



# INTENSITAS TRAFIK

## Modul 3. Rekayasa Trafik Telekomunikasi

Dr. Ir. Prima Kristalina, MT

Maret 2019

# SATUAN TRAFIK

- Telah dinyatakan pada pembahasan sebelumnya, bahwa intensitas trafik tidak memiliki satuan (*dimensionless*)
- Untuk menghormati jasa ilmuwan Denmark *Agner Kraup Erlang* (1878-1929), maka intensitas trafik diberi satuan Erlang (erl).



**Agner Krarup Erlang**

**Born:** 1 Jan 1878 in Lonborg  
(near Tarm), Jutland, Denmark

**Died:** 3 Feb 1929 in Copenhagen, Denmark

Sumber: Originator of Teletraffic Theory, Proceedings of the IEEE  
( Volume: 98, Issue 1, Jan. 2010 )

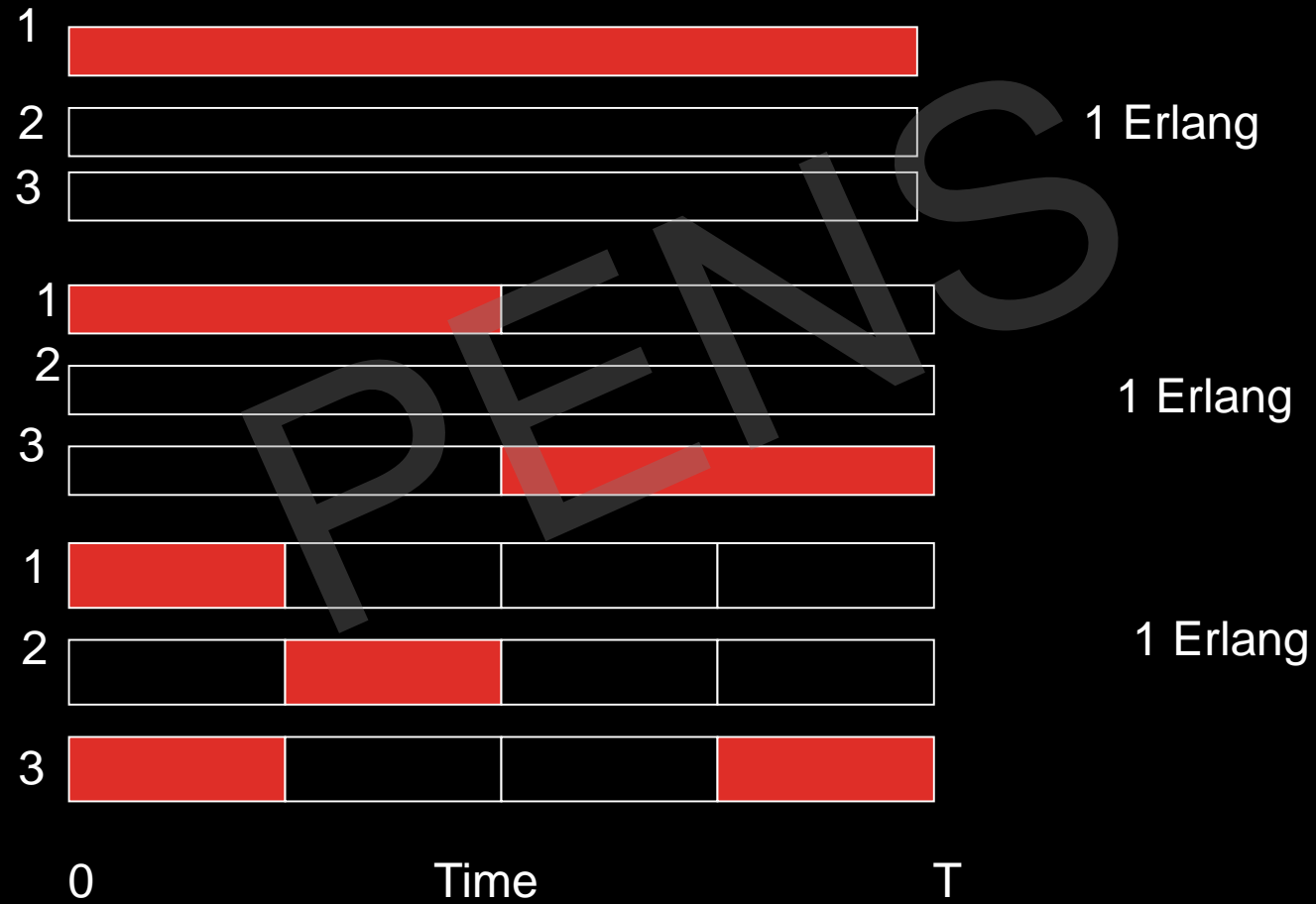
# 1 ERLANG (1 E)

- Lamanya waktu pendudukan sebuah circuit (jalur) untuk percakapan secara terus menerus selama 1 jam (biasanya pada jam sibuk)

# ERLANG

- 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.

# 1 ERLANG



# CONTOH SOAL

1. Dalam sebuah group jalur, masing-masing dipakai selama 30 menit dalam pengamatan 2 jam. Hitung trafik yang dibawa oleh group tersebut.

- Jawab:

Trafik yang dibawa oleh group = durasi pemakaian / total durasi

$$= 30 \text{ menit} / 120 \text{ menit} = 0,25 \text{ Erlang}$$

2. Sebuah group yang terdiri dari 20 server membawa trafik 10 E, jika rata-rata durasi dari panggilan adalah 3 menit, hitung jumlah panggilan yang dilewatkan oleh satu server dan oleh group tsb selama periode 1 jam

• Jawab:

Trafik per server (A)

$$= 10 / 20$$

$$= 0,5 \text{ E}$$

Jumlah panggilan yang melalui 1 server

$$= A \cdot T / h$$

$$= ( 0,5 \times 60 ) / 3$$

$$= 10 \text{ panggilan}$$

Jumlah panggilan yang lewat 1 group

$$= 10 \times 20$$

$$= 200 \text{ panggilan}$$

# SATUAN TRAFIK YANG LAIN (1/2)

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

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



# SATUAN TRAFIK YANG LAIN (2/2)

- $1 \text{ CCS/jam} = 100 \text{ call seconds} / (1 \text{ jam} \times 60 \text{ men/jam} \times 60 \text{ det/jam})$   
 $= 0,027\text{E}$
- $36 \text{ CCS/jam} = 3600 \text{ call seconds} / (1 \text{ jam} \times 60 \text{ men/jam} \times 60 \text{ det/jam})$   
 $= 1\text{E}$

# CONTOH SOAL

3. 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

• Jawab:

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

4. Sebuah sentral diasumsikan memiliki 100 panggilan dalam 1 jam, dimana rata-rata lamanya panggilan yang menduduki circuit adalah 3 menit.
- Hitung intensitas trafiknya
  - Hitung intensitas trafik jika rata-rata waktu pendudukan naik menjadi 10 menit.

• **Jawab:**

- a. Intensitas trafiknya

$$A = \frac{100 \times 3}{60} = 5 \text{ E}$$

- b. Jika rata-rata waktu pendudukan menjadi 10 menit, maka intensitas trafik menjadi:

$$A = \frac{100 \times 10}{60} = 16,67 \text{ E}$$

2. Sebuah PABX perusahaan mencatat bahwa rata-rata panggilan keluar terjadi sebanyak 120 kali pada 1 jam sibuk. Rata-rata setiap panggilan menduduki sirkit selama 2 menit. Sedangkan pada arah *incoming*, PABX tersebut menerima rata-rata 200 panggilan dengan durasi rata-rata 3 menit. Hitunglah:
- Outgoing traffic
  - Incoming traffic
  - Total traffic

**Jawab:**

- Outgoing traffic adalah  $120 \times 2 / 60 = 4 \text{ E}$
- Incoming traffic adalah  $200 \times 3 / 60 = 10 \text{ E}$
- Total traffic =  $4 + 10 = 14 \text{ E}$

# PERLUASAN ERLANG

- Satuan erlang pada awalnya digunakan untuk menyatakan besaran intensitas trafik telepon, namun seiring berjalannya waktu, data trafik tidak hanya mencakup trafik telepon saja, namun juga trafik data
- Erlang dapat digunakan untuk menyatakan ukuran intensitas trafik data dengan aturan sebagai berikut:
- Trafik data sebesar B bit pada pengukuran 1 jam dinyatakan dalam  $B/3600$  bps. Untuk mengubah ke dalam bentuk erlang, maka besaran trafik data tersebut harus dibagi dengan satuan bps pula (seperti halnya besaran intensitas trafik telepon yang diamati dalam satuan waktu pendudukan/waktu pengamatan).

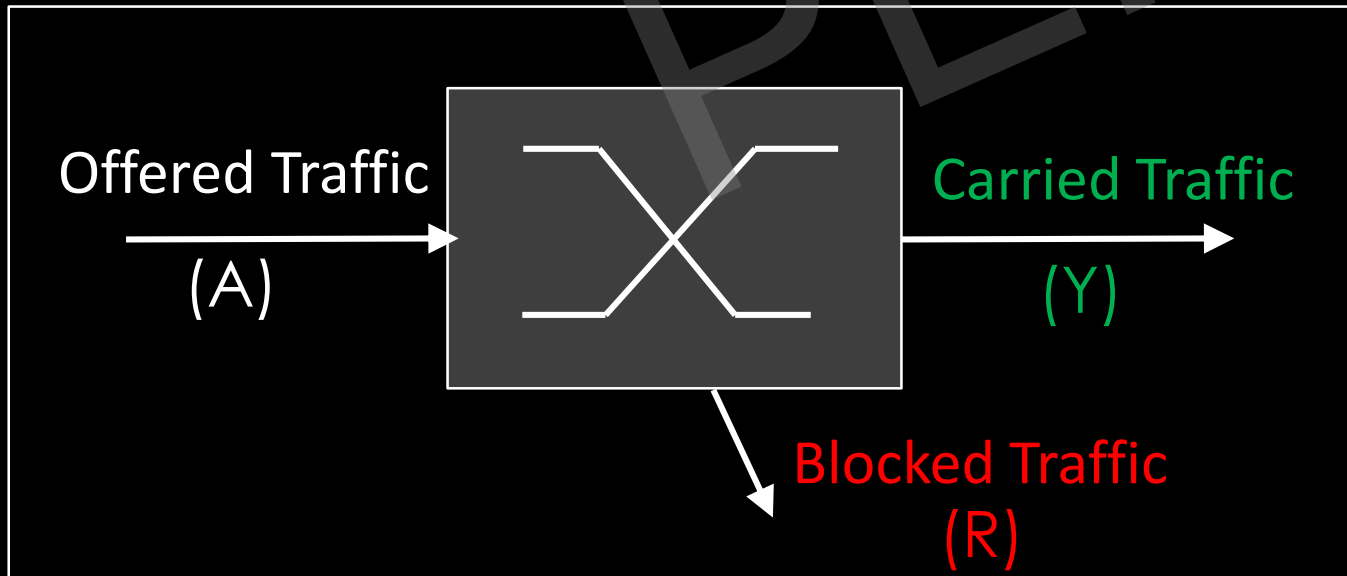
## Contoh:

- Sebuah perangkat server memiliki kapasitas 5000 Mbps digunakan untuk mengirim sejumlah 1000 bit data per detik ( 1 Mbps), maka intensitas trafik perangkat server tersebut adalah  $1 \text{ Mbps}/5000 \text{ Mbps} = 0,0002 \text{ E}$

# JENIS TRAFIK

Berdasarkan lokasi panggilan pada perangkat switching, ada 3 jenis trafik:

1. Trafik yang ditawarkan (Offered Traffic) :  $A$
2. Trafik yang dibawa (Carried Traffic) :  $Y$
3. Trafik yang ditolak (Lost/Blocked Traffic) :  $R$



$$A = Y + R$$

# DEFINISI

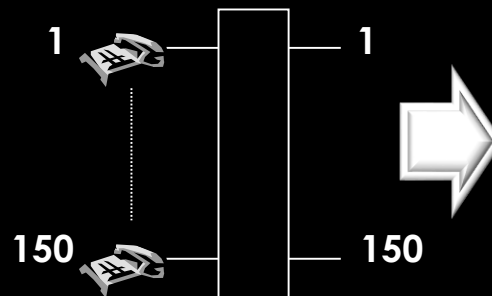
- **Offered Traffic:**  
Trafik yang menuju ke sistem
- **Carried Traffic:**  
Trafik yang dimuat atau yang bisa terlayani oleh system
- **Lost/Blocked Traffic:**  
Trafik yang ditolakl atau tidak bisa terlayani oleh sistem

## Note:

Hanya Carried Traffic saja yang bisa diukur, sedang 2 jenis trafik lainnya harus dihitung

# OFFERED TRAFFIC (1/3)

- Merupakan trafik teoritis, yaitu nilai trafik yang dibawa jika tidak terdapat blocking di dalam sistim
- Artinya bahwa *offered traffic* hanya terjadi jika tidak ada keterbatasan kapasitas dari sistim.
- Nilai *Offered traffic* ini tidak dapat diukur, hanya dapat diestimasi / dihitung berdasarkan nilai dari *Carried Traffic*



Artinya rasio jalur terminal dan jalur trunk = 1:1



# OFFERED TRAFFIC (2/3)

- *Offered traffic* bisa dihitung dengan dan tanpa mempertimbangkan panggilan berulang ketika panggilan sebelumnya ditolak
- *Offered traffic* yang tidak memperhitungkan panggilan berulang:

$$\text{Offered load} = \text{Carried load} / (1 - \text{blocking factor})$$

- *Offered traffic* yang memperhitungkan panggilan berulang:

$$\text{Offered load} = \text{Carried Load} * \text{OAF}$$

dimana  $\text{OAF} = \text{Offered Load Adjustment}$

$$= [1 - (R * \text{blocking factor})] / (1 - \text{blocking factor})$$

Contoh:  $R=0,6$  untuk 60% probabilitas panggilan mengulang

# OFFERED TRAFFIC (3/3)

- *Offered traffic* bisa dinyatakan sebagai:

$$A = \lambda \cdot h$$

$A$  = Intensitas Trafik (E)

$\lambda$  = rata-rata panggilan datang dalam satuan waktu (call/waktu) atau laju panggilan

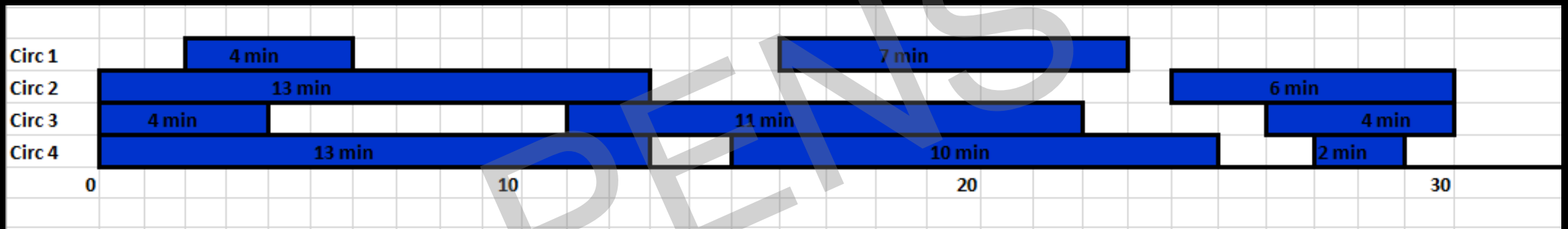
$h$  = rata-rata waktu pendudukan sistim (waktu/call)

# CARRIED TRAFFIC (1/3)

- Trafik yang dapat dibawa atau dilayani oleh sebuah sistim
- Jenis trafik ini dapat diukur, sedang 2 trafik lainnya hanya dapat dihitung berdasarkan hasil pengukuran dari *Carried traffic* ini

# CARRIED TRAFFIC (2/3)

- Dapat dinyatakan dalam diagram pendudukan circuit:



$$\begin{aligned} \text{Volume trafik} &= 4+7+13+6+4+11+4+13+10+2 \\ &= 74 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dengan waktu pengamatan = 1 jam (60 menit), maka:

$$\begin{aligned} \text{Intensitas carried traffic} &= 74/60 \\ &= 1,233 \text{ E} \end{aligned}$$

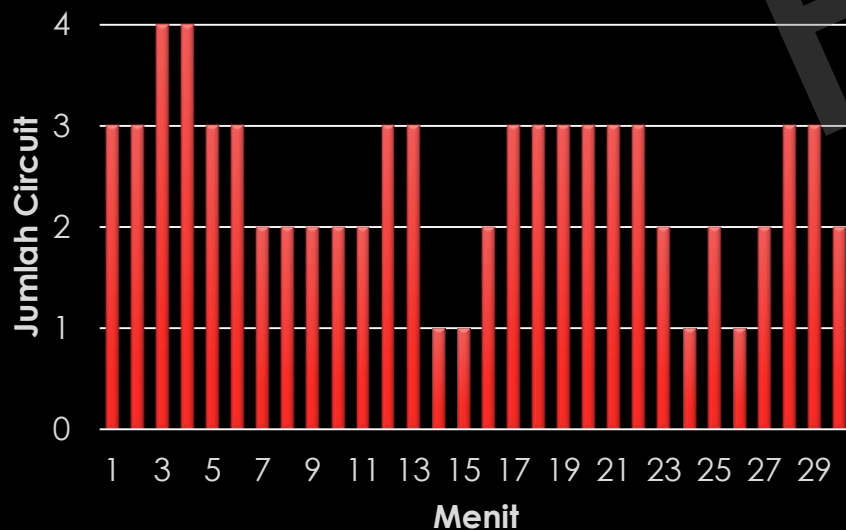
$$\begin{aligned} \text{Waktu layanan rata-rata} &= 74 \text{ menit}/10 \\ &= 7,4 \text{ menit,} \end{aligned}$$

dimana 10 adalah call yang menduduki circuit /seizure

# CARRIED TRAFFIC (3/3)

- Atau dalam hasil pengukuran pada worksheet:

Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Holding time
Circ 1			1	1	1	1											1	1	1	1	1	1	1							11	
Circ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													1	1	1	1	1	1	19
Circ 3	1	1	1	1								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	19
Circ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		25
Per waktu	3	3	4	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	2	3	3	2	74



Volume trafik = 74 menit

Jumlah seizure/call = 10

Waktu layanan rata-rata =  $74/10$

= 7,4 menit

## LOST/BLOCKED TRAFFIC (1/2)

- Trafik yang tidak dapat dibawa oleh sistem karena diblok oleh sistem (kapasitas sistem sudah penuh)
- Selisih antara offered traffic (A) dan carried traffic (Y)

$$R (\text{lost}) = A(\text{Offered}) - Y(\text{Carried})$$

# LOST/BLOCKED TRAFFIC (2/2)

- Karena:

$$A = Y + R$$

- Maka:

$$\begin{aligned} R &= Ax \text{ Probabilitas Blocking (Congestion)} \\ &= AxP(B) \end{aligned}$$

# UTILITAS SALURAN

- Utilitas saluran / sirkit ( $\rho$ ) atau efisiensi sirkit adalah:
  - Proporsi waktu dimana sebuah sirkit sedang sibuk
  - Rata-rata proporsi waktu dimana setiap sirkit sedang sibuk

$$\rho = \frac{Y}{\text{jumlah trunk}}$$

- Nilai utilitas ini adalah  $0 < \rho < 1$



# CONTOH SOAL

1. Sebuah sentral menerima rata-rata 2400 panggilan baru dalam selang waktu 1 jam, dan rata-rata pendudukan adalah 5 menit. Hitung *Offered Traffic* (A) nya

**Jawab:**

$$\lambda = \frac{c}{T} = \frac{2400 \text{ call}}{60 \text{ menit}} = \frac{40 \text{ call}}{\text{menit}}$$

$$h = \frac{5 \text{ menit}}{\text{call}}$$

$$\begin{aligned} A &= \lambda \cdot h \\ &= 200 \text{ E} \end{aligned}$$

2. Dalam waktu pengamatan 20 menit, ada 40 pelanggan membangkitkan call. Durasi total call 4800 detik. Hitung beban trafik yang ditawarkan oleh pelanggan ke jaringan (*Offered traffic*), berapa rata-rata call yang datang, dan berapa waktu rata-rata pendudukan jalur per call?

Jawab:

- *Offered Traffic*:

$$A = \frac{V}{T} = \frac{4800 / 60}{20} = 4 \text{ E}$$

$$V = \frac{4800 \text{ detik}}{60} = 80 \text{ menit}$$

$$T = 20 \text{ menit}$$

- Rata-rata call datang/ laju kedatangan

$$\lambda = \frac{40 \text{ call}}{20 \text{ menit}} = \frac{2 \text{ call}}{\text{menit}}$$

- Rata-rata pendudukan jalur/call

$$h = \frac{4800 \text{ detik}}{40 \text{ call}} = \frac{120 \text{ detik}}{1 \text{ call}} = 2 \frac{\text{menit}}{\text{call}}$$

3. Sebuah grup sistim terdiri dari 20 pelanggan, membangkitkan 50 call dengan rata-rata holding time 3 menit. Berapa rata-rata trafik per pelanggan ?

**Jawab:**

Intensitas Trafik (*Offered Traffic*) ke sistim:

$$A = \frac{c.h}{T} = \frac{50 \times 3}{60} \\ = 2,5 \text{ E}$$

Maka *offered traffic* per pelanggan adalah:

$$A_{\text{plg}} = \frac{2,5}{20} \\ = 0,125 \text{ E}$$

4. Pengukuran trafik pada sebuah sentral telepon menghasilkan data sebagai berikut: 28

Percakapan 15 menit: 4 kali

Percakapan 5 menit: 7 kali

Percakapan 8 menit: 15 kali

Percakapan 20 menit: 5 kali

Percakapan 30 menit: 2 kali

Hitunglah:

- Berapa intensitas trafik yang ditangani sentral tersebut dalam 1 jam pengamatan
- Berapa waktu pendudukan rata-rata?
- Berapa laju trafiknya ( $\lambda$ ) ?

**Jawab:**

a. Intensitas Trafik:

$$A = \frac{V}{T} = \frac{15 \times 4 + 5 \times 7 + 8 \times 15 + 20 \times 5 + 30 \times 2}{60} = \frac{375}{60} = 6,25 \text{ E}$$

b.  $h$  = jumlah menit/call

$$h = \frac{\text{total jumlah waktu pendudukan}}{\text{call}} = \frac{375}{4 + 7 + 15 + 5 + 2} = \frac{375}{33} = 11,36 \text{ menit/call}$$

c. Laju trafik:

$$\lambda = \frac{\text{total jumlah call}}{\text{waktu pengamatan}} = \frac{33}{60} = 0,55 \text{ call/menit}$$

5. Sebuah grup sistim memiliki 20 pelanggan, dengan total 300 call dalam periode 75 menit pengamatan, dengan durasi pendudukan rata-rata 4 menit. Jika ada 30 call yang terbangun pada periode pengamatan tersebut dan sistim memiliki 25 sirkit.

Hitunglah:

- Offered traffic sistim
- Offered traffic per pelanggan
- Utilitas sistim

**Jawab:**

Intensitas Trafik (*Offered Traffic*) ke sistim:

$$A = \frac{c.h}{T} = \frac{300}{75} \times 4 = 16 \text{ E}$$

*Offered traffic* per pelanggan:

$$A_{\text{plg}} = 16 / 20 = 0,8 \text{ E}$$

Lost traffic (R) =

$$R = \frac{30}{75} \times 4 = 1,6 \text{ E}$$

Utilitas sistim =

$$\rho = \left[ \frac{300 - 30}{75} \times 4 \right] / 25 = 0,576 = 57,6\%$$

# TUGAS

1. Dalam pengamatan kinerja sentral terdapat data jumlah call sebagai berikut:

Hari/Jam	9.00-9.30	9.30-10.00	10.00-10.30	10.30-11.00	11.00-11.30
Senin	7	8	9	8	9
Selasa	8	8	7	8	8
Rabu	7	9	10	9	8
Kamis	9	8	8	8	7
Jumat	10	10	8	7	6

- Jika rata-rata waktu pendudukan sirkit untuk masing-masing call adalah 2 menit, hitung volume trafik pada hari Selasa dan Jumat jam 9.00 sampai 11.30
- Berapa laju kedatangan call pada jam 10.30 – 11.00?
- Berapa intensitas trafik pada jam 10.30-11.30 pada seluruh hari?

2. Sebuah sistim terdiri dari 20 server membawa trafik 10 E, jika rata-rata durasi pendudukan masing-masing seizure adalah 4 menit, selama periode pengamatan 1 jam hitunglah:
  - a. Jumlah seizure yang dilewatkan oleh satu server per satuan waktu
  - b. Jumlah panggilan yang dilewatkan oleh sistim tersebut per satuan waktu
  
3. Sebuah jaringan lokal mempunyai 4 buah server. Dalam pengamatan selama 2 jam, satu server mempunyai okupansi 20 menit, tiga server yang lain mempunyai okupansi 40 menit. Hitunglah:
  - a. Berapa beban trafik jaringan lokal tersebut ?
  - b. Berapa okupansi rata-rata per server?

4. Apabila intensitas kedatangan paket dalam sebuah router adalah 1000 packet/s dan waktu layanan rata-rata dari router sebut adalah 500ms, berapa *offered traffic* dari sistem di atas?
  
5. Selama jam sibuk di sebuah perusahaan terjadi 120 *outgoing call* dengan waktu pendudukan rata-rata 2 menit, dan 200 *incoming call* dengan waktu pendudukan rata-rata 3 menit.

Tentukan:

- a. *Outgoing traffic*
- b. *Incoming traffic*
- c. Total traffic