

## 2.

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 QoS (Quality of Service)

Quality of Service didefinisikan sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan[9]. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda[9]. Beberapa parameter QoS yaitu delay, jitter dan packet loss.

##### 2.1.1 Delay

Delay dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber (pengirim) ke tujuan (penerima). ITU-T merekomendasikan G.1010 untuk penilaian standar delay seperti Tabel 2.1[10].

Tabel 2.1 Standar Delay menurut ITU-T G.1010

Kategori Delay	Besar Delay
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Jelek	300 ms s/d 450 ms
Sangat Jelek	>450 ms

Delay dapat dihitung dengan menggunakan rumus (1):

$$Rata - rata\ delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ paket\ yang\ di\ terima} \dots\dots\dots(1)$$

##### 2.1.2 Jitter

Jitter disebabkan oleh bervariasinya waktu penerimaan pengiriman paket-paket data dari pengirim ke penerima[9]. Variasi keterlambatan / jitter umumnya

dimasukkan sebagai parameter kinerja karena sangat penting di lapisan transport dalam sistem data paket. Untuk penilaian standar jitter dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Jitter

Kategori Jitter	Besar Jitter
Baik	0-20 ms
Cukup	20 ms – 50 ms
Buruk	>50 ms

Jitter dihitung menggunakan rumus (2):

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total packet yang diterima}-1} \dots\dots\dots(2)$$

### 2.1.3 Packet Loss

Packet Loss yaitu jumlah paket yang hilang dalam suatu pengiriman paket data pada suatu jaringan[10].

Tabel 2.3 Standar Paket Loss

Kategori Packet Loss	Packet Loss
Baik	0 – 1%
Cukup	1% - 5%
Kurang	5% - 10%
Buruk	>10%

Packet loss dapat dihitung dengan rumus (3)[9]:

$$packet\ loss = \frac{P.data\ yang\ dikirim - P.data\ yang\ diterima}{P.data\ yang\ dikirim} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

### 2.1.4 Mean Opinion Score (MOS)

Mean Opinion Score (MOS) adalah satuan kualitas suara yang biasa digunakan. Metode MOS adalah hasil survey dari percakapan dimana nilai rata-rata kualitas suara antara 1 sampai 5, dimana 1 berarti buruk dan 5 adalah yang paling baik[11]. ITU membuat standart pengukuran R-Faktor dengan menggunakan E-Model yang tertuang dalam ITU-T.G.107, E-Model ITU adalah metode evaluasi dari kinerja suatu transmisi data yang dilakukan secara objektif berdasarkan nilai-nilai parameter kualitas layanan yang telah didapat[11]. R- Faktor dihitung dengan menggunakan rumus yang ditunjukkan pada Persamaan :

$$R = 94,2 - Id - Ief$$

Variabel R pada persamaan diatas adalah faktor kualitas transmisi.  $Id$  merupakan faktor penurunan kualitas yang diakibatkan oleh delay atau  $d$ . Nilai  $Id$  dijabarkan dalam persamaan

$$Id = 0,024 (d) + 0,11 (d - 177,3) H (d - 177,3)$$

Variabel H adalah fungsi Heavyside dengan ketentuan yang ditunjukkan pada persamaan diatas[11]. Sedangkan  $Ief$  adalah faktor penurunan kualitas yang diakibatkan codec dan persentase kehilangan paket yang terjadi atau  $e$  (dalam bentuk desimal). Nilai  $Ief$  dijabarkan pada persamaan dibawah

$$H = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x \geq 0 \end{cases}$$

$$Ief = 7 + 30 \ln (1 + 15e)$$

$$R = 94.2 - 0.024d + 0.11(d - 177.3) H(d - 177.3) - 7 + 30 \ln (1 + 15e)$$

Rumus R diatas menunjukkan rumus nilai R-Faktor secara umum. Setelah nilai R-Faktor didapatkan, nilai tersebut dapat diestimasi ke dalam MOS (ITU-T.P.800). Jika R-Faktor sudah diestimasi, maka akan dapat dikorelasikan nilai tersebut dengan tingkat kepuasan pengguna. Untuk mengubah estimasi dari nilai R-Faktor ke dalam MOS (ITUT P.800) terdapat ketentuan berdasarkan rentang nilai R-Faktor yang ditunjukkan pada persamaan dibawah

$$MOS = \begin{cases} 1 & \\ 4.5 & \\ 1 + 0.035R + 7 \times 10^{-5} R(R - 60)(100 - R) & \end{cases} \quad \text{jika } R < 0$$

Jika nilai R-Faktor lebih kecil dari 0, kondisi ini menunjukkan bahwa apabila delay total yang dihasilkan sangat besar dan menyebabkan buruknya kualitas VoIP sehingga tidak diperkenankan untuk diaplikasikan bahkan mulai  $R < 50$ . Jika nilai R-Faktor yang didapatkan lebih besar dari 100, kondisi ini mengindikasikan kualitas yang paling bagus dari VoIP itu sendiri karena prinsipnya nilai R maksimum hanya 94.2. Untuk  $0 < R < 100$ , kondisi ini merupakan kondisi realitas yang biasanya digunakan untuk menentukan nilai MOS. Korelasi tersebut digunakan untuk menentukan seberapa baik kualitas layanan yang dihasilkan berdasarkan tingkat kepuasan penggunaanya seperti tabel [11].

Tabel 2.4 Standar MOS E-Model

Kategori MOS	Nilai MOS
Buruk	1
Kurang baik	2
Cukup Baik	3
Baik	4
Sangat baik	5

## 2.2 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sebuah sistem yang terdiri dari berbagai komputer dengan source-nya yang didisain untuk menggunakan berbagai sumber daya yang ada sehingga dapat mengakses informasi yang diperlukan[12]. Tujuan dibangunnya sebuah jaringan yaitu untuk mengirim data atau informasi dari pengirim ke penerima[12].

### 2.2.1 Klasifikasi Jaringan Komputer

Jaringan komputer dapat di bedakan atau di klasifikasi menurut kriterianya memiliki 4 klasifikasi yaitu berdasarkan distribusi data, jangkauan geografis, berdasarkan hubungan setiap komputer dan berdasarkan media transmisi.

### 2.2.1.1 Berdasarkan distribusi data

Berdasarkan distribusi data jaringan komputer dapat dibedakan menjadi dua, yaitu jaringan terpusat dan jaringan terdistribusi.

#### 1. Jaringan terpusat

Jaringan terpusat adalah dimana jaringan yang memiliki client dan server yang di mana computer client merupakan perantara untuk mengakses sumber informasi/data yang berasal dari komputer server.

Komputer induk (host/server) berfungsi untuk melayani kebutuhan komputer terminal. Komputer induk menyimpan banyak data dan program aplikasi untuk melakukan pengolahan dan pemrosesan data. Komputer terminal, biasanya, berfungsi sebagai perantara untuk mengakses komputer induk.

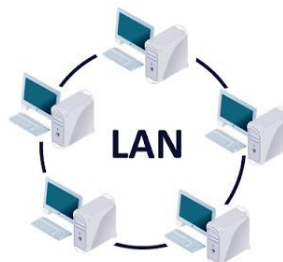
#### 2. Jaringan terdistribusi

Jaringan terdistribusi adalah beberapa jaringan yang terpusat yang memiliki beberapa server yang saling berhubungan dengan client yang membentuk suatu jaringan tertentu. Komputer server ini berfungsi sebagai pusat layanan data dan program aplikasi yang disediakan untuk dapat diakses oleh komputer terminal (workstation).

### 2.2.1.2 Berdasarkan jangkauan geografis

Jaringan komputer yang berdasarkan geografis memiliki karakteristik pembeda menurut jarak dari suatu jaringan itu di buat.

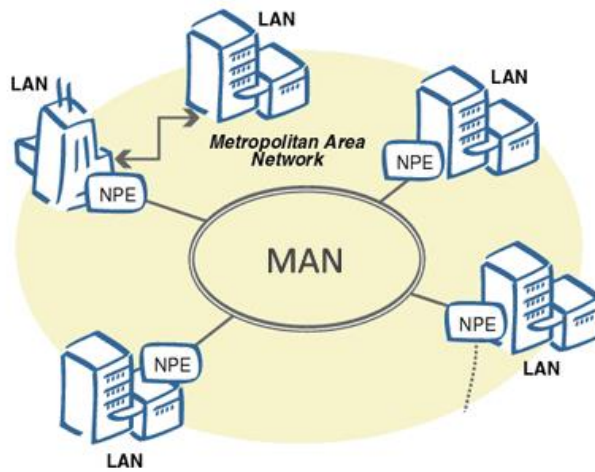
1. Jaringan LAN (*Local Area Network*) Jaringan LAN adalah suatu jaringan komputer yang hanya mencakup wilayah lokal menjadikan yang bisa menggunakan jaringan ini harus berada di area LAN saja. Suatu jaringan LAN biasanya bekerja pada kecepatan di antara 10Mbps – 100Mbps.



Gambar 2.1 Jaringan LAN

## 2. Jaringan MAN (*Metropolitan Area Network*)

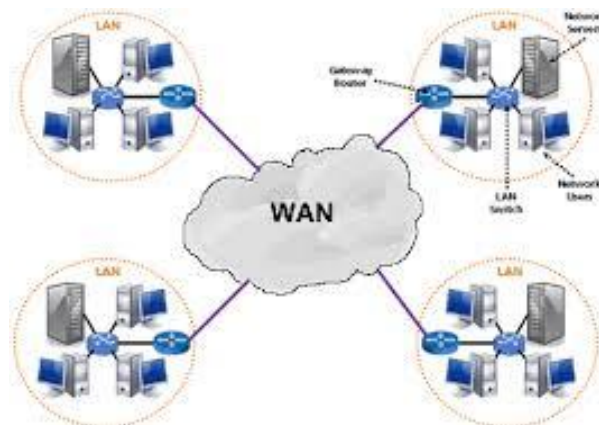
Jaringan MAN merupakan suatu jaringan komputer berjenis LAN yang cangkupan areanya lebih luas, seperti menghubungkan jaringan komputer dari satu kota ke kota lainnya yang berjarak mencapai 10 km sampai ratusan kilometer. Suatu jaringan LAN biasanya bekerja pada kecepatan di antara 1,5Mbps – 150Mbps. Tetapi jaringan MAN walau berjenis jaringan LAN masih harus menggunakan operator telekomunikasi sebagai penghubung antar jaringan komputer.



Gambar 2.2 Jaringan MAN

## 3. Jaringan WAN (*Wide Area Network*)

Jaringan WAN adalah jaringan yang mencangkup geografis yang luas berkisar 100 km sampai 1000 km. Suatu jaringan WAN memiliki kecepatan bervariasi setiap kota yaitu antara 1,5 – 24 Gbps.



Gambar 2.3 Jaringan WAN

### 2.2.1.3 Berdasarkan hubungan setiap komputer

#### 1. Client – Server

Model hubungan peer to peer memungkinkan user untuk membagi sumber daya yang ada di komputernya baik berupa file, layanan printer dan lain-lain. Dalam jaringan peer to peer semua host bisa menjadi server dan juga client dalam saat bersamaan.



Gambar 2.4 Jaringan Client-Server

#### 2. Peer - to – peer

Model hubungan peer to peer memungkinkan user membagi sumber daya yang ada di komputernya baik berupa file, layanan printer dan lain-lain serta mengakses sumber daya yang terdapat pada komputer lain. Pada jaringan komputer model peer to peer, setiap host dapat menjadi server dan juga menjadi client secara bersamaan.



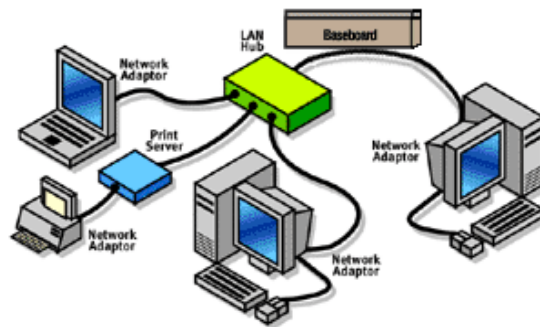
Gambar 2.5 Jaringan Peer-to-Peer

### 2.2.1.4 Berdasarkan media transmisi data

Jaringan komputer dibedakan menurut media transmisinya ada dua yaitu media transmisi berkabel (Wired Network) dan media transmisi tanpa kabel (Wireless Network) yang akan di jelaskan di bawah.

#### 1. Jaringan Berkabel (Wired Network)

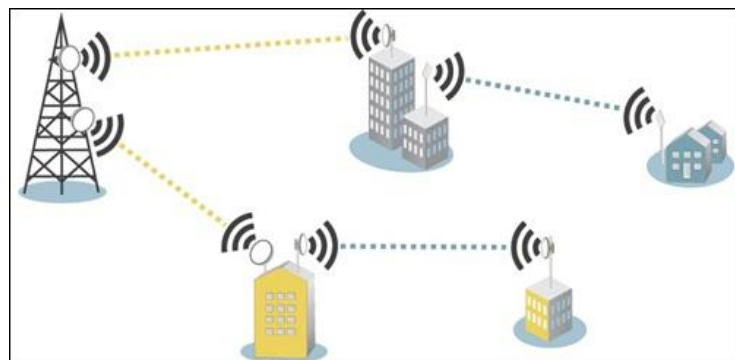
Pada jaringan ini, untuk menghubungkan satu komputer dengan komputer lain diperlukan penghubung berupa kabel jaringan. Kabel jaringan berfungsi dalam mengirim informasi dalam bentuk sinyal listrik antar komputer jaringan seperti gambar 2.6.



Gambar 2.6 Jaringan Berkabel

#### 2. Jaringan Nirkabel (Wireless Network)

Merupakan jaringan dengan medium berupa gelombang elektromagnetik. Pada jaringan ini tidak diperlukan kabel untuk menghubungkan antar komputer karena menggunakan gelombang elektromagnetik yang akan mengirimkan sinyal informasi antar komputer jaringan seperti gambar 2.7.



Gambar 2.7 Jaringan Nirkabel

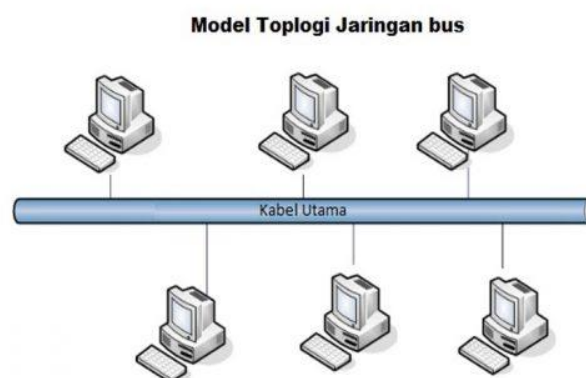


### 2.2.2 Topologi Jaringan

Topologi menggambarkan suatu desain jaringan yang akan di bentuk. Dalam definisi topologi di bagi dua, yaitu topolgi fisik yang menunjukkan posisi pemasangan kabel secara fisik dan topologi logik yang berupa bagaimana suatu media di akses oleh host. Pada sistem LAN memiliki tiga topologi utama, yaitu bus, star dan ring. Topologi jaringan ini kemudian berkembang menjadi topologi tree dan mesh yang merupakan kombinasi star, mesh dan bus. Dengan berkembangnya teknologi, lahir pula suatu topologi nirkabel yang khusus di implementasikan pada jaringan nirkabel[13].

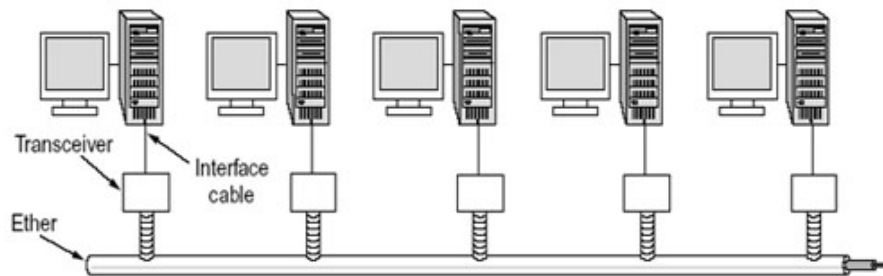
### 2.2.3 Topologi Bus

Topologi bus ini sering juga disebut topologi backbone, dimana ada sebuah kabel coaxial yang memebentang kemudian beberapa komputer digabungkan pada kabel tersebut. Secara sederhana tolpologi bus bekerja dengan satu kabel transmisi terbentang dari ujung ke ujung, kemudian ujung ditutup dengan terminator atau terminating-resistence (biasanya berupa tahanan listrik sebesar 60 ohm), dengan gambaran seperti gambar 2.8 [13]



Gambar 2.8 Model Topologi Bus

Pada titik tertentu diadakan sambungan (tap) untuk setiap terminal. Wujud dari tap ini bisa berupa “kabel transceiver” bila digunakan “thick coax” sebagai media transmisi. Atau berupa “BNC T-connector” bila digunakan “thin coax” sebagai media transmisi. Atau berupa konektor “RJ-45” dan “hub” bila digunakan kabel UTP. Transmisi data dalam kabel bersifat “full duplex”, dan sifatnya “broadcast”, semua terminal bisa menerima transmisi data[13].



Gambar 2.9 Koneksi kabel transceiver pada topologi bus

Suatu protokol akan mengatur transmisi dan penerimaan data, yaitu Protokol Ethernet atau CSMA/CD. Pemakaian kabel coax (10Base5 dan 10Base2) telah distandarisi dalam IEEE 802.3. Melihat bahwa pada setiap segmen (bentang) kabel ada batasnya maka diperlukan “Repeater” untuk menyambungkan segmen-segmen kabel[13].

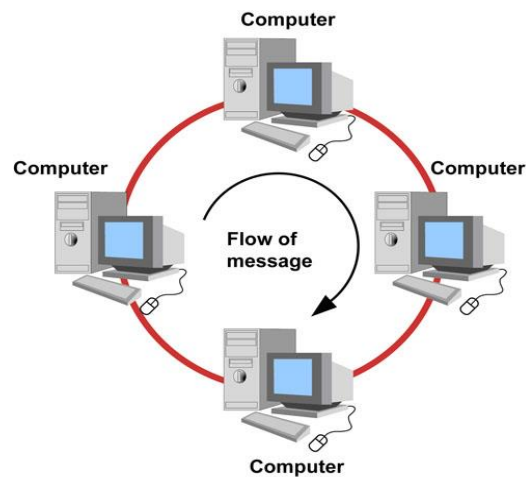
Kelebihan topologi Bus yaitu [13]:

1. Instalasi relatif murah
2. Kerusakan komputer client tidak mempengaruhi konektivitas
3. Biaya maintenance relatif murah

Kekurangan Topologi, yaitu jika kabel utama (bus) atau backbone putus maka komunikasi gagal bila kabel utama sangat panjang maka pencarian gangguan menjadi sulit kemungkinan akan terjadi tabrakan data(data collision) apabila banyak client yang mengirim pesan dan ini akan menurunkan kecepatan komunikasi.

### 2.2.3.1 Topologi Ring

Topologi ring biasa juga disebut sebagai topologi cincin karena bentuknya seperti cincing yang melingkar. Semua komputer dalam jaringan akan di hubungkan pada sebuah cincin. Cincin ini hampir sama fungsinya dengan concentrator pada topologi star yang menjadi pusat berkumpulnya ujung kabel dari setiap komputer yang terhubung. Secara lebih sederhana lagi topologi cincin merupakan untaian media transmisi dari satu terminal ke terminal lainnya hingga membentuk suatu lingkaran, dimana jalur transmisi hanya “satu arah” seperti Gambar 2.10 dibawah[13].



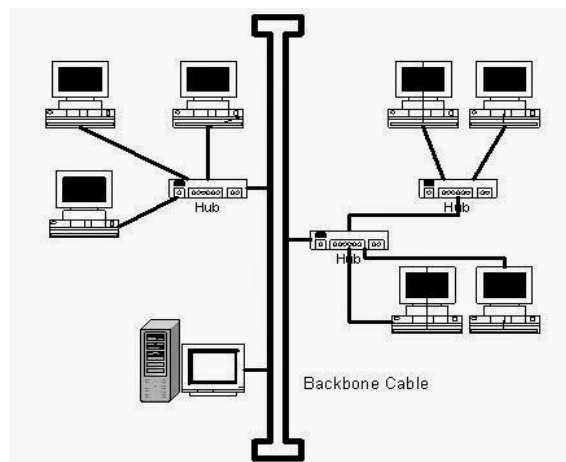
Gambar 2.10 Prinsip Topologi Ring

Kelebihan dari topologi ring adalah pengelolaan menjadi mudah, kegagalan komunikasi mudah ditelusuri dikarenakan setiap komponen dihubungkan langsung ke simpul pusat. Kegagalan pada satu terminal tidak mempengaruhi komunikasi terminal lain[13].

Kekurangan dari topologi ring adalah kegagalan dari pusat kontrol (simpul pusat) akan memutuskan semua komunikasi, bila yang digunakan sebagai pusat kontrol adalah HUB maka kecepatan akan berkurang sesuai dengan penambahan komputer, semakin banyak semakin lambat[13].

### 2.2.3.2 Topologi Tree

Topologi pohon adalah pengembangan atau generalisasi topologi bus. Media transmisi merupakan satu kabel yang bercabang namun loop tidak tertutup. Topologi pohon dimulai dari suatu titik yang disebut “headend”. Dari headend beberapa kabel ditarik menjadi cabang, dan pada setiap cabang terhubung beberapa terminal dalam bentuk bus, atau dicabang lagi hingga menjadi rumit[13].



Gambar 2.11 Prinsip Topologi Tree

Dalam pembangunan topologi ini ada beberapa kendala yang di hadapi, yaitu[13]:

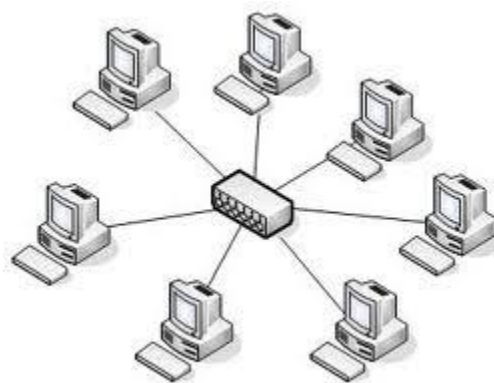
1. Karena bercabang maka diperlukan cara untuk menunjukkan kemana data dikirim, atau kepada siapa transmisi data ditujukan.
2. Perlu suatu mekanisme untuk mengatur transmisi dari terminal terminal dalam jaringan.

### 2.2.3.3 Topologi Bintang (Star)

Topologi Star atau topologi bintang adalah suatu desain jaringan untuk menghubungkan dua atau lebih komputer dengan jaringan yang berbentuk bintang (star), dimana topologi jaringan berupa konvergensi dari node tengah ke setiap node/ pengguna, sehingga semua node atau titik terkoneksi dengan node tengah tersebut seperti Gambar 2.12[13].

Topologi star atau star network memiliki prinsip kerja dengan sebuah control atau kendali terpusat dimana seluruh link akan melalui pusat dan kemudian data

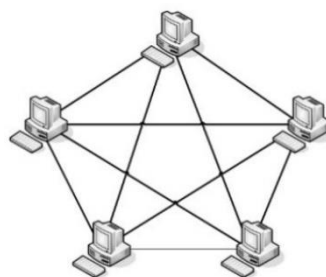
disalurkan ke semua node atau node tertentu yang dikehendaki server pusat. Dalam istilah teknologi informasi, simpul pusat disebut sebagai stasiun primer sedangkan node-node yang terhubung lainnya disebut sebagai stasiun sekunder atau client[13].



Gambar 2.12 Prinsip Topologi Star

#### 2.2.3.4 Topologi Mesh

Topologi Mesh adalah topologi yang tidak memiliki aturan dalam koneksi. Topologi ini biasanya timbul akibat tidak adanya perencanaan awal ketika membangun suatu jaringan. Karena tidak teratur maka kegagalan komunikasi menjadi sulit dideteksi, dan ada kemungkinan boros dalam pemakaian media transmisi[13].



Gambar 2.13 Prinsip Topologi Mesh

### 2.2.4 Media Transmisi Jaringan

#### 2.2.4.1 Media transmisi Guided

Guided media menyediakan jalur transmisi sinyal yang terbatas secara fisik, meliputi twisted-pair cable, coaxial cable (kabel koaksial) dan fiber-optic cable

(kabel serat optik). Sinyal yang melewati media-media tersebut diarahkan dan dibatasi oleh batas fisik media. Twisted-pair dan coaxial cable menggunakan konduktor logam yang menerima dan mentransmisikan sinyal dalam bentuk aliran listrik. Optical fiber/serat optik menerima dan mentransmisikan sinyal data dalam bentuk cahaya.

#### A. Twited-Pair Cable

Kabel twisted-pair terdiri atas dua jenis yaitu shielded twisted pair biasa disebut STP dan unshielded twisted pair (tidak memiliki selimut) biasa disebut UTP. Kabel twisted-pair terdiri atas dua pasang kawat yang terpilin. Twisted-pair lebih tipis, lebih mudah putus, dan mengalami gangguan lain sewaktu kabel terpuntir atau kusut. Keunggulan dari kabel twisted-pair adalah dampaknya terhadap jaringan secara keseluruhan: apabila sebagian kabel twisted-pair rusak, tidak seluruh jaringan terhenti, sebagaimana yang mungkin terjadi pada coaxial. Kabel twisted-pair terbagi atas dua yaitu:

##### 1. *Shielded Twisted-Pair* (STP)

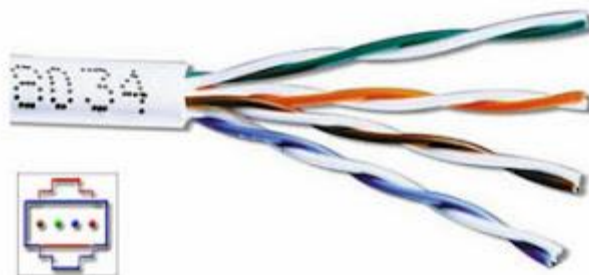
Kabel STP seperti Gambar 2.14 di bawah mengkombinasikan teknik-teknik perlindungan dan antisipasi tekukan kabel. STP yang peruntukan bagi instalasi jaringan ethernet, memiliki resistansi atas interferensi elektromagnetik dan frekuensi radio tanpa perlu meningkatkan ukuran fisik kabel. Kabel Shielded Twister-Pair nyaris memiliki kelebihan dan kekurangan yang sama dengan kabel UTP. Satu hal keunggulan STP adalah jaminan proteksi jaringan dari interferensi-interferensi eksternal, sayangnya STP sedikit lebih mahal dibandingkan UTP.



Gambar 2.14 Shielded Twisted-Pair (STP)

## 2. *Unshield Twisted-Pair (UTP)*

Secara fisik, kabel Unshielded Twisted-Pair terdiri atas empat pasang kawat medium. Setiap pasang dipisahkan oleh lapisan pelindung. Tipe kabel ini semata-mata mengandalkan efek konselasi yang diproduksi oleh pasangan-pasangan kawat, untuk membatasi degradasi sinyal. Seperti halnya STP, kabel UTP juga harus mengikuti rule yang benar terhadap beberapa banyak tekukan yang diizinkan perkaki kabel. UTP digunakan sebagai media networking dengan impedansi 100 Ohm. Hal ini berbeda dengan tipe pengkabelan twister-pair lainnya seperti pengkabelan untuk telepon. Karena UTP memiliki diameter eksternal 0,43 cm, ini menjadikannya mudah saat instalasi. UTP juga mensupport arsitektur-arsitektur jaringan pada umumnya sehingga menjadi sangat populer.



Gambar 2.15 *Unshield Twisted-Pair (UTP)*

### 2.2.5 TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) adalah standar komunikasi data yang digunakan oleh komunitas internet dalam proses tukar-menukar data dari satu komputer ke komputer lain di dalam suatu jaringan. Prinsip pembagian lapisan pada TCP/IP menjadi protokol komunikasi data yang fleksibel dan dapat diterapkan dengan mudah di setiap jenis komputer dan antar-muka jaringan. Oleh karena sebagian besar isi kumpulan protokol ini tidak spesifik terhadap satu komputer atau peralatan jaringan tertentu[4].

#### 2.2.5.1 TCP

TCP merupakan protokol yang berada pada lapisan transport dari layer TCP/IP. TCP adalah protokol yang bersifat *byte stream*, *connection-oriented* dan *reliable* dalam pengiriman data. TCP menggunakan komunikasi byte-stream, yang

berarti bahwa data dinyatakan sebagai suatu urutan-urutan *byte*. *Connection-oriented* berarti sebelum terjadi proses pertukaran data antar komputer terlebih dahulu harus dibentuk suatu hubungan. Hal ini dapat dianalogikan dengan proses pendialan nomor telepon dan akhirnya terbentuk suatu hubungan[4].

### 2.2.5.2 IP Address

IP address adalah metode pengalamatan pada jaringan komputer dengan memberikan sederet angka pada komputer (host), router atau peralatan jaringan lainnya. IP address sebenarnya bukan diberikan kepada komputer (host) atau router, melainkan pada interface jaringan dari host / router tersebut[4].

IP (Internet protocol) sendiri di desain untuk interkoneksi sistem komunikasi komputer pada jaringan paket switched. Pada jaringan TCP/IP, sebuah komputer diidentifikasi dengan alamat IP. Tiap-tiap komputer memiliki alamat IP yang unik, masing-masing berbeda satu sama lainnya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kesalahan pada transfer data. Terakhir, protokol data akses berhubungan langsung dengan media fisik. Secara umum protokol ini bertugas untuk menangani pendeteksian kesalahan pada saat transfer data, namun untuk komunikasi datanya, IP mengimplementasikan dua fungsi dasar yaitu addressing dan fragmentasi[4].

#### A. IPv4

IPv4 adalah sebuah jenis pengalamatan jaringan yang digunakan di dalam protokol jaringan TCP/IP yang menggunakan protokol IP versi 4. Panjangnya adalah 32-bit, dan secara teoritis dapat mengalami hingga 4 miliar host komputer di seluruh dunia. Alamat IPv4 umumnya ditulis dalam notasi desimal bertitik (dotted-desimal notation), yang dibagi ke dalam empat buah oktet berukuran 8-bit. Karena setiap oktet berukuran 8-bit, maka nilainya berkisar antara 0 hingga 255. Pengalamatan IPv4 menggunakan 32 bit yang setiap bit dipisahkan dengan notasi titik. Contoh notasi pengalamatan IPv4: FFFFFFFF.FFFFFFFF.FFFFFFFF.FFFFFFFF

Nilai F dirubah menjadi nilai biner (1 dan 0) 11000000.10101000.00000010.00000001. Sehingga jika dirubah dalam desimal menjadi 192.168.2.1[4].



Alamat IPv4 dibagi menjadi dua bagian yaitu alamat jaringan (network address) dan alamat komputer (host address). Network address digunakan untuk menunjukkan di jaringan mana komputer berada, sedangkan “host address” menunjukkan komputer tersebut dalam jaringannya tersebut. Untuk meningkatkan efisiensi dan mempermudah administrasi jaringan, maka dalam suatu jaringan yang besar perlu dibagi-bagi ke dalam jaringan yang lebih kecil. Konsep ini sering disebut dengan subnetwork / subnetting[14].

## B. IPv6

IP versi 6 (IPv6) adalah protokol Internet versi baru yang di desain sebagai pengganti dari IPv4. IPv6 yang memiliki kapasitas alamat (address) raksasa (128 bit), mendukung penyusunan alamat secara terstruktur, yang memungkinkan Internet terus berkembang. Oleh sebab itu IPv6 telah dilengkapi dengan mekanisme penggunaan alamat secara lokal yang memungkinkan terwujudnya instalasi secara plug and play[4].

Penulisan alamat IPv6 adalah sebagai berikut :  $x:x:x:x:x:x:x:x$  dimana ‘x’ berupa nilai heksadesimal dari 16 bit porsi alamat, karena ada 8 buah ‘x’ maka jumlah totalnya ada  $16 \times 8 = 128$  bit. Jika format pengalamatan IPv6 mengandung kumpulan grup 16 bit alamat, yaitu ‘x’, yang bernilai 0 maka dapat direpresentasikan sebagai ‘::’. Contohnya adalah 2001:DB8:0:0:0:0:A1AA:3210 dapat direpresentasikan sebagai 2001:DB8 :: A1AA: 3210[4].

Sebagaimana IPv4, IPv6 menggunakan bitmask untuk keperluan subnetting yang direpresentasikan sama seperti representasi prefix-length pada teknik CIDR (Classless Inter-Domain Routing) yang digunakan pada IPv4. Misalnya 3ffe:10:0:0:0:fe56:0:0/60 menunjukkan bahwa 60 bit awal merupakan bagian network bit[4].

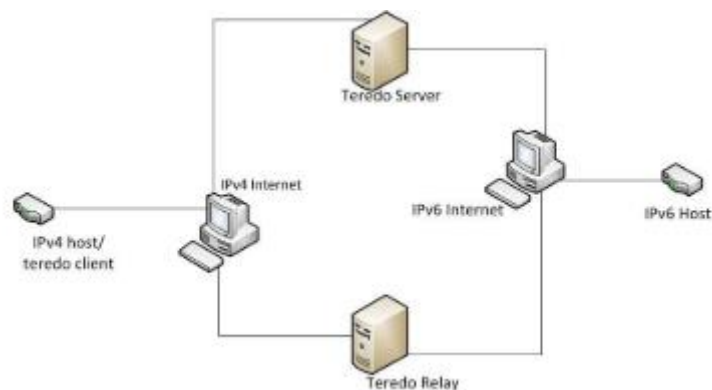
IPv4 mengenal pembagian kelas IP menjadi kelas A, B, dan C maka pada IPv6 pun dilakukan pembagian kelas berdasarkan FP (formatprefix) yaitu format bit awal alamat. Misalnya 3ffe:10:0:0:0:fe56:0:0/60. Maka jika diperhatikan 4 bit awal yaitu hexa ‘3’ didapatkan format prefix nya untuk 4 bit awal adalah 0011 (yaitu nilai ‘3’ hexa dalam biner)[4].

## 2.3 Transisi jaringan IPv4 dan IPv6

Untuk menanggulangi masalah kekurangan IP di protokol IPv4, maka dilakukanlah migrasi dari protokol IPv4 ke IPv6 yang baru. Selama proses migrasi tersebut dilakukanlah transisi jaringan untuk menjaga konektivitas dari kedua protokol tersebut. Transisi jaringan ini memiliki beberapa metode, yaitu metode tunneling teredo dan dual stack.

### 2.3.1 Tunneling Teredo

Teredo merupakan proses mekanisme transisi dengan tunneling otomatis yang bekerja dengan mengenkapsulasi paket IPv6 dengan paket UDP IPv4 sehingga dapat menembus NAT[8]. Teredo tidak dapat melewati NAT yang simetris dikarenakan NAT simetris mengalokasikan port secara dinamis sehingga tidak dapat diprediksi oleh Teredo[8]. Ada beberapa komponen teredo untuk dapat membuat sistem teredo berjalan yaitu Teredo client, server dan relay[8]. Bentuk umum dari topologi sistem teredo adalah seperti Gambar 3.1 dibawah[8].



Gambar 2.2.16 topologi umum teredo sistem[8]

#### 2.3.1.1 Teredo Client

Teredo client adalah host yang mengimplementasikan koneksi IPv4 yang menggunakan protokol tunneling IPv6 teredo untuk mengakses koneksi IPv6. Teredo client memiliki alamat prefix IPv6 teredo (2001:0000::/32)[8].

### 2.3.1.2 Teredo Server

Teredo server adalah sebuah host yang bertugas untuk menginisialisasi konfigurasi awal untuk tunneling teredo. Teredo server memiliki kebutuhan bandwidth yang sangat hemat[8]. Teredo server tidak pernah meneruskan paket-paket yang dikirimkan client kecuali dari ping IPv6 di dalam NAT tipe restricted membuat sebuah teredo server dapat menampung client dalam jumlah besar[8].

### 2.3.1.3 Teredo relay

Teredo relay berfungsi sebagai penerus semua data dan paket untuk kepentingan Teredo client yang dilayaninya[8]. Oleh karena itu, relay membutuhkan bandwidth yang besar untuk melayani client dalam jumlah terbatas pada waktu yang bersamaan[8]. Setiap Teredo relay melayani host IPv6, meneruskan traffic antara teredo client dengan host IPv6 yang berada pada jangkauannya[8].

## 2.3.2 Dual Stack

Dual stack merupakan salah satu mekanisme tunneling dengan membungkus suatu paket IPv4 kedalam bentuk paket IPv6 pada sisi host IPv6 untuk kemudian di buka kembali pada ujung jaringan perbatasan IPv6 ke IPv4 yang akan di teruskan menuju host oleh jaringan IPv4[15]. Dual stack juga memungkinkan untuk berkomunikasi balik antar host di dalam jaringan IPv4 dengan jaringan IPv6[15].

Dalam jaringan dual stack, host dan router mengimplementasikan IPv4 dan IPv6, dimana itu dapat mendukung layanan IPv4 dan juga IPv6[7]. Jika koneksi menggunakan IPv6 maka interface akan bertindak sebagai IPv6 murni begitu pula sebaliknya dengan IPv4 dan jika protokol berjalan bersamaan maka akan berjalan bersama dengan struktur alamat yang berbeda[7]. Gambar 2.19 menunjukkan bagaimana proses jaringan dual stack.



Gambar 2.17 Metode dual stack

Dalam pengkonfigurasiannya kedua protokol tersebut harus dilakukan secara terpisah seperti konfigurasi DHCP untuk IPv4 maupun DHCPv6 untuk IPv6[7]. Dalam protokol TCP/IP terletak pada layer internet yang bertanggung jawab khusus terhadap Internet Protokol[7].

## **2.4 VoIP (Voice over IP)**

Layanan VoIP adalah suatu transmisi paket suara yang dikirimkan menggunakan teknologi IP[2]. Dibandingkan dengan PSTN / jaringan telpon kabel tradisional yang berbasis *resource-dedicated*, layanan VoIP ini menggunakan basis *resource-shared* dari jaringan IP maka layanan VoIP ini lebih hemat biaya[2].

### **2.4.1 Komponen VoIP**

Teknologi VoIP yaitu bagaimana data voice atau suara dapat disampaikan melalui teknologi IP. Pada VoIP ini, suara diubah yang asalnya berupa bentuk analog menjadi digital dan diberi nomor dan header, yang akan dikirimkan dalam bentuk paket-paket data. Setelah selesai dikirim, paket-paket data tersebut diurutkan dan diubah kembali menjadi sinyal analog.

#### **2.4.1.1 Protokol**

Dalam membangun jaringan VoIP, diperlukan protokol untuk digunakan dalam sistem VoIP. Ada beberapa protokol yang dapat digunakan dalam jaringan VoIP adalah[10]:

1. SIP (*Session Initiation Protocol*)

SIP adalah protokol kontrol lapisan aplikasi yang dapat dibuat, memodifikasi, dan mengakhiri sesi multimedia (konferensi) seperti Panggilan telepon Internet[16]. SIP mendukung lima aspek memulai dan mengakhiri multimedia komunikasi yaitu *User location*, *User availability*, *User capabilities*, *Session setup*, *Session management*[16]. Ada beberapa protokol didalam SIP, yaitu diantaranya adalah, RTP (*Real Time Protocol*) dan RTCP (*Real Time Control Protocol*) untuk mentransmisi media dan mengetahui kualitas layanan, serta SDP (*Session*

*Description Protocol*) yang mendeskripsikan suatu media dalam suatu komunikasi[10].

## 2. Protokol H.323

Protokol H.323 adalah protokol standar yang diterbitkan oleh International Telecommunications Union Telecommunications Sector (ITU-T)[17]. ITU-T adalah organisasi internasional untuk membakukan atau memastikan dan meregulasi radio internasional dan telekomunikasi, baik di bidang layanan, media dan jaringan yang dipakai, sehingga sebuah jalinan telekomunikasi dapat berjalan lancar[17].

### 2.4.1.2 Codec

Codec merupakan proses pengalihan kode analog menjadi digital sehingga data suara dapat dikirim melalui jaringan komputer. Dalam menentukan jenis codec yang cocok diterapkan pada jaringan lokal, terdapat dua parameter yang harus diperhatikan yaitu kualitas suara yang diinginkan serta kapasitas bandwidth yang dibutuhkan. Kapasitas bandwidth yang dibutuhkan selain dipengaruhi oleh komponen-komponen yang terdapat pada format paket VoIP juga dipengaruhi jumlah nomor telepon yang harus dapat ditangani oleh sistem VoIP. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (4) dan persamaan (7) serta hasil kalinya dengan setengah jumlah client didapatkan nilai-nilai seperti pada tabel 4.

Tabel 2.5 Perbandingan kualitas suara tiap codec

No.	Jenis <i>codec</i>	Kualitas suara (MOS)	<i>BW</i> per panggilan (Kbps)	<i>BW</i> max 70 panggilan simultan (Kbps)
1.	G.729	4,138996	31,2	2184
2.	iLBC 20	4,068542	38,4	2688
3.	iLBC 30	4,138996	28,512	1995,84
4.	G.711	4,409286	87,2	6104

#### **2.4.1.3 IP PBX Server (Proxy)**

Salah satu penunjang dalam membangun sistem VoIP yaitu proxy server VoIP atau biasa di sebut IP PBX server[18]. IP PBX adalah perangkat switching komunikasi telepon dan data berbasis teknologi Internet Protocol (IP) yang mengendalikan ekstension telepon analog maupun ekstension IP Phone[18]. IP PBX mengkombinasikan fungsi dari PBX tradisional dan Voice over Internet Protocol (VoIP) sehingga melalui ekstensi VoIP mampu melakukan panggilan external local, long distance maupun international call melalui PSTN[19].

#### **2.4.1.4 User Agent**

User agent adalah suatu software atau hardware yang berfungsi untuk melakukan dan menerima telepon layaknya telepon pada umumnya. User agent yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa software softphone SIP yaitu X-Lite yang akan di install pada setiap client.