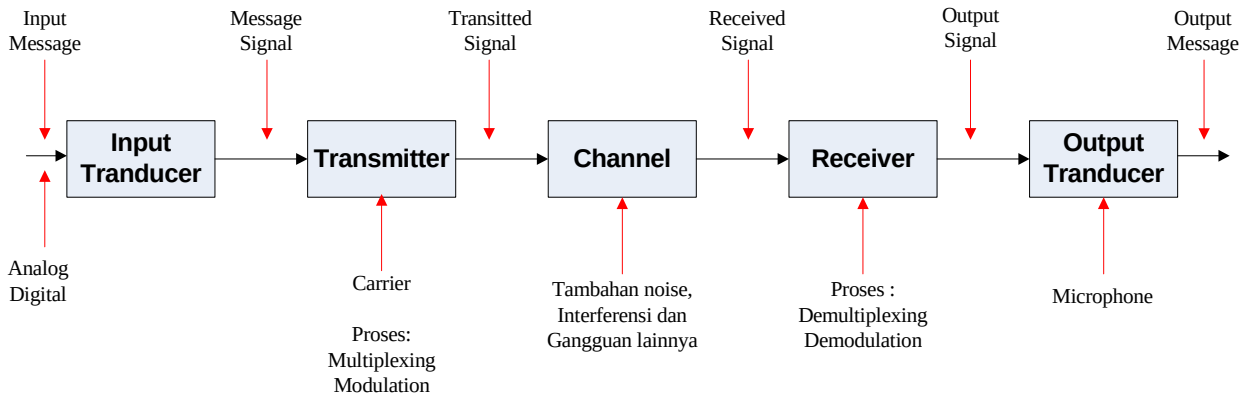
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Komunikasi Data

Komunikasi data terdiri dari 2 kata yaitu, ”Komunikasi” dan ”Data”. Kata ”komunikasi”, dapat diartikan sebagai cara untuk menyampaikan atau menyebarluaskan data, informasi, berita, pikiran, pendapat dalam berbagai bentuk. Manusia dapat melakukan berbagai cara untuk melakukan komunikasi. Seperti misalnya dengan berbicara, berbisik, memukul kentongan sampai pada berkirim surat dengan bantuan kantor pos dan sebagainya. Tetapi komunikasi dengan metode di atas digunakan untuk jarak yang relatif dekat dan terbatas. Kata ”data”, dapat diartikan sebagai informasi yang disajikan oleh isyarat digital biner.



Gambar 2.1 Blok diagram skema sistem komunikasi [1]

Gambar 2.1 diperlihatkan bahwa sinyal analog dan digital dikirimkan berupa pesan-pesan sinyal ke *transmitter* yang didalamnya terjadi proses

multiplexing dan modulation. Kemudian masuk ke bagian channel yang didalamnya mendapatkan beberapa gangguna diantaranya noise, interferensi, dan sebagainya. Kemudian masuk ke bagian *receiver* yang didalamnya terjadi proses demultiplexing dan demodulation untuk selanjutnya keluar menjadi sebuah *output* yang sesuai dengan *input* awal.

Istilah komunikasi data, berhubungan erat dengan pengiriman data menggunakan sistem transmisi elektronik dari satu komputer ke komputer lain atau dari suatu komputer ke terminal tertentu. Data yang dimaksud disini adalah sinyal-sinyal elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sumber data yang dapat ditangkap dan dikirimakn kepada terminal-terminal penerima. Sedangkan yang dimaksud terminal, menurut *International Telecommunications Union-Telephony* adalah *data terminal equipment* atau peralatan untuk terminal suatu data seperti *printer, disk drive, monitor,* papan ketik, *scanner,* dan lin sebagainya.

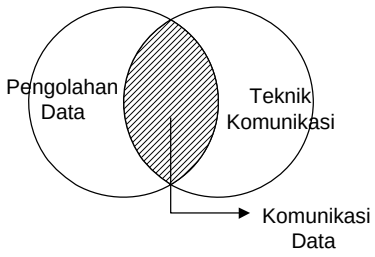
Di bawah ini merupakan beberapa alasan tentang dibutuhkannya suatu teknik komunikasi data yang menghubungkan komputer yang satu dengan komputer lain atau terminal tertentu.

a. Perbedaan lokasi antara lokasi transaksi dengan lokasi pengolahan data atau lokasi dimana data tersebut akan digunakan, sehingga data perlu dikirim ke lokasi pengolahan data dan dikirim lagi ke lokasi yang membutuhkan informasi dari data tersebut
b. Dari sisi waktu lebih efisien dan dari sisi biaya lebih murah mengirim data lewat jalur komunikasi.

c. Suatu organisasi yang mempunyai beberapa lokasi pengolahan data, data dari suatu lokasi pengolahan yang sibuk dapat membagi tugasnya dengan mengirimkan data ke lokasipengolahan lain yang kurang atau tidak sibuk.
d. Untuk keperluan efektifitas biaya, sistem ini dapat menggunakan secara bersama-sama alat-alat yang mahal seperti *printer* berkecepatan tinggi. Alat-alat tersebut sukup dipasang di satu lokasi saja, tetapi dapat diakses dari semua tempat yang terhubung.

Awal tahun 1980 menjadi tonggak revolusi komunikasi data ygn menjadikan jaringan komputer global sebagai media komunikasi yang kemudian berkembang pesat. Komputer dan segala perlengkapan pendukungnya dewasa ini telah menjadi sarana komunikasi efektif dengan kemampuan pengolahan data yang paling luas penggunaannya sehingga hampir seluruh bentuk informasi saat ini melibatkan komputer dalam penanganannya.

Kemudian dengan ditemukannya internet (*Interconnection Networking*), mampu menghubungkan komputer di rumah kepada suatu akses ”tanpa batas” pada komputer-komputer di seluruh dunia, sehingga kita dapat memperoleh informasi yang aktual tanpa harus berlangganan koran, majalah ataupun pergi ke perpustakaan dan lain sebagainya.

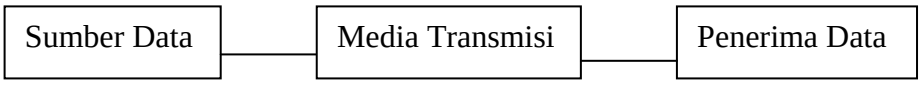


Gambar 2.2 Komunikasi data, perpaduan teknik komunikasi dan pengolahan data [2]

Gambar 2.2 memperlihatkan bahwa komunikasi data berada diantara pengolahan data dan teknik komunikasi.

2.1.1 Elemen-elemen Komunikasi Data

Untuk mengkomunikasikan data dari satu lokasi ke lokasi yang lain, harus tersedia 3 elemen utama sistem yaitu, sumber data, media transmisi, dan penerima. Jika salah satu elemen tidak ada, maka komunikasi tidak akan dapat dilakukan.



Gambar 2.3 Tiga elemen utama komunikasi data [2]

Berikut ini penjelasan dari ketiga elemen komunikasi data yang berada di gambar 2.3 diatas.

a. Sumber Data

Sumber data adalah elemen yang bertugas mengirimkan informasi, misalnya pesawat telepon, telex, terminal dan lain-lain. Tugasnya membangkitkan berita atau informasi dan menempatkannya pada media transmisi. Sumber pada umumnya dilengkapi dengan alat lain (antarmuka atau transducer) yang dapat mengubah informasi yang akan dikirimkan menjadi bentuk yang sesuai dengan media transmisi yang digunakan, misalnya menjadi :

1. Pulsa listrik
2. Gelombang elektromagnetik
3. Pulsa digital seperti pada PCM (*Pulse Code Modulation*)

b. Media Transmisi

Transmisi data merupakan proses pengiriman data dari satu sumber ke penerima data. Beberapa media transmisi dapat digunakan channel (jalur) transmisi atau carrier dari data yang dikirimkan, dapat berupa kabel, gelombang elektromagnetik, dan lain-lain. Dalam hal ini ia bertugas menerima berita yang dikirimkan oleh suatu sumber informasi.

Untuk mengetahui tentang transmisi data lebih lengkap, maka perlu diketahui beberapa hal yang berhubungan dengan proses ini. Hal-hal tersebut menyangkut :

1. Media transmisi
2. Kapasitas dan tipe channel transmisi
3. Kode transmisi yang digunakan

4. Metode transmisi protokol
5. Penanganan kesalahan transmisi

Media transmisi dapat berupa :

1. Sepasang kawat (*twisted pair*)
2. Kabel coaxial
3. Kabel serat optik
4. Gelombang elektromagnetik, dan lain-lain.

Secara umum, media transmisi untuk gelombang elektromagnetik dibagi menjadi :

1. Media Transmisi *Guided*

   Pada media *guided*, gelombang dipandu untuk menuju kepada penerima dan merambat pada suatu media yang kasat mata seperti kabel kawat tembaga, serat optik, dan sebagainya.

2. Media Transmisi *Unguided*

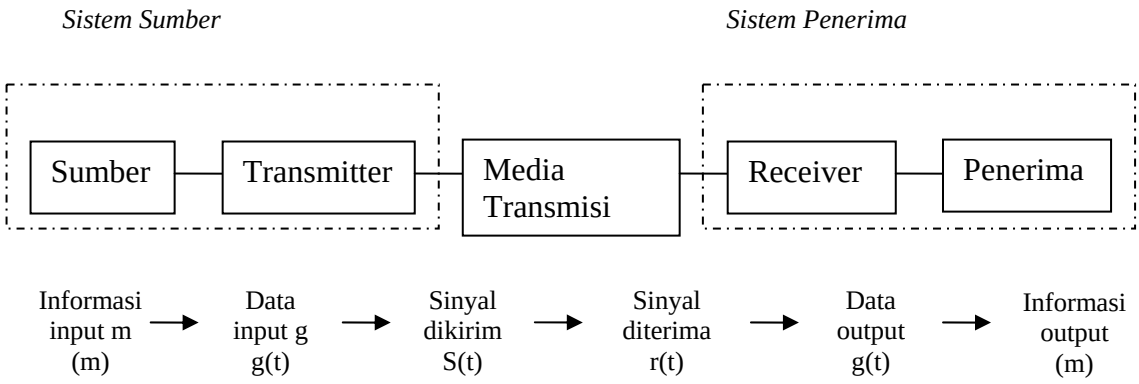
   Media transmisi *unguided* berfungsi untuk mentransmisikan data tetapi tidak bertugas sekaligus untuk memandu atau mengarahkan transmisi. Contoh media transmisi *unguided* antara lain adalah udara, atmosfir, ruang angkasa.

c. Penerima Data

Penerima adalah alat yang menerima data atau informasi, misalnya pesawat telepon, terminal, dan lain-lain. Tugasnya menerima berita yang dikirimkan oleh

suatu sumber informasi. Penerima mempunyai alat lain yang disebut dengan *receiver* yang fungsinya untuk menerima sinyal dari sistem transmisi dan menggabungkannya ke dalam bentuk tertentu yang dapat ditangkap dan digunakan oleh penerima. Contohnya, modem yang berfungsi senagai *receiver*, akan menerima sinyal analog yang dikirimkan melalui kabel telepon dan mengubahnya menjadi suatu digital bit *stream* agar dapat ditangkap oleh komputer penerima.

Jika digambarkan lebih lanjut, maka tiga elemen komunikasi data tersebut dapat dijabarkan dalam model komunikasi sebagai berikut.



Gambar 2.4 Salah satu model komunikasi data [2]

Elemen utama dari gambar 2.4

1. Sumber

   Contoh, telepon dan PC *(Personal Computer).*

2. Transmitter

   Contoh, modem merubah sinyal digital ke analog.

3. Media transmisi

   Contoh, kabel distribusi dari rumah ke tiang telepon.

4. Receiver

   Contoh, modme merubah sinyal analog ke digital.

5. Penerima (tujuan)

   Contoh, telepon dan PC

Berikut penjelasan dari gambar 2.4 :

1. Informasi Input

Informasi input, berarti sesuatu yang akan diberikan oleh sumber data yang merupakan bentuk asli dari data. Informasi input akan yang dikirimkan diberi label *m*.

2. Data Input

Data input merupakan sesuatu yang diwakili oleh fakta, konsep atau instruksi yang berbentuk sesuai dengan cara berkomunikasi. Informasi yang berasal dari informasi input untuk selanjutnya akan diwakili oleh data yang diberi label *g*, yang bila berada dalam *transmitter* atau *receiver* dapat berfungsi sebagai fungsi waktu *g(t)*.

Data input *g(t)* akan dikirimkan kepada sistem transmisi.

3. Sinyal Dikirim

Sistem transmisi akan ditangkap sebagai sinyal yang dikirim *s(t)*. Sinyal akan ditransmisikan melalui media transmisi dan pada salah satu ujung.

4. Sinyal Diterima

Sinyal yang ditransmisikan akan diterima berupa sinyal *r(t)* yang mungkin akan berbeda dari sinyal *s(t)*.

5. Data Output

Selanjutnya sinyal akan akan dikonversi oleh *receiver* kedalam bentuk yang sesuai dengan bentuk *output receiver* yang akan dikonversi menjadi sinyal *g(t)* atau data *g* yang memiliki bentuk mirip dengan sinyal input.

6. Informasi output

Pada akhirnya informasi *m* akan dapat ditampilkan oleh peralatan output dari sistem penerima.

2.1.2 Metode Transmisi Data

Transmisi data merupakan proses pengiriman data dari sumbar data ke penerima data melalui media pengiriman tertentu. Keberhasilan sebuah transmisi akan sangat dipengaruhi oleh mutu data yang ditransmisikan dan jenis media transmisi yang dipergunakan.

Data yang ditransmisikan akan diubah menjadi sinyal-sinyal elektromagnetik. Sinyal-sinyal tersebut dapat berupa sinyal analog maupun sinyal digital.

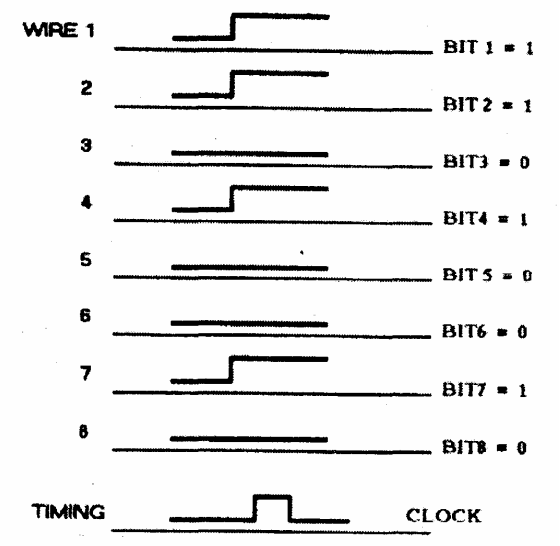
Beberapa metode tentang metode transmisi data dipaparkan dibawah ini.

2.1.2.1 Metode Transmisi Paralel dan Seri

a. Metode Transmisi Paralel

Suatu pengiriman data disebut paralel, jika sekelompok bit data ditransimisikan secara bersama-sama dan melewati beberapa jalur transmisi. Pada metode pengiriman paralel, bit-bit yang membentuk karakter dikirimkan secara serempak melewati sejumlah penghantar yang terpisah.

Suatu bit dari sautu karakter ditansmisikan melewati saluran masing-masing. Metode ini juga menggunakan sinyal *strobe* atau *clock* yang melewati satu saluran tambahan untuk memberi tanda kepada *receiver* pada saat ada bit yang melewati saluran masing-masing sehingga nilainya dapat disusun.



Gambar 2.5 Contoh transmisi paralel [2]

Gambar 2.5 di atas merupakan contoh transmisi paralel untuk karakter ASCII *(Amrican Standard Code for Information Interchange)* ”K” *even parity*. Pada gambar tersebut bisa diamati bahwa karakter ”K” *even parity* 11010010 dikirimkan secara serentak setiap bitnya menggunakan delapan jalur yang berbeda sehingga *timing* yang diperlukan cukup pendek.

Metode pengiriman paralel ini biasa digunakan oleh jaringan PC atau beberapa sistem digital yang lain karena proses transmisi yang lebih cepat. Sistem ini akan lebih efektif jiga digunakan untuk transmisi data yang memiliki jarak tidak terlalu jauh.

b. Metode Transmisi seri

Suatu pengiriman data disebut seri, jika bit-bit data tersebut ditransmisikan satu demi satu melewati saluran yang sama. Metode pengiriman seri digunakan untuk hubungan dengan jarak yang relatif lebih jauh. Data paralel internal komputer dimasukkan ke pengubah paralel ke seri. Kanal seri mengirimkan setiap karakter per elemen sehingga hanya diperlukan dua penghantar yaitu kirim data dan terima data.

Jika data pada gambar 2.5 (karakter ASCII ”K” *even parity*) ditransmisikan secara seri maka dapat dilihat pengiriman datanya sebagai berikut.



Gambar 2.6 Contoh transmisi serial [2]

Pada gambar 2.6 bisa dilihat bahwa pada transmisi serial akan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan transmisi paralel.

2.1.2.2 Metode Transmisi Sinkron dan Tidak Sinkron

Sistem komunikasi data modern, biasanya merupakan sistem gabungan dari metode transmisi data sinkron dan tidak sinkron. Keuntungan metode gabungan ini adalah menyeleksi mana sistem yang lebih baik akan bekerja dan sistem lainnya yang tidak efektif akan mengundurkan diri. Metode gabungan ini kompatibel untuk berbagai sistem, tetapi diperlukan rangkaian khusus yang menjembatani jarak antara keduanya jika salah satu diperlukan.

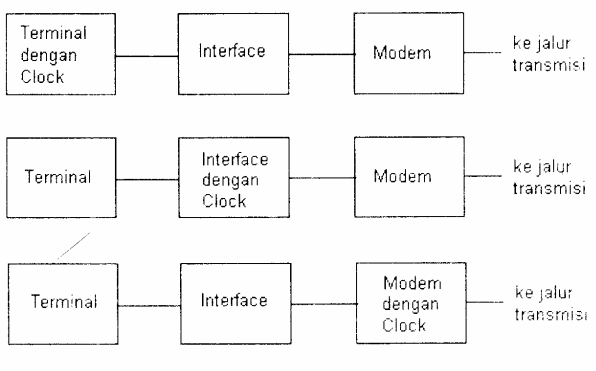
a. Metode Transmisi Sinkron *(Synchronous)*

Transmisi data disebut sinkron jika waktu kirim dan terima atau lamanya penerimaan setiap bit ditentukan secara pasti sebelum bit tersebut dikirim dan diterima.

Pada transmisi sinkron, data dikirim dalam bentuk berkelompok (blok) dalam kecepatan yang tetap tanpa bit awal dan bit akhir. Awalan blok *(start block)* dan akhiran blok *(stop block)* diidentifikasikan dalam bentuk *bytes* dengan susunan yang spesifik. *Clok* penerima dioperasikan secara kontinyu dan dikunci agar sama dengan *clock* yang diterima pengirim.

Untuk mendapatkan keadaan yang sesuai, informasi *clock* harus dikirimakan melalui jalur yang sama bersama-sama dengan data dan memnafaatkan metode pengkodean tertentu sehingga informasi *clock* dapat diikutsertakan. Data

dikirimkan terus-menerus tanpa adanya gap atau pembatas sehingga diperlukan adanya *buffering* yang baik pada pengiriman dan penerima. Sedangkan *clock* dapat ditempatkan di bagian terminal, pada perangkat *interface*, ataupun pada bagian modem.



Gambar 2.7 Tiga alternatif penempatan *clock* [2]

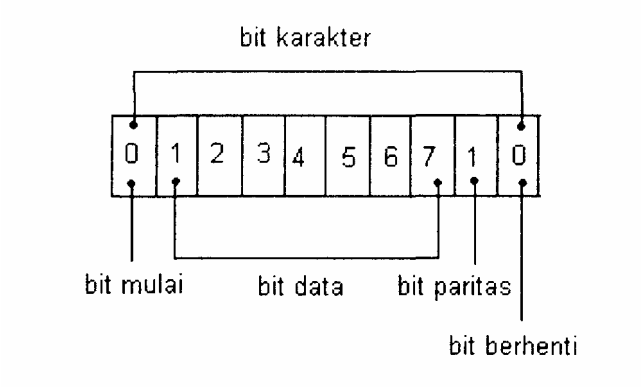
Pada transmisi sinkron ini, interval antara waktu bit terakhir dari suatu karakter dengan bit pertama dari karakter berikutnya adalah nol (0) atau kelipatan bulat dari periode waktu yang diperlukan untuk mengirim sebuah karakter.

Saluran-saluran sinkron banyak dimanfaatkan pada *host* jaringan komputer. Hal itu mengingat throughput yang lebih besar yang diperlukan untuk sejumlah terminal yang dihubungkan pada bagian CPU.

b. Metode Tidak Sinkron *(Asynchronous)*

Transmisi data disebut tidak sinkron jika waktu kirim dan terima atau lamanya penerimaan setiap bit tidak ditentukan oleh karakter sebelumnya.

Transmisi tidak sinkron memiliki bit awalan *(start block)* dan bit akhiran *(stop block)*. Pada transmisi ini, informasi akan diuraikan menjadi karakter dan masing-masing karakter tersebut memiliki bit yang diidentifikasikan sebagai awalan blok dan bit akhiran blok.



Gambar 2.8 Bit yang akan dikirim [2]

Clock penerima dibangkitkan secara lokal didalam penerima dan tetap dijaga agar sesuai dengan *clock* pengirim. Bit awal dan bit akhir yang dikirimkan tidak membawa informasi tetapi hanya menunjukan awal dan akhir setiap karakter. Seperti pada gambar 2.8, terlihat bahwa setiap karakter memiliki panjang 10 bit dengan perincian sebagai berikut :

1. 1 bit awalan blok.
2. 1 bit akhiran blok.
3. T bit berisi data.
4. 1 bit sebagai paritas (bit ke delapan).

Sistem tidak sinkron tidak begitu efisien karena hanya 7 dari 10 bit karakter yang dikirim berisikan informasi sesungguhnya, sedangkan 3 informasi hanya sebagai pelengkap pengiriman.

Saluran tidak sinkron banyak digunakan untuk komunikasi terminal-terminal dalam lingkungan rumah, contoh menghubungkan *printer, scanner* atau peralatan eksternal lainnya ke PC.

Sedangakan kelemahan metode transmisi tidak sinkron adalah hanya cocok digunakan untuk laju transmisi yang rendah.

2.1.2.3 Metode Transmisi *Simpleks Line, Half Duplex, dan Full Duplex*

a. Metode Transmisi *Simpleks Line*

Metode ini hanya mampu mengirimkan data satu arah dan pada satu waktu.

b. Metode Transmisi *Half Duplex*

Suatu sistem komunikasi dikatakan memiliki metode transmisi *half duplex*, jika pada sistem komunikasi ini mampu mengirimkan data bolak-balik dua arah, tetapi pada satu waktu hanya mampu mengirimkan satu arah saja.

c. Metode Transmisi *Full Duplex*

Suatu sistem komunikasi dikatakan memiliki metode transmisi *full duplex*, jika pada sistem komunikasi ini dapat mengirimkan data dalam dua arah dalam waktu yang sama.

2.1.3 Terminal Komunikasi Data

Komunikasi data membutuhkan suatu perangkat terminal data atau *Data Terminal Equipment* (DTE) adalah perangkat yang befungsi untuk mengirim serta menerima data dan informasi dari tempat lain, contoh *printer, disk drive, monitor,* papan ketik, *scanner,* dan sebagainya.

Terminal-terminal tersebut dapat dikategorikan menjadi dua kelompok berdasarkan metode pengiriman data ke jalur transmisi sebagai berikut.

a. Terminal yang melakukan pengiriman data ke jalur transmisi dengan dikendalikan oleh operator manusia. Semua terminal non sinkron tanpa *buffer* (penyangga) termasuk dalam kategori ini. Contoh, setiap kali tombol pada papan ketik ditekan, karakter langsung dikirim.
b. Terminal berisi sebuah penyimpanan penyangga dan data masukkan akan dibawa ke penyimpanansampai terminal diberi komando oleh komputer untuk mengirimkan data yang tersimpan.

2.1.4 Kendala-kendala Komunikasi Data

Menurut DC Green dalam bukunya yang berjudul *Data Communication* mencatat adanya tiga kendala pokok komunikasi data yaitu :

a. Waktu Tanggap Sistem

Waktu tanggap sistem merupakan ukuran kecepatan sistem dalam memberikan tanggapan atas input data yang dimasukkan.

b. Troughput

Troughput merupakan ukuran beban dari sistem, yaitu persentase wajtu yang diberikan untuk pengiriman data dengan melewati media transmisi tertentu. Agar tercapai sistem yang efektif, maka ukuran keluaran sistem harus setinggi mungkin sehingga dapat memaksimalkan pemakaian jalur dan terminal yang investasinya sangat mahal.

c. Faktor Manusia

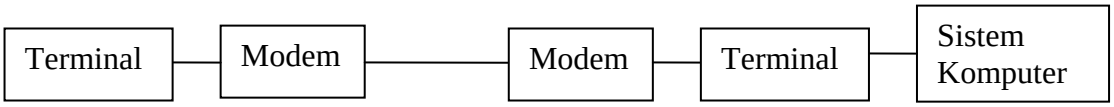
Manusia merupakan perancang, pembuat sekaligus pengguna sistem. Faktor manusia merupakan faktor yang sangat dominan dan menentukan lancar atau tidaknya sistem. Pengguna yang kurang akan dapat menyebabkan kesalahan memberikan input data pada terminal sehingga menghambat proses kerja sistem. Untuk itu, terminal-terminal harus dapat dioperasikan semudah mungkin sehingga mengurangi faktor kesalahan manusia dan mempertinggi kecepatan operasi.

2.1.5 Bentuk-bentuk Komunikasi Data

Berdasarkan bentuk-bentuk penerapannya, sistem komunikasi data dapat berupa *Off-Line Communications System* atau *On-Line Communications System*.

2.1.5.1 Sistem Komunikasi *Off-Line*

Sistem komunikasi *Off-Line* adalah suatu sistem pengiriman melalui fasilitas telekomunikasi dari satu lokasi ke pusat pengolahan data, tetapi data yang dikirim tidak langsung diproses oleh CPU *(Central Processing Unit)*.



Gambar 2.9 Sistem komunikasi data *off-line* [2]

Seperti pada yang terlihat pada gambar 2.9, dimana data yang diproses dibaca oleh terminal, kemudian dengan menggunakan modem, data tersebut dikirim melalui telekomunikasi. Di tempat tujuan data diterima juga oleh modem, kemudian oleh terminal, data disimpan ke alamat perekam seperti pada disket, *magnetic tape,* dan lain-lain.

a. Terminal

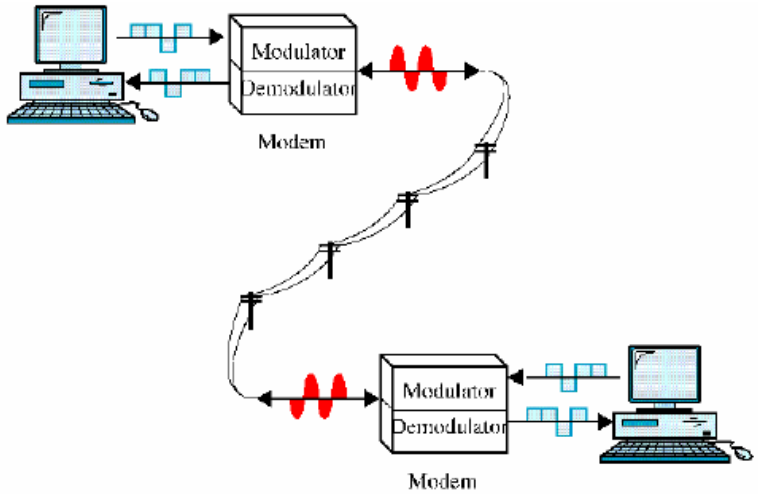
Terminal adalah suatu alat input/output yang digunakan untuk mengirim data dan menerima data jarak jauh dengan menggunakan fasilitas telekomunikasi. Contoh dari peralatan terminal, *magnetic tape, disk drive, paper tape*.

b. Modem

Modem berasal dari singkatan **MO**dulator **DEM**odulator. Perangkat keras ini digunakan untuk mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog sehingga data dari komputer bisa dikirimkan melalui saluran telepon atau saluran lainnya. Dalam kerjanya, modem melakukan proses modulasi dan demodulasi terhadap data yang dipancarkan. Modem menerima rangkaian pulsa biner dari periferal komputer, kemudian memodulasi karakteristik sinyal analog (level tegangan, frekuensi) agar dapat disalurkan melalui saluran telepon atau saluran kabel.

Sedangkan pada sisi penerima, sinyal yang ditumpangi ini oleh rangkaian demodulator dipisahkan kembali dari sinyal yang menumpanginya sehingga dapat dibaca oleh komputer, proses ini dinamakan demodulasi.

Sedangkan modulasi merupakan proses pengubahan informasi menjadi bentuk yang sesuai dengan media transmisi.



Gambar 2.10 Konsep modem [3]

Gambar 2.10 memperlihatkan bahwa sinyal digital yang dikirimkan oleh komputer pengirim terlebih dahulu diubah menjadi bentuk sinyal analog oleh modem untuk selanjutnya dikirimkan melalui saluran telepon. Pada komputer penerima, sinyal analog tersebut diubah oleh modem menjadi sinyal digital agar dapat dibaca oleh komputer.

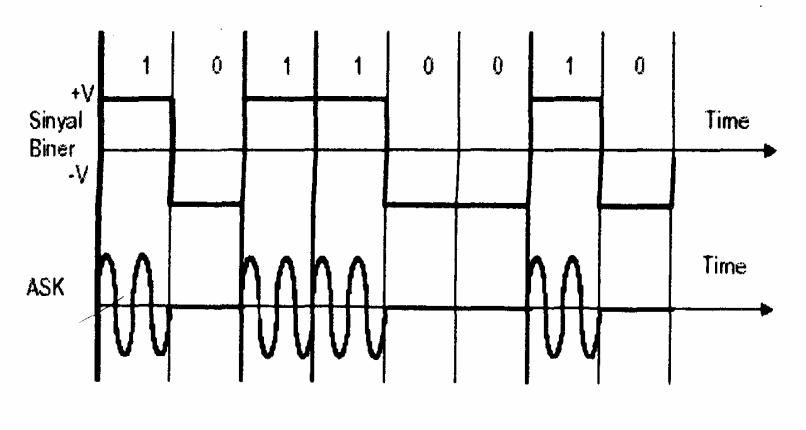
Komputer pengrim mengirimkan sinyal digital ke saluran telepon yang terlebih dahulu diubah menjadi sinyal analog oleh modem. Pada komputer

penerima, sinyal analog yang diterima dari saluran telepon masuk ke modem untuk diubah menjadi sinyal digital agar dapat ditampilkan di komputer.

Secara umum, ada tiga jenis teknik modulasi yang dapat diterapkan untuk melakukan transformasi data yaitu teknik *Amplitudo Shift Keying* (ASK), *Frequency Shift Keying* (FSK), *Phase Shift Keying* (PSK).

1. Teknik *Amplitudo Shift Keying* (ASK)

   Teknik ASK pada umumnya digunakan mentransmisikan sinyal digital pada serat optik yaitu dengan sensor yang menyatakan nilai biner 1 sebagai tanda adanya cahaya dan biner 0 sebagai tanda tidak adanya cahaya.



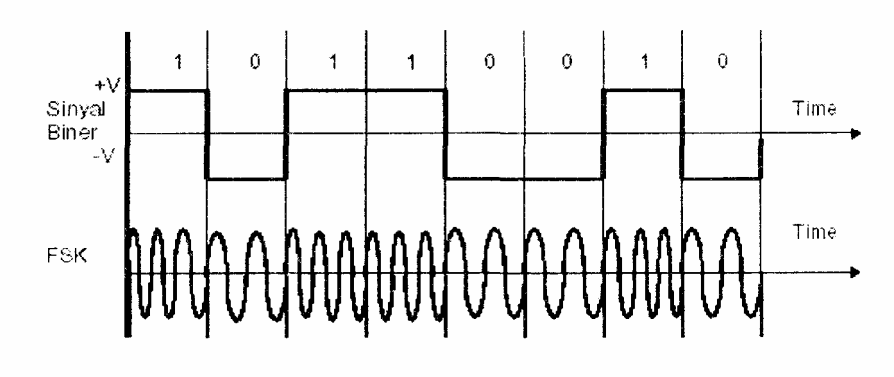
Gambar 2.11 Jenis modulasi ASK [2]

Pada gambar 2.11 terlihat bahwa untuk nilai biner 1 terdapat gelombang frekuensi, sedangkan nilai biner 0 tidak terdapat gelombang.

Sinyal ASK mudah terpengaruh oleh *noise* dan *distorsi* yang mengenai media transmisi sehingga tidak diterapkan secara luas untuk mengkonversi data biner pada PSTN *(Public Switcehed Telephone Network)*.

2. Teknik *Frequency Shift Keying* (FSK)

Teknik FSK banyak dipergunakan pada PSTN yang memiliki rangkaian *switching* sederhana dan *bandwith* rendah, sehingga modem yang sesuai dengan teknik ini adalah modem dengan kecepatan transfer tidak terlalu tinggi.



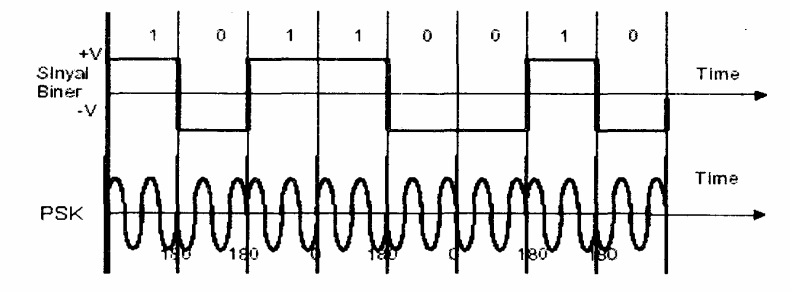
Gambar 2.12 Jenis modulasi FSK [2]

Pada gambar 2.12 terlihat bahwa nilai biner 1 ditunjukkan dengan gelombang frekuensi tinggi (gelombang frekuensinya lebih rapat), dan nilai biner 0 ditunjukkan dengan gelombang frekuensi rendah (gelombang frekuensinya lebih renggang).

Teknik FSK mewakili dua biner dengan dua buah frekuensi yang letaknya berdekatan dengan frekuensi tengah.

3. Teknik *Phase Shift Keying* (PSK)

Teknik PSK merupakan jenis modulasi *phase* yang digunakan untuk memodulasi data biner 1 dan 0 dengan perbedaan *phase* sebesar 180 derajat pada setip perubahan data biner.



Gambar 2.13 Jenis modulasi PSK [2]

Pada gambar 2.13 terlihat bahwa tidak terdapat perubahan gelombang frekuensi, ini dikarenakan pada Teknik *Phase Shift Keying* (PSK) yang berubah adalah fase.

Modulasi PSK banyak digunakan pada PSTN terutama untuk modem yang memiliki kecepatan antara 2400-9600 bps. Tetapi untuk kecepatan mulai dengan 14400 bps terjadi penggabungan teknik-teknik modulasi.

PSK memiliki kelebihan untuk menambahefisiensi dalam *bandwith* yang terbatas. Hal ini membuat setiap penggambaran *phase* dapat digunakan untuk mewakili lebih dari satu elemen sinyal.

c. Sistem Komputer

Komputer merupakan perangkat utama untuk pemrosesan data yang akan menerima input data dari setiap terminal dan menghasilkan output yang dapat berupa informasi yang diinginkan oleh pengguna sistem.

d. Jalur Komunikasi

Jalur komunikasi adalah fasilitas telekomunikasi yang sering digunakan, seperti : telepon, telegraf, telex, dan dapat juga dengan fasilitas lainnya.

2.1.5.2 Sistem Komunikasi *On-Line*

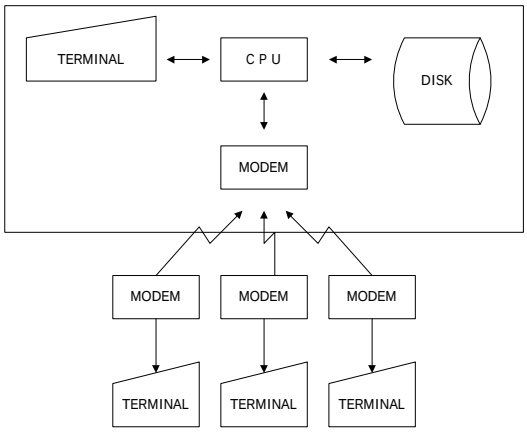
Pada sistem komunikasi *on-line* data yang dikirim melalui terminal dapat langsung diolah oleh pusat komputar, dalam hal ini CPU.

Sistem komunikasi *on-line* dapat berbentuk :

a. Realtime System

Sistem *realtime* merupakan suatu sistem pengolahan data yang membutuhkan tingkat transaksi dengan kecepatan tinggi. Hal ini mengingat bahwa kebutuhan transaksi harus diperoleh pada saat yang sama, sebagai bagian dari pengendalian sistem secara keseluruhan.

Pada sistem *realtime*, pengolahan data harus berpusat pada CPU yang relatif besar karena sistem ini didukung dengan sistem operasi yang rumitdan sistem aplikasi yang panjang dan kompleks. Hal itu juga mengingat diperlukannya memori penyimpanan yang cukup besar untuk menampung antrian data pesan-pesan dari setipa terminal.



Gambar 2.14 *Reltime system* [2]

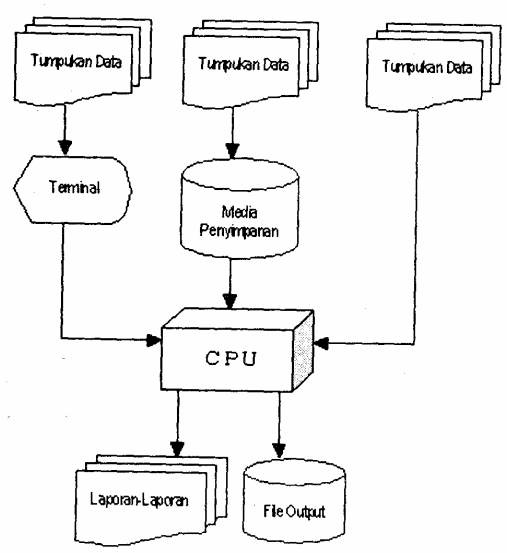
Sistem *realtime* memungkinkan penghapusan waktu yang diperlukan untuk pengumpulan data dan distribusi data. Dalam hal ini berlaku komunikasi dua arah, yaitu pengiriman dan penerimaan respon dari pusat komputer dalam waktu yang relatif cepat. Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada gambar 2.14.

Penggunaan sistem ini memerlukan suatu teknik dalam hal sistem disain, dan pemrograman, hal ini disebabkan karena pada pusat komputer dibutuhkan suatu bank data atau *database* yang siap untuk setip kebutuhan.

Biasanya peralatan yang digunakan sebagai *database* adalah *magnetic disk storage*, karena dapat mengolah secara *direct access* (akses langsung), dan perlu diketahui bahwa pada sistem ini menggunakan kemampuan multiprogramming, untuk melayani berbagai macam keperluan dalam satu waktu yang sama.

b. *Batch Processing System*

Sistem *Batch processing system* merupakan teknik pengolahan data dengan menumpuk data terlebih dahulu dan diatur pengelompokan data tersebut dalam kelompok-kelompok yang disebut *batch*. Jadi pada dasarnya, sistem ini akan memproses suatu data setelah data itu terkumpul atau tertumpuk terlebih dahulu. Setiap *batch* ditandai dengan identitas tertentu serta informasi mengenai data-data yang terdapat dalam *batch* tersebut.

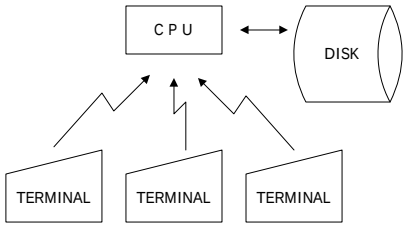


Gambar 2.15 *Batch processing system* [2]

Dalam sistem *batch* ini, setumpuk dokumen dikumpulkan dan dirubah kedalam file-file input yang bisa terbaca komputer baik berupa *punch card* ataupun *disk.* Hal ini bisa diamati pada gambar 2.15. File input tersebut kemudian diproses oleh CPU untuk menghasilkan file-file output baik dalam bentuk *hard copy*, maupun file dalam media penyimpanan *ekternal* lain.

c. *Time Sharing System*

Time sharing system adalah suatu teknik penggunaan *online system* oleh beberapa pemakai secara bergantian menurut waktu yang diperlukan pemakai (lihat gambar 2.16). Disebabkan waktu pekembangan proses CPU semakin cepat, sedangkan alat input-output tidak dapat mengimbangi kecepatan dari CPU, maka kecepatan dari CPU dapat digunakan secara efisien dengan melayani beberapa alat input/output secara bergantian.

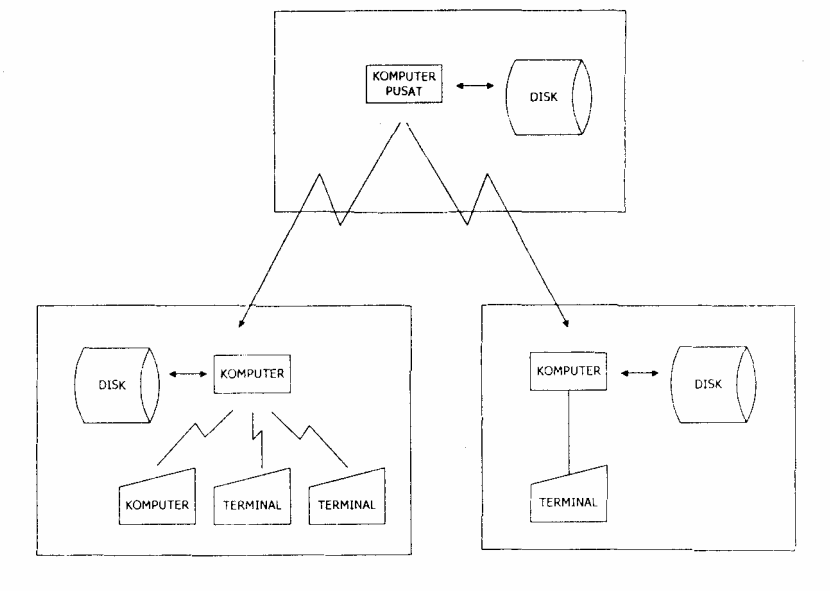


Gambar 2.16 *Time sharing system* [2]

Salah satu penggunaan *Time sharing system* ini dapat dilihat dalam pemakaian suatu *teller* terminal pada suatu bank. Bilamana seorang nasabah datang ke bank tersebut untuk menyimpan uang atau mengambil uang, maka buku tabungannya ditempatkan pada terminal. Dan oleh operator pada terminal tersebut dicatat melalui papan ketik, kemudian data tersebut dikirim secara langsung ke pusat komputer, memprosesnya, menghitung jumlah uang seperti yang dikehendaki, dan mencetaknya pada buku tabungan tersebut untuk transaksi yang baru saja dilakukan.

d. *Distributed Data Processing System*

Distributed data processing (DDP) *system* merupakan bentuk yang sering digunakan sekarang sebagai perkembangan dari *time sharing system*. Bila beberapa sistem komputer yang bebas tersebar yang masing-masing dapat memproses data sendiri dan dihubungkan dengan jaringan telekomunikasi, maka istilah *time sharing* sudah tidak tepat lagi. DDP sistem dapat didefinisikan sebagai suatu sistem komputer interaktif yang terpencar secara geografis dan dihubungakan dengan jalur telekomunikasi dan setipa komputer mampu memproses data secara mandiri dan mempunyai kemampuan berhubungan dengan komputer lain dalam suatu sistem.



Gambar 2.17 DDP sistem [2]

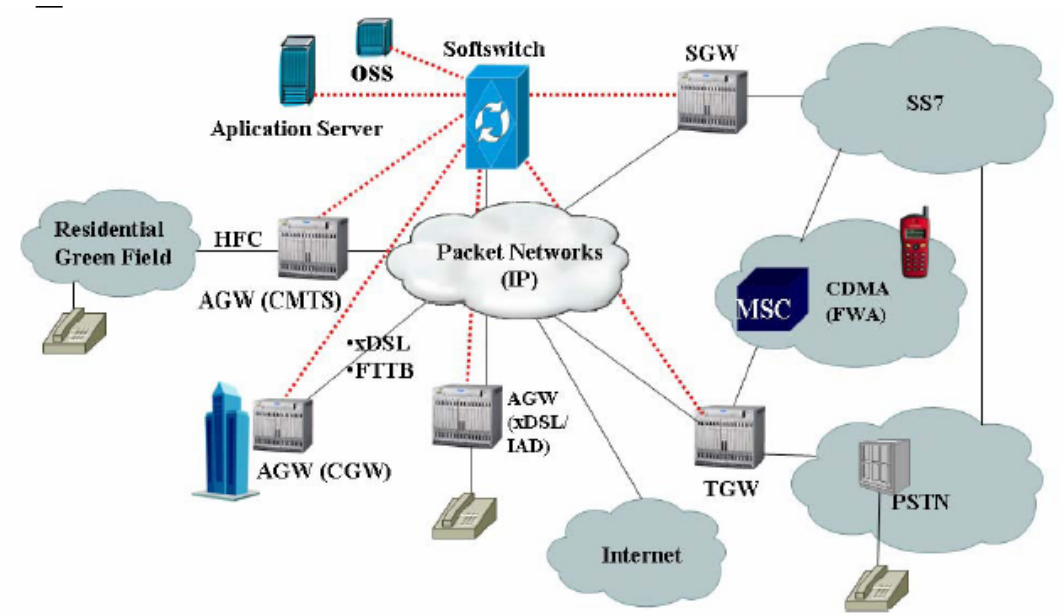
Setiap lokasi menggunakan komputer yang lebih kecil dari komputer pusat dan mempunyai simpanan luar sendiri serta dapat melakukan pengolahan data sendiri.

2.2 Telekomunikasi

Telekomunikasi adalah teknik pengiriman pesan, dari suatu tempat ke tempat lain, dan biasanya berlangsung secara dua arah. Telekomunikasi mencakup semua bentuk komunikasi jarak jauh, termasuk radio, telegraf, televisi, telepon, komunikasi data, dan jaringan komputer.

Telekomunikasi PSTN *(Public Switched Telephone Network)* adalah teknik pengiriman pesan, dari suatu tempat ke tempat lain melalui kabel telepon. PSTN sendiri diartikan sebagai jaringan telepon kabel yang dilengkapi dengan telekomunikasi kabel interlokal dan lokal. Sistem kabel telepon menggunakan kabel tembaga untuk mentransmisikan sinyal analog. Transmisi PSTN dibatasi hingga 3.400 Hz sehingga spektrum frekuensi yang bisa disalurkan lewat PSTN adalah antara 0 dan 3.400 Hz.

Frekuensi maksimal ini setara dengan 56 kbps, dan memang inilah kecepatan tertinggi akses internet non-DSL menggunakan kabel tembaga. Dalam praktiknya, 56 kbps ini adalah benar-benar kecepatan maksimum, artinya jarang sekali terjadi, diakibatkan ketidaksempurnaan transmisi.



Gambar 2.20 Jaringan telekomunikasi nasional saat ini – PSTN (sebagian kecil) [4]

Gambar 2.20 memperlihatkan sebagian kecil jaringan telekomunikasi yang terjadi di negara Indonesia.

2.3 Kompresi Data

Kompresi data merupakan proses pengubahan sekumpulan data menjadi suatu bentuk kode untuk menghemat kebutuhan tempat penyimpanan dan waktu untuk transmisi data. Kompresi data ini sangat menguntungkan manakala terdapat suatu data yang berukuran besar dan didalamnya mengandung banyak pengulangan karakter. Adapun teknik dari kompresi ini adalah dengan mengganti karakter yang berulang-ulang tersebut dengan suatu pola tertentu sehingga berkas tersebut dapat meminimalisasi ukurannya. Kompresi data umumnya diterapkan

pada mesin komputer, hal ini dilakukan karena setiap simbol yang dimunculkan pada komputer memiliki nilai bit-bit yang berbeda. Misal pada ASCII setiap simbol yang dimunculkan memiliki panjang 8 bit, misalnya suatu file berisi deretan karakter “ABACCDA” maka ukuran file tersebut adalah 7 × 8 bit = 56 bit atau 7 bytes. Jika setiap karakter tersebut di beri kode lain misalnya A=1, B=00, C=010, dan D=011, berarti kita hanya perlu file dengan ukuran 14 bits (1 00 1 010 010 011 1), yang perlu diperhatikan ialah bahwa kode-kode tersebut harus unik atau dengan kata lain suatu kode tidak dapat dibentuk dari kode-kode yang lain.

Pada contoh di atas karakter A lebih sering muncul (3 kali), jadi kodenya dibuat lebih kecil jumlah bitnya dibanding karakter lain. Dengan kompresi ini diharapkan dapat mengurangi (memperkecil ukuran data) dalam ruang penyimpanan.

2.3.1 Faktor Penting Kompresi Data

Dalam kompresi data, terdapat 4 (empat) faktor penting yang perlu diperhatikan, yaitu : *Time Process* (waktu yang dibutuhkan dalam menjalankan proses), *Completeness* (kelengkapan data setelah *file-file* tersebut dikompres), *Ratio compress* (ukuran data setelah dilakukan kompresi), *Optimaly* (perbandingan apakah ukuran *file* sebelum dikompres sama atau tidak sama dengan *file* yang telah dikompres). Tidak ada metode kompresi yang paling efektif untuk semua jenis *file*.

2.3.2 Metode Kompresi Data

Berdasarkan tipe peta kode yang digunakan untuk mengubah pesan awal (isi *file* input) menjadi sekumpulan *code word*, metode kompresi terbagi menjadi dua kelompok, yaitu:

a. Metode statik (statis) : menggunakan peta kode yang selalu sama. Metode ini membutuhkan dua fase (*two-pass*): fase pertama untuk menghitung probabilitas kemunculan tiap simbol/karakter dan menentukan peta kodenya dan fase kedua untuk mengubah pesan menjadi kumpulan kode yang akan ditransmisikan. Contoh : algoritma Huffman *static.*

b. Metode dinamik (adaptif) : menggunakan peta kode yang dapat berubah dari waktu ke waktu. Metode ini disebut adaptif karena peta kode mampu beradaptasi terhadap karakteristik isi *file* selama proses kompresi berlangsung. Metode ini bersifat *onepass*, karena isi *file* selama dimampatkan hanya diperlukan satu kali pembacaan terhadap isi *file*. Contoh algoritma : LZW dan DMC.

Berdasarkan teknik pengkodean/ pengubahan simbol yang digunakan, metode kompresi dapat dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu :

a. Metode *simbolwise* : menghitung peluang kemunculan dari tiap simbol dalam *file input*, lalu mengkodekan satu simbol dalam satu waktu, dimana simbol yang lebih sering muncul, contoh : algoritma Huffman.

b. Metode *Dictionary* : menggantikan karakter/fragmen dalam *file* input dangan indeks lokasi dari karakter/fragmen tersebut dalam sebuah kamus (*dictionary*), contoh : algoritma LZW.

c. Metode *predictive* : menggunakan model *finite-context* atau *finite-state* untuk memprediksi distribusi probabilitas dari simbol-simbol selanjutnya, contoh : algoritma DMC.

2.3.3 Klasifikasi Algoritma Kompresi

Algoritma kompresi diklasifikasikan berdasarkan *output* menjadi dua buah yaitu:

1. Algoritma Kompresi Lossy

Teknik kompresi dimana data hasil pengkompresian tidak sama dengan data sebelum dikompresi namun sudah “cukup” untuk digunakan. Contoh: Mp3, streaming media, JPEG, MPEG, dan WMA.

Keuntungan dari algoritma ini adalah bahwa faktor kompresi (variabel untuk menyatakan perbandingan jumlah byte sumber terhadap jumlah byte hasil kompresi) cukup tinggi. Namun algoritma ini dapat menyebabkan data pada suatu berkas yang dikompresi hilang ketika didekompresi. Hal ini dikarenakan cara kerja *lossy* adalah dengan mengeliminasikan beberapa data dari suatu *file*. Namun data yang dieliminasikan biasanya adalah data yang kurang diperhatikan atau di luar jangkauan manusia, sehingga pengeliminasian data tersebut kemungkinan besar tidak akan mempengaruhi manusia yang berinteraksi dengan *file* tersebut.

Contohnya pada pengkompresian *file* audio, kompresi *lossy* akan mengeliminasi data dari *file* audio yang memiliki frekuensi sangat tinggi/rendah yang berada diluar jangkauan manusia. Beberapa jenis data yang biasanya masih dapat mentoleransi algoritma *lossy* adalah gambar, audio, dan video.

Yang termasuk kedalam algoritma *lossy* adalah *wavelet*, CELP, dan lain-lain.

a. Wavelet Coding

Wavelet merupakan sejenis fungsi yang dapat digunakan sebagai basis representasi fungsi lain. Fungsi *wavelet* sendiri diturunkan dari sebuah *scaling function* dengan bantuan konsep dilasi dan translasi. Transformasi *wavelet* merupakan proses proyeksi sebuah fungsi terhadap basis fungsi *wavelet*.

b. Code Excited Linier Predictive Coding

Algoritma CELP merupakan pengembangan *Linier Predictive Coding* (LPC) yang merupakan jenis *parametric coding* yang memiliki keunggulan kecilnya bit rate yang diperlukan, dengan teknik *Adaptive Predictive Coding* (APC) yang merupakan jenis *waveform coding* yang unggul di kualitas suara.

2. Algoritma Kompresi Lossless

Teknik kompresi dimana data hasil pengkompresian dapat dikompres lagi dan hasilnya tepat sama seperti data sebelum proses kompresi. Contoh aplikasi: ZIP, RAR, GZIP, 7-Zip.

Berbeda dengan algoritma kompresi *lossy*, pada algoritma kompresi *lossless*, tidak terdapat perubahan data ketika mendekompresi *file* yang telah dikompresi

dengan kompresi lossless ini. Algoritma ini biasanya diimplementasikan pada kompresi *file text*, seperti program komputer (*file* zip, rar, gzip, dan lain-lain).

Yang termasuk kedalam klasifikasi ini adalah *Shannon Fano coding*, Huffman *Coding, Arithmetic Coding, Lempel Ziv Welch, Run Length Coding* dan lainnya.

a. Shannon Fano coding

Teknik *Coding Shannon Fano* merupakan salah satu algoritma pertama yang tujuannya adalah membuat *code word* dengan redundansi minimum. Ide dasar dari membuat *code word* dengan *variable-code length*, seperti Huffman *codes*, yang ditemukan beberapa tahun kemudian.

Shannon Fano Coding didasarkan pada *variable length-word*, yang berarti beberapa simbol pada pesan (yang akan dikodekan) direpresentasikan dengan *code word* yang lebih pendek dari simbol yang ada di pesan. Semakin tinggi probabilitasnya, maka *code word* semakin pendek. Dalam memperkirakan panjang setiap *codeword* maka dapat ditentukan dari probabilitas setiap simbol yang direpresentasikan oleh *codeword* tersebut. *Shannon Fano Coding* menghasilkan *codeword* yang tidak sama panjang, sehingga kode tersebut bersifat unik dan dapat didekodekan.

b. Huffman coding

Algoritma Huffman, yang dibuat oleh seorang mahasiswa MIT bernama David Huffman, merupakan salah satu metode paling lama dan paling terkenal dalam kompresi teks. Algoritma Huffman menggunakan prinsip pengkodean yang mirip dengan kode Morse, yaitu tiap karakter (simbol) dikodekan hanya

dengan rangkaian beberapa bit, dimana karakter yang sering muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang pendek dan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang lebih panjang.

c. Arithmetic coding

Pada dasarnya algoritma kompresi data melakukan penggantian satu atau lebih simbol input dengan kode tertentu. Berbeda dengan cara tersebut, *Arithmetic Coding* mengantikan satu deretan simbol input dengan sebuah bilangan *Floating Point.* Semakin panjang dan kompleks pesan yang dikodekan, semakin banyak bit yang diperlukan untuk keperluan tersebut. *Output* dari *Arithmetic Coding* ini adalah satu angka yang lebih kecil dari 1 dan lebih besar atau sama dengan 0.

Angka ini secara unik dapat di-*decode* sehingga menghasilkan deretan simbol yang dipakai untuk menghasilkan angka tersebut. Untuk menghasilkan angka output tersebut, tiap simbol yang akan di-*encode* diberi satu set nilai probalitas.

d. Lempel Ziv Welch

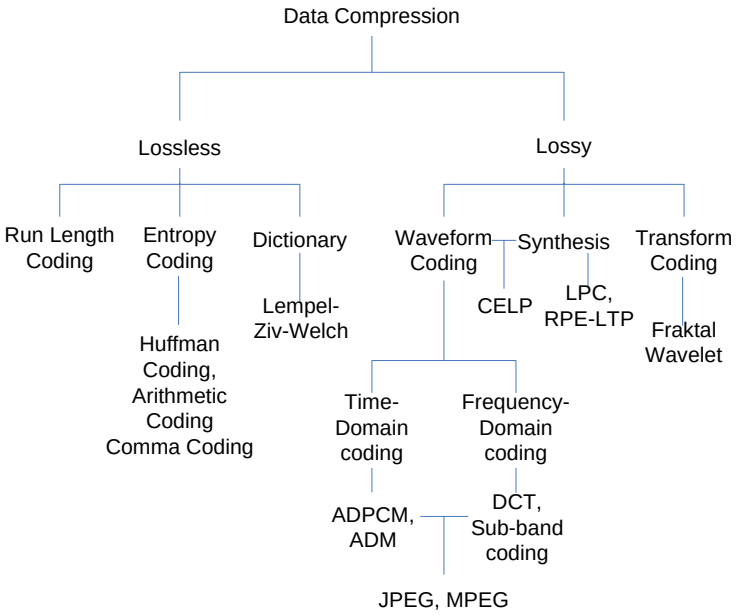
Algoritma LZW dikembangkan dari metode kompresi yang dibuat oleh Ziv dan Lempel pada tahun 1977. Algoritma ini melakukan kompresi dengan menggunakan kamus, di mana fragmen-fragmen teks digantikan dengan indeks yang diperoleh dari sebuah “kamus”. Prinsip sejenis juga digunakan

dalam kode *Braille*, di mana kode-kode khusus digunakan untuk merepresentasikan kata-kata yang ada.

Pendekatan ini bersifat *adaptif* dan efektif karena banyak karakter dapat dikodekan dengan mengacu pada *string* yang telah muncul sebelumnya dalam teks. Prinsip kompresi tercapai jika referensi dalam bentuk *pointer* dapat disimpan dalam jumlah bit yang lebih sedikit dibandingkan *string* aslinya.

e. Run Length Encoding

Algoritma *Run-length* digunakan untuk mengkompresi data yang berisi karakter-karakter berulang. Saat karakter yang sama diterima secara berderet empat kali atau lebih (lebih dari tiga), algoritma ini mengkompresi data dalam suatu tiga karakter berderetan. Algoritma *Run-Length* paling efektif pada file-file grafis, dimana biasanya berisi deretan panjang karakter yang sama.



Gambar 2.21 Klasifikasi Algoritma Kompresi

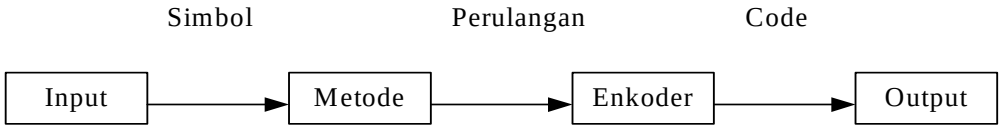
Gambar 2.21 menjelaskan klasifikasi algoritma kompresi, yaitu terdiri dari dua algoritma, algoritma *lossy* dan algoritma *lossless.*

2.4 *Encoding* dan *Decoding*

Coding merupakan teknik untuk mendapatkan kode-kode tertentu (*encoder*), dari kode-kode tersebut dapat diaplikasikan untuk kompresi data dan keamanan data. Dari data-data yang telah dikodekan tersebut, format-format isi dari data tersebut berbentuk kode-kode yang tidak bisa kita baca. Agar kode-kode tersebut bisa kita baca maka kita kodekan ulang data tersebut, hal ini dikenal dengan *decoding* (*decoder*).

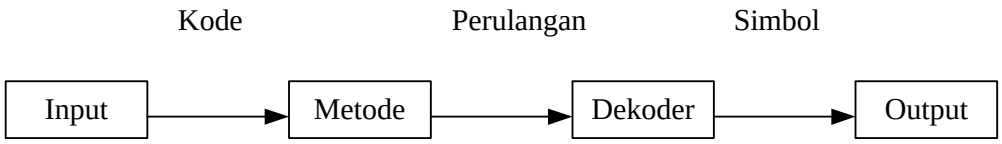
Secara umum kompresi data merupakan merubah suatu simbol-simbol menjadi suatu kode-kode. Kompresi dikatakan efektif jika ukuran perolehan kode-kode tersebut berubah menjadi lebih kecil dibandingkan dengan ukuran kode simbol aslinya. Dari suatu kode-kode atau simbol-simbol dasar suatu model akan dinyatakan dalam kode khusus. Secara model sederhana suatu kumpulan data dan aturan-aturan untuk memproses masalah suatu simbol-simbol untuk menentukan suatu kode-kode sebagai hasil keluaran. Metode yang dimaksudkan ini adalah metode yang digunakan, dengan menggunakan algoritma Huffman. Dalam pengkodean dengan metode Huffman, bermula dari penghitungan peluang kemunculan.

Sebaliknya proses *decoding*, yaitu proses pengembalian kode-kode yang telah dibuat menjadi simbol-simbol yang kita kenal. Kode-kode biner dari hasil file termampatkan dibaca kemudian dibentuk simbol dan dibuat pohon yang nantinya akan dilakukan penyesuaian *(update)* pohon. Proses *encoding* ditunjukan pada gambar 2.22, sedangkan untuk proses *decoding* ditunjukan pada gambar 2.23 berikut ini.



Gambar 2.22 Proses e*ncoding*

Gambar 2.22 merupakan gambar proses *encoding* dalam kompresi data. Data masukkan berupa simbol-simbol yang dapat dibaca dengan menggunakan metode tertentu diubah menjadi bentuk kode-kode yang tidak dapat dibaca.



Gambar 2.23 Proses d*ecoding*

Gambar 2.23 merupakan proses *decoding* dalam kompresi data. Data masukkan berupa kode-kode yang tidak dapat dibaca diubah menjadi bentuk simbol-simbol yang dapat dibaca dengan menggunakan metode yang sama dengan metode yang digunakan pada proses *encoding.*

2.5 Algoritma Huffman

Algoritma ini menghasilkan kompresi data dengan cara mengkodekan data berdasarkan frekuensi kemunculan nilainya. Struktur data yang digunakan untuk mengkodekan data adalah suatu *weighted binary tree*, atau berupa suatu Huffman *tree* (pohon Huffman).

Algoritma Huffman menggunakan prinsip pengkodean yang mirip dengan kode morse, yaitu tiap karakter (simbol) dikodekan hanya dengan rangkaian beberapa bit, dimana karakter yang sering muncul dikodekan dengan rangkaian bit

yang pendek dan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang lebih panjang.

Langkah-langkah penelusuran pohon-pohon tersebut dijelaskan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Buat simpul-simpul bebas dari kode-kode ASCII tersebut (simpul daun)
b. Ambil dua simpul bebas yang frekuensi kemunculannya terkecil/sedikit, jika ada frekuensi kemunculan yang sama maka diambil menurut urutan kode ASCII-nya, huruf yang pertama ditempatkan pada bagian awal.
c. Buat simpul orang tua dari simpul daun atau simpul anak.
d. Tandai bit yang lebih kecil (ke arah kiri) dengan nilai 0 dan bit yang lebih besar (ke arah kanan) dengan nilai 1.
e. Lakukan langkah-langkah seperti diatas mulai dari langkah a, hingga simpul bebas tersisa satu.

Algoritma diatas dapat diaplikasikan dengan menggunakan contoh. Misal menggunakan pesan dengan 7 simbol, contoh :

01010000	01000101	01010010	01001011	01000001	01010010	01000001
P	E	R	K	A	R	A

Tugas yang pertama adalah menghitung frekuensi kemunculan masing-masing karakter, maka didapat :

E = 1, K = 1, P = 1, A = 2, R = 2

Untuk karakter yang memiliki frekuensi kemunculan sama seperti E, K dan P disusun menurut urutan kode ASCII-nya, begitu pula untuk A dan R.

Langkah-langkah penelusuran pohon-pohon tersebut dijelaskan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Langkah pertama, dari simpul yang telah diidentifikasi diambil dua simpul daun dengan frekuensi kemunculan terkecil. Untuk karakter yang memiliki frekuensi kemunculan sama seperti E, K dan P disusun menurut kode ASCII-nya, begitu pula untuk A dan R. Akan diperoleh dua simpul yaitu simpul daun simbol E dan k (jumlah 2). Selanjutnya dari dua simpul yang diambil akan menunjuk simpul orang tua (EK).
b. Langkah kedua menggabungkan simpul yang frekuensi kemunculannya terkecil dengan dua simpul pertama yang telah digabung (EK), diperoleh dua simpul yaitu P dan EK, dari dua simpul tersebut akan membentuk simpul orang tua EKP (jumlah 3).
c. Langkah ketiga gabungkan simpul yang frekuensi kemunculannya terkecil dengan tiga simpul yang telah digabung (EKP), diperoleh dua simpul yaitu R dan EKP, dari dua simpul tersebut akan membentuk simpul orang tua REKP (jumlah 5).
d. Langkah keempat gabungkan kembali simpul yang frekuensi kemunculannya terkecil dengan empat simpul yang telah digabung (REKP), diperoleh dua simpul yaitu A dan REKP, dari dua simpul tersebut akan membentuk simpul orang tua AREKP (jumlah 7).

Setelah pohon Huffman terbentuk, berikan tanda bit 0 untuk setiap cabang ke kiri dan bit 1 untuk setiap cabang ke kanan. Cek ulang simpul bebas yang tersisa, jika simpul bebas yang tersisa satu (simpul orang tua) artinya pohon yang terbentuk sudah lengkap.