

Bab 2

Landasan Teori

1.1. Simulasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia simulasi adalah metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya, atau penggambaran suatu sistem atau proses dengan peragaan berupa model statistik atau pemeranan. Simulasi adalah tiruan dari sistem dinamis menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan memperbaiki performa sistem. ProModel adalah singkatan dari *Production Modeler*. ProModel merupakan perangkat lunak simulasi untuk merancang berbagai sistem jasa dan manufaktur. Sistem manufaktur seperti *job shops*, *conveyors*, *transfer lines*, *mass production*, sistem kanban dan lain-lain dapat disimulasikan oleh ProModel. Sistem jasa seperti rumah sakit, *call centers*, operasi gudang, sistem transportasi, sistem logistik dan lain-lain juga dapat disimulasikan oleh ProModel. [1]

1.2. Jenis-jenis simulasi

Berdasarkan cara kerjanya, simulasi dibedakan menjadi 3 jenis. Pada umumnya 3 jenis simulasi tersebut adalah:

1. Simulasi dinamis atau statis
2. Simulasi deterministik atau stokastik
3. Simulasi sistem kontinu dan sistem diskrit [1]

1.3. Manfaat Simulasi

Simulasi secara umum memiliki beberapa manfaat, diantaranya:

1. Untuk memvalidasi keputusan yang telah dibuat
2. Menghindari penggunaan metode *trial and error* yang mahal dan memakan waktu

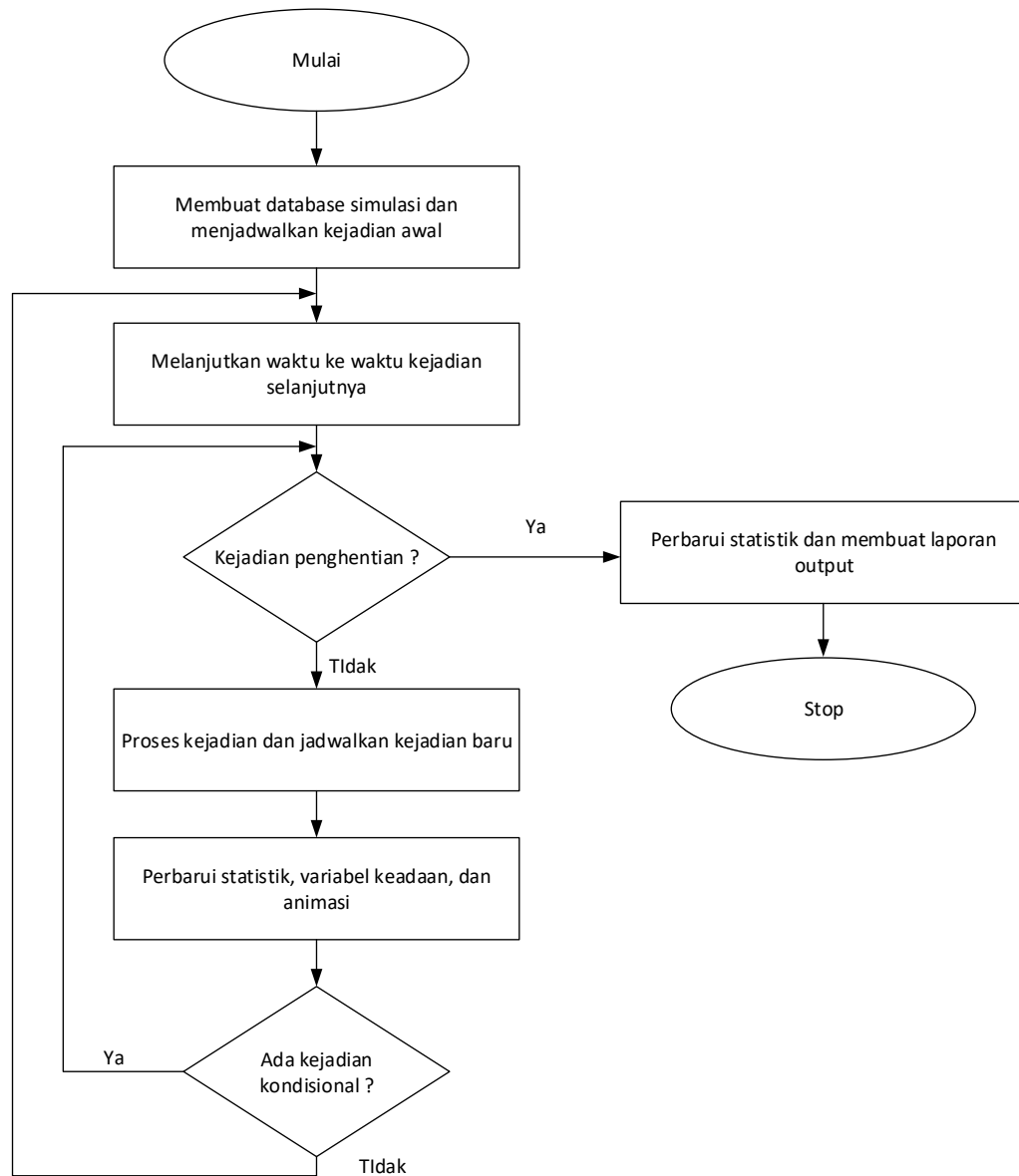
Secara khusus, manfaat penggunaan simulasi dengan *software* bagi manajemen diantaranya :

1. Menunjukkan hubungan ketergantungan di dalam sistem
2. Menyajikan informasi dalam pengukuran performansi

3. Dapat dibuat dalam bentuk yang tidak terbatas [1]

2.4. Cara Kerja Simulasi Kejadian Diskrit

Cara kerja simulasi kejadian diskrit dalam *software* ProModel dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 [1]—Cara kerja simulasi kejadian diskrit

2.5. Prosedur simulasi

Simulasi pada dasarnya adalah pembuatan sistem yang telah ada dan diuji coba pada komputer untuk tujuan melakukan eksperimentasi dan digunakan diantaranya untuk mengembangkan sistem yang sudah ada. Pemilihan solusi terbaik diambil dari beberapa solusi yang telah dibuat sebelumnya. Data yang diambil berupa data statistik, biasanya dilakukan beberapa kali replikasi untuk menganalisis performansi model dilihat dari data statistik yang ada.

1. Perencanaan

Perencanaan adalah proses menentukan tujuan dan ruang lingkup dari objek simulasi yang akan dibuat, juga menentukan waktu, sumber daya dan anggaran yang dibutuhkan. Beberapa tujuan yang dapat digunakan diantaranya :

- a) Analisis performa berupa utilitas, *flow time*, *output rate* dan sebagainya
- b) Analisis kapasitas jika sistem dijalankan dalam keadaan maksimum, berapa kapasitas yang ada dan proses apa saja yang harus dilalui dan dimana terdapat *bottleneck*
- c) Perbandingan konfigurasi seperti membandingkan satu sistem dengan sistem lainnya serta sistem mana yang dapat memenuhi tujuan
- d) Optimisasi seperti menentukan pengaturan yang paling tepat bagi sebuah sistem untuk mencapai tujuan awal
- e) Analisis sensitivitas seperti menentukan variabel yang paling mempengaruhi keseluruhan sistem dan seberapa berpengaruh variabel tersebut
- f) Visualisasi seperti menentukan bagaimana sebuah sistem dapat digambarkan dalam penggambaran yang paling tepat

2. Analisis Sistem data

Langkah selanjutnya yaitu mendapatkan, mengidentifikasi dan menganalisis data yang dibutuhkan oleh model yang akan dibuat. Langkah ini akan menghasilkan model konseptual yang disetujui oleh para pihak terkait.

3. Membuat Model Simulasi

Proses ini adalah membuat model simulasi dari hasil analisis dan model konseptual yang telah dibuat.

4. Verifikasi Model Simulasi

Proses verifikasi bertujuan untuk mengetahui apakah model berjalan sesuai yang diinginkan atau tidak. Dalam proses ini perancang akan mendeteksi dan menghilangkan kesalahan atau error yang tidak diinginkan dalam data model dan logic. Beberapa metode verifikasi yang umum digunakan diantaranya:

- a) Melakukan *review* kode model
- b) Melakukan pengecekan terhadap kesesuaian output yang dihasilkan
- c) Melakukan pengecekan terhadap gerakan dari animasi
- d) Menggunakan fasilitas *trace* and *debug* yang disediakan oleh *software*

5. Validasi Model Simulasi

Proses ini bertujuan untuk menentukan apakah model simulasi yang telah dibuat sudah sesuai dengan bentuk aslinya. Dalam proses ini semua pihak yang berhubungan dengan pembuatan model harus terlibat dalam proses ini. Beberapa metode validasi diantaranya:

- a) Melihat animasi yang berjalan
- b) Membandingkan dengan sistem yang sebenarnya
- c) Melakukan tes kondisi ekstrim
- d) Melakukan tes *face validity*
- e) Melakukan tes pembandingan dengan data historis
- f) Melakukan tes *sensitivity analysis*
- g) Mencatat data proses
- h) Melakukan *Turing Test*

Dalam metode validasi membandingkan dengan sistem yang sebenarnya, langkah-langkah yang dilakukan adalah dengan uji komparasi sampel

berpasangan, jika output dari sistem sebenarnya dan sistem simulasi tidak terdapat perbedaan yang signifikan, maka model dinyatakan valid [3].

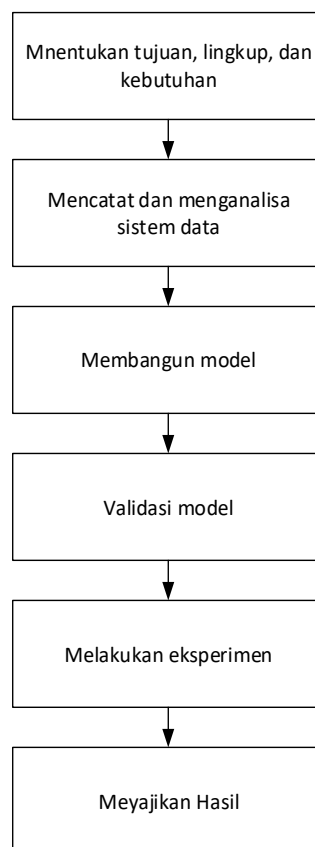
6. Melakukan eksperimen

Proses ini bertujuan untuk melihat apakah rancangan atau modifikasi yang telah dibuat dapat menghasilkan output yang diharapkan. Eksperimentasi bisa sangat beragam oleh karena itu diperlukan perumusan masalah tentang tujuan yang akan diteliti.

7. Menyajikan hasil

Proses ini bertujuan untuk menyajikan hasil yang telah didapat lewat eksperimentasi. Hasil yang didapat bergantung dari tujuan penelitian apakah dalam presentasi yang detail atau hanya sekedar menyajikan angka-angka dari hasil ekperimentasi. [1]

Diagram prosedur simulasi dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 [1]—Prosedur simulasi

2.6. Pedoman Pengumpulan data

Melakukan pengumpulan data yang baik sudah seharusnya mengikuti tujuan dari pembuatan model yang akan dibuat, beberapa diantaranya adalah :

1. Identifikasi penyebab berjalannya sistem
2. Fokus terhadap faktor-faktor utama
3. Hanya menggunakan waktu sebenarnya dari suatu proses [1]

2.7. Matriks Performansi Sistem

Matriks adalah pengukuran yang digunakan untuk menilai performa dari sebuah sistem. Dalam sudut pandang operasi, beberapa hal yang seharusnya diukur dalam matriks performansi adalah waktu, kalitas, kuantitas, efisiensi dan utilitas. Beberapa matriks kunci yang biasa digunakan dalam sistem manufaktur dan jasa diantaranya:

1. Waktu Siklus

Waktu Siklus atau Cycle Time adalah waktu rata-rata yang diperlukan bagi seorang pelanggan atau sebuah item untuk diproses dalam sistem. *Flow time* dapat dikurangi dengan mengurangi waktu yang dapat menyebabkan bertambahnya *flow time* seperti *setup*, *move*, operasi dan inspeksi. *Flow time* juga dapat dikurangi dengan mengurangi waktu work-in-proses atau menambahkan *resources*.

2. Utilitas

Utilitas adalah persentase produktif dari *resources*. Jika *resources* tidak dalam keadaan digunakan, maka kemungkinan *resources* tersebut sedang dalam keadaan idle, blocked, atau down. Untuk meningkatkan utilitas dapat dengan cara meningkatkan penggunaan *resources* atau mengurangi kapasitas *resources*.

3. *Value added-time*

Value added-time adalah waktu yang dibutuhkan oleh item atau pelanggan dalam proses yang memberikan nilai tambah. Waktu inspeksi dan waktu menunggu adalah negasi dari *Value added time* yang dinamakan *non Value added time*.

4. Waktu Menunggu

Waktu menunggu adalah waktu yang dibutuhkan material atau pelanggan menunggu untuk diproses. Waktu menunggu adalah non *Value added time* yang paling besar. Waktu menunggu dapat dikurangi dengan mengurangi material yang diproses, mengurangi variasi dan ketergantungan dalam sistem dan menambah *resources*.

5. *Flow rate*

Flow rate adalah jumlah item yang diproduksi atau pelanggan yang dilayani dalam satuan waktu. *Flow rate* juga dikenal sebagai *production rate*, *processing rate*, atau *throughput rate*. *Flow rate* dapat ditingkatkan dengan manajemen dan utilitas *resources* yang lebih baik, terutama mengurangi operasi *bottleneck* yang terhenti. Jika sistem yang *bottleneck* tersebut tidak terhenti, maka cara meningkatkan *flow rate* adalah dengan mempercepat proses yang mengalami *bottleneck* tersebut dengan mengurangi waktu setup atau menambahkan *resources*, kemudian keseluruhan sistem akan mengikuti peningkatan sistem yang terdapat *bottleneck* menjadi lebih cepat.

6. Jumlah antrian

Jumlah antrian adalah jumlah item atau pelanggan yang berada pada antrian untuk diproses. Untuk menjaga sistem tetap efisien, sebaiknya menjaga jumlah antrian dalam level minimum. Antrian terjadi jika suatu proses dalam sebuah sistem tidak tersedia karena digunakan untuk aktivitas lain. Jumlah antrian dapat dikendalikan dengan menyeimbangkan aliran produksi.

7. *Yield*

Yield adalah persentase produk yang diselesaikan yang memenuhi syarat menurut spesifikasi standar. Jika dalam total 100 buah item terdapat 95 buah item yang memenuhi spesifikasi standar, maka nilai *yield* adalah 95%.

8. *Customer responsiveness*

Customer responsiveness adalah tingkat keberhasilan sistem untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan tidak menyebabkan pelanggan untuk menunggu. *Customer responsiveness* juga dikenal sebagai *fill rate* yang berarti jumlah pesanan pelanggan yang dapat dipenuhi langsung dari penyimpanan yang tersedia. Dalam sistem *make to stock*, *customer responsiveness* dapat dikendalikan dengan menetapkan jumlah penyimpanan yang cukup. Dalam

sistem make to stock, *customer responsiveness* dapat dikendalikan dengan menurunkan jumlah penyimpanan agar waktu siklus bisa dikurangi.

9. Variansi

Variansi adalah derajat fluktuasi yang terjadi dalam matriks performansi yang telah disebutkan sebelumnya. Variansi mengimplikasikan ketidakpastian yang selanjutnya berhubungan dengan resiko dalam memenuhi tujuan. Manufaktur dan jasa biasanya tertarik untuk mengurangi tingkat variansi yang ada.

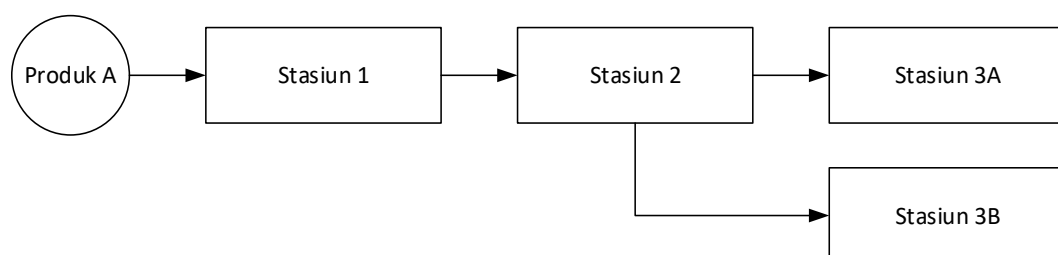
Matriks hubungan yang biasanya digunakan diantaranya *flow time* minimum teoritis yang dibagi dengan *flow time* sebenarnya (dikenal juga dengan *flow time efficiency*), harga per unit yang diproduksi (*unit cost*), jumlah barang simpan yang terjual dibagi dengan jumlah simpan rata-rata (*inventory turns to turnover ratio*), atau unit yang diproduksi per *cost* atau input tenaga (*productivity*)[1].

2.8. Menentukan Diagram Aliran Entitas

Dalam pengumpulan data paling baik adalah dari data yang umum terlebih dahulu kemudian ke data yang lebih spesifik. Dalam menentukan diagram aliran entitas, langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

1. Menentukan aliran entitas keseluruhan
2. Menentukan deskripsi dari operasi-operasi
3. Menentukan detail dan menetapkan nilai data [1]

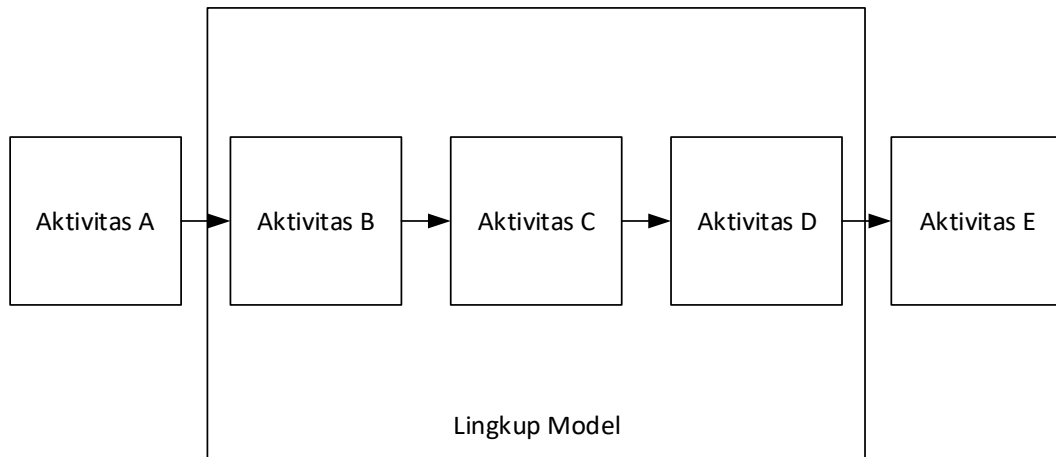
Contoh aliran entitas dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 [1]—Contoh Diagram Aliran Entitas

2.9. Menentukan Lingkup Model

Menentukan lingkup model artinya menentukan elemen-elemen mana dalam sistem yang harus dilibatkan dalam model. Menentukan lingkup model harus berdasarkan efek dari sebuah aktivitas terhadap sistem dalam mencapai tujuan dari simulasi tersebut [1]. Contoh lingkup model dapat dilihat pada Gambar 2.4.

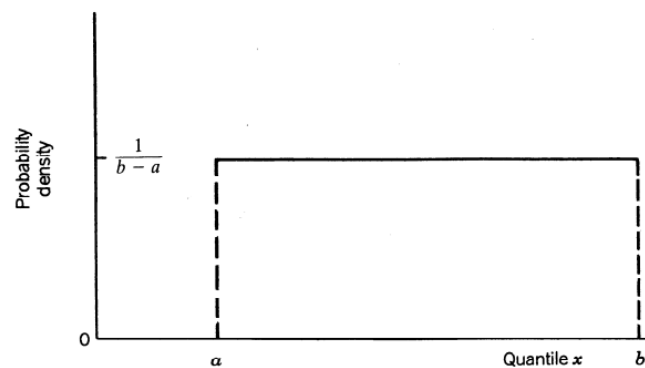


Gambar 2.4 [1]—Contoh lingkup model

2.10. Beberapa Distribusi Penting

2.10.1. Distribusi Uniform

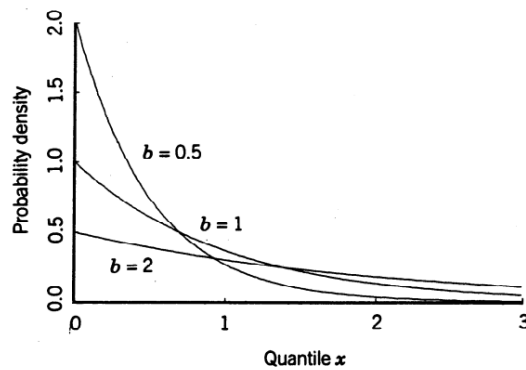
Distribusi Uniform penting dalam upaya membangkitkan nilai bilangan acak untuk semua distribusi variabel acak [4]. Fungsi probabilitas distribusi uniform dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 [5]—Fungsi probabilitas distribusi uniform

2.10.2. Distribusi Eksponensial

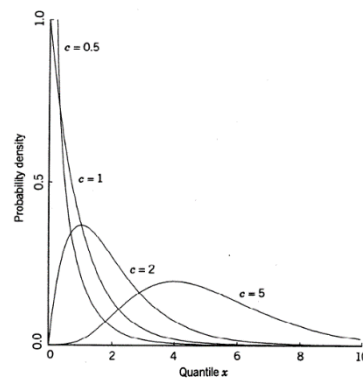
Distribusi Eksponensial seringkali dikaitkan dengan waktu antar kedatangan pelanggan ke suatu sistem layanan yang terjadi pada laju kedatangan yang konstan [4]. Fungsi probabilitas distribusi eksponensial dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 [5]—Fungsi probabilitas distribusi eksponensial

2.10.3. Distribusi Gamma

Distribusi Gamma pada umumnya sering dihubungkan dengan persoalan lama waktu layanan misal di loket layanan pelanggan, layanan perbaikan mesin dan lain sebagainya [4]. Fungsi probabilitas distribusi eksponensial dapat dilihat pada Gambar 2.7

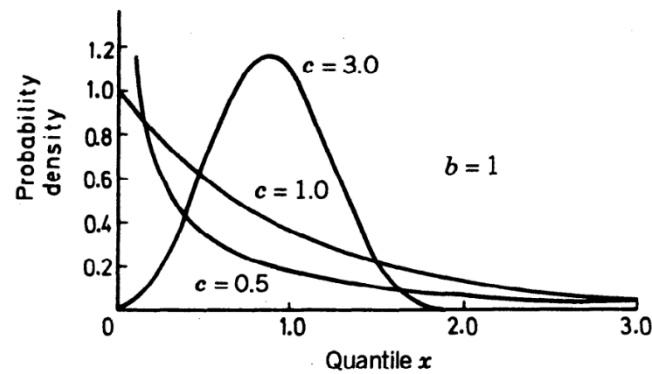


Gambar 2.7 [5]—Fungsi probabilitas distribusi Gamma

2.10.4. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull pada umumnya sering dihubungkan dengan waktu layanan seperti pada distribusi Gamma. Selain itu distribusi ini juga sering dihubungkan

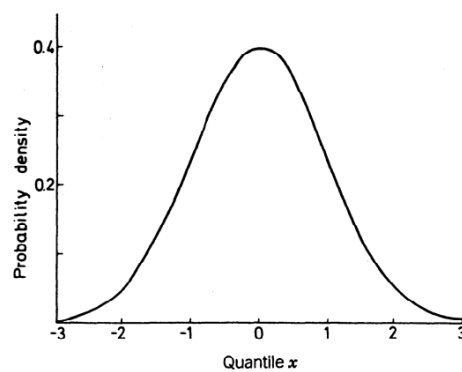
dengan waktu kerusakan sebuah komponen dalam masalah perawatan [4]. c merupakan parameter bentuk dan b merupakan parameter skala. Fungsi probabilitas distribusi Weibull dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 [5]—Fungsi probabilitas distribusi Weibull

2.10.5. Distribusi Normal

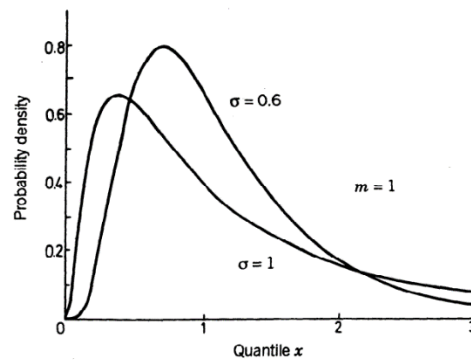
Distribusi Normal sering dijumpai pada hampir semua kejadian di sekitar kita, contohnya pada hasil inspeksi produk cacat, penyebaran nilai ujian mahasiswa, tingkat pertumbuhan tanaman, dan lain sebagainya [4]. Fungsi probabilitas distribusi normal dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 [5]—Fungsi probabilitas distribusi normal

2.10.6. Distribusi Lognormal

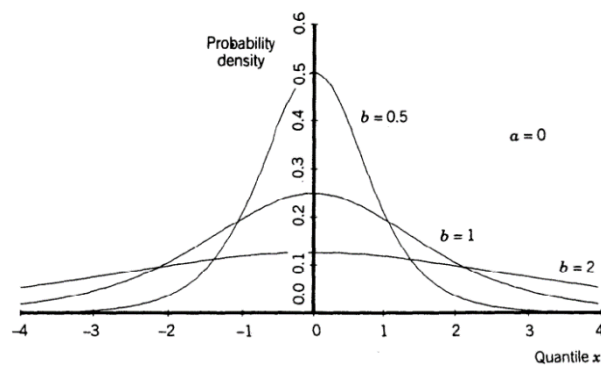
Distribusi Lognormal banyak digunakan dalam penggambaran waktu layanan seperti pada distribusi Gamma dan distribusi Weibull [4]. Fungsi probabilitas distribusi lognormal dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 [5]—Fungsi probabilitas distribusi Lognormal

2.10.7. Distribusi Logistic

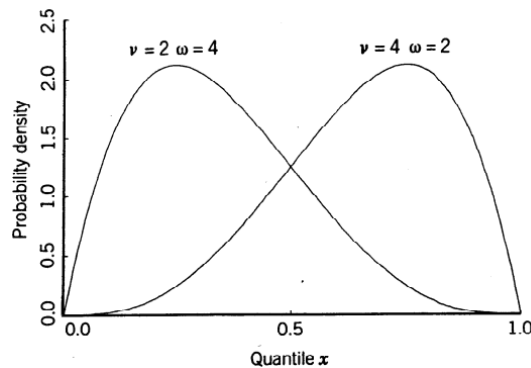
Fungsi probabilitas distribusi Logistic dapat dilihat pada Gambar 2.11. dibawah ini



Gambar 2.11 [5]—Fungsi probabilitas distribusi Logistic

2.10.8. Distribusi Beta

Fungsi probabilitas distribusi Beta dapat dilihat pada Gambar 2.12. dibawah ini



Gambar 2.12 [5]—Fungsi probabilitas distribusi Beta

2.11. Uji Shapiro-Wilk dan Kolmogorov-Smirnov Dalam SPSS

Uji Shapiro-Wilk dan Kolmogorov-Smirnov adalah uji untuk menentukan apakah data yang dimiliki merupakan data yang berdistribusi normal atau tidak. Prosedur uji normalitas Shapiro-Wilk dan Kolmogorov Smirnov dalam SPSS adalah sebagai berikut.

1. Buka file data yang akan dianalisis
2. Klik *Analyze =>Statistic Descriptive=>Explore* pada menu sehingga kotak dialog *Explore* muncul
3. Klik Plot maka kotak dialog *Explore: Plot* muncul, centang kotak dialog *Normality plots with levene Test*.
4. Klik Continue

Apabila nilai $Sig > \alpha$ maka distribusinya adalah normal, sebaliknya jika nilai $sig < \alpha$, maka distribusinya tidak normal. [6]

2.12. Uji Komparasi

2.12.1. Two Related Samples Test

Two Related Samples Test pada dasarnya memiliki kegunaan yang sama dengan *Paired Sample T Test* namun dengan prasyarat yang lebih longgar. *Two Related Samples Test* melibatkan dua pengukuran pada subyek yang sama terhadap suatu pengaruh atau perlakuan tertentu. Apabila suatu perlakuan tidak memberi pengaruh

maka perbedaan rata-rata adalah nol. Ada tiga uji populer *Two Related Samples Test* yaitu uji Wilcoxon, Uji Sign dan McNemar. [6]

2.12.2. Uji Wilcoxon Signed Rank Test Dalam SPSS

Prosedur Uji *Wilcoxon Signed Rank Test* dalam SPSS adalah sebagai berikut.

1. Buka file yang data yang akan dianalisis
2. Klik *Analyze => Nonparametric Test => Two Dependent Samples* pada menu sehingga kotak dialog *Two Related Samples* Muncul.
3. Masukkan pasangan variabel tersebut ke kotak *Test Pair(s) List*, pilih uji Wilcoxon dan Sign.
4. Klik *Option* sehingga kotak dialog *Two Related Samples: Options*, muncul.
5. Klik Ok

Tabel *Test Statistics* memaparkan analisis hipotesis. Jika nilai Asymp. Sig (2-tailed), nilainya lebih kecil dari nilai $1/2 \alpha$, maka ada perbedaan signifikan dari kedua data tersebut. Sebaliknya jika nilai Asymp. Sig (2-tailed), nilainya lebih besar dari nilai $1/2 \alpha$, maka tidak ada perbedaan signifikan dari kedua data tersebut. [6]

2.13. Modified Accelerated Cost Recovery System

Modified Accelerated Cost Recovery System (MACRS) adalah metode perhitungan depresiasi yang diperkenalkan oleh *Tax Reform of Act* pada tahun 1986. MACRS berfokus pada *general depreciation system* (GDS) [7]. Pengukuran MACRS dapat dilihat pada Gambar 2.13

IRS Asset Class	Asset Description	Class Life (years) ADR	MACRS Property Class (years)	
			GDS	ADS
00.11	Office furniture, fixtures, and equipment	10	7	10
00.12	Information systems: computers/peripheral	6	5	6
00.22	Automobiles, taxis	3	5	6
00.241	Light general-purpose trucks	4	5	6
00.25	Railroad cars and locomotives	15	7	15
00.40	Industrial steam and electric distribution	22	15	22
01.11	Cotton gin assets	10	7	10
01.21	Cattle, breeding or dairy	7	5	7
13.00	Offshore drilling assets	7.5	5	7.5
13.30	Petroleum refining assets	16	10	16
15.00	Construction assets	6	5	6
20.10	Manufacture of grain and grain mill products	17	10	17
20.20	Manufacture of yarn, thread, and woven fabric	11	7	11
24.10	Cutting of timber	6	5	6
32.20	Manufacture of cement	20	15	20
20.1	Manufacture of motor vehicles	12	7	12
48.10	Telephone distribution plant	24	15	24
48.2	Radio and television broadcasting equipment	6	5	6
49.12	Electric utility nuclear production plant	20	15	20
49.13	Electric utility steam production plant	28	20	28
49.23	Natural gas production plant	14	7	14
50.00	Municipal wastewater treatment plant	24	15	24
80.00	Theme and amusement park assets	12.5	7	12.5

Gambar 2.13 [7]—Pengukuran MACRS

2.14. Depresiasi Garis Lurus

Depresiasi garis lurus atau dikenal juga dengan straight line depreciation adalah metode perhitungan depresiasi yang paling sederhana dan paling banyak dikenal. Rumus depresiasi garis lurus dapat dilihat pada Rumus 2.1. dibawah ini

$$D_I = \frac{B-S}{N} \quad (2.1)$$

Dengan :

B adalah harga aset

S adalah nilai residu

N adalah umur guna aset [7]

2.15. Biaya Tetap dan Biaya Variabel

Biaya tetap adalah biaya yang dibutuhkan yang sifatnya tetap dan tidak terpengaruh oleh level output atau aktivitas, sedangkan biaya variabel adalah biaya yang dibutuhkan yang sifatnya tergantung pada level output atau aktivitas [7]. Biaya total adalah biaya tetap yang dijumlahkan dengan biaya variabel, dengan rumus 2.2 sebagai berikut.

$$\text{Total biaya} = \text{Total biaya tetap} + \text{Total biaya variabel} \quad (2.2)$$

Biaya tetap diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Gaji eksekutif pabrik
2. Depresiasi
3. Pajak properti
4. Gaji supervisor dan manajer
5. Asuransi
6. Satpam
7. Sewa gedung
8. Pemeliharaan dan perbaikan gedung dan bangunan

Sedangkan biaya variabel diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Perlengkapan
2. Bahan bakar
3. Peralatan kecil
4. Royalti [8]