

DTG1E3

DASAR TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Pengantar Teori Trafik
Telekomunikasi

By : Dwi Andi Nurmantris



Dimana Kita?

1. PENDAHULUAN

- Perkenalan dan sosialisasi SAP&syllabus
- Aturan Perkuliahan

2. KONSEP DASAR TELEKOMUNIKASI

- Definisi Telekomunikasi
- Elemen-elemen Penyusun Telekomunikasi
- Jenis-jenis Komunikasi
- Klasifikasi sinyal informasi
- Proses ADC

3. KLASIFIKASI SISTEM KOMUNIKASI

- Klasifikasi berdasarkan media(Media fisik dan non fisik)
- Klasifikasi berdasarkan sinyal informasi (Analog dan Digital)

4. PENGENALAN JARINGAN TELEKOMUNIKASI KABEL

- Elemen Jaringan Komunikasi berbasis Kabel
- Hierarki Jaringan PSTN
- Sistem Penomoran
- Jaringan Akses PSTN
- Pengenalan sentral
- Fungsi sentral
- Jenis-Jenis Sentral

5. PENGENALAN JARINGAN TELEKOMUNIKASI NIRKABEL (WIRELESS)

- Definisi Telekomunikasi nirkabel
- Elemen Penyusun Jaringan Telekomunikasi nirkabel
- Contoh Konfigurasi jaringan Telekomunikasi nirkabel

6. PENGENALAN TOPOLOGI JARINGAN

- Macam-macam topologi jaringan
- Jaringan Masa depan

7. KONSEP DESIBEL

- Satuan Daya, Gain dan Loss
- Pemahaman dB, dBw, dBm
- Contoh kasus perhitungan

8. PENGENALAN KUALITAS SISTEM TELEKOMUNIKASI

- Pengenalan sinyal informasi dan daya sinyal informasi
- Pengenalan sinyal noise dan daya sinyal noise
- Konsep S/N dan BER
- Contoh kasus untuk sistem telekomunikasi analog
- Contoh kasus untuk sistem telekomunikasi digital

Dimana Kita?

9. PENGENALAN SISTEM KOMUNIKASI OPTIK

- Elemen-elemen sistem Komunikasi optik
- Spektrum sistem komunikasi optik
- Jenis-Jenis sumber optik
- Jenis-Jenis Serat optik

10. PENGANTAR SISTEM TRANSMISI TELEKOMUNIKASI

- Klasifikasi Spektrum frekuensi
- Pengenalan sistem transmisi dan elemen-elemennya
- sistem multiplexing
- sistem modulasi
- Antena

11. SISTEM AKSES KOMUNIKASI RADIO

- Definisi multiple akses
- Jenis- Jenis multiple akses (FDMA, TDMA, CDMA)

12. PENGANTAR SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK

- Konsep Wireless, mobile Communication
- Dasar Perkembangan mobile Communication
- Sistem komunikasi seluler
- Pemodelan sel dan sel riil
- Frekuensi reuse dan Handover
- Konfigurasi sistem komunikasi seluler
- Evolusi sistem komunikasi seluler dari 1G sampai 4G

13. PENGENALAN SISTEM KOMUNIKASI SATELIT

- Pengenalan Sistem Komunikasi Satelit
- Elemen-elemen sistem komunikasi satelit
- Aplikasi sistem komunikasi satelit

14. PENGENALAN TRAFIK TELEKOMUNIKASI

- Definisi Telekomunikasi nirkabel
- Elemen Penyusun Jaringan Telekomunikasi nirkabel
- Contoh Konfigurasi jaringan Telekomunikasi nirkabel

15. PENGENALAN KOMUNIKASI DATA DAN KLASIFIKASI JARINGAN

- Konsep Routing
- Definisi sistem komunikasi data
- Pengenalan Lapisan Komunikasi
- Definisi Protokol dan contohnya
- Klasifikasi Jaringan

16. PENGENALAN FUTURE TECHNOLOGY

- Wifi
- Wimax
- LTE

Trafik (Lalu Lintas)



- **Trafik/Lalu lintas** adalah pergerakan dari sebuah objek dari titik awal (origination) ke titik tujuan (terminating) secara acak (random)
- **Volume traffic** : jumlah object yang bergerak dalam satu perioda waktu tertentu.
- Contoh: Trafik/lalu lintas kendaraan adalah jumlah mobil yang bergerak dalam satu rute selama satu jam.
- Volume traffic menentukan jumlah saluran yang dibutuhkan .
- Selain volume traffik, Rute dan waktu juga harus diperhatikan ketika membahas mengenai Lalu lintas (traffik)

TRAFIK TELEKOMUNIKASI (untuk voice/data)

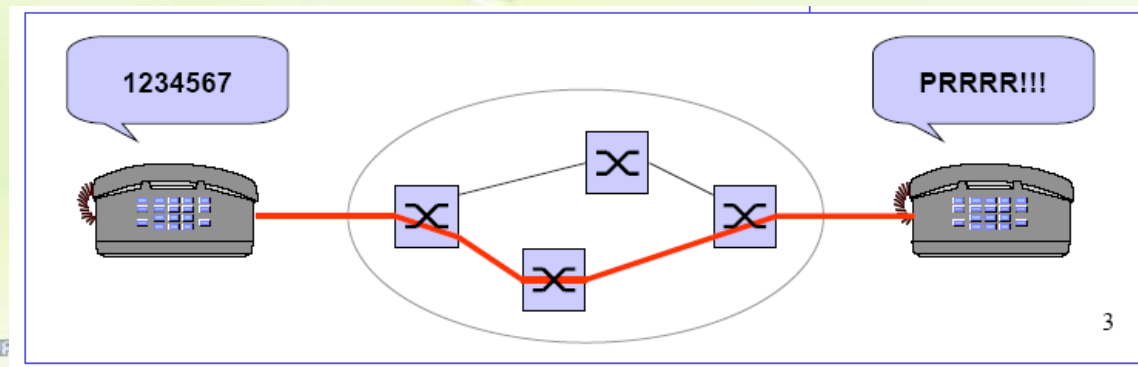


- ❑ Trafik dibangkitkan oleh pengguna sistem
- ❑ Sistem melayani (mengolah) trafik yang masuk → dalam hal ini adalah jaringan telekomunikasi
- ❑ Trafik dapat berupa panggilan yang harus disambungkan pada jaringan telepon, paket yang harus dirutekan pada jaringan data, request untuk web server dsb.

Trafik didefinisikan sebagai perpindahan informasi dari satu tempat ke tempat lain melalui jaringan telekomunikasi.

TRAFIK

- Trafik telepon didefinisikan sebagai
 - okupansi dari perangkat transmisi dan switching yang digunakan dalam jaringan, selama proses penyambungan dan berlangsungnya panggilan
- Objek Trafik telepon adalah kegiatan bicara / informasi





BESARAN TRAFIK

- besaran trafik yang digunakan dalam analisis suatu jaringan diantaranya yaitu
 - laju kedatangan,
 - holding time,
 - volume trafik dan
 - intensitas trafik :

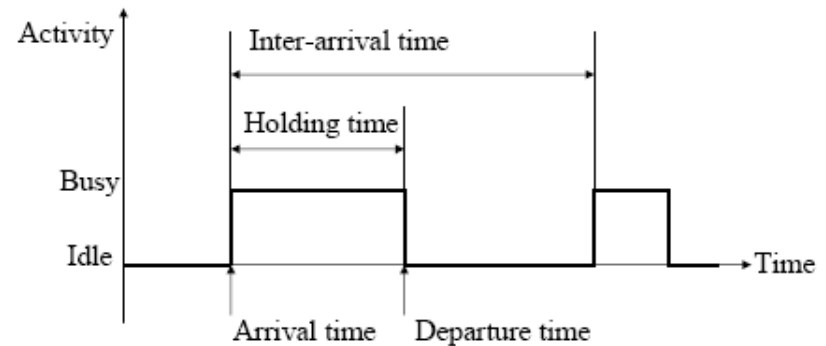
BESARAN TRAFIK

- besaran trafik yang digunakan dalam analisis suatu jaringan diantaranya yaitu
 - laju kedatangan,
 - holding time,
 - volume trafik dan
 - intensitas trafik :

LAJU KEDATANGAN (λ) adalah banyaknya panggilan (c) yang akan datang ke fasilitas selama periode tertentu atau Jumlah rata-rata panggilan yang ditawarkan per satuan waktu

BESARAN TRAFIK

- besaran trafik yang digunakan dalam analisis suatu jaringan
 - laju kedatangan,
 - holding time,
 - volume trafik dan
 - intensitas trafik :



HOLDING TIME (h) waktu pendudukan sebuah saluran / lamanya sebuah panggilan atau waktu pelayanan

Waktu pelayanan ini termasuk, lamanya suatu percakapan berlangsung, waktu call setup, waktu menunggu (jika ada)

BESARAN TRAFIK

- besaran trafik yang digunakan dalam analisis suatu jaringan diantaranya yaitu
 - laju kedatangan,
 - holding time,
 - volume trafik dan
 - intensitas trafik :

VOLUME TRAFIK (V) adalah total waktu pendudukan dari seluruh panggilan yang menduduki suatu perangkat/saluran

$$V = \sum_{i=1}^n h_i \quad V = c \times h$$

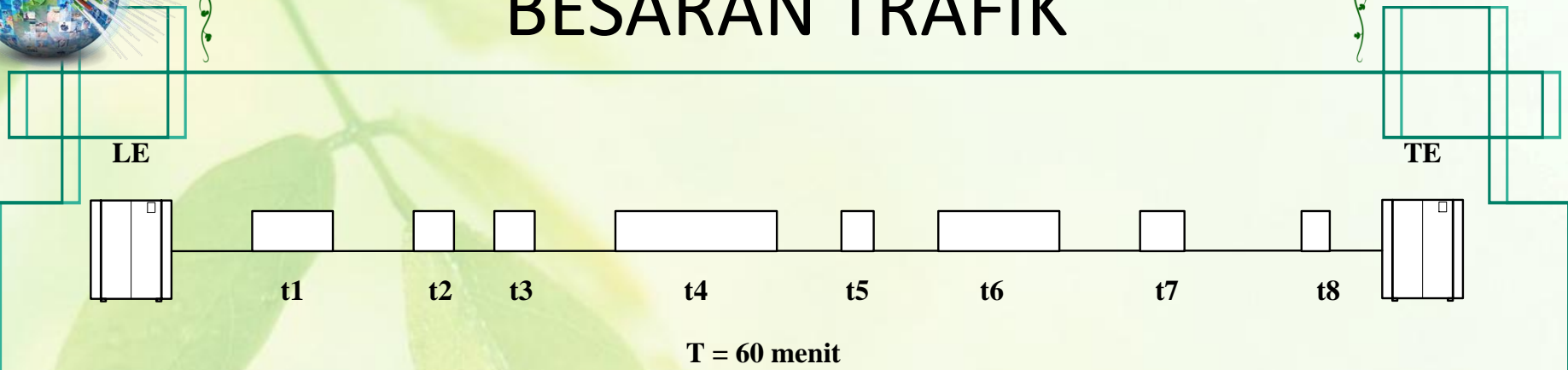
BESARAN TRAFIK

- besaran trafik yang digunakan dalam analisis suatu jaringan diantaranya yaitu
 - laju kedatangan,
 - holding time,
 - volume trafik dan
 - intensitas trafik

INTENSITAS TRAFIK (A) adalah jumlah waktu pendudukan per satuan waktu pengamatan (T).
Periode waktu bisa dalam detik, menit, jam, hari, bulan bahkan tahun

$$A = \frac{V}{T} \quad A = \frac{c \times h}{T}$$

BESARAN TRAFIK



Volume trafik, yaitu jumlah total waktu pendudukan.

$$V = \sum_{i=1}^N ti = t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6 + t7 + t8$$

Intensitas trafik, yaitu jumlah total waktu pendudukan dalam selang waktu tertentu (per satuan waktu).

$$A = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N ti = \frac{V}{T}$$



SATUAN TRAFIK



- Sebenarnya intensitas trafik tidak bersatuan (*dimensionless*),
 - artinya bahwa intensitas trafik ini tidak menggunakan periode waktu tertentu. Periode waktu bisa dalam detik, menit, jam, hari, bulan bahkan tahun.
 - Untuk memberi penghargaan kepada A.K Erlang yang telah mengenalkan teori trafik (thn 1909) maka
- **intensitas trafik diberi satuan Erlang.**

SATUAN TRAFIK

Agner Krarup Erlang

- Agner Krarup Erlang lahir pada tahun 1878 di Lønborg, Denmark.
- Beliau adalah pioner dalam studi trafik telekomunikasi.
- pada 1909, beliau mempublikasikan pekerjaan pertamanya: *The Theory of Probabilities and Telephone Conversations*.





SATUAN TRAFIK



ERLANG

- Satuan erlang didefinisikan sebagai :
 - Satuan dari trafik telepon .
 - Persentase dari rata-rata penggunaan saluran atau sirkit (atau kanal) atau
 - Perbandingan dari waktu sebuah sirkit dipakai (volume trafik) dan waktu pengamatan.
 - Trafik yang memakai sebuah sirkit selama satu jam sama dengan 1 erlang.

Suatu trafik dikatakan 1 Erlang bila :

ada satu saluran diduduki secara terus-menerus selama periode pengamatan. (Biasanya periode pengamatan diambil 1 jam yaitu pada jam sibuk)

SATUAN TRAFIK

ERLANG

- Perhatikan pernyataan berikut :
 - jika intensitas trafik dari sebuah saluran pelanggan 1 erlang maka saluran tersebut dipakai selama 60 menit dalam 1 jam.
 - Jika sebuah saluran tersebut digunakan 6 menit dalam satu jam maka intensitas trafiknya 100 mErlang.
 - Intensitas trafik maksimum dari sebuah saluran 2-Mbps (30 PCM channels) adalah 30 erlang, dimana seluruh kanal digunakan selama 60 menit dalam 1 jam.



SATUAN TRAFIK

Satuan lainnya

- ukuran trafik yang lain lain yaitu
 - CCS (*centum call second*),
 - CS (*call second*) dan
 - CM (*call menit*),
- yang semuanya menunjukkan perkalian panggilan dan waktu .
 - CCS diukur dalam setiap 100 detik,
 - CS dalam setiap detik dan
 - CM setiap menit

$$1 E = 36 CCS = 3600 CS = 60 CM$$

SATUAN TRAFIK

Contoh

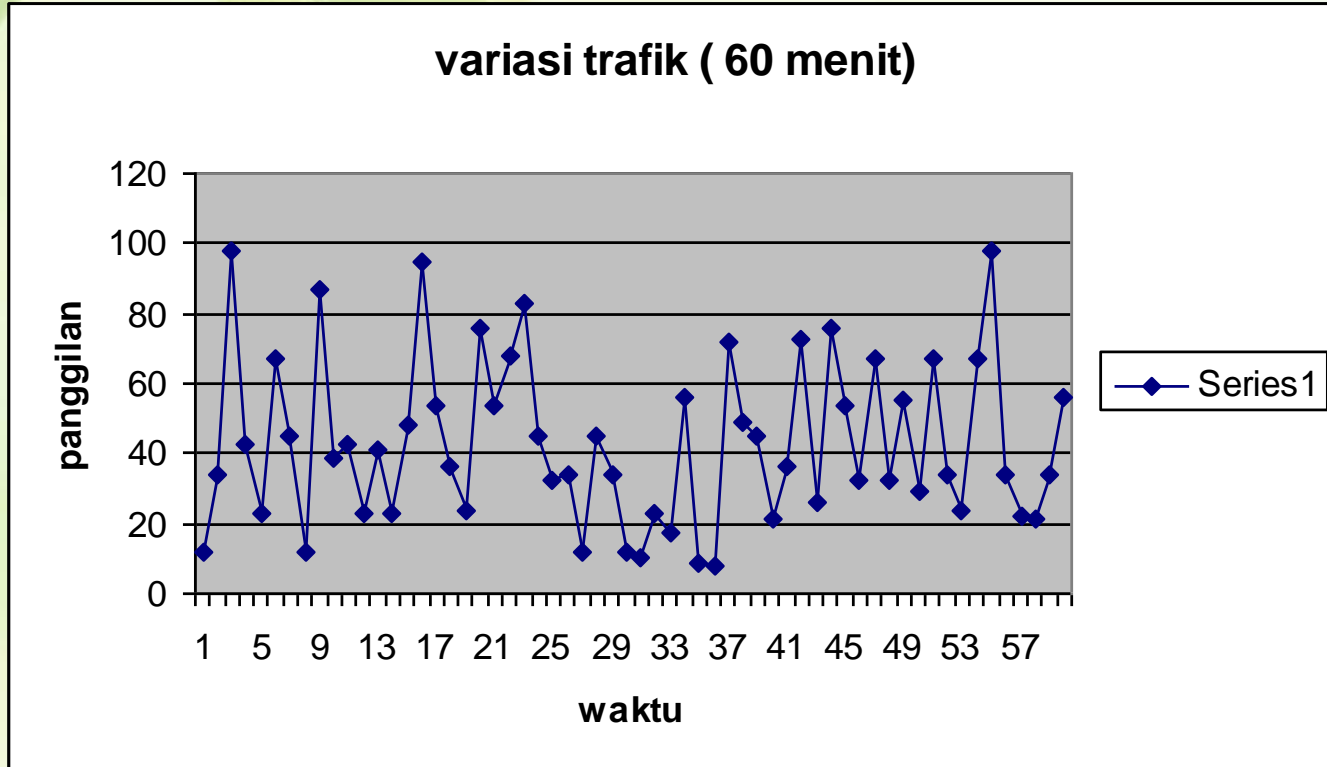
Seorang pelanggan membuat 3 panggilan telepon, selama 3 menit, 4 menit dan 2 menit dalam periode 1 jam. Hitung trafik pelanggan dalam erlang, CCS, CS dan CM

Penyelesaian:

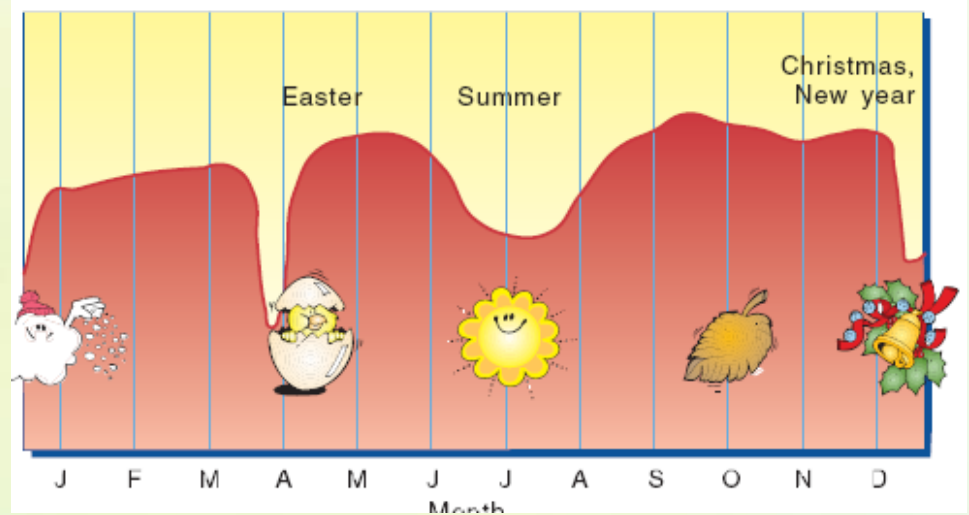
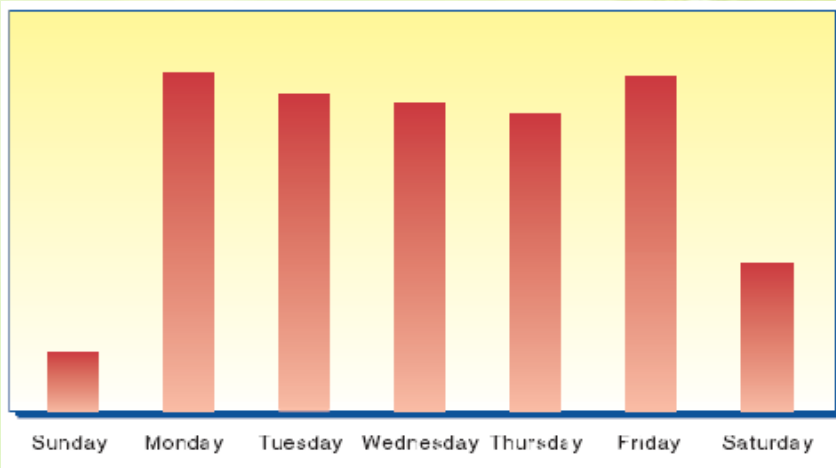
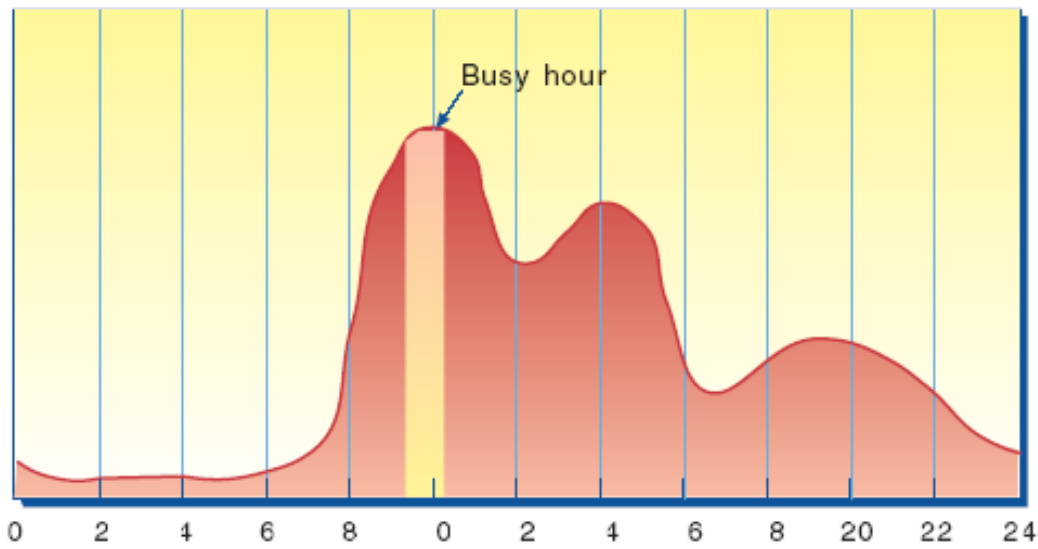
- Trafik pelanggan dalam erlang $= (3 + 4 + 2) \text{ menit} / 60 \text{ menit}$
 $= 0,15 \text{ E}$
- Trafik dalam CCS $= (3 + 4 + 2) \times 60 \text{ detik} / 100 \text{ detik}$
 $= 5,4 \text{ CCS}$
- Trafik dalam CS $= (3 + 4 + 2) \times 60 \text{ detik} / 1 \text{ detik}$
 $= 540 \text{ CS}$
- Trafik dalam CM $= (3 + 4 + 2) \times 60 \text{ detik} / 60 \text{ detik}$
 $= 9 \text{ CM}$

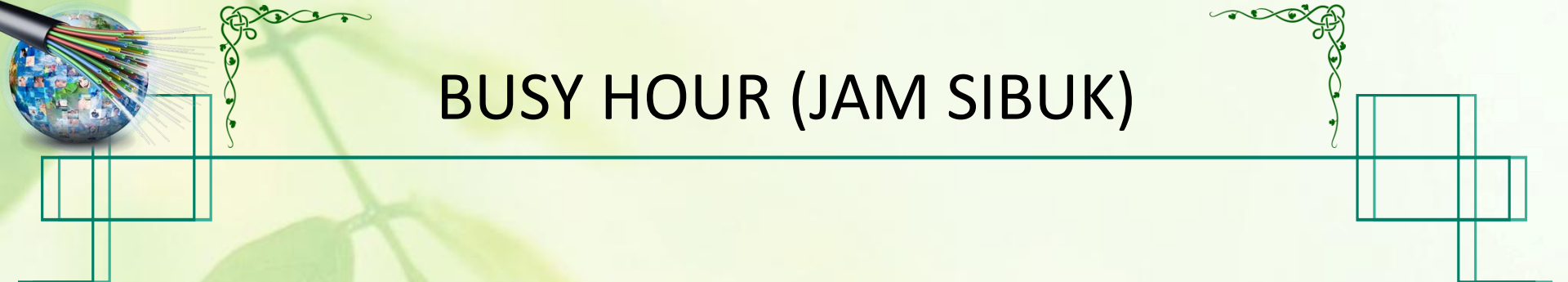
VARIASI TRAFIK

Trafik berfluktuasi dari waktu ke waktu . fluktuasi/variiasi trafik dapat diamati dari tahun ke tahun, bulan ke bulan, hari ke hari, jam ke jam dan detik ke detik.



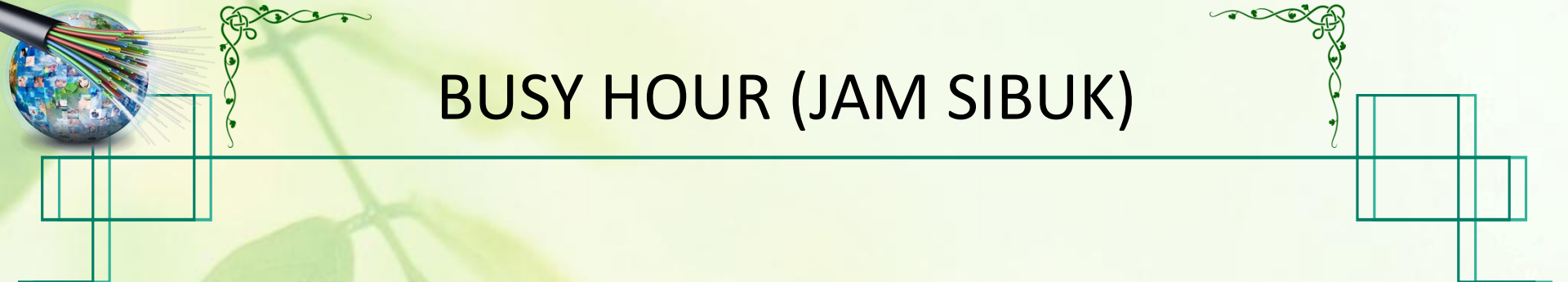
VARIASI TRAFIK






BUSY HOUR (JAM SIBUK)

- *Busy hour* (jam sibuk) adalah satu jam dalam satu tahun yang mempunyai rata-rata intensitas trafik tertinggi.
- Note: Busy Hour
 - may not occur at the same time every day
 - weekly variation
 - week day /weekend variation
 - seasonal variation




BUSY HOUR (JAM SIBUK)

- Penentuan jam sibuk:
 - TCBH (*time consistent Busy our*) dan
 - Bouncing Busy Hour (BBH) yang dikenal juga dengan *Post Selected Busy Hour* (PSBH).



BUSY HOUR (JAM SIBUK)



TCBH

Berdasarkan TCBH, jam sibuk sama dengan 60 menit dalam sehari yang mempunyai rata-rata trafik tertinggi. Trafik ini diukur pada hari kerja, dengan mengabaikan hari libur dan hari abnormal.

Contoh :

Hari/jam	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
Senin	304	248	368	392	351	289	285	194
Selasa	334	240	360	334	305	219	280	170
Rabu	314	201	335	360	342	299	235	143
Kamis	305	224	361	329	315	239	287	116
Jum'at	297	242	308	391	300	298	255	125
Total	1554	1155	1732	1806	1613	1404	1342	748

jam sibuk pada contoh di atas adalah jam **12.00** dan besarnya trafik 1806 dan trafik rata-rata: **1806 : 5 = 361.2**.

BUSY HOUR (JAM SIBUK)

BBH

Pada BBH, hanya trafik puncak yang diperhitungan. Hanya satu puncak dalam 1 hari, 1 dalam 1 minggu, 1 dalam satu bulan dan 1 dalam satu tahun.

Contoh :

Hari/jam	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
Senin	304	248	368	<u>392</u>	351	289	285	194
Selasa	334	240	<u>360</u>	334	305	219	280	170
Rabu	314	201	335	<u>360</u>	342	299	235	143
Kamis	305	224	<u>361</u>	329	315	239	287	116
Jum'at	297	242	308	<u>391</u>	300	298	255	125

Pada perhitungan dengan BBH, dipilih trafik terbesar tiap harinya. Trafik terbesar tiap hari tersebut dijumlahkan dan hasil penjumlahan dibagi dengan jumlah hari untuk mendapatkan besar trafik.

Dari contoh di atas besar trafik adalah :

$$392+360+360+361+391=1864:5 = 372.8$$

ALIRAN TRAFIK

Offered Traffic



Sistem



Carried traffic



Lost traffic

1. **Offered Traffic (A)**

Trafik yang ditawarkan atau yang mau masuk ke jaringan.

2. **Carried Traffic (Y)**

Trafik yang dimuat atau yang mendapat saluran.

3. **Lost Traffic (R)**

Trafik yang hilang atau yang tidak mendapat saluran.

GRADE OF SERVICE (GOS)

- *Grade of Service* didefinisikan sebagai perbandingan trafik yang hilang (ditolak) dengan trafik yang ditawarkan ke jaringan.


- $GOS = B = \frac{R}{A}$ atau $B = \frac{A - Y}{A}$



GRADE OF SERVICE (GOS)




- Semakin kecil nilai GOS, maka semakin baik pelayanan. GOS yang direkomendasikan di Indonesia (telkom) sebesar 0.01 atau 1 %, artinya satu panggilan gagal setiap 100 panggilan datang.
- Biasanya setiap *common subsystem* dalam jaringan mempunyai nilai GOS. GOS pada jaringan penuh ditentukan oleh nilai GOS tertinggi dari setiap sub system jaringan.



PROBABILITY OF BLOCKING

- Blocking terjadi jika lebih dari n pelanggan membuat percakapan dalam waktu yang bersamaan.
- Untuk probabilitas panggilan yang tidak sukses, operator mendefinisikan nilai target tertentu, dimana nilai probabilitas panggilan tidak sukses ini adalah nilai tertentu yang dapat diterima oleh pelanggan.
- Semakin kecil nilai *probabilitas blocking* ini maka semakin banyak kapasitas yang harus dibangun di jaringan.



PROBABILITY OF BLOCKING

- *Probabilitas Blocking* didefinisikan sebagai probabilitas seluruh saluran (server) dalam system sedang sibuk.
- Jika seluruh saluran sibuk, tidak ada trafik yang bisa dilayani oleh system dan panggilan yang datang akan ditolak.

The header features a globe on the left with colorful lines radiating from it, a large green leaf in the center, and a network diagram on the right consisting of several interconnected rectangular nodes. The title "GOS vs PROBABILITY OF BLOCKING" is centered at the top in a bold, black, sans-serif font.

GOS vs PROBABILITY OF BLOCKING

- GOS diukur dari titik pelanggan, diamati panggilan yang ditolak.
- Sedangkan *probabilitas blocking* diukur dari titik network atau switching, dimana diamati server-server (saluran) yang sibuk dalam system switching.
- GOS disebut juga dengan *Call congestion* atau loss probability dan probabilitas blocking disebut dengan *time congestion*.



GOS vs PROBABILITY OF BLOCKING

Contoh;

- Untuk jumlah saluran (server) sama dengan jumlah pelanggan akan menghasilkan GOS sama dengan nol, dimana setiap pelanggan selalu dapat dilayani tetapi probabilitas dimana seluruh saluran sibuk, maka probabilitas blocking tidak sama dengan nol.

MODEL TRAFIK



Yang terjadi :

Pelanggan bisa pindah → Diperlukan analisa trafik
→ Model Trafik → Rekayasa Trafik

MODEL TRAFIK

Ilustrasi diperlukannya Pemodelan / rekayasa trafik di dalam penggelaran jaringan



Agar komunikasi antar pelanggan dapat selalu dilakukan, sediakan 1000 saluran antar pelanggan (ditambah resource pada sentral) Tetapi ini tidak ekonomis karena di dalam kenyataan sangat jarang terjadi seluruh pelanggan berbicara pada saat yang bersamaan Di sisi lain, bila kita misalnya hanya menyediakan 1 saluran maka layanan tidak dapat diberikan secara memadai

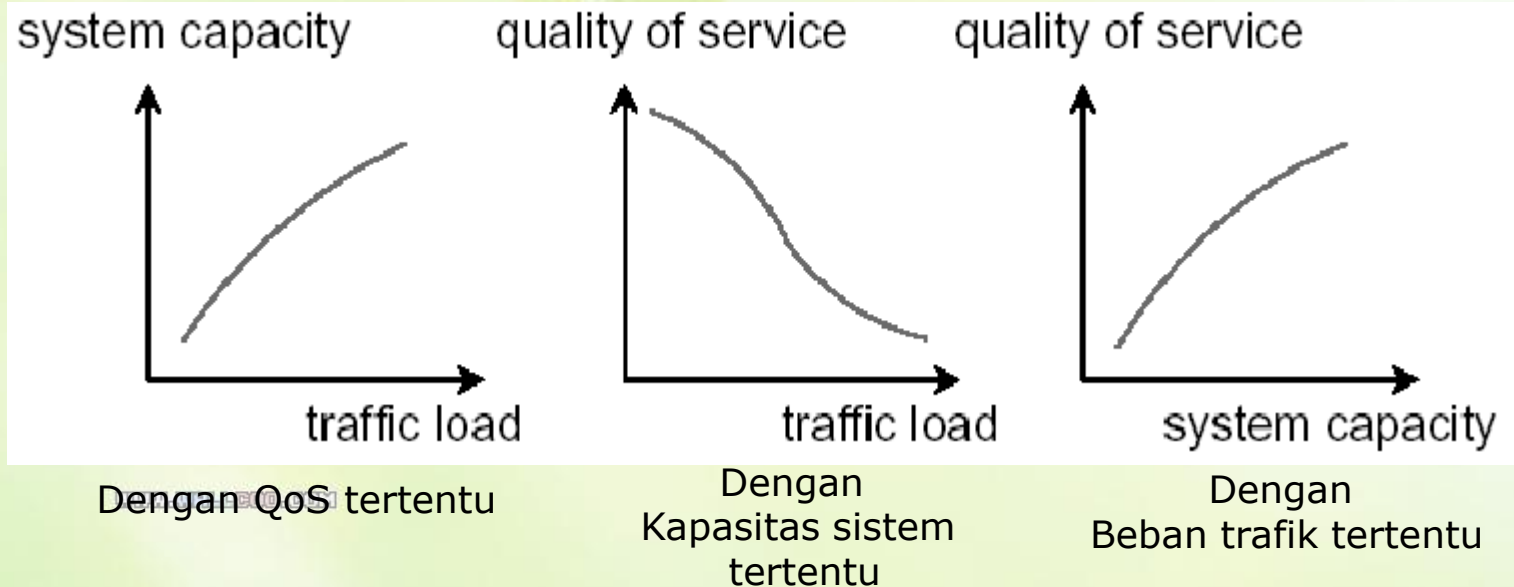
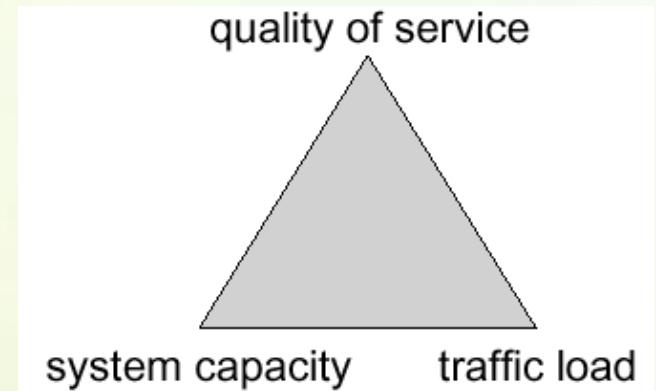
Pemodelan/Rekayasa trafik dapat digunakan untuk menentukan jumlah saluran yang ekonomis namun masih dapat memberikan tingkat layanan yang memuaskan pelanggan


MODEL TRAFIK

TUJUAN MODEL /REKAYASA TRAFIK

Memberikan gambaran tentang hubungan tiga faktor yang mempengaruhi suatu sistem telekomunikasi:

- Quality of Service → GOS
- Beban trafik
- Kapasitas sistem





MODEL TRAFIK

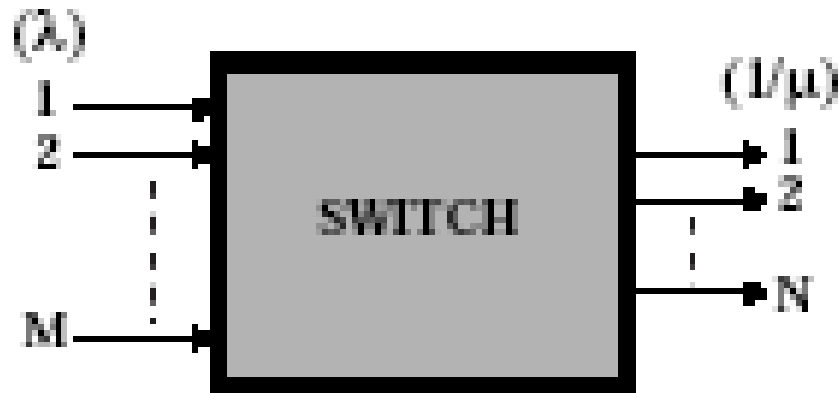


Quality of Service (QoS)

- Keberhasilan penyambungan yang tinggi.
- Ketersediaan pelayanan 24 jam sehari.
- Delay sebelum terima dial tone.
- Delay sesudah selesai delay sampai dapat ring call.
- Tersedianya service tone (busy tone, telephone out of order, dsb)
- Pencatatan billing yang benar.
- Harga tarif yang pantas dan wajar.
- Tanggapan yang baik terhadap permintaan pelayanan tanggapan dan keramahan operator / pelayan
- Lama waktu untuk pemasangan baru yang singkat dan cepat.
- Jasa-jasa tambahan atau kemudahan lainnya serta nilai tambah dari sistem telekomunikasi yang disediakan.
- Keandalan sambungan (tidak terputus- putus)
- Kejelasan suara yang terdengar (Terlalu lemah jelek, terlalu keras menyakitkan telinga).
- Privacy pelanggan.

MODEL TRAFIK

- Untuk menentukan kapasitas yang diperlukan, beban trafik yang diijinkan atau GOS (probabilitas blocking) yang diinginkan diperlukan suatu **model trafik**.



Dalam pemilihan model trafik, perlu diperhatikan parameter-parameter berikut :

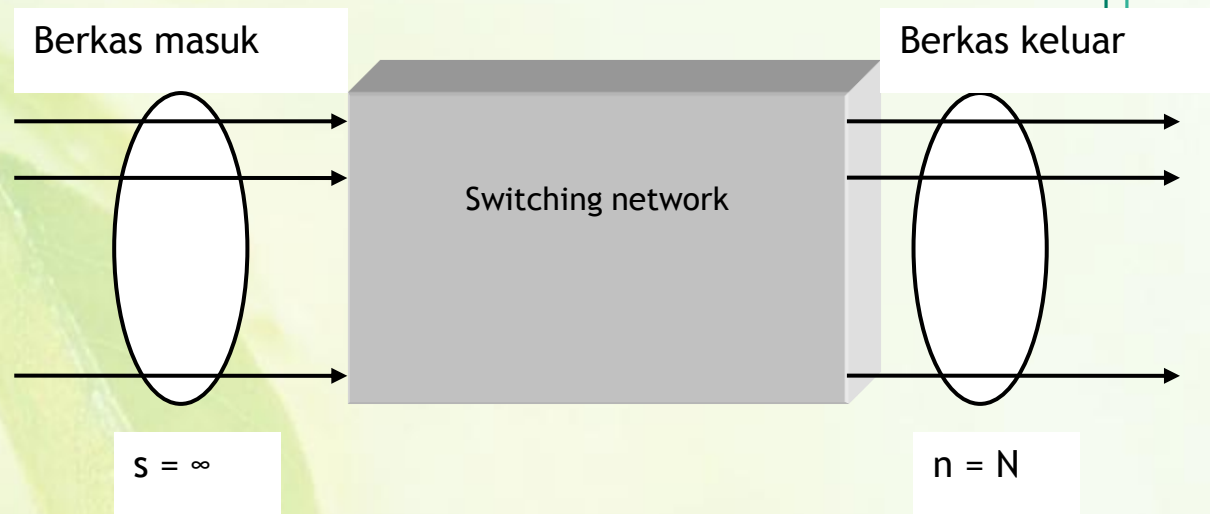
- pola kedatangan trafik
- trafik yang ditolak (penanganan panggilan yang ditolak)
- jumlah dari sumber trafik, dan
- waktu genggam (*holding time*)

MODEL TRAFIK

- Tidak ada model trafik yang benar-benar tepat untuk menggambarkan situasi yang sebenarnya.
- Beberapa model trafik berdasarkan dari parameter di atas adalah sebagai berikut :
 - Erlang B,
 - Extended Erlang B, and
 - Erlang C. Other commonly adopted traffic models are
 - Engset,
 - Poisson,
 - EART/EARC, and
 - Neal-Wilkerson.

MODEL TRAFIK

Model Erlang B



- kedatangan panggilan acak (random arrival)
- waktu pendudukan : distribusi eksponensial negative
- disiplin operasi :
 - sumber trafik tak terbatas (∞)
 - jumlah saluran yang melayani : N , terbatas. Panggilan yang datang pada waktu semua saluran sibuk, dihilangkan. (block call cleared)
 - Full availability/berkas sempurna, setiap saluran yang bebas selalu dapat diduduki oleh panggilan yang datang
 - Mean holding time terbatas = h
 - Rate rata-rata datangnya panggilan : λ (konstan)

MODEL TRAFIK

Formula Model Erlang B

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

Rumus rugi erlang ini mempunyai 3 besaran yaitu : A, N dan B. harga-harga tersebut dapat **ditabelkan**.

- Dimana :
 - $B(N, A) = P(N) = P_b$ = adalah probabilitas bloking atau probabilitas panggilan ditolak.
 - N adalah jumlah saluran
 - A adalah trafik yang ditawarkan

MODEL TRAFIK

Contoh

- Dalam sebuah system terdapat 4 saluran dan trafik yang ditawarkan sebesar 2 erlang.
- Berapa probabilitas bloking ?

$$E(4, 2) = \frac{\frac{2^4}{4!}}{1 + 2 + \frac{2^2}{2!} + \frac{2^3}{3!} + \frac{2^4}{4!}} \approx 9.5\%$$

MODEL TRAFIK

TABEL ERLANG B

Erlang B Traffic Table

Maximum Offered Load Versus B and N
B is in %

N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89

MODEL TRAFIK

CARA MEMBACA TABEL ERLANG B

- Berapa trafik yang dapat ditawarkan, jika saluran yang disediakan $N = 8$ dan probabilitas bloking 0.02 ?
- Dari tabel dapat dicari dengan menarik garis untuk $N=8$ dan $P_b=0.02$, dari tabel didapatkan, trafik yg ditawarkan sebesar $3.627 E$

Trunks	0.01	0.015	0.02	0.03
$P(B)=$				
1	0.010	0.015	0.020	0.031
2	0.153	0.190	0.223	0.282
3	0.455	0.536	0.603	0.715
4	0.870	0.992	1.092	1.259
5	1.361	1.524	1.657	1.877
6	1.913	2.114	2.277	2.544
7	2.503	2.743	2.936	3.250
8	3.129	3.405	3.627	3.987
9	3.783	4.095	4.345	4.748
10	4.462	4.808	5.084	5.529

