

TCP/IP Book

Protocol merupakan prosedur standar untuk meregulasi transmisi data antar computer. Router, switches, hubs, gateways, semuanya tidak ada artinya tanpa protocol. Protokol yang menciptakan jaringan saat ini, network devices mengimplementasikan protocol tersebut.

Sejarah komunikasi jaringan dimulai dengan komputasi terpusat menggunakan mainframe, di mana semua proses dilakukan oleh satu sistem besar. Namun, karena biaya tinggi dan kurang fleksibel, komputasi terdistribusi berkembang dengan membagi beban kerja ke banyak komputer kecil yang lebih efisien dan mudah diskalakan. Komputasi terdistribusi menggantikan sistem terpusat karena fleksibilitas dan biaya rendah, meskipun saat ini mainframe masih relevan untuk aplikasi yang membutuhkan keandalan tinggi dan pemrosesan data skala besar.

OSI (Open System Interconnection) dikembangkan oleh International Organization for Standardization (ISO), merupakan solusi untuk perbedaan teknologi antar vendor sehingga dapat saling berkomunikasi. Dengan mendefinisikan arsitektur untuk komunikasi yang mendukung distributed processing sehingga menciptakan standar komunikasi global.

- Layer 1: Physical layer
- Layer 2: Data link layer
- Layer 3: Network layer
- Layer 4: Transport layer
- Layer 5: Session layer
- Layer 6: Presentation layer
- Layer 7: Application layer

Anak Pak Sholeh Tidak Nakal Dan Pintar

The OSI Model

	<u>Example Protocols</u>
Application	SMB, HTTP, FTP, SMTP, NCP, TELNET
Presentation	JPG, GIF, MPEG, ASN.1, SMB Negotiation
Session	NetBIOS, TCP 3-way handshake
Transport	TCP, SPX
Network	IP, IPX, DDP
Data Link	Ethernet, Token Ring, FDDI, Frame Relay, HDLC
Physical	X.21, RS-232, DS1, DS3

Layer 1 / Physical layer

Bertugas mengubah data biner (0 dan 1) menjadi sinyal fisik yang ditransmisikan melalui media seperti kabel, gelombang radio, atau serat optik, dengan unit data berupa bits. Layer ini berfokus pada bagaimana sinyal komunikasi dikirim melalui media fisik, baik menggunakan sinyal analog maupun digital. Sinyal analog, seperti suara, cenderung kehilangan kualitas karena noise juga ikut diperkuat saat sinyal diperkuat. Untuk mengatasi ini, sinyal analog dikonversi menjadi digital dengan representasi 1 dan 0, yang lebih andal dan minim noise. Sebagai contoh, pada Ethernet (10BaseT), angka 1 direpresentasikan dengan perubahan tegangan dari -2.05 V ke 0 V, sementara angka 0 dari 0 V ke -2.05 V. Berbagai metode encoding digital, seperti Manchester Encoding untuk Ethernet 10-Mb, digunakan untuk memastikan efisiensi transmisi sesuai kebutuhan teknologi.

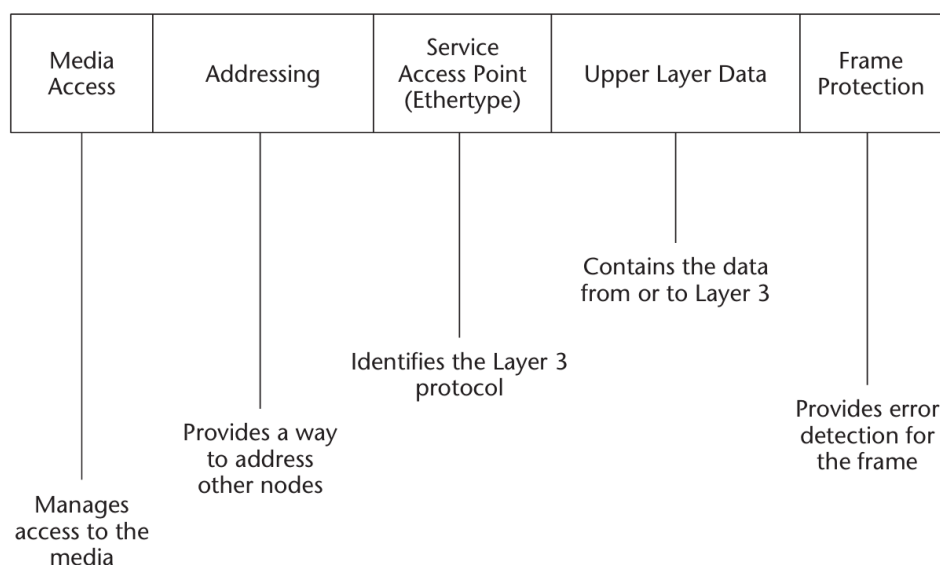
Layer 2 / Data link layer

Bertugas mengatur bagaimana data dikemas menjadi frame (paket-paket data) sehingga bisa dikirimkan melalui jaringan. Proses ini melibatkan beberapa langkah seperti pengaksesan media, penentuan alamat tujuan, hingga memastikan integritas data melalui metode pendeteksian kesalahan. Bagaimana sekumpulan data 1 dan 0 menjadi IP packet? NIC

Bagaimana cara NIC meletakkan bit pada kabel? Diperlukan metode media access, untuk memastikan kapan dan bagaimana perangkat dapat mengakses media jaringan, terutama pada shared network. Contohnya pada Ethernet dengan algoritma CSMA/CD untuk mendeteksi tabrakan data. Jika terjadi tabrakan, perangkat menunggu secara acak sebelum mengirim ulang. Contoh lain pada token ring dan FDDI menggunakan token-based access sehingga hanya perangkat yang memiliki token yang dapat mengirim data.

Pembuatan frame oleh NIC maupun sebaliknya disebut dengan framing. Yang terdiri dari 5:

Data Link Control Frame



MAC Address (Media Access Control Address)

Alamat unik (6-byte hexa) yang dimiliki setiap NIC untuk mengidentifikasi interface ke node tersebut. Karena address ini di program secara permanen di ROM, bisa disebut dengan burned-in address (Proses pembuatan chip ROM sebenarnya melibatkan pembakaran skring kecil di dalam chip untuk mewakili 1 / 0). Terbagi menjadi 3:

- Unicast: Destination 1 devices
- Multicast: Destination multiple devices / 01-XX-XX-XX-XX-XX
- Broadcast: Destination all devices / FF-FF-FF-FF-FF-FF

Error detection pada layer 2, saat data dikirim, CR (Cyclic Redudancy Check) ditambahkan ke akhir frame. Penerima menghitung ulang CRC untuk memeriksa apakah data rusak. Jika tidak cocok, frame akan dibuang. Terdapat Ethertypes yang digunakan dalam protocol ethernet untuk mengidentifikasi protocol layer 3 (IP = 0800 and ARP = 0806). Service Access Points (SAP) juga digunakan oleh protocol seperti NetBIOS untuk menentukan protocol layer 3 mana yang harus menerima data.

Proses kerja data link

1. Data dari L3 berupa IP dikemas menjadi frame
2. Frame dikirim melalui media jaringan sesuai metode aksesnya (CSMA/CD)
3. Saat frame diterima, perangkat penerima memeriksa destination MAC address
 - a. Jika cocok:
 - CRC dihitung ulang untuk memastikan data
 - Data diteruskan ke layer 3 berdasarkan ethertype atau SAP
 - b. Jika frame rusak (CRC mismatch), frame akan dibuang

Layer 3 / Network layer

Bertugas agar data / packet dapat berpindah antar perangkat dalam jaringan yang terkoneksi. Terdapat 4 fungsi utama:

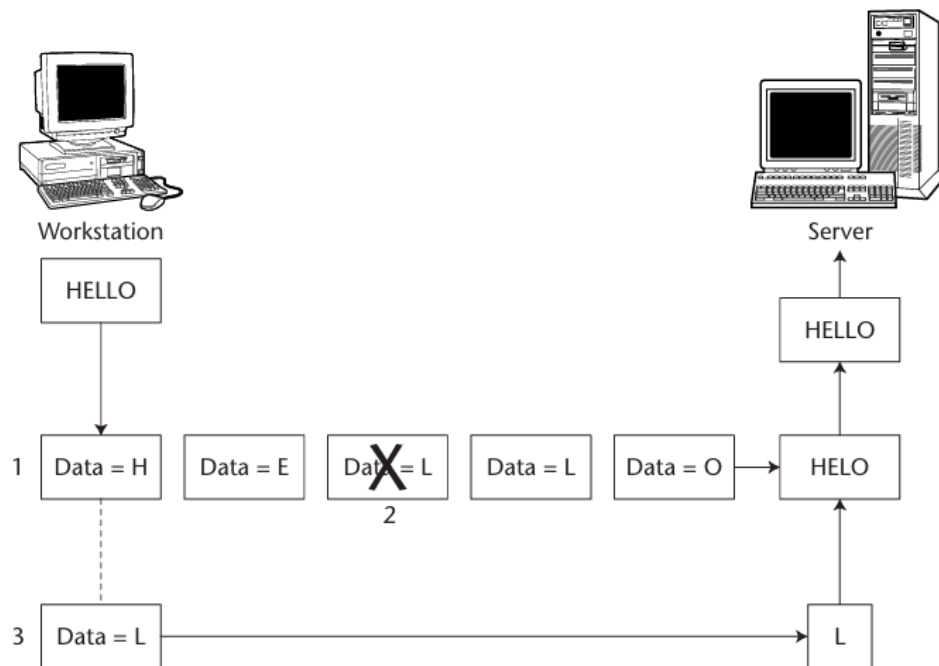
- Addressing, berupa IP address dan tersedia dari subnetwork
- Routing, menentukan rute terbaik bagi data sesuai destinasinya
- Path management, seperti load balancing, MTU, etc
- Multiplexing

Layer 4 / Transport layer

Bertugas memastikan data dikirim dan diterima dengan benar antara 2 perangkat dalam jaringan, tanpa kehilangan bagian datanya. Transport layer dapat menggunakan reliable atau unreliable, tergantung pada kebutuhan aplikasinya. Ini berpengaruh pada jaminan pengiriman datanya, pada reliable jika datanya hilang selama transmisi, protocol akan mendeteksi dan mengirim kembali yang hilang. Sebaliknya pada unreliable. Contohnya adalah TCP dan UDP.

Contoh pada TCP:

TCP Retransmissions and Reassembly



1. Data diteruskan ke transport layer dan dipecah menjadi 5 segmen
2. Selama transmisi, segmen 4 hilang dan di sisi penerima hanya menerima 4 segment dari 5 segmen, menandakan terdeteksi kehilangan.
3. Selang beberapa waktu, transport layer mengirim ulang segmen 4 ke tujuan. Transport layer di sisi penerima menggabungkan segmen-segmen tersebut dengan sesuai urutannya.

Layer 5 / Session layer

Bertugas sebagai protocol atau fungsi tambahan, memastikan session antara 2 perangkat terbentuk dan dikelola dengan baik. Contohnya seperti NetBIOS.

Layer 6 / Presentation layer

Bertugas merepresentasikan, menukar, dan menyimpan struktur informasi. Contohnya seperti SNMP.

Layer 7 / Application layer

Bertugas menangani pertukaran informasi secara langsung dengan user melalui aplikasi. Terdapat interaksi langsung dengan user dan penanganan data di level aplikasi. Contohnya seperti HTTP/HTTPS.

Sehingga alurnya akan seperti ini, jika terdapat PC – Router – Server .

1. PC (A) - Menginisiasi Request

- Layer 7 (Application Layer): Aplikasi (misalnya browser) di PC membuat request untuk mengakses 192.168.10.2 (server). Contoh protokol yang digunakan di layer ini adalah HTTP atau HTTPS.
- Layer 5-6 (Session, Presentation): (Di TCP/IP, biasanya sesi dan presentasi dianggap bagian dari aplikasi). Session dibuat untuk memastikan komunikasi dua arah antara PC dan server.
- Layer 4 (Transport Layer): Protokol TCP (untuk koneksi reliable) akan membagi data (request) menjadi segmen. TCP header juga akan menyertakan port tujuan (misalnya, port 80 untuk HTTP atau 443 untuk HTTPS).
- Layer 3 (Network Layer): Alamat IP tujuan (192.168.10.2) ditambahkan ke dalam IP header bersama dengan alamat IP sumber (192.168.1.1). Data ini disebut packet.
- Layer 2 (Data Link Layer): Packet tadi akan dimasukkan ke dalam frame, ditambahkan alamat MAC tujuan (router). Router dikenal sebagai gateway dan memiliki MAC address-nya sendiri.
- Layer 1 (Physical Layer): Frame diubah menjadi bitstream (serangkaian 0 dan 1) dan dikirimkan melalui kabel ke router.

2. Router (B) - Proses Forwarding

- Router Tidak Mendecapsulation Sampai L7: Router hanya bekerja sampai Layer 3 (Network Layer).
- **Proses Router:**
 1. Router menerima data dalam bentuk bit di Layer 1.
 2. Bitstream diubah menjadi frame (Layer 2). Router akan membaca alamat MAC tujuan di frame header. Jika alamat MAC-nya cocok dengan router, maka frame diterima.
 3. Router mendecapsulate frame hingga Layer 3 untuk membaca IP header dan menentukan tujuan IP (192.168.10.2). Router akan memutuskan ke mana data diteruskan berdasarkan tabel routing-nya.
 4. Router mengencapsulate ulang data:
 - Frame baru dengan alamat MAC tujuan (MAC address server di 192.168.10.2).
 - Data dikirim kembali ke Layer 1 dalam bentuk bitstream.

5. Router tidak peduli dengan data di layer atas (Transport, Session, Application). Itu adalah tugas server tujuan.

3. Server (C) - Menerima Request

- Layer 1-2: Server menerima bitstream dari kabel, mengubahnya menjadi frame (Layer 2) dan memeriksa apakah MAC address tujuan sesuai dengan MAC address-nya sendiri.
- Layer 3: Server memeriksa IP header. Jika alamat IP tujuan sesuai dengan IP server (192.168.10.2), server mendecapsulate hingga Layer 4.
- Layer 4: Jika menggunakan TCP, server memeriksa segmen untuk memastikan tidak ada data yang hilang. Jika perlu, server akan meminta retransmisi dari PC.
- Layer 5-7: Setelah semua data diterima, server akan meneruskan data ke aplikasi yang sesuai (misalnya, web server seperti Apache atau Nginx). Aplikasi akan memproses permintaan HTTP dan mempersiapkan response.

4. Proses Balik (Dari Server ke PC)

- Proses ini adalah kebalikan dari alur di atas:
 - Server akan membuat response di Layer 7 (contoh: halaman web HTML).
 - Response dipecah menjadi segmen di Layer 4, di-encapsulate dengan alamat IP sumber (server) dan tujuan (PC) di Layer 3, lalu di-encapsulate lagi menjadi frame dengan MAC address tujuan (router atau PC).
 - Data dikirim kembali melalui router, diterjemahkan di setiap layer, hingga akhirnya diterima oleh PC dan ditampilkan di browser.

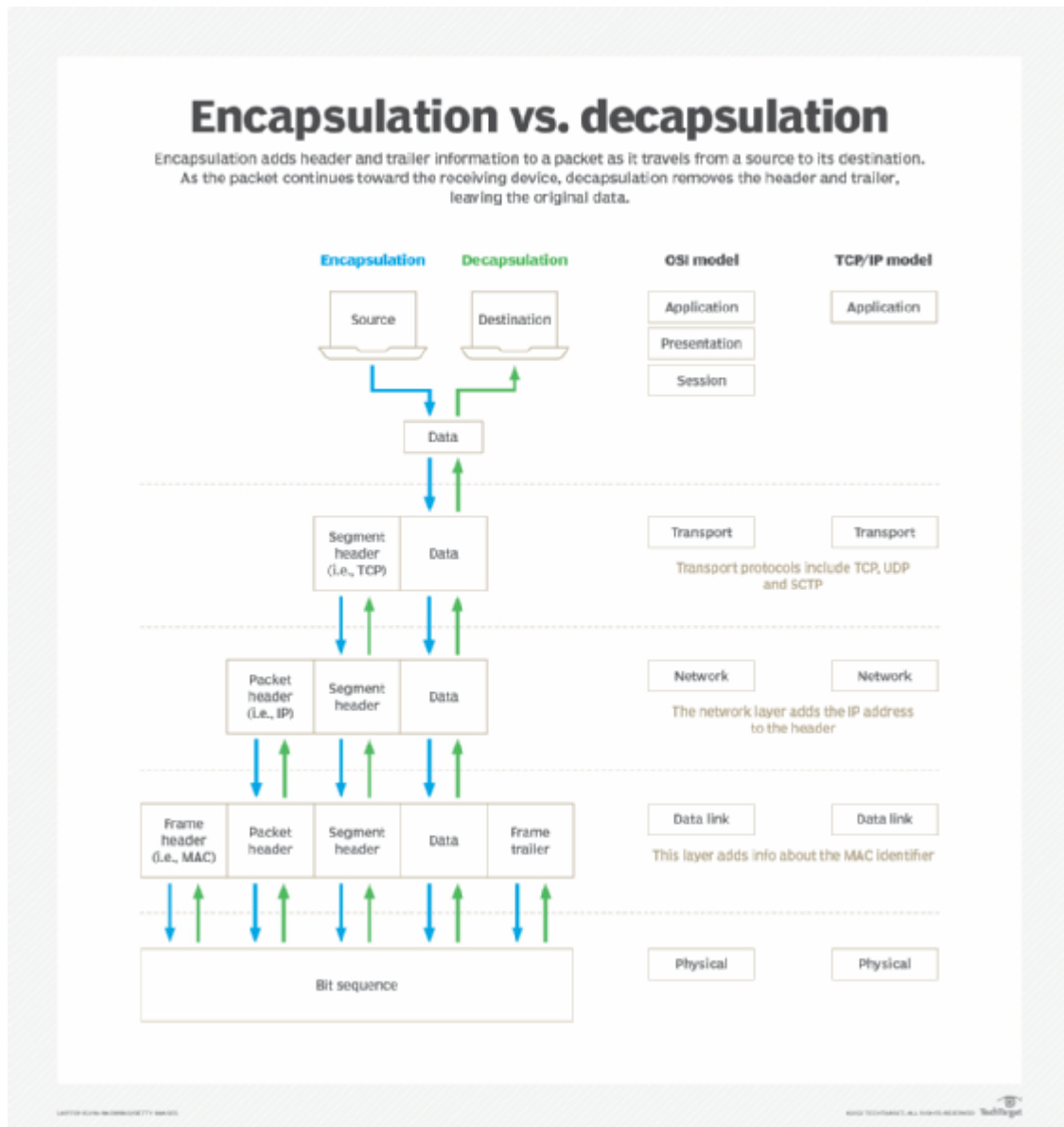
Catatan Penting

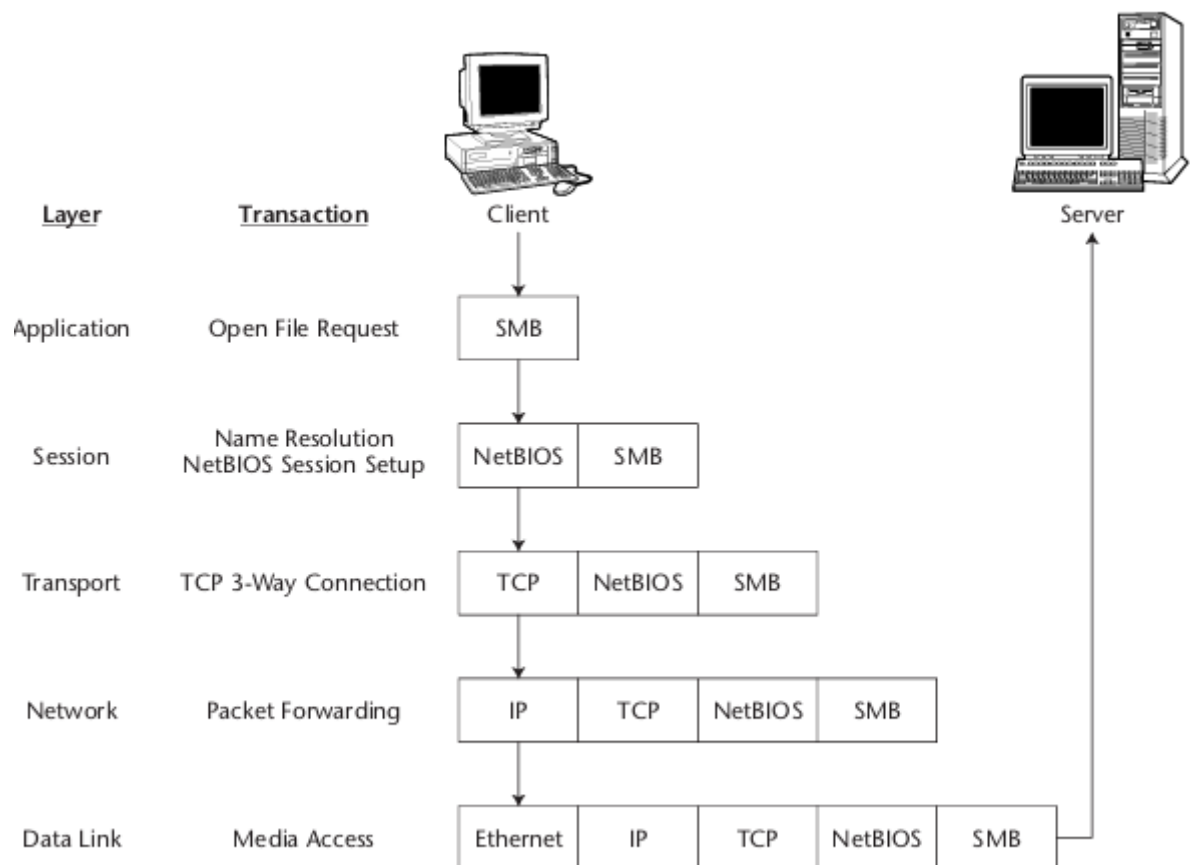
1. Router hanya bekerja sampai Layer 3:
 - Router tidak peduli dengan Layer 4, 5, 6, atau 7. Tugas router adalah meneruskan data berdasarkan IP address di Layer 3.
 - Router melakukan encapsulation dan decapsulation hanya di Layer 2 dan Layer 3.
2. End-to-End Communication di Layer Atas:

- Layer 4 ke atas adalah komunikasi end-to-end antara PC dan server. Router tidak ikut campur di level ini.

3. Encapsulation dan Decapsulation Terus Terjadi:

- Setiap perangkat di sepanjang jalur (PC, router, server) akan melakukan encapsulation dan decapsulation sesuai fungsi dan layer yang mereka tangani.





History of TCP/IP

