

# TEE 843 – Sistem Telekomunikasi

---

## 3. Pengantar Jaringan Telekomunikasi



universitas  
MALIKUSSALEH

**Muhammad Daud Nurdin**

[syechdaud@yahoo.com](mailto:syechdaud@yahoo.com)

**Jurusan Teknik Elektro FT-Unimal  
Lhokseumawe, 2016**



# Sekilas Jaringan Telekomunikasi

---

1. Basic Telecommunications Network
2. Classification of Telecommunications Network
3. Various Telecommunications Networks
4. Network Management
5. Traffic Engineering



# Dasar Jaringan Telekomunikasi

---

- Tujuan dasar dari jaringan telekomunikasi adalah untuk mengirimkan informasi dalam bentuk apapun dari seorang pengguna (*user*) kepada pengguna lain dalam jaringan.
- Para pengguna jaringan publik (*public networks*) disebut pelanggan (*subscriber*). Contoh jaringan publik adlh jaringan telepon.
- Informasi dari pelanggan dpt berupa suara, data, gambar, dll.
- Pelanggan dpt menggunakan teknologi jaringan yg berbeda-beda utk mengakses jaringan, misalnya telepon tetap (*fixed*) ataupun telepon bergerak (*mobile/cellular*).



# Teknologi Jaringan

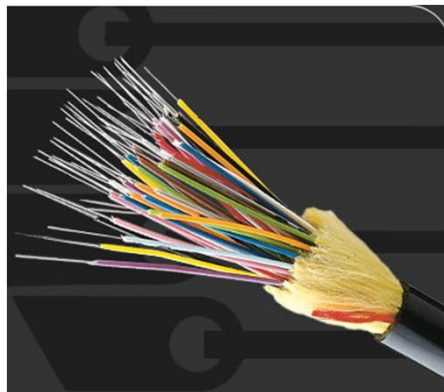
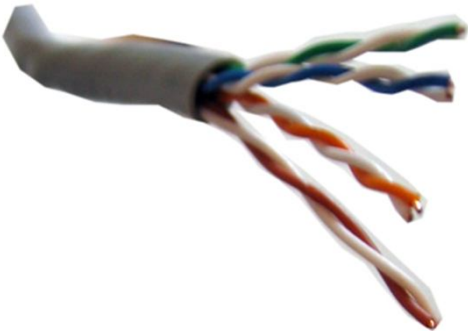
---

Tiga teknologi minimal yg diperlukan utk dapat berlangsungnya komunikasi melalui jaringan telekomunikasi:

1. *transmission* (transmisi)
2. *switching* (penyambungan/pensaklaran)
3. *signaling* (pensinyalan)

# Transmisi

- **Transmisi** adalah proses pengangkutan informasi antar titik-titik dari suatu sistem atau jaringan.
- Dua aspek utama sistem transmisi: **media (medium) transmisi** dan **teknik transmisi**.
- Sistem transmisi menggunakan **empat media dasar** untuk transfer informasi dari satu titik ke titik lain:
  - 1) **Kabel tembaga**, misalnya pd line telepon dan jaringan LAN
  - 2) **Kabel serat optik**, misalnya pd transmisi berkecepatan tinggi
  - 3) **Gelombang radio**, misalnya pd telepon seluler dan transmisi satelit
  - 4) **Optik ruang bebas** (free-space optics), misalnya infrared remote controllers





# Switching

---

- **Switching** dpt diartikan sebagai mekanisme **penyambungan** saluran input ke saluran output sehingga informasi (trafik telekomunikasi) dpt dialirkan dari pengirim ke penerima.
- Perangkat switching pd jaringan telepon berupa **sentral (*exchange*)**.
- Pada jaringan komunikasi data, perangkat switching dapat berupa **switch** ataupun **router**.



# Signaling

---

- **Signaling** adalah mekanisme yang memungkinkan entitas-entitas jaringan untuk membangun, memelihara, dan mengakhiri suatu session/koneksi dalam jaringan.
- Dengan kata lain, signaling dpt diartikan sebagai bahasa komunikasi antar peralatan telekomunikasi.
- Contoh signaling pada jaringan telepon adalah **dialing**, yaitu pengiriman sinyal (digit-digit) tertentu oleh pelanggan pemanggil kepada sentral yg berisi informasi nomor telepon tujuan panggilan.



# Sekilas Jaringan Telekomunikasi

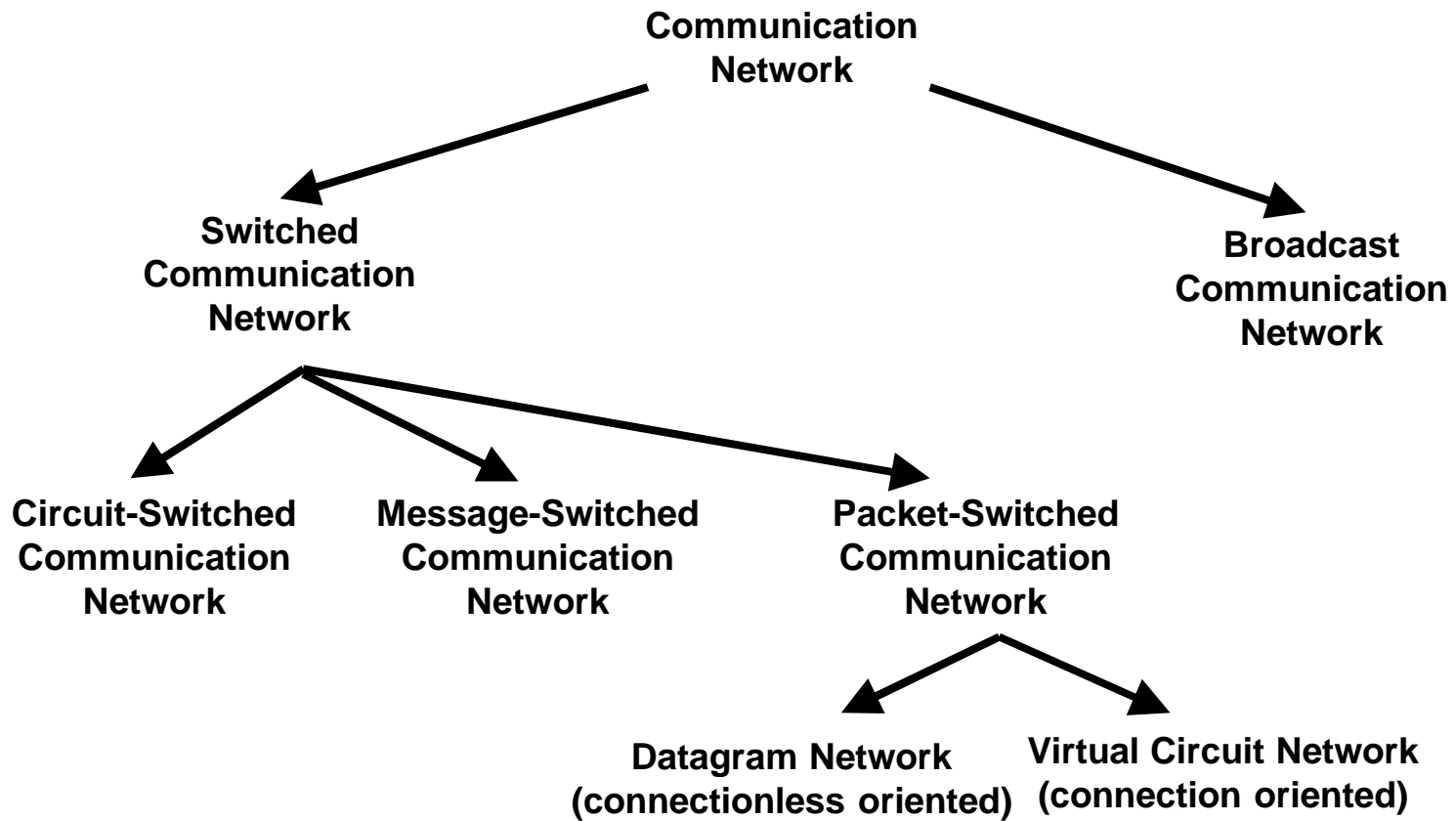
---


1. Basic Telecommunications Network
2. Classification of Telecommunications Network
3. Various Telecommunications Networks
4. Network Management
5. Traffic Engineering



# Klasifikasi Jaringan

---



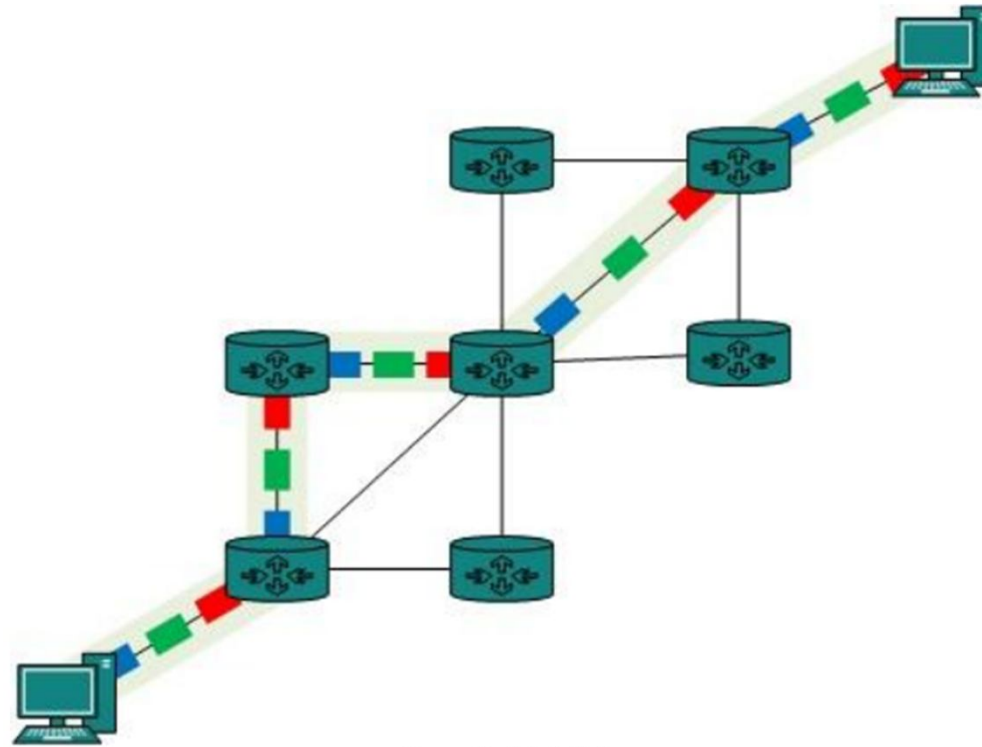


# Broadcast vs Switched Networks

---

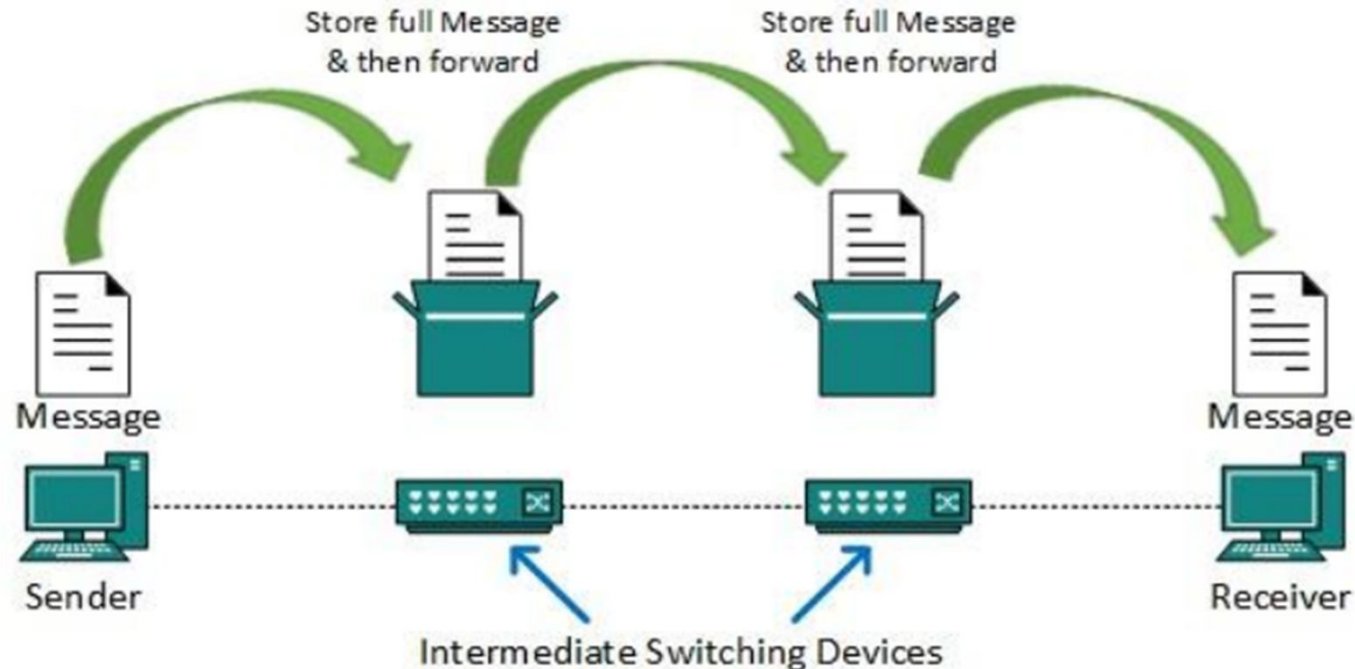
- Jaringan telekomunikasi dapat diklasifikasikan berdasarkan bagaimana sinyal ditransmisikan dan diterima;
  - Broadcast
  - Switched
- **Broadcast networks**
  - sinyal yg ditransmisikan oleh satu peralatan end-user secara otomatis didengar oleh semua peralatan end-user lainnya. Contoh: radio AM/FM, televisi.
- **Switched networks**
  - sinyal harus dirutekan melalui node jaringan atau di-switch ke rute yg diinginkan. Contoh: jaringan telepon.
- Dapat juga berbentuk **Hybrid**
  - Tipe jaringan telekomunikasi ini merupakan gabungan dari broadcast dan switched network.
  - misalnya: segment Ethernet (broadcast) dihubungkan dengan Router.

# Circuit Switching



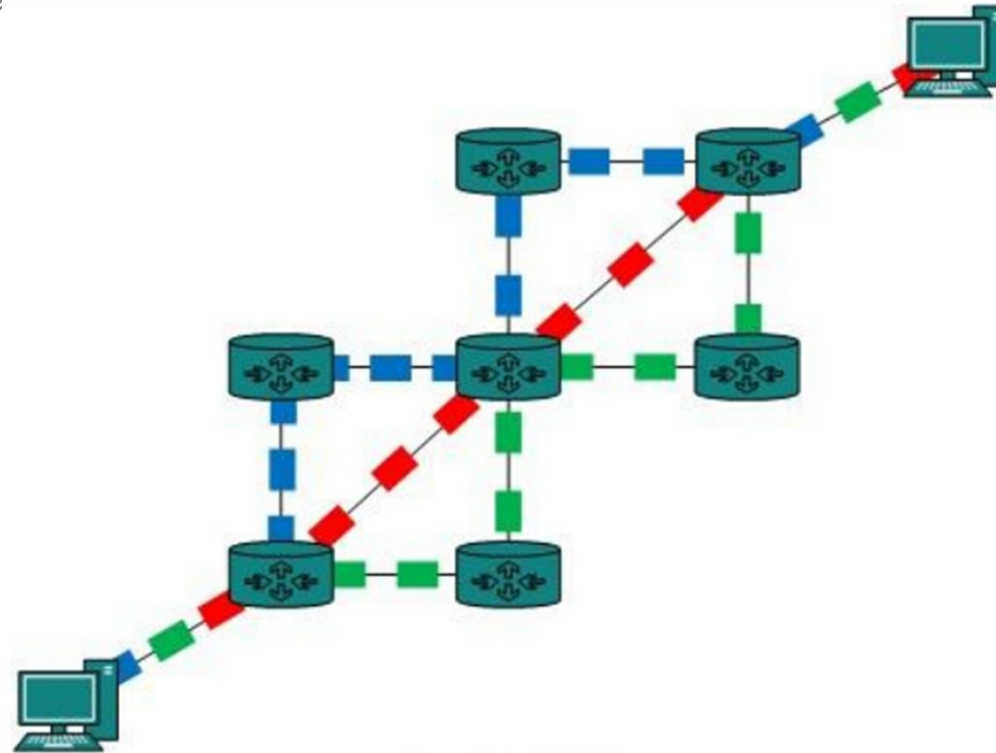
- When two nodes communicate with each other over a dedicated communication path, it is called circuit switching. There's a need of pre-specified route from which data will travel and no other data will be permitted. In simple words, in circuit switching, to transfer data a circuit must be established so that the data transfer can take place.
- Contoh: Jaringan telepon, ISDN

# Message Switching



- A switch working on message switching, first receives the whole message and buffers it until there are resources available to transfer it to the next hop. If the next hop is not having enough resource to accommodate large size message, the message is stored and switch waits.
- Dikenal juga dengan ***store-and-forward system***.
- Contoh: Jaringan Telex.

# Packet Switching



- The entire message is broken down into smaller chunks called packets. The switching information is added in the header of each packet and transmitted independently.
- Contoh: Jaringan TCP/IP (Internet), Frame Relay.



# Klasifikasi Jaringan Lainnya

---

- Publik vs Privat (**kepemilikan**)
- Voice/Speech/Audio, Data, dan Video (**tipe informasi**)
- Analog, Digital, Radio, Satelit (**teknik transmisi**)
- Mesh, Bus, Ring, Star, Tree (**topologi**)
- Centralized vs Distributed (**control regime**)
- Broadband vs Narrowband (**data rate dan kecepatan respon**)
- Single media (mis. Telepon) vs multimedia (mis. Broadband ISDN)

# Topologi Jaringan

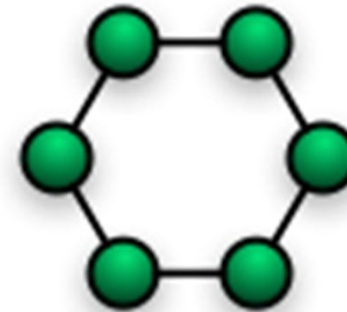
---



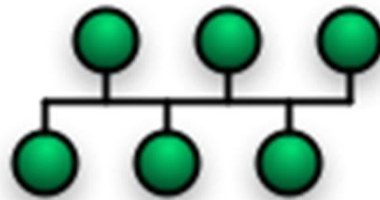
Star



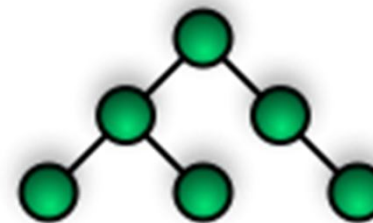
Mesh



Ring



Bus



Tree

Dapat juga berbentuk **hybrid** yaitu gabungan dari dua atau lebih topologi tersebut.



# Sekilas Jaringan Telekomunikasi

---

1. Basic Telecommunications Network
2. Classification of Telecommunications Network
- 3. Various Telecommunications Networks**
4. Network Management
5. Traffic Engineering





# Telecommunications Networks

---

- Pada kuliah sebelumnya, kita tlh membahas jaringan telekomunikasi suara (telepon) konvensional. Selanjutnya, akan kita tinjau jaringan telekomunikasi yg lbh luas.
- Ditinjau dari kepemilikannya, jaringan telekomunikasi dpt dibagi kedalam dua kategori:
  - *public networks*
  - *private networks* atau *dedicated networks*



# Public Networks

---

- Jaringan publik (*public networks*) adlh jaringan yg dimiliki dan dikelola oleh operator jaringan telekomunikasi.
- Operator adlh badan usaha yg mempunyai lisensi utk menyediakan layanan telekomunikasi secara komersial dan biasanya itu adlh bisnis inti mereka.
- Setiap pelanggan dapat dihubungkan ke jaringan telekomunikasi publik jika dia memiliki peralatan yang cocok dan kontrak dengan operator jaringan.



# Contoh Public Networks

---

1. Telephone Networks
2. Mobile Telephone Networks
3. Telex Networks
4. Paging Networks
5. Public Data Networks
6. Internet
7. ISDN
8. Radio and Television Networks

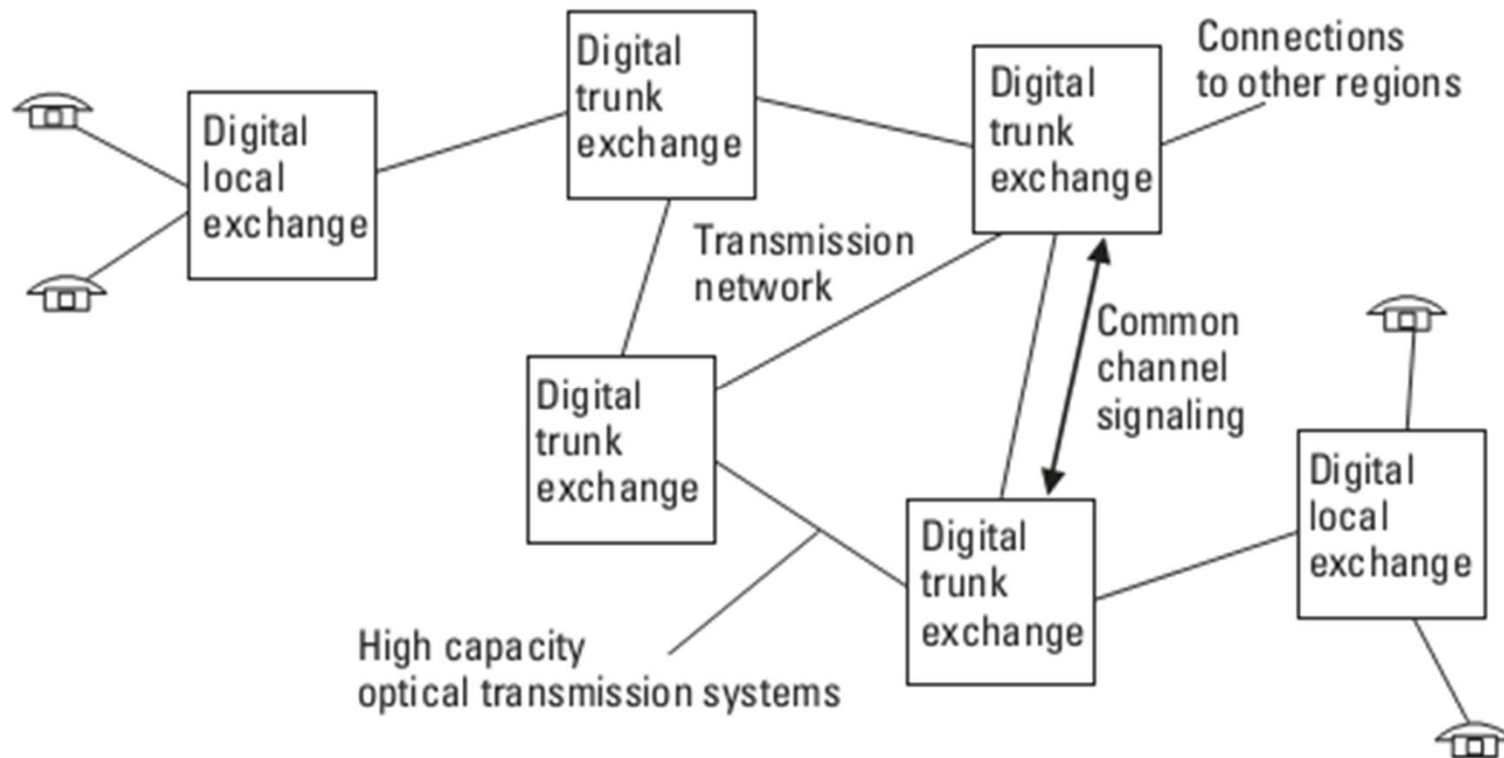


# Telephone Networks

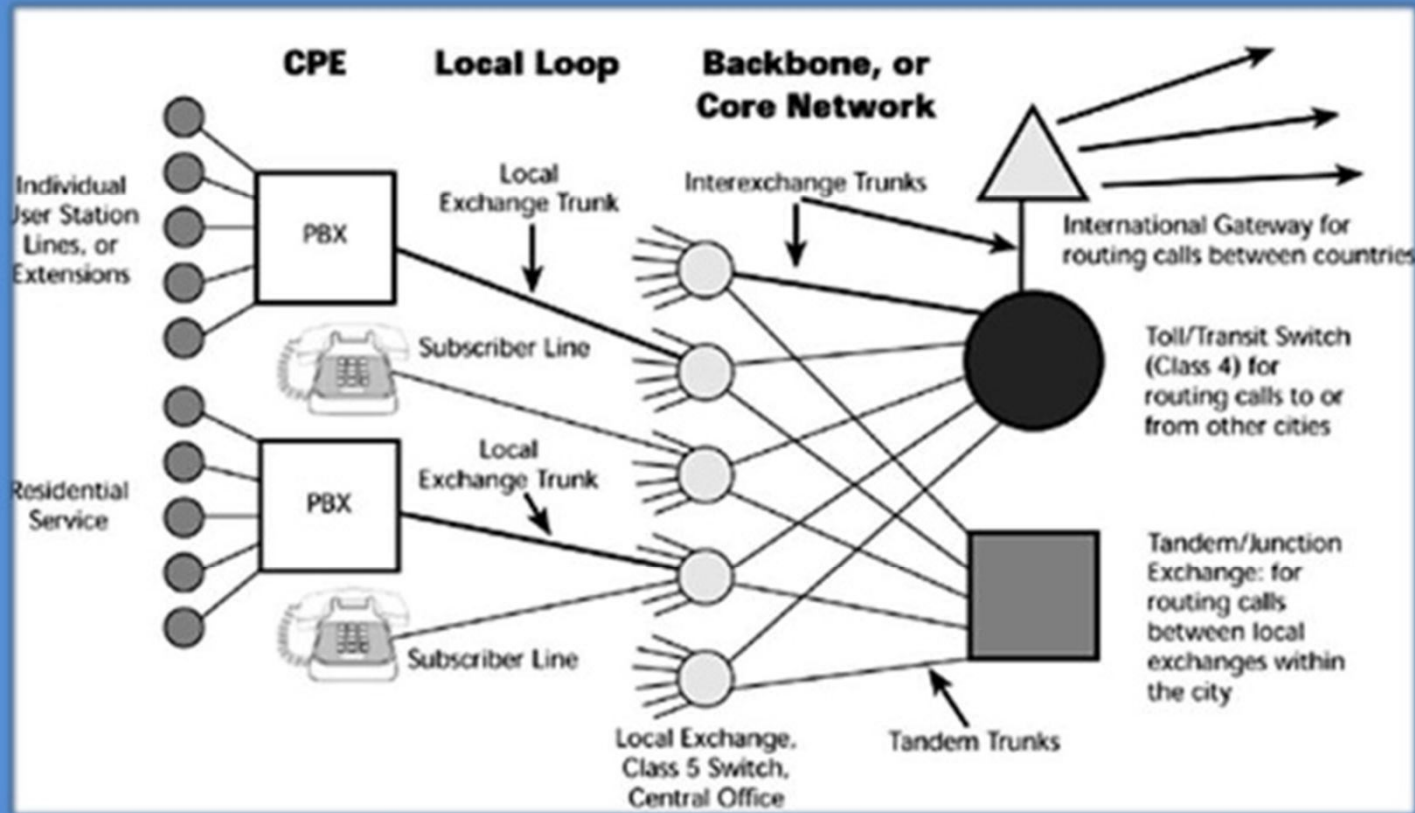
---

- PSTN (*public switched telephone networks*) adlh public network yg paling utama.
- Kadang-kadang digunakan istilah *plain old telephone service* (POTS) utk membedakannya dgn PSTN saat ini.
- Selain suara, dpt juga disisipkan data dgn bantuan voice-band modem.
- Langkah evolusi berikutnya setelah PSTN adalah ISDN (*integrated services digital network*)

# Jaringan PSTN



# Structure of the PSTN

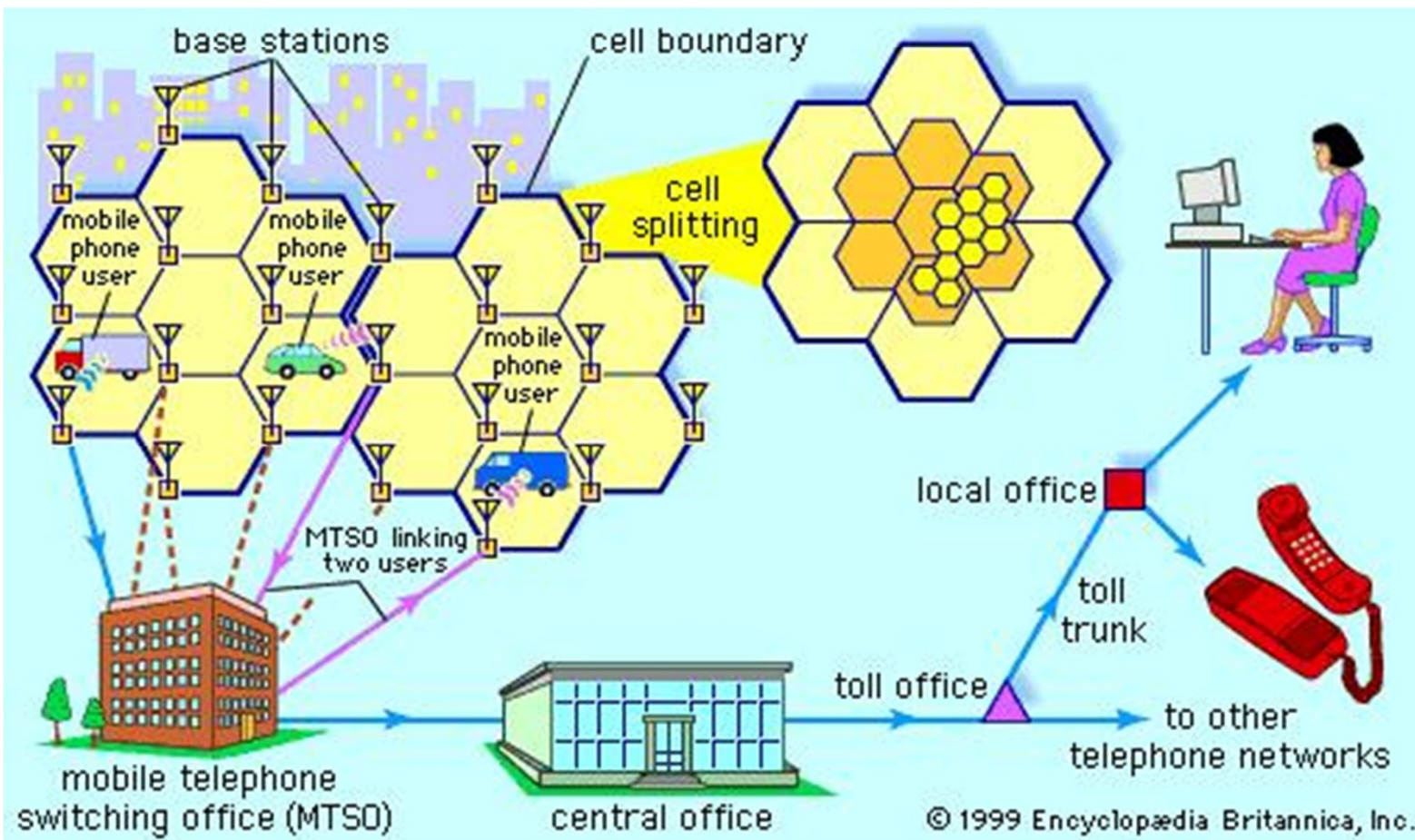




# Mobile Telephone Network

---

- Disebut juga ***celular telephone network***.
- Istilah resmi utk jaringan telepon bergerak adalah *public land mobile networks* (PLMN).
- Menyediakan komunikasi radio utk mengakses jaringan.
- Merupakan jaringan akses nasional/regional dan terkoneksi ke PSTN utk sambungan jarak jauh dan internasional.







# Telex Networks

---

- Ini merupakan pengembangan dari jaringan telegraf yang memungkinkan teleprinter yang dihubungkan oleh switch khusus.
- Kecepatan bit telex sangat lambat, 50 atau 75 bps, yang membuatnya handal (tdk rawan error).
- Dahulu pernah banyak digunakan tetapi saat ini telah dikalahkan oleh sistem messaging lain seperti faksimili dan surat elektronik (e-mail).



M  
 Ø515 EST+ ← "Who are you?" from sender;  
 VULCAN WPB ← a small cross on our machine.  
 Somtimes asked to repeat.  
 V  
 VIA WUI+ ← Recipient's Answerback  
 VULCAN WPB  
 STREL RS236 44 ← Sender's Answerback

TO: VULCAN IRON WORKS INC.  
 FM: STRAITS ENGINEERS  
 21/12/81 STØ558

ATTN: MR. JESSE H. PERRY

AM PLEASD TO INFORM YOU OUR VULCAN Ø2Ø IS WORKING WELL ON THE  
 ROCK BREAKER.

COULD YOU GIVE ME THE NAME, ADDRESS, TELEX NUMBER ETC.  
 OF THE MANUFACTURER OF 1'' THICK MICARTA SHEETS PLEASE.

HOPE YOU HAVE A MERRY CHRISTMAS AND ALL GOOD WISHES FOR 1982.

REGARDS  
 ALAN KEET  
 \*  
 VULCAN WPB

STREL RS236 44  
 VVVV  
 REPLY VIA WUI-DIAL 1Ø1  
 T

The message:  
 Short, to the point,  
 and all caps.

End formalities same as start

A little advertisement for  
 Western Union



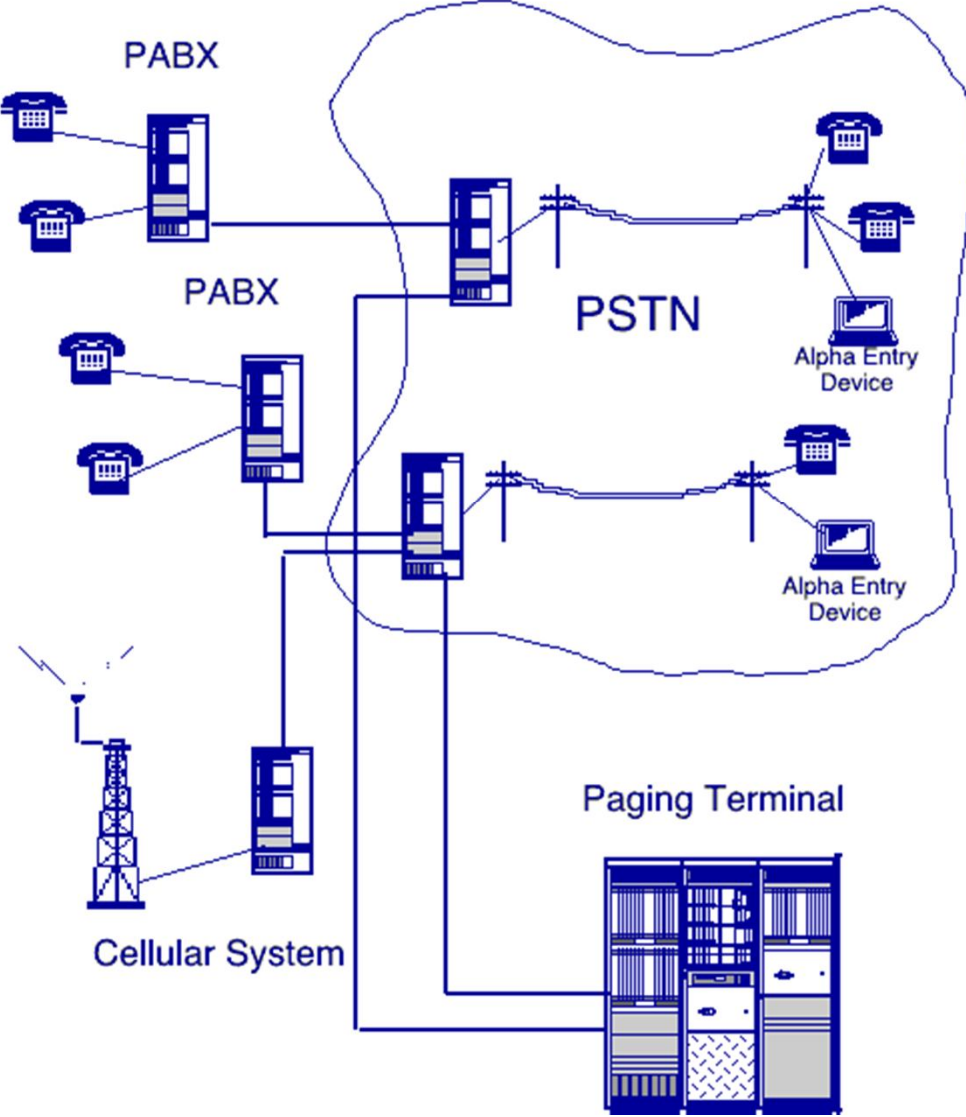
# Paging Networks

---

- Paging networks merupakan komunikasi unidirectional saja.
- Pager merupakan sistem komunikasi wireless (nirkabel/nirkawat) yg low-cost.
- Pager sederhana hanya dpt menyampaikan “beep”, tetapi yg lbh maju dpt menyampaikan pesan (message) yg cukup panjang.
- Keberadaannya telah dikalahkan oleh munculnya sistem selular.



### How Callers Can Access the Paging Terminal





# Public Data Networks

---

- Jaringan ini menyediakan koneksi sewaan point-to-point (*leased point-to-point*), koneksi circuit-switched, ataupun packet-switched.
  - *leased point-to-point* dpt dipakai utk koneksi antar LAN dari kantor-kantor dlm suatu daerah.
- Jaringan ini telah redup dgn munculnya Internet.



# Internet

---

- Yaitu worldwide packet-switched network yg dikembangkan dari ARPANET, yg mulanya dikembangkan pd akhir 1960-an oleh Departemen Pertahanan A.S.
- The ARPANET grew until it became a wide-area computer network called the Internet, which was used in the 1970s and 1980s mainly by academic institutes such as universities.
- Saat ini, Internet adalah jaringan informasi utama di dunia, dan banyak Internet service providers (ISP) bermunculan untuk menyediakan layanan internet baik untuk bisnis atau pun pelanggan rumah.

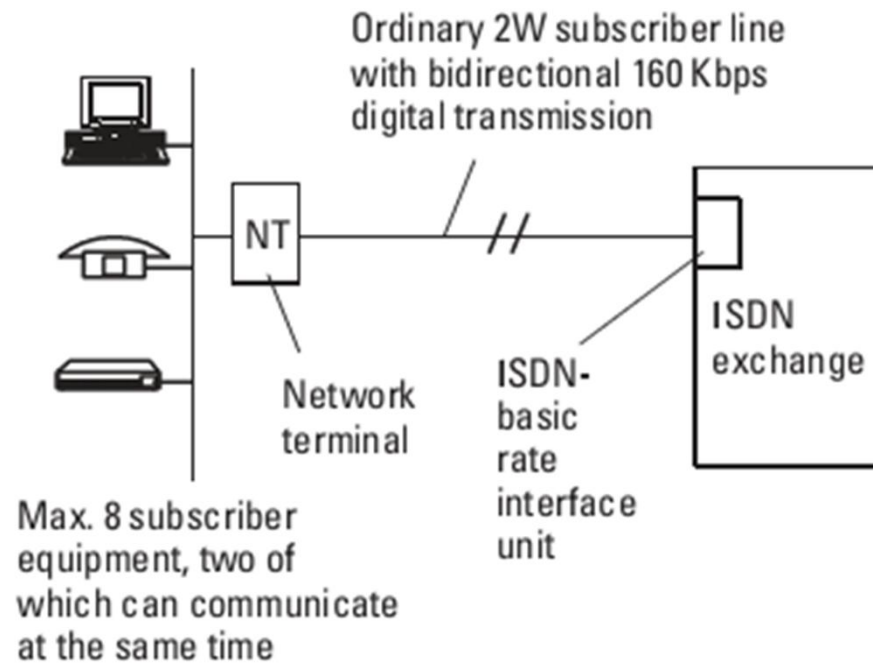


# ISDN (1)

---

- Jaringan telepon secara bertahap berkembang menjadi ISDN (*integrated services digital networks*), di mana semua informasi yang ditransmisikan adalah dalam bentuk digital dari ujung ke ujung.
- Dgn bantuan pembaharuan bbrp hardware dan software, sentral telepon digital modern mampu menyediakan layanan ISDN.
- Kemunculan teknologi-teknologi akses yg rate-nya lebih tinggi (seperti xDSL dan cable modem) tlg memotong pertumbuhan ISDN.<sup>31</sup>

# ISDN (2)



Routing of B-channels, 64 Kbps, is independent.  
D-channel, 16 Kbps, is used for signaling.  
Total information rate is 144 Kbps, which makes  
160 Kbps when framing information is added.

**Figure 2.18** ISDN basic rate interface.





# Radio and Television Networks

---

- Jaringan radio dan jaringan TV umumnya merupakan jaringan distribusi radio unidirectional utk komunikasi massa.
- Di daerah urban, kini akses ke jaringan ini tersedia juga melalui cable TV.
- Saat ini, operatornya dpt menyediakan layanan telekomunikasi lain (khususnya fixed telephone dan internet acces) sekaligus.



# Private or Dedicated Networks

---

- Jaringan privat (*private networks*) adalah jaringan yg dibangun dan didesain utk melayani kebutuhan dari organisasi-organisasi tertentu. Secara umum mereka memiliki dan memelihara jaringannya sendiri.
- Layanan yg disediakan berupa campuran yg disesuaikan yg terdiri dari suara, data, dan informasi-informasi kontrol khusus.
- Voice Communication Networks, contohnya: jaringan yg digunakan polisi, jaringan yg digunakan perusahaan taksi.
- Data Communication Networks, contohnya: jaringan data bank, jaringan data hotel, jaringan data agen travel/ticketing.



# Virtual Private Networks

---

- Bagi suatu organisasi; membangun dan memelihara jaringan sendiri (private network) adlh sgt mahal.
- Pilihan lain adlh menyewa sumber daya dari operator jaringan publik. Sumber daya tsb juga di-share dgn pelanggan lain oleh operator.
- Virtual private network (VPN) menyediakan layanan yg mirip dgn private network biasa, namun sistemnya adlh milik operator jaringan.
- Artinya, VPN menyediakan suatu private/dedicated network dgn bantuan perangkat public network.
- Keuntungannya: dgn VPN, suatu perusahaan tlh mengalihkan pengadaan, manajemen, dan pemeliharaan layanan telekomunikasinya kpd operator telekomunikasi, shg perusahaan dpt lbh berkonsentrasi pd *core business*-nya.



# Contoh VPN

---

- VPN utk layanan suara pd jaringan PBX/PABX suatu perusahaan, dimana interkoneksi antar kantornya menggunakan kanal suara (56/64 Kbps) yg disewanya dari operator jaringan publik.
- Aplikasi VPN utk penggunaan intranet. *Intranet* adlh suatu private data network yg menggunakan teknologi Internet terbuka. Secara fisik, suatu intranet dpt tersusun dari banyak LAN pd lokasi-lokasi yg berbeda. Utk meng-interkoneksi antar LAN inilah digunakan VPN (yg menyediakan transmisi data antar lokasi melalui jaringan Internet publik. Utk keamanan, digunakan *firewalls* pd interface antara setiap LAN dgn internet publik.



# Intelligent Network (IN)

---

- *Intelligent Network* (jaringan cerdas) adalah jaringan telepon digital biasa dengan beberapa kemampuan tambahan seperti routing yg fleksibel dan notifikasi suara.
- Secara tradisional, nomor telepon telah menjadi identitas dari suatu fisik line pelanggan tertentu dan suatu socket. Namun, pada IN nomor fisik dan nomor layanan tidak memiliki hubungan yg tetap dan dapat berubah dgn waktu. Sebagai contoh, layanan darurat mungkin tersedia di beberapa lokasi pd siang hari, tetapi hanya di satu lokasi daerah saja pd malam hari.



# IN: Distributed Intelligence

---

- Yaitu berupa layanan tambahan utk meningkatkan kesuksesan panggilan dan pemanfaatan jaringan.
- Implementasinya pd sentral lokal dari pelanggan yg bersangkutan.
- Contohnya:
  - *Call forwarding*, yg memungkinkan melanjutkan panggilan ke nomor lain.
  - *Call waiting*, yg memungkinkan pelanggan diberitahu (notifikasi) adanya panggilan baru yg datang pd saat sedang menerima panggilan.
  - *Automatic callback*, yg memungkinkan pemanggilan kembali secara otomatis ke suatu nomor tujuan (yg pd saat pemanggilan sebelumnya sedang sibuk) apabila kini sdh menganggur.
  - *Abbreviated dialing*, yg memungkinkan pelanggan dpt menyingkat nomor-nomor yg sering dipanggil dgn nomor-nomor tertentu yg lebih pendek.
  - *Screening of incoming and outgoing calls*, yg memungkinkan pelanggan membatasi hanya menerima panggilan dari nomor-nomor tertentu dan/atau membatasi hanya dpt melakukan panggilan ke nomor-nomor tertentu saja.



# IN: Centralized Intelligence

---

- Yaitu IN yg dikelola secara terpusat dan memiliki arsitektur khusus.
- Keuntungannya: apabila suatu layanan baru ditambahkan atau diperbaharui maka semua sentral dpt segera menyediakan layanan yg berubah tersebut.
- Contohnya:
  - *Universal access number*, misalnya layanan konsumen dari suatu perusahaan menggunakan satu nomor saja utk beberapa kantor dlm suatu negara.
  - *Premium rate service*, yg menyediakan layanan/informasi (misalnya: instansi, dokter, konsultasi, pengacara) melalui telepon dimana biaya jasa layanan dibebankan kpd pelanggan melalui billing teleponnya.
  - *Freephone*, dimana biaya panggilan dibebankan kpd penerima panggilan (misalnya layanan konsumen)
  - *Credit card call*, dimana pengguna layanan dpt melakukan pembayaran dgn kartu kreditnya dgn cara memanggil (dial) nomor akun dan kode identitasnya.

# Public Switched Telecommunications Network saat ini

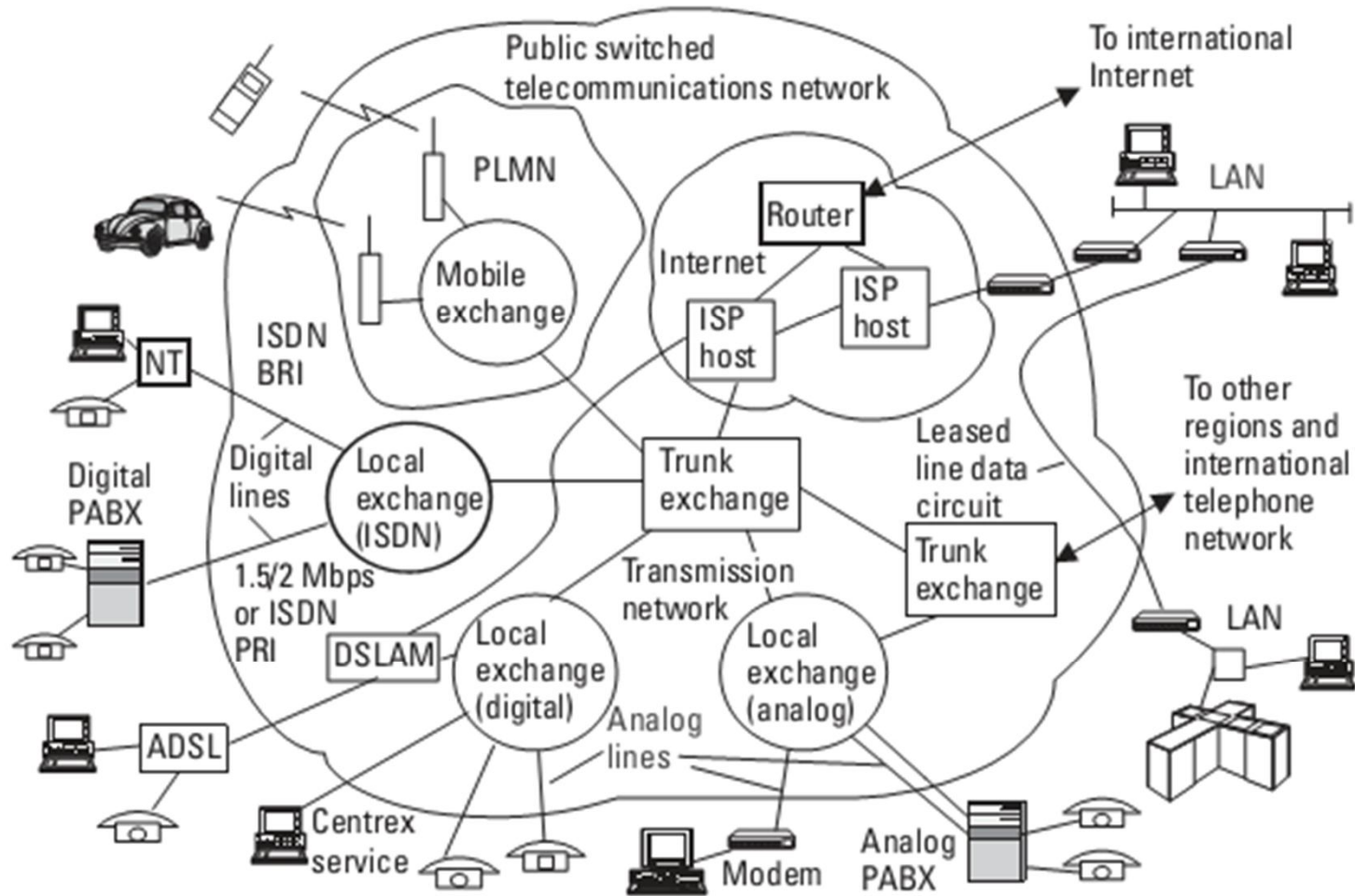


Figure 2.20 Overview of the public switched telecommunications network.



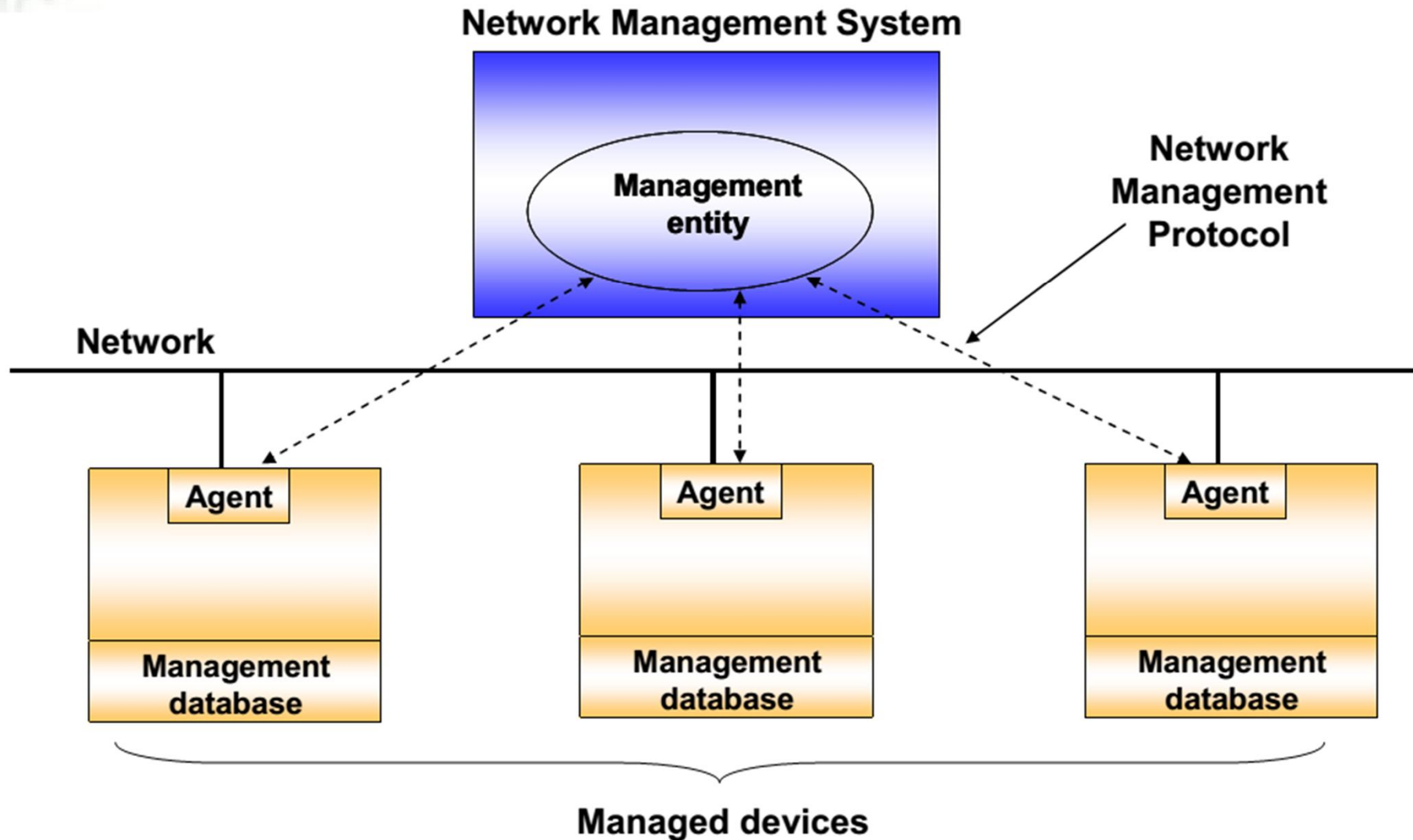


# Sekilas Jaringan Telekomunikasi

---

1. Basic Telecommunications Network
2. Classification of Telecommunications Network
3. Various Telecommunications Networks
4. **Network Management**
5. Traffic Engineering

# Network Management (1)





# Network Management (2)

---

- Manajemen Jaringan (*Network Management*) adalah pelaksanaan dari seperangkat fungsi-fungsi yang diperlukan untuk mengendalikan, merencanakan, menempatkan, menerapkan, mengkoordinasikan, dan memantau semua sumber daya dari jaringan.
- Secara umum manajemen jaringan adalah sebuah layanan yang mempergunakan beberapa alat bantu, aplikasi, dan perangkat untuk membantu seorang manajer jaringan dalam memantau dan memelihara jaringan.
- Fungsi Dasar Manajemen Jaringan:
  - Manajemen Performansi (Performance Management)
  - Manajemen Kesalahan (Fault Management)
  - Manajemen Konfigurasi (Configuration Management)
  - Manajemen Akuntansi (Accounting Management)
  - Manajemen Keamanan (Security Management)



# Network Management (3)

---

- Pentingnya manajemen jaringan (network management) semakin meningkat seiring dgn bertambahnya ukuran dan kompleksitas jaringan telekomunikasi.
- Manajemen jaringan yg efisien adalah alat kunci dlm membantu operator jaringan memperbaiki layanan dan membuatnya lebih kompetitif.
- Dulunya, sistem yg mengurus fungsi-fungsi kontrol dan pengawasan dlm jaringan telekomunikasi dikenal dgn sistem ***operation and maintenance (O&M)***.

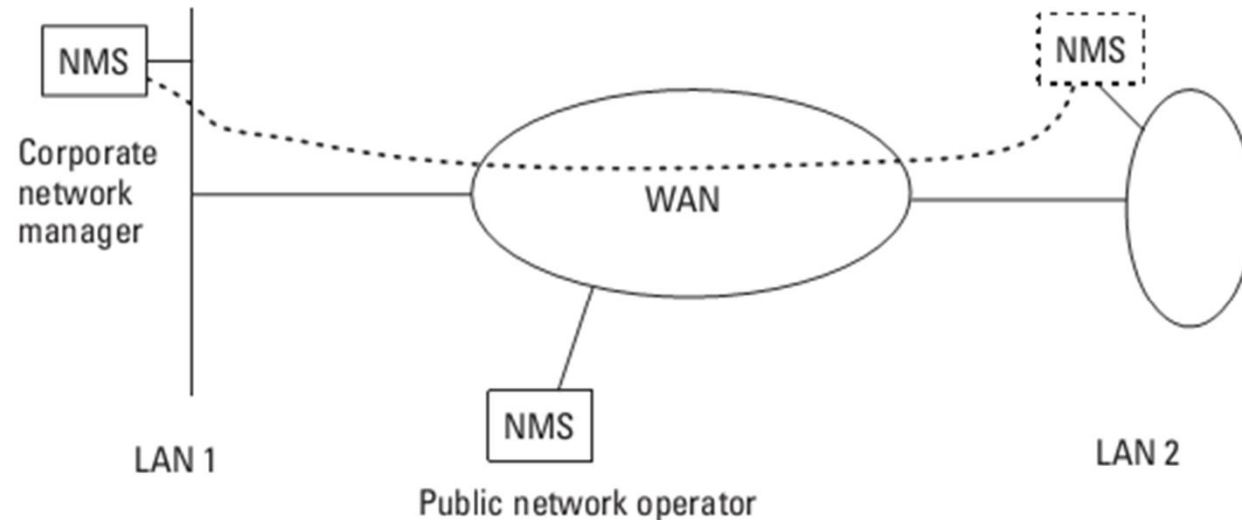


# Network Management (4)

---

- Saat ini, istilah yg lebih populer adlh sistem manajemen jaringan (*network management*) karena fungsi-fungsi yg dijalankan oleh sistem *network mangement* telah mencakup lebih dari sistem O&M konvensional.
- Fungsi-fungsi **operation** mencakup fungsi-fungsi manajemen pelanggan, misalnya: pengumpulan data biaya, memindahkan/menghentikan langganan, traffic monitoring, pengontrolan jaringan utk meminimalisasi resiko overload.
- Fungsi-fungsi **maintenance** mencakup monitoring jaringan dan tindakan perbaikan bila terjadi fault. Salah satu parameter utk mendeteksi dini terjadinya fault adalah *bit error rate*. Bila terjadi fault, dilokalisasi dan diperbaiki.

# Contoh: Network Management pd Interkoneksi LAN suatu perusahaan



**Figure 2.21** Management responsibility of a corporate network.

- The main concerns of network managers of a company include these:
  - Network change management (hardware updates);
  - The location and repair of malfunctions;
  - Software updates and version control;
  - Network security.
- The public network operator manages the public network in order to be able to provide reliable service to customers.



# Telecommunications Management Network (TMN)

---

- Public networks mengandung banyak teknologi dan organisasi operator yg berbeda-beda yg biasanya dipilah-pilah dlm area-area tanggung jawab yg berbeda-beda, seperti *transmission, telephone exchanges, leased-line data networks, dan packet-switched data services*.
- **Telecommunications Management Network (TMN)** adlh suatu model protokol yg didefinisikan oleh ITU-T utk manajemen sistem-sistem terbuka dlm jaringan telekomunikasi.
- TMN menyediakan suatu *framework* utk pencapaian interkoneksi dan komunikasi antar sistem operasi dan jaringan telekomunikasi yg heterogen.



# Area Manajemen TMN (FCAPS functions)

---

- *Fault management*: mengumpulkan informasi *alarm* dan mengambil tindakan perbaikan; mendeteksi malfungsi sistem dan mengadakan pengukuran ke lokasi *fault*.
- *Configuration management*: mengubah konfigurasi network elements, misalnya memutuskan pelanggan yg tdk membayar rekening.
- *Accounting*: mengatur fungsi-fungsi *accounting* pd network elements.
- *Performance*: mengukur kinerja jaringan utk mendeteksi *fault* dan *bottleneck* lebih lanjut.
- *Security*: mendeteksi ancaman keamanan, misalnya: mengumpulkan data ttg pengguna suatu jaringan perusahaan yg sering memasukkan kode keamanan yg salah, utk mendeteksi hacker.






# Sekilas Jaringan Telekomunikasi

---

1. Basic Telecommunications Network
2. Classification of Telecommunications Network
3. Various Telecommunications Networks
4. Network Management
- 5. Traffic Engineering**



# Rekayasa Trafik (Traffic Engineering)

---

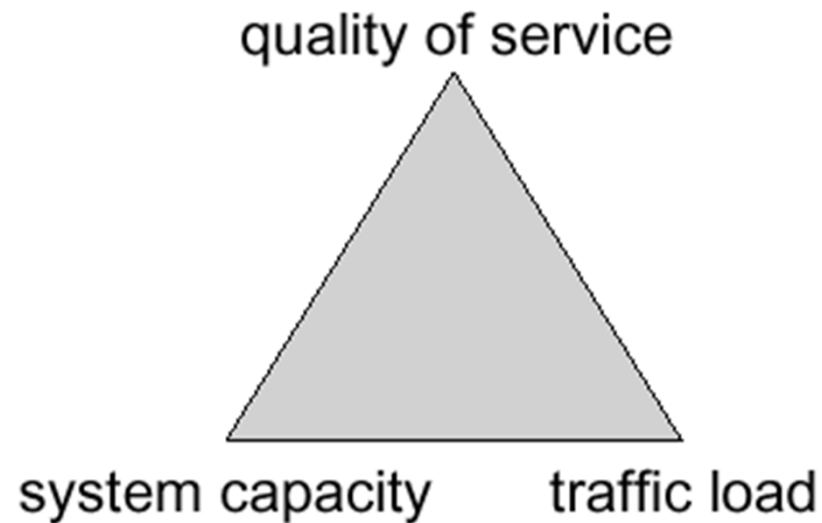
- Rekayasa Trafik adlh isu kunci bagi operator jaringan telekomunikasi yg berusaha menjaga para pelanggan senantiasa puas, seraya meminimalkan investasi jaringan.
- Sekarang ini, operator jaringan harus membayar dan memberi perhatian lebih utk aspek ini karena bertambahnya persaingan dlm pasar layanan telekomunikasi.
- Kapasitas jaringan (capacity of network) misalnya: number of channels between exchanges, exchange sizes, number of radio channels in a cellular network, sebaiknya ditambah dimana *bottlenecks* jaringan terjadi.
- Oleh karena itu, pemanfaatan jaringan harus diukur secara kontinu dan permintaan trafik di masa yg akan datang harus dpt diestimasi. Lalu, berdasarkan estimasi tsb, kapasitas jaringan dpt ditambah sebelum terjadi masalah yg lbh berat.

# Tujuan Teletraffic

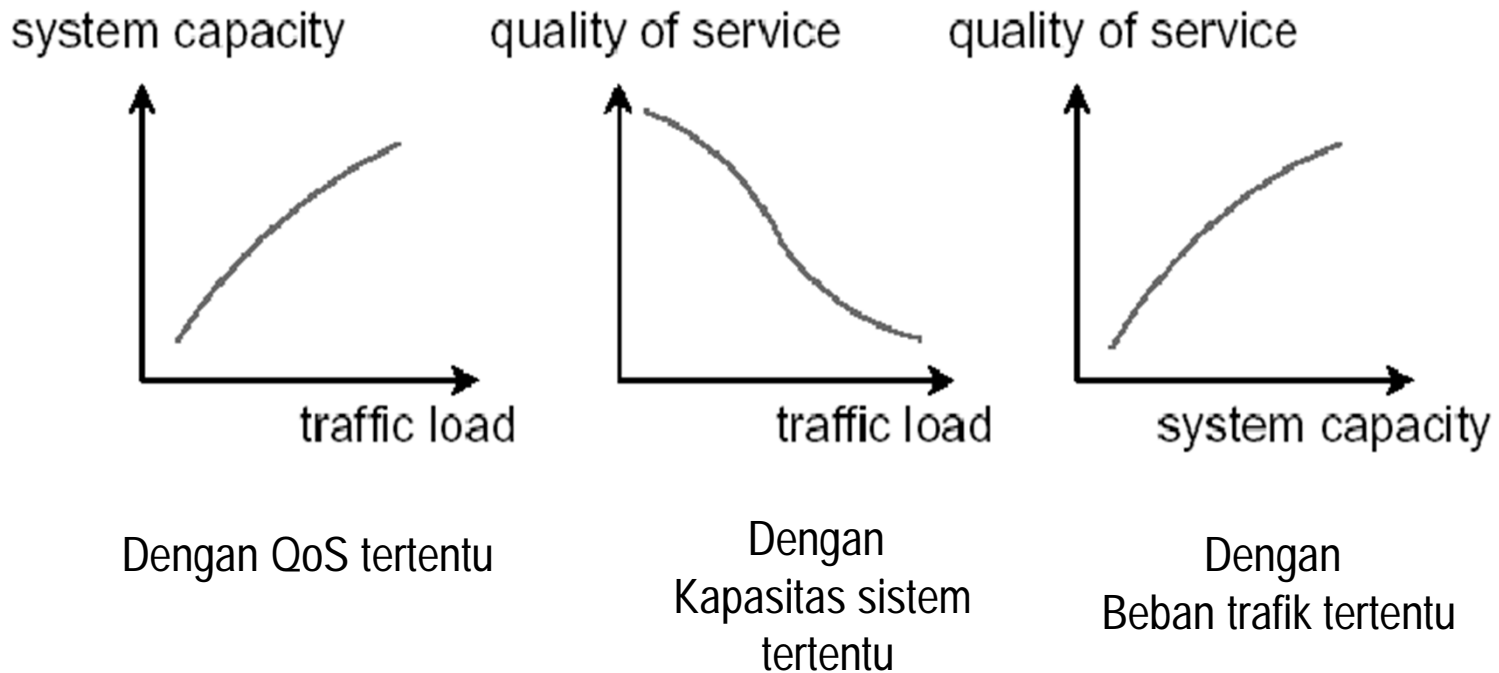
---

Dengan kata lain, tujuan teletraffic adalah menentukan hubungan antara

- Quality of Service
- Beban trafik
- Kapasitas sistem



# Hubungan Kualitatif



Untuk menyatakan hubungan antara ketiga faktor secara kuantitatif, diperlukan model matematis.



## Capacity planning method based on theoretical analyses of capacity demand

---

- Variabel (parameter) penting:
  - Grade of Service (GoS) atau sering juga disebut Quality of Service (QoS)
  - Busy Hour
  - Traffic Intensity
  - Probability of Blocking



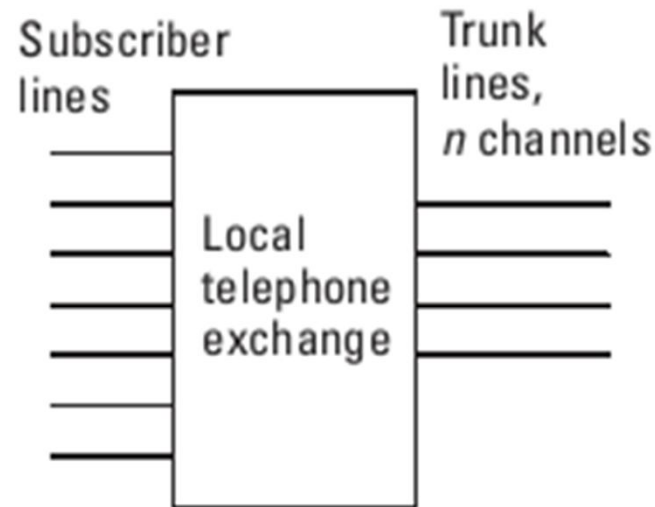
# Grade of Service (GoS)

---

- Kepuasan pelanggan tergantung pd *grade of service* (GoS, availability or quality of the service) yg mereka dapatkan.
- GoS tergantung pd kapasitas jaringan, yg seharusnya memenuhi permintaan layanan (*service demand*) dari para pelanggan.
- Disini kita hanya menganalisis GoS utk layanan *circuit-switched* dan faktor paling penting dlm studi kita adlh apakah suatu panggilan sukses atau gagal (*di-block*). System faults, error rates, and other quality measures are not considered here.
- Faktor lain utk mendefinisikan GoS adalah seberapa lama pelanggan harus menunggu sampai layanan tersedia.

# Local exchange and blocking

---



**Figure 2.24** Local exchange and blocking.



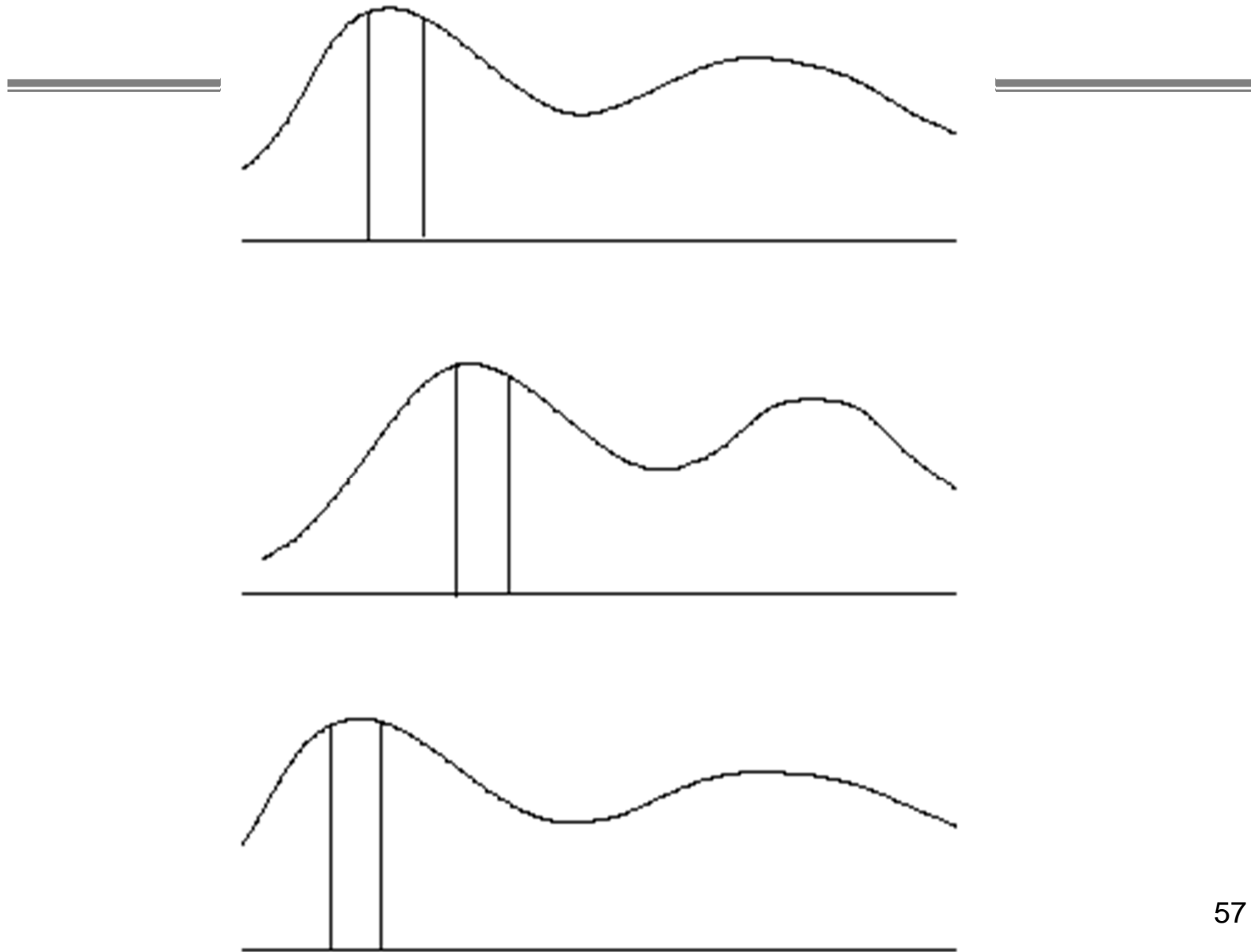
# Busy Hour

---

- *Busy hours* is an hour in the year when the average traffic intensity gets the highest value.
- To be accurate, the busy hour is determined by first selecting the 10 working days in a year with the highest traffic intensity; four consecutive 15-minute periods (of those 10 days) with the highest traffic intensity make up the busy hour.
- The basic goal is to find a minimum capacity that gives the defined grade of service.



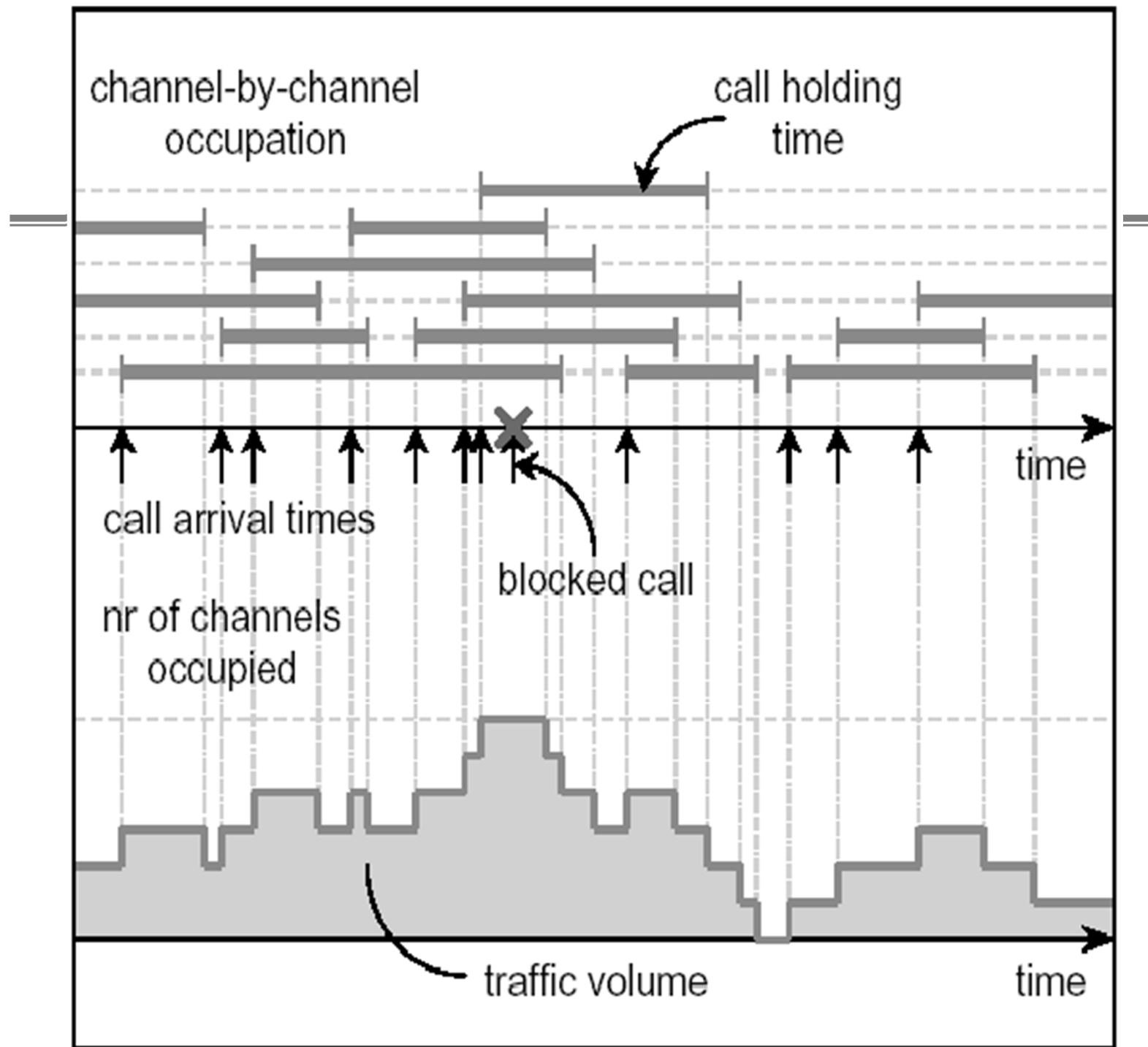
# Ilustrasi Busy Hours



# Besaran trafik

---

- Volume trafik (*traffic volume*),  $V$ 
  - Jumlah lamanya waktu pendudukan (*holding time*) perangkat telekomunikasi.
  - Total *holding time*
    - *Holding time* = durasi panggilan
      - Panggilan (call) = koneksi dalam sistem teletraffic
    - *Holding time* = *service time*
- Intensitas trafik (*traffic intensity*),  $A$ 
  - Jumlah lamanya waktu pendudukan per satuan waktu.
  - Volume trafik dibagi perioda waktu tertentu.





# Traffic Intensity

---

- Ukuran **intensitas trafik** (*traffic intensity*) utk koneksi *circuit-switched* disebut **erlang** → utk mengenang jasa ilmuwan Denmark bernama Agner Krarup Erlang yg menemukan teori trafik.
- Satuan *erlang* didefinisikan sebagai jumlah rata-rata saluran yang diduduki secara bersamaan dalam perioda waktu tertentu.
- *Erlang* dpt juga didefinisikan sebagai jumlah lamanya waktu pendudukan per satuan waktu.



# Contoh perhitungan Intensitas trafik

---

- Misalkan ada suatu sentral. Asumsikan bahwa
  - Rata-rata terdapat 1800 panggilan baru dalam 1 jam, dan
  - Rata-rata waktu pendudukan adalah 3 menit

- Maka intensitas trafik adalah

$$A = 1800 \times 3 / 60 = 90 \text{ Erlang}$$

- Jika rata-rata waktu pendudukan naik dari 3 menit menjadi 10 menit, maka

$$A = 1800 \times 10 / 60 = 300 \text{ Erlang}$$

# Probability of blocking

Blocking does not occur;  
0, 1, or 2 channels are  
occupied and at least one  
of 3 channels is free

Blocking occurs; there are  
3 or more active users and  
all 3 channels are occupied.  
Blocking probability:

$$P(x < n) = P(0) + P(1) + P(2)$$

$$P(x \geq n) = P(3) + P(4) + \dots = .$$

$$1 - P(x < n) = 1 - [P(0) + P(1) + P(2)]$$

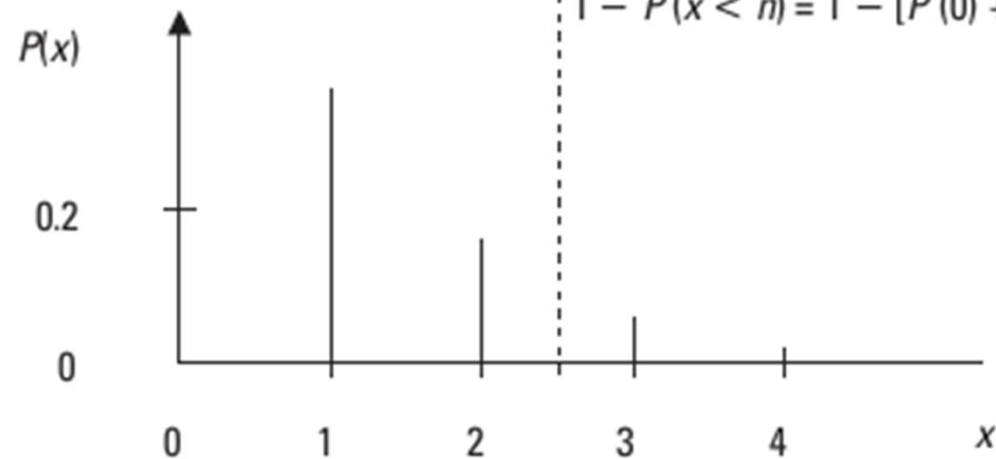


Figure 2.25 Probability of blocking.



# Rumus Erlang B

---

- Ada banyak cara menghitung *probability of blocking*, salah satu yg fundamental adlh rumus Erlang B:

$$P = \frac{A^n}{\sum_{x=0}^n \frac{A^x}{x!}}$$

- Utk memudahkan pengguna, perhitungan dgn rumus ini telah dituangkan menjadi tabel.



**Table 2.1**  
Network Capacity Planning Blocking Probability, GoS

<b><i>n</i>:</b>	<b>0.5% A</b>	<b>1.0% A</b>	<b>2.0% A</b>	<b>3.0% A</b>	<b>5.0% A</b>	<b>10% A</b>	<b>20% A</b>	<b>50% A</b>
1	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.11	0.25	1.00
2	0.11	0.15	0.22	0.28	0.38	0.60	1.00	2.73
3	0.35	0.46	0.60	0.72	0.90	1.27	1.93	4.59
4	0.70	0.87	1.09	1.26	1.52	2.05	2.95	6.50
5	1.13	1.36	1.66	1.88	2.22	2.88	4.01	8.44
6	1.62	1.91	2.28	2.54	2.96	3.76	5.11	10.4
7	2.16	2.50	2.94	3.25	3.74	4.67	6.23	12.4
8	2.73	3.13	3.63	3.99	4.54	5.60	7.37	14.3
9	3.33	3.78	4.34	4.75	5.37	6.55	8.53	16.3
10	3.96	4.46	5.08	5.53	6.22	7.51	9.69	18.3
12	5.28	5.88	6.61	7.14	7.95	9.47	12.0	22.2
15	7.38	8.11	9.01	9.65	10.6	12.5	15.6	28.2
20	11.1	12.0	13.2	14.0	15.3	17.6	21.6	38.2
25	15.0	16.1	17.5	18.5	20.0	22.8	27.7	48.1
30	19.0	20.3	21.9	23.1	24.8	28.1	33.8	58.1





35	23.2	24.6	26.4	27.7	29.7	33.4	40.0	68.1
40	27.4	29.0	31.0	32.4	34.6	38.8	46.2	78.1
45	31.7	33.4	35.6	37.2	39.6	44.2	52.3	88.1
50	36.0	37.9	40.3	41.9	44.5	49.6	58.5	98.1
55	40.4	42.4	44.9	46.7	49.5	55.0	64.7	108.1
60	44.8	46.9	49.6	51.6	54.6	60.4	70.9	118.1
65	49.2	51.5	54.4	56.4	59.6	65.8	77.1	128.1
70	53.7	56.1	59.1	61.3	64.7	71.3	83.3	138.1
75	58.2	60.7	63.9	66.2	69.7	76.7	89.5	148.1
80	62.7	65.4	68.7	71.1	74.8	82.2	95.8	158.1
85	67.2	70.0	73.5	76.0	79.9	87.7	102.0	168.0
90	71.8	74.7	78.3	80.9	85.0	93.2	108.2	178.0
95	76.3	79.4	83.1	85.9	90.1	98.6	114.4	188.0
100	80.9	84.1	88.0	90.8	95.2	104.1	120.6	198.0
110	90.1	93.5	97.7	100.7	105.5	115.1	133.1	218.0
140	118.0	122.0	127.0	130.6	136.4	148.1	170.5	278.0
200	174.6	179.7	186.2					
300	270.4	277.1	285.7					
400	367.2	375.2	385.9					
500	464.5	474.0	486.4					

# PR-3

---

- 1) Gambarkan dan jelaskan prinsip kerja, kelebihan, dan kekurangan dari masing-masing topologi jaringan: *star*, *ring*, *mesh*, *tree*, dan *bus*.
- 2) Gambarkan dan jelaskan prinsip kerja, kelebihan, dan kekurangan masing-masing jaringan *circuit-switched*, *message-switched*, dan *packet-switched*.
- 3) Gambarkan dan jelaskan *Public Switched Telecommunications Network* saat ini! Dan jelaskan perbedaannya dengan *Public Switched Telephone Network* konvensional.
- 4) *What is the total offered traffic intensity from a PBX/PABX to PSTN if 10 calls are made, each with a duration of 6 minutes during 1 hour?*

# PR-3 (lanjutan)

---

- 5) A PBX/PABX has seven telephone channels to a public exchange. During the busy hour, on average, 3.4 lines are occupied. (a) What is the traffic intensity during the busy hour? (b) Estimate, with the help of the Table 2.1, the GoS (blocking probability).
- 6) What will the approximate capacity of a network be (i.e., how many channels should be available) if there are 100 subscribers and each of them generates offered traffic of 40 mErl? The probability of blocking is (a) 20%, (b) 5%, and (c) 1%. Use traffic engineering Table 2.1.



---

Sekian, semoga berkah.  
Terima kasih.

Ada pertanyaan?