

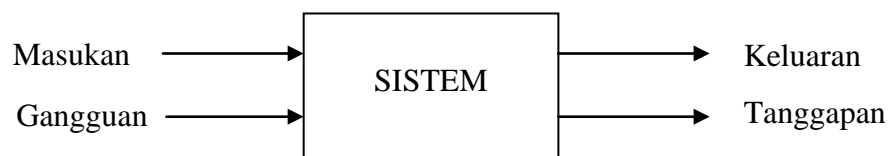
BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem

Sistem adalah sekumpulan entitas yang melakukan suatu kegiatan atau menyusun skema atau tata cara melakukan suatu kegiatan pengolahan (pemrosesan) untuk mencapai sesuatu atau beberapa tujuan, dalam hal ini dilakukan dengan cara mengolah data dan/atau energi dan/atau barang (benda) dalam jangka waktu tertentu guna menghasilkan informasi dan/atau energi dan/atau barang (benda). Sekumpulan komponen yang menyusun sebuah sistem mungkin saja merupakan bagian atau subset dari sistem lain [10].

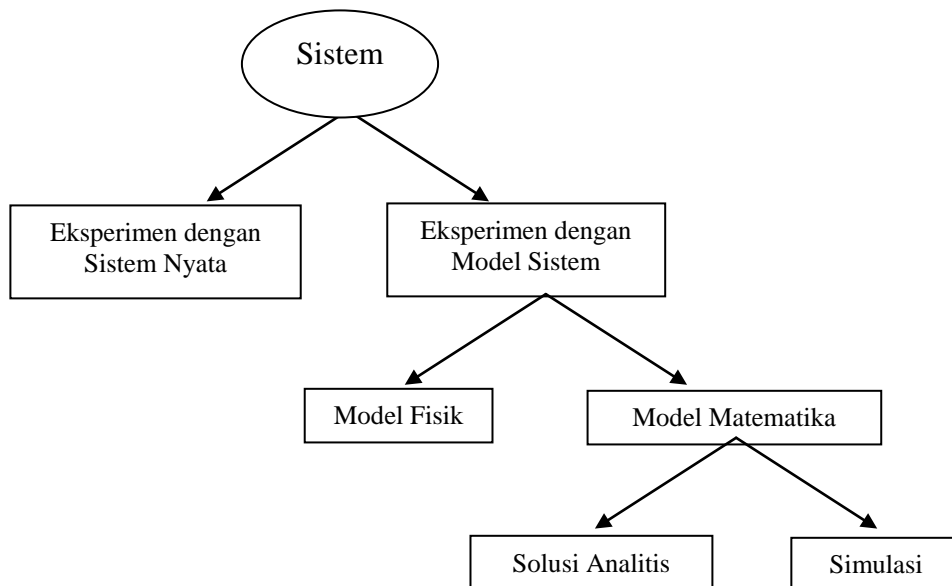
Defenisi lain, sistem adalah kombinasi unsur-unsur yang tersusun secara tertentu sedemikian rupa sehingga berbagai masukan (*input*) atau gangguan (*disturbance*) akan menyebabkan tanggapan (*response*) dan keluaran (*output*) karakteristik sistem tertentu. Jadi, sistem merupakan kumpulan objek-objek yang beraksi dan interaksi bersama kearah beberapa ujung (akhir) logis. Bentuk sebuah sistem dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Sistem

Unsur-unsur penyusun sistem dapat berupa sistem berwujud (nyata) maupun sistem tak berwujud (model). Yang dimaksud dengan unsur-unsur tak berwujud adalah yang diungkapkan dengan besaran-besaran yang tak dapat diukur secara langsung. Sistem fisis di dalam peninjauannya selalu diwakili oleh model-model matematis yang didasarkan pada komponen-komponen atau unsur-unsur ideal yang dengan tepat dapat

ditentukan secara matematis. Pemilihan model yang sesuai dengan watak yang ditampilkan mungkin sulit. Model yang terlampaui sederhana akan menyebabkan sifat-sifat yang jauh dari sistem yang sebenarnya. Sebaliknya, model yang terlampaui rumit akan menyulitkan analisis, atau dapat juga tak teranalisis. Gambar 2.2 memperlihatkan bagian-bagian dari studi ilmu sistem.



Gambar 2.2 Studi Ilmu Sistem

Berdasarkan dengan tujuan dari pemodelan dan simulasi, secara umum model sistem dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas, antara lain: model fisika, biologi, sosial; model konsep, konkrit, abstrak; model waktu kontinu, waktu diskret; model kejadian kontinu, kejadian diskret; model deterministik, stokastik, permainan; model statis, dinamis; model linier, nonlinier; model tersebar, terkumpul; model terbuka, tertutup; model takantisipatif, antisipatif; model adaptif, tak adaptif; mode time *variant*, *invariant*; model sistem orde satu, dua, tiga dan seterusnya.

2.2 Pemodelan Sistem

2.2.1 Pengertian Model

Model adalah representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu (yang disepakati) dari suatu sistem nyata. Dengan kata lain, model adalah representasi dari suatu objek,

benda atau ide-ide dalam bentuk yang lain dengan entitasnya [6]. Model berisi informasi tentang sesuatu sistem yang dibuat dengan tujuan untuk mempelajari perilaku sistem yang sebenarnya. Model dapat berupa tiruan dari suatu benda, sistem atau peristiwa sesungguhnya yang hanya mengandung informasi-informasi yang dipandang penting untuk ditelaah.

Model yang dibuat dapat berfungsi untuk:

1. Membantu dalam berpikir, model menyajikan deskripsi yang sistematis tentang suatu sistem sehingga dapat mempermudah mempelajari sistem tersebut.
2. Membantu untuk berkomunikasi atau mempermudah menjelaskan tentang suatu sistem kepada orang lain.
3. Sebagai alat latihan, untuk melatih ketrampilan orang-orang yang berhubungan dengan sistem sebenarnya yang dimodelkan. Contohnya : Simulator dalam dunia penerbangan, ini digunakan untuk melatih seorang calon pilot yang dalam taraf belajar, belum boleh mengemudikan pesawat yang sebenarnya, tetapi belajar mengemudikan suatu model yang mewakili pesawat dan juga mengoperasikan model tersebut terhadap suatu model lapangan terbang, udara, lingkungan terbang dan sebagainya.
4. Sebagai alat prediksi terhadap kelakuan sistem untuk waktu yang akan datang, yaitu pengaruh-pengaruh yang ingin diketahui jika ada perubahan sistem atau operasi sistem.
5. Membantu dalam melakukan percobaan, dalam hal melakukan percobaan atau eksperimen tidak mungkin langsung dilaksanakan atau diadakan secara praktis karena biaya yang mahal dan bahaya atau resiko yang tinggi.

Sebelum menentukan model yang akan dibuat, lebih dahulu perlu mempelajari sistemnya. Sistem yang ada seringkali sangat kompleks, tapi model diusahakan dibuat sesederhana mungkin. Salah satu cara untuk mempelajari sistem adalah dengan menuangkan informasi-informasi dari sistem tersebut ke dalam bentuk diagram.

Untuk menilai model apakah dapat dianggap "baik" sebenarnya cukup sulit, tetapi pada dasarnya kriteria suatu model yang baik dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mudah dimengerti pemakaiannya.
2. Harus mempunyai tujuan yang jelas.

3. Dinyatakan secara jelas dan lengkap.
4. Mudah dikontrol dan dimanipulasi oleh pemakai.
5. Mengandung pemecahan masalah yang penting & jelas.
6. Mudah diubah dan mempunyai prosedur modifikasi.
7. Dapat berkembang dari sederhana menjadi kompleks.

2.2.2 Jenis-jenis Model

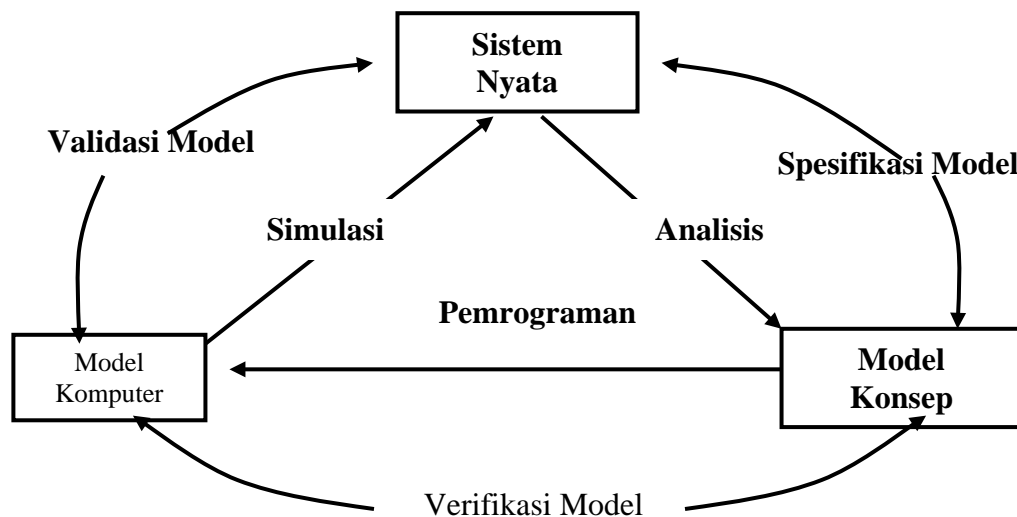
Model dapat direpresentasikan dalam berbagai cara, tergantung tujuan dari studi. Beberapa jenis model dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Model Skala: adalah model yang dibuat biasanya dengan memperkecil skala aslinya. Contoh: model mobil, model pesawat terbang.
2. Model Piktorial (Visual Grafis): model yang dibuat dengan menggambar rancangan yang sebenarnya belum ada. Contoh: designer menggambar model baju, arsitek menggambar rumah.
3. Model Verbal: model yang penjelasannya dengan kata-kata. Contoh: proses inflasi tergantung dari beberapa faktor ekonomi makro, dijelaskan dengan kata-kata baru dibuat diagram skematis.
4. Model Skematis: model yang melukiskan unsur-unsur sistem dalam bentuk skema. Model dapat berupa diagram, Contoh: diagram blok, DFD (*data flow diagram*), *flowchart*.
5. Model Simbolik: model dalam bentuk persamaan matematika, Contoh: persamaan diferensial, persamaan diferens, aljabar, logika dan lain-lain.
6. Model Komputer: model dalam bentuk program komputer yang ditulis menggunakan bahasa komputer tertentu.

2.2.3 Hubungan Antara Model dan Sistem Nyata

Sistem nyata adalah sistem yang sedang berlangsung dalam kehidupan, sistem yang dijadikan titik perhatian dan dipermasalahkan. Pemodelan adalah proses membangun atau membentuk sebuah model dari suatu sistem nyata dalam bahasa formal tertentu. Hasil analisis sistem nyata dengan asumsi tertentu adalah berupa model konsep yang berisi spesifikasi, variabel dan parameter tertentu. Asumsi yang dibuat sangat

tergantung dari kacamata pemodel dalam memandang sistem nyata yang dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu: tata nilai yang dianut, ilmu pengetahuan yang dimiliki, dan pengalaman hidup dari pemodel. Gambar 2.3. memperlihatkan hubungan antara model dan sistem nyata yang akan dimodelkan.



Gambar 2.3. Hubungan Model dan Sistem Nyata

Model konsep yang berupa persamaan matematika atau diagram (DFD, *flowchart*) kemudian diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman komputer tertentu menjadi model komputer (kode sumber). Model komputer harus sesuai dengan model konsep asalnya, proses penyesuaian antara model komputer dengan model konsep disebut verifikasi model. Kode sumber kemudian dieksekusi pada perangkat keras komputer merupakan proses simulasi komputer. Penyesuaian antara hasil simulasi dengan data sistem nyata disebut validasi model. Hasil validasi model biasanya dalam bentuk grafik. Simulasi dianggap bagus jika kesalahan kurang dari 5%. Agar simulasi dapat menirukan seperti sistem nyata, maka model harus diperbaiki secara terus menerus menjadi suatu proses siklus hidup.

2.2.4 Tahap-tahap dalam Pengembangan Model

Dalam proses pembuatan suatu model tidak dapat dijabarkan rumusnya secara pasti, namun ada petunjuk yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Pemecahan masalah melalui penyederhanaan.
2. Menyatakan objek dengan persyaratan yang jelas karena objek sangat menentukan model.
3. Mencari analog-analog dan sistem atau model yang sudah ada untuk mempermudah konstruksi.
4. Menentukan komponen-komponen yang akan dimasukkan ke dalam model.
5. Menentukan variabel, konstanta dan parameter, hubungan fungsional serta konstrain dari fungsi-fungsi kriterianya.
6. Untuk membuat model matematik harus dipikirkan cara untuk menyatakan masalah secara numerik jika ingin disimulasikan dengan komputer.
7. Nyatakan dengan simbol-simbol.
8. Menuliskan persamaan matematikanya.
9. Bila model terlalu rumit, terdapat beberapa cara untuk menyederhanakan model, seperti:
 - a. Buat harga variabel menjadi parameter
 - b. Eliminasi / kombinasikan variabel-variabel
 - c. Asumsikan linieritas
 - d. Tambahkan asumsi dan batasan yang ketat
 - e. Perjelas batasan sistem.

2.3 Simulasi

Simulasi adalah proses merancang model dari suatu sistem yang sebenarnya, mengadakan percobaan-percobaan terhadap model tersebut dan mengevaluasi hasil percobaan tersebut. Simulasi merupakan teknik atau cara penyelesaian persoalan melalui pengolahan data operasi sistem imitasi untuk memperoleh data *output* penyelidikan atau percobaan penelitian sebagai bahan solusi persoalan ataupun sebagai bahan masukan dalam rangka pengembangan dan perbaikan struktur dan operasi sistem yang nyata [10].

2.3.1 Manfaat Simulasi

Manfaat simulasi bagi kehidupan nyata adalah untuk :

1. Menjelaskan kelakuan sistem.
2. Menirukan bekerjanya suatu sistem melalui melalui suatu model.
3. Memecahkan suatu persoalan matematik dengan analisis numerik.
4. Mempelajari dinamika suatu sistem.
5. Memberikan suatu deskripsi perilaku sistem dalam perkembangan sejalan dengan bertambahnya waktu.
6. Membangun teori atau hipotesa yang mempertanggungjawabkan kelakuan dari sistem yang diamati.
7. Meramalkan kelakuan sistem yang akan datang yaitu pengaruh yang dihasilkan oleh perubahan-perubahan sistem atau perubahan operasinya.

Pengertian simulasi merupakan imitasi dari benda nyata, status dari pengolahan, ataupun proses. Tindakan dari mensimulasikan sesuatu pada umumnya mewakili karakteristik kunci tertentu atau sifat dari fisikal terpilih atau sistem abstrak. Simulasi dipakai di berbagai konteks, termasuk pemberlakuan model dari sistem alamiah atau sistem manusia dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran ke dalam fungsi yang ada. Konteks lain termasuk ke dalamnya simulasi dari teknologi untuk optimasi perfomansi, rekayasa keamanan, pengetesan, pelatihan dan edukasi. Simulasi dapat dipakai untuk menunjukkan efek kejadian sebenar dari kondisi alternatif dan arah dari tindakan.

Dengan melakukan sebuah simulasi pada kejadian nyata, dapat diketahui hasil yang diaplikasikan secara semu, walau deviasi pasti terjadi antara simulasi dengan kejadian nyata, namun nilai deviasi minimal sudah dapat diperhitungkan lebih jauh.

Isu kunci dari simulasi termasuk akuisisi dari informasi sumber yang sah tentang referensi, pemilihan kunci karakteristik dan sifat, penggunaan pencapaian yang disederhanakan dan asumsi di dalam simulasi, dan ketelitian dan validasi dari hasil

simulasi. Simulasi sering dipakai di dalam pelatihan dari sipil dan personel militer. Hal ini biasanya muncul saat peralatan mahal dan terlalu bahaya untuk memungkinkan pelatih menggunakan peralatan sebenar di dalam dunia sebenar. Di dalam situasi tertentu maka akan dilakukan pembelajaran pelajaran berharga di dalam lingkungan virtual yang “aman”. Seringnya kenyamanan untuk memberikan kesalahan selama pelatihan untuk sistem keamanan kritikal.

Pelatihan simulasi pada umumnya terdiri dari 3 kategori :

1. Simulasi “hidup” (dimana orang nyata menggunakan peralatan tersimulasi di dalam dunia nyata)
2. Simulasi “*virtual*” (dimana orang nyata menggunakan peralatan tersimulasi di dalam dunia simulasi (lingkungan simulasi))
3. Simulasi “konstruktif” (dimana orang tersimulasi menggunakan peralatan tersimulasi di dalam lingkungan simulasi). Simulasi konstruktif sering ditujukan kepada “dunia perang-perangan” karena merujuk kepada permainan perang dimana pemain melakukan komando terhadap kumpulan pasukan dan peralatan untuk menggerakkan papan.

Isu dasar lainnya adalah kompleksitas dari sebuah model. Sebagai contoh, jika permodelan dari penerbangan dari sebuah pesawat, maka dapat ditempelkan setiap bagian mekanikal dari pesawat ke dalam model kita dan memerlukan hampir model kotak putih dari sebuah sistem. Bagaimanapun, ongkos dari komputasional untuk penambahan sedemikian besar dari detail dapat secara efektif menghambat penggunaan dari sebuah model. Lebih jauhnya, ketidakpastian dapat meningkat karena sistem kompleks berlebihan, karena setiap bagian terpisah memasukkan sejumlah variansi ke dalam model. Oleh karena itu biasanya pencapaian yang cocok untuk mengurangi model ke dalam ukuran yang sensibel. Ilmuwan sering dapat menerima beberapa pencapaian dengan tujuan untuk mendapatkan model yang sederhana. Sebagai contoh mekanik klasikal Newton merupakan model pencapaian dari dunia nyata. Model Newton sering cukup untuk beberapa situasi kehidupan nyata, selama kecepatan partikel berapa berada jauh di bawah kecepatan cahaya.

2.3.2 Jenis-jenis Model Simulasi

Jenis-jenis model simulasi dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Model Simulasi Statik dan Model Simulasi Dinamik : Model simulasi statik adalah representasi dari sistem dimana waktu tidak memegang peranan penting. Sebagai contoh adalah model Monte Carlo yang merupakan metode komputasi numerik yang melibatkan pengambilan sampel eksperimental dengan bilangan acak (*random number*), sedangkan model simulasi dinamik merepresentasikan sistem yang berubah pada suatu waktu tertentu, contohnya adalah sistem ban berjalan pembawa barang pada pabrik.
2. Model Simulasi Deterministik dan Model Simulasi Stokastik : Model simulasi Deterministik adalah model simulasi yang tidak mengandung komponen probabilitas atau bilangan random. Model diferensial dari sebuah reaksi kimia dapat dikatakan sebagai model deterministik. Keluaran (*output*) pada model deterministik dapat langsung diketahui jika kumpulan-kumpulan masukan dan hubungan-hubungan dalam model tersebut telah ditentukan, walaupun mungkin memerlukan sedikit banyak waktu komputer mengevaluasinya. Pada kebanyakan sistem diperlukan beberapa komponen masukan (*input*) yang acak. Sebagian besar sistem antrian dan sistem persediaan dimodelkan dalam model simulasi stokastik. Model simulasi stokastik menghasilkan keluaran yang acak sehingga keluaran dari model stokastik dipandang sebagai estimasi dari karakteristik nyata dari model tersebut.
3. Model Simulasi Kontinu dan Model Simulasi Diskrit. Model simulasi Kontinu berkaitan dengan pemodelan dari sistem ditandai dengan variabel keadaan yang berubah secara kontinu sepanjang waktu. Sedangkan model simulasi diskrit berkaitan dengan pemodelan simulasi sebuah sistem ditandai dengan perubahan variabel keadaan secara seketika pada beberapa titik tertentu.

2.4 Teori Antrian

Antrian adalah suatu kumpulan data yang mana penambahan elemen hanya bisa dilakukan pada suatu ujung (disebut dengan sisi belakang atau *rear*), dan penghapusan

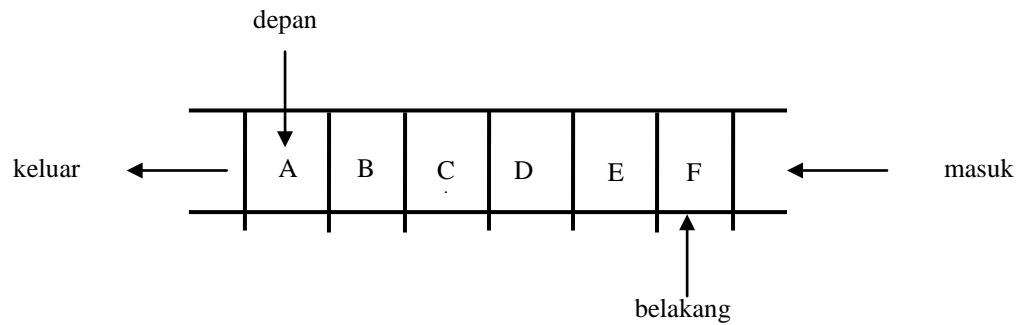
(pengambilan elemen) dilakukan lewat ujung lain (disebut dengan sisi depan atau *front*) [5]. Ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian yang sering disebut sebagai teori antrian (*queuing theory*) merupakan sebuah bagian penting operasi dan juga alat yang sangat berguna bagi menejer operasi. Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian. Antrian ialah suatu garis tunggu dari nasabah (satuan) yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan atau fasilitas layanan [11].

Gross dan Haris [3] Sistem antrian adalah kedatangan pelanggan untuk mendapatkan pelayanan, menunggu untuk dilayani jika fasilitas pelayanan (*server*) masih sibuk, mendapatkan pelayanan dan kemudian meninggalkan sistem setelah dilayani.

Antrian 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 antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Akan tetapi penambahan biaya karena memberikan pelayanan tambahan, akan menimbulkan pengurangan keuntungan mungkin sampai di bawah tingkat yang dapat diterima. Sebaliknya, sering timbulnya antrian yang panjang akan mengakibatkan hilangnya pelanggan / nasabah. Teori antrian sendiri tidak langsung memecahkan persoalan ini. Walaupun begitu, teori ini menyumbangkan informasi penting yang diperlukan untuk membuat keputusan seperti itu dengan cara memprediksikan beberapa karakteristik dari baris penungguan, seperti misalnya waktu penungguan rata-rata.

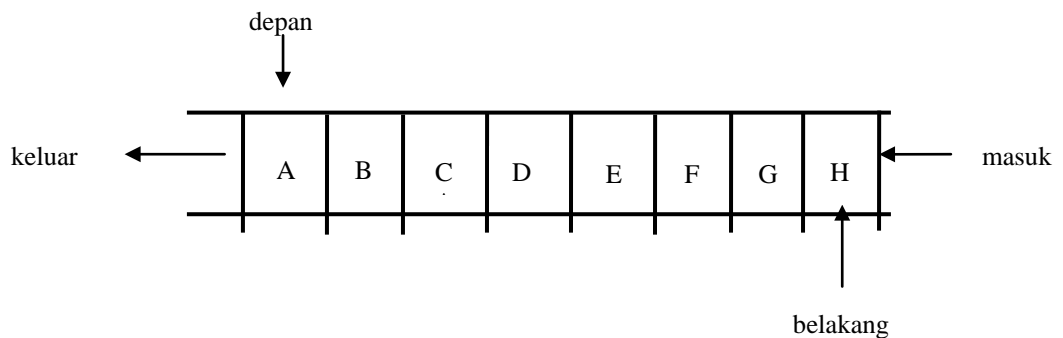
Prinsip yang digunakan pada sebuah antrian adalah masuk pertama keluar pertama atau *first in first out* (FIFO) yang berarti urutan keluar elemen akan sama dengan urutan masuknya. Karena antrian adalah merupakan kumpulan data, maka tipe data yang sesuai untuk menyajikan antrian adalah menggunakan larik (*array*) dan senarai berantai.

Sebuah antrian dengan enam elemen dapat dilihat pada Gambar 2.4.



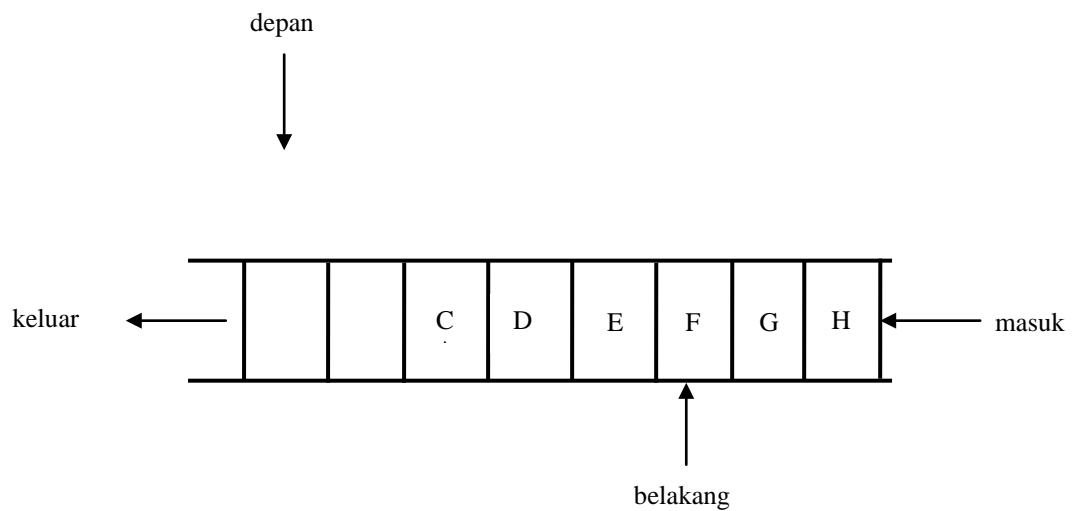
Gambar 2.4. Contoh Antrian dengan 6 elemen

Pada gambar di atas menunjukkan penyajian antrian menggunakan larik yang berisi 6 elemen, yaitu A, B, C, D, E dan F. Elemen A terletak dibagian depan antrian dan elemen F terletak di bagian belakang antrian. Dengan demikian jika ada elemen baru akan masuk, maka akan diletakkan disebelah kanan F. Jika ada elemen yang akan dihapus, maka elemen A akan dihapus lebih dahulu. Sebagai contoh penambahan elemen dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Contoh Penambahan Elemen

Sebagai contoh penghapusan elemen dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Contoh Penghapusan Elemen

Dilihat pada struktur antrian diatas, maka dalam antrian dikenal dua operasi dasar, yaitu penambahan elemen baru yang akan ditempatkan di bagian belakang antrian dan penghapusan elemen yang terletak pada bagian depan antrian. Operasi penambahan elemen baru selalu dapat dilakukan karena tidak ada pembatasan banyaknya elemen pada suatu antrian. Untuk menghapus elemen, harus melihat apakah antrian dalam keadaan kosong atau tidak, karena tidak mungkin menghapus elemen dalam antrian yang kosong.

2.4.1 Komponen Dasar Antrian

Komponen dasar proses antrian adalah:

1. Kedatangan atau masukan sistem

Setiap masalah antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani dan lain-lain. Unsur ini sering dinamakan proses *input*. Proses *input* meliputi sumber kedatangan atau bisa dinamakan *calling population*. Sumber input yang menghadirkan kedatangan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki tiga karakteristik utama:

1. Ukuran populasi kedatangan

Ukuran populasi dilihat sebagai tidak terbatas atau terbatas. Apabila jumlah kedatangan pada sebuah waktu tertentu hanyalah sebagian kecil dari semua kedatangan yang potensial, maka populasi kedatangan disebut sebagai populasi yang tidak terbatas. Sebagian besar model antrian mengasumsikan populasi kedatangan tidak terbatas.

Contoh dari populasi yang tidak terbatas:

- I. Mobil yang datang di sebuah tempat pencucian mobil
- II. Para pengunjung yang tiba di sebuah supermarket
- III. Mahasiswa yang mendaftar pada sebuah universitas yang besar
- IV. Antrian pembuatan KTP
- V. Antrian di SPBU

Contoh populasi yang terbatas:

Usaha percetakan yang memiliki 8 mesin cetak, setiap mesin cetak merupakan seorang pelanggan yang potensial.

2. Perilaku kedatangan

Hampir semua model antrian berasumsi bahwa pelanggan yang datang adalah pelanggan yang sabar. Pelanggan yang sabar adalah pelanggan (mesin atau orang) yang menunggu dalam antrian hingga mereka dilayani dan tidak berpindah garis antrian. Pelanggan yang tidak sabar adalah pelanggan yang keluar dari garis antrian sebelum mereka dilayani.

3. Pola kedatangan

Pelanggan tiba di sebuah fasilitas pelayanan, baik yang memiliki jadwal tertentu atau yang datang secara acak. Kedatangan dianggap sebagai kedatangan yang acak bila kedatangan tersebut terikat satu sama lain dan kejadian kedatangan tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat. Sering dalam permasalahan antrian, banyaknya kedatangan pada setiap unit waktu dapat diperkirakan oleh sebuah distribusi probabilitas yang dikenal sebagai distribusi Poisson. Banyaknya kedatangan tidaklah selalu berdistribusi Poisson. Oleh

karena itu, pola yang ada harus diuji untuk memastikan bahwa mereka benar-benar mendekati distribusi poisson sebelum distribusi itu diterapkan.

2. Antrian.

Karakteristik antrian adalah garis antrian itu sendiri. Merupakan komponen kedua pada sebuah sistem antrian. Panjangnya sebuah garis antrian tidak terbatas atau terbatas.

Karakteristik antrian yang kedua adalah berkaitan dengan aturan antrian atau disiplin antrian. Disiplin antrian berkaitan dengan cara memilih anggota antrian yang akan dilayani. Sebagai contoh, disiplin antrian ini dapat berupa *first come first served* (yang datang lebih dulu di layani lebih dahulu), 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*.

3. Pelayanan

Dua hal penting dalam karakteristik pelayanan:

1. Desain sistem pelayanan
 - a. Sistem antrian jalur tunggal
 - b. Sistem antrian jalur ganda
 - c. Sistem satu tahap
 - d. Sistem tahapan berganda

2. Distribusi waktu pelayanan

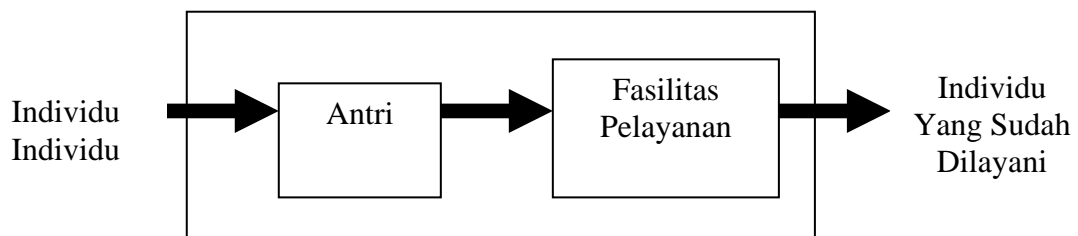
Pola pelayanan sama dengan pola kedatangan. Pola pelayanan bisa konstan atau acak. Dalam banyak kasus, dapat diasumsikan bahwa waktu pelayanan bersifat acak.

2.4.2 Struktur Antrian Dasar

Proses antrian secara umum dikategorikan menjadi empat struktur dasar menurut fasilitas pelayanan. Adapun struktur dasar antrian adalah sebagai berikut :

1. Antrian tunggal, pelayanan tunggal (*single channel single phase*)

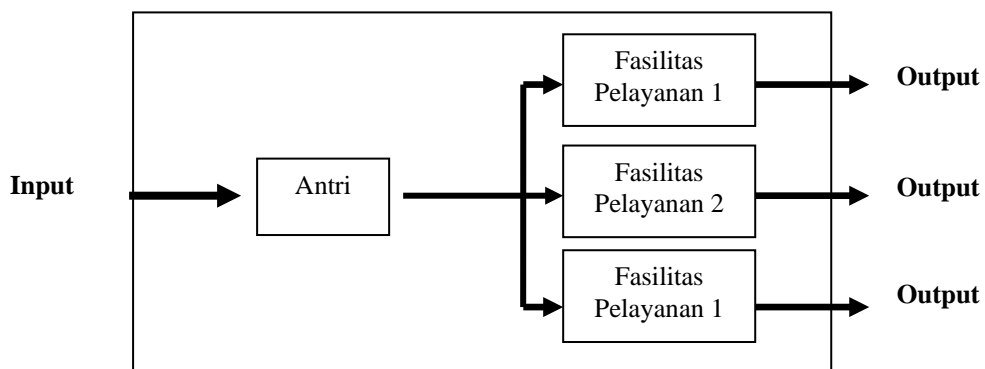
Dalam sistem antrian ini terdapat satu input dengan satu fasilitas pelayanan sebagai output. Dengan kata lain hanya terdapat sistem tunggal untuk antrian dan pelayanan. Sebagai contoh sistem ini adalah fasilitas pemakaian telepon, dimana pemakai hanya dapat berhubungan dengan satu nomor saja. Bentuk antrian tunggal, pelayanan tunggal dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Bentuk Antrian Tunggal, Pelayanan Tunggal

2. Antrian tunggal, pelayanan ganda (*multiple channel single phase*)

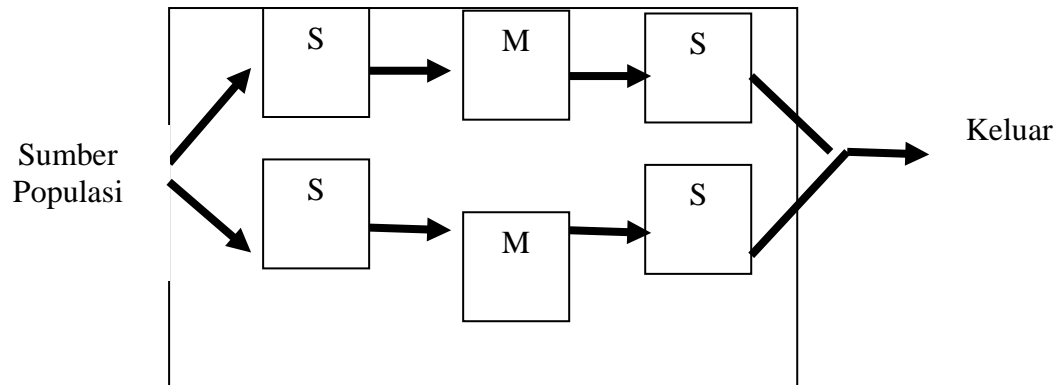
Jumlah fasilitas pelayanan pada sistem antrian ini lebih dari satu, untuk melayani satu jalur antrian. Dengan demikian setiap fasilitas pelayanan yang kosong akan segera diisi oleh pengantri terdepan. Sebagai contoh sistem ini adalah antrian nasabah pada sebuah bank dengan jenis layanan yang berbeda-beda untuk setiap nasabah. Bentuk antrian tunggal, pelayanan ganda dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Bentuk Antrian Tunggal, Pelayanan Ganda

3. Antrian ganda, pelayanan ganda (*multiple channel multiple phase*)

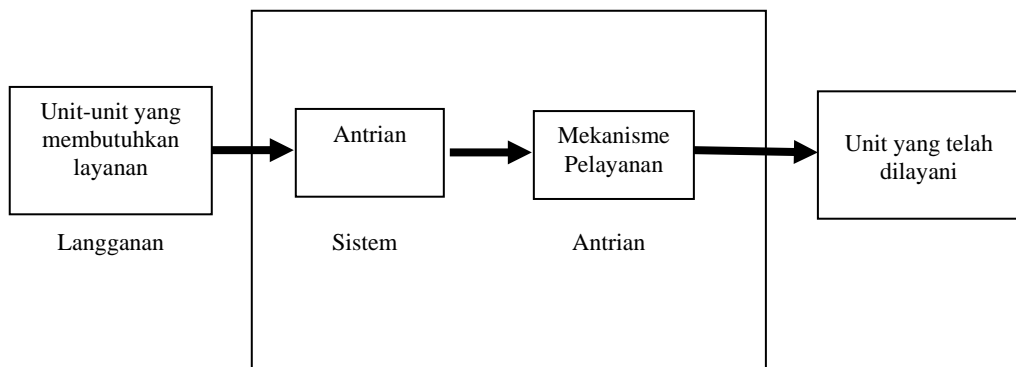
Dalam sistem antrian ini jumlah antrian adalah lebih dari satu, dengan masing-masing antrian dilayani satu fasilitas pelayanan (**Subagyo, 2000**). Sebagai contoh sistem ini adalah antrian pada telepon umum bayar (warung telekomunikasi). Bentuk antrian ganda, pelayanan ganda dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Bentuk Antrian Ganda, Pelayanan Ganda

2.4.3 Struktur Dasar Model-model Antrian

Proses yang terjadi pada model antrian dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Proses Antrian

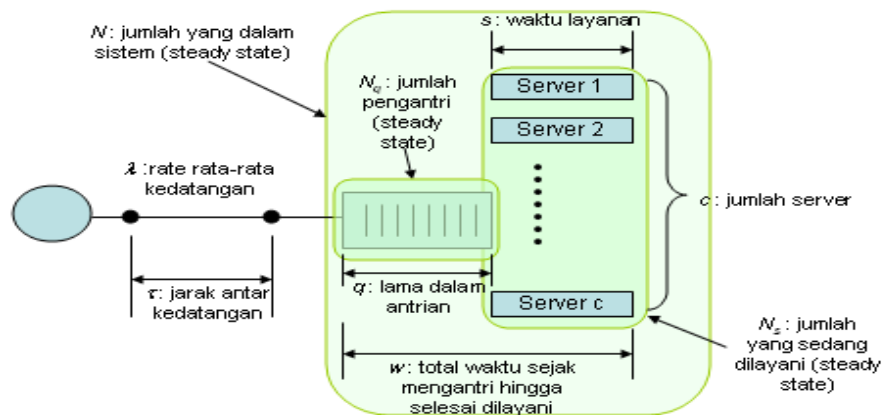
Gambar di atas dapat diterangkan sebagai berikut: Unit-unit (langganan) yang memerlukan pelayanan yang diturunkan dari suatu sumber input memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian. Dalam waktu-waktu tertentu, anggota antrian ini dipilih untuk dilayani. Pilihan ini didasarkan pada suatu aturan tertentu yang disebut "displin pelayanan" atau *service dicipline*. Pelayanan yang diperlukan

dilaksanakan dengan suatu "mekanisme pelayanan" tertentu. Setelah itu, unit-unit (langganan) tersebut meninggalkan sistem antrian [1].

2.5 Proses Antrian Dasar

Suatu garis penungguan tunggal (yang pada suatu saat bisa saja kosong) terbentuk di depan suatu fasilitas pelayanan tunggal, di mana ada satu atau beberapa pelayan. Setiap unit (langganan) yang diturunkan oleh suatu sumber input dilayani oleh salah satu dari pelayan-pelayan yang ada, mungkin setelah unit itu menunggu dalam antrian.

Model Sistem Antrian

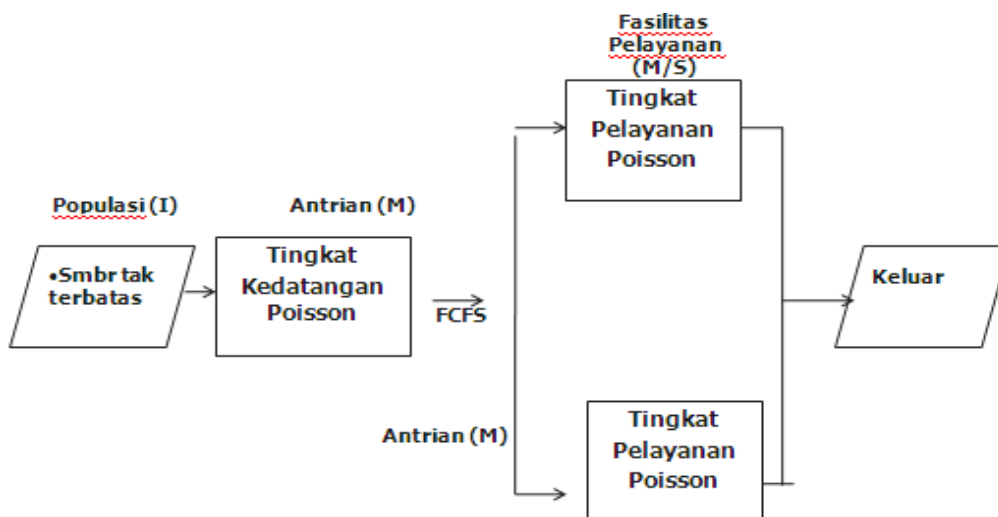


Gambar 2.11 Gambaran Proses Antrian

Perlu diketahui bahwa yang dimaksud dengan pelayan di sini tidak hanya berupa individu (perseorangan), tetapi dapat pula berupa sekelompok orang, mesin, atau peralatan. Demikian pula yang dimaksud dengan langganan atau unit yang membutuhkan pelayanan bukan hanya berupa orang, tetapi dapat berupa item-item misalnya mobil yang menunggu di depan gerbang tol. Mengenai baris penungguan, tidak perlu ada penungguan secara fisik di depan fasilitas pelayanan. Dengan kata lain, anggota antrian boleh tersebar di seluruh area, menunggu seorang (atau sekelompok) pelayan mendatanginya.

2.6 Multiple Channel Single Phase

Multiple Channel Single Phase adalah Antrian tunggal pelayanan ganda, dimana jumlah fasilitas pelayanan pada sistem antrian ini lebih dari satu, untuk melayani satu jalur antrian. Multiple Channel Single Phase sering juga disebut dengan model M/M/S/I dimana huruf M disimbolkan sebagai Antrian, S disimbolkan sebagai server pelayanan, dan I disimbolkan sebagai populasi yang tidak terbatas, dimana terdapat beberapa teller yang dapat melayani para nasabahnya namun fase yang dilewati oleh nasabah untuk melakukan transaksi melalui teller hanya satu kali. Model ini mengasumsikan bahwa kedatangan terjadi menurut input Poisson dengan parameter λ dan waktu pelayanan untuk masing-masing unit mempunyai distribusi eksponensial dengan rata-rata $1/\mu$. Jadi distribusi pelayanan sama, tanpa memperhatikan pelayan mana dari sejumlah S pelayan yang melakukan pelayanan untuk unit. Tingkat pelayanan rata-rata untuk seluruh sistem antrian adalah tingkat rata-rata di mana unit yang sudah dilayani meninggalkan sistem. Tingkat pelayanan rata-rata per pelayan yang sibuk adalah μ , Tingkat pelayanan keseluruhan adalah $\mu n = n\mu$ jika $n \leq S$. Jika $n \geq S$, berarti semua pelayan sibuk sehingga $\mu n = S\mu$. Jika $\lambda < S\mu$ (tingkat kedatangan rata-rata lebih kecil dari tingkat pelayanan rata-rata maks), maka hasil steady statenya dapat dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini



Gambar. 2.12 Model M/M/S/I

Dari asumsi tersebut dapat diperoleh hasil secara statistik sebagai berikut :

P_0 = probabilitas semua saluran (pemberi layanan) menganggur

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^S \frac{(\lambda/\mu)^n}{(n)!} + \frac{(\lambda/\mu)^S}{S!} \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{S\mu}}}$$

P_w = probabilitas semua saluran secara simultan sibuk (utilization factor)

$$P_w = \frac{(\lambda/\mu)^n}{(S!)(S^{n-S})} P_0, \quad \text{jika } n \geq S$$

$$P_w = \frac{(\lambda/\mu)^n}{(n!)} P_0, \quad \text{jika } 0 \leq n \leq S$$

Dengan

$$\rho = \frac{\lambda}{S\mu}$$

L_q = jumlah rata-rata dalam antrian

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda/\mu)^S \rho}{S! (1-\rho)^2}$$

L_s = jumlah rata-rata dalam sistem

$$L_s = \lambda \left(W_q + \frac{1}{\mu} \right) = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

W_q = rata-rata waktu dalam antrian

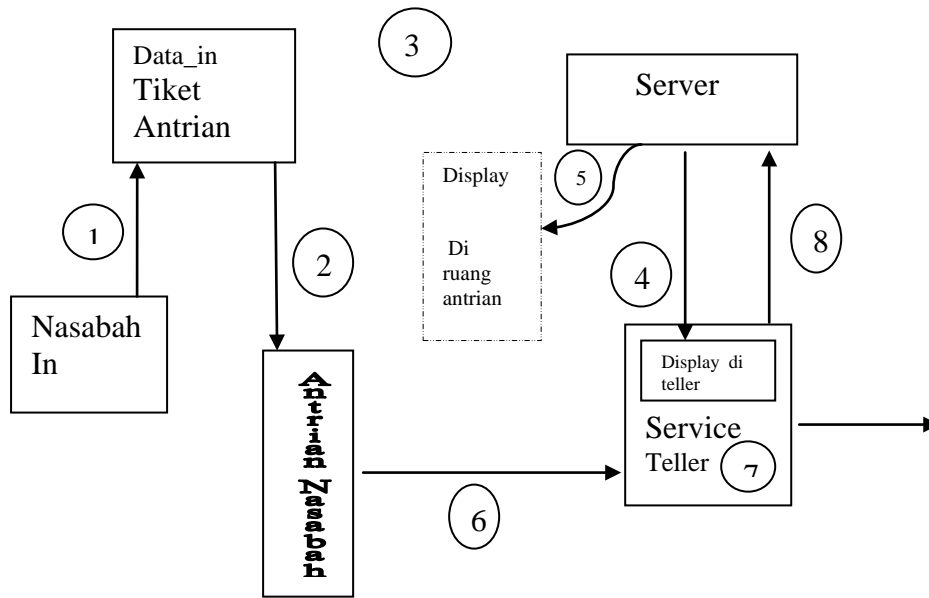
$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

W_s = rata-rata waktu dalam system

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

2.6.1 Penerapan Metode Multiple Channel Single Phase atau Model M/M/S/I

Mekanisme Algoritma pada model M/M/S/I yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.13 dibawah ini



Gambar 2.13 Mekanisme Algoritma pada Model M/M/S/I

Keterangan:

1. Nasabah datang dan mengambil nomor antrian,
2. Nasabah duduk diruang tunggu untuk di panggil nomor antrian yang telah diambil,
3. Nomor antrian aktif, dan data di simpan diserver,
4. Nomor antrian yang tedapat didatabase di tampilkan di display teller,
5. Nomor antrian yang terdapat didatabase di tampilkan di display ruang tunggu antrian,
6. Nasabah dipanggil berdasarkan nomor antrian yang telah diambil di tiket antrian,

7. Nasabah dilayani oleh teller hingga selesai,
8. Teller menekan nomor antrian selanjutnya untuk dilayani, data nomor antrian yang lama berganti dengan nomor antrian berikutnya.

Mengenai baris penungguan, tidak perlu ada penungguan secara fisik di depan fasilitas pelayanan. Dengan kata lain, anggota antrian boleh tersebar di seluruh area, menunggu seorang (atau sekelompok) pelayan mendatangnya.

2.7 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sekelompok komputer otonom (*standalone*) yang terhubung antara satu dengan yang lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media transmisi kabel ataupun tanpa kabel (*wireless*) sehingga dapat berbagi (*sharing*) informasi dan penggunaan sumber daya (**Yani, 2008**).

Manfaat jaringan komputer meliputi manfaat jaringan komputer untuk organisasi / perusahaan dan manfaat jaringan komputer untuk umum. Manfaat jaringan komputer untuk perusahaan adalah sebagai berikut:

- a. *Resource sharing*, yaitu bertujuan agar seluruh sumber daya (program, peralatan, dan data) dapat digunakan oleh setiap orang yang ada pada jaringan tanpa terpengaruh oleh jarak lokasi sumber daya dan pemakai.
- b. Reliabilitas tinggi yaitu adanya sumber-sumber alternatif pengganti jika terjadi masalah pada salah satu perangkat dalam jaringan.
- c. Skalabilitas yaitu kemampuan untuk meningkatkan kinerja sistem secara berangsur-angsur dengan hanya menambahkan sejumlah pemroses.
- d. Penghematan biaya karena lebih ekonomis.
- e. Media komunikasi yang baik bagi para karyawan yang terpisah jauh.

Sedangkan manfaat jaringan komputer untuk umum adalah:

- a. Akses ke informasi yang berada di tempat yang lain (jauh).
- b. Komunikasi orang ke orang (*person to person*).
- c. Hiburan interaktif melalui layanan internet.

Jaringan komputer secara umum dapat dibagi menjadi 4 jenis, yaitu:

- a. LAN (*Local Area Network*). Sebuah LAN adalah jaringan yang dibatasi oleh area yang relatif kecil. Umumnya LAN dibatasi pada suatu area lingkungan seperti sebuah kantor atau sekolah.
- b. MAN (*Metropolitan Area Network*). MAN adalah penggabungan dari beberapa LAN yang biasanya digunakan oleh perusahaan-perusahaan dalam lingkungan hingga seukuran suatu kota.
- c. WAN (*Wide Area Network*). WAN adalah jaringan yang lebih luas dan kompleks daripada MAN yang biasanya mencakup lingkungan suatu benua.
- d. Internet (*Interconnected Network*). Internet adalah sejumlah besar jaringan komputer (*network*) yang membentuk jaringan interkoneksi yang terhubung melalui protokol komunikasi.

2.7.1 Konsep LAN

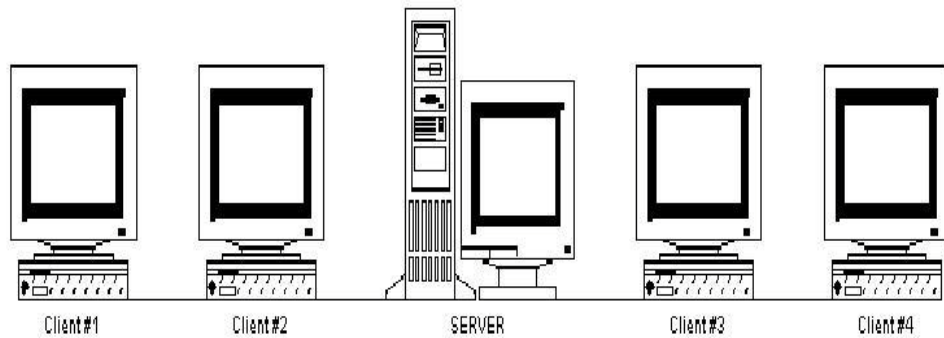
LAN (*Local Area Network*) adalah kumpulan komputer dimana biasanya terdapat beberapa unit komputer sebagai *client* dan 1 unit komputer sebagai *server*. Antara masing-masing *client* maupun antara *client* dan *server* dapat saling bertukar file ataupun menggunakan sumber daya yang terhubung pada unit-unit komputer pada jaringan LAN. Berdasarkan kabel yang digunakan, ada dua cara membuat jaringan LAN, yaitu dengan kabel BNC dan kabel UTP.

Keuntungan jaringan LAN adalah sebagai berikut:

- a. Pertukaran *file* dapat dilakukan dengan mudah (*file sharing*).
- b. Pemakaian *printer* dapat dilakukan oleh semua *client* (*printer sharing*).
- c. *File* data dapat disimpan pada server, sehingga data dapat diakses dari semua *client* menurut otorisasi sekuritas dari semua karyawan, yang dapat dibuat berdasarkan struktur organisasi perusahaan sehingga keamanan data terjamin.
- d. *File* data yang keluar/masuk dari/ke *server* dapat dikontrol.
- e. Resiko kehilangan data oleh virus komputer menjadi sangat kecil sekali.
- f. Proses *backup* data menjadi lebih mudah dan cepat.
- g. Komunikasi antara karyawan dapat dilakukan dengan menggunakan *e-mail* dan *chat*.

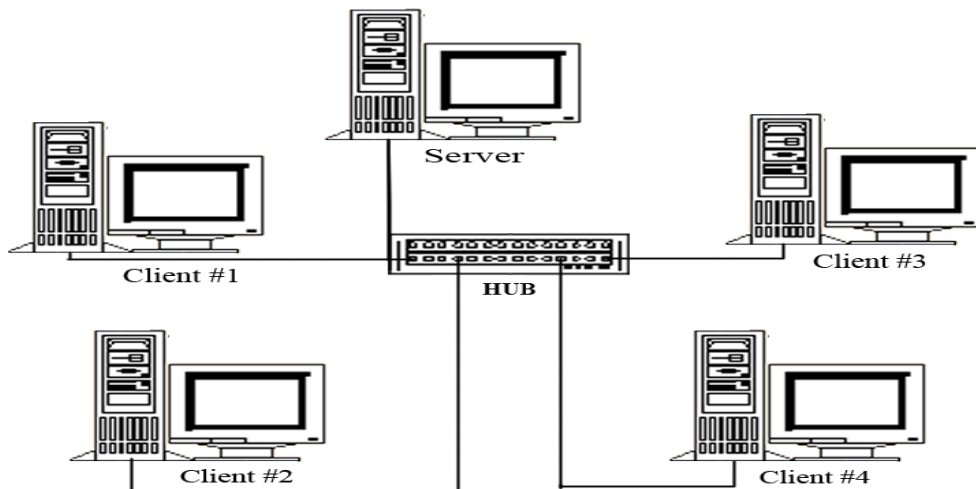
- h. Bila salah satu *client-server* terhubung dengan modem, maka semua atau sebagian komputer pada jaringan LAN dapat mengakses ke jaringan internet atau mengirimkan fax melalui 1 modem.

Jaringan LAN client-server dengan topologi bus menggunakan kabel BNC dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Jaringan LAN menggunakan kabel BNC

Jaringan LAN client-server dengan topologi star menggunakan kabel UTP dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Jaringan LAN menggunakan kabel UTP

Komponen dasar LAN antara lain :

1. *Server*

Merupakan komponen dasar terpenting dari suatu jaringan. Server adalah sebuah komputer yang bertugas mengatur komunikasi antar *workstation* dengan perangkat keras yang terhubung pada *server*. *Server* biasanya dilengkapi dengan sebuah *harddisk* yang dapat dipakai bersama dan aplikasi yang ada pada *harddisk* tersebut dapat diakses oleh semua *workstation*.

2. *Workstation*

Adalah berupa personal komputer PC, yang berfungsi sebagai terminal yang berhubungan dengan server utama dan dapat digunakan sebagai PC yang berdiri sendiri (*personal computer stand alone*) untuk menjalankan paket-paket perangkat lunaknya. *Workstation* dihubungkan ke *server* utama melalui *switch/hub* dan *workstation* pada umumnya berfungsi sebagai *client* dari suatu *server*.

3. *Network Interface Card (NIC)*

Network Interace Card merupakan suatu rangkaian elektronik yang dirancang khusus untuk menangani protokol *network* yang berhubungan dengan perangkat keras.

4. *Link*

Adalah hubungan LAN yang dikenal media transmisi yang umumnya berupa kabel. Disamping itu terdapat juga peralatan yang pada dasarnya berguna memperpanjang jarak capai hubungan tersebut. *Workstation server* tidak dapat berfungsi apabila peralatan tersebut secara fisik tidak saling dihubungkan.

5. Perangkat Lunak dan Aplikasi *Network*

Perangkat Lunak dan Aplikasi *Network* merupakan suatu perangkat lunak yang memungkinkan suatu sistem komputer yang satu dapat berkomunikasi dengan sistem komputer yang lain dan menentukan perbedaan antara jenis komputer LAN yang satu dengan LAN yang lain serta menentukan fasilitas apa saja yang dapat diperoleh dengan menggunakan sistem LAN.

Ada 2 (dua) hal utama yang harus dipertimbangkan ketika merencanakan atau memasang LAN, yaitu komponen *hardware* dan *software* jaringan. Ada tiga kategori utama peralatan yang membentuk komponen *hardware* dari LAN yaitu *server*, sistem komunikasi LAN, dan *workstation*. Jaringan LAN mempunyai sejumlah sifat-sifat

yang umum diantara topologi jaringan yang membentuk konfigurasi. Adapun sifat-sifat tersebut adalah:

1. Fleksibilitas (keluwesan)

Ada berbagai *hardware* dan *software* yang dapat ditempatkan pada *server* LAN. LAN dapat menjalankan aplikasi dengan pemrosesan yang berbeda dan mempunyai kemampuan transfer data.

2. Kecepatan

LAN mempunyai transfer data berkecepatan tinggi. Kecepatan dibutuhkan karena harus ada sejumlah *byte* yang harus dimuatkan pada aplikasi jaringan.

3. Reliabilitas (kehandalan)

LAN harus bekerja secara terus-menerus dan konsisten. LAN dapat dikatakan handal jika semua *workstation*-nya mempunyai akses ke jaringan menurut hak-hak yang telah ditetapkan oleh *administrator* jaringan.

4. *Hardware* dan *Software* yang digunakan bersama-sama.

5. Transparansi *Interface*.

Dengan memiliki transparansi *interface* diharapkan bahwa akses jaringan untuk pemakai tidak akan lebih rumit daripada mengakses fasilitas yang sama dengan menggunakan *interface* yang berbeda.

6. Kemampuan adaptasi

Rancangan LAN yang baik mempunyai kemampuan mengakomodasi berbagai macam *hardware* dan dapat dengan mudah melakukan konfigurasi ulang tanpa mengganggu pemakai.

7. Akses ke LAN lain atau WAN

LAN harus dapat digunakan pemakai untuk mengakses keseluruhan fasilitas dengan menghubungkan LAN ke WAN atau LAN lainnya.

8. Keamanan

9. Pengelolaan terpusat

10. Adanya privatisasi.

2.7.2 Protokol TCP/IP (Transmission Control Protokol/Internet Protokol)

Dalam dunia komunikasi data computer, protocol mengatur bagaimana sebuah komputer berkomunikasi dengan komputer lai. Protokol TCIP/IP adalah sekelompok

protocol yang mengatur komunikasi data komputer ke internet. Komputer-komputer yang terhubung ke internet berkomunikasi dengan protocol ini. Perbedaan komputer dan sistem operasi tidak masalah, karena menggunakan bahasa yang sama, yaitu protocol TCP/IP (Setiawan, 2006).

Misalkan sebuah komputer Macintosh dengan Sun SPRAC terhubung langsung ke internet, maka komputer tersebut dapat berkomunikasi langsung dengan komputer di belahan dunia yang juga terhubung ke internet.

2.7.3 IP address

Setiap komputer dalam suatu jaringan mempunyai identifikasi alamat yang unik. Ada dua metode pengalamatan dalam protocol TCP/IP network :

1. *Static IP addressing*
2. *Dynamic IP addressing*

Dalam mendisain sebuah jaringan komputer, terutama yang terhubung dengan internet, maka perlu menentukan IP address untuk setiap komputer dalam jaringan tersebut. Format IP address merupakan bilangan biner 32 bit yang dipisah oleh tanda pemisah berupa tanda titik setiap 8 bitnya. Tiap 8 bit ini disebut octet. Bentuk IP address adalah sebagai berikut:

XXXXXXXX.XXXXXXXXXX.XXXXXXXXXX.XXXXXXXXXX

Misalnya IP address tersebut adalah 11000000.00000101.00001010.00000011, maka pengelamatan 32 bit tersebut, secara khusus dibagi ke dalam 4 oktet (8 bis section) sebagai berikut

<u>11000000</u>	<u>00000101</u>	<u>00001010</u>	<u>00000011</u>
192	5	10	3

Dan selanjutnya dapat diterjemahkan ke dalam bilangan decimal dengan *range* 0 sampai 255:192.5.10.3

Jika dilihat dari bentuknya, IP address terdiri dari 4 buah octet (8) bit. Nilai terbesar dari bilangan biner 8 bit adalah 255, maka jumlah keseluruhan IP address adalah 255 x 255 x 255 x 255. IP address ini dibagi ke dalam beberapa kelas.

2.7.4 Subnet Mask

Setiap jaringan komputer memerlukan nilai subnet yang dikenal sebagai *subnet mask*. Nilai subnet mask memisahkan *network ID* dengan *host ID*, dan menentukan apakah jaringan yang dimaksud adalah jaringan local atau jaringan *remote*. Untuk jaringan *remote* berarti harus mentransmisi paket data melalui sebuah *router*. Masing-masing subnet mask merupakan pola nomor 32 bit yang merupakan bit *group* dari satu (1) yang menunjukkan *network ID* dan semua nol (0) menunjukkan host ID dari porsi IP address.

2.7.5 Topologi Jaringan Komputer

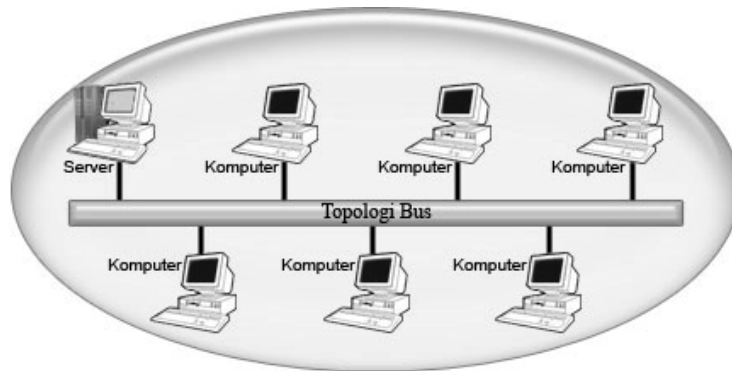
Topologi menggambarkan struktur jaringan, atau bagaimana sebuah jaringan didesain. Dengan kata lain topologi jaringan yang berkaitan erat dengan pengaturan atau *layout* fisik dari komputer, kabel, dan komponen lain pada komputer (Yani, 2008). Adapun topologi fisik yang sering digunakan adalah:

1. Topologi *Bus*

Dalam Topologi ini semua terminal dihubungkan pada sebuah kabel yang membentuk rangkain terbuka. Keuntungannya adalah kemampuan pengembangan jaringan tinggi, tidak dibutuhkan pengendalian pusat, juga jumlah jaringan dapat dikurangi atau ditambah tanpa mengganggu operasi yang sedang berjalan. Kelemahannya adalah apabila terjadi kerusakan pada salah satu kabel transmisi maka seluruh sistem akan mengalami kegagalan dan jika tingkat lalulintas terlalu tinggi dapat terjadi *collision* (tubrukan) data.

Topologi ini juga sering digunakan pada jaringan basis fiber optik (yang kemudian digabungkan dengan topologi star dengan client atau node.)

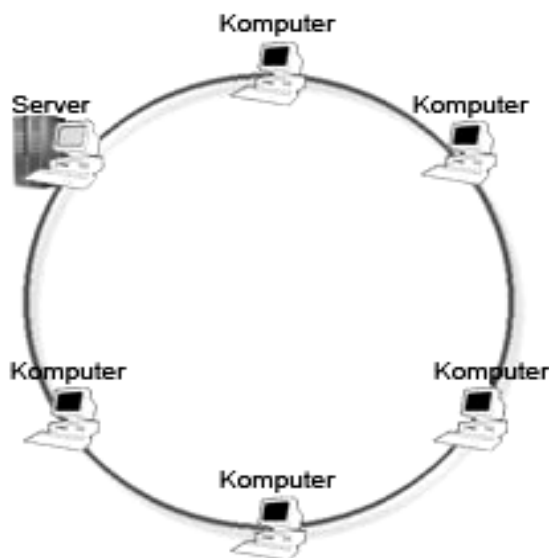
Topologi Bus dapat dilihat seperti pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16. Topologi *Bus*

2. Topologi *Ring*

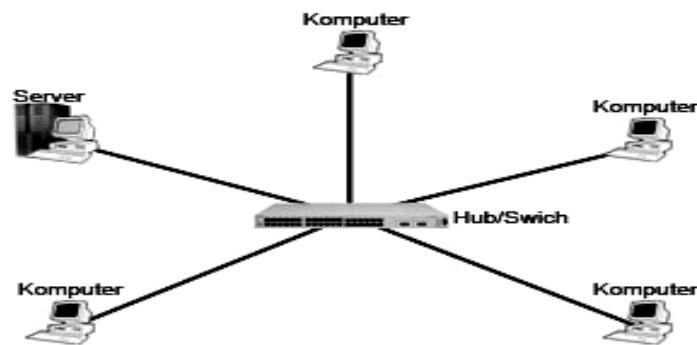
Dalam topologi ring ini setiap terminal saling berhubungan satu terminal dengan terminal lainnya sehingga membentuk suatu rangkaian tertutup yang menyerupai cincin atau lingkaran. Keuntungan dari topologi ini adalah harga instalasi yang lebih murah karena tidak memerlukan host dan laju data yang tinggi. Sedangkan kelemahan dari topologi ring ini adalah bila terjadi gangguan pada salah satu terminal maka akan mengakibatkan kelumpuhan pada jaringan, maupun kerusakan pada media transmisi, maka seluruh sistem akan gagal. Topologi *Ring* dapat dilihat seperti pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Topologi *Ring*

3. Topologi *Star*

Dalam topologi *Star*, setiap *workstation* dihubungkan ke *file server*, tetapi masing-masing *workstation* tidak terhubung satu sama lain. Topologi *Star* ini memiliki titik pusat yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas data. Jika *server* mengalami gangguan maka jaringan juga akan ikut terganggu. Keuntungan topologi adalah fleksibel, pemasangan/perubahan *station* sangat mudah tanpa mengganggu bagian jaringan lain, kemudahan dalam mendeteksi kesalahan maupun kerusakan serta kemudahan dalam pengelolaan jaringan. Kerugian dari topologi ini adalah boros kabel, perlu penanganan khusus dan kontrol terpusat yaitu pada Hub yang menjadi elemen kritis. Topologi *Star* dapat dilihat seperti pada Gambar 2.18.

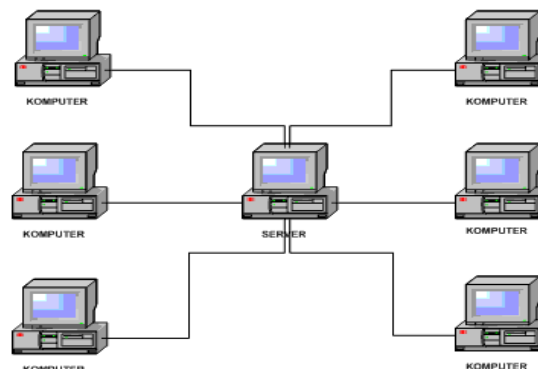


Gambar 2.18. Topologi *Star*

4. Topologi *Mesh*

Topologi jaringan ini menerapkan hubungan antar sentral secara penuh. Jumlah saluran harus disediakan untuk membentuk jaringan *Mesh* adalah jumlah sentral dikurangi 1 ($n-1$, n = jumlah sentral). Tingkat kerumitan jaringan sebanding dengan meningkatnya jumlah sentral yang terpasang. Dengan demikian disamping kurang ekonomis juga relatif mahal dalam pengoperasiannya.

Topologi *Mesh* dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19. Topologi *Mesh*

Dengan bentuk hubungan seperti itu, topologi *mesh* memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

- a. Hubungan *dedicated* links menjamin data langsung dikirimkan ke komputer tujuan tanpa harus melalui komputer lainnya sehingga dapat lebih cepat karena satu link digunakan khusus untuk berkomunikasi dengan komputer yang dituju saja (tidak digunakan secara beramai-ramai/*sharing*).
- b. Memiliki sifat *Robust*, yaitu Apabila terjadi gangguan pada koneksi komputer A dengan komputer B karena rusaknya kabel koneksi (links) antara A dan B, maka gangguan tersebut tidak akan memengaruhi koneksi komputer A dengan komputer lainnya.
- c. *Privacy* dan *security* pada topologi mesh lebih terjamin, karena komunikasi yang terjadi antara dua komputer tidak akan dapat diakses oleh komputer lainnya.

Meskipun demikian, topologi *mesh* bukannya tanpa kekurangan. Beberapa kekurangan yang dapat dicatat yaitu:

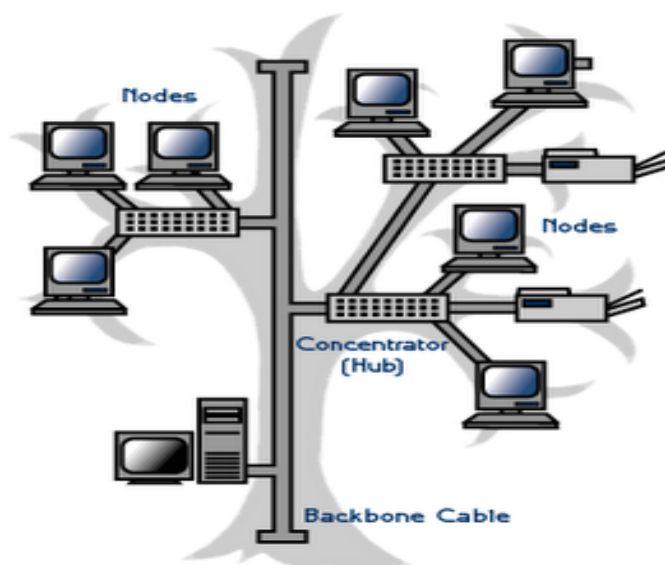
- a. Membutuhkan banyak kabel dan *Port I/O*. semakin banyak komputer di dalam topologi mesh maka diperlukan semakin banyak kabel links dan *port I/O* (lihat rumus penghitungan kebutuhan kabel dan *Port*).
- b. Hal tersebut sekaligus juga mengindikasikan bahwa topologi jenis ini Karena setiap komputer harus terkoneksi secara langsung dengan komputer lainnya maka instalasi dan konfigurasi menjadi lebih sulit.
- c. Banyaknya kabel yang digunakan juga mengisyaratkan perlunya *space* yang memungkinkan di dalam ruangan tempat komputer-komputer tersebut berada.

Berdasarkan kelebihan dan kekurangannya, topologi *mesh* biasanya diimplementasikan pada komputer-komputer utama dimana masing-masing komputer utama tersebut membentuk jaringan tersendiri dengan topologi yang berbeda (*hybrid network*).

5. Topologi *Tree*

Topologi Jaringan Pohon (*Tree*) Topologi jaringan ini disebut juga sebagai topologi jaringan bertingkat. Topologi ini biasanya digunakan untuk interkoneksi antar sentral dengan *hirarki* yang berbeda. Untuk *hirarki* yang lebih rendah digambarkan pada lokasi yang rendah dan semakin keatas mempunyai hirarki semakin tinggi. Topologi jaringan jenis ini cocok digunakan pada sistem jaringan komputer .

Pada jaringan pohon, terdapat beberapa tingkatan simpul (node). Pusat atau simpul yang lebih tinggi tingkatannya, dapat mengatur simpul lain yang lebih rendah tingkatannya. Data yang dikirim perlu melalui simpul pusat terlebih dahulu. Misalnya untuk bergerak dari komputer dengan node-3 kekomputer node-7 seperti halnya pada gambar, data yang ada harus melewati node-3, 5 dan node-6 sebelum berakhir pada node-7. Keunggulan jaringan model pohon seperti ini adalah, dapat terbentuknya suatu kelompok yang dibutuhkan pada setiap saat. Sebagai contoh, perusahaan dapat membentuk kelompok yang terdiri atas terminal pembukuan, serta pada kelompok lain dibentuk untuk terminal penjualan. Adapun kelemahannya adalah, apabila simpul yang lebih tinggi kemudian tidak berfungsi, maka kelompok lainnya yang berada dibawahnya akhirnya juga menjadi tidak efektif. Cara kerja jaringan pohon ini relatif menjadi lambat. Topologi *Tree* dapat dilihat pada Gambar 2.20



Gambar 2.20. Topologi *Tree*

Topologi *Tree* (Pohon) adalah kombinasi karakteristik antara topologi *star* dan topologi *bus*. Topologi ini terdiri atas kumpulan topologi *star* yang dihubungkan dalam satu topologi *bus* sebagai *backbone*. Komputer-komputer dihubungkan ke hub, sedangkan hub lain di hubungkan sebagai jalur tulang punggung atau *backbone*.

6. Topologi *Linier*

Jaringan komputer dengan topologi *linier* biasa disebut dengan topologi *linier bus*, *layout* ini termasuk *layout* umum. Satu kabel utama menghubungkan tiap titik koneksi (komputer) yang dihubungkan dengan konektor yang disebut dengan *T Connector* dan pada ujungnya harus diakhiri dengan sebuah terminator. Konektor yang digunakan bertipe BNC (*British Naval Connector*), sebenarnya BNC adalah nama konektor bukan nama kabelnya, kabel yang digunakan adalah RG 58 (Kabel *Coaxial Thinnet*). Installasi dari topologi *linier bus* ini sangat sederhana dan murah tetapi maksimal terdiri dari 5-7 Komputer.

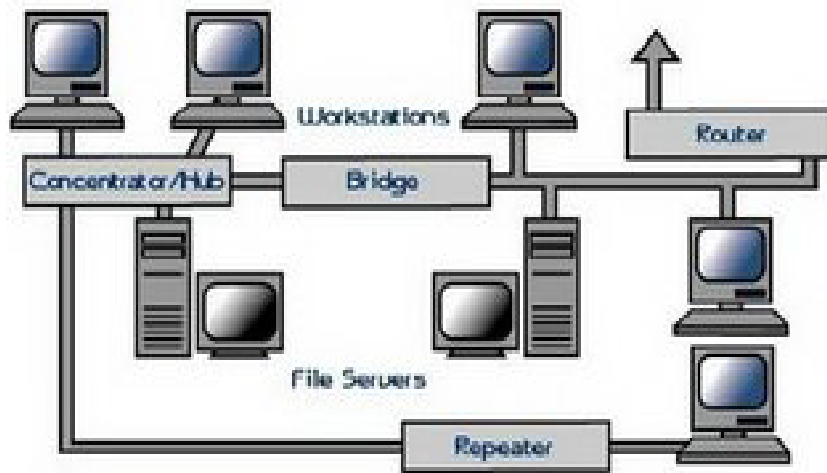
Tipe konektornya terdiri dari :

- a) BNC Kabel konektor —> Untuk menghubungkan kabel ke T konektor.
- b) BNC T konektor —> Untuk menghubungkan kabel ke komputer.
- c) BNC Barrel konektor —> Untuk menyambung 2 kabel BNC.
- d) BNC Terminator —> Untuk menandai akhir dari topologi *bus*.

Keuntungan dan kerugian dari jaringan komputer dengan topologi *linier bus* adalah :

- a) Keuntungan, hemat kabel, *layout* kabel sederhana, mudah dikembangkan, tidak butuh kendali pusat, dan penambahan maupun pengurangan terminal dapat dilakukan tanpa mengganggu operasi yang berjalan.
- b) Kerugian, deteksi dan isolasi kesalahan sangat kecil, kepadatan lalu lintas tinggi, keamanan data kurang terjamin, kecepatan akan menurun bila jumlah pemakai bertambah, dan diperlukan *Repeater* untuk jarak jauh.

Topologi *Linier* dapat dilihat pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21. Topologi *Linier*

2.8 Penelitian Terkait

Dalam penelitian [9], yang berjudul Penerapan Model Simulasi Antrian Multi Channel Single Phase pada Antrian Di Apotek Purnama Semarang, penerapan model simulasi sistem antrian Multi Channel Single Phase bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis tingkat pelayanan di apotek purnama semarang, data yang diperlukan berupa data primer, jumlah pasien yang datang dan yang dilayani setiap hari kerja. Teknik analisis yang digunakan adalah Multi Channel Single Phase, hasil yang didapat dengan menggunakan model Multi Channel Single Phase bahwa jumlah yang diharapkan dari antrian pasien dalam apotek purnama semarang perlu melakukan penambahan fasilitas layanan dari 3 asisten apoteker menjadi 4-7 asisten apoteker. Pada setiap jam kerja dengan penambahan layanan ini dapat menurunkan waktu tunggu rata-rata dari pasien yang sebelumnya 19 menit 5 detik menjadi 10 menit 36 detik, sehingga kinerja pelayanan dapat dicapai sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Menurut [8], dalam penelitian yang berjudul Pengendalian Tenaga Kerja Dengan Menggunakan Teori Antrian di PT. BANK NISP Tbk. Cabang Kesatuan Bogor, pengendalian tenaga kerja pada suatu bank sangatlah penting, karena

berhubungan langsung dengan pelayanan konsumen. Untuk itu suatu bank harus benar-benar memperhatikan pola antrian yang terjadi dari konsumen yang ingin dilayani. Dalam hal ini tentu harus perlu diperhatikan antara ekstra biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk menambah fasilitas layanan baru dengan kerugian-kerugian konsumen karena menunggu karena tidak diadakan penambahan fasilitas pelayanan yang baru. Penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab beberapa pertanyaan sebagai berikut. Bagaimana tingkat pelayanan yang terjadi di bank nisp cabang bogor? Bagaimana karakteristik antrian pada bank nisp? Bagaimana sebaiknya tingkat pelayanan pada bank nisp? Dengan menghitung rata-rata nasabah yang dilayani bagian kasir dengan menggunakan model antrian yang sudah ada, maka diperoleh jawaban atas pertanyaan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PT.Bank NISP Tbk. Cabang kesatuan Bogor memiliki struktur atau layout dari jumlah antrian adalah tunggal atau single dan saluran (channel) adalah 3, berarti lebih dari satu (multiple). Tingkat pelayanan yang diberikan adalah tunggal atau single. Dengan demikian struktur dan tingkat pelayanan di PT.Bank NISP Tbk. Adalah Multi Channel Single Phase. Untuk dapat mengetahui karakteristik antrian Bank NISP cabang kesatuan bogor, selain data kedatangan nasabah diperlukan juga informasi mengenai biaya-biaya yang relevan dengan permasalahan yaitu biaya fasilitas pelayanan dan biaya menunggu.

Didalam skripsi [2]. Yang berjudul Analisis Antrian Model Multi Channel Single Phase Pada Loker Pembayaran Hypermart di Malang Town Square (MATOS), pada saat ini banyak terdapat pasar baik pasar tradisional maupun pasar modern. Pasar modern antara lain mini market dan supermarket. Salah satu supermarket yang berada di Malang yaitu Hypermart yang tepatnya berada di Malang Town Square (MATOS). Masalah yang sering terjadi pada supermarket dan banyak dikeluhkan para pelanggan adalah antrian pada loket pembayaran atau kasir. Oleh karena hal diatas diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana model antrian Multi Channel - Single Phase yang paling representatif pada loket pembayaran Hypermart Malang Town Square (MATOS) dan bagaimana performansi antrian Multi Channel - Single Phase pada loket pembayaran Hypermart Malang Town Square (MATOS).

Terdapat beberapa model antrian yaitu *single channel – single phase*, *single channel – multi phase*, *multi channel – single phase*, dan *multi channel – multi phase*.

Menganalisis model antrian bertujuan menentukan ukuran performansi dari model antrian yang diperoleh. Ukuran dari performansi ini antara lain utilitas pelayanan (ρ), rata – rata banyak individu dalam sistem (L_s), rata – rata banyak individu dalam antrian (L_q), rata – rata waktu menunggu dalam sistem (W_s), dan rata – rata waktu menunggu dalam antrian (W_q).

Penelitian ini dilakukan pada loket pembayaran di Hypermart Malang Town Square (MATOS), pada tanggal 2 Maret – 8 Maret 2010. Pengamatan dilakukan pada pukul 15.30 – 17.00 WIB. Teknik Analisis data yang digunakan untuk menguji distribusi banyak kedatangan menggunakan software EasyFit dengan teknik perangkingan distribusi. Sedangkan untuk menguji distribusi waktu antar kedatangan dan distribusi waktu pelayanan digunakan software Minitab 14 dengan menggunakan ID Plot dan Probability Plot. Dalam menduga parameter distribusi waktu antar kedatangan dan distribusi waktu pelayanan dengan digunakan Probability Plot. Sedangkan dalam menganalisis model antrian untuk memperoleh peformansi digunakan software POM dengan memasukkan nilai laju kedatangan (λ), laju pelayanan (μ), dan jumlah server yang digunakan.

Hasil analisis dan pembahasan diperoleh model antrian yang paling representatif pada loket pembayaran Hypermart Malang Town Square (MATOS) (M/M/1) : (FCFS/ ∞/∞) yang mempunyai arti bahwa model pelayanan tunggal dan distribusi banyak kedatangan berdistribusi Poisson dan waktu antar kedatangan dan waktu pelayan berdistribusi Ekspensial. Disiplin pelayanannya FCFS bermakna pelanggan yang lebih dulu datang maka pelanggan tersebut akan lebih dulu mendapat pelayanan. Sedangkan panjang antrian dan sumber populasinya tak terbatas. Dari hasil perhitungan performansi diperoleh nilai utilitas terbesar 0.95 pada hari Minggu dan yang terkecil 0.4752 pada hari Selasa, hal ini berarti terjadi antrian yang panjang pada hari Minggu dan berlaku sebaliknya. Rata – rata banyak pelanggan antri dalam sistem (L_s) dan rata – rata banyak pelanggan antri dalam antrian (L_q) yang terbanyak terjadi pada hari Minggu dan yang paling sedikit pada hari Selasa. Rata – rata lama waktu menunggu dalam sistem (W_s) dan rata – rata lama waktu menunggu dalam antrian (W_q) yang terlama pada hari Minggu dan tercepat pada hari Selasa. Probabilitas tidak ada individu dalam sistem (P_0) paling kecil pada hari Minggu dan yang paling besar hari Selasa.