

## BAB II

### SISTEM TELEPON DIJITAL

#### 2.1 Umum

Sebelum melangkah lebih jauh, penulis ingin meninjau selintas teknologi analog sebelum membahas teknologi digital, agar dapat dibedakan antara keduanya. Seperti diketahui bahwa teknik analog sangat berperan dalam teknologi telekomunikasi sebelum ditemukan teknik digital.

Didalam teknik analog, suara pembicara telepon atau lebih dikenal dengan gelombang suara, diubah menjadi bentuk getaran-getaran listrik, kemudian melalui pengirim disalurkan menuju penerima, yang diubah kembali menjadi gelombang suara seperti semula. Sedangkan didalam teknik digital, suara yang telah diubah menjadi getaran-getaran listrik, diubah lagi menjadi pulsa-pulsa listrik yang diskrit kemudian unit pengirim menyalurkan pulsa-pulsa listrik tersebut kearah tujuan dan unit penerima mengubahnya kembali menjadi gelombang suara.

Untuk mengetahui kemampuan suatu perangkat, dalam menyalurkan informasi berupa bit, dikenal dengan adanya besaran bit per detik (Bps), dari segi sistem transmisi digital yang lebih dikenal dengan sistem modulasi kode pulsa (PCM).

Di Indonesia mempergunakan sistem PCM 30 dan dengan kecepatan bitnya 2048 kbit/s atau lebih dikenal dengan istilah dalam teknologi digital yaitu 2 Mbit/s yang terbagi dalam 32 kanal. Dan perlu adanya sistem penyambungan digital yang akan dibahas lebih lanjut dibawah ini.

## **2.2 Sistem Transmisi Digital**

### **2.2.1 Umum**

Transmisi digital adalah suatu teknik pengiriman sinyal informasi, dimana sinyal informasi yang dikirimkan tersebut berbentuk digital. Untuk menjadikan sinyal informasi yang berupa sinyal pembicaraan (sinyal analog) menjadi sinyal digital, dipergunakan suatu teknik modulasi yang dikenal dengan modulasi kode pulsa (PCM). Sistem PCM ini bermula dengan penemuan sistem modulasi amplitudo pulsa (PAM), yakni suatu deretan pulsa yang amplitudonya dimodulasi oleh sinyal asli, sehingga pada sistem PAM ini pulsa-pulsa hasil dari proses pencuplikan mempunyai amplitudo yang sesuai dengan sinyal aslinya (sinyal analog).

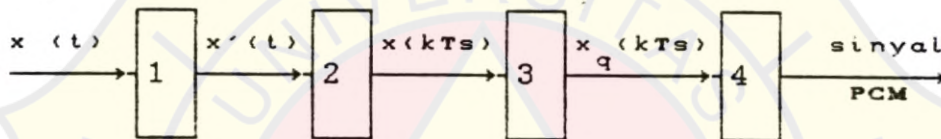
### **2.2.2 Pembentukan Sinyal PCM**

Pembentukan sinyal PCM melalui beberapa proses

yaitu :

- Low Pass Filter / Tapis lolos rendah
- Sampling / Pencuplikan
- Quantizing / Kuantisasi
- Encoding / Pengkodean

Dari keempat proses diatas, yang paling menentukan pada sistem pembangkitan PCM adalah proses kuantisasi dan pengkodean. Blok diagram pembentukan sinyal dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Blok Diagram Pembentukan Sinyal PCM

Keterangan gambar :

1. Low Pass Filter / Tapis lolos rendah
2. Pencuplikan ( $f_s > 2 \text{ mHz}$ )
3. Kuantisasi
4. Pengkodean

Sinyal  $x(t)$  merupakan sinyal analog, misalnya sinyal suara yang mempunyai bidang frekuensi 20 - 20.000 Hz, yang dapat didengar oleh telinga manusia. Dengan Tapis lolos rendah (LPF) maka sinyal analog yang masuk, akan dibatasi oleh tapis tersebut, sesuai dengan bidang frekuensi suara manusia yang dapat didengar untuk penggunaan telepon, yakni dari 300 sampai 3400 Hz. Bidang frekuensi terbatas ini pada diagram blok disimbolkan dengan mHz.

Keluaran dari LPF berupa sinyal analog dengan lebar pita tertentu (band limited), akan masuk kepencuplik dan mengalami proses pencuplikan. Pada proses ini sinyal akan dicuplik dengan frekuensi pencuplikan sebesar 8000 Hz, sesuai ketentuan Nyquist rate yakni  $> 2$  mHz.

Keluaran dari proses pencuplikan menghasilkan gelombang PAM. Harga cuplikan  $x(kT_s)$  dikuantisasi menjadi harga diskrit yang terdiri dari waktu diskrit karena adanya proses pencuplikan dan amplitudo diskrit karena proses kuantisasi. Kemudian sinyal pencuplikan yang telah terkuantisasi tersebut, mengalami proses yang terakhir dari pembangkitan sinyal PCM yakni, harga-harga pencuplikan hasil kuantisasi diubah ke dalam suatu bentuk kode tertentu, umumnya dalam 8 digit karakter.

Sinyal PCM hasil dari rangkaian proses di atas lalu disalurkan melalui media transmisi yang ada.

### 2.2.3 Sistem Transmisi PCM

Sistem transmisi yang direkomendasikan CCITT (Comite Consultatif International Telegraph and Telephony) adalah sistem PCM 30 dengan kecepatan 2048 Kbit/detik (CCITT recommendation G. 732), dan sistem PCM 24 dengan kecepatan 1544 Kbit/detik (CCITT recommendation G. 733). Untuk mengkombinasikan 30 atau 24 saluran telepon pada sebuah saluran, maka masing-masing dapat memakai teknik TDM sehingga sinyal yang di dapat berbentuk sinyal

PCM-TDM.

Sistem PCM 30 banyak dipergunakan di negara - negara Eropah, sedang sistem PCM 24 dipakai terutama di USA, Canada dan Jepang. Dan di Indonesia sendiri memakai sistem PCM 30. Sistem PCM 30 dan PCM 24 dikenal sebagai sistem transmisi dasar (primer). Beberapa karakteristik penting sistem PCM 30 diperlihatkan pada tabel di bawah ini.



KARAKTERISTIK UMUM		PCM 30 DAN PCM 24	
a	Frekuensi pencuplikan	8000 Hz	
b	Besar pencuplikan / sinyal telepon	8000 / s	
c	Perioda susunan pulsa	$1 / b = 1 / 8000 = 125 \mu s$	
d	Besar bit dalam PCM	8 bit	
e	Besar bit sinyal telepon	$b \cdot d = 8000/s \cdot 8 \text{ bit} = 64 \text{ K bit/s}$	
SISTEM KARAKTERISTIK		PCM 30	PCM 24
f	Encoding / decoding besarnya karakteristik	hukum-A	hukum- $\mu$
g	Kanal time slot / susunan pulsa	32	24
h	Besarnya bit / susunan pulsa	$d \cdot g = 8 \cdot 32 = 256 \text{ bit}$	$d \cdot g + 1 = 8 \cdot 24 + 1 = 193 \text{ bit}$
i	Perioda kanal time slot	$\frac{c \cdot d}{h} = \frac{125 \cdot 8}{256} = 3.9 \mu s$	$\frac{c \cdot d}{h} = \frac{125 \cdot 8}{193} = 5.2 \mu s$
j	Besar bit sinyal TDM	$b \cdot h = 8000/s \cdot 256 = 2048 \text{ K bit/s}$	$b \cdot h = 8000/s \cdot 193 = 1544 \text{ K bit/s}$

**Gambar 2.2** Karakteristik sistem transmisi PCM 30 dan PCM 24

### 2.2.3.1 Sistem Transmisi PCM 30

Sistem transmisi PCM 30 akan memungkinkan 30 percakapan, untuk dikirimkan secara serentak, misalnya melalui dua pasang kabel.

#### 2.2.3.1.1 Karakteristik Umum

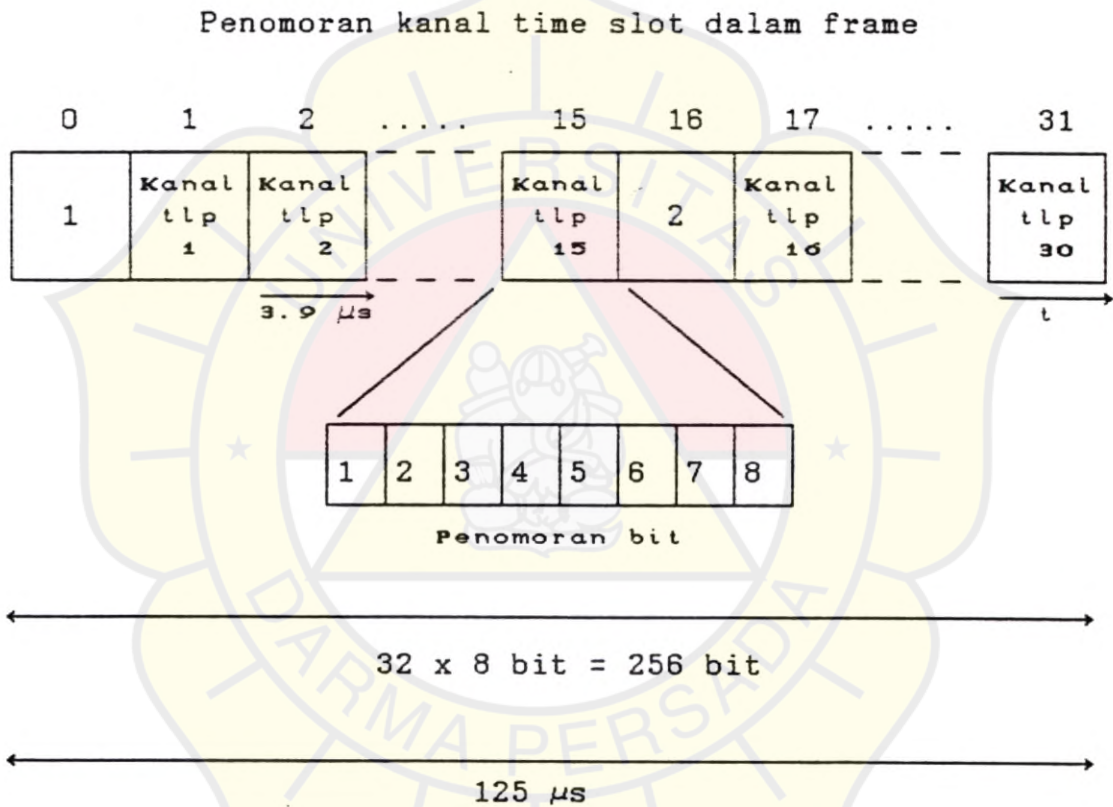
Secara umum karakteristik yang dimiliki PCM 30 dalam hal pengkodean adalah memakai hukum-A, dengan jumlah harga kuantisasi 256. Kecepatan biner digitnya 2048 Kbit/s. Harga ini diperoleh dari kecepatan setiap kanal time slot 64 Kbit/s, sedang jumlah time slot dalam satu frame adalah 32. Jadi biner digitnya atau bit ratenya adalah  $32 \times 64 \text{ Kbit/s} = 2048 \text{ Kbit/s}$ .

#### 2.2.3.1.2 Susunan Frame

Susunan frame yang terdapat dalam PCM multiplek 30 kanal yaitu, satu framenya terdiri dari 32 time slot, dimana 1 time slotnya mengandung 8 bit dimulai dari bit nomor 1 sampai nomor 8. Sedangkan time slotnya dimulai dari time slot 0 sampai 31, sehingga jumlah bit seluruhnya dalam satu frame adalah 256, dengan kecepatan pengulangan frame 8000 Hz.

Pembagian time slot dalam setiap framenya

ditetapkan dengan ketentuan, time slot 1 sampai 15 dan time slot 17 sampai 31 dipergunakan untuk 30 kanal telepon, sedang 2 time slot yaitu time slot 0 dan 16 dipergunakan masing-masing untuk sinkronisasi dan pensinyalan, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.3** Susunan frame pada sistem transmisi PCM 30



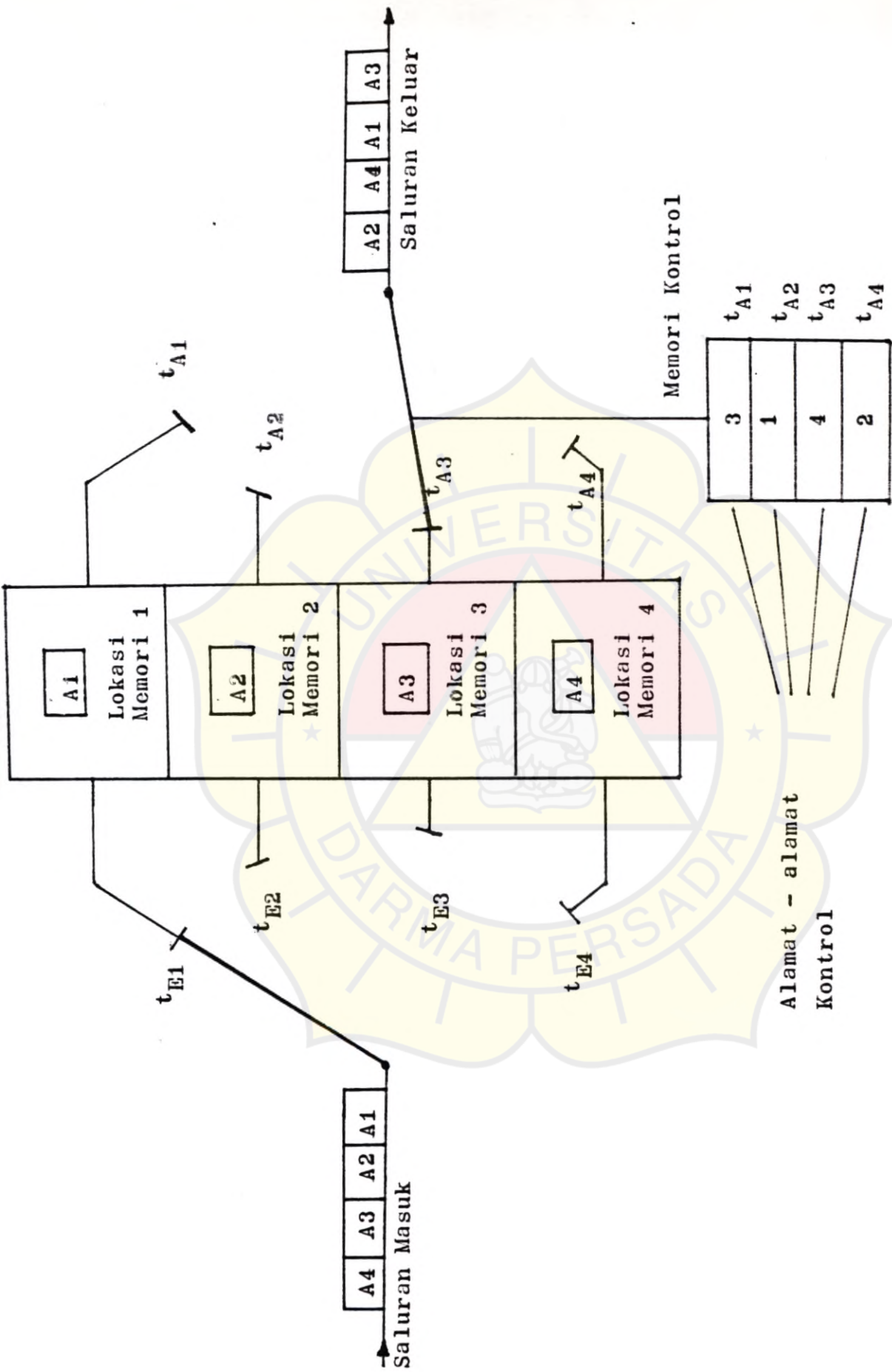
## **2.3 Sistem Penyambungan Dijital**

### **2.3.1 Umum**

Informasi yang terdapat pada time slot jalur PCM dapat dipertukarkan satu sama lain, demikian pula informasi antar jalur PCM. Hal inilah yang merupakan dasar dari sistem penyambungan digital. Elemen utama dalam sistem penyambungan ini adalah memori, tempat penyimpanan data PCM dan pengontrol penyambungan. Jenis penyambungan yang dipergunakan pada jaringan penyambung digital, adalah Penyambungan Waktu.

### **2.3.2 Sistem Penyambungan Waktu**

Dasar dari penyambungan waktu adalah pertukaran isi informasi antar time slot pada jalur PCM yang sama, informasi yang berasal dari jalur PCM masukan disimpan di memori data secara siklis, time slot demi time slot. Jalur PCM keluaran diperoleh dengan membaca memori data tersebut secara acak, sesuai dengan permintaan penyambungan. Pembacaan memori data dikontrol oleh memori kontrol, yang berisi data penyambungan. Contoh sederhana dari penyambungan waktu pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Penyambungan Waktu

Jalur PCM masukan terdiri dari 4 time slot, masing-masing berisi data A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, dan A<sub>4</sub>. Data PCM ini masuk ke memori data secara bergantian, mulai dari A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, sampai A<sub>4</sub>, pada lokasi 1, 2, 3, dan 4. Hal ini berulang untuk seterusnya. Memori data dibaca sebelum data baru masuk. Yang biasa dilakukan adalah menulis dan membaca memori data secara bergantian secara terus menerus. Sesuai dengan permintaan penyambungan, lokasi 3 yang lebih dulu dibaca, kemudian lokasi 1, lokasi 4, dan terakhir lokasi 2. Nyatalah bahwa informasi dari jalur PCM masukkan time slot 1 pindah ke jalur PCM keluaran time slot 2, time slot 2 ke time slot 4, time slot 3 ke time slot 1, dan time slot 4 ke time slot 3.

## **2.4 Sistem Penomoran**

### **2.4.1 Umum**

Setiap pelanggan telepon memerlukan suatu nomor yang sedemikian rupa sehingga setiap pelanggan yang lainnya dapat mengadakan hubungannya. Untuk itu perlu diatur dengan benar dan tepat, dan harus diperhatikan beberapa hal yaitu penomoran agar :

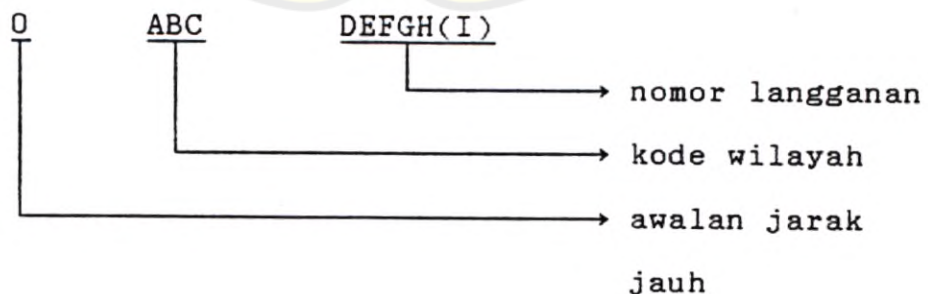
1. mudah dimengerti atau diingat oleh pelanggan
2. sesuai dengan peralatan penyambungan yang ada dan yang direncanakan
3. sesuai dengan sistem penomoran Internasional.

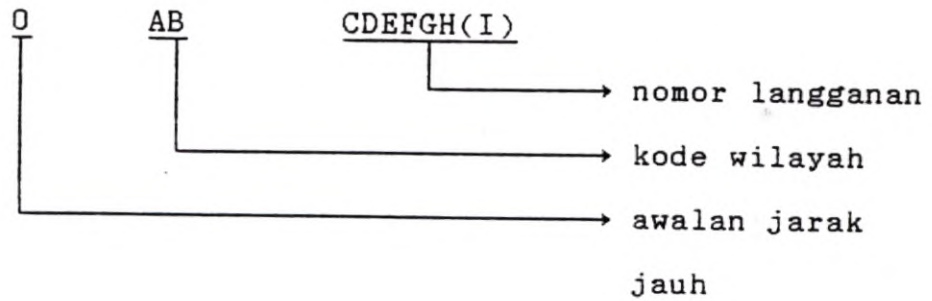
#### 2.4.2 Sistem Penomoran Nasional

Didalam hubungan telepon nasional, permintaan sambungan melingkupi sejumlah wilayah nasional sehingga diperlukan pembedaan antara langganan di wilayah daerah pada suatu negara dengan wilayah daerah lainnya untuk mendapatkan alamat yang lebih jelas dari pelanggan. Untuk itu setiap wilayah daerah diberi tanda pengenal berupa nomor atau angka-angka tertentu.

Ada beberapa pola penomoran nasional, yang digunakan untuk memberi pada setiap langganan suatu nomor tunggal diseluruh Indonesia. Panggilan SLJJ nomor telepon nasional harus didahului oleh awalan jarak jauh, sehingga nomor yang harus diputar terdiri dari awalan jarak jauh + kode wilayah + nomor langganan.

Untuk SLJJ berarti suatu pelanggan dapat mencapai pelanggan lain secara langsung tanpa melalui operator . Kapasitas digit yang disediakan untuk SLJJ maksimum 11 digit. Skema penomoran nasional diberikan sebagai berikut





## 2.5 Lalu-lintas Telepon

### 2.5.1 Umum

Lalu lintas telepon adalah perpindahan informasi (pulsa, frekuensi, dan pembicaraan) dari satu tempat ke tempat lain melalui jaringan telekomunikasi.

### 2.5.2 Waktu Genggam

Waktu genggam adalah merupakan lamanya suatu peralatan sentral mulai dipergunakan sampai dilepaskannya.

Dimensi dari waktu genggam adalah waktu, satuan waktu yang dipergunakan adalah detik atau menit. Waktu genggam tidak konstan, karena waktu genggam ditentukan oleh pelanggan telepon yang sifatnya bervariasi.

### 2.5.3 Intensitas Lalu-lintas Telepon

Intensitas lalu lintas telepon adalah jumlah panggilan rata-rata yang dapat dilayani peralatan sistem penyambungan telepon pada waktu tertentu.

Secara matematis dapat dinyatakan dalam persamaan sbb :

$$A = C \times H$$

bila :

A = intensitas lalu lintas telepon  
persatuan waktu (Erlang)

C = jumlah rata-rata panggilan

H = rata-rata waktu genggam

### 2.5.4 Karakteristik Lalu-lintas Telepon

Lalu lintas telepon pada jaringan komunikasi sangat menggambarkan baik tidaknya pelayanan yang diberikan oleh suatu sentral telepon. Lalu lintas yang mempengaruhi pelayanan tersebut adalah lalu lintas yang ditawarkan dan lalu lintas yang disalurkan.

#### 2.5.4.1 Lalu-lintas yang Ditawarkan

Lalu lintas yang ditawarkan adalah semua lalu lintas telepon yang ditawarkan ke suatu sistem, baik yang

gagal maupun yang berhasil.

Lalu lintas yang ditawarkan dalam persamaannya :

$$A = \frac{(C \times H)}{T}$$

bila :

A = lalu lintas yang ditawarkan (Erlang)

C = jumlah panggilan yang ditawarkan

H = waktu genggam rata-rata

T = perioda waktu pengamatan

#### 2.5.4.2 Lalu-lintas yang Disalurkan

Lalu lintas yang disalurkan adalah lalu lintas telepon yang benar-benar melalui suatu sistem.

Lalu lintas yang disalurkan dalam persamaannya :

$$Y = \sum_{i=1}^n \frac{(C_{bi} \times H_i)}{T}$$

bila :

Y = lalu lintas yang disalurkan (Erlang)

$C_{bi}$  = panggilan yang berhasil dilakukan pada saluran 1

$H_i$  = waktu genggam rata-rata pada saluran 1

T = perioda waktu pengamatan

#### 2.5.5 Perilaku Lalu-lintas Telepon

Perilaku lalu lintas telepon dibagi dalam 3 hal

yaitu :

1. Pola kedatangan panggilan

Pola kedatangan panggilan terpenting adalah kedatangan secara acak yaitu panggilan datang dengan interval terpendek dan panggilan tidak tergantung satu sama lain.

2. Distribusi waktu genggam

Waktu genggam adalah lamanya suatu peralatan sentral mulai dipergunakan sampai dilepaskan.

3. Prosedur operasi

Disini meliputi bagaimana menangani panggilan yang datang yang tidak dapat dilayani.

**2.5.6 Perhitungan Lalu-lintas Telepon**

Model lalu lintas telepon dikatakan bahwa lalu lintas telepon yang ditawarkan dari sumber lalu lintas yang jumlahnya tak terhingga ke suatu trunk tak terbatas yang tak berhingga pula sesuai dengan model lalu lintas telepon dimana probabilitas panggilan baru yang datang adalah selalu sama sepanjang waktu.

Probabilitas  $P_n$  dimana  $n$  peralatan sibuk dalam suatu saat dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$P_n = \frac{A^n / n!}{\sum_{i=0}^n A^i / i!}$$

bila  $n = 0, 1, 2, \dots, N$



untuk  $N$  tak terhingga  $P_n$  identik dengan distribusi Poisson yaitu :

$$P_n = \frac{A^n e^{-A}}{n!}$$

untuk  $n = N$ , maka persamaan menjadi formula Erlang sama dengan :

$$E(N, A) = \frac{A^N / N!}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^N}{N!}}$$

atau :

$$E(N, A) = \frac{A^N / N!}{\sum_{i=0}^N A^i / i!}$$

$E(N, A)$  sama dengan perbandingan waktu dimana sejumlah  $N$  sirkit sibuk secara simultan. Karena harga kongesti waktu sama dengan loss, maka formula Erlang untuk sistem loss adalah :

$$B = E(N, A) = \frac{A^N / N!}{\sum_{i=0}^N A^i / i!}$$

bila :  $B$  = probabilitas loss  
 $A$  = intensitas lalu lintas (Erlang)  
 $N$  = jumlah sirkit/trunk