sistem tersebut berinteraksi satu dengan yang lainnya. Hubungan antara operator dan mesin dalam bentuk saling kerja sama membuat produk yang baik adalah salah satu bentuk contoh interaksi dalam sistem produksi. Bentuk interaksi bisa jadi dalam bentuk interaksi fisik, seperti operator melakukan *set up* mesin, tapi sering terjadi interaksi nonfisik mewarnainya. Misal tatkala mesin sudah tua dan sering mengalami gangguan, maka secara psikologis membuat operator kurang bergairah untuk bekerja. Interaksi semacam ini kelak yang akan diturunkan model formula matematik sistem. Setiap sistem selalu ingin mencapai suatu tujuan tertentu karena sistem cenderung bersifat dinamis.

d) Lingkungan

Keberadaan sistem selalu dilingkupi oleh lingkungan. Antara sistem dan lingkungan terdapat pembatas yang dapat menengahi bagian yang termasuk sistem dan bagian yang bukan sistem. Meskipun lingkungan dan sistem sudah dibatasi oleh pembatas, bukan berarti antara sistem dan lingkungan terbatas secara mutlak, sebab kenyataannya ada sistem yang masih terpengaruh oleh lingkungan.

Aksi lingkungan terhadap sistem akan bertindak sebagai masukan sistem, sedang reaksi sistem terhadap lingkungan merupakan keluaran sistem. Sebagai contoh, keputusan pemerintah di bidang politik seringkali berpengaruh pada kehidupan ekonomi makro suatu negara. Sistem politik dan

sistem ekonomi makro merupakan dua sosok sistem yang berbeda, tapi sistem politik dapat memengaruhi kehidupan sistem ekonomi makro.

e) Batasan (*Boundary*)

Untuk membedakan antara sistem dan lingkungannya, maka setiap sistem mempunyai pembatas atau pagar (*boundary*) yang membatasi antara sistem dan lingkungannya. Daerah yang berada di dalam pembatas itulah sistem dan yang di luar pembatas itulah lingkungan. Perwujudan *boundary* ini bisa ada secara nyata, tetapi banyak juga yang maya. Dinding merupakan contoh yang jelas dari pembatas berwujud nyata secara fisik.

Apapun perwujudan dari pembatas tersebut, maka yang perlu diketahui nama dari pembatas tersebut, tidak selalu membatasi secara mutlak antara sistem dan lingkungannya. Seringkali lingkungan masih bisa masuk atau memengaruhi sistem.

4. Ukuran Kinerja Sistem

Untuk ukuran kinerja sistem adalah ukuran yang digunakan untuk menetapkan performansi sistem. Pada level tertinggi, misalnya pada organisasi atau unit bisnis, ukuran performansinya diukur dari keuntungan, pendapatan, tingkat pengembalian dan lain sebagainya. Beberapa ukuran kinerja sistem (Miftahol Arifin, 2009:9) antara lain :

a. Aliran Waktu

Aliran waktu (*flow time*) adalah waktu rata-rata yang diambil untuk item yang akan diproses dalam sistem. Disebut juga adalah *lead*

time. *Flow time* dapat dikurangi dengan mengurangi waktu proses yang berhubungan dengan *flow time* yaitu *set up*, perpindahan, operasi dan waktu pemeriksaan. Selain itu juga dapat dikurangi dengan menurunkan *work in process* atau rata-rata jumlah entitas dalam sistem.

b. Utilisasi

Utilisasi adalah persentase dari jadwal waktu dari operator dan sumber daya lainnya pada saat produksi. Jika sumber daya tidak memakai utilisasi, mungkin karena sedang menganggur atau rusak. Untuk meningkatkan utilisasi produktif dengan meningkatkan sumber daya atau menurunkan kapasitas sumber daya.

c. Nilai Waktu

Adalah banyaknya waktu material, konsumen dan nilai penerimaan aktual di mana nilai membatasi semua keinginan konsumen untuk membayar.

d. Waktu Tunggu

Adalah banyaknya waktu di mana material dan konsumen yang sedang menunggu untuk diproses. Waktu tunggu dapat ditingkatkan dengan mengurangi jumlah item pada sistem.

e. Rata-Rata Aliran

Rata-rata aliran (*flow rate*) adalah banyaknya item yang diproduksi atau pelayanan konsumen per unit satuan waktu. *Flow rate* dapat ditingkatkan dengan manajemen yang lebih baik dan utilisasi sumber daya khususnya membatasi sumber daya.

f. Tingkat Antrean

Adalah jumlah item atau konsumen saat sedang menunggu. Persediaan dapat dikontrol dengan membatasi produksi saat operasi

sedang *bottleneck*. *JIT (Just In Time)* adalah salah satu cara untuk mengontrol antrean.

g. Produksi

Dari tingkat produksi, persentase produk yang disesuaikan dengan spesifikasi atau persentase total jumlah produk yang masuk dalam sistem sebagai *raw material* (bahan mentah atau bahan baku).

h. Variansi

Adalah derajat dari *fluktuasi* yang dapat dan sering terjadi pada kinerja pendahuluan. Variansi memperkenalkan ketidak pastian dan risiko dalam usaha mencapai tujuan dari performansi. Variansi dikurangi dengan mengontrol waktu proses dan meningkatkan sumber daya.

5. Variabel-Variabel Sistem

Untuk merancang sistem baru, harus dibuat peningkatan dari sistem yang lebih sederhana dengan mengidentifikasi elemen dan tujuan performansi dari sistem tersebut. Maka diperlukan tiga variabel sistem dalam merancang sistem baru menurut Arifin, (2009:10) sebagai berikut :

a. Variabel Keputusan.

Pada saat simulasi, variabel keputusan adalah sebagai variabel yang independent (tidak tergantung). Mengubah nilai variabel keputusan dari sistem akan memberi efek perilaku dari sistem.

b. Variabel Respon.

Variabel respon merupakan variabel yang mengukur performansi dari sistem yaitu untuk memberikan respon pada variabel keputusan tertentu. Variabel respon misalnya jumlah entitas yang

diproses untuk waktu tertentu, rata-rata penggunaan sumber daya. Pada simulasi, variabel respon merupakan variabel yang dependen di mana tergantung pada nilai dari variabel independen. Eksperimen tidak dapat memanipulasi variabel dependen atau variabel keputusan.

c. Variabel State.

Variabel *State* merupakan variabel yang menandai status dari sistem pada saat tertentu. Variabel *State* merupakan variabel dependen seperti variabel respon di mana tergantung pada variabel independen. Variabel *State* sering tidak diketahui pada saat percobaan sehingga tidak dapat langsung dikontrol seperti pada variabel keputusan.

Pendekatan sistem berkaitan dengan bagaimana masing-masing unsur berhubungan satu dengan lainnya menjadi satu kesatuan yang disebut pendekatan "*integratif*" desain sistem.

Tabel 5. Beberapa Contoh Variabel dari Berbagai Sistem

Sistem	Entitas	Sumber	Atribut	Aktivitas	Kontrol	Kejadian
Mesin ATM	Pelanggan	Mesin ATM	Jumlah uang yang diambil	Pengeluaran uang	Status mesin (rusak, sibuk) atau panjang antrean	Kedatangan dan keluarnya pelanggan
SPBU	Pelanggan (Kendaraan)	Tangki Minyak	Jumlah minyak	Pengisian minyak	Status tangki (kosong atau tidak)	Kedatangan dan keluarnya pelanggan
SMS	Pesan	Kesibukan Server	Panjang dan tujuan	Pengiriman pesan	Pesan menunggu	Pesan sampai ke tujuan
Potong Rambut	Pelanggan	Potong Rambut	Rambut Panjang	Mengunting rambut	Tukang cukur sibuk	Kedatangan dan keluarnya pelanggan

6. Klasifikasi Model

Pemodelan suatu sistem merupakan suatu proses penyaringan dan penyeleksian yang dilakukan sedemikian rupa terhadap berbagai data, sehingga didapat beberapa data atau komponen sistem yang dapat dimodelkan dan dianggap kurang penting atau tidak relevan yang diasumsikan mampu mendukung tujuan yang ingin dicapai. Jadi, sebuah model tidak hanya merupakan perwujudan tujuan, namun juga merupakan asumsi untuk mendukung tujuan tersebut. Model yang sering dijumpai dalam kehidupan kita dan yang digunakan untuk mengenal suatu sistem (studi terhadap sistem) dibedakan berdasarkan data yang diperoleh menurut (Bonett Satya, 2007:3), sebagai berikut :

a. Model Fisik.

Berdasarkan pada analogi dari sistem dengan sistem. Untuk pemodelan seperti ini atribut atau *field* (data) dari sistem didapatkan dari pengukuran, seperti jarak yang ditempuh oleh truk dengan beban tertentu dan kecepatan tertentu yang mempengaruhi kemampuan mesin, dengan beban bervariasi dan kecepatan tertentu seberapa jauh pesawat dapat meninggalkan landasan dan masih banyak lagi contoh lain.

b. Model Matematika.

Untuk model ini simbol-simbol matematika dan persamaan-persamaan matematika digunakan untuk menggambarkan sistem. Atribut atau *field* dari sistem dipresentasikan oleh aktivitas-aktivitas setiap variabel yang dideklarasikan (diidentifikasi lebih awal) dan kemudian dengan fungsi-fungsi matematika, maka dari seluruh variabel tersebut akan dihasilkan aktivitas-aktivitas yang

diharapkan. Model matematika itu kemudian dibagi lagi menjadi dua yang masing-masing memiliki perbedaan yang mendasar. Yang pertama sangat dipengaruhi oleh perubahan waktu, disebut model dinamis, sementara model yang satunya lagi menunjukkan perilaku sistem secara spesifik pada kondisi tertentu saja, disebut model statis.

Pengembangan model matematika untuk model dinamis dan model statis, terdapat perbedaan lagi yang dapat mengidentifikasi perilaku data secara spesifik. Kedua model tersebut dapat diselesaikan dengan metode atau proses penyelesaian. Metode atau proses penyelesaian tersebut adalah :

1) Metode Analitis

Menggunakan metode analitis berarti memakai teori matematika deduktif untuk menyelesaikan model. Penggunaan metode ini sangat tergantung pada kemampuan kita di dalam menggunakan teori matematika.

2) Metode Numerik

Metode numerik melibatkan prosedur-prosedur komputasi untuk menyelesaikan persamaan-persamaannya. Metode ini lebih mudah digunakan karena hanya mempergunakan data dengan teknik-teknik khusus. Teknik khusus tersebut adalah simulasi.

7. Model Sistem

Model banyak digunakan dalam berbagai macam cabang keilmuan, baik dalam ilmu eksakta maupun dalam ilmu-ilmu sosial. Masing-masing cabang ilmu tersebut memberikan makna terhadap kata *model* dengan sedikit berbeda. Namun dalam bidang eksakta

yang dianggap sebagai bidang kajian *well developed* seperti logika, teknik dan fisika, makna yang diberikan mempunyai beberapa kesamaan walaupun tidak dapat diterima sebagai makna tunggal bagi pengertian sebuah model.

Menurut Miftahol Arifin (2009:12) bahwa :

Model didefinisikan sebagai proses penggambaran operasi sistem nyata untuk menjelaskan atau menunjukkan relasi-relasi penting yang terlibat. Model pada dasarnya merupakan penggambaran terhadap sistem nyata yang ditunjukkan lewat relasi-relasi penting antar elemen sistem yang ada.

Sistem nyata yang akan dimodelkan selalu bersifat kompleks. Untuk itu simplifikasi dari problematika yang kompleks dapat dibenarkan, sebab hanya ada beberapa gambaran atau informasi dari sistem yang signifikan atau relevan dengan tujuan yang ingin diselidiki. Di mana model harus selalu mengundang pengertian simplifikasi dan abstraksi. Tentu saja simplifikasinya diharapkan valid dan memadai.

Agar model yang sudah dibuat sesuai dengan yang diinginkan pemodel, maka model harus memiliki empat karakteristik dasar menurut Miftahol Arifin (2009:13) yaitu :

- a. Model harus mempunyai tingkat generalisasi yang tinggi Semakin tinggi generalisasi suatu model, maka semakin baik model tersebut, sebab akan mempunyai kemampuan untuk menyelesaikan suatu permasalahan semakin tinggi.
- b. Model harus mempunyai mekanisme yang transparan
Suatu model yang baik adalah model yang mampu menjelaskan kembali mekanisme pemecahan masalah yang dilakukan tanpa

ada yang disembunyikan. Misalnya jika ada suatu formulasi, maka itu harus dapat diterangkan kembali dari mana asalnya.

- c. Model harus mempunyai potensi untuk dikembangkan (pengembangan model)

Model yang baik harus mampu menarik minat peneliti untuk melanjutkan penelitiannya. Model itu juga membuka kemungkinan peneliti lainnya untuk mengembangkan menjadi model yang lebih kompleks dan berdaya guna untuk menjawab permasalahan sistem nyatanya.

- d. Model harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan asumsi

Model yang baik selalu memberi celah bagi para peneliti lainnya untuk membangkitkan asumsi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemodel tak pernah berakhir

8. Jenis-Jenis Model

Membedakan jenis-jenis model, dapat dilakukan terlebih dahulu dari pemahaman bahwa model tersebut terdiri atas model analog dan model simbolik. Untuk sistem analog, dapat dimodelkan dari sistem nyata melalui tingkah laku, misalnya aliran minyak di dalam pipa. Sedangkan untuk model simbolik berasaskan kepada perspektif, verbal, matematik, dan logika berpikir dari pembuat model.

Model simbolik paling banyak digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan dalam sistem industri. Pada dasarnya sistem nyata dapat dikelola menjadi model. Ada empat jenis model simbolik menurut Miftahol Arifin (2009:15) yaitu:

- a. Model stokastik.

Model yang mencakup distribusi, kemungkinan untuk input dan memberikan serangkaian nilai dari sekurang-kurangnya satu variabel *output* dengan probabilitas yang berkaitan pada tiap nilai. Contoh : Waktu kedatangan pelanggan, waktu antrean pelanggan dan lain sebagainya.

b. Model Deterministik.

Model yang dipergunakan untuk memecahkan suatu persoalan dalam situasi yang pasti. Contoh : Proses kimia, peta dan lain sebagainya.

c. Model Statis. Model yang berhubungan dengan keadaan sistem pada suatu saat tidak mempertimbangkan perubahan waktu. Biasanya hanya melibatkan pembangkitan bilangan random untuk menjalankan simulasi. Contoh : Penganggaran keuangan universitas, penentuan jumlah persediaan di gudang dan lain sebagainya.

d. Model Dinamis

Model yang berkaitan dengan keadaan sistem dalam waktu yang berkelanjutan, mengandung proses perubahan setiap saat akibat suatu aktivitas. Contoh : Simulasi suatu layanan perbankan yang buka dari jam 08.00 sampai jam 15.00

C. RANGKUMAN

Kompleksitas persoalan yang melingkupi kehidupan manusia, menyebabkan berkembangnya pemikiran kesisteman. Sistem merupakan sekumpulan objek yang saling berinteraksi dan berhubungan untuk mencapai tujuan tertentu pada situasi yang kompleks. Pemikiran kesisteman ini akan memberikan pengaruh terhadap bagaimana model dibangun. Model yang dibangun

berdasarkan pemikiran kesisteman yang baik akan menghasilkan simulasi yang baik pula.

D. TUGAS 2

Kerjakan Tugas 2 berikut ini :

1. Pilihlah sebuah sistem yang ada kaitannya dengan Perusahaan atau Industri (jasa atau manufaktur). Tentukan :
 - a. Sebutkan elemen-elemen sistem dan jelaskan keterkaitan antar elemen?
 - b. Sebutkan subsistem dan sistem yang dipilih?
 - c. Jelaskan batasan sistem!
 - d. Jelaskan lingkungannya!
 - e. Jelaskan klasifikasi sistem yang Anda pilih!
2. Berdasarkan sistem yang dipilih seperti pada tugas no. 1, susunlah sebuah model (minimal diagram keterkaitan) yang menjelaskan bahwa model merupakan representasi dari sistem!

E. RUJUKAN

- Asmungi. 2007. *Simulasi Komputer Sistem Diskrit*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.
- Arifin Miftahol. 2009. *Simulasi Sistem Industri*. Edisi Pertama. Edisi Pertama. Graha ilmu.
- Branks, Jerry, J. Carson II B. L. Nelson. 1994. *Discrete-Event System Simulation*. Prentice-Hill International, Inc. London
- Djati, Bonett S. L. 2007. *Simulasi Teori dan Aplikasinya*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.

- Harrel,C., Ghosh, K.B, and Bowden R. 2000. *Simulation Using Promodel*. 2rd. McGraw-Hill
- Law, A. And W. Kelton. 2000. *Simulation Modeling and Analysis*. 3rd. McGraw-Hill
- Prirsker, Alan. 2000. *Simulation With Visual Slam and AweSim*. John Willey
- Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

BAB III

SIMULASI ANTREAN

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari isi dan materi simulasi antrean ini, mahasiswa mampu :

1. Memahami pentingnya teori simulasi antrean beserta pengertian sistem antrean.
2. Memahami faktor - faktor yang mempengaruhi analisis antrean.
3. Memahami karakteristik dasar sistem antrean beserta indikator sistem antrean.
4. Memahami konsep efektivitas waktu pelayanan, defenisi pelayanan, faktor yang mempengaruhi pelayanan, dan indikator efektivitas waktu pelayanan.
5. Menjelaskan dan mengimplementasikan teori antrean untuk kasus simulasi.

B. RINGKASAN MATERI

Simulasi merupakan suatu alat yang digunakan jika ada suatu pemahaman alamiah dari masalah yang akan dipecahkan. Simulasi dirancang untuk membantu pemecahan suatu masalah yang berhubungan dengan sistem yang dioperasikan secara alamiah.

1. Teori Simulasi Antrean

Antrean merupakan suatu fenomena yang timbul dalam aktivitas manusia. Antrean sering terjadi dalam kehidupan sehari-

hari. Antrean yang muncul disebabkan oleh aktivitas pelayanan yang tidak diimbangi oleh kebutuhan akan pelayanan, sehingga pengguna layanan tersebut tidak terlayani dengan segera. Seperti antrean menunggu di depan loket untuk mendapatkan tiket kereta api atau tiket bioskop, antrean pada pintu jalan tol, antrean pada bank, antrean pada kasir supermarket, dan situasi-situasi yang lain merupakan kejadian yang sering ditemui.

Menurut Donald Gross (2008:1-2) :

Sistem antrean tercipta jika pelanggan yang datang ke tempat pelayanan, pelanggan menunggu untuk dilayani, jika pelayanan tidak dilakukan maka pelanggan meninggalkan sistem pelayanan jika sudah terlayani. Pelanggan bukan hanya manusia, tetapi bisa juga suatu benda yang dilayani.

Sedangkan menurut Iqbal (2011:95) yaitu:

Antrean terdapat pada kondisi apabila obyek-obyek suatu area untuk dilayani. Bisa terjadi keterlambatan yang disebabkan oleh mekanisme pelayanan sedang mengalami kesibukan. Antrean timbul karena adanya ketidakseimbangan antara yang dilayani dengan pelayanannya

Studi tentang antrean bukan merupakan hal yang baru. Antrean timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan layanan. Pada banyak hal, tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrean atau untuk

mencegah timbulnya antrean. Akan tetapi, biaya karena memberikan pelayanan tambahan akan menimbulkan pengurangan keuntungan sampai di bawah tingkat yang dapat diterima. Sebaliknya, sering timbulnya antrean yang panjang akan mengakibatkan hilangnya pelanggan atau nasabah.

Teori antrean menyediakan informasi tentang kemungkinan yang dapat membantu dalam mengambil keputusan untuk menciptakan sistem antrean dengan tujuan untuk mengatasi permintaan pelayanan yang fluktuatif secara acak dan menjaga keseimbangan antara biaya pelayanan dan biaya menunggu. Menurut Heizer dan Render (2011:5) “teori antrean adalah ilmu yang mempelajari suatu antrean dimana antrean merupakan kejadian yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan berguna, baik bagi perusahaan manufaktur atau jasa”.

Berdasarkan definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa antrean adalah suatu proses yang berhubungan dengan suatu kedatangan seseorang pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu antrean pada akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut. Jadi, sistem antrean adalah himpunan pelanggan, pelayanan dan suatu aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan dan pemrosesan masalahnya.

2. Pengertian Sistem Antrean

Gross dan Haris (2008) mengatakan sistem antrean :

Kedatangan pelanggan untuk mendapatkan pelayanan, menunggu untuk dilayani jika fasilitas pelayanan (*server*) masih sibuk, mendapatkan pelayanan dan kemudian meninggalkan sistem setelah dilayani.

Dimiyati dan Mudjiyono (2013;350) menjelaskan lima elemen pokok dalam antrean :

a) Sumber Input

Karakteristik diketahui dari sumber input yaitu ukuran (jumlah) total unit yang memerlukan pelayanan dari waktu ke waktu atau disebut jumlah total langganan potensial. Sumber masukan dari suatu sistem antrean dapat terdiri atas suatu populasi orang, barang komponen atau kertas kerja yang datang pada sistem untuk dilayani. Bila populasi relatif besar sering dianggap bahwa hal itu merupakan besaran yang tak terbatas. Suatu populasi dinyatakan “besar” apabila populasi tersebut besar bila dibanding kapasitas sistem pelayanan.

b) Antrean

Karakteristik suatu antrean ditentukan oleh jumlah unit maksimum yang boleh ada dalam sistemnya. Antrean ini dikatakan terbatas atau tidak terbatas, tergantung pada apakah jumlahnya unitnya terbatas atau tidak terbatas.

c) Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan berkaitan dengan cara memilih anggota antrean yang akan dilayani. Sebagai contoh, disiplin pelayanan yang berupa *First Come First Served* (FCFS), atau *Random* atau dapat pula berdasarkan prosedur prioritas tertentu. Jika tidak ada keterangan apa-apa tentang disiplin pelayanan ini, maka

asumsi yang biasa digunakan adalah *First Come First Served* (FCFS).

d) Mekanisme Pelayanan

Mekanisme pelayanan terdiri dari satu atau lebih pelayanan yang masing-masing terdiri dari satu atau lebih saluran pelayanan paralel. Jika ada lebih dari satu fasilitas pelayanan, maka unit-unit yang memerlukan pelayanan akan dilayani oleh serangkaian fasilitas pelayanan tersebut (saluran pelayanan seri).

e) Proses Antrean Dasar

Proses antrean dasar yaitu suatu garis penungguan tunggal terbentuk didepan suatu fasilitas pelayanan tunggal, dimana ada satu atau beberapa pelayanan. Setiap unit (langganan) yang diturunkan dari suatu sumber input akan dilayani oleh salah satu pelayanan - pelayanan yang ada, setelah unit itu menunggu dalam antrean (garis penungguan).

3. Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Analisis Antrean

Menurut Kusnaeni (2009:57), faktor - faktor yang mempengaruhi analisis antrean adalah :

1) Disiplin Antrean

Disiplin antrean yaitu urutan dimana para pelanggan yang menunggu untuk dilayani. Pelanggan pada *fast shop market* dilayani dengan dasar "pertama data, pertama dilayani (*first-come, first-served*)". Artinya, orang yang pertama berada dalam antrean di tempat kasir tersebut akan dilayani lebih dulu. Sebagai contoh, seorang operator mesin menyusun bagian-

bagian yang sedang diproses disamping mesin sedemikian sehingga bagian terakhir diletakkan paling atas dan akan menjadi yang pertama dipilih. Disiplin antrean ini disebut sebagai “terakhir masuk, pertama keluar (*last-in, first-out*)”. Untuk kasus ini, disiplin antrean disebut acak.

Untuk contoh berbagai jenis disiplin antrean adalah ketika pelanggan diproses berdasarkan abjad nama belakang (nama keluarga) mereka, seperti pada pendaftaran sekolah atau wawancara pekerjaan. Atau para pelanggan dijadwalkan akan dilayani sesuai dengan perjanjian yang telah dilakukukan sebelumnya, seperti pasien-pasien pada praktek dokter umum atau dokter gigi atau mereka yang ingin makan malam di restoran yang membutuhkan reservasi terlebih dahulu.

2) Populasi Pelanggan (*Calling Population*)

Populasi pelanggan (*calling population*) yaitu populasi pelanggan yang membutuhkan sumber atau alasan bagi pelanggan yang memiliki suatu pasar, dimana dalam kasus ini diasumsikan tidak terhingga (*infinitif*). Maksudnya, terdapat sejumlah besar pelanggan yang mungkin di daerah lokasi toko tersebut dimana jumlah pelanggan potensial tersebut diasumsikan sebesar tidak terhingga.

Beberapa sistem antrean memiliki populasi pelanggan (*calling population*) yang terbatas. Contoh, ruang perbaikan sebuah perusahaan truk dengan armada sebanyak 20 truk yang memiliki populasi pelanggan yang terbatas. Antrean tersebut berisi sejumlah truk yang menunggu diperbaiki, dan populasi pelanggannya terbatas sebesar 20 truk.

3) Tingkat Kedatangan

- a) Tingkat kedatangan (*arrival rate*) yaitu tingkat dimana para pelanggan yang datang ke suatu fasilitas jasa selama periode waktu tertentu.
- b) Tingkat ini dapat diperkirakan berdasarkan data empiris yang diambil dari hasil mempelajari sistem tersebut atau mempelajari suatu sistem yang sama, dan dapat dianggap sebagai nilai rata-rata dari data empiris tersebut.
- c) Untuk contoh, jika 100 pelanggan sampai di tempat kasir selama 10 jam sehari, maka dapat dikatakan bahwa tingkat kunjungan rata-rata adalah sebesar 10 pelanggan per jam. Meskipun kita dapat menentukan suatu tingkat kedatangan dengan menghitung jumlah pelanggan yang membayar pada sebuah toko selama 10 hari per jam, berdasarkan premis saja, tidak dapat diketahui kapan para pelanggan ini datang.
- d) Bisa saja dalam satu jam tidak ada seorang pelanggan pun yang datang, sementara dalam jam-jam lain terdapat 20 pelanggan yang datang.
- e) Umumnya kedatangan ini bisa diasumsikan saling independen satu sama lain dan bervariasi secara acak sepanjang waktu.
- f) Bisa dapat diasumsikan lebih jauh lagi bahwa kedatangan pada suatu fasilitas jasa sesuai dengan suatu distribusi probabilitas.
- g) Kedatangan bisa digambarkan oleh distribusi manapun, sudah ditentukan bahwa jumlah kedatangan per unit waktu pada suatu fasilitas jasa dapat didefinisikan oleh *distribusi Poisson*.

4) Tingkat Pelayanan

- a) Tingkat pelayanan (*service rate*) yaitu rata-rata jumlah pelanggan yang dapat dilayani selama periode waktu tertentu.
- b) Sebagai contoh *fast shop market*, 30 pelanggan bisa keluar (dilayani) dalam waktu satu jam. Untuk tingkat pelayanan yaitu serupa dengan tingkat kedatangan, dimana ia merupakan suatu variabel acak.
- c) Faktor-faktor yang berbeda dari jumlah pembelian pelanggan, jumlah kembalian yang harus dihitung kasir, serta perbedaan bentuk pembayaran yang dapat mengubah jumlah pelanggan yang dapat dilayani.
- d) Bisa terjadi dalam satu jam hanya terdapat 10 pelanggan yang keluar dan dalam jam berikutnya terdapat 40 pelanggan yang keluar.
- e) Untuk gambaran kedatangan dalam bentuk tingkat dan gambaran jasa dalam bentuk waktu merupakan konvensi yang telah dikembangkan dalam teori antrean.
- f) Untuk waktu pelayanan bisa ditentukan oleh distribusi probabilitas *eksponensial* (*exponential probability distribution*).

Menganalisa suatu sistem antrean, baik antrean kedatangan maupun pelayanan harus berada dalam unit pengukuran yang cocok. Jadi, waktu pelayanan harus dinyatakan sebagai tingkat pelayanan untuk dapat dihubungkan dengan tingkat kedatangan.

4. Karakteristik Dasar Sistem Antrean

Subyek penting yang berperan dalam sistem antrean adalah pelanggan dan pelayan, di mana terdapat periode waktu antar pelanggan untuk mendapatkan kebutuhan pelayanan dari pelayan.

Menurut Donald Gross (2008:3-6) ada enam karakteristik dasar dari proses antrean yang menyediakan deskripsi yang cukup dari sistem antrean :

1) *Kedatangan*

Setiap antrean timbul dari suatu kedatangan yang biasa disebut proses *input*. Sistem antrean, proses kedatangan pelanggan merupakan peristiwa secara acak dan mempunyai peluang kejadian. Jumlah kedatangan bisa dikatakan tidak terbatas jika jumlah pelanggan tidak tergantung pada jumlah pelanggan yang telah ada sebelumnya didalam sistem. Contoh dari jumlah kedatangan tidak terbatas pada kasus ini adalah unit mobil yang datang untuk mendapatkan suatu pelayanan berupa perbaikan di bengkel. Dengan demikian diperlukan distribusi probabilitas untuk menggambarkan antara kedatangan pelanggan berturut-turut secara acak.

2) *Pelayanan*

Pelayanan merupakan salah satu faktor dalam sistem antrean, dimana ada periode waktu yang dibutuhkan oleh seorang pelanggan untuk mendapatkan pelayanan. Mekanisme pelayanan dapat terdiri dari tunggal atau jamak mengenai jumlah fasilitas pelayanan atau yang biasa disebut *server*. Proses pelayanan mungkin tergantung pada jumlah pelanggan menunggu suatu layanan. Sebuah antrean dapat bekerja lebih cepat jika jumlah *server* banyak namun sebaliknya dapat mengakibatkan tidak efisiennya sistem antrean. Distribusi probabilitas diperlukan untuk menggambarkan urutan waktu layanan pelanggan.

3) Antrean

Sifat kedatangan dan proses pelayanan sangat mempengaruhi satu sama lain, sehingga dapat terbentuknya suatu antrean. Disiplin antrean berkaitan dengan urutan pelayanan yang diterima pelanggan ketika memasuki fasilitas pelayanan. Disiplin antrean ini terbagi menjadi empat bentuk, yaitu:

- a) FCFS (*First Come, First Served* (FCFS) atau *First In, First Out* (FIFO) artinya, lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar). Dimana pelanggan yang dilayani terlebih dahulu adalah pelanggan yang datang pertama kali. Contohnya seperti pelanggan yang antrean pada loket penjualan karcis.
- b) LCFS (*Last Come, First Served* (LCFS) atau *Last In, First Out* (LIFO) artinya, pelanggan yang datang terakhir tetapi yang lebih dulu keluar. Merupakan antrean dimana pelanggan yang datang terakhirlah yang akan dilayani terlebih dahulu. Contohnya seperti pada sistem antrean bongkar muat barang dalam truk, barang yang masuk terakhir akan keluar terlebih dahulu.
- c) SIRO (*Service in Random Order* (SIRO) artinya, panggilan didasarkan pada peluang secara random atau pelayanan dalam urutan acak, tidak soal siapa yang lebih dulu tiba. Merupakan salah satu disiplin antrean dimana pelayanan dilakukan dengan urutan acak (*Random Order*). Contohnya seperti dalam suatu kegiatan arisan, yang pemenangnya didasarkan pada proses undian.

d) *Priority Service (PS)* (*Antrean Prioritas*) artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Merupakan prioritas pelayanan yang dilakukan khusus kepada pelanggan utama yang mempunyai prioritas tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas rendah. Contohnya seperti pasien rumah sakit yang mendapatkan prioritas penanganan terlebih dahulu dikarenakan mempunyai penyakit yang lebih berat dibandingkan dengan pasien lain.

4) *Kapasitas Antrean*

Beberapa proses antrean ada keterbatasan fisik mengenai jumlah ruang tunggu, sehingga ketika jumlah pelanggan yang mengalami antrean mencapai jumlah maksimal tertentu, maka tidak ada lagi jumlah pelanggan yang diizinkan masuk ke dalam sistem antrean sampai jumlah pelanggan dalam antrean tersebut tidak mencapai batas maksimal. Untuk sebuah antrean dengan ruang tunggu yang terbatas dapat dikatakan sebagai *balking* dimana pelanggan dipaksa untuk menolak jika hendak memasuki sistem antrean dengan jumlah pelanggan yang sudah mencapai batas maksimal.

5) *Struktur Antrean*

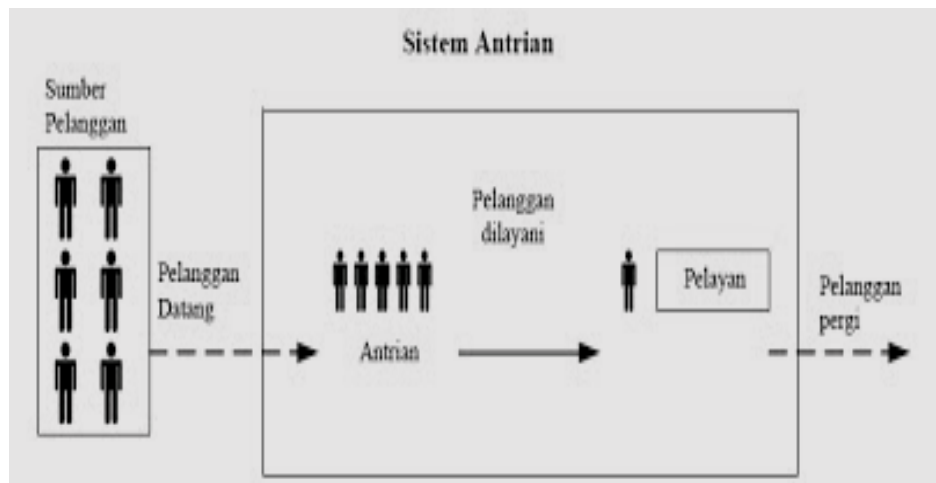
Berdasarkan sifat pelayanannya dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran dan phase

yang akan membentuk suatu antrean yang berbeda-beda. Istilah saluran menunjukkan jumlah jalur untuk memasuki sistem pelayanan. Sedangkan istilah phase berarti jumlah stasiun pelayanan, dimana para langganan harus melalulinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap.

Menurut Anaviroh (2012:68), Ada empat model struktur antrean dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrean :

a) *Single Chanel - Single Phase*

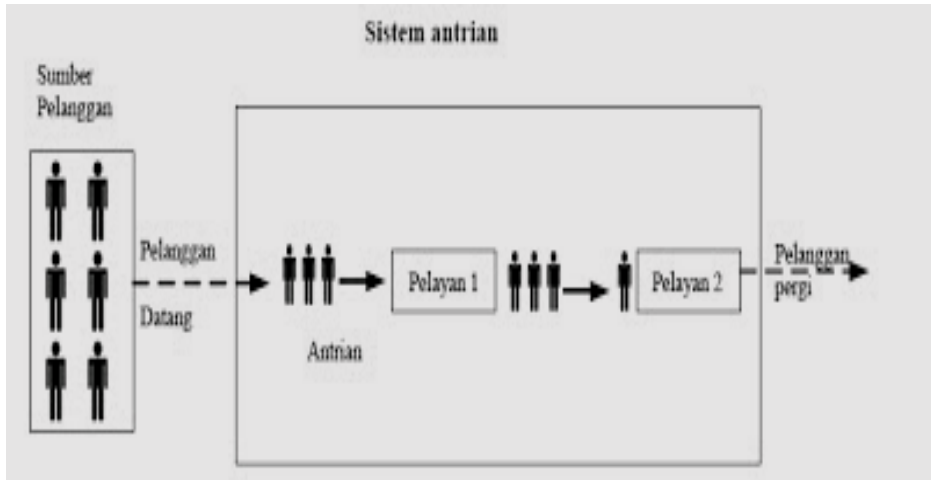
Single Chanel Single Phase berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan, sehingga yang telah menerima pelayanan dapat langsung keluar dari sistem antrean. Contohnya pada pembelian tiket bus yang dilayani oleh satu loket, seorang pelayanan toko dan lain-lain.



Gambar 1. *Single Chanel - Single Phase*

b) *Single Chanel - Multi Phase*

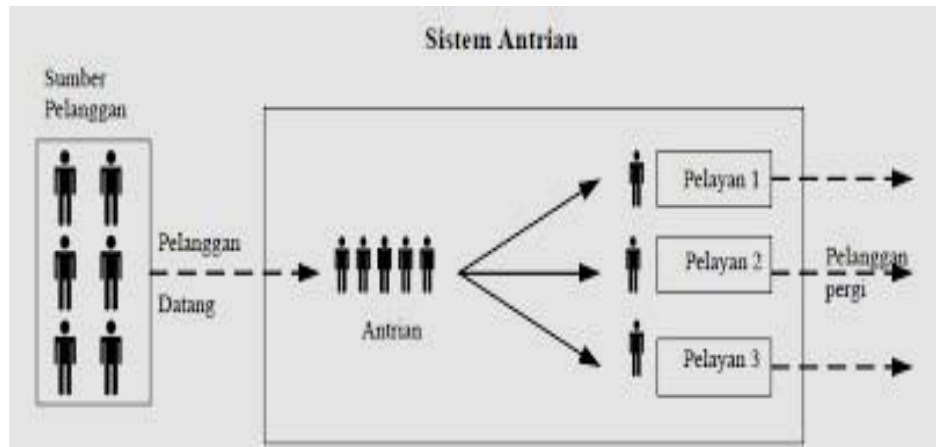
Single Chanel Multi Phase berarti ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan dalam *phase-phase*. Misalnya pada proses pencucian mobil dan lain-lain.



Gambar 2. *Single Chanel - Multi Phase*

c) *Multi Chanel - Single Phase*

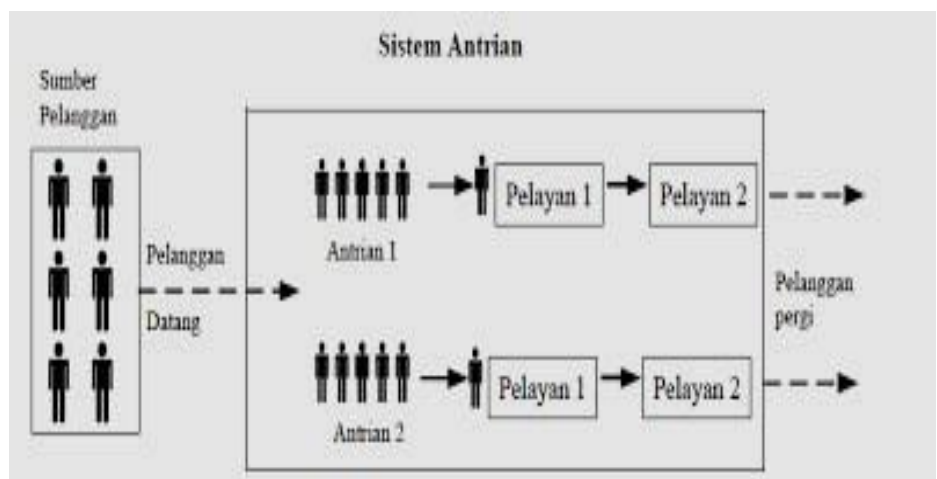
Sistem *Multi Chanel Single Phase* terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrean tunggal. Sebagai contoh adalah pada pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket, pelayanan nasabah di bank, dan lain-lain.



Gambar 3. *Multi Chanel - Single Phase*

d) *Multi Chanel - Multi Phase*

Sistem ini terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dengan pelayanan lebih dari satu phase. Contoh pelayanan pada pasien di rumah sakit dari pendaftaran, diagnosa, tindakan medis sampai pembayaran. Setiap sistem-sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu.



Gambar 4. *Multi Chanel - Multi Phase*

6) *Tingkat Pelayanan*

Tingkat pelayanan memberikan tahap-tahap untuk melaksanakan suatu pelayanan dalam suatu sistem antrean. Sebuah sistem antrean mungkin hanya satu tahap pelayanan, atau biasa yang disebut sebagai tingkat pelayanan tunggal seperti pada antrean salon rambut atau mungkin memiliki beberapa tahapan atau biasa disebut tingkat pelayanan ganda. Contoh dari sistem antrean tingkat pelayanan ganda misalnya pasien yang menjalani perawatan di rumah sakit. Perawatan ini memiliki prosedur pemeriksaan fisik di mana pasien harus melalui beberapa tahapan perawatan seperti sejarah medis, pemeriksaan telinga, hidung, dan tenggorokan, pemeriksaan darah, elektrokardiogram, pemeriksaan mata, dan sebagainya.

5. Indikator Sistem Antrean

Menurut Kakiay (2009 : 36) indikator sistem antrean meliputi:

a) Pola kedatangan

Pola kedatangan adalah dengan cara bagaimana individu-individu dari populasi memasuki sistem. Untuk pola kedatangan menggunakan asumsi distribusi probabilitas poisson, yaitu salah satu dari pola-pola kedatangan yang paling umum bila kedatangan didistribusikan secara random. Ini terjadi karena distribusi poisson menggambarkan jumlah kedatangan per unit waktu bila sejumlah besar variabel-variabel random mempengaruhi tingkat kedatangan.

b) Perilaku konsumen

Tindakan-tindakan individu yang melibatkan pembelian penggunaan barang dan jasa termasuk proses pengambilan

keputusan yang mendahului dan menentukan tindakan-tindakan tersebut sebagai pengalaman dengan produk, pelayanan dari sumber lainnya.

c) Aturan antrean

Aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri, misalnya datang awal dilayani dulu, datang terakhir dilayani dulu, berdasar prioritas, dan secara random.

d) Sistem pelayanan

Pelayanan atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih pelayan, atau satu atau lebih fasilitas pelayanan. Pelayanan dapat hanya terdiri dari satu pelayan dalam satu fasilitas pelayanan yang ditemui pada loket.

e) Tertib

Aturan bagi para pelanggan dilayani, atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pelanggan menerima layanan.

6. Konsep Efektivitas Waktu Pelayanan

Kata efektif berasal dari bahasa Inggris yaitu *effective* yang berarti berhasil atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik. Menurut Harbani Pasolong (2007:4), efektivitas pada dasarnya berasal dari kata “efek” dan digunakan istilah ini sebagai hubungan sebab-akibat. Efektivitas *dapat* dipandang sebagai suatu sebab dari variabel lain. Efektivitas berarti tujuan yang telah direncanakan sebelumnya dapat tercapai atau dengan kata lain, sasaran tercapai karena adanya proses kegiatan. Kata efektivitas tidak dapat disamakan dengan efisiensi, karena keduanya memiliki arti yang berbeda walaupun dalam berbagi penggunaan kata efisiensi lekat

dengan kata efektivitas. Efisiensi mengandung pengertian perbandingan antara biaya dan hasil, sedangkan efektivitas secara langsung dihubungkan dengan pencapaian tujuan. Kamus Ilmiah Populer mendefinisikan efektivitas sebagai ketepatan penggunaan, hasil guna atau menunjang tujuan. Efektivitas merupakan salah satu dimensi dari produktivitas, yang mengarah kepada pencapaian unjuk kerja yang maksimal, yaitu pencapaian target yang berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan waktu.

Berdasarkan pendapat yang dikemukakan oleh para ahli tersebut di atas, maka dapat disimpulkan bahwa yang menjadi penekanan dari pengertian efektivitas berada pada pencapaian tujuan. Ini berarti dapat dikatakan efektif apabila tujuan atau sasaran yang dikehendaki dapat tercapai sesuai dengan rencana semula dan menimbulkan efek atau dampak terhadap apa yang diinginkan atau diharapkan. Tingkat efektivitas dapat diukur dengan membandingkan antara rencana atau target yang telah ditentukan dengan hasil yang dicapai, maka usaha atau hasil pekerjaan tersebut itulah yang dikatakan efektif, namun jika usaha atau hasil pekerjaan yang dilakukan tidak tercapai sesuai dengan apa yang direncanakan, maka hal itu dikatakan tidak efektif.

Berdasarkan uraian efektivitas tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa efektivitas adalah tingkat pencapaian tujuan atau sasaran organisasional sesuai yang ditetapkan. Efektivitas adalah seberapa baik pekerjaan yang dilakukan dan sejauh mana perusahaan menghasilkan keluaran sesuai dengan yang

diharapkan. Ini dapat diartikan, apabila sesuatu pekerjaan dapat dilakukan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

Menurut Heizer dan Render (2011:662), komponen tiga dari setiap sistem antrean adalah karakteristik pelayanan. Dua hal penting dalam karakteristik pelayanan adalah sebagai berikut :

a. Desain Sistem Pelayanan

Pelayanan pada umumnya digolongkan menurut jumlah saluran yang ada (sebagai contoh jumlah kasir) dan jumlah tahapan (sebagai contoh jumlah pemberhentian yang harus dibuat). Sebuah sistem antrean jalur tunggal dengan satu kasir biasanya merupakan bank melalui lewat dengan hanya satu kasir yang dibuka. Pada sisi lain, jika bank memiliki beberapa kasir yang sedang bertugas, dimana setiap pelanggan yang menunggu dalam satu jalur antrean bersama untuk kasir pertama yang dapat melayani, maka disebutkan sistem antrean jalur berganda.

b. Distribusi Waktu Pelayanan

Pola pelayanan serupa dengan pola kedatangan di mana pola ini bisa konstan ataupun acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pelanggan sama. Dapat diasumsikan bahwa waktu pelayanan acak dijelaskan oleh distribusi probabilitas eksponensial negatif (*negative exponential probability*).

7. Defenisi Pelayanan

Menurut Kotler (2008) pelayanan adalah setiap tindakan atau kegiatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak

mengakibatkan kepemilikan apapun. Lebih lanjut, Harbani Pasolong (2007:4), pelayanan pada dasarnya dapat didefinisikan sebagai aktivitas seseorang, sekelompok dan atau organisasi baik langsung maupun tidak langsung untuk memenuhi kebutuhan.

Selain itu, menurut Juniarso Ridwan (2009:18) mengemukakan bahwa : “Pelayanan adalah setiap kegiatan yang menguntungkan dalam suatu kumpulan atau kesatuan, dan menawarkan kepuasan meskipun hasilnya tidak terikat pada suatu produk secara fisik”.

Kesimpulan dari pendapat ahli di atas yaitu: pelayanan merupakan sebuah kegiatan yang diberikan menyangkut segala usaha yang dilakukan oleh seseorang dalam rangka mencapai tujuan, guna untuk mendapatkan kepuasan dalam hal pemenuhan kebutuhan. Suatu layanan dapat terjadi antara seseorang dengan seseorang, seseorang dengan kelompok, ataupun kelompok dengan seseorang.

8. Faktor yang Mempengaruhi Pelayanan

Faktor-faktor pendukung pelayanan menurut Achmad (2012:59), faktor tersebut dapat mempengaruhi pelayanan diantaranya :

a. Faktor Kesadaran.

Adanya kesadaran dapat membawa seseorang kepada keikhlasan dan kesungguhan dalam menjalankan atau melaksanakan suatu kehendak. Kehendak dalam lingkungan organisasi kerja tertuang dalam bentuk tugas, baik tertulis maupun tidak tertulis, mengikat semua orang dalam organisasi kerja. Karena itu dengan adanya kesadaran pada pegawai atau petugas, diharapkan dapat melaksanakan tugas dengan penuh

keikhlasan, kesungguhan dan disiplin. Kelebihan dan tingkah laku orang lain jika disadari lalu dikembangkan dapat menjadi faktor pendorong bagi kemajuan dan keberhasilan.

b. Faktor Aturan.

Aturan adalah perangkat penting dalam segala tindakan dan perbuatan orang. Makin maju dan majemuk suatu masyarakat makin besar peranan aturan dan dapat dikatakan orang tidak dapat hidup layak dan tenang tanpa aturan. Oleh karena itu aturan demikian besar dalam hidup masyarakat maka dengan sendirinya aturan harus dibuat, dipatuhi, dan diawasi sehingga dapat mencapai sasaran sesuai dengan maksudnya. Untuk organisasi kerja dibuat oleh manajemen sebagai pihak yang berwenang mengatur segala sesuatu yang ada di organisasi kerja tersebut. Oleh karena setiap orang pada akhirnya menyangkut langsung atau tidak langsung kepada orang, maka masalah manusia serta sifat kemanusiaannya harus menjadi pertimbangan utama. Pertimbangan harus diarahkan kepada sebagai subyek aturan, yaitu mereka yang akan dikenai aturan itu.

c. Faktor Organisasi.

Organisasi pada dasarnya tidak berbeda dengan organisasi pada umumnya, namun ada perbedaan sedikit dalam penerapannya, karena sasaran pelayanan ditujukan secara khusus, kepada manusia yang mempunyai dan kehendak multikompleks, kepada manusia yang mempunyai dan kehendak multikompleks. Oleh karena itu organisasi yang dimaksud disini

tidak semata-mata dalam perwujudan susunan organisasi, melainkan lebih banyak pada pengaturan dan mekanisme kerjanya yang harus mampu menghasilkan pelayanan yang memadai.

d. Faktor Pendapatan.

Pendapatan adalah seluruh penerimaan seseorang sebagai imbalan atas tenaga, dana, serta pikiran yang telah dicurahkan untuk orang lain atau badan atau organisasi, baik dalam bentuk uang, maupun fasilitas, dalam jangka waktu tertentu. Pada dasarnya pendapatan harus dapat memenuhi kebutuhan hidup baik untuk dirinya maupun keluarganya.

e. Faktor Kemampuan dan Keterampilan.

Kemampuan yang dimaksud disini adalah keadaan yang ditujukan pada sifat atau keadaan seseorang dalam melaksanakan tugas atau pekerjaan atas ketentuan-ketentuan yang ada. Istilah yang “kecakapan” selanjutnya keterampilan adalah kemampuan melaksanakan tugas atau pekerjaan dengan menggunakan anggota badan dan pengetahuan kerja yang tersedia. Dengan pengertian ini dapat dijelaskan bahwa keterampilan lebih banyak menggunakan unsur anggota badan dari pada unsur lain.

f. Faktor Sarana Pelayanan.

Sarana pelayanan yang dimaksud disini adalah segala jenis pelayanan, perlengkapan kerja dan fasilitas lain yang berfungsi

sebagai alat utama atau pembantu dalam pelaksanaan pekerjaan, dan juga berfungsi sosial dalam rangka kepentingan orang-orang yang sedang berhubungan dengan organisasi kerja itu. Fungsi sarana pelayanan itu antara lain:

- 1) Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, sehingga dapat menghemat waktu.
- 2) Meningkatkan produktivitas, baik barang maupun jasa.
- 3) Kualitas produk yang lebih baik.
- 4) Kecepatan susunan dan stabilitas terjamin.
- 5) Menimbulkan rasa kenyamanan bagi orang-orang yang berkepentingan.

Menimbulkan perasaan puas orang-orang yang berkepentingan sehingga dapat mengurangi sifat emosional mereka.

9. Indikator Efektivitas Waktu Pelayanan

Kesulitan dalam pengukuran efektivitas waktu pelayanan tersebut karena pencapaian hasil (*outcome*) seringkali tidak dapat diketahui dalam angka pendek, akan tetapi dalam jangka panjang setelah program berhasil, sehingga ukuran efektivitas biasanya dinyatakan secara kualitatif (berdasarkan pada mutu) dalam bentuk pernyataan saja (*judgement*) artinya apabila mutu yang dihasilkan baik, maka efektivitas waktu pelayanannya baik pula. Menurut Danim (2012:118) beberapa indikator efektivitas waktu pelayanan yaitu :

- 1) Jumlah hasil yang dapat dikeluarkan, artinya hasil tersebut berupa kuantitas atau bentuk fisik dari organisasi, program atau

kegiatan. Hasil dimaksud dapat dilihat dari perbandingan (*ratio*) antara masukan (*input*) dengan keluaran (*output*).

- 2) Tingkat kepuasan yang diperoleh, artinya ukuran dalam efektivitas ini dapat kuantitatif (berdasarkan pada jumlah atau banyaknya) dan dapat kualitatif (berdasarkan pada mutu).
- 3) Produk kreatif, artinya penciptaan hubungannya kondisi yang kondusif dengan dunia kerja, yang nantinya dapat menumbuhkan kreativitas dan kemampuan.
- 4) Intensitas yang akan dicapai, artinya memiliki ketaatan yang tinggi dalam suatu tingkatan intens sesuatu, dimana adanya rasa saling memiliki dengan kadar yang tinggi.

C. RANGKUMAN

Antrean terjadi bila suatu unit yang akan dilayani harus menunggu fasilitas pelayanan yang sedang memberikan pelayanan pada unit lain atau dengan kata lain antrean terjadi bila beberapa karyawan, konsumen, komponen atau mesin-mesin sedang menunggu pelayanan, karena pada saat itu bagian fasilitas pelayanan sedang melayani yang lainnya, sehingga tidak mampu melayani pada saat tersebut.

Aplikasi model antrean dapat membantu perusahaan dalam menentukan waktu dan fasilitas yang sebaik-baiknya agar dapat melayani pelanggan dengan efisien. Hal ini dilakukan karena keterbatasan sumber daya dalam mengoperasikan suatu kejadian bisnis dan akibatnya adalah munculnya suatu bentuk antrean. Untuk menghindari antrean yang terjadi, diperlukan tambahan fasilitas pelayanan.

Penerapan model antrean sangat bermanfaat untuk mengatasi masalah tersebut karena menganalisa perilaku pada situasi terjadinya antrean, tujuan dari pemecahan masalah antrean adalah untuk menentukan jumlah atau kapasitas optimum dari tempat pelayanan. Manfaat selanjutnya akan membantu dalam menyusun suatu sistem untuk mencari keseimbangan antara tingkat kedatangan dengan tingkat pelayanan.

Model antrean akan memberikan menjawab terhadap pertanyaan-pertanyaan seperti, berapa waktu tunggu rata-rata para pelanggan dalam suatu antrean maupun dalam suatu sistem, berapa jumlah orang, peralatan atau mesin rata-rata akan menunggu, berapa lama waktu mengganggu fasilitas-fasilitas pelayanan.

D. TUGAS 3

Kerjakan Tugas berikut ini :

1. Berikan contoh permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang bisa dikerjakan dengan metode simulasi !
2. Lakukan pengamatan pada lingkungan manufaktur untuk menyelesaikan persoalan :
 - a. Pemilihan peralatan.
 - b. Keterbatasan ruang parkir.
 - c. Estimasi *Completion Time*.

E. RUJUKAN

- Achmad. 2012. *Perwujudan Layanan Prima*. Jakarta : Sagung Seto.
- Anaviroh. 2012. *Model Antrean Satu Server Dengan Pola Kedatangan Berkelompok (Batch Arrival)*. Bandung : Yrama Widya.
- Danim, Sudarwan. 2012. *Motivasi Kepemimpinan dan Efektivitas Kelompok*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Dimiyati, Mudjiyono. 2013. *Pembelajaran Teori Antrean*. Bandung: Rineka Cipta
- Gross, Donald & Haris, C. M. 2008. *Fundamental of Queueing Theory*. Fourth edition. John Willey & Sons, Inc: New Jersey.
- Harrel,C., Ghosh, K.B, and Bowden R. 2000. *Simulation Using Promodel*. 2rd. McGraw-Hill
- Heizer, Jay and Barry Render. 2011. *Operation Management*. 6th edition. Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- Iqbal, Mohammad. 2011. *Analisis Kinerja Sistem Pendekatan Teori dan Praktek*. Penerbit Gunadarma. Depok.
- Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Edisi Pertama. ANDI. Yogyakarta.
- . 2004. *Dasar Teori Antrean Untuk Kehidupan Nyata*. Edisi Kesatu. ANDI. Yogyakarta
- Kusnaeni. 2009. *Model Antrean Dengan Pola Kedatangan Berkelompok*. FPMIPA UPI Bandung.
- Kotler, Philip; Armstrong, Garry. 2008. *Prinsip-prinsip Pemasaran*. Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Pasolong, Harbani. 2007. *Teori Administrasi Publik*. ALFABETA.

Prirsker, Alan. 2000. *Simulation With Visual Slam and AweSim*. John
Willey

Ridwan, Juniarso. 2009. *Hukum Administrasi Negara dan
Kebijakan Pelayanan Publik*. Bandung : Nuansa

PEMBELAJARAN 2

STATISTIK UNTUK SIMULASI

KOMPETENSI DASAR KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Mahasiswa mampu memahami dan menyelesaikan perhitungan dalam simulasi, pemahaman tentang simulasi *Monte Carlo* beserta langkah-langkah simulasi *Monte Carlo*, Penggunaan statistik dalam simulasi, uji distribusi dalam simulasi, pengujian kolmogorov-smirnov normal, pengujian kolmogorov - smirnov eksponensial, uji keselarasan pearson's, pendugaan distribusi dalam simulasi.

Kegiatan Belajar 2 memiliki judul Statistik Untuk Simulasi beserta sub topik dalam Kegiatan Pembelajaran 2, yaitu :

1. Simulasi *Monte Carlo*.
2. Uji Distribusi dalam Simulasi.
3. Pendugaan Distribusi dalam Simulasi.
4. Soal dan Penyelesaian Penggunaan Statistik dalam Simulasi.

KRITERIA PENILAIAN KOMPETENSI DASAR

Kriteria penilaian yang digunakan untuk menilai pelaksanaan pembelajaran kompetensi dasar statistik untuk simulasi pada modul Teknik Simulasi ini adalah :

1. Kognitif

Mahasiswa dapat menjawab pertanyaan yang diajukan, serta menyelesaikan perhitungan simulasi dan menuangkan dalam lembar jawaban pada pembelajaran tatap muka (*face to face*) dan pembelajaran daring (*online*) dengan jawaban yang tepat dan benar.

2. Afektif

Mahasiswa dapat menunjukkan perilaku sesuai dengan rubrik penilaian afektif berikut ini :

Tabel 6. Tabel Skor Penilaian Afektif Kegiatan Belajar 2

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
1	<i>Receiving</i> Sikap menerima	Mahasiswa bersikap menerima norma-norma yang akan dinilai, mempunyai sikap peduli dan mendengarkan informasi yang diberikan oleh dosen serta sesama rekan mahasiswa lainnya dalam diskusi tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
2	<i>Responding</i> Sikap menjawab	Mahasiswa mempunyai sikap saling melengkapi, melibatkan diri dalam diskusi tatap muka (<i>face to face</i>) dan daring (<i>online</i>) serta menunjukkan sikap sukarela dalam kegiatan belajar teknik simulasi tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
3	<i>Valuing</i> Sikap menilai	Mahasiswa menunjukkan sikap lebih senang, menghargai dan menyatakan peduli dengan aktivitas pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi <i>monte</i>

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		<i>carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
4	<i>Organization</i> Sikap Mengorganisasi	Mahasiswa berpartisipasi dalam mempertahankan serta menyatukan pendapat dalam aktivitas belajar Teknik Simulasi untuk pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
5	<i>Characterization</i> Pembentukan pola hidup (penerapan nilai-nilai)	Mahasiswa menunjukkan sikap penerapan nilai-nilai menjadi pribadi yang ditunjukkan dengan rasa empati, memunculkan harapan dan perubahan tingkah laku dalam penerapan <i>blended learning</i> untuk materi simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi

3. Psikomotor

Mahasiswa dapat menunjukkan kemampuan atau keterampilan melakukan gerak seperti yang dikemukakan dalam rubrik berikut :

Tabel 7. Kriteria Penilaian Keterampilan Berbuat pada Kegiatan Belajar 2

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
1	P = <i>Perception</i> Persepsi	Mahasiswa mampu membedakan, mengidentifikasi dan memilih menggunakan indera untuk memperoleh kesadaran pada keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) yang diharapkan tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
2	S = <i>Set</i> Kesiapan	Mahasiswa memiliki kesiapan dalam memberikan respon berupa mengasumsikan posisi, mendemonstrasikan, dan menunjukkan sikap siap dalam melakukan keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
3	G = <i>Guided Response</i> Reaksi atas dasar arahan (respon terbimbing)	Mahasiswa mampu mengusahakan keterampilan dengan meniru dan membuat simulasi antrean dalam kehidupan sehari-harinya untuk pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
4	M= <i>Mechanism</i> Mekanisme	Mahasiswa mampu membiasakan diri dalam praktik dan mengulang-ulang keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
5	C = <i>Complex overt response</i> Reaksi terbuka dengan kesulitan kompleks	Mahasiswa mampu menghasilkan, mengoperasikan dan menampilkan keterampilan yang diharapkan dalam bentuk suatu kebiasaan dengan terampil, cepat dan akurat dalam pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
6	A = <i>Adaptation</i> Pengesuaian Gerakan (Adaptasi)	Mahasiswa mampu mengadaptasi, mengubah dan merevisi keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) yang diharapkan sesuai dengan keadaan yang dihadapi tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.
7	O = <i>Origination</i> Keaslian	Mahasiswa mampu menciptakan model simulasi antrean, membuat sesuatu yang asli dan dikembangkan dengan kemampuan sendiri tanpa meniru. Mahasiswa mampu menampilkan pola-pola keterampilan yang baru dan dilakukan atas inisiatif sendiri serta berbeda dengan yang lain dalam pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi <i>monte carlo</i> , uji distribusi dalam simulasi, pendugaan distribusi dalam simulasi, soal dan penyelesaian penggunaan statistik dalam simulasi.

BAB IV

SIMULASI *MONTE CARLO*

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

- 1) Memberikan pemahaman tentang simulasi *Monte Carlo*.
- 2) Menjelaskan langkah-langkah simulasi *Monte Carlo*.
- 3) Melakukan simulasi *Monte Carlo* terhadap sistem dengan input yang tidak pasti.
- 4) Mahasiswa memahami prosedur dan fungsi untuk pengendalian kejadian dan waktu

B. RINGKASAN MATERI

Simulasi komputer harus menggunakan model komputer untuk menirukan dengan yang nyata (aslinya). Simulasi Monte Carlo adalah suatu metode untuk mengevaluasi secara berulang suatu model deterministik menggunakan himpunan bilangan acak sebagai masukan. Simulasi ini melibatkan penggunaan angka acak untuk memodelkan sistem, dimana waktu tidak memegang peranan yang substantif (*model statis*).

1. Simulasi Diskrit

Simulasi Manufaktur banyak menggunakan konsep simulasi diskrit, yang mana perubahannya hanya terjadi pada waktu yang

diskrit. Setiap elemen (misalnya mesin) berada pada salah satu state yang diskrit.

2. Simulasi *Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* dikenal dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique* menurut Kakiay (2004:113). *Sampling Simulation* ini menggambarkan kemungkinan penggunaan data sampel dalam metode *Monte Carlo* dan sudah dapat diketahui atau diperkirakan distribusinya. Simulasi ini menggunakan data yang sudah ada (*historical data*) yang dipakai pada simulasi untuk tujuan lain.

Metode simulasi *Monte Carlo* cukup sederhana di dalam menguraikan ataupun menyelesaikan persoalan, termasuk dalam penggunaan program-programnya di komputer. Simulasi *Monte Carlo* ini memberikan tiga batasan dasar yang perlu diperhatikan, yaitu :

- a. Apabila suatu persoalan sudah dapat diselesaikan atau dihitung jawabannya secara matematis dengan tuntas, maka hendaknya jangan menggunakan simulasi ini. Apabila persoalan dapat diselesaikan dengan pemrograman ataupun teori dalam *operation research* (*queuing theory*, *integer programming* dan lain-lain) simulasi ini tidak perlu digunakan lagi, kecuali perancangan – perancangan ini memerlukan perkiraan tertentu.
- b. Apabila sebahagian persoalan tersebut dapat diuraikan secara analitis dengan baik, maka penyelesaiannya lebih baik dilakukan secara terpisah, yaitu sebagian dengan cara analitis dan yang lainnya dengan simulasi *Monte Carlo* untuk kemudian disusun

kembali keseluruhannya sebagai penyelesaian akhir. Teknik sampling dari simulasi *Monte Carlo* ini hanya digunakan apabila sangat dibutuhkan.

- c. Apabila memungkinkan, maka dapat digunakan simulasi perbandingan. Kadangkala simulasi ini dibutuhkan apabila dua sistem dengan perbedaan-perbedaan parameter, distribusi, cara-cara pelaksanaannya.

Monte Carlo adalah simulasi tipe probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan sampling dari proses acak. *Monte Carlo* melibatkan penetapan distribusi probabilitas dari sebuah variabel yang dipelajari dan kemudian dilakukan pengambilan sampel acak dari distribusi untuk menghasilkan data. Ketika sistem terdapat elemen-elemen yang memperlihatkan perilaku yang cenderung tidak pasti atau probabilistik maka metode simulasi *Monte Carlo* dapat diterapkan. Dasar teknik *Monte Carlo* adalah mengadakan percobaan probabilistik melalui *sampling random* (Miftahol Arifin, 2009:101-103).

Simulasi merupakan salah satu alat analisis desain di bidang keteknikan perusahaan. Simulasi didefinisikan sebagai proses eksperimen dalam sebuah model suatu sistem. Teknik *Monte Carlo* dapat didefinisikan sebagai suatu teknik untuk memilih angka-angka secara acak dari suatu distribusi probabilitas yang digunakan dalam suatu percobaan dari suatu simulasi. Teknik *Monte Carlo* merupakan pendekatan khusus yang sangat berguna untuk mensimulasikan situasi yang

mengandung risiko sehingga diperoleh jawaban-jawaban perkiraan yang tidak dapat diperoleh dari penelitian-penelitian secara fisik atau dari penggunaan analisis matematika.

Proses *Monte Carlo* dalam memilih angka acak berdasarkan distribusi probabilitas bertujuan untuk menentukan variabel acak melalui uji sampel dari distribusi probabilitas. Teknik ini dapat dikerjakan dengan alat bantu berupa perangkat lunak dari komputer yaitu lembar kerja (*spreadsheet*) di program untuk membangkitkan bilangan random sesuai dengan yang dibutuhkan. *Monte Carlo* membuat sebuah model probabilistik dari kondisi nyata dan kemudian memperagakan eksperimen dengan sampling pada model tersebut.

Simulasi *Monte Carlo* yang merupakan simulasi terhadap sampling bertujuan untuk mengestimasi distribusi dari variabel *output* yang bergantung pada beberapa variabel input yang probabilistik. Simulasi *Monte Carlo* sering digunakan untuk evaluasi dampak perubahan *policy* dan resiko dalam pembuatan keputusan (Erma Suryani, 2006:19).

]Sebagian besar orang menyadari bahwa permintaan atas produk merupakan komponen penting dalam menentukan jumlah persediaan yang harus dimiliki perusahaan dagang. Sebagian besar rumus matematika yang digunakan untuk menganalisis sistem persediaan menggunakan asumsi bahwa permintaan ini bersifat pasti, yaitu bukan variabel acak. Pada praktiknya, bagaimanapun juga permintaan sulit diketahui secara pasti.

Simulasi merupakan salah satu sarana untuk menganalisis sistem persediaan di mana permintaan merupakan variabel acak, yang mencerminkan ketidakpastian permintaan.

Masalah persediaan tersebut disusun dalam model probabilistik, karena model ini seringkali bermanfaat untuk menganalisis *inventory* dibanding model deterministik, dan pemecahan problem yang sifatnya probabilistik akan lebih mudah jika menggunakan simulasi.

3. Model Perhitungan Simulasi *Monte Carlo*

Jika suatu sistem mengandung elemen yang mengikutsertakan faktor kemungkinan, model yang digunakan adalah model *Monte Carlo*. Dasar dari simulasi *Monte Carlo* adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel random (acak). Metode ini terbagi dalam 5 tahapan :

- a. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting
- b. Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama
- c. Menentukan interval angka random untuk tiap variable
- d. Membuat angka random
- e. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan

Penjelasan dari ke lima tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1) Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting

Gagasan dasar dari simulasi monte carlo adalah membuat nilai dari tiap variabel yang merupakan bagian dari model yang dipelajari. Banyak variabel di dunia nyata yang secara alami

mempunyai berbagai kemungkinan yang mungkin ingin kita simulasikan.

Salah satu cara umum untuk membuat distribusi kemungkinan untuk suatu variabel adalah memperhitungkan hasil di masa lalu. Kemungkinan atau frekuensi relative untuk tiap kemungkinan hasil dari tiap variabel ditentukan dengan membagi frekuensi observasi dengan jumlah total observasi.

Contoh Simulasi Perhitungan *Monte Carlo* :

Sebuah toko sedang memutuskan berapa jumlah Laptop yang harus dipesan setiap minggu. Salah satu pertimbangan utama dalam keputusan utama manajer tersebut adalah jumlah permintaan setiap minggunya. Laptop dijual dengan harga Rp 12.000.000. Jumlah permintaan Laptop merupakan variabel acak (yang dianggap sebagai X) yang berkisar mulai dari 0 sampai 9 setiap minggu. Dari catatan yang tersedia, manajer telah menetapkan frekuensi permintaan Laptop untuk 100 minggu terakhir dan data itu adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Frekuensi Permintaan Laptop Untuk 100 Minggu

Terakhir

Permintaan Laptop Perminggu	Frekuensi Permintaan
0	15
1	17
2	13
3	20
4	15
5	12
6	14
7	10

8	14
9	20
Jumlah :	
150	

Kita dapat mengubah keadaan tersebut diatas menjadi distribusi kemungkinan (bila kita asumsikan tingkat penjuala dimasa lalu akan tetap bertahan sampai ke masa depan) dengan membagi tiap permintaan dengan total permintaan. Lima langkah simulasi *Monte Carlo* untuk mengetahui permintaan rata-rata Laptop per minggu dan pendapatan rata-rata toko tersebut, adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Menetapkan Distribusi Probabilitas

Permintaan Laptop Perminggu	Frekuensi Permintaana	Distribusi Probabilitas Permintaan, p(x)
0	15	$15/150 = 0,10$
1	17	$17/150 = 0,12$
2	13	$13/150 = 0,09$
3	20	$20/150 = 0,13$
4	15	$15/150 = 0,10$
5	12	$12/150 = 0,08$
6	14	$14/150 = 0,09$
7	10	$10/150 = 0,07$
8	14	$14/150 = 0,09$
9	20	$20/150 = 0,13$
Jumlah		:
1,00		

2) Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama

Konversi dari distribusi kemungkinan biasa, seperti pada kolom kanan tabel 9 menjadi distribusi kumulatif dilakukan dengan menjumlahkan tiap angka kemungkinan dengan jumlah sebelumnya seperti pada tabel 10.

Tabel 10. Menghitung Distribusi Kumulatif

Permintaan Laptop Perminggu	Distribusi Probabilitas Permintaan, $p(x)$	Distribusi Kumulatif Probabilitas
0	0,10	0,10
1	0,12	0,22
2	0,09	0,31
3	0,13	0,44
4	0,10	0,54
5	0,08	0,62
6	0,09	0,71
7	0,07	0,78
8	0,09	0,87
9	0,13	1,00
Jumlah :	1,00	

Probabilitas kumulatif terlihat pada gambar di bawah, digunakan pada tahap ke 3 untuk membantu menempatkan nilai random.



Gambar 5. Grafik Simulasi Perhitungan *Monte Carlo*

3) Menentukan interval angka random untuk tiap variabel

Setelah kita menentukan probabilitas kumulatif untuk tiap variabel yang termasuk dalam simulasi, kita harus menentukan batas angka yang mewakili tiap kemungkinan hasil. Hal tersebut ditujukan pada interval angka random. Penentuan interval didasari oleh kemungkinan kumulatif

Tabel 11. Interval dari Angka Acak (*Random Numbers*)

Permintaan Laptop Perminggu	Probabilitas Permintaan, P(X)	Probabilitas Kumulatif	Interval
0	0,10	0,10	0-9
1	0,12	0,22	10-21
2	0,09	0,31	22-30
3	0,13	0,44	31-43
4	0,10	0,54	44-53
5	0,08	0,62	54-61
6	0,09	0,71	62-70
7	0,07	0,78	71-77
8	0,09	0,87	78-86
9	0,13	1,00	87-99
Jumlah	1,00		

4) Membuat angka random

Untuk membuat angka random kita bisa menggunakan *software microsoft excel* dengan menggunakan perintah *randbetween*, misal untuk angka random dari 1-100, kita tuliskan perintah : = *randbetween* (1,100) dan diulangi sejumlah baris yang diperlukan.

Tabel 12. Membuat angka random

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	18	91	43	23	17	92	100	26	12	34
2	39	61	96	4	40	26	56	77	52	15
3	22	88	95	69	7	33	20	67	86	39
4	62	7	13	4	47	7	81	44	99	8
5	48	40	95	42	66	45	6	35	82	43
6	73	82	63	100	62	17	75	39	19	38
7	15	73	75	5	32	30	22	8	83	74
8	72	12	56	33	88	68	52	37	32	36
9	25	35	18	97	47	72	16	27	55	45
10	59	21	64	56	72	84	47	29	72	63

5) Membuat simulasi dari rangkaian percobaan

Kita bisa membuat simulasi dari sebuah eksperimen dengan mengambil angka random dari gambar diatas, misal kita akan membuat simulasi untuk 10 hari.

Langkah 5 : Membuat simulasi rangkaian percobaan.

Simulasi permintaan toko tersebut dalam 10 minggu terakhir adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Membuat Simulasi Rangkaian Percobaan.

Minggu Ke	Angka Random	Permintaan (Simulasi)
1	18	2
2	39	3
3	22	2
4	62	6
5	48	4
6	73	7
7	15	1

8	72	7
9	25	2
10	59	5
Jumlah :		39

Total permintaan untuk 10 minggu adalah 39 unit laptop, rata-rata permintaan perhari adalah 3,9 unit laptop.

C. RANGKUMAN

Banyak simulasi menyangkut masalah yang detail dan tidak dapat diprediksi secara tepat. Misalnya, lama waktu dari pekerjaan manual yang berulang-ulang bervariasi dari satu siklus ke siklus yang lain. Untuk memperoleh lamanya waktu pengerjaan tersebut diperlukan suatu sampling secara random dari pekerjaan yang diamati, sehingga nantinya dapat memperoleh distribusi waktu pengerjaannya. Dengan sampling, sebuah hasil dari nilai representatif dapat diperoleh. Prosedur sampling ini dinamakan simulasi *Monte Carlo*.

Untuk praktik simulasi biasanya memakai komputer, sehingga bilangan random bukan merupakan bilangan random yang sesungguhnya, tetapi merupakan bilangan *pseudorandom* yang secara statistik tidak dapat dibedakan dengan bilangan random yang sebenarnya. Hampir semua komputer dilengkapi dengan fungsi yang dapat dipakai untuk mengenerate bilangan random yang *uniform*, yang kemudian dapat dipakai untuk merepresentasikan distribusi dari model yang sedang dipelajari.

D. TUGAS 4

Kerjakan Tugas 4 berikut ini :

Buatlah soal dan selesaikan untuk sebuah kasus simulasi *Monte Carlo* menggunakan metode dalam 5 tahapan berikut ini :

1. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting.
2. Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama.
3. Menentukan interval angka random untuk tiap variabel.
4. Membuat angka random.
5. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan.

E. RUJUKAN

Arifin Miftahol. 2009. *Simulasi Sistem Industri. Edisi Pertama*. Edisi Pertama. Graha ilmu.

Heizer, J., Render, B. 2009. *Operations management: Sustainability and Supply Chain Management. 9th Edition*. Alihbahasa Chriswan Sungkono. Jakarta : Salemba Empat.

Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.

Render, B., Stair, R, M., Hanna, M. E., Hale, T. S. 2017. *Quantitative analysis for management*. 13th. Boston: Pearson Education.

Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Yogyakarta : Grahallmu.

BAB V

PENGGUNAAN STATISTIK DALAM SIMULASI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari isi dan materi topik penggunaan statistik dalam simulasi ini, mahasiswa mampu :

1. Memahami konsep dan penggunaan statistik dan probabilitas dalam simulasi.
2. Menjelaskan dan berpikir sesuai kaidah-kaidah statistik.
3. Memahami konsep probabilitas dan penggunaan dalam simulasi.
4. Memahami dan menyelesaikan perhitungan uji distribusi dalam simulasi.

B. RINGKASAN MATERI

Ketidakpastian permintaan pelanggan menimbulkan adanya banyak kemungkinan dalam pendistribusian, persediaan bahan baku, persediaan barang jadi dan naik-turunnya harga produk. Salah satu cara untuk memperkecil kemungkinan tersebut adalah dengan mempelajari pola distribusi probabilitas. Distribusi probabilitas teroris yang sering digunakan dalam fungsi permintaan adalah distribusi normal, distribusi poisson dan distribusi eksponensial.

1. Uji Distribusi dalam Simulasi

a. Pengujian Kolmogorov-Smirnov Normal

Pengujian bertujuan melihat tingkat kesesuaian antara fungsi distribusi hasil pengamatan dengan fungsi distribusi teoritik tertentu dengan menetapkan suatu titik yang menggambarkan perbedaan maksimum keduanya (Bonett Satya, 2007:97).

1) Uji Statistik

$$T_{\text{Hitung}} = \text{Maks} | F(x) - S(x) |$$

Keterangan $F(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi normal

$S(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi pengamatan

2) Kriteria Penolakan

Jika nilai $T_{\text{Hitung}} \geq W_{1-\alpha}$ maka H_0 ditolak (tabel yang digunakan adalah tabel Kolmogorov-Smirnov).

Langkah-langkah pengujian :

a) Menetapkan hipotesis awal dan hipotesis tandingan.

Hipotesis : H_0 : data mengikuti distribusi normal

H_1 : data tidak mengikuti distribusi normal

b) Menghitung statistik uji

Banyaknya parameter pada distribusi normal adalah \bar{x} yang menyatakan nilai rata-rata. Untuk menentukan harga $F(x)$ maka nilai \bar{x} harus ditentukan dengan cara:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot f_i}{n}$$

Keterangan $\bar{x} = \mu$ = rata-rata

Ditentukan nilai probabilitas untuk masing-masing x , dari normal :

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Keterangan X = nilai tengah dari kelas pada distribusi frekuensi

μ = rata-rata (\bar{x})

σ = simpangan baku

Unk mencari $F(x)$ dengan menggunakan tabel distribusi normal pada lampiran sesuai nilai Z yang didapatkan. $S(x)$ diperoleh dari frekuensi komulatif masing-masing nilai x_i dibagi dengan jumlah sampel.

- c) Menetapkan α (taraf signifikansi)

$$\alpha = 0,05$$

- d) Menentukan daerah penolakan

$W_{i-\alpha}$ didapatkan dari tabel kolmogorov-smirnov sesuai dengan n yang ada dan simpangan baku yang didapatkan.

- e) Membuat kesimpulan

Membandingkan antara T_{Hitung} dengan $W_{i-\alpha}$, jika $T < W_{i-\alpha}$ maka H_0 gagal tolak (H_0 diterima) dan bila $T_{\text{Hitung}} \geq W_{i-\alpha}$ maka H_0 ditolak.

- f) Membuat interpretasi dari kesimpulan

Jika H_0 *gagal tolak* (H_0 diterima) maka data yang diuji adalah berdistribusi normal.

Seperti contoh kasus berikut yang mana untuk distributor Harumi Bahari Sepanjang-Sidoarjo yang selalu meminta produk Krantingdeng jenis Reguler dalam 2 tahun (dimana 1 bulan ada 2 kali pengiriman produk, yang berarti ada 48

minggu ata yang digunakan) memiliki distribusi seperti berikut :

Tabel 14. Distribusi Frekuensi Permintaan Distributor Harumi Bahari Terhadap Produk Kratingdeng Reguler

No.	Batas Atas	Batas Bawah	Frekuensi (fi)
1	375	379	10
2	380	384	6
3	385	389	7
4	390	394	6
5	395	399	6
6	400	404	6
7	405	409	7
n=		48	

Dari distribusi frekuensi tersebut dilakukan pendugaan terhadap data dengan menggunakan distribusi kontinu. Distribusi yang digunakan adalah distribusi normal karena distribusi ini sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Demikian juga distribusi eksponensial.

Tabel 15. Langkah Pertama Pendugaan Distribusi Normal dari Data Permintaan Distributor Harumi Bahari

No.	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi (fi)	Nilai Tengah (Xi)	Fi*Xi	(Xi- \bar{x})	(Xi- \bar{x}) ²	fi(Xi- \bar{x}) ²
1	375	379	10	377	3770	-14	196	1960
2	380	384	6	382	2292	-9	81	486
3	385	389	7	387	2709	-4	16	112
4	390	394	6	392	2352	1	1	6
5	395	399	6	397	2382	6	36	216
6	400	404	6	402	2412	11	121	726
7	405	409	7	407	2849	16	256	1792

		n=	48		18766			5298
$\bar{x} = 390,96 \approx 391$			Simpangan Baku = 10,51 \approx 11					

Seperti contoh proses penerapan pendekatan dengan menduga data menggunakan distribusi normal, proses pertama mencari nilai \bar{X} dan S (Simpangan Baku). Yang membedakan adalah data (permasalahan) yang digunakan sebagai contoh.

Tabel 16. Langkah Kedua Pendugaan Distribusi Normal dari Data Permintaan Distributor Harumi Bahari

No.	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi (fi)	Frekuensi Kumulatif	S(X)	Z	Normal Distribusi F(X)	F(X)-S(X)
1	375	379	10	10	0,21	-1,27	0,1	0,11
2	380	384	6	16	0,33	-0,82	0,21	0,12
3	385	389	7	23	0,48	-0,36	0,36	0,12
4	390	394	6	29	0,6	0,09	0,54	0,06
5	395	399	6	35	0,73	0,55	0,71	0,02
6	400	404	6	41	0,85	1	0,84	0,01
7	405	409	7	48	1	1,45	0,93	0,07
		n=	48					

Proses diatas menunjukkan bahwa 0,12 merupakan nilai tertinggi yang diperoleh dari perhitungan dengan membandingkan nilai kolmogorov-smirnov, artinya dengan membandingkan antara T dengan $W_{i-\alpha}$ (Kolomogrov-Smirnov). Jika $T < W_{i-\alpha}$ maka H_0 gagal tolak (H_0 diterima) dan bila nilai $T \geq W_{i-\alpha}$ maka H_0 ditolak. Berikut ini proses perhitungannya.

$$T_{(max)} \text{ atau } T_{hitung} = 0,12$$

$$W_{i-\alpha} = \frac{1,36}{\sqrt{n}} = \frac{1,36}{\sqrt{48}} = 0,2$$

Jadi $T_{hitung} < W_{1-\alpha}$ atau $0,12 < 0,2$, H_0 gagal tolak (H_0 diterima), maka data permintaan Kratingdeng regular distributor Harumi Bahari yang diamati merupakan data berdistribusi normal.

b. Pengujian Kolmogorov - Smirnov Eksponensial

Pengujian bertujuan melihat tingkat kesesuaian antara fungsi distribusi hasil pengamatan dengan fungsi distribusi teoritik tertentu dengan menetapkan suatu titik yang menggambarkan perbedaan maksimum keduanya.

1. Uji Statistik

$$T_{Hitung} = \text{Maks} | F(x) - S(x) |$$

Keterangan $F(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi eksponensial

$S(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi pengamatan.

2. Kriteria Penolakan

Jika nilai $T \geq W_{1-\alpha}$ maka H_0 ditolak (tabel yang digunakan adalah tabel kolmogorov-Smirnov).

Langkah-langkah pengujian :

a) Menetapkan hipotesis awal dan hipotesis tandingan.

Hipotesis : H_0 : data mengikuti distribusi eksponensial

H_1 : data tidak mengikuti distribusi eksponensial

b) Menghitung statistik uji

Banyaknya parameter pada distribusi eksponensial adalah β yang menyatakan nilai rata-rata. Untuk menentukan harga $F(x)$ maka nilai β harus ditentukan dengan cara:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{n}$$

Keterangan $\bar{x} = \beta$ = rata-rata

Ditentukan nilai probabilitas untuk masing-masing x , dari eksponensial :

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{x}{\beta}}$$

$S(x)$ diperoleh dari frekuensi kumulatif masing-masing nilai x_i dibagi dengan jumlah sampel.

c) Menetapkan α (taraf signifikansi)

$$\alpha = 0,05$$

d) Menentukan daerah penolakan

$W_{1-\alpha}$ didapatkan dari tabel kolmogorov-smirnov sesuai dengan n yang ada dan simpangan baku yang didapatkan.

e) Membuat kesimpulan

Membandingkan antara T_{Hitung} dengan $W_{1-\alpha}$, jika $T < W_{1-\alpha}$ maka H_0 gagal tolak (diterima) dan bila $T_{\text{Hitung}} \geq W_{1-\alpha}$ maka H_0 ditolak.

f) Membuat interpretasi dari kesimpulan

Jika H_0 gagal tolak maka data yang diuji adalah berdistribusi eksponensial.

Untuk mempermudah perbandingan perilaku data, apakah data tersebut berdistribusi tertentu, contoh permasalahan yang digunakan tetap menggunakan data distributor Harumi Bahari terhadap produk Kratingdeng regular.

Bila proses pembentukan distribusi frekuensi sama maka proses langsung mencari apakah data permintaan tersebut juga

memiliki kriteria berdistribusi eksponensial. Berikut proses perhitungan yang harus dilakukan tersebut.

Tabel 17. Langkah Pendugaan Distribusi Eksponensial dari Data Permintaan Distributor Harumi Bahari

No.	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi (fi)	Nilai Tengah (Xi)	fi*Xi	Frekuensi Kumulatif	S(X)	F(X)	F(X)-S(X)
1	375	379	10	377	3770	10	0,21	0,62	0,41
2	380	384	6	382	2292	16	0,33	0,62	0,29
3	385	389	7	387	2709	23	0,48	0,63	0,15
4	390	394	6	392	2452	29	0,6	0,63	0,03
5	395	399	6	397	2382	35	0,73	0,64	0,09
6	400	404	6	402	2412	41	0,85	0,64	0,21
7	405	409	7	407	2849	48	1	0,65	0,35
		n=	48		18766				
		$\bar{x} =$	390,96 \approx 391						

Hampir sama dengan proses perhitungan pendekatan untuk menduga data dengan distribusi normal, hanya saja proses yang dilakukan oleh distribusi eksponensial lebih mudah dan langsung dapat menentukan nilai T_{Hitung} yang diharapkan. Perhitungan tersebut diatas dapat menentukan $T_{Hitung} = 0,41$, sedangkan jika dibandingkan nilai Kolmogorov-Smirnov dengan jumlah data pengamatan yang sama maka akan dihasilkan nilai $W_{1-\alpha} = 0,2$.

Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa data permintaan produk Kratingdeng distributor Harumi Bahari tersebut tidak berdistribusi eksponensial atau H_0 ditolak karena nilai $T_{Hitung} > W_{1-\alpha}$ atau $0,41 > 0,2$.

c. Uji Keselarasan Pearson's

Uji keselarasan *pearson's (pearson's test goodness of fit)* digunakan untuk menguji ketepatan frekuensi yang teramati (*observed frequencies, f_0*) cocok atau sesuai dengan frekuensi yang diharapkan (*expected frequencies, f_e*). Pada contoh pemakaian statistik nonparametrik, harga beras yang akan datang adalah nilai yang diharapkan (f_e) dan harga beras saat ini adalah f_0). Uji keselarasan dimaksudkan untuk menguji apakah ada kecocokan atau kesesuaian antara harapan, yaitu harga beras yang akan datang, dengan kenyataan yaitu harga beras saat ini. Untuk uji keselarasan terdapat dua hal yang penting yaitu :

- a) Frekuensi yang diharapkan sama ($f_0 = f_e$)
- b) Frekuensi yang diharapkan tidak sama ($f_0 \neq f_e$)

Frekuensi diharapkan sama apabila untuk setiap data pengamatan, nilai frekuensi yang diharapkan sama. Sebagai bahan contoh permasalahan adalahh persentase atau tingkat kenaikan pendapatan penduduk Indonesia oyang diharapkan pemerintah untuk tahun 2007 naik sama, yaitu 5%, maka nilai diharapkannya semua sama 5% untuk seluruh kenaikan pendapatan penduduk Indonesia, sedangkan nilai yang sebenarnya dipastikan berbeda-beda walaupun hanya dilihat dalam wilayah tertentu. Pulau jawa masih memiliki nilai tukar dengan kenaikan seperti itu (5%) dibandingkan dengan kepulauan yang lain. Akibatnya frekuensi yang diharapkan menjadi sama, dimana untuk setiap pengamatan, nilai yang diharapkan tidak sama. Misalnya harapan akan besarnya tingkat kepuasan asyarakat akan kenaikan pendapatan untuk

seluruh penduduk Indonesia adalah sama. Sebagai misal barometer (tempat ukur) dari harapan tentang nilai kepuasan atas kenaikan pendapatan tersebut di Jakarta, tentunya berbeda dengan harapan kepuasan kenaikan pendapatan di Sragen atau Tulung Agung.

Perbedaan nilai harapan kepuasan menjadi sangat wajar apabila mengharapkan nilai harapan tentang kepuasan kenaikan tersebut jika dibandingkan antara wilayah di Jakarta dengan Sragen. Jelas nilai nominal berbeda, tetapi nilai tukar mungkin sama. Yang membedakan adalah bahwa dengan adanya nominal yang besar mungkin menyebabkan masyarakat di daerah juga menginginkan nominal yang besar pula.

Untuk melakukan pengujian ini diperlukan beberapa tahapan atau langkah, yaitu sebagai berikut :

1) Menentukan hipotesis

Hipotesis yang disusun adalah hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternative (H_1). Hipotesis nol H_0 , menyatakan bahwa tidak ada perbedaan antara nilai atau frekuensi observasi atau yang teramati dengan nilai atau frekuensi harapan. Sedangkan hipotesis alternative (H_1), menyatakan bahwa ada perbedaan antara nilai atau frekuensi teramati dengan nilai atau frekuensi yang diharapkan. Hipotesis selanjutnya dinyatakan sebagai berikut:

$$H_0 : f_0 = fe$$

$$H_1 : f_0 \neq fe$$

2) Menghitung nilai uji statistik

f_e (E) dapat dihitung dengan mencari $P(X=x) \cdot n$, dimana $P(X=x)$ adalah probabilitas dari distribusi teoritis yang ditentukan ada hipotesis awal. Banyaknya parameter pada distribusi poisson adalah satu, yaitu π yang menyatakan nilai rata-rata. Untuk mencari $P(X=x)$ digunakan rumus :

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!}$$

dimana $P(X=x)$ = Probabilitas

$e = 2,71$

$\lambda = \mu$

x = nilai tengah

Kemudian mencari frekuensi harapan (f_c atau E) digunakan rumus :

$$E = \frac{P(X = x)}{n}$$

Dimana : E_i = Frekuensi ekspektasi

$P(X=x)$ = Probabilitas

n = jumlah sampel

3) Menentukan taraf nyata dan nilai kritis

Taraf nyata adalah daya toleransi kita terhadap kesalahan. Taraf nyata biasanya berkisar antara 1 sampai 10% dan tabel yang tersedia biasanya 1%, 2%, 5% dan 10%. Untuk bidang-bidang yang sangat kritis terhadap kehidupan biasanya menggunakan taraf nyata 1% dan 5%. Untuk menentukan nilai kritis dengan distribusi *chi-kuadrat* diperlukan pengetahuan akan derajat bebas dimana $df=n-k$. nilai n adalah kategori atau sampel, misalnya 10, sedangkan k adalah variable, misalnya $k = 1$. Jadi

derajat bebasnya adalah $df=10-1=9$. Setelah menemukan nilai df dan taraf nyata maka dapat dicari nilai kritis *chi kuadrat* dengan menggunakan tabel *chi-kuadrat*.

4) Uji statistik chi-kuadrat

Hipotesis yang diuji adalah kesesuaian antara nilai harapan dengan yang teramati. Dengan demikian kita dapat menggunakan rumus pearson sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana χ^2 = lambing statistik uji chi-square

O_i = frekuensi observasi (f_o)

E_i = frekuensi ekspektasi (f_e)

K = banyaknya kategori pada distribusi frekuensi

5) Menentukan daerah keputusan (penolakan)

Daerah keputusan adalah aturan pengambilan keputusan untuk menentukan daerah mana penerimaan dan penolakan hipotesis nol. Aturan pengambilan keputusan adalah menerima H_0 jika nilai chi-kuadrat hasil perhitungan sama atau lebih kecil dari nilai chi-kuadrat kritis. Jika nilai chi-kuadrat hitung lebih besar dari chi-kuadrat kritis maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

6) Menentukan keputusan (kriteria penolakan)

Berdasarkan aturan pada langkah ke-5, jika nilai chi-kuadrat hitung (X_{hitung}^2) > dari chi-kuadrat kritis ($X_{a:df}^2$). Dengan demikian H_0 ditolak dan H_1 diterima. Begitu juga sebaliknya jika nilai chi-kuadrat hitung (X_{hitung}^2) < dari chi kuadrat kritis ($X_{a:df}^2$) maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Dengan demikian antara kenyataan yang terjadi dengan harapan dari analisis dapat dilihat dari uji keselarasan ini.

2. Pendugaan Distribusi dalam Simulasi

Pertama statistik dikenal sebagai kumpulan dari angka-angka yang memberikan informasi tentang jumlah penduduk, serta kepadatan suatu daerah atau pendapatan suatu kelompok masyarakat tertentu yang diperlukan oleh dinas kependudukan suatu daerah dan masih banyak contoh data yang digunakan untuk mendukung keperluan pemerintah dalam memberikan informasi pada saat itu. Apalagi kebutuhan pemerintah tentang informasi yang mendukung perhitungan pajak, mengukur kemampuan masyarakat suatu Negara dan masih banyak lagi. Pada masa lalu, statistik hanya digunakan untuk mendukung kebutuhan data pemerintahan.

Namun sekarang hal-hal seperti di atas sudah tidak lagi menjadi sesuatu yang penting hanya di pemerintahan saja. Seluruh bidang keilmuan dijamin serba modern ini membutuhkan statistik untuk mendukung penelitian. Penelitian ini merupakan penelitian ilmiah yang menganalisis data dari suatu populasi atau sampel dari popuasi yang mampu menginterpretasikan suatu data untuk mendukung tujuan penelitian.

Bagi kebanyakan orang statistik merupakan angka yang menggambarkan atau menginformasikan perilaku data suatu kejadian pada masa lampau. Sebagian mengatakan bahwa statistik merupakan kumpulan cara atau aturan-aturan yang rumit yang digunakan untuk mengumpulkan data, menganalisis dan menyimpulkannya. Sebagian lagi mengatakan bahwa statistik merupakan kumpulan angka yang menerangkan sifat atau perilaku yang menggambarkan karakteristik kebutuhan data yang dijadikan acuan penelitian.

Sekarang kita lebih mengenal statistik sebagai alat untuk mendukung tercapainya tujuan sebuah penelitian. Namun jika dijabarkan lebih dalam lagi, ilmu dibedakan atas 2 bagian, statistik inferensial dan statistik deskriptif, berikut penjelasan tentang kedua jenis penalaran statistik tersebut.

a) Statistik Inferensial

Statistik ini digunakan untuk proses penarikan kesimpulan dari data-data pengamatan sebagai sampel yang mana data-data tersebut merupakan gambaran tentang karakteristik populasi yang diamati. Dengan statistik inferensia diharapkan bahwa melalui data pengamatan yang bersifat mewakili (sedikit) dapat menginterpretasikan keadaan populasi yang diamati (lebih luas dan lebih umum). Sebagai alat untuk mengasilkan kesimpulan, statistik inferensia menggunakan pendekatan melalui pendugaan distribusi dan uji hipotesis atas data-data yang mewakili populasi yang sedang diteliti. Proses pendugaan terhadap data sampel

dari populasi tersebut sudah barang tentu tidak terlepas dari pencarian rata-rata dan standar deviasi sampel yang diambil.

b) Statistik Deskriptif

Dari arti katanya, deskripsi tentu dapat disimpulkan artinya, yaitu bahwa statistik ini berpegangan pada bagaimana metode dengan tepat dapat menggambarkan atau menjelaskan data pengamatan secara terorganisasi dengan baik. Metode ini menganjurkan peneliti untuk melakukan pengaturan terhadap data pengamatan agar dapat diinformasikan secara luwes. Dengan metode ini seorang peneliti harus mampu mengorganisasikan datanya dengan urutan yang tertut (tidak acak-acakan), diawali dengan memformat informasi dan menata proses penyajiannya dan juga analisis terhadap data yang telah diatur tersebut. Proses itu akan memudahkan penentuan rata-rata (*mean*), median, standar deviasi dan lain sebagainya, termasuk menentukan distribusi frekuensi dan grafik yang harus ditampilkan guna membantu analisis data.

Jadi kedua jenis metode tersebut masing-masing tidak dapat berdiri sendiri, bahkan berkaitan erat. Pada saat proses penelitian terhadap data dilakukan maka statistik deskriptiflah yang lebih dahulu digunakan untuk menggambarkan perilaku data pengamatan sementara untuk proses penarikan kesimpulan atas data pengamatannya seorang penelitian akan lebih tepat bila menggunakan statistik inferensia.

3. Soal dan Penyelesaian Penggunaan Statistik dalam Simulasi

a. Pengujian Kolmogorov-Smirnov Normal

Contoh Kasus :

Sebuah distributor pupuk kandang selalu mengirimkan pupuk setiap hari minggu disetiap tahun (1 tahun = 52 minggu). Tabel distribusinya sebagai berikut :

Tabel 18. Distribusi Frekuensi Pengiriman Pupuk Kandang oleh Distributor

NO	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi (fi)
1	200	206	9
2	207	213	7
3	214	220	6
4	221	227	8
5	228	234	8
6	235	241	7
7	242	248	7
n=			52

Dari distribusi frekuensi tersebut dilakukan pendugaan terhadap data dengan menggunakan distribusi kontinu. Distribusi yang digunakan adalah distribusi normal karena distribusi ini sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel 19. Langkah Pertama Pendugaan Distribusi Normal

NO	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi (fi)	Nilai Tengah (Xi)	fi.Xi	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$	Fi $(Xi - \bar{x})^2$
1	200	206	9	203	1827	-20	400	3600

2	207	213	7	210	1470	-13	169	1183
3	214	220	6	217	1302	-6	36	216
4	221	227	8	224	1792	1	1	8
5	228	234	8	231	1848	8	64	512
6	235	241	7	238	1666	15	225	1575
7	242	248	7	245	1715	22	484	3388
		n=	52		11620			10482

$$\bar{x} = 223,46 = 223$$

$$\text{Simpangan baku} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6250}{51}} = 205,53 = 206$$

Seperti contoh proses penerapan pendekatan dengan menduga data menggunakan distribusi normal, pada proses pertama mencari nilai \bar{x} dan simpangan baku. Yang membedakan adalah data

(permasalahan) yang digunakan sebagai contoh.

Tabel 20. Langkah Kedua Pendugaan Distribusi Normal

NO	Batas Bawah	Batas Atas	Frequensi (fi)	Frequensi kumulatif	S (X)	Z	Normal Distribusi F(X)	F(X)-S(X)
1	200	206	9	9	0,17	-0,10	0,46	0,29
2	207	213	7	16	0,31	-0,06	0,48	0,17
3	214	220	6	22	0,42	-0,03	0,49	0,07
4	221	227	8	30	0,58	0,01	0,54	0,04
5	228	234	8	38	0,73	0,04	0,52	0,21
6	235	241	7	45	0,87	0,07	0,53	0,34
7	242	248	7	52	1,00	0,11	0,54	0,46

Proses di atas menunjukkan bahwa 0,46 merupakan nilai tertinggi yang diperoleh dari perhitungan dengan membandingkan nilai kolmogorov-smirnov, artinya dengan membandingkan antara T

dengan $W_{1-\alpha}$ (kolmogorov-smirnov). Jika $T < W_{1-\alpha}$ maka H_0 gagal tolak (H_0 diterima) dan bila $T \geq W_{1-\alpha}$ maka H_0 ditolak. Berikut ini proses perhitungannya.

$$T(\max) \text{ atau } Thitung = 0,46$$

$$W_{1-\alpha} = \frac{1,36}{\sqrt{n}} = \frac{1,36}{\sqrt{52}} = 0,19$$

Jadi, $Thitung \geq W$ atau $0,46 \geq 0,19$ H_0 ditolak, maka data pengiriman pupuk distributor yang sedang diamati ini merupakan data yang berdistribusi tidak normal.

b. Pengujian Kolmogorov – Smirnov Eksponensial

Tabel 21. Langkah Pendugaan Distribusi Eksponensial Dari Data Pengiriman Pupuk Kandang

N o	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi (fi)	N.Tengah (Xi)	fi.Xi	Frekuensi kumulatif	S (X)	F(X)	F(X) – S(X)
1	200	206	9	203	1827	9	0,17	0,60	0,43
2	207	213	7	210	1470	16	0,31	0,61	0,30
3	214	220	6	217	1302	22	0,42	0,62	0,20
4	221	227	8	224	1792	30	0,58	0,63	0,05
5	228	234	8	231	1848	38	0,73	0,64	0,09
6	235	241	7	238	1666	45	0,87	0,65	0,22
7	242	248	7	245	1715	52	1,00	0,67	0,33
		n=	52						
		$\bar{x} =$	223,46 = 223						

Hampir sama dengan proses perhitungan pendekatan untuk menduga data dengan distribusi normal, hanya saja proses yang dilakukan oleh distribusi eksponensial lebih mudah dan langsung

dapat menentukan nilai T_{Hitung} yang diharapkan. Perhitungan diatas dapat menentukan $T_{\text{Hitung}} = 0,43$, sedangkan jika dibandingkan dengan kolmogorov-smirnov dengan jumlah data pengamatan yang sama maka akan dihasilkan nilai $W_{1-\alpha} = 0,19$.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa data pengiriman pupuk kandang distributor tersebut tidak berdistribusi eksponensial atau H ditolak karena nilai $T_{\text{Hitung}} \geq W_{1-\alpha}$ atau $0,43 \geq 0,19$.

C. RANGKUMAN

Penggunaan probabilitas dan statistika dalam simulasi memberikan kontribusi dalam memahami dan menganalisis keluaran dari simulasi. Untuk memilih jenis distribusi probabilitas yang tepat, dapat dilakukan dengan menggunakan analisa empiris dan mencocokkan data dengan distribusi yang sesuai.

D. TUGAS 5

Kerjakan Tugas berikut ini :

Buatlah soal dan selesaikan untuk sebuah kasus penggunaan statistik dalam simulasi mulai dari tahap :

1. Pengujian Kolmogorov-Smirnov Normal
2. Pengujian Kolmogorov-Smirnov Eksponensial
3. Uji Keselarasan Pearson's

E. RUJUKAN

Arifin Miftahol. 2009. *Simulasi Sistem Industri*. Edisi Pertama. Edisi Pertama. Graha ilmu.

Djati, Bonett S. L. 2007. *Simulasi Teori dan Aplikasinya*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.

Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

PEMBELAJARAN 3

MEMBANGUN DAN MENJALANKAN APLIKASI SIMULASI ANTREAN

KOMPETENSI DASAR PEMBELAJARAN 3

Mahasiswa mampu membuat simulasi menggunakan software promodel, elemen-elemen dasar promodel, langkah – langkah Promodel, pemberian *entities* (*entitas*) dan *arrival* (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.

Kegiatan Belajar 3 memiliki judul Membangun dan Menjalankan Aplikasi Simulasi Antrean, sub topik dalam Kegiatan Pembelajaran 3 yaitu:

1. Membuat Simulasi Menggunakan Software Promodel
2. Langkah – Langkah Promodel
3. Pemberian *Entities* (*Entitas*) dan *Arrival* (Pengiriman)
4. Studi Kasus Simulasi Antrean

KRITERIA PENILAIAN KOMPETENSI DASAR

Kriteria penilaian yang digunakan untuk menilai pelaksanaan pembelajaran kompetensi dasar Membangun dan Menjalankan Aplikasi Simulasi Antrean dalam Modul Mata Kuliah Teknik Simulasi ini adalah :

1. Kognitif

Mahasiswa dapat menjawab pertanyaan yang diajukan dan menuangkan dalam lembar jawaban untuk pembelajaran tatap muka

(*face to face*) dan pembelajaran daring (*online*) pada modul dengan jawaban yang tepat dan benar.

2. Afektif

Mahasiswa dapat menunjukkan perilaku sesuai dengan rubrik penilaian afektif berikut ini :

Tabel 22. Tabel Skor Penilaian Afektif Kegiatan Belajar 3

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
1	<i>Receiving</i> Sikap menerima	Mahasiswa bersikap menerima norma-norma yang akan dinilai, mempunyai sikap peduli dan mendengarkan informasi yang diberikan oleh dosen serta sesama rekan mahasiswa lainnya dalam diskusi tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen-elemen dasar promodel, langkah-langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
2	<i>Responding</i> Sikap menjawab	Mahasiswa mempunyai sikap saling melengkapi, melibatkan diri dalam diskusi pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) serta menunjukkan sikap sukarela dalam kegiatan belajar Teknik Simulasi tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen-elemen dasar promodel, langkah-langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
3	<i>Valuing</i> Sikap menilai	Mahasiswa menunjukkan sikap lebih senang, menghargai dan menyatakan peduli dengan aktivitas pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen - elemen dasar promodel, langkah-langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
4	<i>Organization</i> Sikap Mengorganisasi	Mahasiswa berpartisipasi dalam mempertahankan serta menyatukan pendapat dalam aktivitas belajar teknik simulasi untuk pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen-elemen dasar promodel, langkah-langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
5	<i>Characterization</i> Pembentukan pola hidup (penerapan nilai-nilai)	Mahasiswa menunjukkan sikap penerapan nilai-nilai menjadi pribadi yang ditunjukkan dengan rasa empati, memunculkan harapan dan perubahan tingkah laku dalam penerapan <i>blended learning</i> untuk materi simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen-elemen dasar promodel, langkah-langkah promodel, pemberian <i>entities</i>

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		(<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.

3. Psikomotor

Mahasiswa dapat menunjukkan kemampuan atau keterampilan melakukan gerak seperti yang dikemukakan dalam rubrik berikut :

Tabel 23. Kriteria Penilaian Keterampilan Berbuat pada Kegiatan Belajar 3

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
1	P = <i>Perception</i> Persepsi	Mahasiswa mampu membedakan, mengidentifikasi dan memilih menggunakan indera untuk memperoleh kesadaran pada keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) yang diharapkan tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen - elemen dasar promodel, langkah - langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
2	S = <i>Set</i> Kesiapan	Mahasiswa memiliki kesiapan dalam memberikan respon berupa mengasumsi posisi, mendemonstrasikan dan menunjukkan sikap siap dalam melakukan keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi menggunakan

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		<i>software</i> promodel, elemen - elemen dasar promodel, langkah - langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
3	G = <i>Guided Response</i> Reaksi atas dasar arahan (respon terbimbing)	Mahasiswa mampu mengusahakan keterampilan dengan meniru dan membuat simulasi antrean dalam kehidupan sehari-harinya untuk pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen - elemen dasar promodel, langkah - langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
4	M= <i>Mechanism</i> Mekanisme	Mahasiswa mampu membiasakan diri dalam mempraktekan dan mengulang-ulang keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen - elemen dasar promodel, langkah - langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
5	C = <i>Complex overt response</i> Reaksi terbuka dengan	Mahasiswa mampu menghasilkan, mengoperasikan dan menampilkan keterampilan yang diharapkan dalam bentuk suatu kebiasaan dengan terampil, cepat dan

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
	kesulitan kompleks	akurat dalam pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen - elemen dasar promodel, langkah - langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
6	A = <i>Adaptation</i> Pengesuaian Gerakan (Adaptasi)	Mahasiswa mampu untuk mengadaptasi, mengubah dan merevisi keterampilan pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) yang diharapkan sesuai dengan keadaan yang dihadapi tentang simulasi menggunakan <i>software</i> promodel, elemen - elemen dasar promodel, langkah - langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.
7	O = <i>Origination</i> Keaslian	Mahasiswa mampu menciptakan model simulasi antrean, membuat sesuatu yang asli dan dikembangkan dengan kemampuan sendiri tanpa meniru. Mahasiswa mampu menampilkan pola-pola keterampilan yang baru dan dilakukan atas inisiatif sendiri serta memiliki keberbedaan dengan yang lain dalam pembelajaran tatap muka (<i>face to face</i>) dan pembelajaran daring (<i>online</i>) tentang, simulasi menggunakan <i>software</i>

Skor	Tingkatan	Kemampuan Mahasiswa
		promodel, elemen-elemen dasar promodel, langkah-langkah promodel, pemberian <i>entities</i> (<i>entitas</i>) dan <i>arrival</i> (pengiriman), studi kasus simulasi antrean.

BAB VI

STUDI KASUS SIMULASI ANTREAN

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Dengan adanya contoh studi kasus ini, diharapkan akan mampu memahami penggunaan simulasi. Mahasiswa dapat berlatih untuk menyelesaikan permasalahan secara urut, baik dan benar yang dimulai dari pengenalan permasalahan hingga menampilkan hasil akhir yang berupa alternatif pilihan untuk mendukung pengambilan keputusan.

B. RINGKASAN MATERI

Contoh kasus ini menggunakan metode dan teori yang telah dibahas pada topik - topik sebelumnya. Diharapkan mahasiswa dapat mengembangkannya, seperti dengan pendekatan distribusi yang tidak hanya menggunakan distribusi normal, *eksponensial* dan *poisson*, tetapi mengembangkannya dengan berbagai pendekatan distribusi yang lain.

1. Contoh Kasus

Judul : Analisis Sistem Antrean Pelayanan Pembuatan Kartu Di Kantor BPJS

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mengantri merupakan salah satu fenomena yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan sering ditemui dalam fasilitas-fasilitas pelayanan umum. Mengantri pembuatan kartu BPJS (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial) merupakan salah satu contoh dalam sistem antrean. Saat ini pemerintah mencanangkan kepada seluruh penduduk Indonesia untuk memiliki kartu BPJS, karena dengan adanya kartu BPJS ketika kita sedang sakit kita bisa lebih mudah untuk pergi berobat. Di paper ini, kami akan menganalisis antrean yang terjadi dalam pembuatan kartu di kantor BPJS secara teknis dengan menggunakan sistem antrean. BPJS Kesehatan (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan) merupakan Badan Usaha Milik Negara yang ditugaskan khusus oleh pemerintah untuk menyelenggarakan jaminan pemeliharaan kesehatan bagi seluruh rakyat Indonesia. BPJS Kesehatan bersama BPJS Ketenagakerjaan (dahulu bernama Jamsostek) merupakan program pemerintah dalam kesatuan Jaminan Kesehatan Nasional (JKN). Pada sistem antrean ini terdapat 5 loket dalam pembuatan kartu BPJS. Dalam hal ini loket pertama, kedua, dan ketiga merupakan loket untuk pelayanan; loket keempat merupakan loket untuk pembayaran sedangkan loket kelima merupakan loket untuk pengambilan kartu BPJS. Berdasarkan latar belakang yang telah kami uraikan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model

dan kinerja sistem antrean yang sudah dijalankan kemudian kami analisis dengan menggunakan simulasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis ingin menganalisa **“Analisis Sistem Antrean Pelayanan Pembuatan Kartu Di Kantor BPJS”**.

B. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah penulis ingin menganalisa gambaran secara umum tentang sistem antrean yang dipakai di kantor BPJS tersebut.

C. Manfaat

Manfaat yang diperoleh adalah pembaca dapat lebih mengerti dan memahami tentang sistem simulasi terutama simulasi antrean yang terdapat di kantor BPJS itu sendiri.

BAB II LANDASAN TEORI

A. Definisi Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses- proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah (Law and Kelton, 1991).

Simulasi adalah proses perancangan sistem model dari suatu sistem nyata dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen, dengan melakukan sebuah simulasi, maka dengan adanya suatu model kita dapat mengetahui tingkah laku sistem.

B. Klasifikasi Model Simulasi

Pada dasarnya model simulasi dikelompokkan dalam tiga dimensi yaitu (Lawand Kelton, 1991) :

1) Model *Simulasi Statis* dengan Model *Simulasi Dinamis*.

Model simulasi statis yakni sistem yang tidak terpengaruh oleh perubahan waktu. Sedangkan model simulasi dinamis yakni sistem yang dikaji dipengaruhi oleh perubahan waktu.

2) Model *Simulasi Deterministik* dengan Model *Simulasi Stokastik*.

model simulasi simulasi *deterministic* yakni model simulasi yang tidak mengandung variabel yang bersifat *random*. Sedangkan model simulasi stokastik yakni model simulasi yang mengandung variabel yang bersifat acak.

3) Model simulasi Kontinyu dengan Model *Simulasi Diskret*.

Model simulasi diskrit yakni memiliki variabel sistem sistem berubah pada titik waktu tertentu, sedangkan model simulasi kontinyu yakni perubahan variabel sistem berlangsung secara berkelanjutan seiring dengan perubahan waktu.

C. Teori Antrean

Suatu antrean dapat terjadi apabila kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, yang akan menyebabkan pengguna fasilitas yang datang atau tiba tidak bisa langsung dapat di layani karena kesibukan layanan sedang berlangsung.

Suatu pemodelan diperlukan untuk mewujudkan suatu antrean yang efisien dan optimal. Untuk memodelkan suatu permasalahan yang ada dapat menggunakan berbagai macam *software* komputer.

D. Disiplin Antrean

Disiplin antri merupakan penentu suatu antrean. Disiplin antri adalah aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri. Menurut *Siagian (1987)*, ada 5 bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan yaitu:

- 1) *First-Come First-Served (FCFS) atau First-In First-Out (FIFO)* artinya, lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar).
- 2) *Last-Come First-Served (LCFS) atau Last-In First-Out (LIFO)* artinya, yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar.
- 3) *Service In Random Order (SIRO)* artinya, panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak soal siapa yang lebih dulu tiba.
- d) *Priority Service (PS)* artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah dahulu tiba dalam garis tunggu.

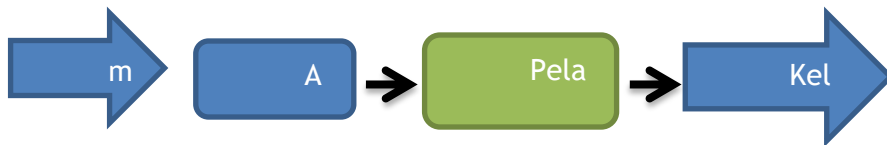
E. Model Antrean

Dilihat dari sifat proses pelayanannya, model antrean dapat di klasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran atau channel (*Single atau multiple*) dan *phase (single atau multiple)* yang akan membentuk struktur antrean yang berbeda-beda. Adapun 4 model antrean dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrean yakni :

1) *Single Channel-Single Phase*

Sistem ini adalah yang paling sederhana. Pada *Single Phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu pelayanan atau hanya

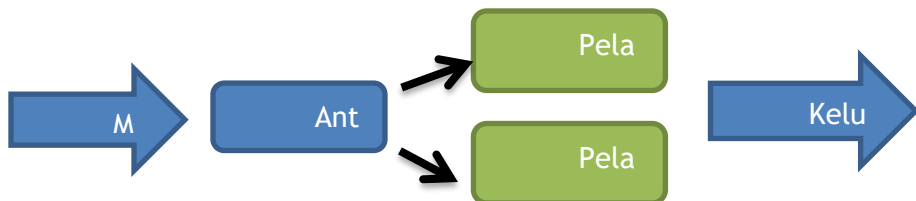
satu server sehingga konsumen hanya perlu melewati satu server untuk mendapatkan pelayanan yang dibutuhkan.



Gambar 6. Model *Single Channel-Single Phase*

2) *Multi-Channel-Single Phase*

Sistem ini adalah sistem dengan desain paralel. Pada *Multi-Channel-Single Phase* ini konsumen hanya perlu melewati satu server untuk mendapatkan pelayanan, tapi mereka dapat memilih salah satu dari beberapa server yang disediakan.



Gambar 7. Model *Multi Channel-Single Phase*

3) *Single Channel – Multiphase*

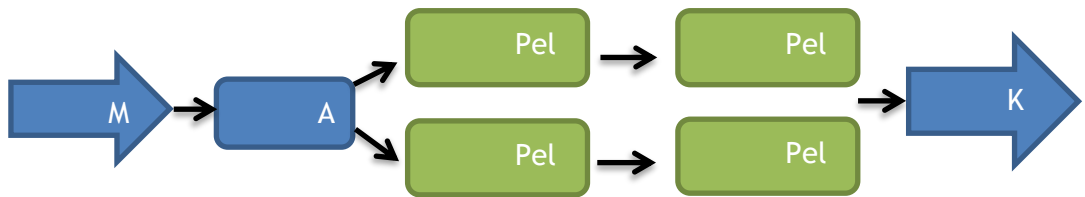
Multiphase menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam *phase-phase*) sehingga pintu masuk bagi pelanggan hanya satu, tapi mereka harus melewati banyak pelayanan sebelum keluar dari sistem antrian.



Gambar 8. Model *Single Channel – Multi Phase*

4) *Multichannel – Multiphase*

Sistem ini adalah system dengan Desain fasilitas yang menggabungkan paralel dan seri. Pada *Multichannel – Multiphase* mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada satu waktu.



Gambar 9. Model *Multi Channel – Multi Phase*

BAB III PEMBAHASAN

A. Komponen Dasar Antrean

Komponen dasar antrean yakni sebagai berikut :

1) Distribusi kedatangan

Setiap masalah antrean pasti melibatkan kedatangan yakni seperti pelanggan. Dalam hal ini kedatangan merupakan proses *input*. Proses *input* pada kedatangan biasanya disebut *variable* acak.

2) Fasilitas pelayanan

Dalam mekanismenya pada system antrean terdapat satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tiap-tiap fasilitas pelayanan disebut saluran atau *channel* (Schroeder, 1997).

3) Antrean

Inti dari masalah antrean tergantung dari proses kedatangan dan waktu pelayanannya. *Jika tak ada antrean berarti terdapat*

pelayan yang menganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan (Mulyono, 1991).

B. Disiplin Pelayanan

Kantor BPJS memiliki alur proses yang berguna untuk prosedur dari pembuatan kartu ataupun pembayaran rutin bpjs tersebut. Yaitu disiplin pelayanan seperti Fifo, Lifo, Siro dan PS .

1) *First In First Out* (FIFO)

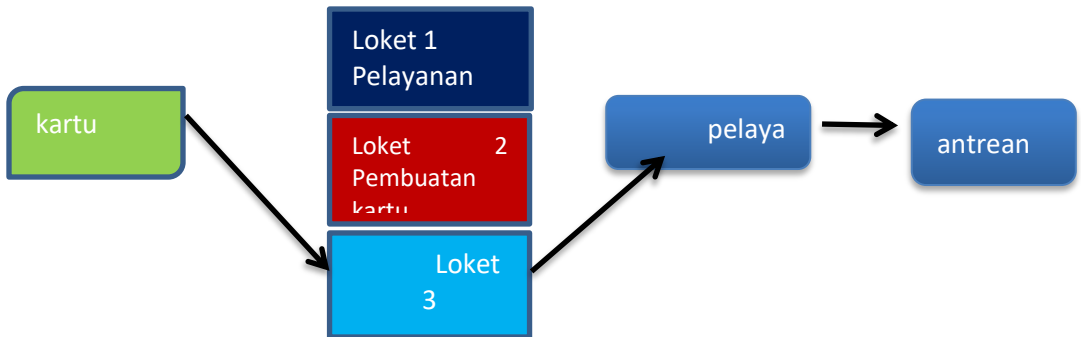
Dimana pada antrean ini yang pertama datang maka yang pertama pula dilayani. Contohnya pada bagian mengambil nomer antrean.



Gambar 10. *First In First Out* (FIFO)

2) *Last In First Out* (LIFO)

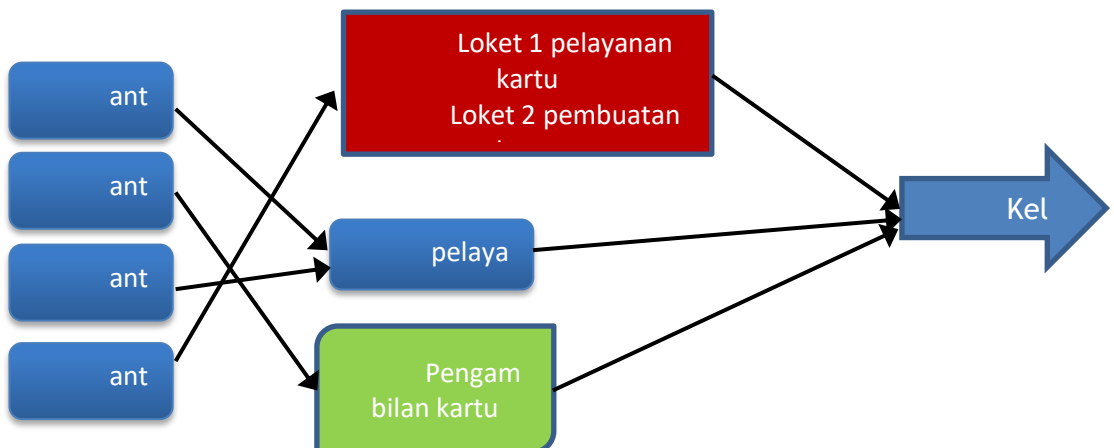
Antrean ini terdapat pada kartu yang berada diloket. Dimana kartu yang terakhir masuk keloket maka kartu itu lah yang lebih dulu keluar.



Gambar 11. *Last In First Out (LIFO)*

3) *Service In Random Order (SIRO)*

Pada antrean ini dimana si pengantri yang datang secara bersamaan dan mengantri secara bersamaan namun cara pelayanan dari si pengantri di acak berdasarkan tujuan. Misalnya ke loket 1, 2 dan 3 ke loket pelayanan dan ke loket pengambilan kartu (loket 5) .



Gambar 12. *Service In Random Order (SIRO)*

C. Desain dan Model Konseptual

Dari hasil penelitian yang dilakukan, desain antrean yang di Kantor BPJS cabang Pekanbaru ini mengikuti model antrean *multichannel-multiphase*, karena mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada satu waktu.

Sedangkan disiplin antrean yang digunakan di Kantor BPJS yaitu *First In First Out (FIFO)*, dimana pelanggan yang mengambil nomor antrean pertama akan dilayani terlebih dahulu.



Gambar 13. Disiplin Antrean di Kantor BPJS

BAB IV PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari simulasi yang telah dilakukan, pada sistem antrean pembuatan kartu BPJS ini pelayanan dilakukan dengan menggunakan 5 loket, dimana loket ke 4 yaitu pada loket pembayaran menghasilkan antrean yang menumpuk diakrenakan banyak pelanggan yang mengantri namun server yang melayani

hanya 1 saja oleh karena itu terjadi penumpukan antrean. Penggunaan loket 4 ini dapat dioptimalkan dengan membatasi banyaknya antrean pada loket tersebut atau dengan menambahkan satu *teller* lagi diloket 4 untuk mengimbangi waktu pelayanan .

B. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut maka penulis menerima saran yang sangat bermanfaat dan dapat membantu pelayanan kantor BPJS Pekanbaru di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Bella Nurbaitty Shafira¹⁾, Risdawati Hutabarat ²⁾, Winal Prawira³⁾
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung
BNShafira@gmail.com,Risdawatihtb@gmail.com,
prawinalwira@gmail.com

Law, A.M. and Kelton, W.D. 1991. *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill, Inc., New York.

Chung. Christoper. 2004. *Simulation Modeling Handbook a Practical Approach*. CRC Press. New York.

Law, Averil M., dan Kelton W. David. 2000. *Simultan and Analysis*. McGraw-Hill. Inc.,New York.

C. RANGKUMAN

Studi kasus tentang antrean diambil dari kesibukan yang berhubungan dengan seluruh aspek kehidupan manusia, yang mencakup banyak bidang dan berbagai disiplin ilmu serta membutuhkan simulasi untuk mendekati dan memecahkan permasalahan yang muncul di sekitarnya. Meski kemampuannya sangat jauh dari kemampuan manusia, jawabannya menggambarkan sebuah kesempurnaan yang lebih fleksibel. Untuk menerapkan alternatif jawaban yang dihasilkan dalam memperbaiki pengembangan dalam melayani perbaikan kehidupan manusia.

D. TUGAS 6

Kerjakan Tugas berikut :

Buatlah makalah studi kasus antrean simulasi yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Formatnya sesuai dengan contoh dalam modul Teknik Simulasi. Kemudian makalah simulasi tersebut dipresentasikan.

FORMAT MAKALAH KELOMPOK

Nomor	Format	Keterangan
1	Cover	Judul makalah, logo/lambang universitas, nama-nama kelompok, nama universitas, nama fakultas dan nama jurusan/prodi.
2	Kata Pengantar	Menjelaskan tentang tujuan dan proses pembuatan makalah
3	Daftar Isi dan Lampiran	Menjelaskan Bab, topik, halaman, dan daftar lampiran didalam makalah
4	Pendahuluan (BAB I)	Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat makalah
5	Landasan Teori (BAB II)	Menjelaskan tentang topik atau isi dari judul makalah seperti definisi simulasi, klasifikasi model simulasi, teori antrean, disiplin antrean, model antrean
6	Pembahasan (BAB III)	Menjelaskan mengenai komponen dasar antrean, disiplin pelayanan, desain dan model konseptual.
7	Penutup (BAB IV)	Menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran
8	Daftar Pustaka	Berisikan tentang sumber-sumber informasi yang digunakan sebagai

	referensi penulisan makalah
--	-----------------------------

KRITERIA PENILAIAN MAKALAH

NO.	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI				
		1	2	3	4	5
A	ISI					
	1. Pendahuluan					
	2. Pembahasan Materi					
	3. Orisinalitas					
	4. Penutup (Kesimpulan dan Saran)					
	5. Daftar Pustaka					
B	UMUM					
	6. Sistematika Laporan					
	7. Isi Laporan					
	8. Ketepatan Waktu Pengumpulan Laporan Penelitian					
	Nilai Akhir $= \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100$					

KRITERIA PENILAIAN PRESENTASI

NO.	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI				
		1	2	3	4	5
A	PENGORGANISASIAN PENYAJIAN					
	1. Kesesuaian penyajian dengan topik					
	2. Penggunaan waktu penyajian					
	3. Penyajian materi					
	4. Penampilan penyajian					
B	KOMUNIKASI					
	5. Artikulasi penyajian					
	6. Penyajian menarik dan memotivasi					
	7. Menguasai bahan yang disajikan					
	8. Argumen menjawab pertanyaan					
C	MATERI					
	9. Keterbacaan (bahasa)					
	10. Kelengkapan isi					
	11. Orisinalitas					
	12. Tampilan materi: estetika dan informatif (tampilan tayangan)					
Nilai Akhir $= \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100$						

E. RUJUKAN

- Asmungi. 2007. *Simulasi Komputer Sistem Diskrit*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.
- Anaviroh. 2012. *Model Antrean Satu Server Dengan Pola Kedatangan Berkelompok (Batch Arrival)*. Bandung : Yrama Widya.
- Arifin Miftahol. 2009. *Simulasi Sistem Industri*. Edisi Pertama. Edisi Pertama. Graha ilmu.
- Djati, Bonett S. L. 2007. *Simulasi Teori dan Aplikasinya*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.
- Dimiyati, Mudjiyono. 2013. *Pembelajaran Teori Antrean*. Bandung: Rineka Cipta
- Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.
- Kusnaeni. 2009. *Model Antrean Dengan Pola Kedatangan Berkelompok*. FPMIPA UPI Bandung.
- Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Setiawan, Sandi. 1991. *Simulasi Teknik Pemograman dan Metode Analisis*. Yogyakarta. Andi.

BAB VII

MEMBUAT SIMULASI MENGUNAKAN *SOFTWARE* PROMODEL

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mengetahui bagaimana simulasi digunakan untuk menggambarkan, menganalisa dan meningkatkan kinerja sistem manufaktur dan service. Promodel sebagai alat pengambil keputusan dalam proses belajar

B. RINGKASAN MATERI

Promodel adalah sebuah *software* simulasi berbasis *windows* yang digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis suatu sistem. Promodel memberikan kombinasi yang baik dalam pemakaian, fleksibilitas dan memodelkan suatu sistem nyata agar tampak lebih realistik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memodelkan suatu sistem nyata, yaitu bagaimana sistem beroperasi, aliran bahan, logika operasi, kerja *resources* dan lintasan kerjanya. Dalam Promodel selama simulasi berlangsung dapat diamati animasi dari kegiatan yang sedang berlangsung dan hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel maupun grafik yang memudahkan untuk penganalisaan.

Untuk dapat memahami simulasi, diawali dengan pemahaman atas sistem dan pembangunan modelnya. Model yang baik akan dihasilkan dari pengamatan dan pemahaman sistem yang baik pula. *Output* simulasi akan sangat ditentukan oleh seberapa baik model yang dibangun.

Kegagalan dalam percobaan simulasi untuk menciptakan suatu hasil, lebih sering dikarenakan oleh kurangnya suatu pemahaman terhadap sistem dibandingkan dengan suatu pengetahuan bagaimana menggunakan *software* simulasi.

1. Elemen-Elemen Dasar Promodel

Untuk membangun model suatu sistem yang diinginkan, *software* promodel menyediakan beberapa elemen-elemen yang telah disesuaikan untuk membuat model sistem produksi. Beberapa elemen dasar yang ada seperti *location*, *entities*, *processing*, dll.

a. *Location*

Untuk promodel, *location* merepresentasikan sebuah area tetap dimana bahan baku, bahan setengah jadi ataupun bahan jadi mengalami atau menunggu proses, ataupun mencari aliran material atau proses selanjutnya. Tempat dimana entitas diproses, di-delay, disimpan serta beberapa aktivitas lainnya.

b. *Entities*

Adalah setiap bahan yang akan diproses oleh model. *Entitas* merupakan suatu objek yang akan diamati dari sistem. Contoh : part kerja, operator.

c. Arrival

Arrival pada bagian ini menunjukkan mekanisme masuknya entitas ke dalam sistem. Baik banyaknya lokasi tempat kedatangan ataupun *frekuensi* serta waktu kedatangannya secara periodik menurut interval tertentu.

d. Processing

Merupakan operasi yang dilakukan dalam *location*. *Processing* menggambarkan apa yang dialami oleh suatu entitas mulai dari saat entitas masuk sistem sampai keluar dari sistem.

e. Resource

Merupakan sumber daya yang digunakan untuk melakukan operasi tertentu dalam kinerja suatu sistem. Dalam promodel, objek yang dijadikan resource akan bergerak sesuai dengan keinginan kita. Contohnya : *operator, forklift, crane*, alat angkut untuk material *handling*, lainnya, dll.

f. Path Network

Ini digunakan untuk menentukan arah dan jalur yang ditempuh oleh *resource* ataupun *entitas* ketika bergerak dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. *Path network* ini merupakan suatu hal yang menjadi keharusan jika ingin memakai *resource* ataupun entitas yang bergerak.

g. Menjalankan Simulasi

Sebelum model yang dibuat dijalankan, ada beberapa settingan yang harus diperhatikan. Model tersebut harus disave terlebih dahulu, kemudian agar simulasi dapat berjalan sesuai keinginan kita, caranya pada menu bar pilih simulation, option, maka akan muncul windows simulasi option.

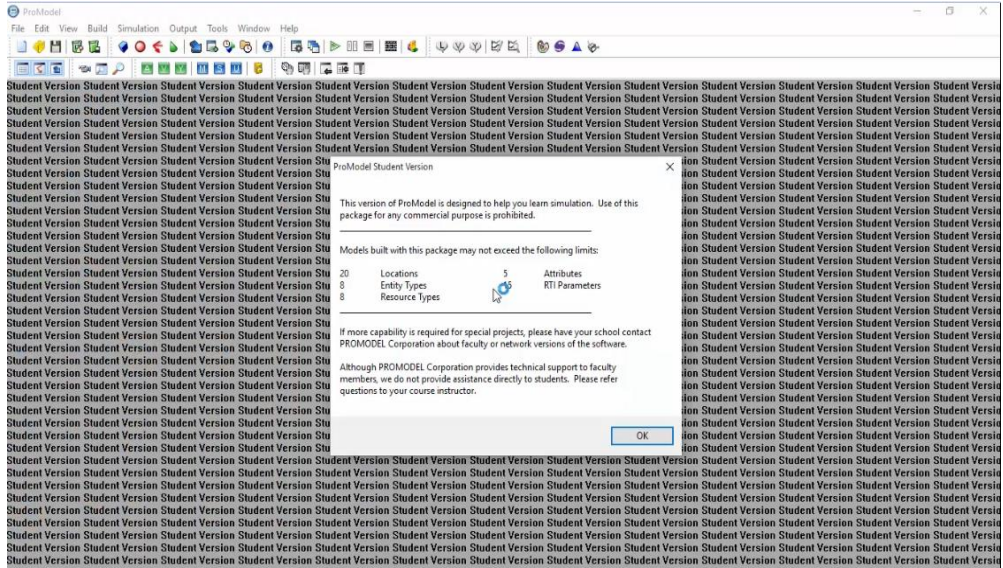
Langkah – langkah pembuatan model simulasi yaitu : tahap pertama setelah kita masuk ke dalam *software promodel* adalah klik file yang ada pada menu Bar lalu klik new. Langkah ini dilakukan untuk mengisi *general information* seperti *Title*, *Time Units*, dan *Distance Units* sesuai dengan model simulasi yang akan dibuat lalu OK. Berikut ini adalah tampilan dari langkah tersebut.

2. Langkah-Langkah Promodel

- a. Jalankan Aplikasi Promodel dengan mengklik *icon* promodel di desktop. Setelah di klik maka akan muncul tampilan seperti berikut.



- b. Setelah aplikasi terbuka, maka akan muncul tampilan seperti gambar di bawah ini dan klik ok.

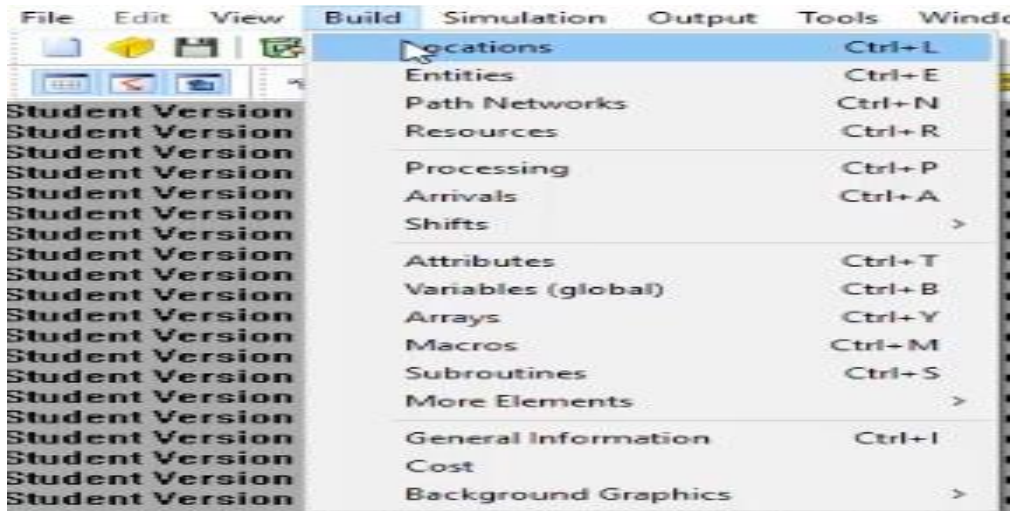


Ada 4 Elemen dalam Promodel

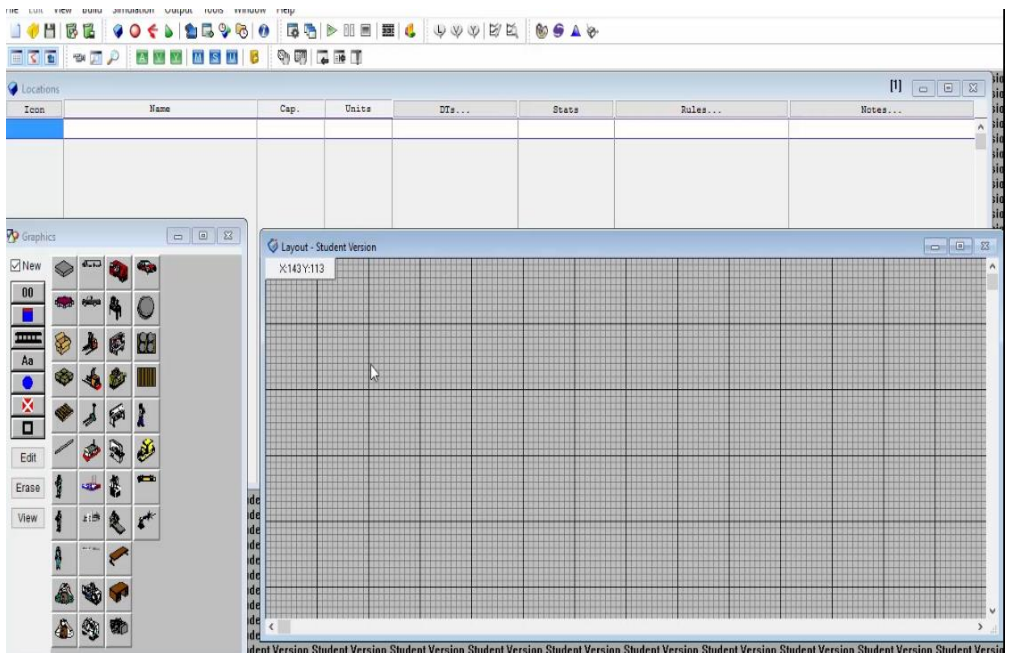
- 1) *Location* (Lokasi)
- 2) *Entities* (Entitas)
- 3) *Processing* (Pemrosesan)
- 4) *Arrival* (Pengiriman)

1) Langkah pertama

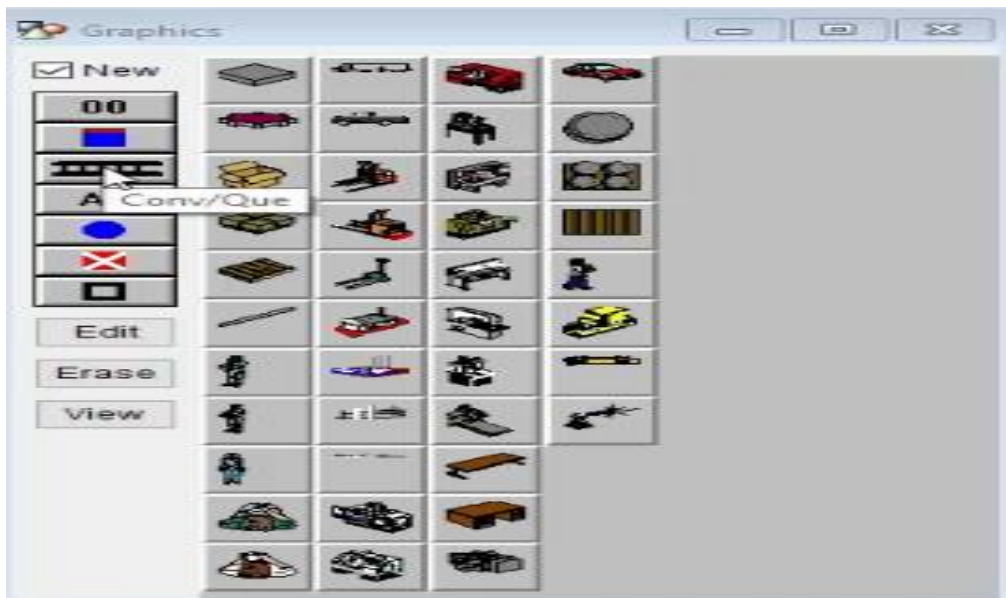
Klik **Build** -> **locations** atau **Ctrl+L**



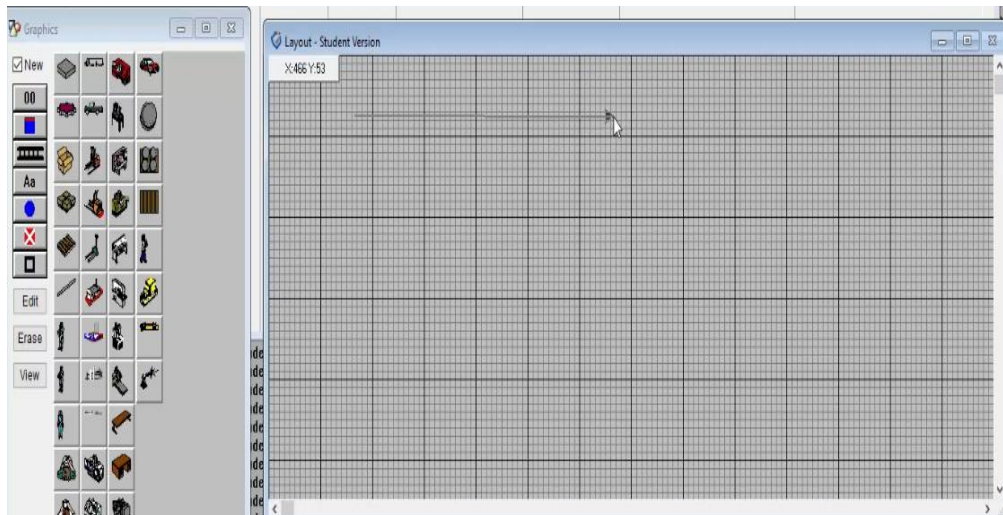
2) Setelah itu akan muncul beberapa menu berikut :



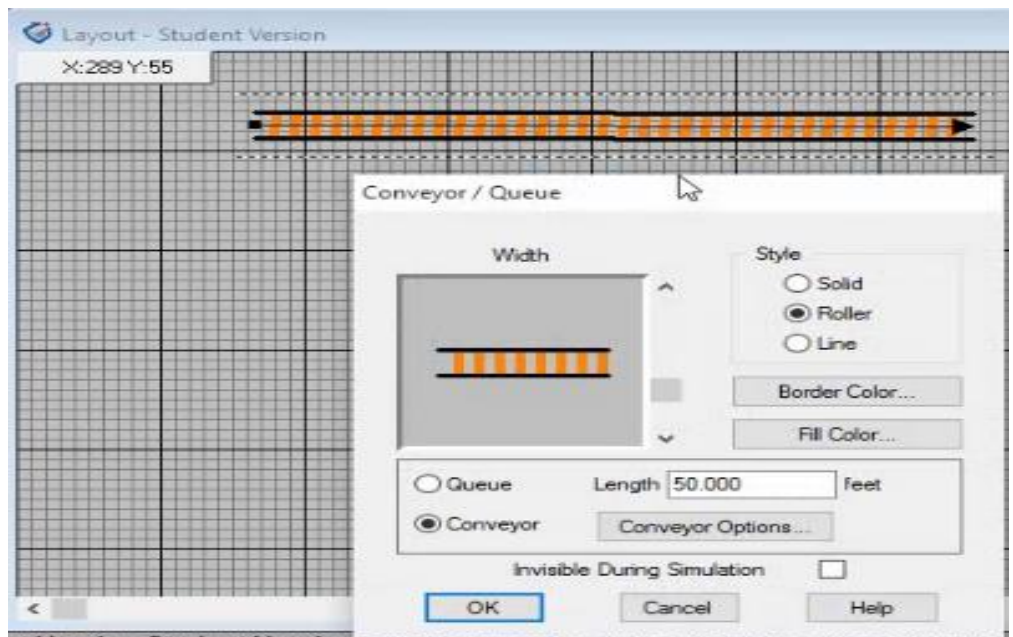
Langkah pertama yang harus di lakukan adalah : pilih *Conv/Que* (pada bagian menu *Graphics*).



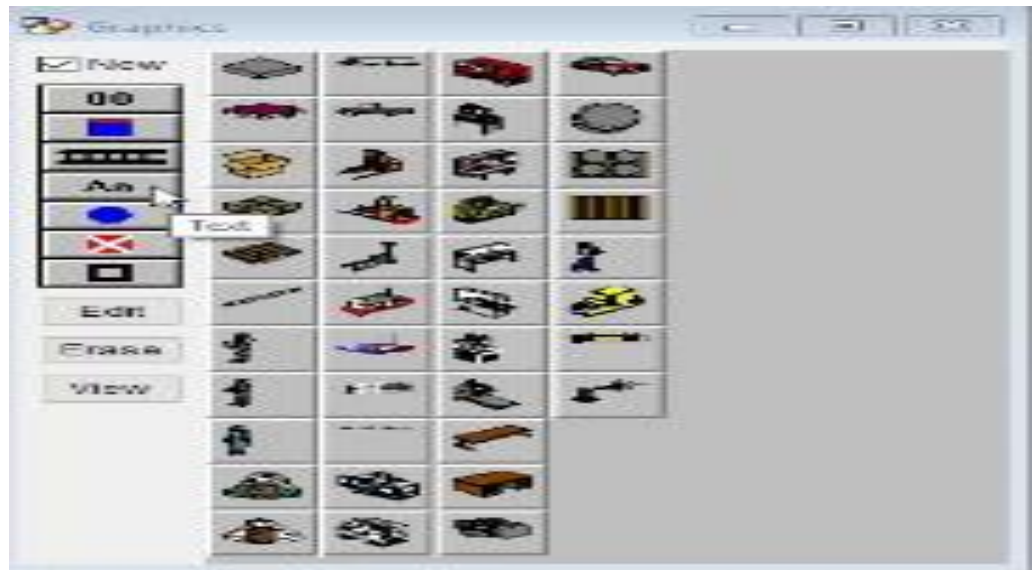
- 3) Klik di bawah bagian *Layout* sebelah kanan, lalu tarik atau di *drag* sesuai keinginan lalu klik dua kali untuk menghentikannya.



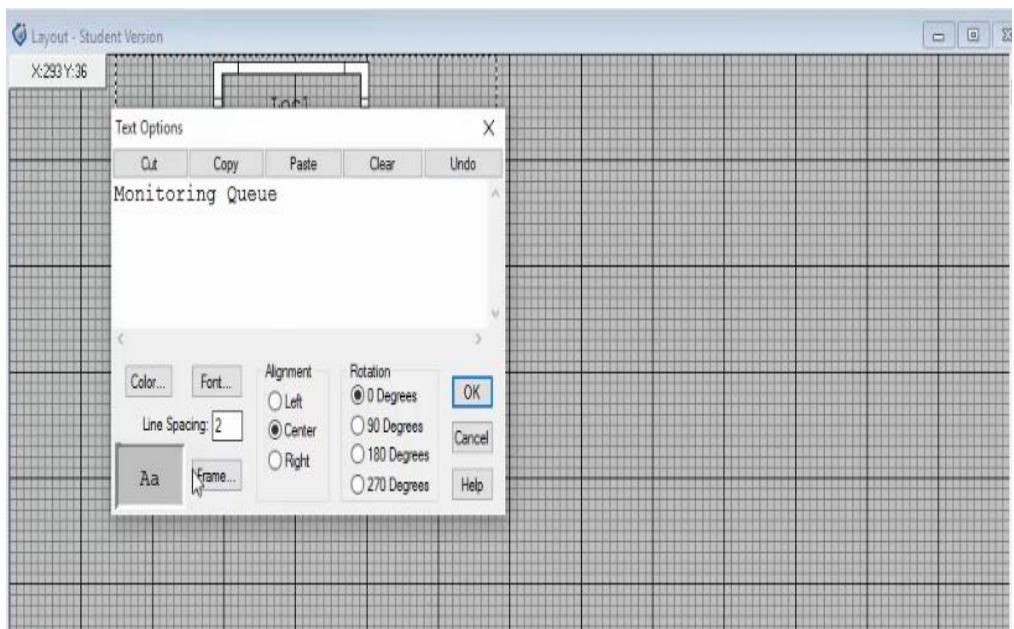
- 4) Kita dapat mengubah warna dengan cara klik kanan, pilih *edit graphic*.



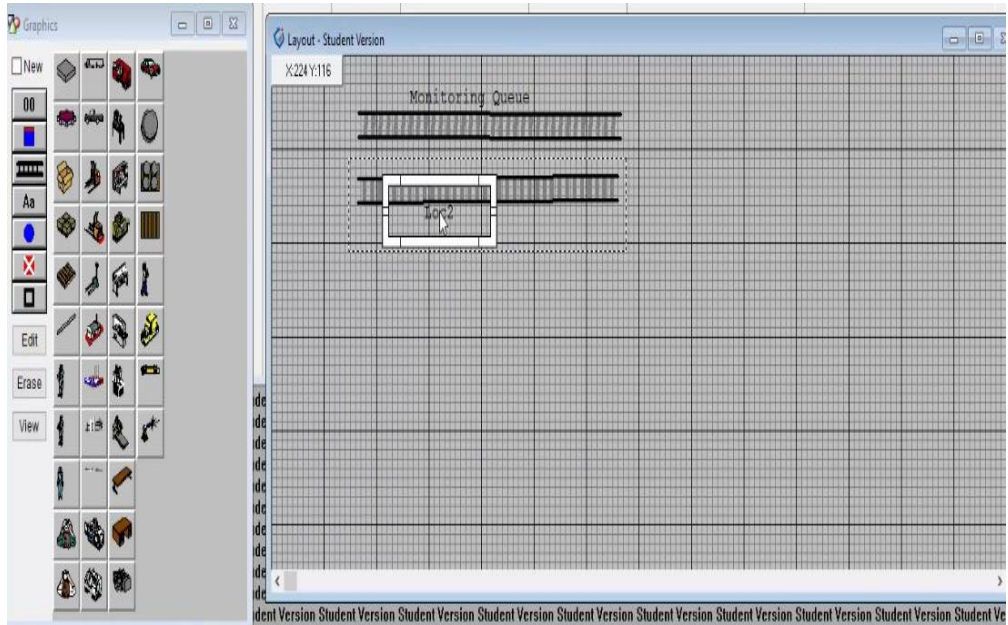
Selanjut nya pilih teks di menu *graphic* (Sebelumnya hilangkan *ceklis* di bagian menu *new*) lalu klik teks lanjut ke menu *layout*.



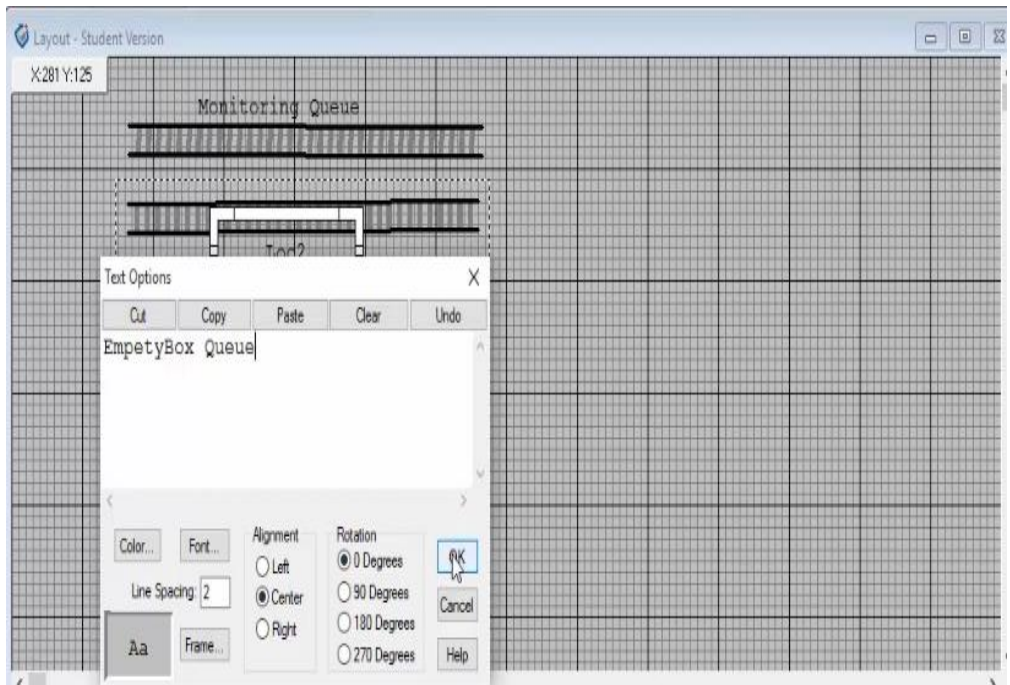
Klik 2 kali untuk mengubah nama pada *teks* lalu ubah nama menjadi (*Monitoring Queue*) lalu klik OK.



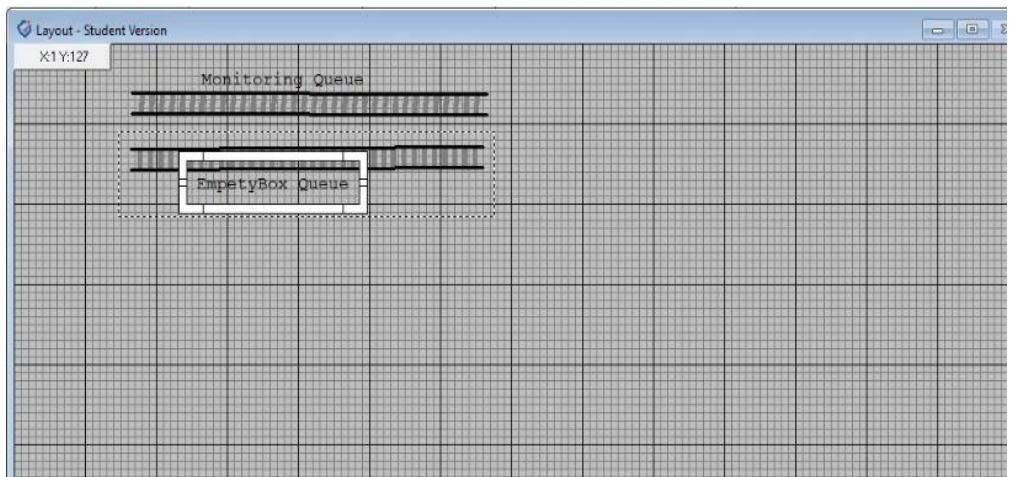
- 5) Untuk yang ke dua lakukan cara yang sama. Pilih *Conv/Que* (pada bagian menu *Graphics*). Klik di bawah bagian *Layout* sebelah kanan, lalu tarik atau di *drag* sesuai keinginan lalu klik dua kali untuk menghentikannya (dengan cara yang sama dari yang pertama).



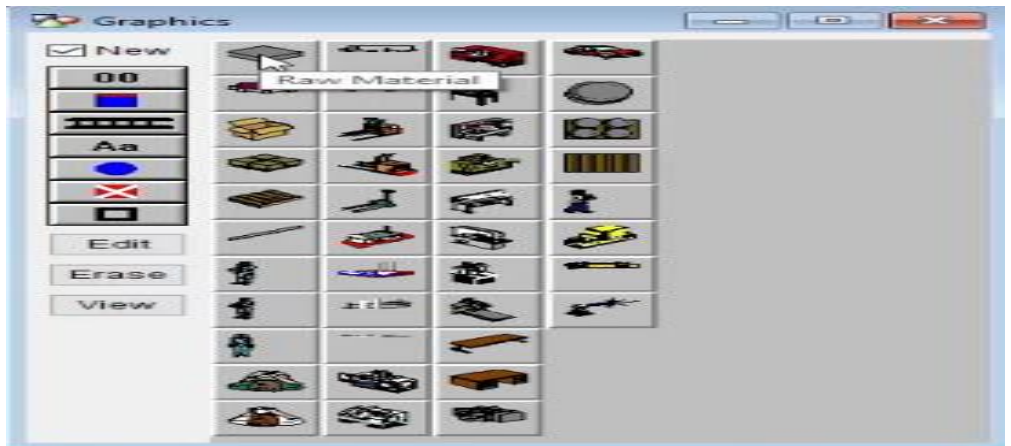
- 6) Untuk bagian *teks* ubah nama dengan (*EmpetyBox Queue*).



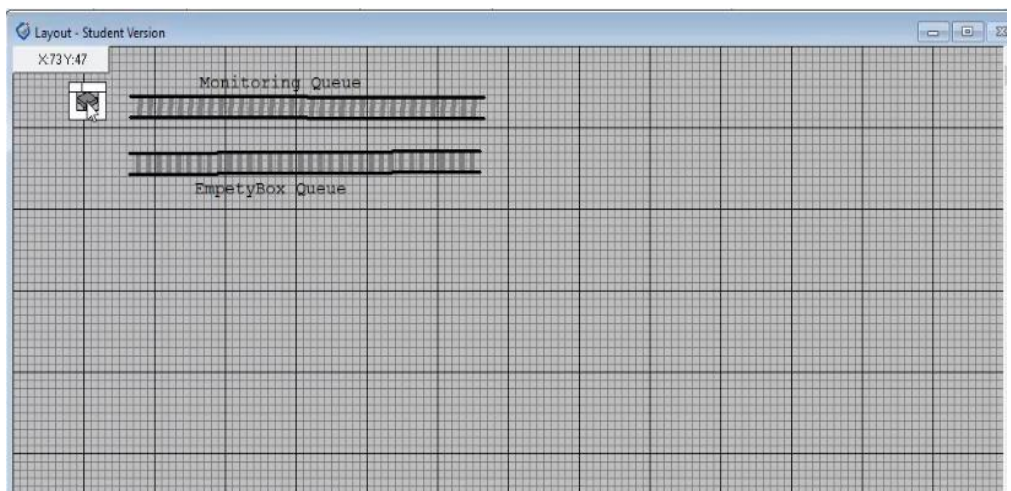
7) Sesuaikan dengan gambar di bawah.

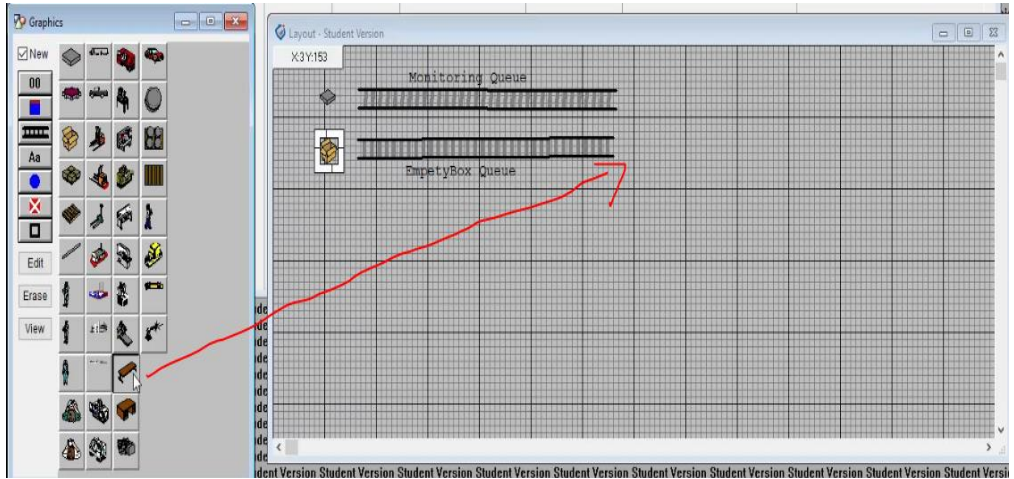


8) Lalu selanjutnya pilih di bagian menu *Graphics* klik (*Raw Material*).

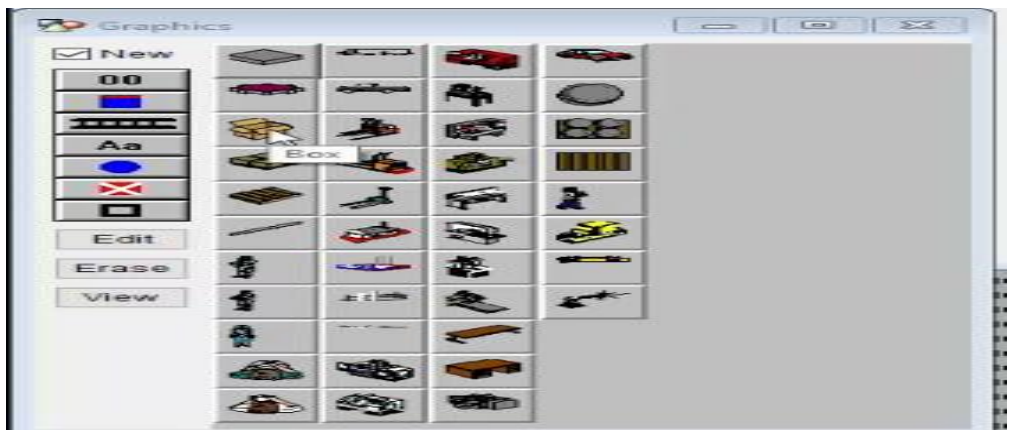


9) Klik di bagian menu *layout* seperti gambar.

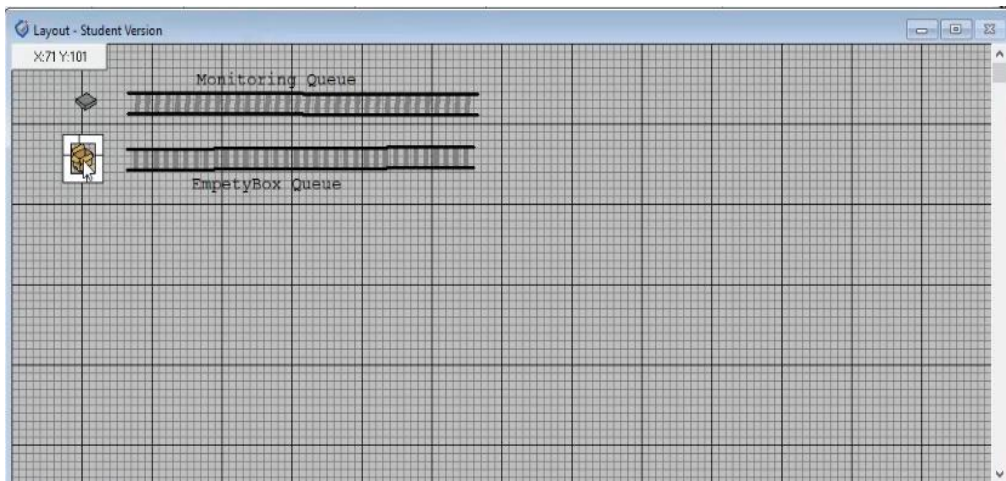




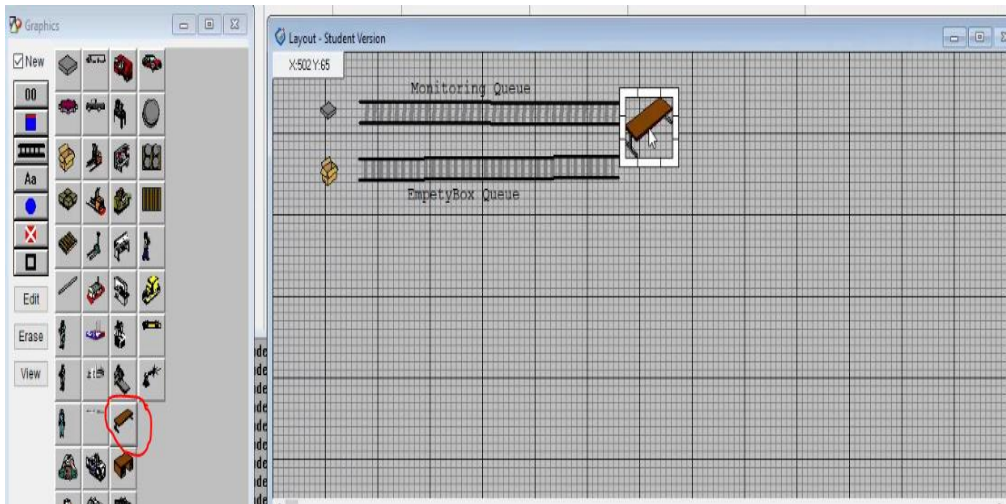
10) Selanjutnya di bagian menu *Graphics*, kemudian pilih *box*.



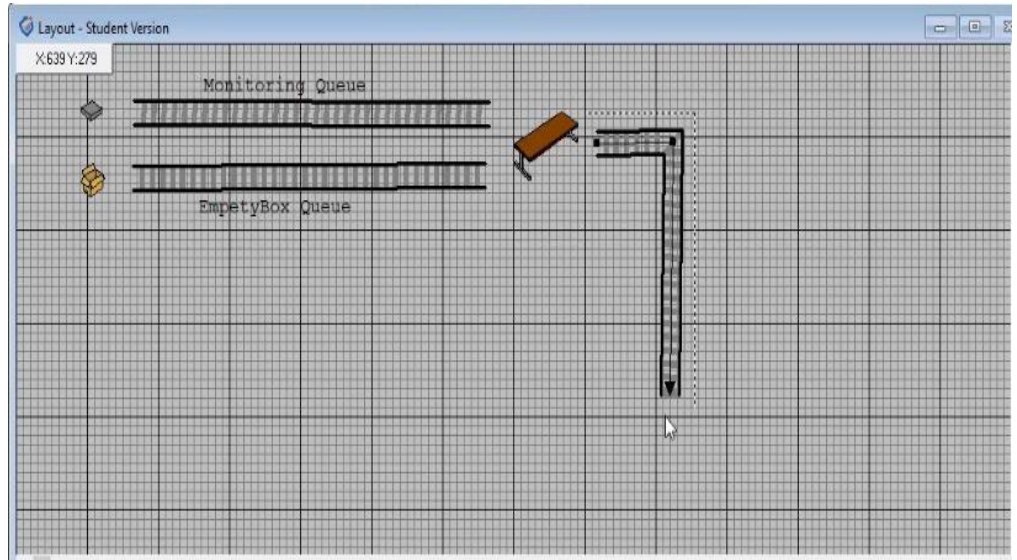
- 11) Klik di bagian menu *layout* seperti gambar dengan cara *raw material*, untuk membedakan bagian *raw material* berikut.



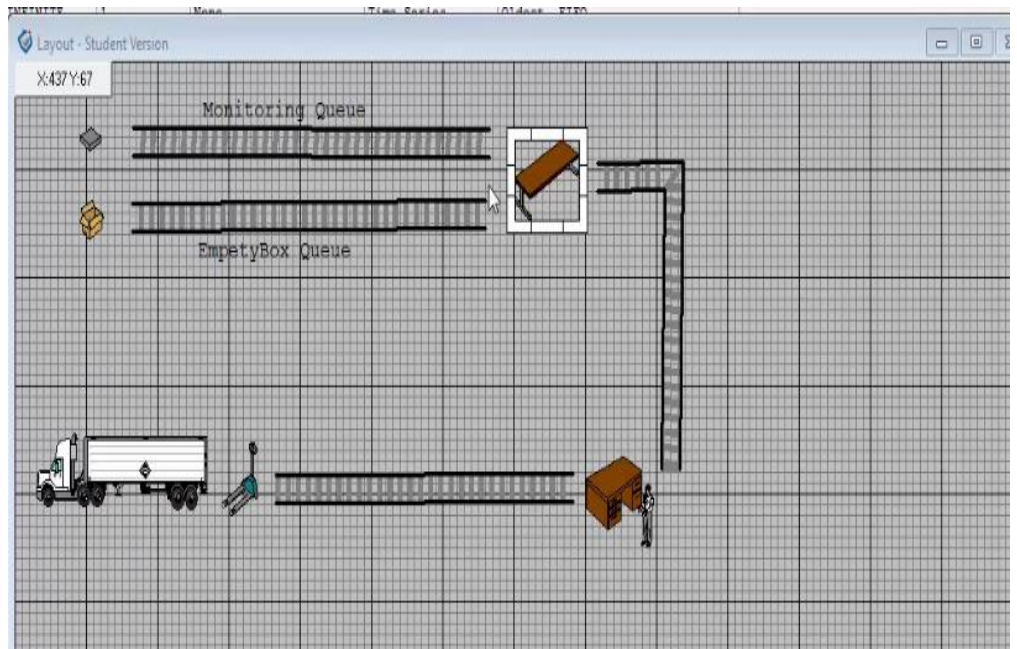
- 12) Selanjutnya masih di menu *Graphics* pilih *table*, kemudian klik di menu *layout*.



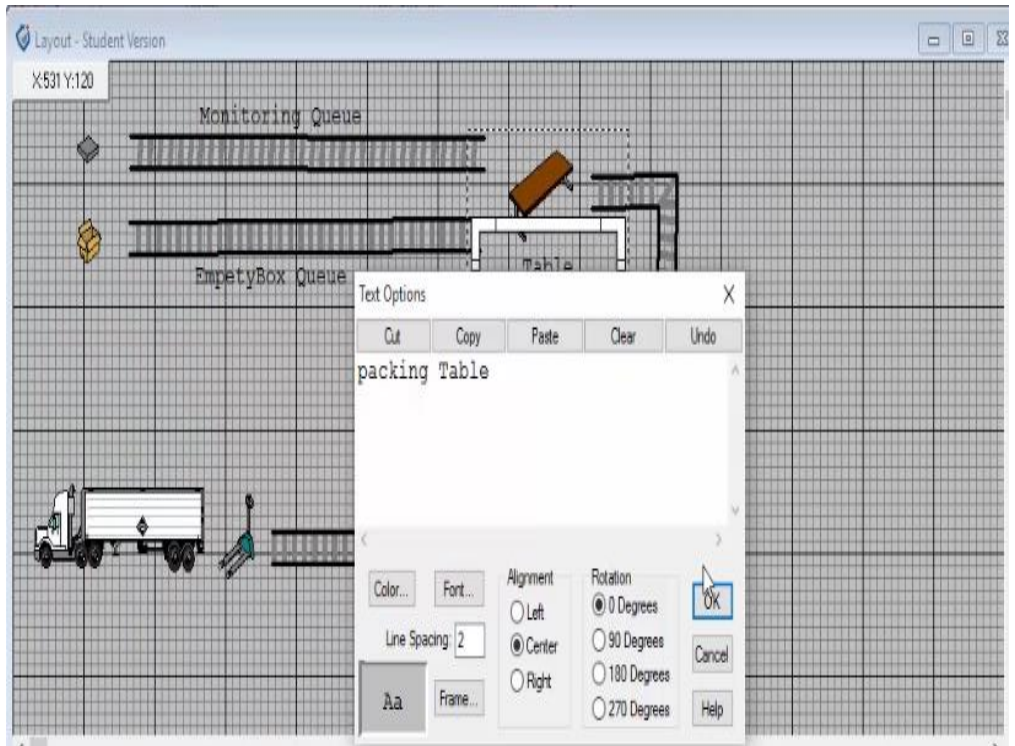
- 13) Pilih *Conv/Que* (pada bagian menu *graphic*), kemudian klik sekali lalu klik dua kali untuk selesai dengan cara klik di bagian *layout* sesuai gambar berikut :



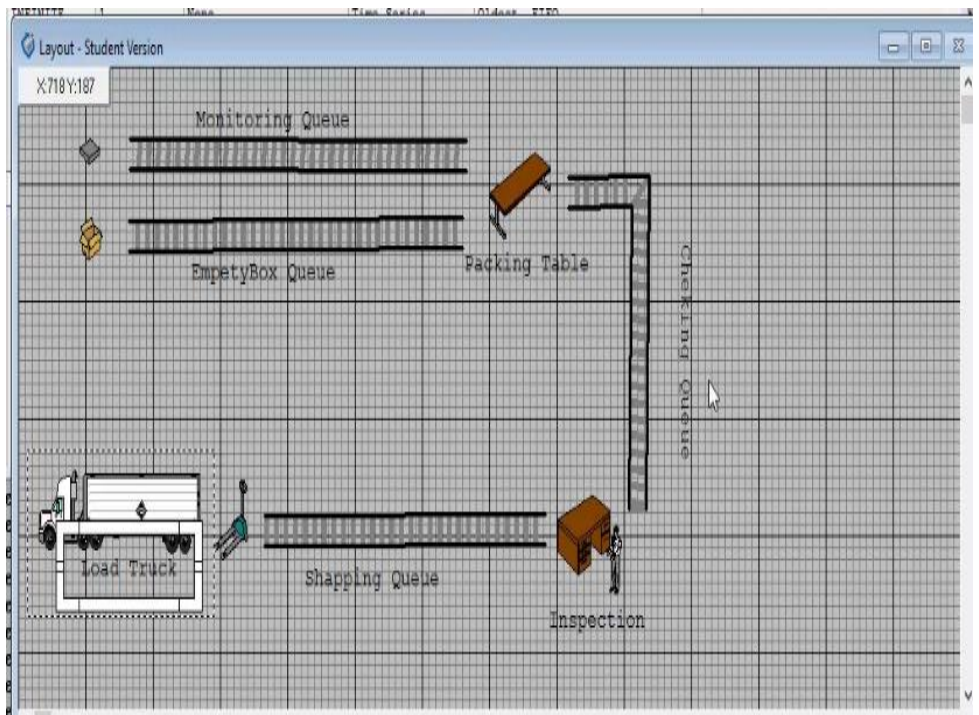
- 14) Buatlah seperti gambar di bawah dengan pilihan pada menu *Graphics* dengan cara yang sama seperti sebelumnya.



- 15) Beri nama setiap *icon* di menu *Layout* seperti *Table* dengan cara, klik *teks* pada menu *Graphics* lalu klik yang akan di beri nama *packing table* seperti gambar di bawah :



16) Beri nama sesuai dengan gambar yang di buat.

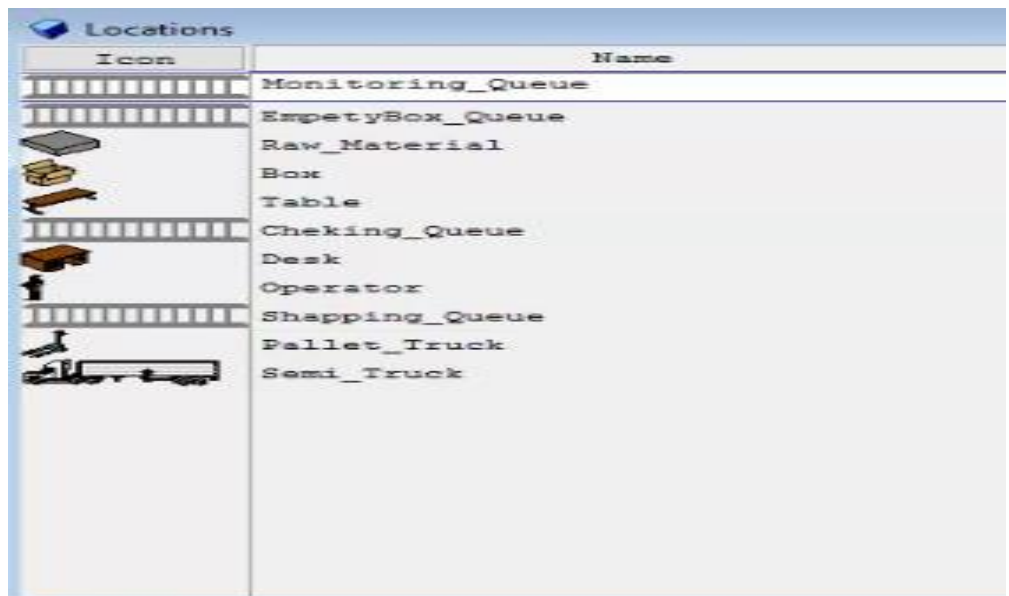


17) Setelah pemberian nama selesai, maka kita akan mengubah nama di bagian menu *locations*, caranya klik sekali di bagian menu *locations* :

Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...	Notes...
[Icon]	loc1	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO	
[Icon]	loc2	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO	
[Icon]	Raw_Material	1	1	None	Time Series	Oldest	
[Icon]	Box	1	1	None	Time Series	Oldest	
[Icon]	Table	1	1	None	Time Series	Oldest	
[Icon]	loc3	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO	
[Icon]	Desk	1	1	None	Time Series	Oldest	
[Icon]	Operator	1	1	None	Time Series	Oldest	
[Icon]	loc4	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO	
[Icon]	Pallet_Truck	1	1	None	Time Series	Oldest	
[Icon]	Semi_Truck	1	1	None	Time Series	Oldest	

Below the table is a toolbar with icons for 'View' and various simulation elements. At the bottom, a small preview window shows the simulation layout with labels for 'Load Truck', 'Shipping Queue', and 'Inspection'.



18) Ubah nama sesuai dengan gambar yang di buat.

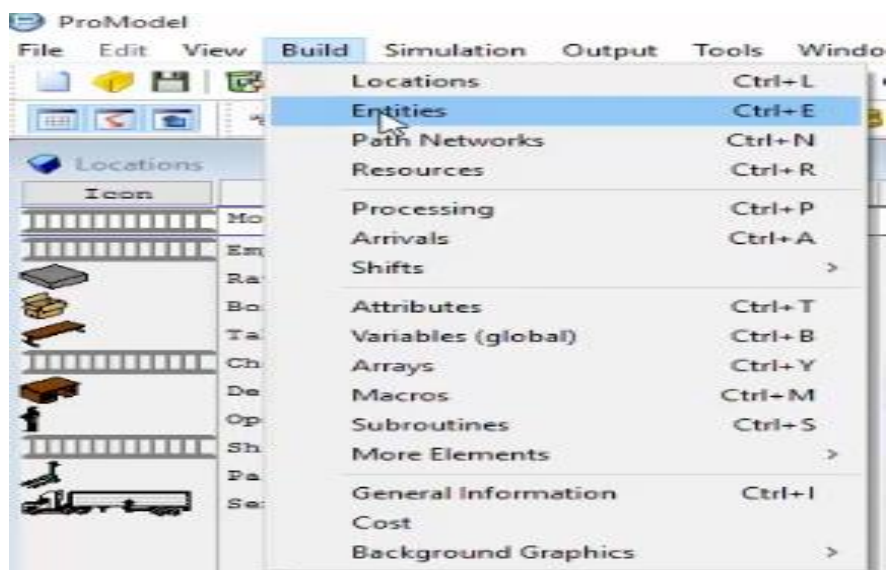


3. Pemberian *Entities* (*Entitas*)

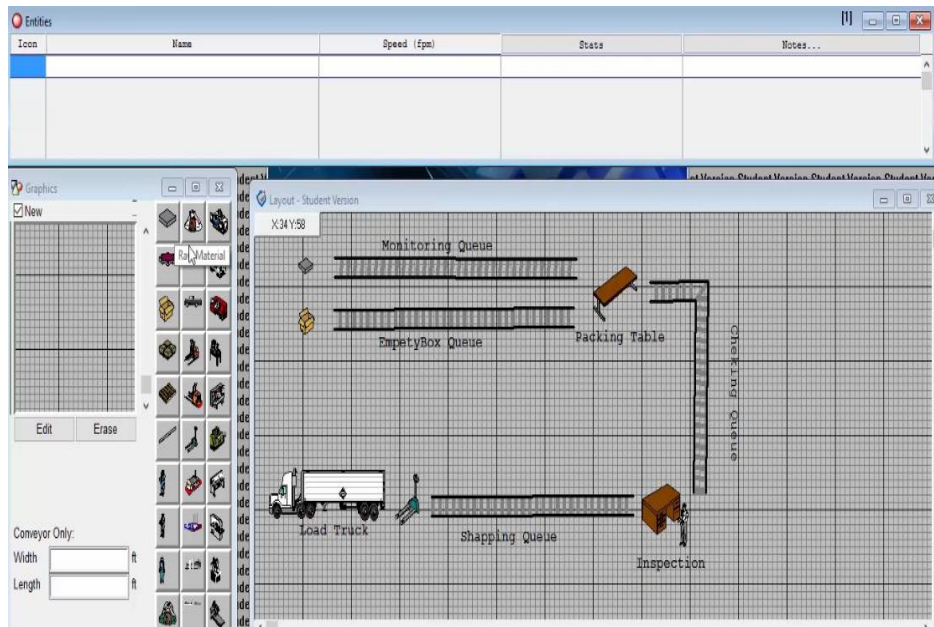
a) Klik *Build* atau klik CTRL + E

Entitates adalah segala sesuatu yang dapat di proses.

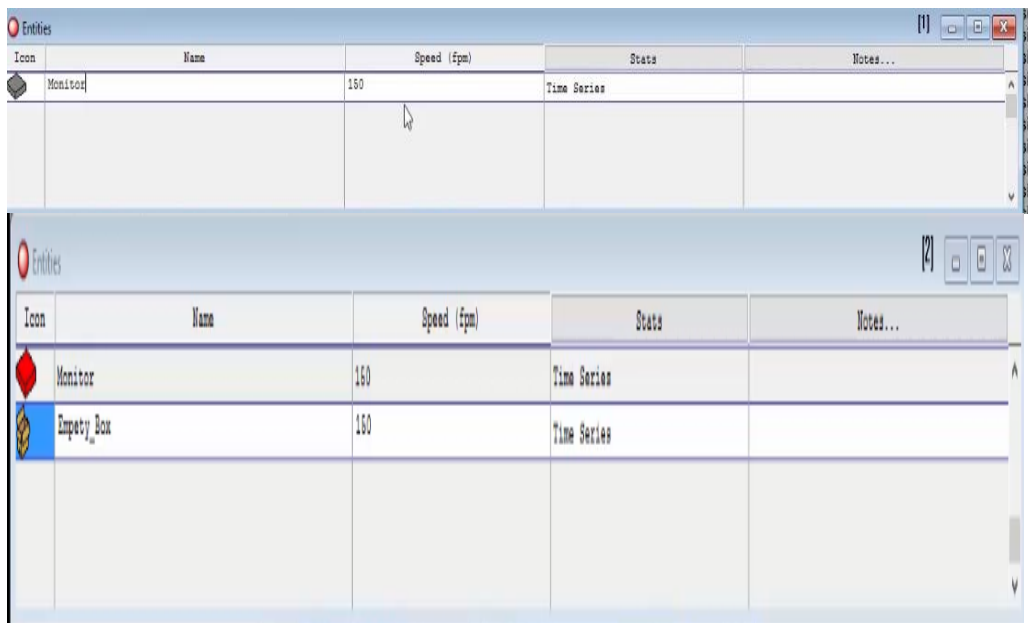
Yang akan di proses adalah *monitor*  Dan  *Box*



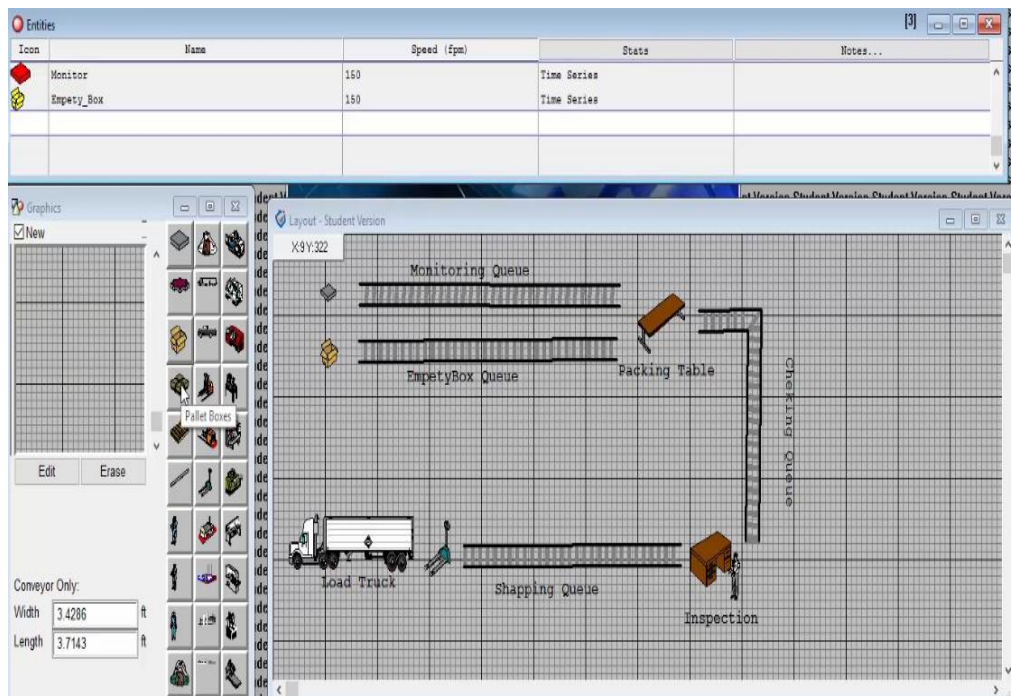
b) Selanjutnya klik material



c) Ubah nama material menjadi Monitor dan *Speed* menjadi 150. Lakukan dengan cara yang sama untuk *box* dengan Nama *Empty_Box*

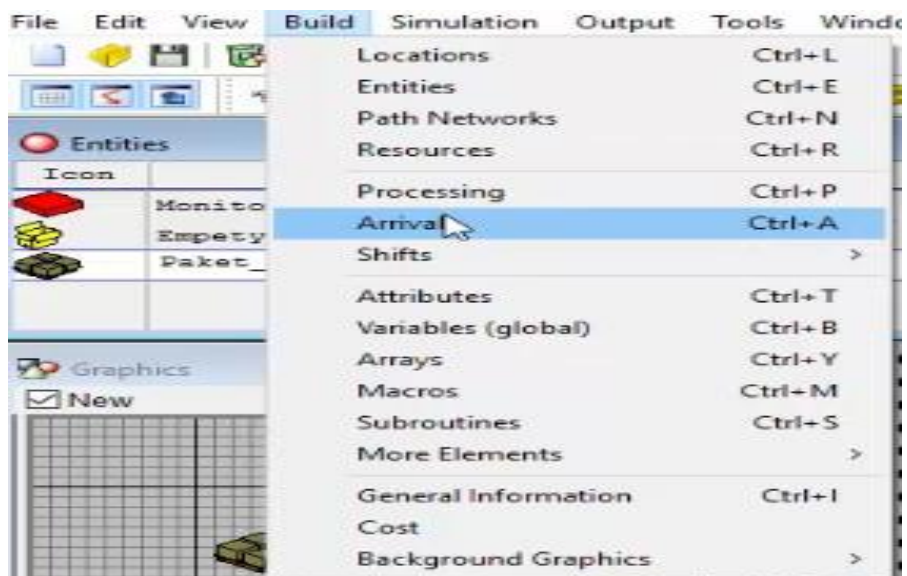


d) Selanjutnya klik *Pallet Boxes* di menu *Graphics* untuk nama (paket_monitoring).

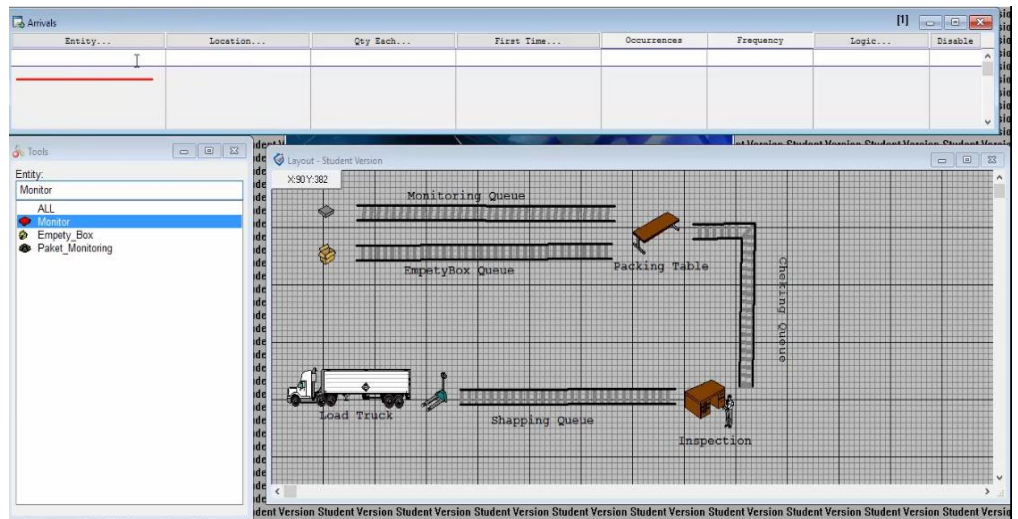


4. Arrival (Pengiriman)

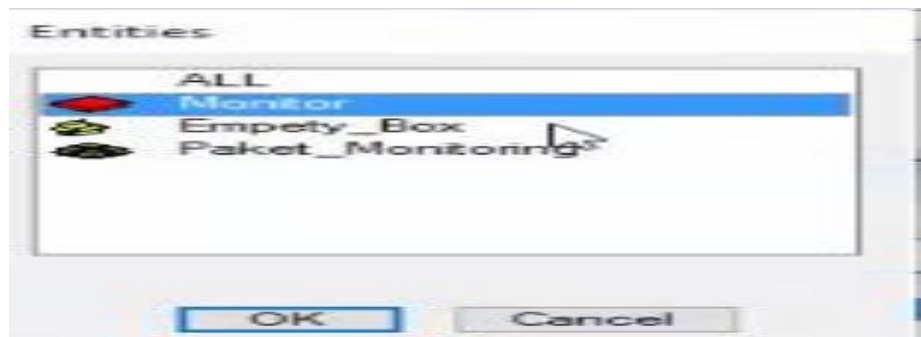
a) Klik *Build* lalu pilih *Arrival* atau tekan Ctrl + A



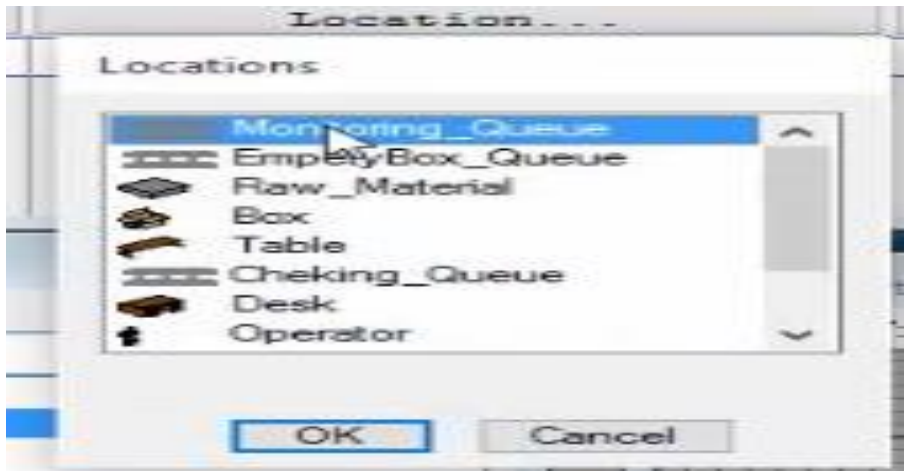
b) Akan tampil menu seperti di bawah ini, kemudian klik bagian *Entity* dua kali.



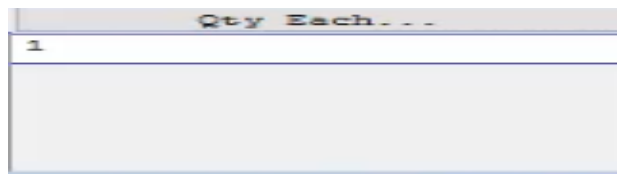
c) Kemudian klik monitor dan klik OK.



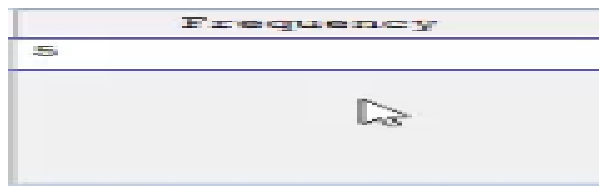
d) Location pilih *Monitoring_Queue*



e) Qty Each buat 1



f) *Frequency* buat angka 5

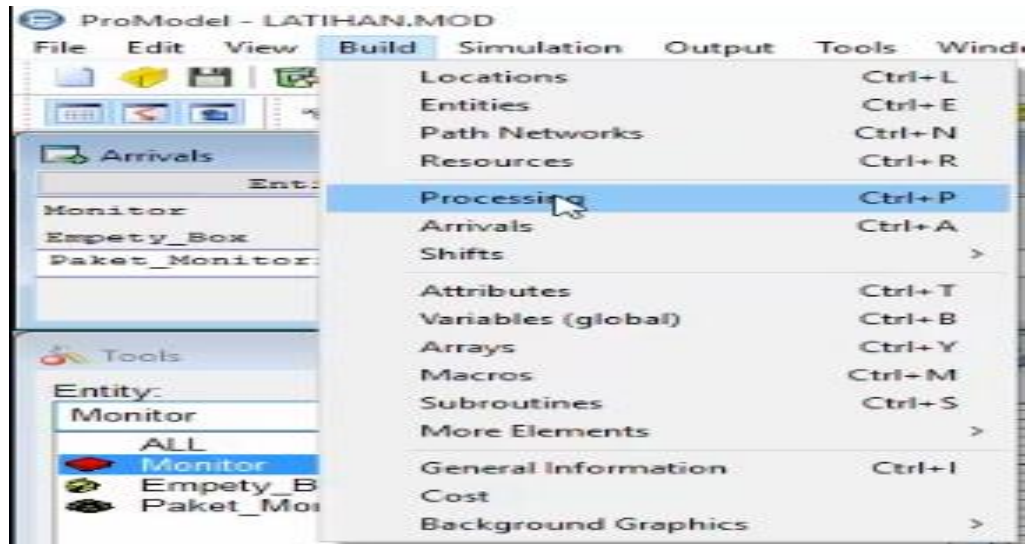


5) Tampilan di Bagian *Arrivals*

The image shows a window titled "Arrivals" containing a table with the following data:

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	Disable
Monitor	Monitoring_Queue	1		INF	5		No
Empety_Box	EmpetyBox_Queue	1		INF	4		No
Paket_Monitoring	Cheking_Queue	1		INF	1		No

- a) Setelah *arrivals* kemudian isi proses terakhir dengan cara :
Klik *bulid* Pilih *processing* atau Ctrl + P

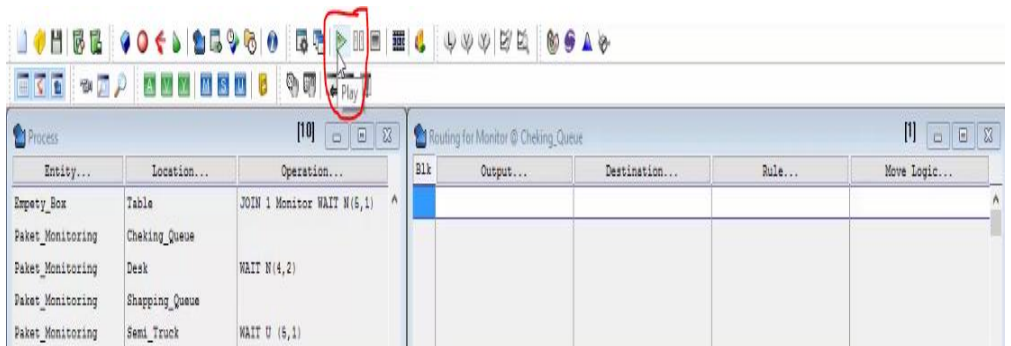


- b) Atur bagian *processing*.

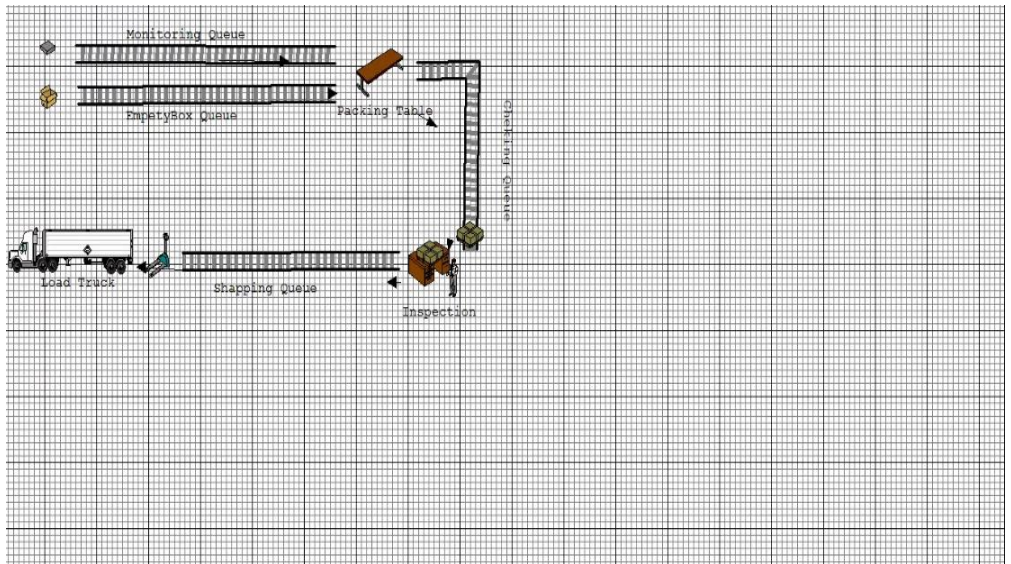
The screenshot shows the 'Process' window in ProModel software. The window contains a table with three columns: 'Entity...', 'Location...', and 'Operation...'. The data in the table is as follows:

Entity...	Location...	Operation...
Monitor	Monitoring_Queue	
Empety_Box	EmpetyBox_Queue	
Empety_Box	Table	JOIN 1 Monitor WAIT N(5,1)
Paket_Monitoring	Cheking_Queue	
Paket_Monitoring	Desk	WAIT N(4,2)
Paket_Monitoring	Shapping_Queue	
Paket_Monitoring	Semi_Truck	WAIT U (5,1)
Monitor	Monitoring_Queue	
Monitor	Monitoring_Queue	
Monitor	Cheking_Queue	

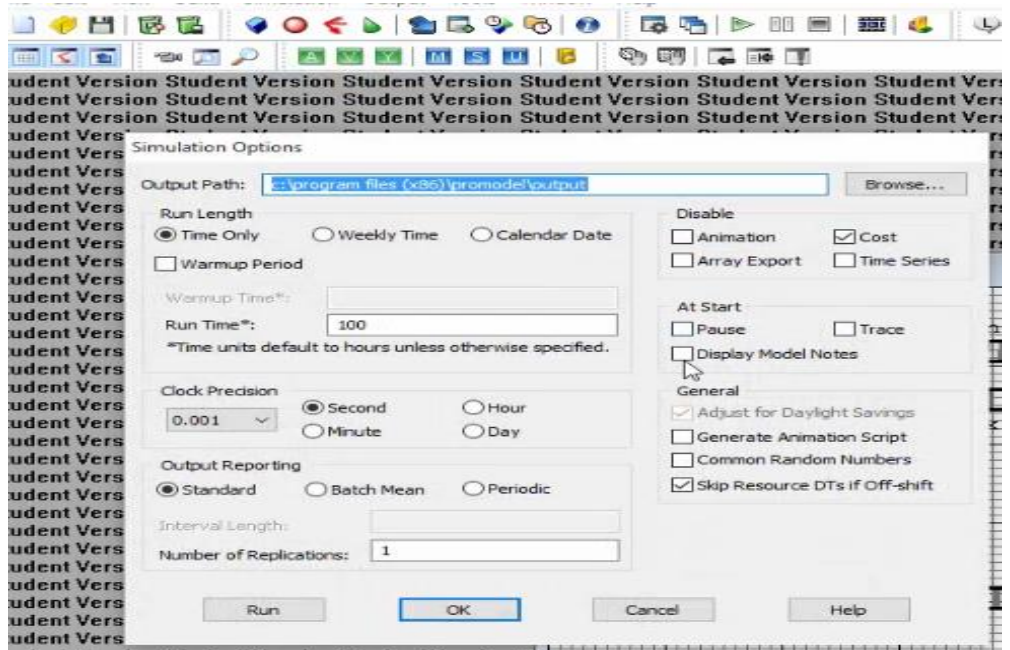
c) Setelah *process* selesai, maka di klik *play*.




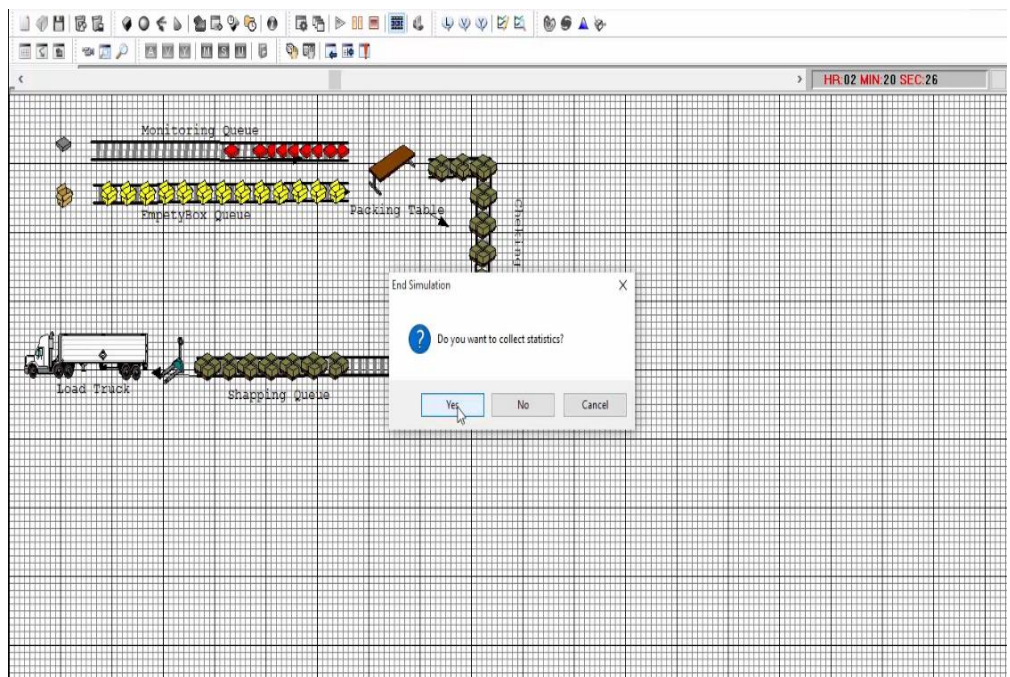
d) Proses



e) Apabila masih kurang cepat, dapat di atur dengan cara klik *Simulation*. Kemudian atur kecepatannya sesuai dengan keperluan.



- f) Ketika semua terasa telah cukup, maka dapat di *stop*  kan dan akan mendapatkan hasil dari statistic setelah mengklik YES.

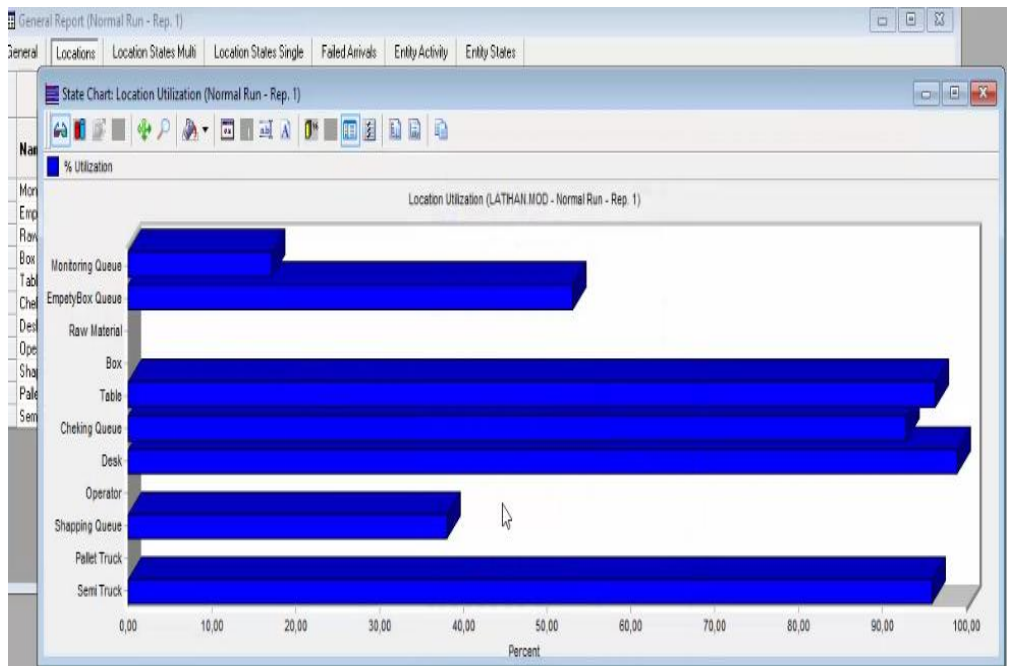


General Report (Normal Run - Rep. 1)

General Locations Location States Multi Location States Single Failed Arrivals Entity Activity Entity States

LATIHAN.MOD (Normal Run - Rep. 1)

Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Monitoring Queue	140.44	100.00	28.00	1125.47	3.74	9.00	9.00	17.10
EmptyBox Queue	140.44	100.00	32.00	1863.57	7.08	13.00	13.00	53.03
Raw Material	140.44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box	140.44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Table	140.44	1.00	19.00	427.26	0.96	1.00	1.00	96.34
Cheking Queue	140.44	100.00	45.00	1588.62	8.48	9.00	9.00	92.84
Desk	140.44	1.00	36.00	231.46	0.99	1.00	1.00	98.89
Operator	140.44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Shapping Queue	140.44	100.00	35.00	922.19	3.83	9.00	7.00	38.04
Pallet Truck	140.44	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Semi Truck	140.44	1.00	28.00	288.66	0.96	1.00	1.00	95.92



5. Inovasi Pembelajaran Teknik Simulasi

Berdasarkan kajian mengenai pendidikan abad 21 dan peran dosen dalam pendidikan abad 21 yang telah dikemukakan diatas maka dapat dimaknai bahwa dalam pendidikan abad 21 dosen memiliki peran yang penting sebagai mediator dan fasilitator dalam

melaksanakan proses pembelajaran. Peran dosen tersebut meski diperlihatkan dalam proses pembelajaran melalui aktifitas pembelajaran yang inovatif dan kreatif terutama dalam penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK).

Terdapat banyak permasalahan pendidikan dalam pembelajaran abad 21. Permasalahan yang terjadi secara umum adalah dibutuhkan penyesuaian kurikulum, metode dan model pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran di era globalisasi. Dosen yang dapat memanfaatkan teknologi akan lebih mudah menyelenggarakan pembelajaran abad 21 yang berbasis teknologi, melalui pemanfaatan media teknologi dalam pembelajaran, metode maupun model pembelajarana yang tepat dapat membantu peserta didik dan dosen untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Salah satu model pembelajaran yang diunggulkan dalam pembelajaran abad 21 adalah pembelajaran menggunakan *E-Learning*. Menurut Jalinus (2013) Pembelajaran abad 21 memerlukan suatu model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan profesional skill, insan yang berkarakter, dan salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan untuk merubah budaya pembelajaran kearah pembelajaran yang berpusat kepada mahasiswa.

Perkembangan *E-Learning* yang relatif masih baru dan sangat bervariasi membutuhkan standar pembelajaran dalam bentuk suatu model yang terstandar dan baku. Meskipun telah dilakukan

beberapa penelitian dan pengembangan untuk pembelajaran *E-Learning* seperti implementasi sistem *E-Learning* bervariasi mulai dari yang sederhana, kumpulan bahan pembelajaran yang ditaruh di web server dengan tambahan forum komunikasi lewat e-mail atau milist secara terpisah, sampai dengan yang terpadu, yakni portal *E-Learning* yang berisi berbagai objek pembelajaran yang diperkaya dengan multimedia serta dipadukan dengan sistem informasi akademik, evaluasi, komunikasi, diskusi, dan berbagai *educational tools* lainnya.

Hasil pembelajaran yang belum maksimal ini dapat disebabkan beberapa hal, antara lain materi pembelajaran yang cukup luas dan kompleks, sehingga waktu yang tersedia tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Pendekatan pembelajaran yang kurang menarik karena kurang mengembangkan suasana belajar mandiri, sehingga kurang mendorong mahasiswa untuk belajar. Persoalan lainnya yang menyebabkan kurang optimalnya hasil belajar adalah interaksi belajar yang belum maksimal, penyebab dari interaksi kurang diantaranya adalah pembelajaran yang berpusat kepada dosen (*teacher centre learning*) yang seharusnya pembelajaran lebih berpusat kepada mahasiswa sebagai subjek pembelajaran (*student centre learning*) untuk meningkatkan keaktifan mahasiswa dalam pembelajaran sehingga mahasiswa lebih termotivasi dalam mengikuti perkuliahan.

Persoalan pembelajaran yang dikemukakan tersebut perlu dicarikan solusi melalui penerapan model pembelajaran. Model pembelajaran dalam mengatasi persoalan interaksi belajar dan meningkatkan optimalnya hasil belajar adalah melalui pembelajaran

blended. *Blended learning* melibatkan pergeseran dari interaksi kelas murni, gaya pengajaran yang lebih berpusat pada peserta didik”. Sistem pendidikan saat ini menuntut pendidikan berpusat pada peserta didik dan *blended learning* adalah cara yang paling tepat. Lingkungan *blended learning* mengintegrasikan keuntungan dari metode *E-Learning* dengan beberapa aspek dari metode tradisional, seperti interaksi tatap muka (*face to face*).

Salah satu mata kuliah yang mengalami persoalan dalam pembelajaran adalah mata kuliah Teknik Simulasi. Mata kuliah ini diberikan wajib kepada mahasiswa Jurusan Teknik Informatika pada jenjang Sarjana Strata 1 (S1). Namun dalam pelaksanaan pembelajaran Teknik Simulasi selama ini mahasiswa dan dosen telah menghadapi permasalahan. Untuk mempelajari simulasi, kemampuan dari analisis dalam melakukan analisa sistem menjadi kunci keberhasilan implementasi model. Pemahaman dari sistem, model dan hubungannya terhadap simulasi akan meningkatkan validitas hasil simulasi.

Sistem, model dan simulasi merupakan mata rantai yang saling berkaitan. Sistem yang dipelajari dan ditelaah dengan baik akan menghasilkan model yang baik pula, sehingga proses simulasi terhadap model yang dipelajari sistem akan menghasilkan gambaran tentang masa yang akan mendatang dengan baik. Simulasi merupakan sebuah alat yang dapat digunakan jika ada pemahaman alamiah dari masalah yang akan dipecahkan. Simulasi yang dibuat untuk membantu menyelesaikan suatu masalah yang berhubungan dengan sistem yang dioperasikan secara alamiah. Kegagalan dalam percobaan simulasi untuk menciptakan suatu

hasil, karena kurangnya suatu pemahaman terhadap sistem dibandingkan dengan suatu pengetahuan bagaimana menggunakan *software* simulasi.

Contoh materi ajar yang dibuat dalam bentuk animasi antrean, untuk disiplin antrean fifo, siro, prioritas dan lipo pada sebuah antrean bank.



Gambar 14. Animasi Contoh Sistem Antrean



Gambar 15. Animasi Simulasi Antrean FIFO



Gambar 16. Animasi Simulasi Antrean SIRO



Gambar 17. Animasi Simulasi Antrean Prioritas



Gambar 18. Animasi Simulasi Antrean LIFO

C. RANGKUMAN

Promodel merupakan sebuah *software* yang dapat membuat simulasi kejadian diskrit untuk pemodelan proses secara terus menerus. Promodel digunakan untuk mengevaluasi, merencanakan atau merancang manufaktur, pergudangan, *logistik* dan aplikasi operasional serta strategis lainnya.

D. TUGAS 7

Kerjakan Tugas berikut ini :

Buat sebuah kasus simulasi dan selesaikan dengan menggunakan *software* promodel. Mulai dari tahap buka *icon* promodel, proses, memasukkan semua data pada tahap terakhir adalah *run* dan sampai tampilan *output* promodel.

E. RUJUKAN

Harrell, Charles, Biman K. Ghosh, and Royce O Bowde. 2009. *Simulation Using ProModel*. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill Company Inc,.

Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Andi.

Law. A. M, ,. K. 2000. *Simulation Modeling and Analysis 3rd Editions*. Mc. Graw Hill,.

Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

FORMAT KRITERIA PENILAIAN PRODUK SIMULASI

NO.	KRITERIA PENILAIAN	BOBOT NILAI				
		1	2	3	4	5
A	PERSIAPAN					
	1. Mengumpulkan informasi					
	2. Membuat desain awal produk simulasi					
	3. Merumuskan estimasi produksi simulasi					
	4. Mempersiapkan bahan dan peralatan untuk produksi simulasi					
B	PEMBUATAN PRODUK SIMULASI					
	5. Memperhatikan keselamatan kerja					
	6. Kerjasama tim dalam pengerjaan					

	7. Memperhatikan standar dan sikap kerja					
	8. Keterampilan dalam membuat produk simulasi					
C	KUALITAS PRODUK SIMULASI					
	9. Kesesuaian dimensi produk simulasi dengan desain awal					
	10. Orisinalitas dan inovasi produk simulasi					
	. Produk sudah diuji coba (uji kelayakan)					
Nilai Akhir = $\frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100$						

EVALUASI PEMBELAJARAN 1

Jawablah Soal-soal latihan berikut ini dengan memilih jawaban yang dianggap paling benar dari 5 pilihan jawaban yang telah disediakan:

1. Aspek dalam simulasi kecuali...
 - a. Pemodelan
 - b. Pemrograman
 - c. Percobaan
 - d. Design
 - e. Penerapan

2. Tahapan utama dalam pemodelan, *kecuali*...
 - a. Penetapan tujuan
 - b. Validasi

- c. Perancangan
 - d. Pengembangan
 - e. Implementasi
3. Manfaat simulasi adalah....
- a. Mempermudah menggambarkan sesuatu
 - b. Memecahkan masalah menggunakan model matematis
 - c. Merancang *prototype*
 - d. Untuk tools dalam menggambarkan sesuatu
 - e. Design
4. Kekurangan simulasi kecuali
- a. Bersifat stokastik
 - b. Mudah menghasilkan karakteristik yang tetap dari suatu model
 - c. Model simulasi lebih rumit dalam penggunaannya
 - d. Lebih mahal dan membutuhkan waktu
 - e. Lebih murah dan tidak memerlukan waktu
5. Menurut Asmugi klasifikasi model simulasi dibedakan beberapa hal, *kecuali?*
- a. Waktu
 - b. Biaya
 - c. Perubahan status *variable*
 - d. Derajat ketidakpastian
 - e. Lingkungan
6. Ciri-ciri sistem adalah.....

- a. Elemen, interaksi, tujuan, situasi
 - b. Keadaan, lingkungan, tujuan
 - c. Situasi, output, laporan
 - d. Elemen, lingkungan, output
 - e. Lingkungan, tujuan, output, laporan
7. Aturan dalam pengembangan system menurut Erma Suryani yaitu.....
- a. Elaborasi, analogi, dinamis
 - b. Design, implementasi, *output*
 - c. Perancangan, penerapan, laporan
 - d. Analogi, proses, laporan
 - e. Proses, penerapan, *output*
8. Menurut Miftahol Arifin, entitas terbagi 3 kecuali.....
- a. Tidak dapat diraba
 - b. Dapat diraba
 - c. Bernyawa
 - d. Tidak bernyawa
 - e. Nyata
9. Apa kegunaan *boundary* pada system?
- a. Untuk membatasi antar system
 - b. Membedakan antara system dgn lingkungan
 - c. Untuk mencegah serangan dari luar
 - d. Untuk mencegah pengembangan system
 - e. Untuk mengabungkan antar system
10. Mana yang tidak termasuk variable system.....

- a. Respon
- b. *State*
- c. Keputusan
- d. *Boundary*
- e. Hasil

11. Pengertian antrean menurut Gross Harris adalah.....

- a. Kedatangan pelanggan untuk mendapatkan kepuasan
- b. Kedatangan pelanggan untuk mendapatkan sesuatu yang diinginkan
- c. Kedatangan pelanggan untuk mendapatkan pelayanan, menunggu untuk dilayani dan meninggalkan system setelah dilayani
- d. Kedatangan pelanggan untuk mendapatkan harga yang relative murah
- e. Kedatangan pelanggan untuk mendapatkan barang yang diperlukan

12. Elemen pokok dalam antrean, kecuali

- a. Sumber Input
- b. Sumber Output
- c. Antrean
- d. Disiplin pelayanan
- e. Service

13. Apa yang dimaksud dengan *FIRST COME FIRST SERVED*?

- a. Datang pertama, dilayani pertama
- b. Datang pertama, dilayani di akhir

- c. Datang di akhir, dilayani pertama
 - d. Datang di akhir, dilayani di akhir
 - e. Datang untuk dilayani
14. Menurut Anaviroh, ada 4 model struktur antrean, kecuali?
- a. *Single Chanel-Single Phase*
 - b. *Single Channel-Multi Phase*
 - c. *Multi Channel-Single Phase*
 - d. *Multi Channel-Double Phase*
 - e. *Single Channel- Double Phase*
15. Indikator antrean system yaitu.....
- a. Pola kedatangan-perilaku konsumen-aturan antrean-sistem layanan-tertib
 - b. Pola kedatangan-attitude-antrean-layanan
 - c. System tunggu-antrean-tertib
 - d. Pola kedatangan-perilaku konsumen-antrean-tertib
 - e. Pola kedatangan-system tunggu-antrean-layanan
16. Sebutkan faktor - faktor yang mempengaruhi pelayanan menurut Achmad !
- a. Faktor Kesadaran, Faktor Lingkungan, Faktor Aturan, Faktor Organisasi, Faktor Pendapatan, Faktor Kemampuan dan Keterampilan, serta Faktor Sarana Pelayanan

- b. Faktor Kesadaran, Faktor Aturan, Faktor Organisasi, Faktor Pendapatan, Faktor Kemampuan dan Keterampilan, serta Faktor Sarana Pelayanan
- c. Faktor kepemimpinan, Faktor Kesadaran, Faktor Aturan, Faktor Organisasi, Faktor Pendapatan, Faktor Kemampuan dan Keterampilan, serta Faktor Sarana Pelayanan
- d. Faktor Kesadaran, Faktor Aturan, Faktor Organisasi, Faktor kesehatan, Faktor Pendapatan, Faktor Kemampuan dan Keterampilan, serta Faktor Sarana Pelayanan
- e. Faktor Kemampuan dan Keterampilan, Faktor Aturan, Faktor Sarana Pelayanan, Faktor kepemimpinan, Faktor Kesadaran.

17. Sebutkan empat ciri dari sistem yaitu

- a. Adanya sekumpulan elemen, adanya interaksi diantara elemen tersebut, mempunyai tujuan yang hendak dicapai, serta situasi dan kondisi yang kompleks.
- b. Adanya unsur, adanya interaksi diantara elemen tersebut, mempunyai tujuan yang hendak dicapai, serta situasi dan kondisi yang kompleks.
- c. Adanya sekumpulan elemen, tidak adanya interaksi diantara elemen tersebut, mempunyai tujuan yang hendak dicapai, serta situasi kompleks.
- d. Entitas, adanya interaksi diantara elemen tersebut, mempunyai tujuan yang hendak dicapai, serta situasi lingkungan.

- e. Tidak adanya interaksi diantara elemen tersebut, serta situasi lingkungan.
18. Sebutkan urutan tahapan utama untuk dapat melakukan pemodelan yaitu....
- a. Identitas masalah, pengembangan model konseptual, penetapan tujuan, pengembangan model matematis, validasi dan solusi model.
 - b. Penetapan tujuan, validasi, identitas masalah, solusi model, pengembangan model konseptual, dan pengembangan model matematis.
 - c. Penetapan tujuan, identitas masalah, pengembangan model konseptual, pengembangan model matematis, validasi dan solusi model.
 - d. Pengembangan model konseptual, penetapan tujuan, identitas masalah, pengembangan model matematis, solusi model dan validasi.
 - e. Pengembangan model matematis, penetapan tujuan, Identitas masalah, pengembangan model konseptual, validasi dan solusi model.
19. Simulasi dinamis untuk output model dipengaruhi oleh waktu. Waktu bertindak sebagai variabel bebas. Berikut ini yang tidak contoh simulasi dinamis adalah.....
- a. Model populasi yang berkembang sepanjang waktu.
 - b. Laju penjualan.
 - c. Tingkat penjualan.
 - d. Model-model matematis

- e. Metode penjualan
20. Contoh berikut yang termasuk antrean SIRO (*Service in Random Number* atau pelayanan dalam urutan acak) adalah.....
- a. Sistem antrean bongkar muat barang dalam truk.
 - b. Antrean pada loket penjualan karcis.
 - c. Suatu kegiatan arisan, dimana pemenangnya didasarkan pada proses undian.
 - d. Antrean bensin di SPBU.
 - e. Antrean kasir di Swalayan.
21. Model yang dipergunakan untuk memecahkan suatu persoalan dalam situasi yang pasti disebut model.....
- a. Model Statis
 - b. Model Deterministik
 - c. Model Dinamis
 - d. Model stokastik
 - e. Model dari sistem
22. Penentuan jumlah persediaan di gudang termasuk contoh model.....
- a. Model Dinamis
 - b. Model Deterministik
 - c. Model Statis
 - d. Model Stokastik
 - e. Model Simbolik

23. Teori antrean adalah ilmu yang mempelajari suatu antrean dimana antrean merupakan kejadian yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan berguna baik bagi perusahaan manufaktur atau jasa, menurut pendapat siapa?
- Heizer dan Render
 - Donald Gross
 - Iqbal
 - Gross dan Haris
 - Miftahol Arifin
24. Simulasi adalah suatu tiruan dari sistem nyata yang dikerjakan secara manual ataupun komputer yang kemudian di observasi dan disimpulkan untuk mempelajari karakteristik system, menurut pendapat.....
- Kakiay
 - Erma Suryani
 - Banks dan Carson
 - Asmungi
 - Donald Gross
25. Model yang mencakup distribusi, kemungkinan untuk input dan memberikan serangkaian nilai dari sekurang-kurangnya satu variabel *output* dengan probabilitas yang berkaitan pada tiap nilai disebut model.....
- Model Dinamis
 - Model Deterministik
 - Model Statis

- d. Model Simbolik
- e. Model Stokastik

KUNCI JAWABAN EVALUASI PEMBELAJARAN 1

- 1. D
- 2. C
- 3. B
- 4. C
- 5. B
- 6. A
- 7. A
- 8. B

- 9. B
- 10. D
- 11. C
- 12. B
- 13. A
- 14. D
- 15. A
- 16. B
- 17. A
- 18. C
- 19. D
- 20. C
- 21. B
- 22. C
- 23. A
- 24. C
- 25. E

EVALUASI PEMBELAJARAN 2

Jawablah Soal-soal latihan berikut ini dengan memilih jawaban yang dianggap paling benar dari 5 pilihan jawaban yang telah disediakan:

1. Simulasi *Monte Carlo* dikenal dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique* menurut pendapat.....
 - a. Banks dan Carson.
 - b. Asmungi.
 - c. Kakiay.

- d. Donald Gross.
 - e. Bonett Satya Lelono Djati.
2. Model Simulasi *Monte Carlo*, harus membuat asumsi tentang ketidakpastian input. Ketidakpastian input ini dapat membentuk.....
- a. Distribusi probabilitas.
 - b. Statistik.
 - c. Ukuran sample.
 - d. Variasi random.
 - e. Simulasi.
3. Makin besar ukuran sample maka.....
- a. Tidak ada variabel.
 - b. Distribusi variasi sample akan berkurang.
 - c. Menyebabkan penurunan variabel.
 - d. Distribusi lebih tinggi.
 - e. Menyebabkan peningkatan variabel.
4. Simulasi tipe Probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan sampling dari proses acak disebut.....
- a. Simulasi.
 - b. *Monte Carlo*.
 - c. Distribusi probabilitas.
 - d. Model simulasi.
 - e. Probabilitas.

5. Mendefinisikan distribusi probabilitas yang diketahui secara pasti dari data yang didapatkan dari pengumpulan data.....
 - a. Data di masa lalu.
 - b. Data simulasi.
 - c. Data terbaru.
 - d. Data yang akan di hitung.
 - e. Data distribusi.

6. Simulasi merupakan salah satu alat analisis desain di
 - a. Bidang sosial.
 - b. Bidang ekonomi.
 - c. Bidang perkantoran.
 - d. Bidang pendidikan.
 - e. Bidang keteknikan perusahaan.

7. Simulasi didefinisikan sebagai.....
 - a. Proses eksperimen dalam sebuah model suatu sistem.
 - b. Salah satu alat analisis desain.
 - c. Merupakan pendekatan khusus.
 - d. Penelitian-penelitian secara fisik.
 - e. Penggunaan analisis matematika.

8. Proses *Monte Carlo* dalam memilih angka acak berdasarkan distribusi probabilitas bertujuan untuk menentukan variabel acak melalui.....
 - a. Jawaban-jawaban perkiraan.
 - b. Angka-angka secara acak.
 - c. Uji sampel dari distribusi probabilitas.

- d. Analisis matematika.
 - e. Simulasi perbandingan.
9. *Monte Carlo* membuat sebuah model probabilistik dari.....
- a. Kondisi nyata.
 - b. Asumsi ketidakpastian.
 - c. Penggunaan analisis matematika.
 - d. Variabel *output*.
 - e. Evaluasi.
10. Simulasi merupakan salah satu sarana untuk menganalisis sistem persediaan di mana permintaan merupakan variabel acak, yang mencerminkan.....
- a. Model deterministik.
 - b. Ketidakpastian permintaan.
 - c. Inventory.
 - d. Distribusi kumulatif.
 - e. Frekuensi observasi.
11. Dasar teknik *Monte Carlo* adalah mengadakan percobaan probabilistik melalui.....
- a. Perhitungan matematik
 - b. Cara analitis.
 - c. *Operation research*.
 - d. *Quening Theory*.
 - e. *Sampling random*.

12. Simulasi *Monte Carlo* sering digunakan untuk evaluasi dampak perubahan *policy* dan resiko dalam pembuatan keputusan menurut pendapat siapa.....
- Miftahol Arifin.
 - Tersine.
 - Raymond.
 - Erma Suryani.
 - Watson H. J.
13. Terbagi dalam berapa tahapan model perhitungan simulasi *Monte Carlo*?
- 3 tahapan.
 - 4 tahapan.
 - 5 tahapan.
 - 6 tahapan.
 - 7 tahapan.
14. Pengujian bertujuan melihat tingkat kesesuaian antara fungsi distribusi hasil pengamatan dengan fungsi distribusi teoritik tertentu dengan menetapkan suatu titik yang menggambarkan perbedaan maksimum keduanya menurut pendapat.....
- Sandi Setiawan.
 - Bonett Satya Lelono Djati.
 - Kelton.
 - Jogianto HM.
 - Richard J. Tersine.

15. Berapakan nilai tengah (X_i) dari data permintaan Distributor Harumi Bahari, dengan batas bawah 380 dan batas atas 384 ?
- 380
 - 375
 - 382
 - 295
 - 411
16. Variabel acak dapat diklasifikasikan menjadi 2, tergantung pada nilai-nilai numerik yang dapat diasumsikan. Variabel acak tersebut adalah.....
- Distribusi binomial dan distribusi poisson.
 - Distribusi normal dan distribusi uniform.
 - Distribusi eksponensial dan distribusi gamma.
 - Variabel acak diskret dan variabel acak kontinyu.
 - Estimasi poin dan distribusi sampling
17. Konsep probabilitas sesungguhnya didasarkan pada frekuensi relatif keterjadian. Pilihlah salah satu contoh berikut ini yang sesuai dengan konsep probabilitas !
- Pengambilan obat di apotik
 - Pelemparan coin
 - Pembelian tiket
 - Permainan catur
 - Pembayaran dikasir
18. Seluruh periode simulasi dijalankan sesuai perhitungan.....
- Perhitungan bilangan acak

- b. Perhitungan produk
 - c. Perhitungan permintaan barang
 - d. Perhitungan waktu
 - e. Perhitungan biaya yang dikeluarkan
19. Berapakah probabilitas kumulatif untuk soal *Monte Carlo* berikut dari data persediaan barang atau unit barang untuk interval kelas pertama (antara 3 sampai 9) terdapat 2 transaksi frekuensi (f_i), n (jumlah titik di bawah kurva $f(x)$) = 60, aktivitas pesediaan pada kelas tersebut memiliki probabilitas kumulatif =
- a. 0,23 (23%)
 - b. 0,03 (3%)
 - c. 0,13 (13%)
 - d. 0,25 (25%)
 - e. 0,05 (5%)
20. Fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi normal untuk simbol rumus pengujian kolmogorov-smirnov normal adalah.....
- a. $S(x)$
 - b. E_i
 - c. $F(x)$
 - d. $P(X=x)$
 - e. $W_{1-\alpha}$
21. Langkah-langkah urutan pengujian untuk kriteria penolakan dalam pengujian kolmogorov - smirnov eksponensial yaitu.....
- a. Menghitung statistik uji, menetapkan α (taraf signifikansi), menetapkan hipotesis awal dan hipotesis tandingan, menentukan

- daerah penolakan, membuat kesimpulan dan membuat interpretasi dari kesimpulan.
- b. Menetapkan hipotesis awal dan hipotesis tandingan, menghitung statistik uji, menetapkan α (taraf signifikansi), menentukan daerah penolakan, membuat kesimpulan dan membuat interpretasi dari kesimpulan.
 - c. Menentukan daerah penolakan, menetapkan hipotesis awal dan hipotesis tandingan, menetapkan α (taraf signifikansi), menghitung statistik uji, membuat kesimpulan dan membuat interpretasi dari kesimpulan.
 - d. Menetapkan α (taraf signifikansi), menentukan daerah penolakan, membuat kesimpulan, menetapkan hipotesis awal dan hipotesis tandingan, menghitung statistik uji dan membuat interpretasi dari kesimpulan.
 - e. Membuat kesimpulan, menetapkan α (taraf signifikansi), menetapkan hipotesis awal dan hipotesis tandingan, menghitung statistik uji, menentukan daerah penolakan, dan membuat interpretasi dari kesimpulan.
22. Untuk menentukan daerah penolakan $W_{1-\alpha}$ maka didapatkan dari tabel kolmogorov-smirnov sesuai dengan nilai n yang.....
- a. n yang ada dan simpangan baku yang didapatkan.
 - b. n nilai rata-rata.
 - c. n nilai tengah dari kelas pada distribusi frekuensi.
 - d. n taraf signifikansi.
 - e. n data yang diuji.

23. Dalam menghitung statistik uji, untuk banyaknya parameter pada distribusi normal adalah \bar{x} yang.....
- Nilai probabilitas untuk masing-masing x .
 - Data menggunakan distribusi normal.
 - Menyatakan nilai rata-rata.
 - Nilai tengah dari kelas pada distribusi frekuensi.
 - Simpangan baku.
24. Berapakah nilai menetapkan distribusi probabilitas, diketahui total frekuensi permintaan mulai dari 0 sampai 9 setiap minggu berjumlah 150. Apabila permintaan laptop untuk minggu ke 2 Frekuensi Permintaan sebanyak 13 laptop. Maka distribusi probabilitas permintaan, $p(x)$
- 0,12
 - 0,10
 - 0,08
 - 0,09
 - 0,07
25. Hitunglah distribusi kumulatif probabilitas, apabila diketahui nilai distribusi probabilitas permintaan, $p(x)$ untuk minggu ke-0 = 0,10, minggu ke-1 = 0,12, minggu ke-2 = 0,09 dan minggu ke-3 = 0,13. Berapakah nilai distribusi kumulatif probabilitasnya.....
- 0,32
 - 0,44
 - 0,34
 - 0,54

e. 0,31

26. Ketidakpastian permintaan pelanggan dapat menimbulkan adanya kemungkinan dalam pendistribusian, persediaan bahan baku, persediaan barang jadi dan naik turunnya harga produk. Cara untuk memperkecil kemungkinan tersebut adalah mempelajari pola.....

- a. Distribusi frekuensi.
- b. Distribusi probabilitas.
- c. Distribusi poisson.
- d. Teorema bayes.
- e. *Expected value*.

27. $T_{Hitung} = Maks | F(x) - S(x) |$ rumus untuk menghitung.....

- a. Uji distribusi.
- b. Nilai probabilitas.
- c. Simpangan baku.

- d. Statistik uji.
- e. Pengujian Kolmogorov

28. Membandingkan antara T_{Hitung} dengan $W_{1-\alpha}$, jika $T < W_{1-\alpha}$ maka H_0 gagal tolak (H_0 diterima) dan bila $T_{Hitung} \geq W_{1-\alpha}$ maka H_0 ditolak, merupakan kriteria penolakan untuk langkah-langkah pengujian.....

- a. Menentukan daerah penolakan.
- b. Membuat interpretasi dari kesimpulan.
- c. Membuat kesimpulan.
- d. Menghitung rata-rata

e. Menentukan taraf nyata dan nilai kritis.

29. Pendugaan Distribusi Normal Data permintaan distributor Harumi Bahari. Diketahui : batas bawah = 380, batas atas = 384, Frekuensi (f_i) = 6, nilai tengah (X_i) = 382, $F_i \cdot X_i = 2292$.

Maka nilai untuk $(X_i - \bar{x}) = \dots\dots\dots$

- a. -11
- b. -7
- c. -15
- d. -10
- e. -9

30. Pengujian Kolmogorov-Smirnov Normal untuk langkah kedua pendugaan distribusi normal. Diketahui : batas bawah = 214, batas atas = 220, Frekuensi (f_i) = 6, frekuensi kumulatif = 22, $S(X) = 0,42$, $Z = -0,03$ dan berapakan nilai dari Normal Distribusi $F(X) =$

$\dots\dots\dots$

- a. 0,54
- b. 0,45
- c. 0,49

- d. 0,28
- e. 0,35

KUNCI JAWABAN EVALUASI PEMBELAJARAN 2

- 1) C
- 2) A
- 3) B
- 4) B
- 5) A

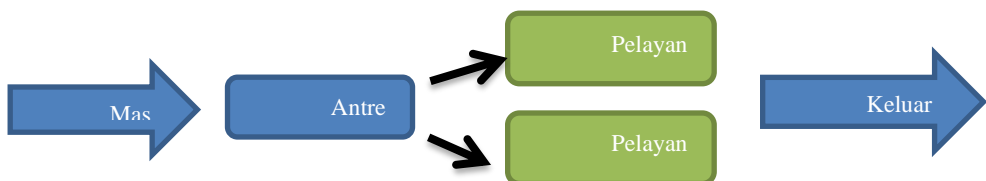
- 6) E
- 7) A
- 8) C
- 9) A
- 10) B
- 11) E
- 12) D
- 13) C
- 14) B
- 15) C
- 16) D
- 17) B
- 18) E
- 19) B
- 20) C
- 21) B
- 22) A
- 23) C
- 24) D
- 25) B
- 26) B
- 27) D
- 28) C
- 29) E
- 30) C

EVALUASI PEMBELAJARAN 3

Jawablah Soal-soal latihan berikut ini dengan memilih jawaban yang dianggap paling benar dari 5 pilihan jawaban yang telah disediakan:

1. Dari permasalahan manakah studi kasus tentang antrean diambil ?

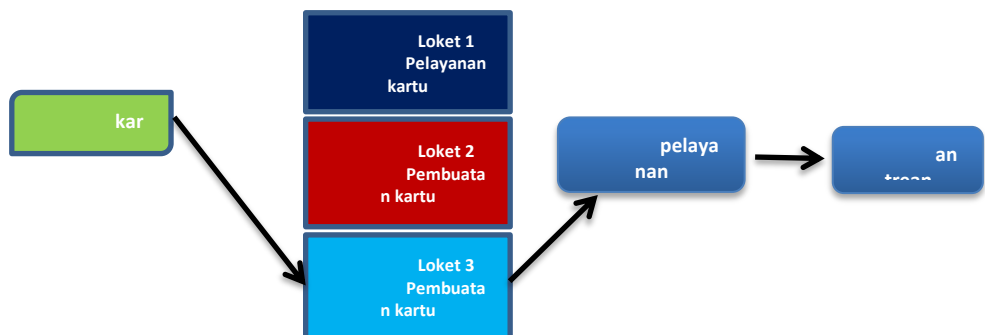
- a. Proses pengiriman barang.
 - b. Kehidupan sehari-hari.
 - c. Latar belakang masalah.
 - d. Pendekatan distribusi yang ada.
 - e. Obyek permasalahan.
2. Sebutkan ada berapa model antrean dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrean ?
 - a. 6 model antrean.
 - b. 5 model antrean.
 - c. 4 model antrean.
 - d. 3 model antrean.
 - e. 2 model antrean.
 3. Sebutkan model antrean berikut ini !



- a. *Single Channel - Multiphase*
 - b. *Multi-Channel - Single Phase*
 - c. *Multichannel - Multiphase*
 - d. *Multichannel - Single Multiphase*
 - e. *Single Channel - Single Phase*
4. Apakah pengertian dari *Single Chanel Multi Phase* ?
 - a. Antrean yang terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrean tunggal.

- b. Sistem antrean yang terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dengan pelayanan lebih dari satu phase.
 - c. Sistem antrean yang hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu pelayanan.
 - d. Antrean untuk dua pelayanan atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan dalam *phase-phase*.
 - e. Sistem antrean untuk dua fasilitas pelayanan yang memasuki dua phase antrean.
5. Manakah berikut ini contoh dari sistem antrean tingkat pelayanan ganda !
- a. Pasien yang menjalani perawatan di rumah sakit.
 - b. Sistem antrean pada salon rambut.
 - c. Antrean pembayaran jalan tol.
 - d. Pembayaran pada kasir di swalayan.
 - e. Pembelian tiket bus.
6. Pelayanan adalah setiap tindakan atau kegiatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun, pendapat ini menurut siapa ?
- a. Harbani Pasolong.
 - b. Juniarso Ridwan
 - c. Achmad
 - d. Danim
 - e. Kotler
7. Berikut ini beberapa fungsi sarana pelayanan, kecuali.....

- a. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, sehingga dapat menghemat waktu.
 - b. Meningkatkan produktivitas, baik barang maupun jasa.
 - c. Kualitas produk yang lebih baik.
 - d. Kecepatan susunan dan stabilitas terjamin.
 - e. Tidak menimbulkan rasa kenyamanan bagi orang-orang yang berkepentingan.
8. Menurut Danim (2012:118) beberapa indikator efektivitas waktu pelayanan dibawah ini, kecuali.....
- a. Jumlah hasil yang dapat dikeluarkan.
 - b. Tingkat kepuasan yang diperoleh.
 - c. Antrean yang tidak berurutan.
 - d. Produk kreatif.
 - e. Intensitas yang akan dicapai.
9. Sebutkan disiplin pelayanan kantor BPJS pada antrean kartu yang berada diloket, seperti gambar dibawah ini !



- a. *Last In First Out* (LIFO).
 - b. *First In First Out* (FIFO).
 - c. *Service In Random Order* (SIRO).
 - d. *Priority Queue*
 - e. Tingkat kedatangan (*arrival rate*).
10. Sumber daya yang digunakan untuk melakukan operasi tertentu dalam kinerja suatu sistem disebut.....
- a. *Processing*
 - b. *Arrival*
 - c. *Resource*
 - d. *Entities*
 - e. *Location*
11. Informasi yang mencerminkan karakteristik suatu sistem, yang mengikat sistem secara keseluruhan sehingga semua *entity* dapat mengandung variabel yang sama, dalam Promodel dikenal *variable local* dan *global* disebut.....
- a. Batas sistem (*boundary*).
 - b. *Variable*.
 - c. Masukan sistem (*input*).
 - d. Lingkungan luar (*environment*).
 - e. Parameter.

12. Suatu program (*software*) yang berfungsi untuk menirukan atau memodelkan suatu perilaku sistem nyata sehingga hasilnya dapat dianalisis dan dipelajari disebut.....
- a. *Programming language*
 - b. *General Purposes Application*
 - c. *Special Purposes Application*
 - d. *Low Level Language.*
 - e. *Simulation application*
13. Sebutkan ada berapa elemen dalam Promodel ?
- a. 5 elemen.
 - b. 4 elemen.
 - c. 6 elemen.
 - d. 3 elemen.
 - e. 7 elemen.
14. *Output* simulasi akan sangat ditentukan oleh.....
- a. Seberapa baik model yang dibangun.
 - b. Pemahaman atas sistem
 - c. *Software* simulasi.
 - d. Sistem beroperasi.
 - e. Lintasan kerjanya.
15. Berikut ini adalah hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memodelkan suatu sistem nyata, kecuali.....
- a. Sistem beroperasi.
 - b. Aliran bahan.
 - c. Logika operasi.

- d. Kerja *resources* dan lintasan kerjanya.
 - e. Fleksibilitas.
16. Pro Model merupakan sebuah *software* yang dapat membuat suatu.....
- a. Simulasi kejadian diskrit.
 - b. Beberapa elemen dasar.
 - c. Model suatu sistem yang diinginkan.
 - d. Location merepresentasikan sebuah area tetap.
 - e. Tempat dimana entitas diproses.
17. Berikut ini adalah kegunaan dari Promodel, kecuali.....
- a. Mengevaluasi.
 - b. Strategis penjualan.
 - c. Merencanakan atau merancang manufaktur.
 - d. Pergudangan.
 - e. Logistik dan aplikasi operasional.
18. Modul yang digunakan untuk menyalin baik entitas yang masuk menjadi beberapa entitas atau untuk membagi sebuah entitas sebelumnya di*batch* disebut.....
- a. *Decide Module*
 - b. *Process Module*
 - c. *Separate Module*
 - d. *Batch Module*
 - e. *Assign Module*

19. Berikut ini data-data yang diperlukan dalam untuk mendefinisikan *variable* kecuali.....
- a. ID
 - b. *Type*
 - c. *Macros*
 - d. *Initial value*
 - e. *Stats*
20. *Routing* dari entitas yang melalui sistem dan operasi yang terjadi pada setiap *location* yang dimasuki entitas disebut.....
- a. *Process edit table.*
 - b. *Processing.*
 - c. *Proses record.*
 - d. *Editing windows.*
 - e. *Layout window.*

KUNCI JAWABAN EVALUASI KEGIATAN BELAJAR 3

- 1) B
- 2) C
- 3) B
- 4) D
- 5) A
- 6) E
- 7) E
- 8) C
- 9) A
- 10) C
- 11) B
- 12) E
- 13) B
- 14) A
- 15) E
- 16) A
- 17) B
- 18) C
- 19) C
- 20) B

GLOSARIUM

Atribut adalah segala sesuatu yang menjadi properti dari entitas

Aliran waktu (*flow time*) adalah waktu rata-rata yang diambil untuk item yang akan diproses dalam sistem.

Entiti adalah elemen atau bagian pembentuk sistem.

Effective yang berarti berhasil atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik.

FCFS (*First Come, First Served*) atau datang pertama, dilayani pertama) merupakan suatu peraturan dimana pelanggan yang dilayani terlebih dahulu adalah pelanggan yang datang pertama kali.

LCFS (*Last Come, First Served*) atau datang terakhir, dilayani pertama) merupakan antrian dimana pelanggan yang datang terakhirlah yang akan dilayani terlebih dahulu.

Metode Analitis berarti memakai teori matematika deduktif untuk menyelesaikan model.

Metode Numerik melibatkan prosedur-prosedur komputasi untuk menyelesaikan persamaan-persamaannya.

Model Stokastik Model yang mencakup distribusi, kemungkinan untuk input dan memberikan serangkaian nilai dari sekurang-kurangnya satu variabel *output* dengan probabilitas yang berkaitan pada tiap nilai.

Model Deterministik Model yang dipergunakan untuk memecahkan suatu persoalan dalam situasi yang pasti.

Model Statis Model yang berhubungan dengan keadaan sistem pada suatu saat tidak mempertimbangkan pembahan waktu.

Model Dinamis Model yang berkaitan dengan keadaan sistem dalam waktu yang berkelanjutan, mengandung proses pembahan setiap saat akibat suatu aktivitas.

Multi Chanel Single Phase terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrian tunggal.

Multi Chanel - Multi Phase Sistem ini terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dengan pelayanan lebih dari satu phase

Pelayanan adalah setiap tindakan atau kegiatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun.

Pemodelan adalah sebagai proses pembuatan model dari sistem tersebut dengan menggunakan bahasa formal tertentu.

Populasi Pelanggan (*Calling Population*) yaitu populasi pelanggan yang membutuhkan sumber atau alasan bagi pelanggan yang memiliki suatu pasar, dimana dalam kasus ini diasumsikan tidak terhingga (*infinitif*).

Priority Queue (Antrian Prioritas) merupakan prioritas pelayanan yang dilakukan khusus kepada pelanggan utama yang mempunyai prioritas tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas rendah.

Pola Kedatangan adalah cara individu-individu dari populasi memasuki sistem.

Rata-rata aliran (*flow rate*) adalah banyaknya item yang diproduksi atau pelayanan konsumen per unit satuan waktu.

SIRO (*Service in Random Number*) atau pelayanan dalam urutan acak) merupakan salah satu disiplin antrian dimana pelayanan dilakukan dengan urutan acak (*Random Order*).

Sistem adalah kumpulan komponen atau elemen atau entiti yang berinteraksi satu dengan yang lainnya dalam rangka mencapai tujuan tertentu dan terjadi dalam lingkungan yang kompleks.

Sistem Antrean Kedatangan pelanggan untuk mendapatkan pelayanan, menunggu untuk dilayani jika fasilitas pelayanan (*server*) masih sibuk, mendapatkan pelayanan dan kemudian meninggalkan sistem setelah dilayani.

Simulate artinya menirukan atau upaya menirukan, suatu sistem nyata (*real system*) yang menjadi obyek kajian dalam rangka mencari jawaban atas persoalan sistem tersebut

Single Chanel Single Phase berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu pelayanan.

Single Chanel Multi Phase berarti ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan dalam *phase-phase*.

Tingkat antrean adalah jumlah item atau konsumen saat sedang menunggu.

Tingkat kedatangan (*arrival rate*) yaitu tingkat para pelanggan yang datang ke suatu fasilitas jasa selama periode waktu tertentu.

Tingkat pelayanan (*service rate*) yaitu rata-rata jumlah pelanggan yang dapat dilayani selama periode waktu tertentu.

Utilisasi adalah persentase dari jadwal waktu dari operator dan sumber daya lainnya pada saat produksi.

Waktu tunggu adalah banyaknya waktu material dan konsumen yang sedang menunggu untuk diproses.

BIODATA PENULIS



Dr. Nurliana Nasution, ST., M.Kom. Lahir di Pekanbaru tanggal 3 Maret 1972. Pendidikan Sekolah Dasar (SD), SMP, hingga SMA di selesaikan di Kota Pekanbaru. Tahun 1998 Lulus S1 dari Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya, Jawa Timur. Pendidikan S2 diselesaikan Tahun 2005 dari Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Komputer UPI YPTK Padang, Sumatera Barat. Tahun 2019 lulus (S3) dari Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat. Tahun 2000 sampai 2006 Dosen Fakultas Pertanian Universitas Lancang Kuning. Tahun 2006 sampai sekarang menjadi Dosen Tetap pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.



Prof. Dr. Nizwardi Jalinus, M.Ed. Lahir di Palembang tanggal 22 Agustus 1953. Pendidikan SR, SMP hingga SMA diselesaikan di Tanjung Karang Lampung. Tahun 1976 lulus Sarjana Muda (BSc) FKT IKIP Padang. Tahun 1978 lulus Sarjana FKT IKIP Padang. Melanjutkan S2 di Sam Houston State University Huntsville TX USA (Master of Education) bidang Vocational Education dan lulus pada tahun 1985. Tahun 1998 lulus (S3) Educational Doctorate di University of Tasmania Australia. Dosen tetap di Prodi Pendidikan Teknik Mesin dan Koordinator

Program Pascasarjana FT-UNP/Ketua Program Studi
S3 Pendidikan Teknik dan Kejuruan FT- Universitas
Negeri Padang.



Drs. Syahril, ST., MSCE., Ph.D. Lahir di Maninjau tanggal 6 May 1964. Pendidikan Sekolah Dasar (SD), SMP, hingga SMA di selesaikan di Maninjau. Tahun 1989 lulus Pendidikan Teknik Mesin, IKIP Padang. Kemudian 1997 lulus pada Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Tahun 2005 menyelesaikan Master Engineering (MSCE), in Dept. Mechanical and material Engineering, UKM Malaysia. Tahun 2010 lulus Doctoral (Ph.D), in Vocational and Technical Education, Faculty of Education, UKM Malaysia. Tahun 1990 sampai sekarang dosen tetap di Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Fakltas Teknik Universitas Negeri Padang sekaligus menjabat sebagai wakil rektor 2 Universitas Negeri Padang.

SINOPSIS

Buku ini disusun sebagai buku pembelajaran Teknik Simulasi. Materi yang disajikan terkait dengan konsep Teknik Simulasi, teori simulasi antrean beserta pengertian sistem antrean, langkah - langkah dalam proses simulasi, keutamaan dalam sistem antrean, komponen-komponen dalam sistem antrean, faktor yang mempengaruhi pelayanan dan indikator efektivitas waktu pelayanan, serta simulasi bisnis yang digunakan untuk aplikasi bisnis. Buku juga memuat materi tentang Pemodelan sistem yang berhubungan dengan konsep sistem, prinsip dasar pengembangan model, elemen sistem, ukuran kinerja sistem, variable-variabel sistem, klasifikasi model, model sistem dan jenis-jenis model. Penggunaan statistika dalam simulasi terkait dengan uji distribusi dalam simulasi dan pendugaan distribusi simulasi. Pada bagian akhir buku penulis memaparkan tentang bagaimana membangun dan menjalankan aplikasi simulasi antrean dengan penjelasan melalui studi kasus simulasi antrian, membuat simulasi dengan menggunakan software Promodol.

Penerbit
CV. MUHARIKA RUMAH ILMIAH
Jl. Rambutan V No, 49/51
Perumnas Belimbing Kuranji
Padang
mkea2010@gmail.com
www.panduanbukujajar.com

ISBN 978-623-92119-7-4

