BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sebuah kumpulan komputer, printer dan perangkat jaringan lainnya yang terhubung dalam satu kesatuan yang bekerja bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan yang sama. Pertukaran Informasi dan data melalui kabel-kabel atau tanpa kabel sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat saling bertukar dokumen dan data atau mencetak pada printer yang sama dan bersama-sama menggunakan hardware/software yang terhubung dengan jaringan. Setiap komputer, printer atau periferal yang terhubung dengan jaringan disebut *node*. Sebuah jaringan komputer dapat memiliki dua, puluhan, ribuan atau bahkan jutaan node.

Jaringan mempunyai beberapa manfaat yang lebih dibandingkan dengan komputer yang berdiri sendiri (*stand-alone*), yaitu dalam hal :

1. Jaringan memungkinkan manajemen sumber daya lebih.

   Pengguna atau *user* dapat saling berbagi printer tunggal dengan kualitas tinggi, dibandingkan memakai printer kualitas rendah di masing-masing meja komputer. Selain itu, lisensi perangkat lunak jaringan dapat lebih murah dibandingkan lisensi *stand-alone* terpisah untuk jumlah pengguna sama.

2. Jaringan membantu mempertahankan informasi agar tetap handal dan *up-to-date*.

   Sistem penyimpanan data terpusat yang dikelola dengan baik memungkinkan banyak pengguna mengakses data dari berbagai lokasi yang berbeda, dan membatasi akses ke data sewaktu sedang diproses.

3. Jaringan membantu mempercepat proses berbagi data (*data sharing*).

   Transfer data pada jaringan selalu lebih cepat dibandingkan sarana berbagi data lainnya yang bukan jaringan (*flasdisk*, *disket*, *CD*, dan lain sebagainya).
4. Jaringan memungkinkan kelompok kerja berkomunikasi dengan lebih efisien.

   Surat dan penyampaian pesan elektronik (*email*) merupakan substansi sebagian besar sistem jaringan, disamping sistem penjadwalan, pemantauan proyek, konferensi online dan *groupware*, dimana semuanya membantu tim bekerja lebih produktif.

Agar dapat mencapai tujuan yang sama, setiap bagian dari jaringan komputer meminta dan memberikan layanan (*service*). Pihak yang meminta layanan disebut klien (*client*) dan yang memberi layanan disebut pelayan (*server*). Arsitektur ini disebut dengan sistem *client-server*, dan digunakan pada hampir seluruh aplikasi jaringan komputer.

2.2 Klasifikasi Jaringan Komputer

Pada sub bab ini akan dijelaskan klasifikasi jaringan komputer ditinjau berdasarkan skalabilitasnya.

2.2.1 PAN (*Personal Area Network*)

Personal Area Network (PAN) adalah jaringan komunikasi satu perangkat lain dengan perangkat lainnya dalam jarak yang sangat dekat, hanya dalam beberapa meter saja. PAN ini dapat digunakan untuk komunikasi antara suatu perangkat, atau penghubung dengan jaringan yang lebih luas lagi seperti internet. PAN ini dihubungkan melalui *bus* yang ada pada komputer, seperti *USB* dan *Firewire*.

2.2.2 CAN (*Campus Area Network*)

Campus Area Network (CAN) adalah sebuah jaringan komputer terdiri dari interkoneksi jaringan lokal (LAN) dalam area geografis yang terbatas dalam

sebuah universitas atau kampus yang bertujuan menghubungkan berbagai gedung kampus.

2.2.3 LAN (*Local Area Network*)

Local Area Network (LAN) adalah sejumlah komputer yang saling dihubungkan bersama di dalam satu areal tertentu yang tidak begitu luas, seperti di dalam satu kantor atau gedung.

2.2.4 MAN (*Metropolitan Area Network*)

Metropolitan Area Network (MAN) adalah jaringan yang banyak digunakan untuk menghubungkan simpul yang berada pada jarak 20 – 50 Km, jaringan ini biasa digunakan untuk antar kota dengan menggunakan poket radio atau fasilitas perusahaan telekomunikasi.

2.2.5 WAN (*Wide Area Network*)

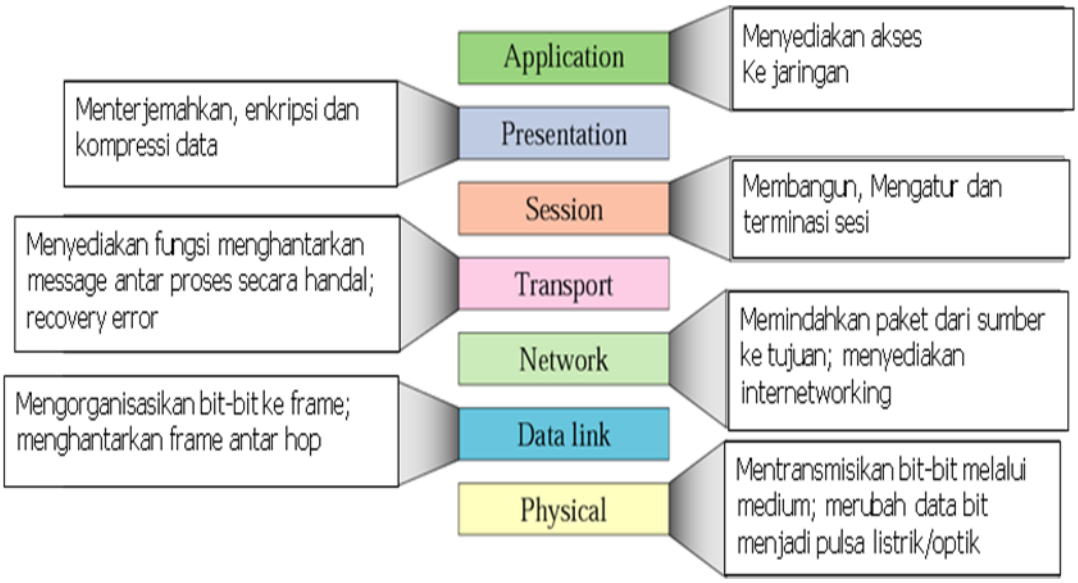
Wide Area Network (WAN) merupakan jaringan dari sistem komunikasi data yang masing-masing *node* berlokasi jauh (*Remote Location*) satu dengan yang lainnya. WAN disebut juga dengan nama *Remote Network* / *Long Distance network*. *Node* adalah titik yang dapat menerima input data ke dalam network atau menghasilkan output informasi atau kedua-duanya. *Node* Dapat berupa sebuah printer atau alat cetak lainnya atau sebuah PC sampai *mainframe* komputer yang memiliki modem.

2.3 Protokol Stack OSI Layer

OSI (*Open System Interconnections*) adalah open sistem yang merupakan himpunan protokol yang memungkinkan terhubungnya dua sistem yang berbeda yang berasal dari arsitektur yang berbeda pula namun dapat juga diartikan senagai suatu group protokol yang membuat dua sistem yang berbeda untuk berkomunikasi tanpa memperdulikan rancangan sistem dibawahnya. Dibuat oleh *International Standards Organizatio*n (*ISO*). OSI hanya sebuah model protokol, bukan protokol yang bisa dipergunakan.

Tujuan *OSI* adalah untuk memfasilitasi bagaimana suatu komunikasi dapat terjalin dari sistem yang bebeda tanpa memerlukan perubahan yang signifikan pada hardware dan software di tingkat yang utama/pokok.

Model *OSI* disusun atas 7 lapisan/layer antara lain: fisik (lapisan 1), data link (lapisan 2), network (lapisan 3), transport (lapisan 4), session (lapisan 5), presentasi (lapisan 6) dan aplikasi (lapisan 7). Tiga lapisan teratas biasa dikenal sebagai "*Upper Lever Protocol*" sedangkan empat lapisan terbawah dikenal sebagai "*Lower Level Protocol*". Tiap lapisan berdiri sendiri tetapi fungsi dari masing-masing lapisan bergantung dari keberhasilan *operasi layer* sebelumnya. Sebuah lapisan pengirim hanya perlu berhubungan dengan lapisan yang sama dipenerima (misalkan lapisan data link penerima hanya berhubungan dengan data link pengirim) selain dengan satu layer di atas atau dibawahnya (misalkan lapisan network berhubungan dengan lapisan transport diatasnya atau dengan lapisan data link dibawahnya.

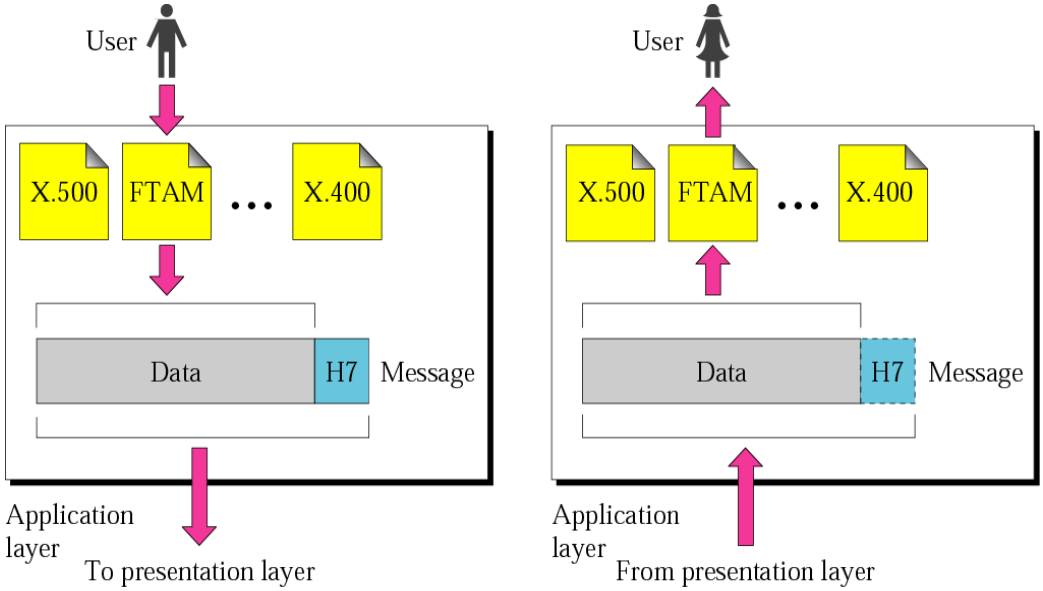


Gambar 2.1 Ringkasan fungsi tiap layer pada OSI Layer

2.3.1 Application Layer

Applikasi Layer (Layer Aplikasi) merupakan lapisan tertinggi pada model referensi OSI yang bertanggung jawab sebagai *interface* user untuk mengakses jaringan.. Biasanya merupakan program atau aplikasi pada tingkat layanan informasi. Beragam protokol standar umumnya tersedia pada lapisan ini. Contoh *Applikasi Layer* :

1) X.400 : *Message Handling service (Mail).*
2) X.500 : *Directory Service* (*distributed data source & global information about various objects and services*) pada jaringan.
3) FTAM : *File Transfer, Access* and *Management*.



Gambar 2.2. Application Layer

2.3.2 Presentation Layer

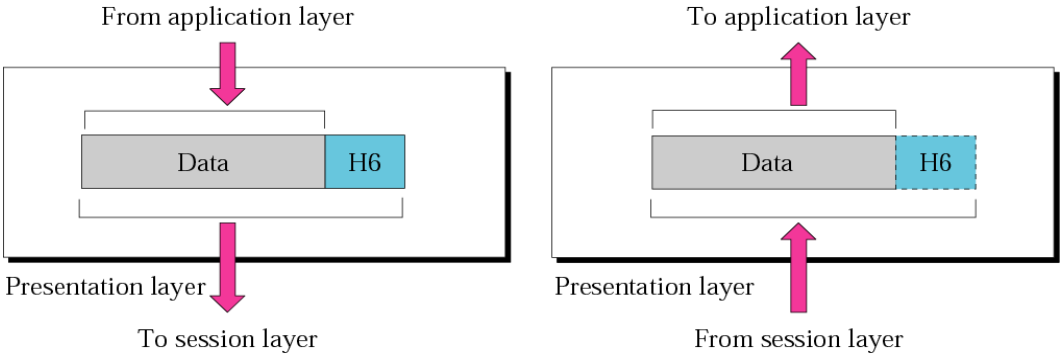
Presentation Layer digunakan untuk menyeleksi syntax data yang berbeda dalam jaringan. Lapisan presentasi memiliki standar *encording* (penyandian) yang digunakan dalam pemprosesan informasi aplikasi data.

Transport Layer berhubungan dengan :

1) *Translation*: String, Number dan bentuk info lain dikodekan ke dalam bentuk yang saling dikenali oleh kedua sistem.

2) *Encryption* : Untuk privacy.
3) *Compression* : mengurangi trafik informasi.

Contoh yang digunakan antara lain *American Standard Code for Information Interchange (ASCII), Motion Picture Expert Group (MPEG)* dan *Joint Photographic Expert Group (JPEG).*



Gambar 2.3. Presentation Layer

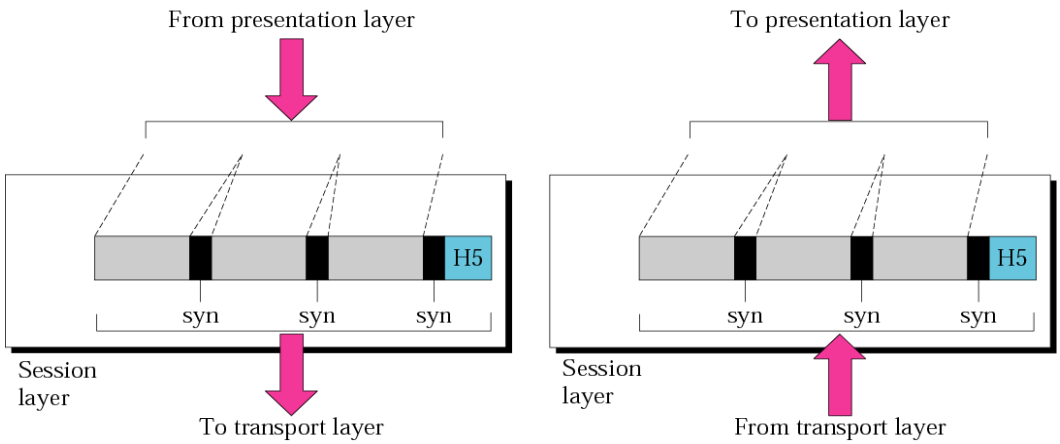
2.3.3 Session Layer

Session Layer menyediakan fasilitas bagi user/pemakai jaringan untuk melakukan percakapan atau komunikasi dari satu mesin ke mesin lain. Pada Lapisan Session dimungkinkan melakukan komunikasi untuk masuk ke dalam sistem secara *remote* atau melakukan transfer file antar dua komputer.

Session Layer berhubungan dengan :

1) *Dialog control* : membawa dua sistem yang berkomunikasi ke dalam sebuah dialog, dalam bentuk half duplex atau full duplex.
2) Sinkronisasi *(Synchronization)* : memberikan checkpoint *(synchronization point)* pada data. Mis: jika sistem mengirimkan file dengan 2000 halaman, maka pada setiap 100 halaman diberikan checkpoint untuk menjamin bahwa data pada tiap 100 halaman tersebut diterima dan di-acknowledged secara independent.

Contoh yang digunakan antara lain : *Structured Query Language (SQL) dan Remote Procedure Calling (RPC).*



Gambar 2.4. Session Layer

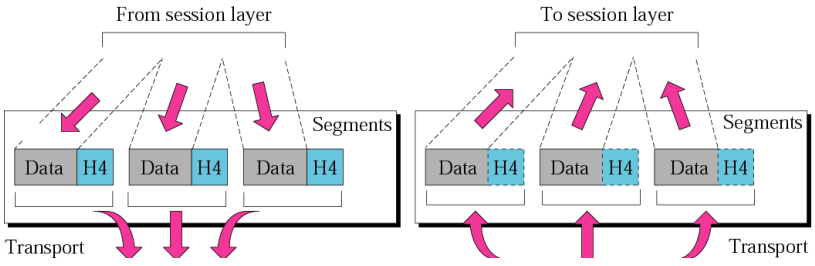
2.3.4 Transport Layer

Fungsi dasar *Transport Layer* adalah bertanggung jawab untuk menghantarkan message dari sumber ke tujuan, menerima data dari Lapisan Session, memisahkan menjadi bagian atau unit yang kecil, meneruskan ke lapisan jaringan dan menjamin unit-unit data tersebut sampai dengan benar.

Transport Layer berhubungan dengan :

1) *Service-Point Addressing* : pengalamatan proses bukan hanya mesin .
2) *Segmentasi dan Reassembly*: message biasanya dibagi ke dalam segmen-segmen dan diberi sequence number sehingga bisa di reassembly di tujuan.
3) *Connection Control* : *Connection oriented* atau C*onnectionless.*
4) *Flow Control* : Seperti data link tapi *end to end.*
5) *Error Control* : seperti pada data link tapi *End to End*. Koreksi *error* biasanya diaplikasikan dengan retransmisi.

Contoh yang digunakan pada lapisan ini antara lain : Transmission Control Protocol (TCP), Iser Datagram Protocol (UDP) dan Sequenced Packet Exchange (SPX).



Gambar 2.5. Transport Layer

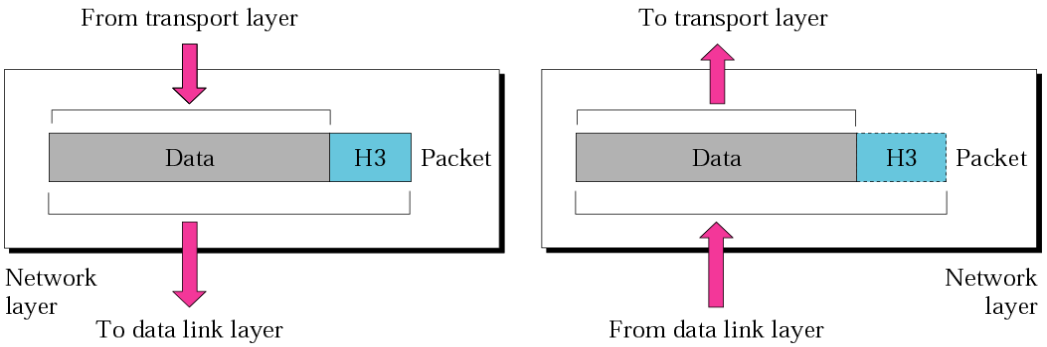
2.3.5 Network Layer

Network Layer bertanggung jawab menghantarkan setiap paket melewati banyak jaringan dan menjamin bahwa paket tersebut akan sampai ke tujuan, memberikan fasilitas seperti pengalamatan jaringan dan melakukan pengontrolan aliran data pada komputer ke *interface* jaringan. *Network Layer* harus dapat membedakan pengalamatan oleh suatu jaringan, serta mengatur paket-paket data yang berukuran berbeda.

Network Layer berhubungan dengan :

1) Pengalamatan Logik (*Logical Addressing*).
2) *Routing*.

Contoh yang digunakan nyaitu : *Internet Protocol (IP), Internet Packet eXchange (IPX), Address Resolution Protocol (ARP), Reverse Address Resolution Protocol (RARP), Internet Control Message Protocol (ICMP)* dan *X.25.*



Gambar 2.6. Network Layer

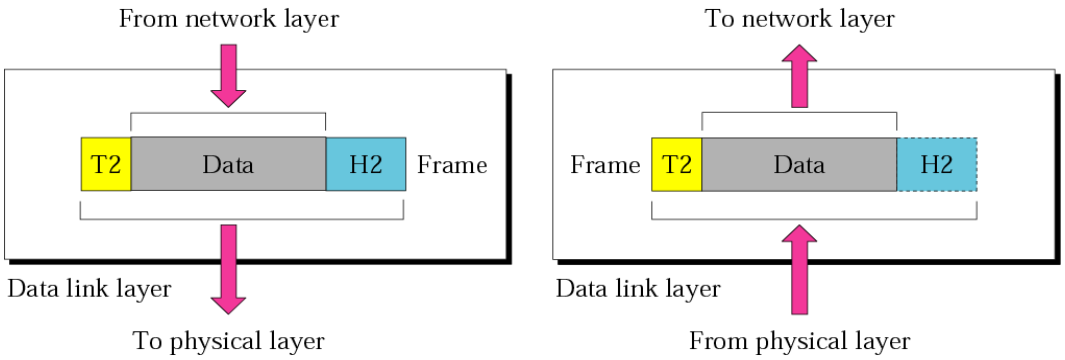
2.3.6 Data Link Layer (Medium Access Control)

Data Link Layer menjamin agar data yang dikirim ke lapisan jaringan sampai ke tujuan dalam keadaan baik. Data yang akan dikirim dibentuk dalam bentuk *Frame*. Mekanisme yang dipakai dalam pengaturan struktur frame disebut *HDLC* (*High Level Data Link Control*). Lapisan data link melayani transmisi pada lapisan fisik dan bertanggung jawab mengatur komunikasi dalam sebuah jaringan. Lapisan ini juga menangani fungsi-fungsi seperti mendeteksi kesalahan transmisi dan melakukan pengiriman data ulang tersebut.

Fungsi-fungsi *Data Link Layer* adalah:

1) *Framing* : membagi bit-bit data yang berasal dari *Network Layer* ke dalam data units yang dilengkapi dengan *Header* (H2) dan *Trailer* (T2).
2) Pengalamatan fisik (*Physical Addressing)*
3) *Flow Control* : Untuk menghindari overflowing di penerima jika pengrim terlalu cepat mengirimkan data untuk *Single Link*
4) *Error Control* : Memberikan mekanisme untuk memperbaiki kehilangan atau kerusakan frame, diaplikasikan pada trailer.
5) *Access Control* : Mekanisme penggunaan medium oleh banyak pengguna secara bergantian.

Contoh yang digunakan nyaitu : *Synchronous Data Link Control (SDLC), High Level Data Link (HDLC)* dan *Point to Point Protocol (PPP).*

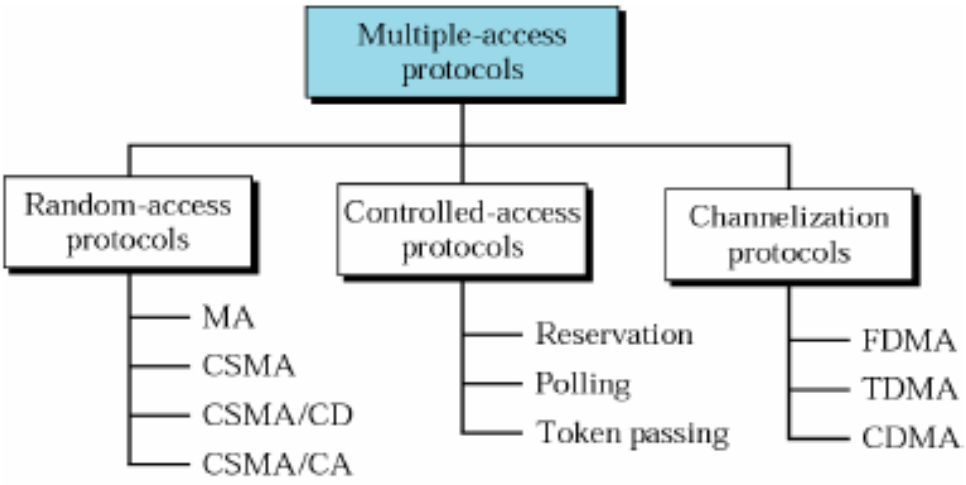


Gambar 2.7. Data Link Layer

Pada *Broadcast Network (multiple access networks)* diperlukan *Medium Access Control Protocol*, hal ini dikarenakan sejumlah user menggunakan media transmisi secara bersamaan. Jika dua atau lebih station trasmit simultan, maka besar kemungkinan akan terjadi *collision* (tabrakan), sehingga akan terjadi *interferensi* satu dengan lainnya.

Kategori untuk *Sharing Medium Transmisi* adalah *Channelization* dan *Medium Acces Control (MAC).* Pada *Channelization* partisi medium ke kanal-

kanal terpisah dan cocok untuk trafik kontinyu. Sedangkan dalam *Medium Acces Control (MAC)* tidak ada pendudukan kanal, *sharing dinamis*, cocok untuk trafik *bursty*, dan meminimumkan *collision. Multiple Access Protocols* pada *Data Link Layer* bertujuan untuk bagaimana cara mengakses media transmisi bersama-sama secara terkendali.



Gambar 2.8. Multiple Access Protocols

Carrier Sensing Multiple Access (CSMA) dalam MAC bertujuan untuk mencegah transmisi jika yakin akan menyebabkan *collision*, untuk mencegahnya maka dilakukan dengan *sensing medium.*

2.3.7 Physical Layer

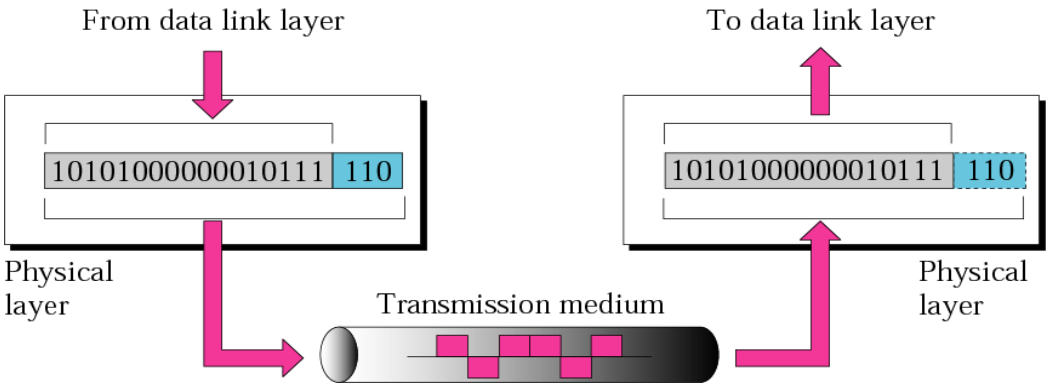
Physical Layer merupakan lapisan paling rendah dari model referensi OSI. Lapisan fisik berhubungan dengan media fisik dalam jaringan komunikasi data. Lapisan ini mengatur hubungan secara fisik antara satu titik ke titik lainnya pada jaringan. Lapisan fisik memberikan standar *interface* pada peralatan komputer dan peralatan komunikasi dengan penyaluran informasi.

Physical Layer berhubungan dengan :

1) Mendefinisikan antarmuka antara peralatan dan media transmisi.
2) *Representasi bit* : Pengkodean bit menjadi sinyal .

3) *Data rate* dan *Sinkronisasi bit.*
4) Topologi fisik yang digunakan.
5) Mode Transmisi (simplex, half duplex, atau full duplex).

Contoh yang digunakan adalah X21, X21bis, RS232 dan 10 Base T.



Gambar 2.9. Physical Layer

2.4 IEEE 802.15.4/*ZigBee*

Dalam perkembangan komunikasi tanpa kabel (*wireless*) ada banyak standard atau platform yang dimanfaatkan. Kita mengenal teknologi *Bluetooth* dan *Wimax*. Masing-masing menawarkan fitur yang berbeda beda dan memiliki kekurangan yang berbeda pula. Bluetooth misalnya menawarkan fitur pemrosesan data yang besar seperti video streaming dengan kekurangan membutuhkan daya yang besar. Ada satu kebutuhan di level rendah untuk melakukan suatu kontrol pada suatu jaringan dengan syarat konsumsi daya yang rendah. ZigBee yang menerapkan standar IEEE 802.15.4 merupakan solusi kedepan untuk itu.

2.4.1 Sejarah Protokol Jaringan IEEE 802.15.4/*ZigBee*

Jaringan seluler adalah pengembangan dari jaringan telepon dengan kabel yang berkembang amat pesat di pertengahan abad 20. Kebutuhan akan mobilitas dan harga dari memasang kabel baru yang meningkat, motivasi untuk koneksi perorangan yang tidak tergantung akan tempat ke jaringan juga meningkat merupakan faktor-faktor yang mendorong perkembangannya. Daerah jangkauan yang luas hingga mencapai 1-2 km yang dapat bekerja bersama-sama dengan jaringan disekitarnya untuk menciptakan suatu jaringan yang semu. Contoh dari standar ini seperti *GSM, IS-136, IS-95*. Di pertengahan kebutuhan untuk daerah jangkauan yang kecil justru meningkat. Grup kerja *IEEE 802.11* untuk WLAN dibentuk untuk membuat standard jaringan lokal tanpa kabel. *IEEE 802.11* memfokuskan pada fitur seperti kecepatan Ethernet, jarak jauh (100m*), message forwarding* dan data melalui 2-11Mbps. WPAN mengkhususkan pada ruang di sekitar pengguna atau obyek yang tipikalnya hanya sampai 10m dari semua arah. Fokus WPAN adalah biaya sedikit (*low-cost*), daya rendah (*Low power*), jarak pendek (*short range*) dan ukuran yang sangat kecil. *IEEE 802.15* adalah grup kerja untuk WPAN.

WPAN dibedakan menurut data rate, konsumsi baterai (*Battery Drain*) dan kualitas layanan (*QoS*). Untuk data rate tinggi (IEEE 802.15.3) cocok bagi aplikasi multimedia yang mensyaratkan QoS tinggi. Data rate menengah (IEEE 802.15.1/Bluetooth) akan menangani beberapa proses mulai dari *cellphone* sampai komunikasi PDA serta memiliki QoS yang cocok untuk komunikasi suara. Sedangkan low rate WPAN (IEEE 802.15.4/LR-WPAN) ditujukan untuk melayani suatu industri, perumahan dan aplikasi medis dengan konsumsi daya rendah dan biaya yang sangat murah dibanding WPAN yang lain serta memerlukan data rate dan QoS yang tidak terlalu tinggi.

Teknologi ZigBee merupakan teknologi dengan data rate rendah (*Low Data Rate*), biaya murah (*Low cost*), protokol jaringan tanpa kabel yang ditujukan untuk otomasi dan aplikasi remote control. Komite *IEEE 802.15.4* kemudian mulai bekerja pada standar data rate rendah. Aliansi ZigBee dan IEEE kemudian memutuskan untuk bergabung dan ZigBee merupakan nama komersiil dari

teknologi ini. ZigBee diharapkan mampu memberikan biaya yang murah serta daya yang rendah untuk koneksitas antara peralatan dengan konsumsi daya baterai hingga beberapa bulan atau bahkan beberapa tahun.

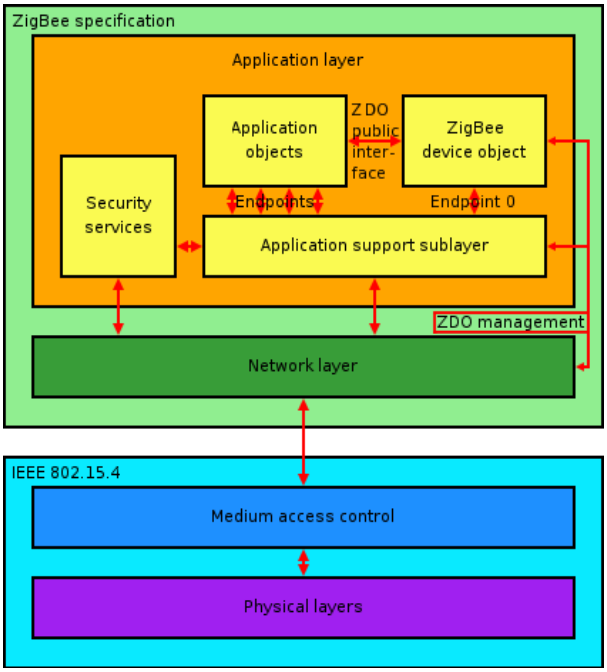
2.4.2 Prinsip kerja IEEE 802.15.4/*ZigBee*

ZigBee memanfaatkan penuh kelebihan dari *physical radio* yang amat berguna dari standar IEEE 802.15.4. ZigBee menambahkan jaringan logika, keamanan (*security*) dan perangkat aplikasinya (*Application Software*).

2.4.2.1 Stack Protocol

Stack protocol pada ZigBee terdiri atas PHY dan MAC layer dari IEEE, *Network/Security layer* serta *Application framework* dari ZigBee Alliance flatform serta *Application/Profiles* yang bisa berasal dari ZigBee atau OEM Fitur dari Stack Protocol Zigbee seperti:

- Mudah diaplikasikan dengan mikrokontroler berkapasitas rendah seperti mikrokontroler 8 bit 80C51 dari ATMEL.
- Memiliki *stack protocol* yang sangat *Compact.*
- Mendukung hingga slave yang amat sederhana sekalipun.



Gambar 2.10. Struktur Stack Protokol ZigBee.

2.4.3 Tugas masing-masing bagian dari protocol ZigBee

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai Tugas masing-masing bagian dari protocol ZigBee.

2.4.3.1 Application layer (*Layer Aplikasi*)

Merupakan bagian yang mengkoordinasikan antara kode khusus aplikasi antara driver perangkat keras dengan segala sesuatu yang diperlukan pada suatu proyek pembuatan aplikasi. Layer Aplikasi memiliki kemampuan untuk mencocokkan dua perangkat secara bersamaan yang didasarkan pada layanan dan kebutuhan pengguna dan menyampaikan pesan antar perangkat yang terkait. Layer aplikasi terdiri atas *payload data, AF* (*Application Frame*), dan *APS* (*Application Suport Layer*). Untuk *payload* data memiliki ukuran sebesar 101 byte, AF memiliki ukuran *header* sebesar 1 byte, sedangkan APS memiliki 6 byte. APS merupakan interface antara *Aplikasi* dan *Network Layer.*

Dibagian ini *ZDO* (*ZigBee Device Object*) berperan untuk :

- Menentukan peranan dari perangkat ke jaringan (sebagai *Coordinator ZigBee* atau *End-Device*).
- Melakukan inisiatif atau merespon permintaan *binding.*
- Memastikan koneksi yang aman diantara salah satu perangkat keamanan ZigBee seperti *public key, symmetric key*, dan lain sebagainya.

2.4.3.2 Application Support layer (*Layer pendukung aplikasi*)

Bagian terendah dari layer aplikasi yang memberikan layanan :

- Pencarian (*Discovery*) : berkemampuan mencari perangkat lain yang bekerja didalam wilayah operasi sebuah perangkat.
- *Binding* : menyatukan dua atau lebih perangkat berdasarkan layanan masing-masing dan kebutuhannya dan juga melanjutkan pesan diantara perangkat perangkat pembatas.

2.4.3.3 Network layer (*Layer jaringan*)

Secara umum layanan manajemen jaringan dalam *ZigBee* yaitu konfigurasi perangkat dan pemilihan jenis keamanan jaringan. Layer ini juga digunakan untuk mengirim dan menerima data dari dan ke *Application Layer.*

2.4.3.4 MAC layer

Lapisan *MAC* ini didefinisikan oleh standar IEEE 802.15.4 mempunyai tugas untuk pengaksesan saluran. Ada dua mekanisme untuk mengakses saluran yaitu mode *beacon-enabled* dan *beaconless-enabled.*

Mode *beacon-enabled* menggunakan teknik *slotted CSMA/CA* (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*), sedangkan mode *beaconless-enabled* menggunakan teknik *unslotted CSMA/CA*. Terdiri atas *MHR (MAC Header), MSDU (MAC Service Data Unit),* dan *MFR (MAC Footer).*

MHR terdiri atas *Frame Control*, *Sequence Number*, *Addressing Field* (*Destination PAN ID, Destination Address,* dan *Source Address*) yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis *frame* MAC yang sedang ditransmisikan, menspesifikasikan format *Addressing Field* dan *Control ACK*. MHR memiliki ukuran 7 byte. MFR adalah MAC *Frame Check Sequence*, berisi 16-bit ITU-T CRC. MFR memiliki ukuran sebesar 2 byte.

Menerapkan pengalamatan berdasarkan 64-bit IEEE dan pengalamatan pendek 16-bit. MAC mengkoordinasi *transceiver* untuk mengakses jalur radio bersama (*shared radio link*). Kemampuan karakteristik jaringan maksimum bias mencapai 2^{64} node dan menggunakan pengalamatan local, serta jaringan sederhana dapat dibentuk hingga 65000 (2^{64}) node.

Kategori perangkat dari MAC layer terdiri dari :

- *Network Coordinator*.
- *Full Function Device* (FFD).
- *Reduced Function Device* (RFD).
- Struktur Frame sederhana (Berorientasi pada Beacon).
- Berasosiasi/tidak berasosiasi.
- Security AES-128.

- CSMA-CA akses kanal (bukan Beacon).
- Struktur Frame Super tambahan dengan Beacon.
- Mekanisme GTS (untuk prioritas tinggi).

2.4.3.5 Physical layer

Physical layer merupakan komponen yang sangat penting dalam komunikasi komputer, yang biasanya digunakan pada transmisi dan penerimaan data, penginderaan kanal, dan penentuan kualitas *link*. Layer ini berinteraksi dengan kanal *wireless* dan bertugas mensuplai informasi dari dan ke layer di atasnya. *Link wireless IEEE* 802.15.4 dapat beroperasi pada 3 pita frekuensi ISM, yaitu :

1. Pita frekuensi 2,4 GHz dengan laju 250 Kbps berkapasitas 26 kanal.
2. Pita frekuensi 915 MHz dengan laju 40 Kbps berkapasitas 10 kanal.
3. Pita frekuensi 868 MHz dengan laju data 20 Kbps berkapasitas 1 kanal.

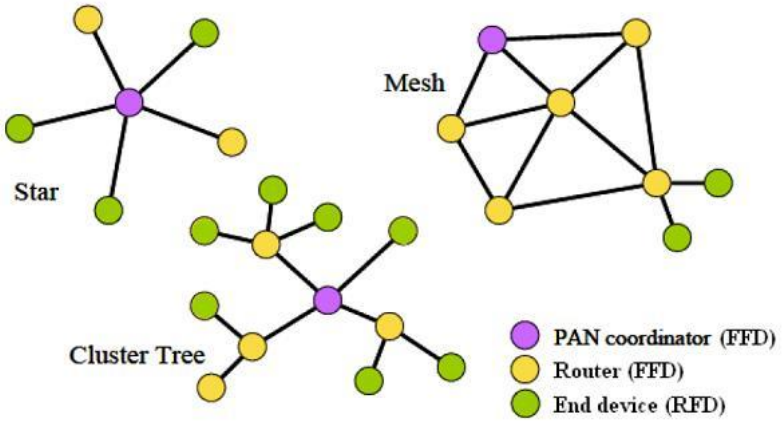
Preamble dan *SFD (Start of Packet Delimiter)* dikenal sebagai SHR digunakan untuk sinkronisasi, dengan total SHR sebesar 5 byte, sedangkan *PHR (PHY Header)* berisi informasi panjang *PSDU (PHY Service Data Unit)*, dengan panjang *header* sebesar 1 byte, PSDU merupakan isi informasi dari layer di atasnya dengan panjang *payload* data maksimal sebesar 127 byte.

2.4.4 Keuntungan menggunakan ZigBee

Keunggulan utama dari ZigBee adalah berdaya rendah (*low power*) sehingga meskipun hanya disuplai dengan baterai biasapun mampu untuk dihidupkan, melakukan pengecekan, mengirim data dan mematikan hanya dalam waktu kurang dari 30 ms. Ini akan membuat baterai menjadi tahan lama. Jika sebuah titik disusun untuk penggunaan frame beacon dan GTS saja maka waktu on-air bisa ditekan hingga 3 ms. Hal ini bisa dicapai dengan hanya sebuah IC transceiver dengan fungsi PHY dan MAC serta pekerjaan ringan yang cukup dijalankan dengan mikrokontroler 8 bit. Keperluan memori flash ZigBee berkisar antara 16 hingga 60 KB bergantung dari kerumitan peralatan, fitur dari stack serta apakah sebuah perangkat *RFD (Reduced-Function Device)* atau *FFD (Full-Function Device)*.

2.5 Topologi dan Karakteristik Jaringan

ZigBee memiliki 3 topologi model jaringan yaitu Topologi Star, Mesh (Peer to Peer) serta Cluster Tree.



Gambar 2.11. Model Topologi Jaringan

2.5.1 Topologi Star

Pada topologi star komunikasi dilakukan antara perangkat dengan sebuah pusat pengontrol tunggal, disebut sebagai koordinator *PAN* (*Personal Area Network*). Aplikasi dari topologi ini bisa untuk tomasi rumah, perangkat Personal Computer (PC), serta mainan anak-anak. Setelah sebuah *FFD (Full Function Device)* diaktifkan untuk pertamakali maka ia akan membuat jaringannya sendiri dan menjadi koordinator PAN. Setiap jaringan star akan memilih sebuah pengenal PAN yang tidak sedang digunakan oleh jaringan lain didalam jangkauan radionya. Ini akan mengijinkan setiap jaringan star untuk bekerja secara tersendiri.

2.5.2 Topologi Mesh (*Peer to peer*)

Dalam topologi *peer to peer* juga hanya ada satu koordinator PAN. Berbeda dengan topologi *star*, setiap perangkat dapat berkomunikasi satu sama lain sepanjang ada dalam jarak jangkauannya. *Peer to peer* dapat berupa *ad hoc*, *Self-organizing* dan *self healing*. Penerapannya seperti pengaturan di industri dan pemantauan, jaringan sensor tanpa kabel, pencarian aset dan inventory yang akan mendapat keuntungan dengan memakai topologi ini.

2.5.3 Topologi Cluster Tree

Cluster tree merupakan sebuah model khusus dari jaringan *peer to peer* dimana sebagian besar perangkatnya adalah FFD dan sebuah RFD mungkin terhubung ke jaringan *cluster tree* sebagai node tersendiri di akhir dari percabangan. Salah satu dari FFD dapat berlaku sebagai koordinator dan memberikan layanan sinkronisasi ke perangkat lain dan koordinator lain. Hanya satu dari koordinator ini adalah koordinator PAN. Koordinator PAN membentuk cluster pertama dengan membentuk *Cluster head* (CLH) dengan sebuah *cluster identifier* (CID) nol, memilih sebuah pengenal PAN yang tidak terpakai dan memancarkan frame-frame *beacon* ke perangkat sekitarnya. Sebuah perangkat menerima frame beacon mungkin meminta untuk bergabung ke network CLH. Jika koordinator PAN mengijinkan untuk bergabung, maka akan menambahkan perangkat baru ini sebagai perangkat turunannya dalam daftar perangkat disekitarnya. Proses ini berlanjut dilakukan oleh perangkat yang baru itu ke perangkat sekitarnya. Keuntungan dari struktur cluster adalah peningkatan daerah jangkauan seiring dengan peningkatan biaya untuk *latency* pesan.

Karakteristik dasar dari sebuah jaringan ZigBee adalah :

1. Memiliki hampir 65536 node jaringan (Client).
2. Koneksi ke jaringan : 30 ms (tipikal).
3. Waktu aktifasi dari sleep slave : 15ms (tipikal).
4. Akses kanal slave aktif : 15 ms (tipikal).