

MEDIUM ACCESS SUBLAYER

Jaringan dibagi dalam 2 kategori :

- Hubungan point to point
- Hubungan broadcast

Broadcast channel sering disebut :

- Multi access
- Random Access Channels

Lokal dan Metropolitan Area Network

- **MAC** : sangat penting bagi LAN
- **LAN** : basis komunikasi LAN umumnya multi access channel
- **WAN** : point to point

Karakteristik LAN :

1. Garis tengah tidak lebih dari beberapa km
2. Total data rate beberapa Mb/sekon
3. Dipunyai oleh suatu organisasi

WAN :

- Terbentang diseluruh daerah/negara
- Data rate < 1 Mb/s
- Dipunyai oleh beberapa organisasi
- Umumnya pakai existing public telephone network

MAN : antara WAN dan MAN (Metropolitan Area Network)

- Meliputi seluruh daerah/kota
- Menggunakan teknologi LAN
- Menggunakan kabel TV (CATV) sebagai medium

LAN menarik karena :

- Menghubungkan beberapa komputer lokal
- Dapat dikembangkan secara incremental
- Harga dan performance memadai
- Reliable (error rate 1000 X lebih rendah dari WAN)
- Protokol lebih sederhana dan efisien
- Yang terpenting Berbagi pakai

Alokasi kanal statis pada LAN dan MAN

- FDM : Frequency Division Multiplexing
- Bandwidth dibagi menjadi N bagian yang sama dimana tiap pemakai memiliki frekwensi band sendiri, tanpa ada interferensi
- FDM : sederhana dan efisien untuk pemakai yang terbatas, tetapi masing-masing mempunyai trafik tinggi
- FDM : - Utilisasi kanal rendah

Terutama untuk jumlah pemakai yang besar dan trafiknya “ bursty” sistem komputer umumnya data bursty (Peak traffic : mean traffic = 1000 : 1)

- Pemanfaatan kanal pada tiap saat : $\ll N$ tidak efisien

Alokasi Saluran Dinamik pada LAN dan MAN

Asumsi yang dibuat :

1. Model stasiun :

- N buah stasiun yang independent, mempunyai program atau user yang menghasilkan frame
- bila sebuah frame dihasilkan stasiun akan diblokir sampai frame tersebut ditransmisikan
- probabilitas frame dihasilkan selama
 $\Delta t = \lambda \cdot \Delta t$ (λ konstanta laju kedatangan dari frame baru)

2. Asumsi saluran tunggal

- hanya 1 kanal tersedia untuk komunikasi
- semua stasiun berprioritas sama, kecuali bila diatur lain.

3. Asumsi tabrakan (Collision)

- semua stasiun dapat mendeteksi tabrakan
- frame ditransmisi ulang

4.a. Waktu kontinu

- transmisi frame dapat dilakukan setiap saat
- tidak terdapat master clock

4.b. Waktu slot (Slotted time)

- waktu dibagi menjadi interval-interval diskrit (slot)
- transmisi frame selalu dimulai pada awal sebuah slot

5.a. Carrier Sense

- Stasiun dapat mengetahui suatu saluran sedang dipakai sebelum mencoba menggunakannya.

5.b. No Carrier Sense

- Stasiun tidak mendeteksi keadaan saluran
- Setelah beberapa saat baru diketahui transmisi berhasil / gagal

Multiple Access Protocols

Protokol yang pertama ada :

Protokol ALOHA

- Murni (pure)
- Berslot (slotted)

Dikembangkan pertamakali di University of Hawaii tahun 1970-an oleh Norman Abramson berupa Jaringan paket radio

ALOHA murni

Ide dasar :

- membiarkan pengguna untuk melakukan transmisi kapan saja bila memiliki data
- pengirim akan mengetahui frame yang dikirimkan rusak atau tidak setelah 270 mdetik
- No Sense system
- Menggunakan sistem contention (persaingan)

Rata-rata frame terkirim per satuan waktu:

$$S = G e^{-2G}$$

dimana :

S : mean new frame sent per frame time, menurut poisson

G : mean old (retrans) and new frames combined per frame time (poisson)

'frame time' :

Jumlah waktu yang diperlukan untuk mentransmisikan frame standard dengan panjang yang tetap = Yaitu panjang frame dibagi bit rate

■ Bila $S > 1$:

Pengguna menghasilkan frame pada kecepatan yang lebih tinggi dari yang dapat ditangani saluran

Akibatnya :

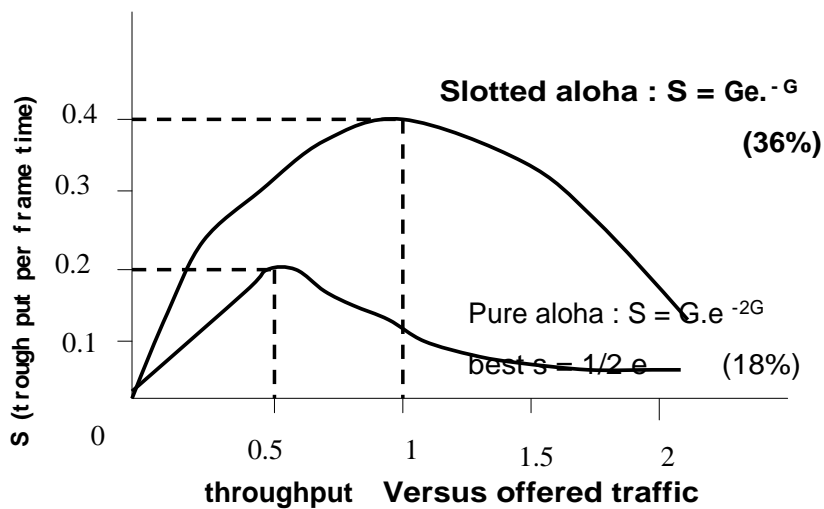
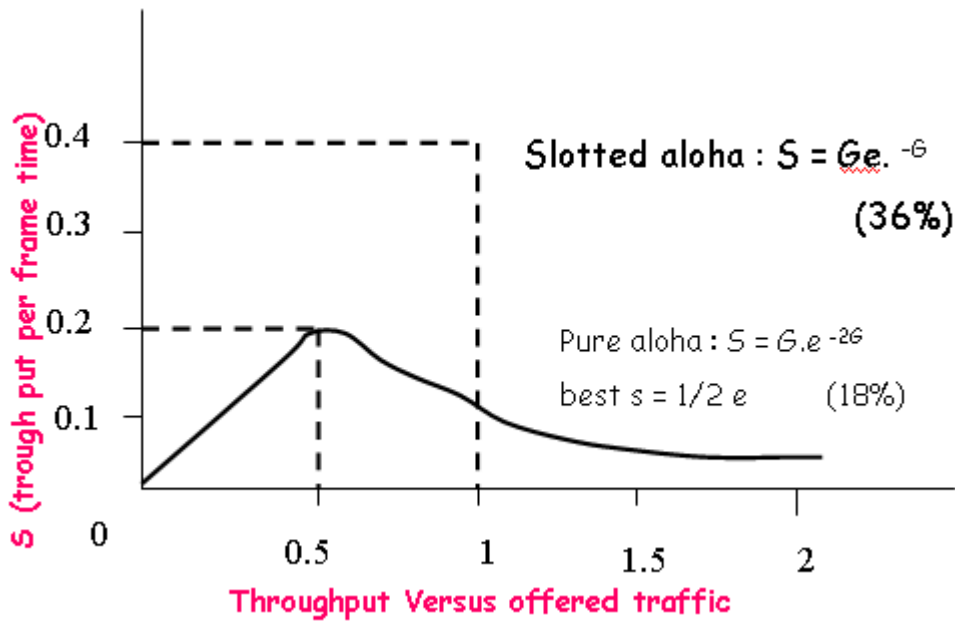
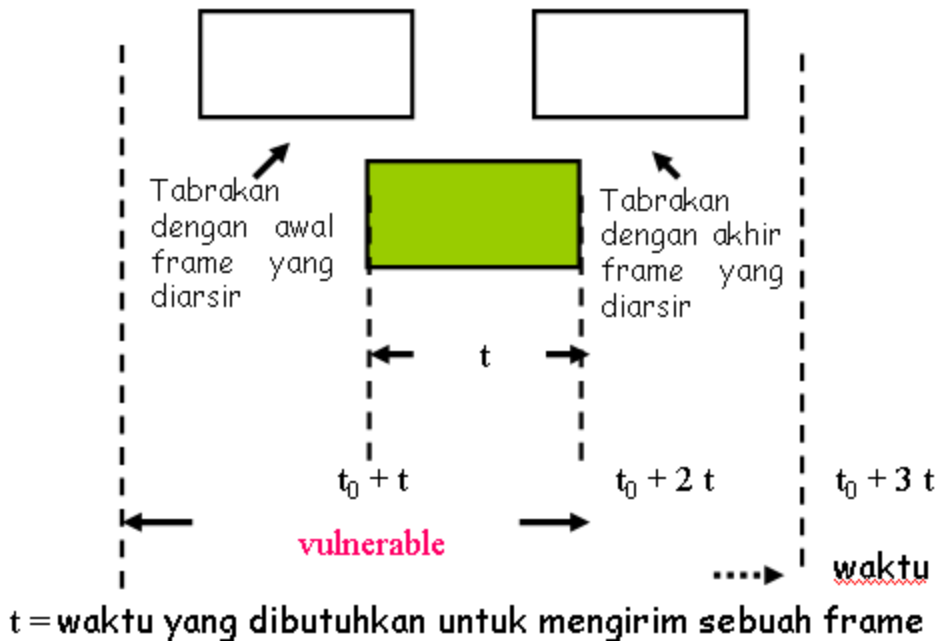
hampir seluruh frame mengalami tabrakan

- Besar throughput yang layak : $0 < S < 1$
G pada umumnya $\geq S$
- Pada beban rendah : no collision = $G \approx S$
- Pada beban tinggi = $G > S$

ALOHA Berslot (Slotted Aloha)

$$S = G.e^{-G}$$

Karena ada time slot sender dilarang mengirim, bila ada (CR) menunggu slot baru Vulnerable period menjadi 1/2



PROTOKOL LAN

Pada LAN, stasiun melakukan deteksi terhadap Carrier (transmisi) disebut carrier sense protocol

Presistent dan Non presistent CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

1. Presistent CSMA :

Bila stasiun mempunyai data untuk dikirim akan dilakukan pendeteksian saluran

Bila saluran sibuk stasiun menunggu
Bila saluran kosong mengirim frame

- Bila terjadi tabrakan stasiun menunggu beberapa waktu untuk berusaha mengirim kembali
- Disebut 1 presistent karena probability of transmit = 1, yaitu bila saluran kosong
- Persistent : selalu mendeteksi adanya saluran sampai saluran benar-benar kosong

Kemungkinan terjadinya tabrakan

- Stasiun mendeteksi saluran 'kosong' padahal mungkin paket yang baru dikirim stasiun lain belum sampai. Hal ini terjadi karena delay propagasi
- Dua stasiun bersama-sama menunggu saluran yang baru dipakai stasiun lain, begitu selesai keduanya serentak mengirim paket maka akan terjadi **TABRAKAN !!!**

Waktu tunda dari paket :

- Waktu saat paket dikirim dari stasiun pengirim sampai seluruh paket diterima oleh stasiun penerima-sangat penting !!!

2. Non Persistent CSMA

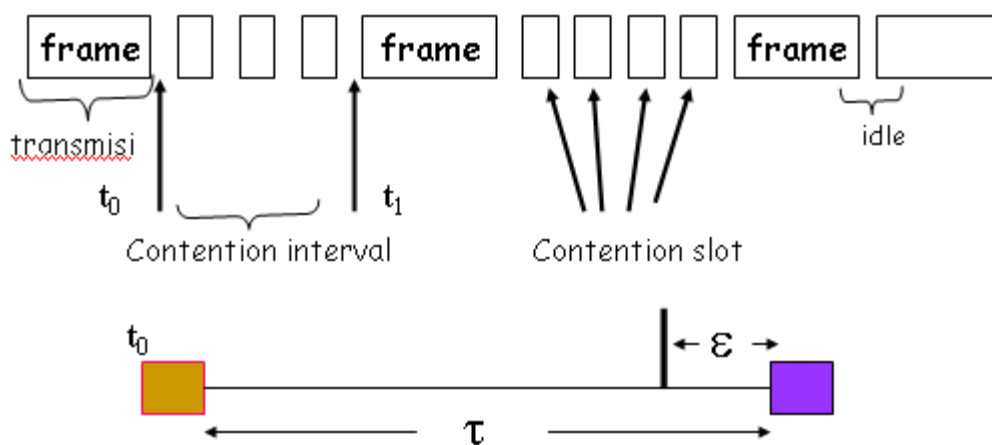
- Stasiun tidak selalu mendeteksi saluran secara terus menerus
- Suatu saat stasiun mendeteksi saluran :
 - Bila dipakai maka batal dan menunggu
 - Setelah beberapa saat (cukup lama), maka akan mendeteksi kembali
- Waktu tundanya menjadi lebih lama

P-Persistent CSMA

- Diterapkan pada slotted ALOHA
- Stasiun siap mengirim - setelah dideteksi saluran kosong maka :
 - Stasiun mengirim dengan probabilitas: p
 - Stasiun menunggu slot berikutnya bila kosong akan dikirim dengan prob. $q = 1 - p$
- Proses berulang sampai seluruh frame selesai

CSMA / CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)

- CD : Collision Detection
 - setelah mengetahui adanya tabrakan → segera membatalkan / menghentikan transmisi, tanpa menunggu selesainya paket yang dikirim
 - menghemat waktu dan bandwidth
- MODUL yang digunakan pada CSMA / CD mempunyai 3 periode :
 - transmit
 - contention
 - idle



$\tau =$ waktu yang dibutuhkan frame berjalan sepanjang bus

Waktu tunggu untuk mendapatkan saluran :

$$2\tau - \epsilon$$

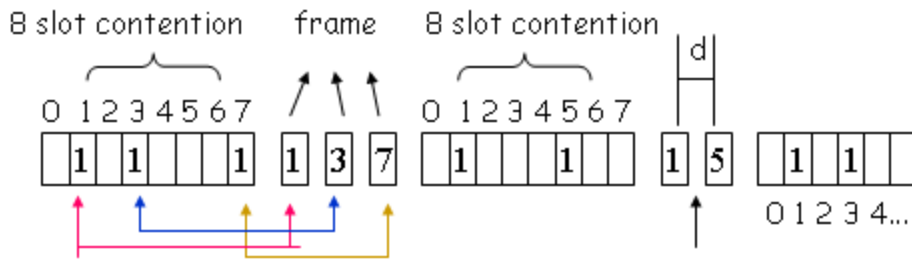
Collision Free Protocol

- Pada CSMA / CD masih mungkin terjadi tabrakan yaitu pada interval "contention"
- Bila τ (panjang saluran) besar dan frame pendek - masa kritis (contention) menjadi lebih panjang diatasi dengan Protokol Bit map

Pada Collision Free Protocol :

- Akses ke kanal (oleh stasiun) diurutkan berdasarkan bit - map
- Setiap stasiun mempunyai jatah waktu akses tertentu (unik) dan tidak dapat dipakai oleh stasiun lain
- Bila stasiun baru siap setelah gilirannya berlalu → stasiun tersebut harus menunggu giliran pada periode berikutnya

contoh : ada 8 stasiun, 8 contention slot
 Interval terbagi 2 : contention dan frame



Analisa :

Bila jumlah stasiun : N

Waktu tunggu rata-rata untuk transmit : N
 (satuan waktu)

No stasiun kecil → waktu tunggu 1,5N
 No stasiun besar → waktu tunggu 0,5N } Rata-rata N

Overhead per frame : N bit

Jumlah data : d bit

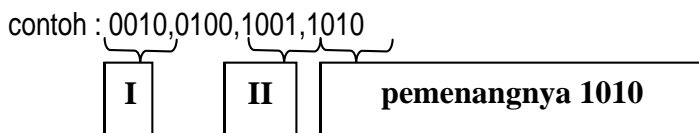
Efisiensi : $d / (N + d)$

Untuk beban tinggi semua stasiun mengirim overhead = 1 bit per frame

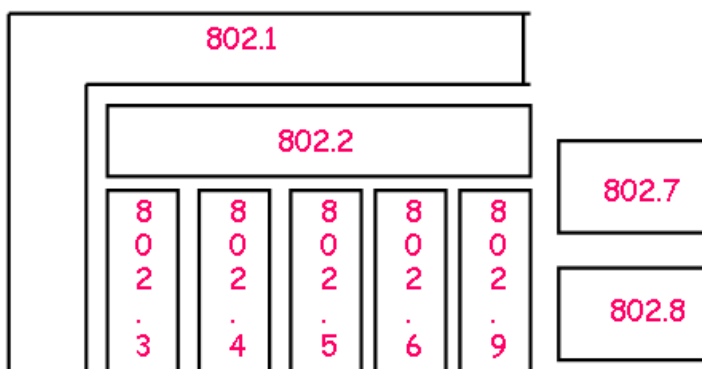
Efisiensi : $d / d + 1$

Binary Count Down

Pada protokol diatas, overhead = 1 bit per stasiun, diperbaiki dengan memberikan panjang alamat sama dan dibroadcast-kan. Bit-bit pada setiap posisi dari stasiun yang berbeda di OR-kan disebut Binary Count Down, caranya dengan membandingkan.



STANDARD IEEE 802 UNTUK LAN & MAN

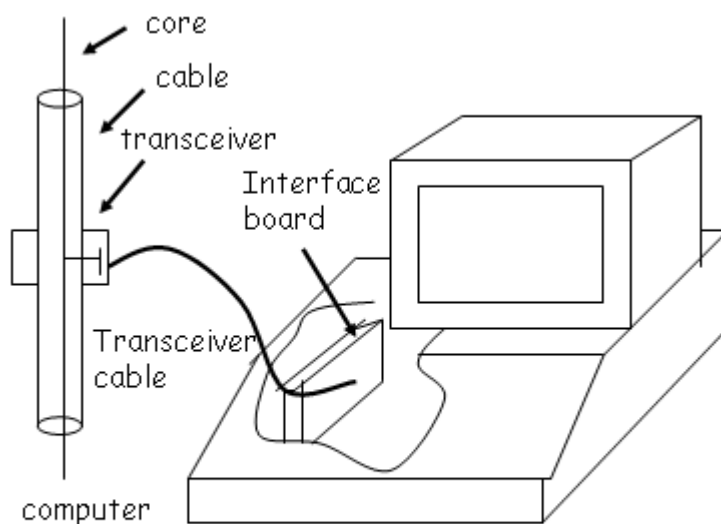


- 802.1 : Arsitektur definisi primitif interface
- 802.2 : LLC (Logical Link Control)
- 802.3 : CSMA
- 802.4 : Token Bus LAN
- 802.5 : Token Ring
- 802.6 : MAN DQDB
- 802.7 : Broad band
- 802.8 : Fiber Optik
- 802.9 : Integrated Data & Voice Net

802.3 - CSMA / CD - Metode aksesnya
Ethernet - Nama protokolnya

Nama produk yang mengimplementasikan CSMA / CD
PENGKABELAN

NO	NAMA	SEG. M.AKS	SIMPUL / SEG	KEUNTUNGAN
1	10Base5	500m	10Base5	baik untuk backbone
2	10Base2	200m	10Base2	termurah
3	10BaseT	100m	10BaseT	mudah pemeliharaan
4	10BaseF	2000m	10BaseF	baik untuk antar gedung

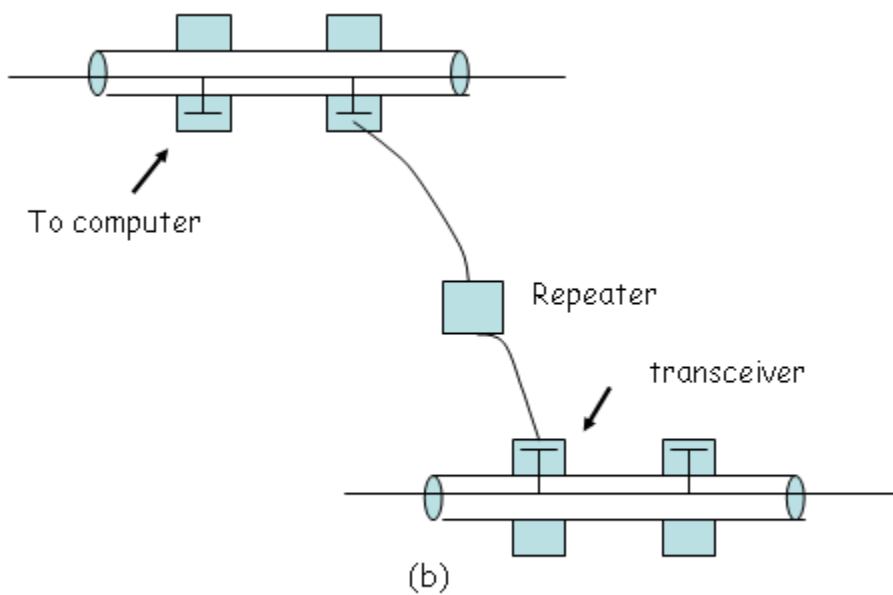


(a)

(a) position of the transceiver and interface

Ad.1 :

- Koneksi ke kabel - menggunakan Vampire tap
- Beroperasi pada 10Mbps
- Sinyal : base band - 500 m

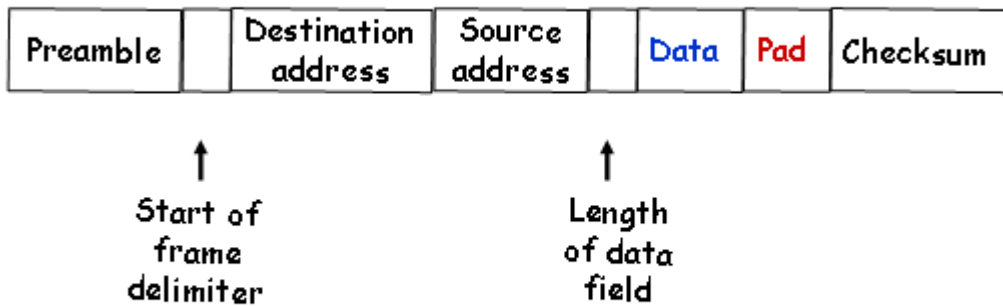


(b) Connecting two cable segments with a repeater

Ad.2 :

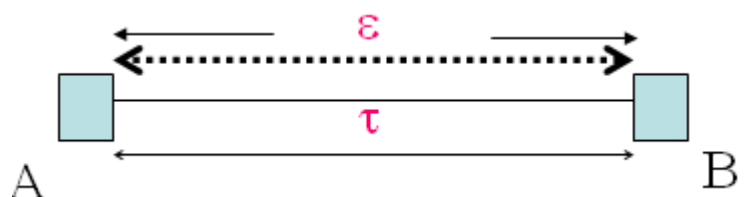
- Koneksi ke kabel- BNC
- Per segmen hanya mampu menangani 30 mesin
- Transmisi sinyal-Manchester encoding
- Koneksi bus ke komputer - via transceiver cable (max : 50 m)
- Panjang kawat maksimal 802.3 : 500 m
Bila > 500 m - perlu repeater (passive device)
Menggunakan - Manchester encoding

Byte 7 1 2 or 6 2 or 6 2 0-1500 0-46 4



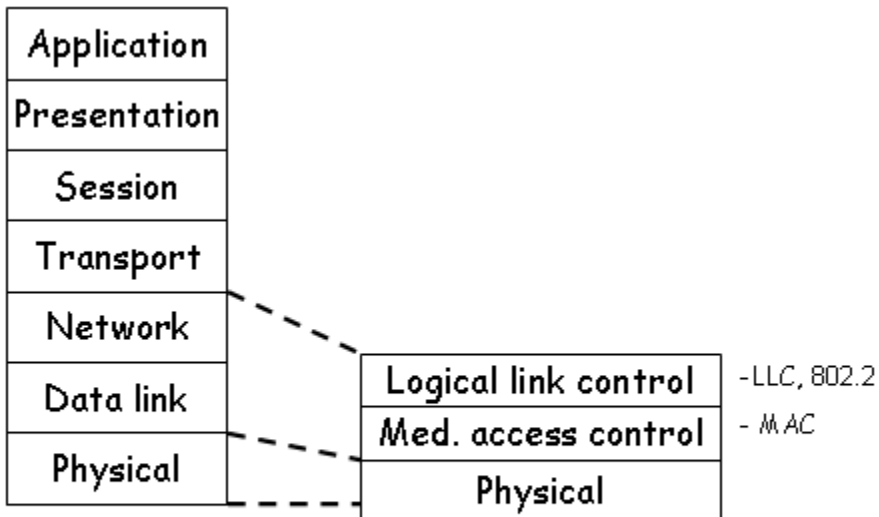
Frame format 802.3

- Frame didahului dengan : preamble
10101011 = untuk sinkronisasi
- Pengalamatan = 2 atau 6 bytes
untuk kec.10 Mbps dipakai 6 bytes
- Bit tertinggi (ke-47) = 0 adalah address biasa
= 1 adalah group address
- Bila semua bit DA = 1 adalah broad cast
- Bit ke-46 adalah untuk membedakan alamat lokal dan global
- Panjang data maksimum : 1500 bytes
- Panjang frame minimum : 64 bytes
- Bila frame tidak mengandung informasi, panjang data = 0
- harus ditambahkan pad sehingga frame minimum tercapai (64 bytes)
 - Mengapa? (gambar 4.22)
Untuk menjaga agar frame pendek ini diselesaikan lebih dulu sebelum bit pertama mencapai B (sisi terjauh)



Setelah collision, waktu dibagi menjadi beberapa "slot"

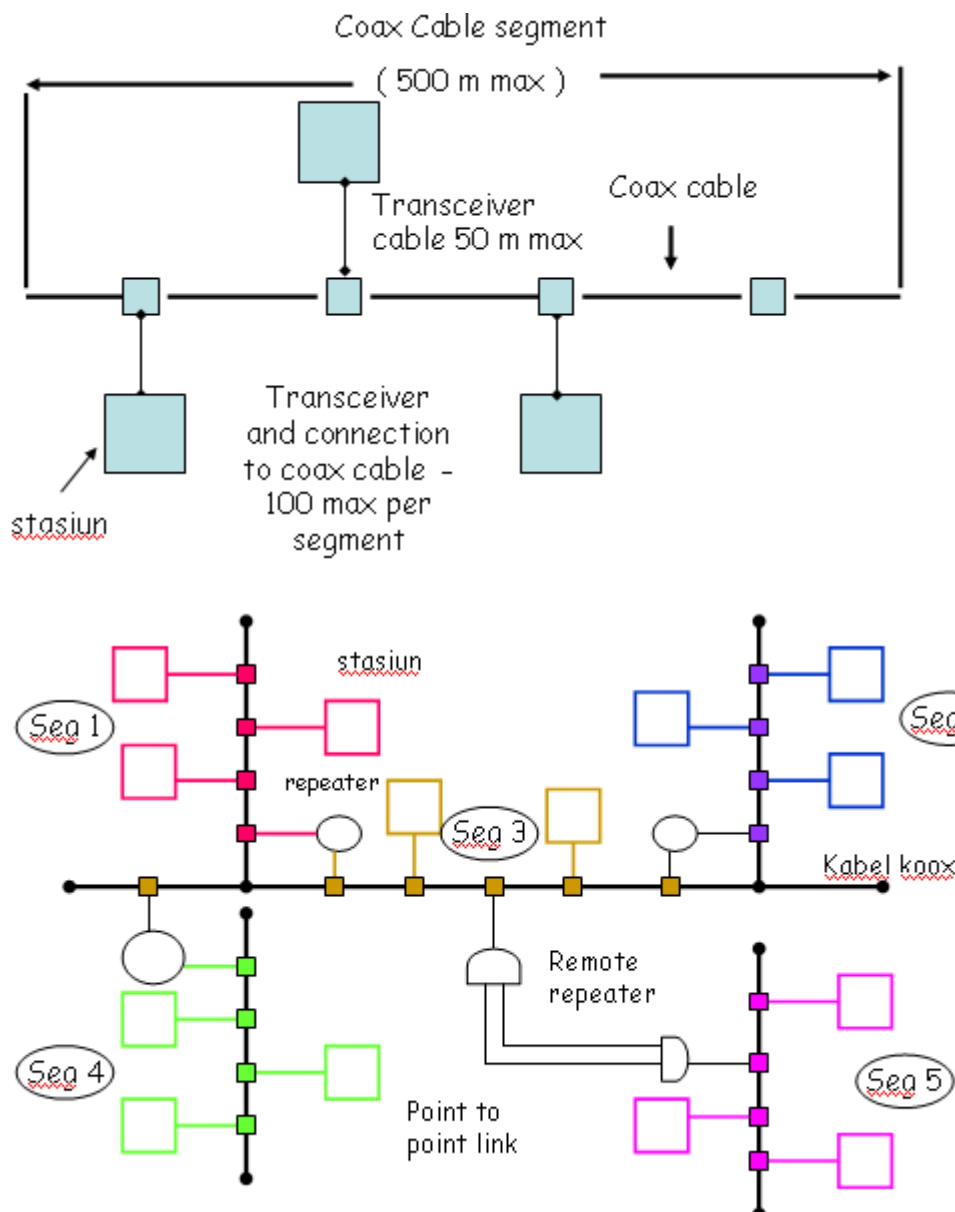
- Slot time = 2τ (worst case)
- diambil dari max. allowable cable length 2,5 km dengan 5 repeaters
- Slot time \equiv 512 bit time \equiv 51.2 μ sec after 1st collision a station waits for 0 or 1 slot-time
2nd collision waits 0,1,2 or 3 slot-time



Perbandingan 802 Protocol Layer dengan Model Referensi OSI

Ethernet 802.3

- Menggunakan teknik CSMA / CD
- Bit rate 10 Mbps - Manchester encoded

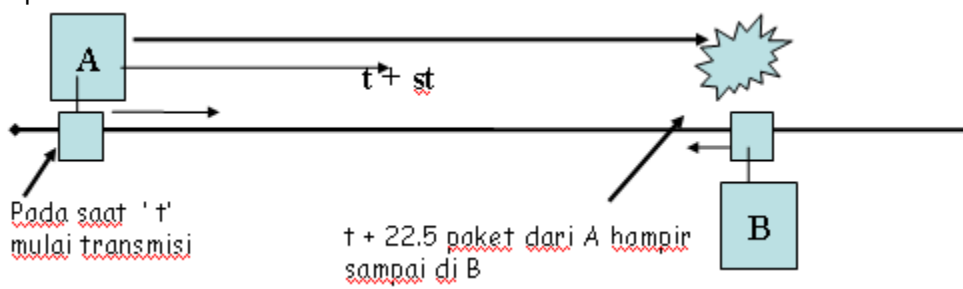


Collision Window - minimum packet size

Periode waktu dari mulainya transmisi, selama stasiun pada "vulnerable to collision".

Contoh dalam kondisi terjelek sebagai berikut :

Bila waktu propagasi sinyal dari ujung ke ujung jaringan adalah : $22,5 \mu\text{sec}$ yaitu = 225 bit times pada 10 Mbps



- Sesaat sebelum paket A sampai, B mengirim paket kemudian tabrakan
- A mendengar ada tabrakan setelah : $(t+22,5)+22,5 \mu\text{sec}$ atau : $45 \mu\text{sec} = 450 \text{ bit time}$ sesudah A mulai mengirim

Collision Window : 450 bit time

- Minimum paket size : 64 oktets
 $64 \text{ oktet} = 64 \times 8 \times 0,1 = 51,2 \mu\text{sec}$
atau = 512 bit times
Minimum paket harus > dari collision window
Bagaimana kalau < ??
- Pada Ethernet : tidak menjamin pesan akan sampai ditujuan pada waktu yang pasti

IEEE 802.4 TOKEN BUS

- Memperbaiki kekurangan CSMA/CD
 - Tidak menggunakan metode persaingan
 - dapat menerapkan sistem prioritas
 - di jaringan - prioritas urutan, dilayani
 - distasiun - prioritas mendapatkan besar alokasi waktu pengaksesan
 - Topologi yang digunakan bus bukan topologi ring
 - Broadband 75 ohm cable
 - Kabel single dan dual
 - Tidak kompatibel dengan 802.3

Protokol Token Bus

Inisialisasi :

Stasiun mempunyai alamat dengan urutan dilakukan dari alamat tertinggi ke rendah

Metode akses yang dipakai : Token Passing

Stasiun hanya bisa mengirim frame / mengakses jaringan bila stasiun tersebut memiliki Token

Token Bus 802.4

- Membutuhkan media untuk transmisi data (physical Layer)
 - Broadband - 10 Mbps
 - Carrier Band - 5 Mbps
- Membutuhkan aturan untuk akses ke jaringan (Medium Access Control)
 - Token Passing
- Menggunakan topologi bus dan membentuk logical ring

Cara kerja jaringan :

- Token berputar sepanjang logical ring urut dari alamat tertinggi
- Hanya stasiun yang memegang token dapat mengirim data
- Waktu akses pada jaringan merupakan fungsi dari sejumlah stasiun yang aktif pada ring dan lama waktu pegang token pada masing2 stasiun tersebut disebut:

Token Rotation Time

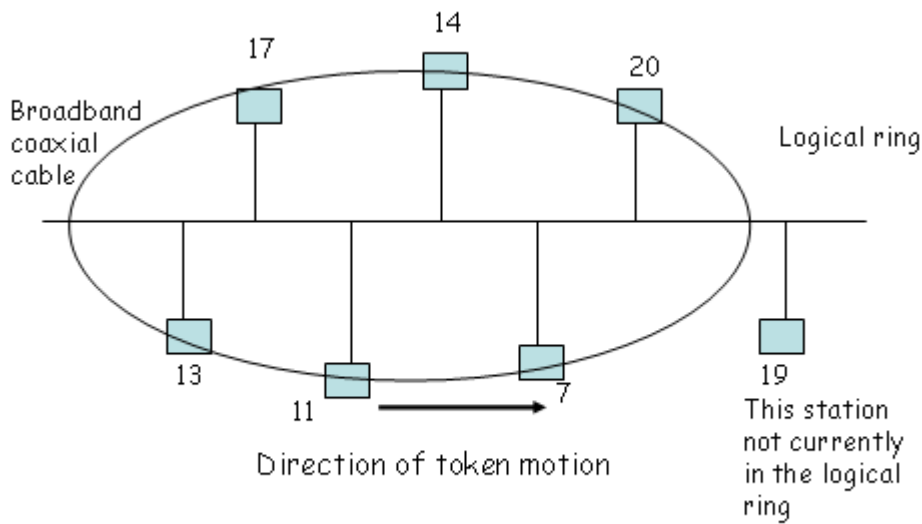
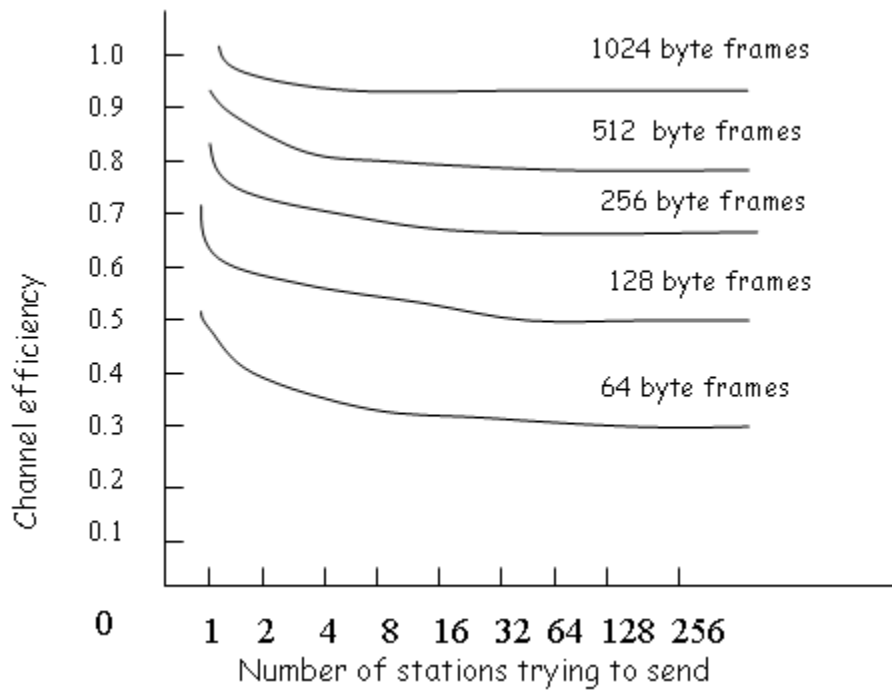
$$\text{TRT} = nT_h + nT_p$$

n : Jumlah Stasiun

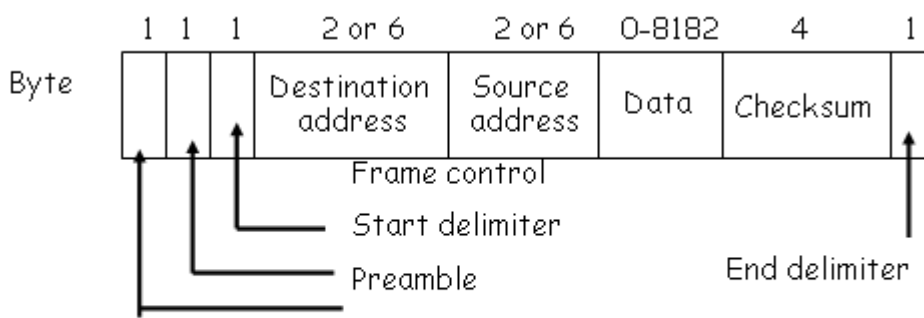
T_h : Token Holding Time

T_p : Token Passing Time

- Stasiun pemegang token adalah juga sebagai stasiun pengontrol jaringan saat itu.



TOKEN BUS



Frame format 802.4

Frame control field

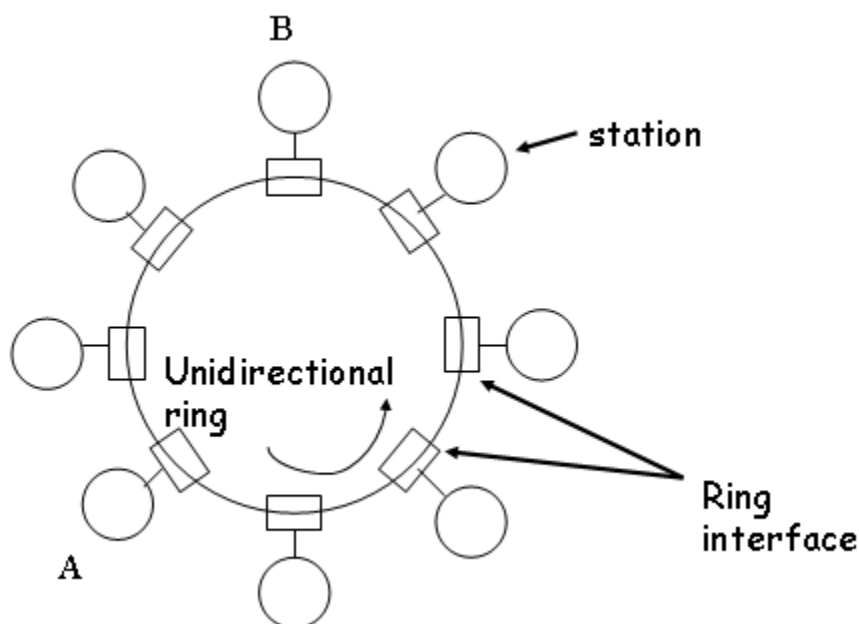
	Name	Meaning
00000000	Claim - token	Claim token during ring initialization
00000001	Solicit-successor-1	Allow station to enter the ring
00000010	Solicit-successor-2	Allow station to enter the ring
00000011	Who - follows	Recover from lost token
00000100	Resolve - contention	Used when multiple stations want to enter
00001000	Token	Claim token during ring initialization
00001100	Set-successor	Claim token during ring initialization

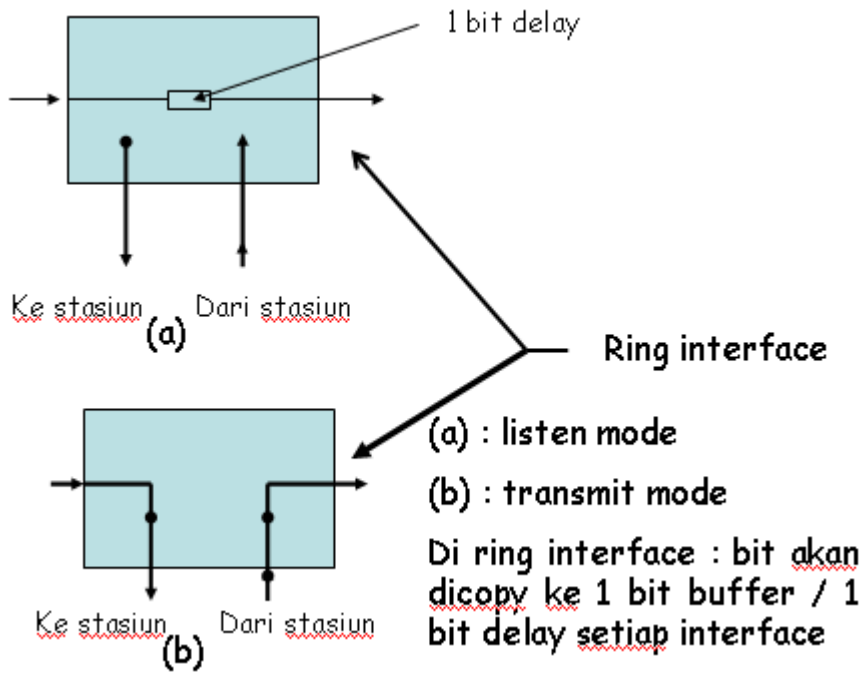
The token bus control frames

- Disebut Deterministik karena pesan dapat dijamin sampai ketempat tujuan pada waktu yang pasti (dapat diperkirakan)
- Stasiun dapat keluar dari ring (bila tidak ingin mengirim pesan) dan masuk kedalam ring bila akan mengirim pesan:
 - masuk : solicit successor
 - keluar : set successor
 - walaupun diluar ring tetap pada mode "pendengar"
- Mempunyai option pilihan prioritas untuk pengiriman datanya
 - Preoritas tertinggi (6) 4 THT
 - Preoritas terendah (0) TRT

TOKEN RING 802.5

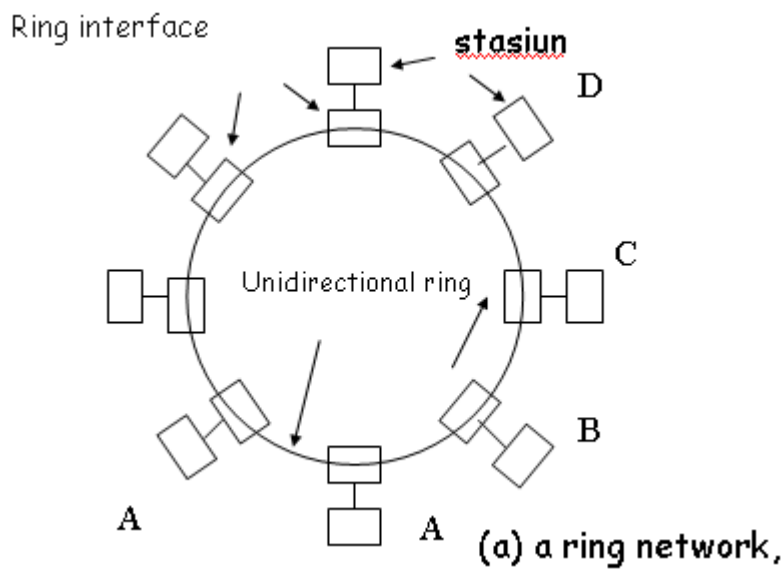
- Dikembangkan oleh IBM (Zurich)
- Menggunakan Token passing sebagai metode akses
- Menggunakan twisted-pair kabel
- Menggunakan topologi ring yang membentuk "physical ring"
- Beroperasi pada 4 Mbps - 6 Mbps
- Merupakan hubungan point to point

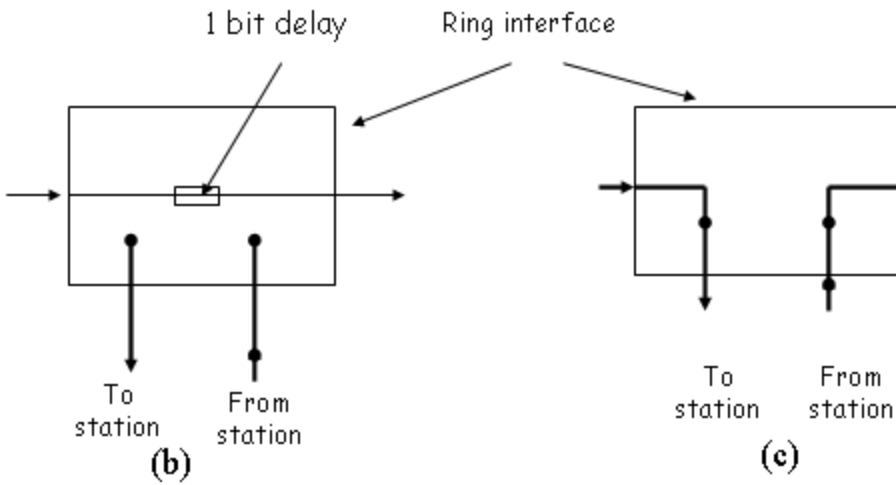




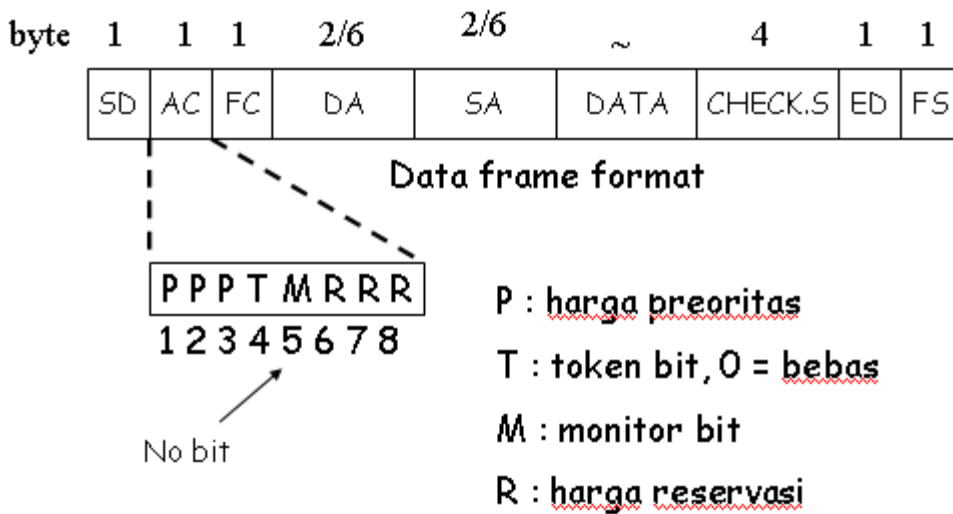
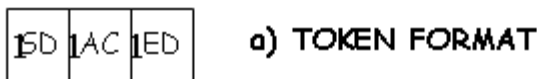
Cara Kerja Jaringan :

- Token berputar sepanjang ring, stasiun yang memegang token berhak mengirim pesan
- Pesan di "gabung" dengan token sibuk ke tujuan
- Stasiun tujuan akan mengcopy pesan
- Pesan akan dihapus oleh pengirim pada saat token sibuk kembali ke pengirim
- Stasiun akan mengubah status token sibuk menjadi token bebas dan mengirimnya ke stasiun berikutnya
- Stasiun juga berfungsi sebagai repeater yang memperbaiki data setiap saat
- Dalam kondisi beban penuh digunakan cara round robin
- Tidak ada address field pada token ring
- **Gambarkan skenario-nya!!!**
- Ada 2 komponen delay pada token ring
 - 1 bit delay pada masing-masing stasiun
 - Sinyal propagasi - delay





(b) listen mode (c) transmit mode



- Dua operasi dari ring interface :
 - Listen mode : hanya mengcopy
 - Transmit mode : terjadi setelah pengambilan token dan memasukan data yang ada ke ring
- Ada Ack pada token ring, dibutuhkan 1 bit untuk itu.
 - Initial : 0 } pada
 - diterima : 1 } FSC
- THT(token holding time) pada token ring umumnya : 10 msec, kecuali ditentukan lain
- Frame status terdiri dari A dan C bit dengan 3 kemungkinan kombinasi:
 - A = 0 C = 0 : tidak sampai ketujuan
 - A = 1 C = 0 : sampai ketujuan tetapi data tidak diterima
 - A = 1 C = 1 : sampai ketujuan dan data
- **Frame transmission**
 - stasiun yang siap kirim menunggu token dengan prioritas \leq prioritas yang ada padanya
 - untuk meyakinkan, stasiun mengirim pada urutan prioritas dipakai cara stasiun membaca harga reservation bit (AC field)
 - Bila > dari waiting frame stasiun mengulang bit tetap
 - Bila < stasiun mengganti dengan priority dari waiting frame

KOMENTAR IEEE 802.3/4/5

- CSMA / CD paling sederhana dan sangat praktis, tanpa menunggu token. Mempunyai delay yang kecil untuk beban LAN kecil
- Akses ke jaringan pada CSMA / CD adalah probabilistik, mekanisme prioritas tidak ada. Tidak dapat dijamin pesan sampai ke tujuan pada waktu yang pasti
- Token passing mempunyai delay sedang, tetapi deterministik terutama untuk beban tinggi

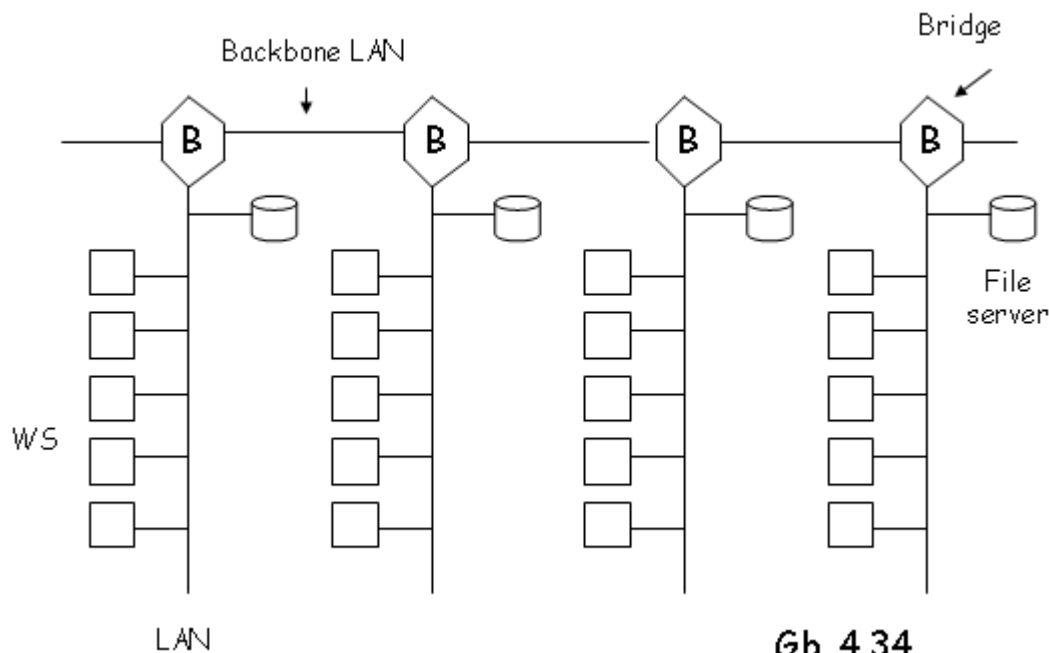
- CSMA/CD menggunakan passive transmissi medium (tiap stasiun tidak membutuhkan generator), lebih reliable
- Ring interface adalah aktif
- Melokalisasi kesalahan pada ring lebih mudah daripada bus
- Token management, khususnya penambahan stasiun baru cukup complex, terutama pada token ring
- CSMA / CD kurang praktis untuk data rate yang sangat tinggi
- Collision window berkaitan dengan propagasi dan data rate ± 10 Mbps
- Bila min frame menjadi besar, tidak efisien

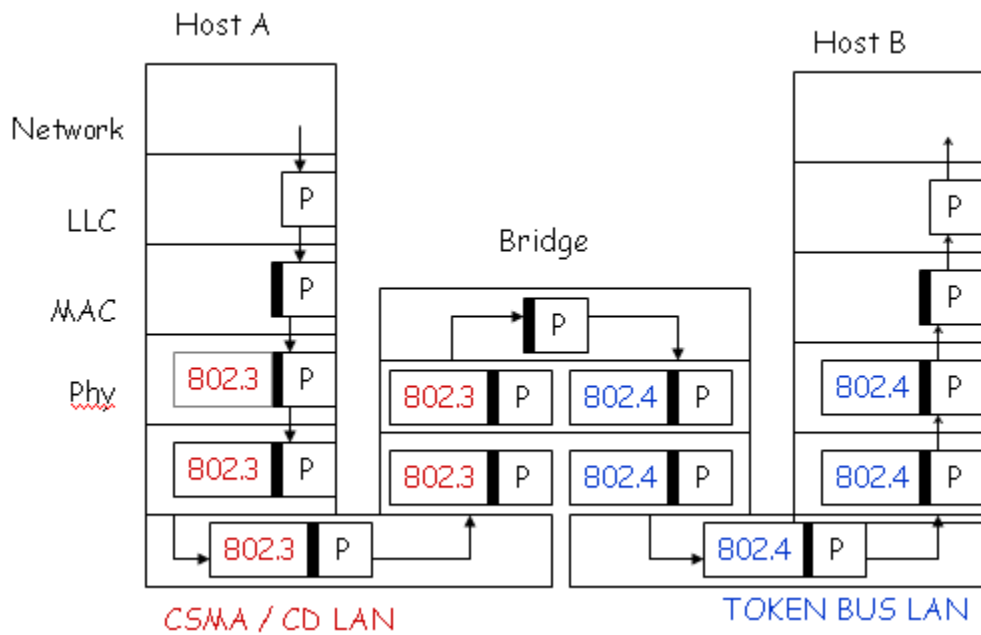
BRIDGE

- Untuk menghubungkan LAN dan LAN
- Pada lapisan jalur data
- Umumnya merupakan penghubung antar 802-LAN
- Hanya dibahas Bridge - 802

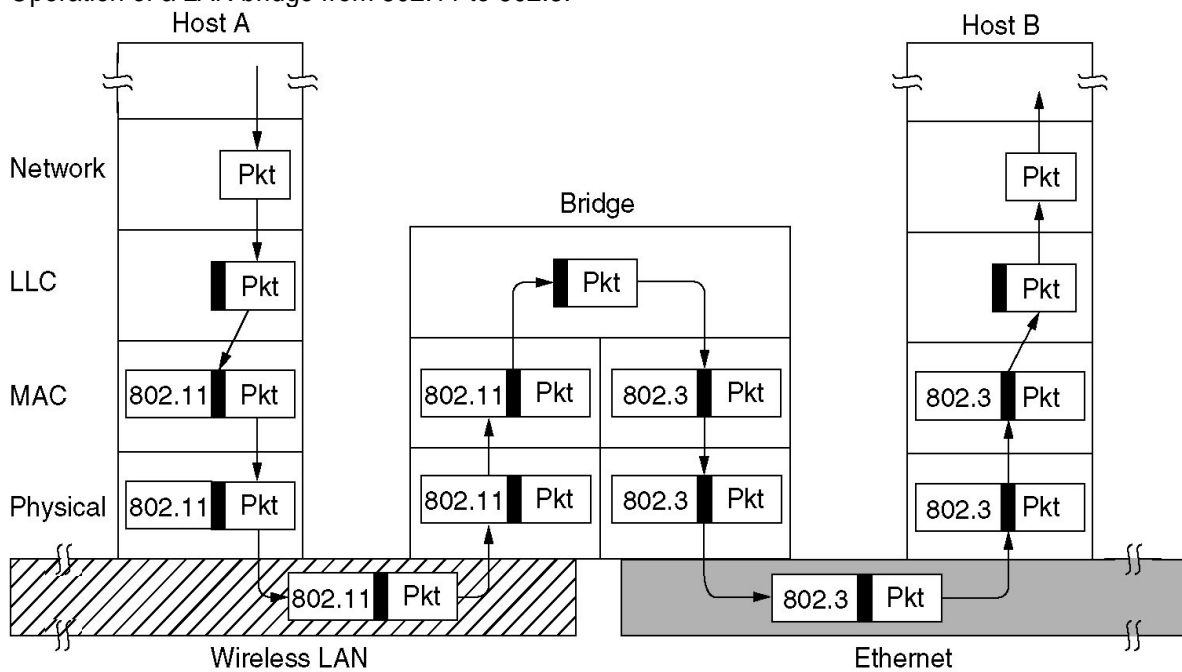
Alasan mengapa suatu organisasi menggunakan beberapa LAN :

1. Kebutuhan yang berbeda dari beberapa Universitas / Departemen, beberapa LAN perlu bridge
2. Letak geografis yang berbeda - di beberapa bangunan yang terpisah
3. Beban yang terlalu banyak - ribuan workstation
 - a. perlu dipecah menjadi beberapa LAN
 - b. Perlu Bridge
4. Jarak yang terlalu jauh antar mesin (mis. 802.3 > 2,5 km)
 - a. dengan kabel tunggal - round trip delay besar
 - b. perlu dipecah beberapa LAN
 - c. perlu bridge
5. Bridge dapat menyeleksi yang harus diteruskan atau tidak, dengan diprogram, tidak hanya mengcopy, Repeater
6. Bridge dapat memberikan keamanan bagi organisasi

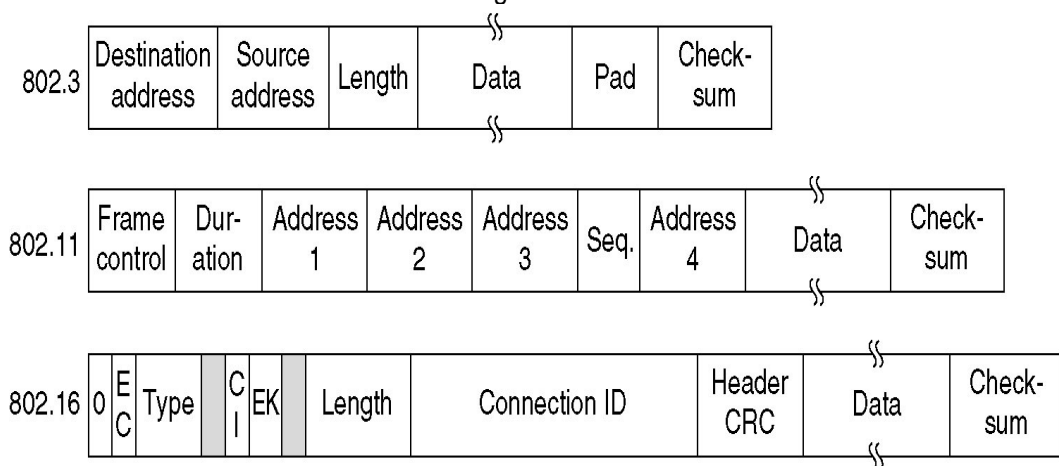




Bridges from 802.x to 802.y
 Operation of a LAN bridge from 802.11 to 802.3.

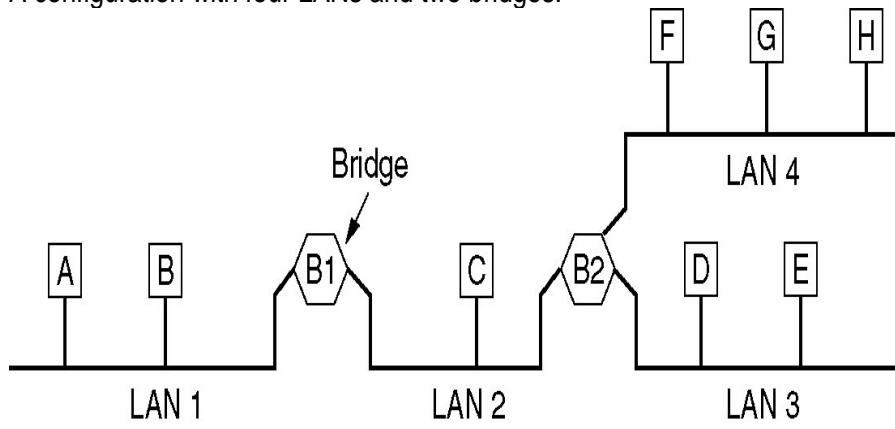


The IEEE 802 frame formats. The drawing is not to scale.



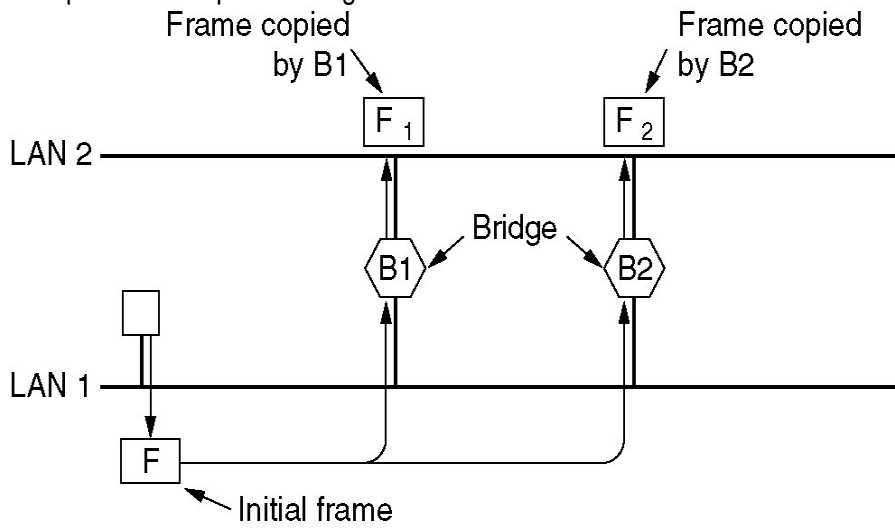
Local Internetworking

A configuration with four LANs and two bridges.

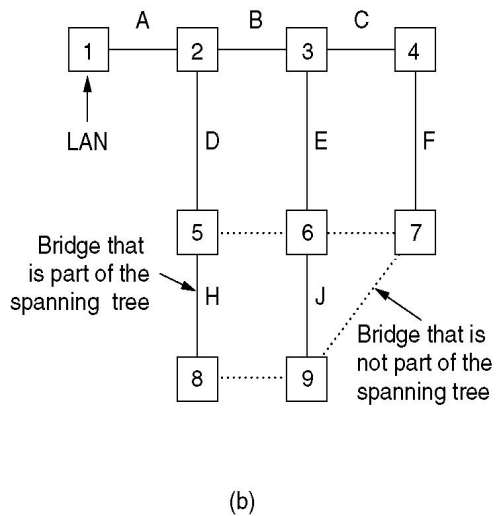
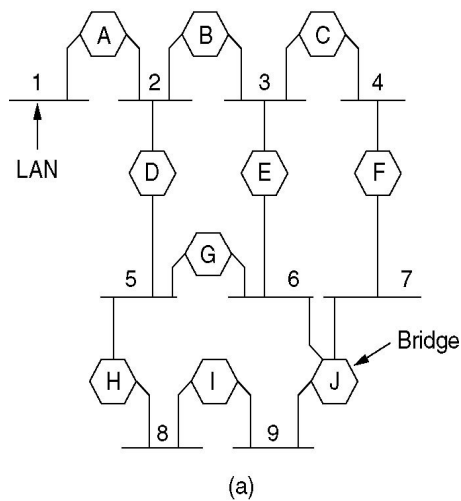


Spanning Tree Bridges

Two parallel transparent bridges.



Spanning Tree Bridges (2)



(a) Interconnected LANs.

(b) A spanning tree covering the LANs. The dotted lines are not part of the spanning tree.