

7

Arsitektur Jaringan Komunikasi

Setiap bentuk komunikasi, apakah antar manusia atau mesin, harus berlangsung dalam seperangkat aturan yang sebelumnya sudah ditetapkan. Ketika kita berkomunikasi satu dengan yang lain, kita melakukannya berdasarkan seperangkat aturan yang kita pelajari sewaktu kecil. Kita belajar untuk tidak menyela, berbicara dengan terang dan jelas, tidak menggunakan bahasa yang jelek dan sebagainya. Ini adalah konvensi dasar karena kita sebagai masyarakat meletakkannya untuk mengarahkan cara kita berkomunikasi. Setelah mempelajari aturan ini sewaktu anak kita belajar cara memecahkan saat dewasa. Kita belajar cara berdebat, bagaimana berkomunikasi dalam kelompok dimana setiap orang berbicara pada waktu yang bersamaan, dan bagaimana menggunakan bahasa yang paling tepat menurut situasinya. Sebab bahwa kita dapat memecahkan banyak aturan dasar komunikasi, namun masih dimengerti oleh orang lain yang sedang berkata, adalah karena kita sama menggunakan bahasa biasa.

Sebaliknya, komunikasi komputer-ke-komputer seringkali tidak banyak memiliki aturan dasar yang kita anggap sebagai bahasa biasa. Seperti di banyak bidang bisnis internasional, Bahasa Inggris telah menjadi bahasa *de facto*, di banyak lingkungan perkomputeran, protokol komunikasi IBM telah menjadi standar *de facto*. Tidak seperti banyak bidang telepon dimana kepatuhan terhadap standar nasional dan internasional merupakan prasyarat, komunikasi komputer-ke-komputer belum mencakup tingkat standar yang sama. Komputer yang berbeda menggunakan bahasa yang berbeda pula untuk berkomunikasi; ada yang kompatibel ada pula yang tidak. Sebagaimana yang sudah kita ketahui dari bab sebelumnya, kita sedang membangun jaringan komunikasi yang memiliki kapasitas untuk mentransmisikan sejumlah besar data dari satu komputer ke komputer yang lain. Transport data fisik dari satu titik ke titik yang lain hanya merupakan salah satu aspek komunikasi komputer. Untuk berkomunikasi secara efektif memerlukan tidak saja gerakan fisik informasi tetapi juga kemampuan untuk memahami dan melakukan informasi yang diterima. Bila, saat menggunakan telepon, seseorang di ujung lain tidak memahami bahasa si pembicara, maka, meskipun informasinya sudah dikomunikasikan, hal ini akan sia karena arti dan kandungan informasinya sudah hilang.

Tujuan utama arsitektur (rancang bangun) jaringan komunikasi adalah mendirikan suatu kerangka kerja untuk pengkomunikasian informasi yang bermakna antar komputer dengan sarana lainnya. Ini dilakukan dengan cara membuat seperangkat aturan dan prosedur biasa yang dengannya semua sarana harus sesuai. Proses komunikasi sebenarnya dapat dibagi menjadi berbagai tingkat (level). Aturan dan prosedur yang memerintah setiap tingkat dimuatkan dalam lapisan. Setiap level mempunyai beberapa lapisan. Dengan demikian suatu rancang bangun jaringan telekomunikasi terdiri atas serangkaian lapisan yang masing-masing menampilkan seperangkat fungsi yang bila digabung akan memungkinkan informasi bermakna berjalan dari suatu titik ke titik lain. Rancang bangun jaringan telekomunikasi tidak hanya membuat bahasa biasa tetapi juga membuat seperangkat aturan yang sama dengan bahasa dalam pembicaraan, yang mengatur penggunaan tatabahasa, sintaksis, dan penyajian, dan dengan cara ini memastikan bahwa komunikasi antara dua sarana dapat menjadi bermakna.

TINGKAT KOMUNIKASI

Komunikasi antara dua sarana data, misalnya komputer pribadi, dapat terjadi pada tiga tingkat: dasar, diperluas, dan terbuka. Komunikasi dasar terdiri atas gerakan

data yang tak terformat dari satu sarana ke sarana lain. Semua yang penting untuk mendirikan suatu jalur komunikasi bentuk rangkaian tertentu antara dua buah sarana tersebut. Contoh komunikasi data dasar mungkin berupa transfer dokumen, yang dibuat pada komputer pribadi dengan menggunakan sebuah paket pemrosesan kata, ke komputer lain yang menggunakan paket lain. Bila paket pemrosesan kata ini tidak kompatibel, satu-satunya cara agar file teks dapat ditransfer dari satu mesin ke mesin lain adalah dalam bentuknya yang paling dasar: dengan kata lain, sebagai aliran karakter ASCII. Sebagaimana yang telah kita tulis pada Bab 3, perangkat karakter ASCII adalah terbatas, dan semua perolehan sarana yang menerima adalah aliran karakter. Perintah pemformatan, halaman, dan karakter non ASCII lainnya tidak ditransmisikan. Dalam komunikasi semacam ini beberapa arti dokumen hilang. Bagian yang ditekankan dengan huruf tebal atau cetak miring muncul sebagai teks biasa, dan keseluruhan struktur dokumennya hilang.

Pada tingkat komunikasi *ditingkatkan (enhanced)*, dua sarana dari pabrik yang sama dapat berbagi dan bertukar data dalam format biasa. Sebagai contoh, komputer personal IBM dapat mengakses informasi yang ada di dalam sebuah mini-komputer IBM dalam suatu format yang dapat dimanipulasi oleh sarana yang menerima. Protokol dan standar komunikasi yang memungkinkan komunikasi ini terjadi diatur oleh suatu rancang bangun jaringan, misalnya System Network Architectures (SNA) nya IBM. Sebagian besar pabrik komputer besar telah mengembangkan rancang bangun (arsitektur) jaringan miliknya; namun demikian, karena arsitektur ini dirancang untuk memungkinkan sistem milik mereka beroperasi, ketika suatu sarana dari pabrik lain berusaha mendapatkan akses ke jaringan itu, seringkali mereka hanya dapat melakukannya pada tingkat komunikasi dasar.

Setelah bertahun-tahun arsitektur jaringan pemilik yang memberi para penggunanya tingkat komunikasi dipertinggi telah bertaburan. Ketika kekuatan pemrosesan komputer adalah mahal dan cenderung disentralisasi dengan para pengguna jarak jauh menempel ke sentral komputer melalui saluran sewaan tingkat suara atau dial-up, jaringan semacam ini adalah sarana terefektif untuk mengorganisir akses data jarak jauh. Akibat biaya kekuatan pemrosesan komputer terus menurun maka pengendalian pada sumber informasi dan pengkomputeran yang disentralkan berangsur-angsur berpindah ke sumber yang didesentralisasi; maka, tidak hanya para pengguna yang memiliki komputer di meja mereka, tetapi juga informasi yang pada masa lalu mungkin telah mereka peroleh dari komputer mainframe sentral, sekarang telah tersedia dari sejumlah komputer yang tersebar

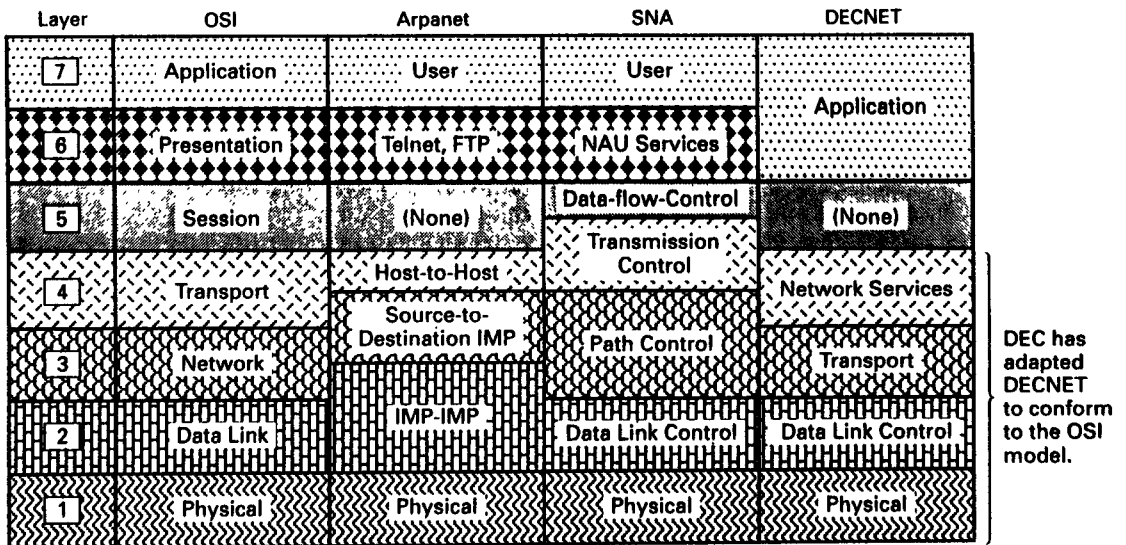
di seluruh penjuru negeri. Perubahan yang paling revolusioner dalam hal pengorganisasian komunikasi telah terjadi bukan karena sumber-sumber informasi dan pengkomputeran telah tersebar luas tetapi karena akses ke sumber-sumber itu dapat berasal dari setiap komputer, siapapun pembuatnya dan apapun protokol komunikasi yang digunakannya. Ada juga fakta mengenai diperlukannya komputer dari berbagai perusahaan dapat berkomunikasi tidak hanya tingkat *basic* tetapi pada tingkat *dipertinggi (enhanced)* yang tingkat kompleksitas lebih tinggi.

Tingkat terakhir, yaitu komunikasi *terbuka (open)*, adalah komunikasi dimana setiap sarana dapat berkomunikasi sepenuhnya dengan setiap sarana lain siapapun pembuatnya dan apapun bentuk protokol dan format komunikasi yang mereka gunakan.

Adalah di luar ruang lingkup buku ini kalau melihat secara rinci mengenai berbagai arsitektur jaringan pemilik pabrik. Cukuplah kita mengkonsentrasikan pada arsitektur jaringan untuk komunikasi terbuka.

MODEL OSI

Model tujuh lapis Open Systems Interconnection dari ISO, atau lebih mudahnya dinamakan model OSI, adalah seperangkat protokol dan standar komunikasi yang bertujuan untuk membentuk lingkungan yang terbuka untuk perpindahan data antar sarana. Dalam istilah praktisnya, OSI terlihat sebagai sarana untuk mengembangkan jaringan komunikasi yang tidak terbatas pada keharusan untuk menyesuaikan dengan seperangkat protokol dan standar komunikasi milik pabrik yang kuat. OSI akan beroperasi pada jaringan umum dan swasta. ISDN, perluasan dari jaringan dan pelayanan digital terpadu kepada jaringan umum, menggunakan model OSI sebagai kerangka kerja arsitektural untuk membuat pelayanan baru. Sebagian besar penyalur komputer terkemuka menggunakan standar OSI dalam beberapa bentuk atau lainnya. Digital, sebagai contoh, membentuk ulang banyak dari arsitektur jaringan miliknya, yaitu DECNET, untuk menyesuaikan diri dengan standar OSI. Unisys (yang didirikan saat perusahaan komputer Sperry dan Burroughs mengadakan merger) menggunakan OSI untuk memadukan arsitektur jaringan yang ada miliknya. IBM juga mendukung interkoneksi ke jaringan dan konektivitas aplikasi OSI. Harapan OSI sangatlah banyak. Bagaimana berbagai penyalur menanggapi OSI dan standar apa yang berkembang akan menentukan



Gambar 7.1 Beberapa perbedaan antara model OSI dengan tiga model arsitektur perusahaan terkemuka lainnya. Sebagaimana model OSI, meskipun Arpanet, SNA, dan DECNET menggunakan arsitektur lapisan, ada perbedaan penting diantara empat model ini misalnya pada penggunaan dan tujuan tiap lapisan. Selain itu, setiap lapis akan mengoperasikan protokol komunikasi yang berlainan, ada yang disesuaikan dengan standar yang diepakati secara internasional, misalnya HDLC, dan ada pula yang dikembangkan secara khusus oleh setiap perusahaan.

tingkat dimana harapan OSI benar-benar terbuka dan jaringan independen-penyalur yang transparan dapatlah dicapai.

Tujuan OSI adalah untuk memungkinkan komputer dan perangkat lunak yang terkait dan sarana pendukungnya berkomunikasi dalam suatu sarana yang tersusun melalui berbagai jaringan telekomunikasi. Agar hal tersebut di atas terjadi, berbagai proses yang tercakup sewaktu mendirikan dan mengelola komunikasi dapat dipilah-pilah menjadi serangkaian fungsi khusus. Dalam hal ini ada tujuh lapis atau fungsi penting komunikasi yang perlu untuk mendirikan interkoneksi sistem secara terbuka. Konsep lapisan fungsional bagi sebagian besar arsitektur komunikasi komputer berhak milik sangatlah mendasar. Namun, tidak seperti OSI arsitektur milik penyalur, misalnya SNA-nya IBM, DECNET-nya Digital, dan sebagainya, memiliki kapasitas fungsional berbeda-beda untuk setiap lapisan atau sekelompok lapisan, seperti terlihat pada Gambar 7.1.

Application	Provides the Interface Directly to the User Application
Presentation	Concerned with Presenting the Data from One Device to Another in a Format Understandable by Both
Session	Establishes the Correct Protocol for Communication between the Lower Layer's Communications Functions and Upper Layer's Processing Functions
Transport	Acts as a Bridge between the Layers Above and Below; Establishes the Quality of Service Required by Layers Above
Network	Handles Call Set-up, Network Routing, and Traffic-Flow Control
Data Link	Establishes Error-free Data Transmission between the Network and the Attached Device
Physical	Handles the Physical Movement of a Stream of Data On and Off the Network, and Defines the Physical Properties of the Network/Device Interface

Gambar 7.2 Tujuh lapisan model OSI.

Konsep Lapisan

Model OSI tersusun atas tujuh lapis yang masing-masing menampilkan seperangkat fungsi khusus (lihat Gambar 7.2 dan Kotak 7.1). Tiap lapis adalah independen secara arsitektural, sehingga protokol yang relevan dan fungsi pelayanan dari setiap lapis dapat dikembangkan secara independen. Tujuh lapisan ini dapat dibagi secara kasar menjadi dua bagian; empat lapisan pertama, secara fisik untuk mentranspor, menyediakan fungsi telekomunikasi dan operasinya berdasarkan titik-ke-titik, sementara tiga lapisan puncak, session sampai dengan aplikasi, terutama berkaitan dengan pelaksanaan fungsi pemrosesan dan pembuatan dialog yang bermakna antara pengguna dengan aplikasinya (lihat Gambar 7.3).

Ada dua tipe standar untuk setiap lapis:

- *Standar pelayanan*: berhubungan dengan fungsionalitas yang termuat di dalam dan di bawah lapisan khusus dan mewakili pelayanan yang disediakan untuk lapisan di atasnya.

- *Standar protokol*: menspesifikasi protokol khusus yang harus digunakan dalam lapisan khusus untuk berkomunikasi diantara sebuah sistem dengan sistem lainnya. Ini dikenal dengan nama spesifikasi protokol.

Standar definisi pelayanan terdiri atas sejumlah elemen yang disebut *primitif pelayanan (service primitives)*. Setiap primitif pelayanan memiliki nama khusus serta parameter input/output dan ditetapkan dengan suatu cara yang mirip dengan subrutin yang terdapat pada program komputer.

Kesatuan yang ada

Berbagai fungsi yang terdapat dalam suatu lapisan dapat dibagi menjadi kelompok-kelompok yang disebut *kesatuan (entity)*. Dalam dua sarana yang berkomunikasi, setiap kesatuan (entitas) pada berbagai lapisan mampu berkomunikasi dengan entitas yang berhubungan dalam sarana penerima, dengan menggunakan satu atau sejumlah protokol yang berlainan. Sebuah atau sekelompok entitas akan bekerjasama untuk memberikan pelayanan ke lapisan atasnya, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 7.4. Untuk melakukan hal ini, entitas akan menggunakan pelayanan lapisan di bawahnya. Untuk lapisan terbawah, lapisan fisik, entitas mengkomunikasikan langsung ke seluruh media komunikasi. Dengan demikian ini membentuk suatu hirarki komunikasi terstruktur dimana setiap lapis menyediakan sarana yang memungkinkan lapisan atasnya untuk berkomunikasi, dan seterusnya sampai dengan tujuh lapis. Titik dimana suatu entitas berkomunikasi dengan entitas terdekat di lapisan di atasnya disebut *Titik Akses service (Service access point)*. Setiap titik akses service memiliki identifikasi serta alamat sendiri-sendiri. Bila dua entitas ingin berkomunikasi, keduanya memilih Service Access Point khusus menurut alamat dan identifikasi uniknya. Perpindahan data sebenarnya antara dua entitas melalui Service Access Point dilakukan dengan cara pertukaran unit data protokol yang diarahkan oleh protokol yang sesuai yang telah ditata dengan cara menghubungkan permintaan dari lapisan di bawahnya.

Hasilnya adalah, bila suatu sarana ingin mengirim atau menerima data, komunikasi awal meminta memulai menggerakkan urutan hubungan logis yang mengalir di antara setiap lapisan, yang membimbing data menuruni tujuh lapisan itu, ke jaringan transmisi, dan kembali ke tujuh lapisan dari sarana yang menerima.

KOTAK 7.1 Fungsi tujuh lapisan model OSI.

Penerapan lapisan

- Menangani antar lapisan antara sistem dan penerapan
- Khususkan standar fungsional untuk penerapan semacam itu sebagai penanganan pesan dan transfer arsip
- Sediakan antar pekerjaan antara alat dan penerapannya
- Ditekankan kepada pemakai fungsi yang tersedia melalui jaringan OSI

Presentasi lapisan

- Membuat kalimat yang umum untuk perintah
- Sediakan struktur yang disetujui untuk pertukaran data
- Apakah secara umum menyangkut presentasi data antara 2 alat yang tidak sama?

Seksi lapisan

- Membuat lampiran yang tepat untuk komunikasi dengan lapisan di atasnya.
- Kontrol dialog
- Identifikasikan dan sajikan struktur pesanan dan sinkronisasi

Pengangkut Lapisan

- Hubungkan fungsi komunikasi pada lapisan yang lebih rendah, dan fungsi prosesing pada lapisan yang lebih atas.
- Kontrol kualitas layanan parameter dari lalu lintas data dari jaringan ke seksi dan presentasi lapisan.

Jaringan lapisan

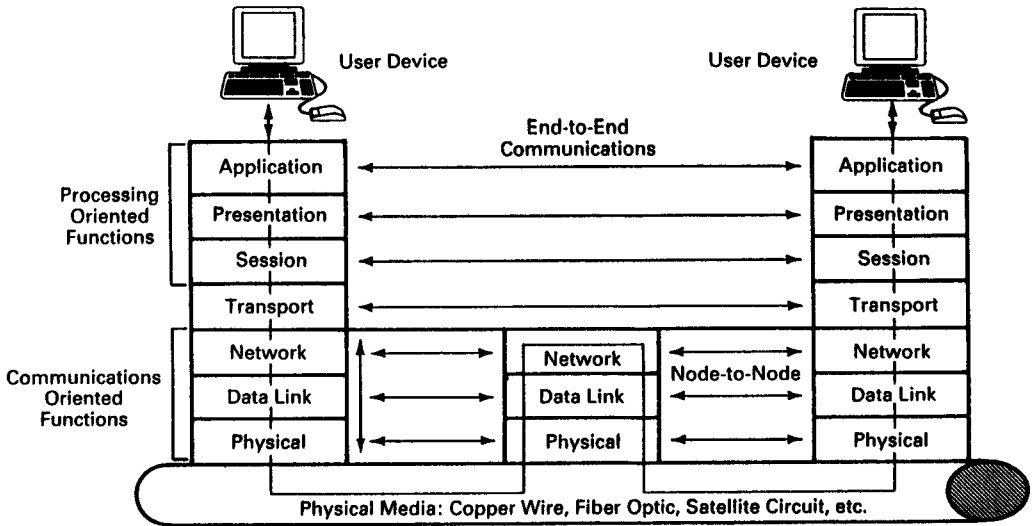
- menjembatani lapisan yang berbeda
- mengatur ukuran paket data
- Rute lalu lintas dan kontrol kepadatan

Data penghubung lapisan

- Hubungan permulaan dan akhir
- Tambahkan urutan kerangka pemeriksa
- Mengatur pesan
- Kontrol aliran dan urutan

Lapisan fisik

- Terangkan arti hubungan fisik ke media transmisi, seperti jumlah pasak, bentuk dan ukuran penghubung, dan seterusnya



Gambar 7.3 Komunikasi sistem dalam lingkungan OSI.

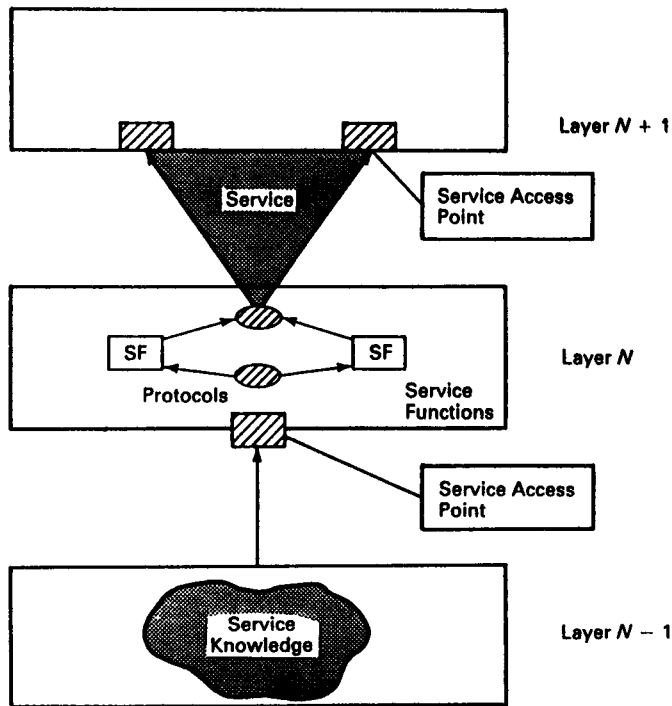
Mode Operasi

Agar OSI dapat beroperasi pada berbagai topologi jaringan yang saat ini digunakan, OSI harus mampu beroperasi dengan mode koneksi maupun tanpa koneksi.

Mode Koneksi (Connection) beroperasi bila jaringan maupun sarana yang melekat padanya mengharuskan agar dilakukan prosedur rutin penataan awal sebelum pertukaran data dapat berlangsung. Hubungan atau “handshake (salaman)” ini mencakup tiga fase dasar:

- Penyusunan-hubungan fisik.
- Transfer data.
- Penghentian panggilan.

Keharusan untuk melakukan prosedur rutin hubungan ini biasanya dikaitkan dengan pengkomunikasian melalui jaringan telepon teralih (switched telephone network), karena sarannya diarahkan oleh keperluan untuk menata jalur fisik tertuju antara fasilitas pengalihan yang relevan, dan sarana pengiriman dan pene-



Gambar 7.4 Konsep sebuah lapisan. Untuk menyediakan pelayanan pada pada lapisan $N + 1$, lapisan ke N mempunyai “pengetahuan” mengenai pelayanan yang tersedia dari lapisan di bawahnya, $N - 1$, dan pelayanan yang harus disediakan untuk lapisan di atasnya, $N + 1$. Dalam sebuah lapisan ada dua perangkat standar, yang berhubungan dengan fungsi pelayanan, yang menata pelayanan yang disediakan oleh lapisan ke- N untuk lapisan $N + 1$, dan protokol yang memungkinkan fungsi pelayanan dikomunikasikan dari satu lapisan ke lapisan yang lain.

rimaan. Demikian pula pada arsitektur (rancang bangun) jaringan semacam SNA-nya IBM, adalah perlu untuk membuat suatu *session* antar mesin yang berkomunikasi ini. Bila *session* ini terputus, maka haruslah dibuat lagi sebelum komunikasi dapat berlanjut. Pada akhir komunikasi, *session* ini dihilangkan.

Operasi *tak terhubung* (*connectionless*) tidak memerlukan penataan jalur fisik tertuju atau *session* antara dua sarana sebelum mereka dapat mentransfer data. Sebagai contoh, dua sarana ini dapat dihubungkan melalui jaringan dialih-paketkan (*packet-switched network*) dimana banyak jalur dapat muncul diantara kedua buah sarana ini. Paket yang berlainan bergerak secara independen satu

sama lain dan mungkin bergerak melalui rute-rute yang berlainan untuk menghindarkan kemacetan.

LAPISAN FISIK

Lapisan fisik adalah lapisan terbawah dari tujuh lapis dan membuat hubungan serta antarmuka fisik kepada media transmisi. Karakteristik lapisan ini adalah tidak terikat dengan medianya, yang mungkin berupa kabel koaksial, sepasang kawat tembaga, kabel serat optik, dan berbagai tingkat dan tipe kabel yang ditawarkan dengan sistem-sistem pengkabelan yang paling pribadi. Lapisan fisik terutama dikaitkan dengan karakteristik hubungan berikut ini:

- *Mekanis*: menetapkan atribut fisik konektor, misalnya jumlah pin, bentuk dan ukuran blok yang berhubungan, dan sebagainya.
- *Elektris*: Menggolongkan apakah hubungan itu seimbang atau tidak, dan voltase yang harus digunakan.
- *Fungsional*: menetapkan rangkaian elektrik mana yang melakukan sesuatu fungsi, misalnya data, kontrol, pengaturan waktu (timing), dan bumi.

Ada juga spesifikasi untuk perelay-an lapisan fisik yang bertindak sebagai jembatan antara berbagai media transmisi, misalnya kawat telepon yang terbuat dari tembaga menjadi kabel koaksial, ke rangkaian serat-optik dan sebagainya. Lapisan fisik menggabungkan standar yang ada dalam kerangka kerja OSI, misalnya aturan-aturan yang ada di dalam CCITT V.24 (hubungan modem ke jaringan telepon) dan CCITT X.21 untuk hubungan ke jaringan data umum.

LAPISAN SALURAN DATA

Lapisan saluran data menampilkan sejumlah fungsi (model OSI menetapkan sebanyak 11), yang terpenting adalah penambahan urutan pengecekan kerangka pada aliran data yang diterima dari lapisan fisik. Fungsi lainnya meliputi:

- Pembukaan dan penghentian hubungan.
- Pengalamatan.
- Kontrol urutan dan aliran.

Urutan pengecekan ditambahkan oleh lapisan saluran data yang membawa aliran data yang datang dari lapisan fisik dan membaginya menjadi kerangka-kerangka yang sebelumnya sudah ditetapkan, tergantung pada protokol yang digunakan. Yang paling lazim adalah Kontrol Saluran Data Tingkat Tinggi (HDLC, High-Level Data Link Control) [1]. Selanjutnya lapisan ini menambahkan urutan pengecekan kesalahan ke setiap kerangka: yang paling banyak digunakan adalah pengecekan redundansi siklis. Protokol yang digunakan dalam lapisan ini adalah bit-oriented sebagai lawan dari protokol byte-oriented yang lebih tradisional dan lebih tua, misalnya BISYNC-nya IBM (Binary Synchronous communications) dan DDCMP-nya Digital (Digital Data Communications Message Protocols).

LAPISAN JARINGAN

Fungsi penting lapisan jaringan adalah menata dan menghentikan panggilan, pelacakan, dan kontrol aliran. Jaringan lapisan adalah lapisan terakhir yang berhubungan dengan jaringan komunikasi itu sendiri. Karena model OSI tidak membatasi tipe jaringan yang dapat digunakan, lapisan jaringan harus mampu menangani data dalam mode terhubung atau pun tak-terhubung. Pada mode terhubung, lapisan jaringan akan membuat session, memantau kemajuannya, dan bila sudah selesai, menghentikan panggilannya. Mode tak-terhubung, jaringan lapisan juga bertanggungjawab untuk pengalamatan dan kontrol aliran; maka, bila sebuah *jalur semu* (*virtual path*) macet, route alternatif dapat dibuat. Fungsi lapisan jaringan lainnya adalah bertindak sebagai jembatan antara jenis-jenis jaringan yang berlainan, memberlakukan jaringan “biasa” antar sarana pengkomunikasian. Lapisan jaringan melakukan hal ini dalam dua tingkat:

- Membuat subjaringan.
- Menginterkoneksi berbagai subjaringan menjadi jaringan biasa.

Ada sejumlah protokol lapisan jaringan, yang paling lazim adalah standar CCITT X.25 untuk jaringan pengalih-paketan (packet-switched network) Namun, standar yang ada, termasuk X.25, tidak benar-benar sesuai dengan protokol lapisan jaringan; oleh karena itu standar tersebut dianggap sebagai sub jaringan dalam lingkungan OSI. Agar protokol jaringan yang ada ini sesuai dengan persyaratan OSI, ditetapkanlah protokol-jaringan pelengkap, yang “duduk” di puncak protokol yang ada untuk mempertinggi fungsionalitasnya sampai dengan tingkat yang

diperlukan. Tingkat ke dua dari protokol lapisan jaringan ini adalah untuk menginterkoneksi semua sub jaringan menjadi sebuah jaringan umum dengan menggunakan relay lapisan-jaringan.

Segmentasi dan Perakitan ulang

Lapisan jaringan juga bertanggungjawab untuk memastikan bahwa paekt data dari berbagai subjaringan, misalnya X.25, sesuai dengan ukuran unit data maksimum yang diijinkan oleh kerangka kerja OSI. Bila sebuah protokol subjaringan sedang mentransmisikan unit-unit data yang lebih besar daripada yang diijinkan di bawah kondisi operasi OSI, lapisan jaringan harus membagi paket-paket itu dan merakit ulang mereka sesuai dengan ukuran yang diperbolehkan.

Lapisan jaringan juga bertanggungjawab untuk semua penataan lalu lintas dan kontrol kemacetan. Pada jaringan adaptatif setiap titik harus memuat tabel-tabel rutin yang diupdate untuk memastikan bahwa rute optimum selalu digunakan dan penundaan yang disebabkan oleh kemacetan jaringan dikurangi sampai dengan minimum. Lapisan jaringan adalah lapisan teratas dimana percakapan antara operasi terhubung dengan tak-terhubung tersedia.

Selain menggunakan protokol X.25 untuk menampilkan fungsi lapisan jaringan, protokol sejenis lainnya, misalnya perangkat ARPANET TCP/IP, dapat pula digunakan. Potokol TCP/IP menggabungkan fungsionalitas yang diperlukan dari lapisan jaringan dan lapisan transport. Lapisan jaringan didukung oleh Internet Protocol (IP), dan lapisan transport oleh Transmission Control Protocol (TCP).

LAPISAN TRANSPORT

Sebagaimana telah kita ketahui, tiga lapisan tersebut di atas — fisik, saluran data, dan jaringan — menyediakan pelayanan komunikasi dasar, yang memindahkan data dari satu titik ke titik yang lain. Lapisan transport berfungsi sebagai jembatan antara tiga lapisan yang ditujukan untuk komunikasi ini dengan lapisan di atasnya, yaitu lapisan yang ditujukan untuk pemrosesan (lihat Gambar 7.5). Sewaktu bertindak sebagai jembatan antara fungsi komunikasi dengan pemrosesan, lapsian transport ini memastikan bahwa data yang berasal dari lapisan jaringan cocok dengan karakteristik transmisi serta kualitas pelayanan yang diperlukan oleh lapisan session di atasnya. Lapisan transport mungkin melipatgandakan sejumlah hubungan transport pada sebuah hubungan jaringan. Lapisan ini mungkin meng-

gunakan banyak hubungan jaringan secara paralel, sehingga, bila perlu, menambah lewatan (*throughput*) ke lapisan session untuk mencocokkan kualitas pelayanan yang diperlukan. Lapisan ini mungkin memecah pesan yang panjang menjadi banyak paket sehingga lapisan jaringan dapat menangani dan kemudian menggabungkannya setelah pentransmisian menjadi pesan panjang aslinya.

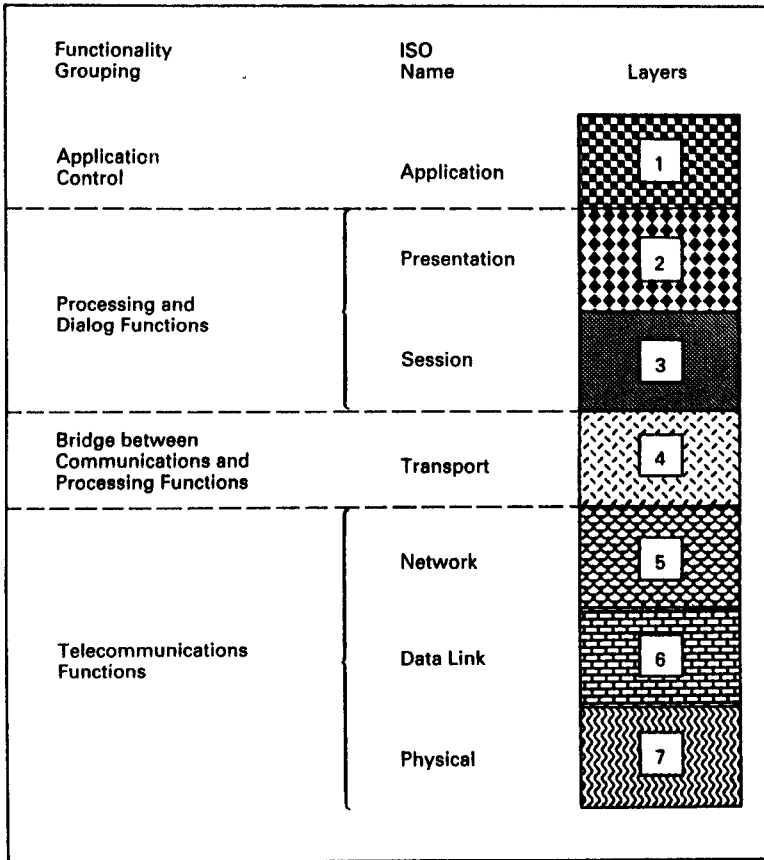
Lapisan transport dan lapisan-lapisan di atasnya berkomunikasi langsung dengan peralatan yang memang dibuat untuk keperluan itu dan tidak dengan setiap pengalihan menengah atau mekanisme perutean yang ada di dalam jaringan transmisi itu. Lapisan transport adalah lapisan terbawah yang hanya dapat berkomunikasi dengan peralatan yang melekat (misalnya ujung-ke-ujung) dan tidak dengan setiap titik menengah pada jaringan itu (lihat kembali pada Gambar 7.3).

Saat ini ada lima protokol yang ditujukan untuk hubungan yang ditetapkan untuk digunakan dalam lapisan ini, termuat di dalam Standar Internasional Draft ISO 8703 (lihat Kotak 7.2). CCITT yang ekuivalen adalah X.224. Pilihan mengenai protokol yang digunakan oleh lapisan transport akan dipengaruhi oleh kualitas yang diperlukan yang dispesifikasi oleh lapisan session.

LAPISAN SESSION

Pemilihan protokol lapisan session ditentukan oleh persyaratan lapisan presentasi untuk aplikasi komunikasi khusus. Pada Lapisan session ada seperangkat unit fungsi protokol pilihan, sebagian diantaranya dipilih sehingga akan mendukung aplikasi telekomunikasi yang diperlukan oleh lapisan presentasi di atas. Ada sejumlah protokol lapisan session yang dapat bertindak sebagai bagian perangkat protokol, misalnya yang ada dalam rekomendasi CCITT untuk teletex, videotex dan sebagainya.

Lapisan session juga menyediakan fungsi manajemen komunikasi interaktif untuk lapisan presentasi dengan menegosiasi mode komunikasi untuk berlangsung diantara dua lapisan itu, misalnya dua arah berurutan, dua arah bergantian, dan satu arah. Setelah kesepakatan dicapai mengenai mode yang akan digunakan, maka lapisan session akan mengontrol aliran data. Lapisan session juga menyediakan fasilitas sinkronisasi data bila ini didukung oleh bagian perangkat protokol yang terpilih. Sebagai contoh, ini berarti bahwa selama pentransmisian suatu dokumen, lapisan session akan menyediakan tanda sinkronisasi yang menetapkan awal dan akhir dokumen, penghentian halaman dan sebagainya.



Gambar 7.5 Tujuh lapisan model OSI dan pengelompokan fungsional dasar mereka.

LAPISAN PRESENTASI (PRESENTATION LAYER)

Fungsi utama lapisan presentasi adalah presentasi data dalam suatu cara yang dapat dipahami oleh sarana atau aplikasi pengirim maupun penerima. Pada lingkungan OSI akan terdapat banyak sarana yang aturan penyandian dan struktur datanya berbeda. Untuk memastikan bahwa data yang dikirim oleh sebuah sarana ke sarana lainnya dapat dipahami oleh masing-masing sarana, lapisan presentasi menentukan seperangkat aturan biasa untuk penyajian data antar sarana. Gambar

KOTAK 7.2.

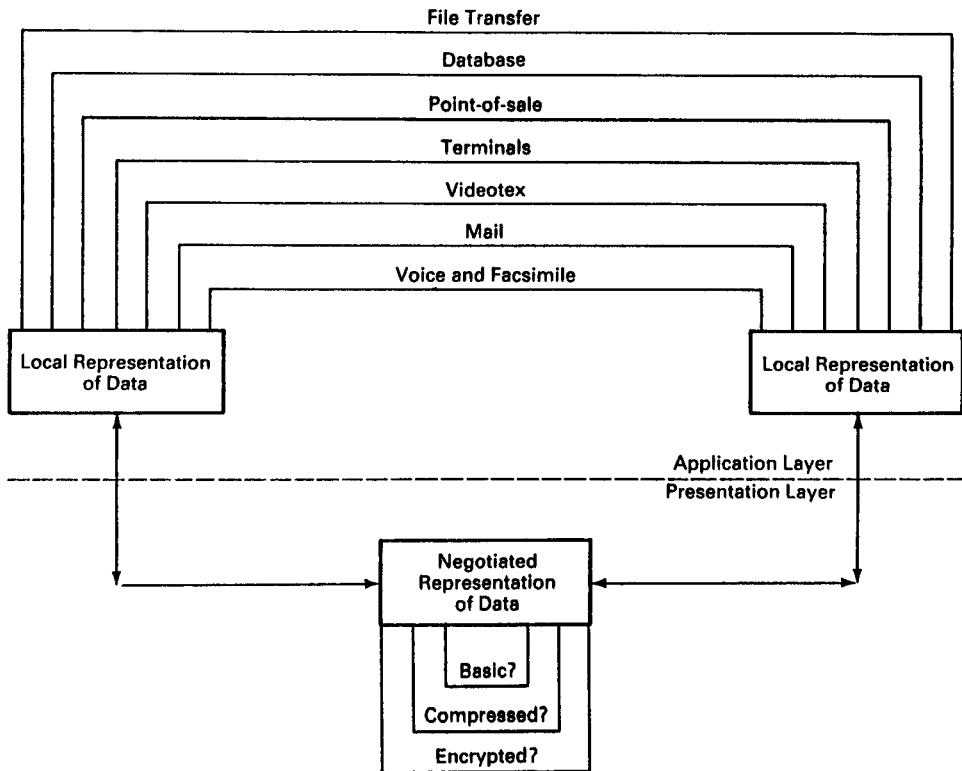
Baik ISO dan kelompok belajar VII CCITT bekerja bersama untuk membangun standar OSI. Kedua perangkat standar pada dasarnya sama; mereka berbeda secara editorial daripada secara teknis. Sayangnya, kedua organisasi menggunakan referensi yang berbeda untuk standar yang sama.

Standar Lapisan OSI	Dokumen ISO ^a	CCITT
Model referensi	DIS 7498	X.200
Layanan jaringan	DIS 8344	X.213
Layanan pengangkut	DIS 8072	X.214
Layanan seksi	DIS 8326	X.215
Pengangkut lampiran	DIS 8073	X.224
Seksi lampiran	DIS 8327	X.225

^aDIS, Draft International Standard

7.6 mengilustrasikan fungsi dasar lapisan presentasi. Bila suatu aplikasi yang ada di dalam lapisan tujuh menginginkan komunikasi, lapisan presentasi harus menegosiasikan cara mana yang akan digunakan untuk mengkomunikasikan data. Format data dari suatu aplikasi yang ada di dalam lapisan tersebut di atas dapat berupa basic, encrypted, atau, compressed.

Selama penataan panggilan awal, lapisan presentasi dari sarana pengirim maupun penerima menentukan tingkat terjemahan sintaksis yang diperlukan oleh masing-masing sarana. Bila keduanya menggunakan sintaksis yang sama penerjemahan tidaklah diperlukan. Bila tidak sama, lapisan presentasi mengubah sintaksis yang berlainan itu menjadi bentuk sintaksis umum yang dipahami oleh kedua buah sarana tersebut. Dengan cara ini, sebagai contoh, bila kedua sarana itu mengeluarkan perintah perintah untuk pengembalian rangkaian data, lapisan presentasi menentukan sintaksis umum untuk pengembalian rangkaian data yang dipahami oleh keduanya. Untuk mencapai hal ini, kedua buah sarana harus memahami dan kompatibel dengan perangkat umum dari perintah dan notasi sintaksis yang ada di dalam lapisan presentasi.



Gambar 7.6 Operasi lapisan presentasi dan aplikasi. Lapisan presentasi sesuai dengan seperangkat umum format untuk presentasi dan penampilan data yang diturunkan oleh lapisan aplikasi. Untuk melakukan hal ini, lapisan presentasi berperan sebagai negosiator antara sarana pengirim dan sarana penerima untuk membuat format umum bagi pendisplayan data. Data yang memasuki lapisan presentasi dapat pula melakukan hal ini dengan salah satu format: sebagai seperangkat karakter dasar, dipadatkan atau disamarkan. (Dari Knowles, Larmouth, dan Knightson, *Standards for Open Systems Interconnection*, BSP Professional Books, U.K., 1987)

Pelayanan lapisan presentasi lainnya berhubungan dengan penyusunan dan penampilan data. Bila, sebagai contoh, sebuah file database menggunakan warna untuk menekankan porsi data, lapisan presentasi harus bernegosiasi dengan sarana penerima mengenai cara porsi berwarna tersebut didisplaykan. Bila tipe sarana pengirim dan saran penerimanya sama, negosiasi tidak perlu dilakukan. Bila tidak sama, lapisan presentasi harus membuat sintaksis umum antara keduanya sehingga, sebagai contoh, data yang ditampilkan dengan warna merah oleh

sarana pengirim ditampilkan pula dengan warna yang sama oleh sarana penerima. Bila sarana penerima tidak dapat menampilkan warna, lapisan presentasi mungkin harus menggunakan sarana yang berbeda untuk menyajikan warna-warna data. Ini dapat dilakukan dengan cahaya terang pada layar untuk porsi warna yang digunakan oleh sarana pengirim pada data tersebut. Aspek desain layar lainnya dapat juga dinegosiasikan oleh lapisan presentasi; ini mungkin meliputi penggunaan banyak jendela (window), ukuran layar, atau ruang tampilan.

Kemampuan lapisan presentasi untuk menegosiasi nilai sintaksis yang berbeda serta mendisplaykan karakteristik pada tingkat luas tergantung pada aplikasi sebenarnya yang tersisa pada lapisan tersebut di atas. Lapisan presentasi tidak dapat secara otomatis memastikan bahwa format data yang dibuat oleh sebuah sarana akan secara otomatis dibuat pula oleh sarana lain. Harus ada seperangkat nilai sintaksis yang lazim pada kedua buah sarana tersebut; lapisan presentasi tidak dapat bertindak secara independen membuat miliknya. Nilai sintaksis umum membentuk basis standar lapisan presentasi.

LAPISAN APLIKASI

Lapisan aplikasi adalah lapisan tertinggi OSI dan bertindak sebagai antarmuka antara aplikasi perangkat lunak sebenarnya dengan proses komunikasi. Dari semua lapisan, lapisan aplikasilah yang paling tidak dispesifikasi, namun demikian ia merupakan yang terpenting dalam pembuatan lingkungan aplikasi umum diantara komunitas pengguna. Model OSI tidak membuat perbedaan nyata antara lapisan aplikasi dan lingkungan pengguna. Tujuannya adalah untuk menyediakan kerangka kerja standar umum yang dapat dipasang aplikasi baru dan lama. Kerangka kerja standar terdiri atas sejumlah aplikasi dasar untuk mengembangkan standar OSI yang didalamnya dapat dikembangkan aplikasi generik. Ini meliputi:

- Standar Terminal Semu (VT, Virtual Terminal).
- Manajemen dan Akses Transfer File (FTAM, File Transfer Access and Management).
- Manipulasi dan Transfer Tugas (Job Transfer and Manipulation, JTM)
- Standar Penanganan Pesan (Message Handling Standards, MS), misalnya X.400.

Standar aplikasi ini mulai diimplementasikan ke berbagai jaringan. TOP (Technical and Office Protocols) mengimplementasi standar aplikasi tersebut di atas [2]. Message Handling Standar, X.400, didukung oleh sebagian besar perusahaan komputer terkemuka, yang meliputi IBM, Digital, dan Unisys, dan nampaknya menjadi standar utama untuk sebagian besar perusahaan dan jaringan komunikasi dokumen/surat elektronik umum.

Tidak seperti enam lapisan lainnya, lapisan aplikasi menyediakan pelayanan langsung ke pengguna dan tidak ke lapisan lainnya yang lebih atas. Karena akan terdapat penglipatgandaan standar yang beroperasi dari lapisan ini, maka diperlukan pengidentifikasian struktur yang berhubungan dengan aplikasi yang akan beroperasi dalam kerangka kerja dasar yang diletakkan oleh Model Referensi. Pelayanan yang lapisan aplikasi sediakan untuk penggunaannya, disebut sebagai *entitas aplikasi*, dibagi menjadi dua golongan:

- *Entitas Pelayanan Aplikasi Umum (CASE, Common Application Services Entities)*: mendukung berbagai aplikasi tidak peduli apapun situasinya.
- *Entitas Pelayanan Aplikasi Khusus (SASE, Specific Application Service Entities)*: mendukung aplikasi spesifik yang terikat pada standar yang ditetapkan semacam FTAM, JTM, dan X.400.

Lapisan aplikasi mungkin merupakan wilayah yang paling sulit dan paling kompleks untuk distandardisasi. Karena lapisan ini berhubungan dengan standar aplikasi yang mengantarmukakan secara langsung dengan si pengguna, standar itu bersaing dan kadangkala bertentangan dengan sejumlah besar aplikasi nonstandar yang saat ini tersedia. Satu perangkat standar lapisan aplikasi yang didukung oleh hampir semua penyalur komputer dan operator jaringan telekomunikasi terkemuka adalah CCITT X.400, yaitu Standar Penanganan Pesan (Message Handling Standards). Standar ini menyediakan sarana untuk dapat menghubungkan-hubungkan sistem komunikasi dokumen dan surat elektronik yang sebelumnya tidak kompatibel. X.400 dibahas secara terinci pada Bab 33.

Keberhasilan OSI pada akhirnya sebagai pondasi untuk rancang bangun (arsitektur) komunikasi pada tingkat luas tergantung pada tipe standar aplikasi yang ditetapkan. Saat ini hanya terdapat perangkat terbatas: standar yang terutama berkonsentrasi pada perpindahan teks sebagai pesan atau pun sebagai dokumen yang sepenuhnya terformat. Perluasannya kepada transfer file, terminal semu dan sebagainya akan membantu mempromosikan OSI sebagai alternatif pembuatan

jaringan ke arsitektur milik pribadi semacam SNA-nya IBM. Namun, sampai saat ini, OSI tidak dapat bersaing dengan SNA atau DECNET di wilayah-wilayah semacam manajemen jaringan. Peran akhir yang akan OSI mainkan dalam jaringan komunikasi perusahaan terutama akan tergantung pada aplikasi yang ia dukung, dan apakah aplikasi ini dapat mewujudkan cita-cita “interkoneksi sistem terbuka” dalam kurun waktu yang realistis.

Bahkan tanpa kompatibilitas pada lapisan aplikasi, protokol OSI menyediakan pelayanan yang sangat berharga dalam penstandarisasian jaringan transmisi. Adalah diperlukan agar semua penyalur mengambil versi lapisan 1 sampai dengan 4 yang kompatibel dan bila mungkin, lapisan 5 (lapisan fisik, saluran data, jaringan, transpor dan lapisan session). Fungsi jaringan transpor seharusnya diterjemahkan ke dalam perangkat chip yang diproduksi secara massal atau perangkat lunak. Keuntungannya adalah biayanya rendah, portabilitas (mudah dipindah), reliabilitas, kemudahan penyambungan ke jaringan, dan konektivitas penyalur yang tersebar ke seluruh dunia. Contoh yang baik untuk ini adalah penggunaan ISDN sebagai jaringan transport. Perangkat chip ISDN berbiaya rendah mulai tersedia yang akan memungkinkan setiap sarana untuk mengakses setiap jaringan ISDN, disamping aplikasi ISDN (misalnya CCITT X.400, Message Handling Standards) yang sesuai dengan protokol OSI. Semua pelayanan ISDN generik akan kompatibel dengan OSI, karena OSI adalah pondasi dimana jaringan dan pelayanan ISDN dibangun.

Sayangnya, standar OSI mengijinkan banyak pilihan, sehingga mesin dengan pilihan berbeda (misalnya, diluar jangkauan standar lapisan presentasi) tidak dapat berkomunikasi. Adalah diperlukan bagi para penyalur untuk mencapai kesepakatan pada pilihan yang mereka implementasikan agar mencapai konektivitas sepenuhnya dan pentransferan data yang memiliki arti antara sarana. Organisasi semacam Corporation for Open System (COS) berkaitan dengan pemilihan pilihan-pilihan yang disetujui dan pengetesan perangkat keras dan lunak penyalur untuk memastikan bahwa konektivitas itu benar-benar dapat dicapai.