

BAB II

DASAR TEORI

2.1 TEKNOLOGI WI-FI

Hotspot (Wi-Fi) merupakan suatu area dimana suatu koneksi internet dapat berlangsung tanpa kabel. Jaringan Wi-Fi (*Wireless fidelity*) menjadi teknologi alternatif dan relatif lebih mudah untuk diimplementasikan di lingkungan kerja. *Hotspot* (Wi-Fi) juga merupakan salah satu bentuk pemanfaatan teknologi pada lokasi-lokasi publik seperti taman, perpustakaan, restoran, kampus ataupun bandara, beberapa diantaranya bahkan dapat diakses secara cuma-cuma. Internet terkoneksi biasanya dilakukan melalui perangkat *Notebook / Laptop / PDA*. *Hotspot* (Wi-Fi) pertama kali digagas tahun 1993 oleh Breet Stewart. Dengan teknologi ini, individu dapat mengakses jaringan seperti internet melalui komputer atau laptop yang mereka miliki di lokasi-lokasi dimana *Hotspot* (Wi-Fi) disediakan.^[1]

Pada umumnya, *Hotspot* (Wi-Fi) memiliki standar, yang ditetapkan oleh institut internasional yang bernama *Institut of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE), yang secara umum adalah Wi-Fi 802.11a, Wi-Fi 802.11b dan Wi-Fi 802.11g. Teknologi Wi-Fi ini mampu memberikan kecepatan akses yang tinggi antara 11 Mbps sampai dengan 54 Mbps.^[1]

Area *Hotspot* merupakan fasilitas baru di perpustakaan. Karena perpustakaan merupakan sarana untuk pendidikan, maka perpustakaan dipandang perlu untuk diberi fasilitas area *Hotspot*, agar permustaka yang datang ke perpustakaan tidak hanya membaca informasi dari buku saja, namun dapat membaca dan mencari informasi dari internet dengan prasarana fasilitas *Hotspot* dan *notebook/laptop/PDA*.^[1]

2.1.1 Koneksi WI-FI

Beberapa ISP menyediakan koneksi internet menggunakan perangkat Wi-fi. Untuk dapat mengakses internet pada ISP tersebut, Anda harus menyediakan perangkat *Wi-ficlient* untuk melakukan koneksi dengan AP milik ISP. Jika

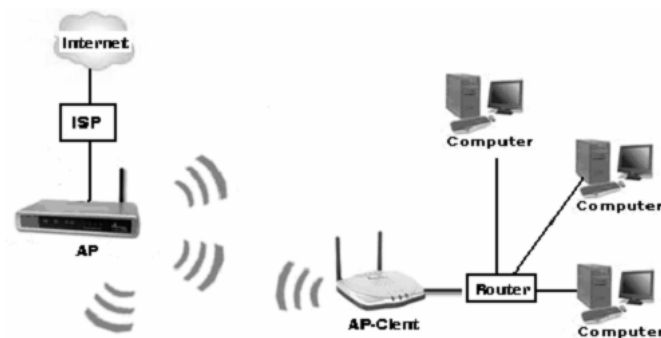
koneksi akan di-sharing, dianjurkan Anda menggunakan AP yang difungsikan sebagai *AP-Client*.^[1]

Bentuk koneksi internet lewat Wi-fi bisa berupa Internet (ISP) - AP (ISP) - *AP-Client* - Komputer Client seperti Gambar 2.1. Bentuk koneksi internet seperti ini digunakan jika koneksi hanya digunakan pada satu komputer client.^[1]



Gambar 2.1 Koneksi Wi-fi dengan satu komputer^[1]

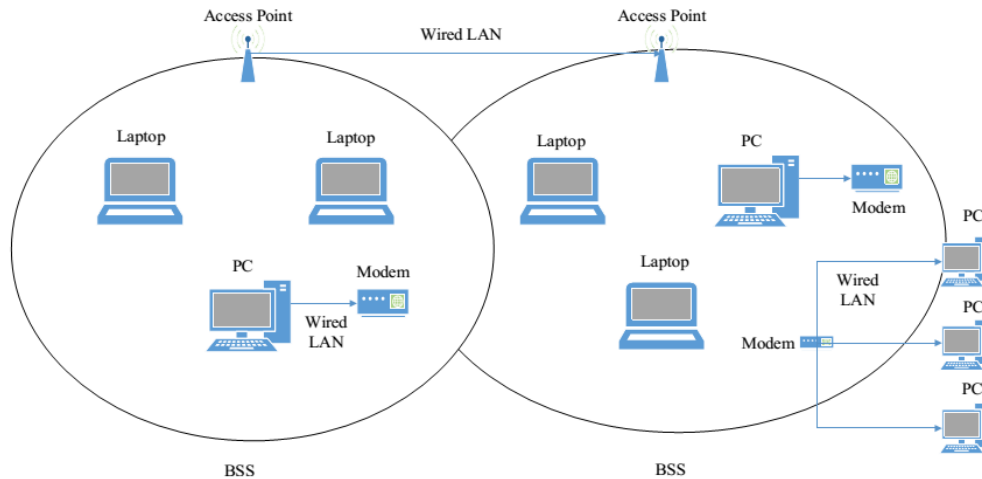
Bentuk koneksi internet lewat Wi-fi lainnya bisa berupa Internet (ISP) - AP (ISP) - *AP-Client* - *Router* - beberapa Komputer Client seperti Gambar 2.2. Bentuk koneksi internet seperti ini digunakan jika koneksi internet di-sharing ke beberapa komputer *client* atau bisa juga digunakan hanya satu komputer *client*.^[1]



Gambar 2.2 Koneksi Wi-fi dengan beberapa komputer^[1]

2.1.2 Arsitektur Jaringan Wi-fi

Arsitektur jaringan dasar dari sebuah jaringan Wi-Fi dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan Wi-fi^[2]

Pada gambar 2.1, terdapat 2 *access point* yang terhubung pada media kabel dengan masing-masing *Access Point*(AP)*cover* beberapa laptop dan PC yang terkoneksi dengan modem dalam 1 lingkup sel yang disebut dengan *Base Service Set* (BSS).^[2]

Terdapat 2 jenis BSS, yaitu :

1. *Independent BSS*, yaitu sistem BSS apabila *workstation* (WS) tidak dihubungkan menggunakan AP.
2. *Infrastructure BSS*, yaitu sistem BSS apabila terdapat AP yang menghubungkan WS.

Pada umumnya instalasi WLAN terdiri dari beberapa sel, karena cakupannya yang jauh di mana AP terhubung melalui suatu *backbone* (disebut dengan *Distribution System* atau DS). *Backbone* ini biasanya berupa *Ethernet* dan dalam beberapa kasus juga dapat berupa *wireless*. Jaringan WLAN yang telah terinterkoneksi secara utuh, termasuk dengan sel-sel yang berbeda, seluruh AP dan DS dipandang sebagai satu kesatuan jaringan yang saling terhubung. Sistem jaringan ini disebut dengan *Extended Service Set* (ESS).^[2]

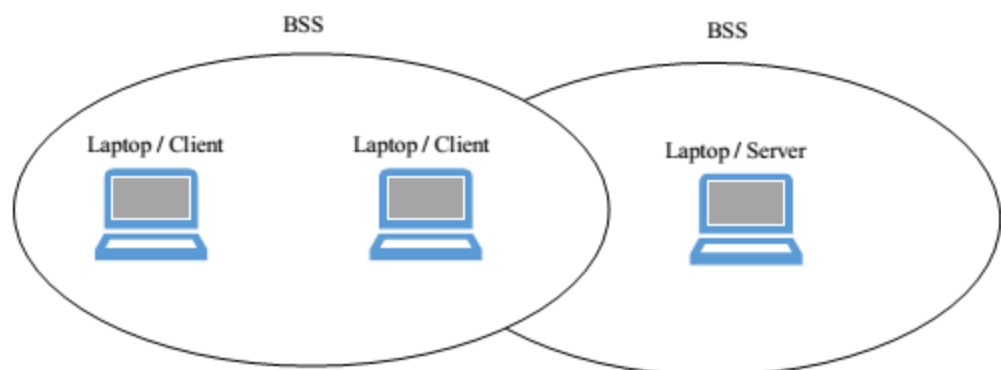
2.1.3 Mode Akses Jaringan

Metode untuk akses koneksi ke jaringan nirkabel (Wi-Fi) dapat dilakukan dengan 2 cara menghubungkan antar PC dengan sistem Wi-Fi yaitu ad-hoc dan infrastruktur. Kedua cara ini memiliki keuntungan dan kelemahan masing-masing sesuai dengan kondisi yang dihadapi saat melakukan pemasangan jaringan *wireless* sesuai kebutuhan.^[2]

1. Sistem *Ad-Hoc*

Sistem *ad-hoc* adalah sistem *peer to peer*, dalam arti satu komputer dihubungkan ke satu komputer dengan saling mengenal *Service Set Identifier*(SSID). Bila digambarkan mungkin lebih mudah membayangkan sistem *direct connection* dari satu komputer ke satu komputer lainnya dengan menggunakan *twist pair cable* tanpa perangkat hub.^[2]

Jaringan ad-hoc terdiri dari beberapa *mobile Node* yang dapat saling berkomunikasi tanpa menggunakan infrastruktur seperti *Access Point* maupun *base station*. Setiap *mobile Node* memiliki *wireless network interface* dan saling berkomunikasi dengan memanfaatkan media radio atau infra merah. Contoh *Node* pada jaringan ad-hoc adalah laptop, *computer* dan *Personal Digital Assistant* (PDA) yang dapat berkomunikasi secara langsung antara satu dengan yang lainnya. Jaringan sederhana dari sistem ad-hoc ini dapat dilihat pada gambar 2.4^[2]



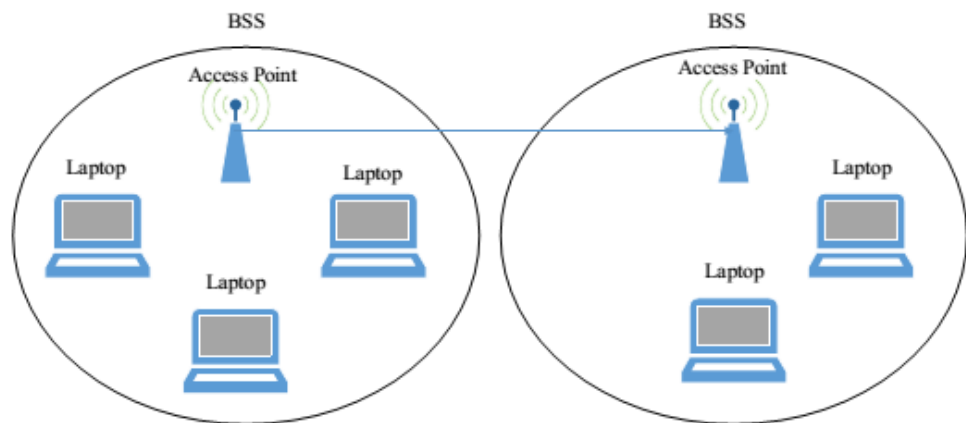
Gambar 2.5 Metode Jaringan Ad-Hoc^[2]

Pada sistem jaringan sesuai gambar 2.5 terdapat 3 *workstation* dimana 1 WS berfungsi sebagai server dan yang lain bertindak sebagai *client*. Sistem ini menghubungkan satu komputer ke komputer lain dengan saling mengenal SSID. Bila digambarkan mungkin lebih mudah membayangkan sistem *direct connection* dari satu komputer ke satu komputer lainnya dengan menggunakan *twist pair cable* tanpa perangkat HUB. Jadi terdapat dua komputer dengan perangkat Wi-Fi dapat langsung berhubungan tanpa alat yang disebut *access point* mode. Pada sistem ad-hoc tidak lagi mengenal sistem central (yang biasanya difungsikan pada *Access Point*). Sistem ad-hocnya memerlukan satu buah komputer yang memiliki nama SSID atau sederhananya nama sebuah *network* pada sebuah card / komputer. Dapat juga menggunakan MAC *address* dengan sistem *Basic Service Set Identifier* (BSSID) (cara ini tidak umum digunakan), untuk mengenal sebuah nama komputer secara langsung. MAC *address* umumnya sudah diberikan tanda atau nomor khusus tersendiri dari masing-masing card atau perangkat *network* termasuk *network wireless*. Sistem ad-hoc menguntungkan untuk pemakaian sementara misalnya hubungan *network* antara dua komputer walaupun disekitarnya terdapat sebuah alat *Access Point* yang sedang bekerja. [2]

SSID adalah nama sebuah *network* card atau USB card atau PCI card atau *Router Wireless*. SSID hanyalah sebuah nama untuk memberikan tanda dimana nama sebuah perangkat berada. BSSID adalah nama lain dari SSID, SSID diberikan oleh pemakai misalnya 'namanetwork' pada komputer yang sedang digunakan dan komputer lainnya dibuatkan nama 'namanetwork'. Sedangkan BSSID menggunakan basis MAC *address*. Bila sebuah koneksi *wireless* ingin saling berhubungan, keduanya harus menggunakan setup adhoc. Bila disekitar ruangan terdapat perangkat *Access Point*, perlu diingatkan untuk mengubah band frekuensi agar tidak saling adu kuat signal yang memancar didalam suatu ruangan. [2]

2. Sistem Infrastruktur

Sistem infrastruktur membutuhkan sebuah perangkat khusus atau dapat difungsikan sebagai *Access Point* melalui *Software* bila menggunakan jenis *wireless network* dengan perangkat PCI card. Mirip seperti *HUB Network* yang menyatukan sebuah *network* tetapi didalam perangkat *Access Point* menandakan sebuah *central network* dengan memberikan signal (melakukan broadcast) radio untuk diterima oleh komputer lain. Untuk menggambarkan koneksi pada infrastruktur dengan *Access Point* minimal sebuah jaringan *wireless network* memiliki satu titik pada sebuah tempat dimana komputer lain yang mencari atau menerima signal dapat masuk ke dalam *network* agar saling berhubungan. Sistem *Access Point* (AP) ini paling banyak digunakan karena setiap komputer yang ingin terhubung kedalam *network* dapat dengan mudah mendengar transmisi dari *Access Point* tersebut. *Access Point* inilah yang memberikan tanda apakah di suatu tempat memiliki jaringan Wi-Fi dan secara terus menerus mentransmisikan namanya (SSID) dan dapat diterima oleh komputer lain untuk dikenal. Bedanya dengan *HUB network cable*, *HUB* menggunakan kabel tetapi tidak memiliki nama (SSID). Sedangkan *Access Point* tidak menggunakan kabel *network* tetapi harus memiliki sebuah nama yaitu nama untuk SSID.^[2]



Gambar 2.6 Mode Jaringan Infrastruktur^[2]

2.1.4 Standar Wi-fi

Dalam jaringan Wi-fi memiliki beberapa standar yang didalamnya terdapat spesifikasi dan beberapa ketentuan. Standar tersebut adalah sebagai berikut :

1. Standar 802.11 pada awalnya disahkan pada tahun 1997 dengan mencakup frequency hopping spread spectrum (FHSS) physical layers dan direct sequence spread spectrum (DSSS) physical layers yang beroperasi pada pita 2.4 GHz dengan kecepatan data sampai 2 Mbps. FHSS mengirim sinyal wideband yang dapat menjangkau keseluruhan 2.4 pita GHz. Hal tersebut memungkinkan untuk menyetel access point FHSS sebanyak 15 pola loncatan berbeda yang tidak saling berinteraksi satu sama lain sehingga memungkinkan 15 *Access Point* beroperasi secara efektif pada area yang sama. Karena versi terbaru dari 802.11 FHSS hanya memiliki kecepatan data maksimum sebesar 2 Mbps, maka tidak banyak perusahaan yang menjual solusi FHSS untuk LAN nirkabel indoor. LAN nirkabel 802.11a, 802.11b, dan 802.11g yang lebih cepat kini telah tersedia. Selain itu, FHSS telah berinteroperasi dengan semua physical layer 802.11 lainnya. Akan tetapi, FHSS menyediakan solusi untuk outdoor, yaitu sistem point to multipoint. Hal tersebut dikarenakan FSS lebih ulet terhadap interferensi RF yang mungkin berada di ruang lingkup outdoor. 802.11 DSSS juga hanya berjalan sampai dengan 2 Mbps, akan tetapi berinteroperasi dengan physical layer 802.11b yang paling baru. Oleh karena itu, pengguna yang memiliki radio NIC 802.11 DSSS pada laptopnya dapat membuat *interface* dengan *access point* 802.11b. Situasi tersebut tidak mungkin terjadi lagi karena radio NIC 802.11 DSSS sudah tidak dijual.^[2]
2. Di akhir tahun 1999, IEEE mengeluarkan 802.11a yang menetapkan operasi pita 5 GHz menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dengan kecepatan data mencapai 54 Mbps.

Namun, produk-produk tersebut tidak tersedia sampai tahun 2000, terutama karena kesulitan pengembangan sirkuit pita 5 GHz. 802.11a beroperasi sampai 54 Mbps pada pita 5 GHz menggunakan OFDM dengan rentang sampai 100 kaki, tergantung pada kecepatan data sesungguhnya. *Access Point* 802.11a dan radio NIC hanya tersedia di akhir tahun 2001. Oleh karena itu, dasar LAN nirkabel 802.11a yang telah dipasang saat ini relatif kecil dibandingkan dengan 802.11b. Dengan demikian, pertimbangan secara cermat masalah-masalah interoperabilitas yang mungkin muncul jika anda memilih menggunakan jaringan 802.11a. Keuntungan utama dari 802.11a adalah ditawarkannya daya tampung paling tinggi dengan 12 Channel non-overlapping terpisah. Penggunaan tersebut merupakan pilihan yang bagus untuk mendukung konsentrasi tinggi pengguna dan aplikasi performa yang lebih tinggi seperti *video* streaming. Selain itu, untuk meningkatkan sistem 802.11b, 802.11a memiliki kapasitas lebih besar daripada 802.11g. Keuntungan lain dari 802.11a adalah pita 5Ghz tidak terlalu sesak sehingga memungkinkan pengguna mencapai tingkatan performa yang lebih tinggi. Sebagian besar perangkat interfering seperti *microwave oven* dan *cordless phone* beroperasi pada pita 2.4 GHz. Kecenderungan interferensi RF yang lebih sedikit mengurangi risiko pada penyebaran LAN nirkabel. Masalah utama pada 802.11a adalah rentangnya yang terbatas. Hal tersebut disebabkan pengoperasian standar pada pita frekuensi 5 GHz yang lebih tinggi. Pada kecepatan 54 Mbps, anda akan memiliki rentang kurang dari 100 kaki pada sebagian besar fasilitas. Kekurangan tersebut membutuhkan sejumlah besar *access point* untuk sepenuhnya melindungi sebuah fasilitas yang sebanding dengan sistem 802.11b. Jika anda membandingkan operasi 802.11a dan 802.11b, maka pengguna 802.11a memiliki kecepatan data yang lebih tinggi pada rentang yang sama dengan pengguna 802.11b sampai pengguna 802.11a kehilangan konektivitas.

Bagaimanapun, pengguna 802.11b dapat melanjutkan pengoperasian pada kecepatan data yang rendah misalnya 1 atau 2 Mbps pada rentang yang lebih panjang daripada 802.11a. Masalahnya adalah 802.11a dan 802.11b/g tidak kompatibel. Sebagai contoh, pengguna yang dilengkapi dengan radio card 802.11b tidak dapat berasosiasi dengan *Access Point* 802.11a; dengan demikian juga sebaliknya. Para vendor mengatasi masalah tersebut dengan mengenakan radio card milimode yang mengimplementasikan baik 802.11a maupun 802.11b. Modulator 802.11a mengonversi sinyal biner menjadi gelombang analog melalui penggunaan tipe modulasi yang berbeda berdasarkan kecepatan data mana yang dipilih. *Modulation* (QAM) untuk merepresentasikan bit-bit data dengan mengubah frekuensi pusat transmisi dengan tingkatan amplitudo berbeda untuk *menggeser interval*. Sebagai contoh, pada pengoperasian 6 Mbps, PMD menggunakan *binary phase shift keying* (BPSK) yang mengubah interval frekuensi pusat transmisi untuk mempresentasikan pola bit data yang berbeda, memakai *quadrature amplitude*.^[2]

3. Bersama dengan 802.11a, IEEE mengesahkan 802.11b, yang merupakan ekstensi kecepatan tinggi, ke standar *direct sequence* awal pada pita 2.4 GHz dengan kecepatan data sampai dengan 11 Mbps. *Access Point* 802.11b dan radio NIC telah tersedia sejak tahun 1999; sehingga, sebagian LAN nirkabel yang dipasang saat ini adalah 802.11b yang selalu menang. Keuntungan yang biasa didapat dari 802.11b adalah kelengkapan long range-nya. 802.11b memungkinkan anda mampu mencapai jarak 300 kaki pada sebagian besar fasilitas *indoor*. Rentang yang tinggi mengizinkan penyebaran LAN nirkabel dengan jumlah *access point* yang sedikit agar dapat melindungi sebuah fasilitas sebanding dengan 802.11a. Kelemahan dari 802.11b adalah anda dibatasi sampai tiga *Channel nonoverlapping* pada pita 2.4 GHz. Standar 802.11 menetapkan 14 Channel (hanya Channel 1 sampai 11 yang tersedia

di Amerika Serikat) untuk mengonfigurasi *access point*. Walaupun demikian, masing-masing channel menempati kira-kira sepertiga dari keseluruhan pita 2.4GHz saat mengirim sebuah sinyal. Sebagian besar perusahaan hanya menggunakan channel 1, 6, dan 11 untuk memastikan *Access Point* tidak berinterferensi satu sama lain. Hal tersebut membatasi kapasitas 802.11b sehingga menjadikannya paling sesuai untuk mendukung aplikasi performa medium, seperti e-mail dan surfin. Kelemahan lain dari 802.11b adalah adanya kemungkinan interferensi RF dari perangkat radio lain. Sebagai contoh, *cordless phone* 2.4GHz mudah berinterferensi dengan LAN nirkabel 802.11b sehingga dapat menurunkan performa terhadap pengguna. *Microwave oven* dan perangkat-perangkat lain yang beroperasi pada pita 2.4 GHz juga dapat menyebabkan interferensi. 802.11b menggunakan DSSS untuk mengedarkan sinyal *frame* data melalui bagian 22 MHz dari pita 2.4 GHz. Hal tersebut menghasilkan pertahanan yang lebih kuat terhadap interferensi RF dibandingkan dengan narrowband signaling. Demikian alasan FCC mempertimbangan pengoperasian sistem spectrum sebaran bebas lisensi. Modulator 802.11 mengonversi sinyal biner sebaran ke dalam gelombang analog melalui penggunaan tipe-tipe modulasi yang berbeda tergantung pada kecepatan data mana yang dipilih. Sebagai contoh, pada pengoperasian 1 Mbps, PMD menggunakan differential binary phase shift keying (DBPSK) yang tidak serumit seperti kedengarannya. Modulator hanya menggeser interval frekuensi transmisi pusat untuk membedakan biner 1 dari biner 0 melalui data stream. Untuk transmisi 2 Mbps, PMD menggunakan differential quadrature phase shift keying (DQPSK) yang serupa dengan DBPSK, kecuali adanya empat kemungkinan pergeseran interval yang merepresentasikan dua bit data. Proses tersebut adalah proses pintar yang memungkinkan data stream untuk dikirim pada transmisi 2 Mbps sembari menggunakan jumlah *bandwidth* yang

sama seperti yang dikirim pada transmisi 1 Mbps. Modulator menggunakan metode serupa pada kecepatan data yang lebih dari 5.5 Mbps dan 11 Mbps.^[2]

4. IEEE mengesahkan standar 802.11g yang kompatibel dengan 802.11b pada tahun 2003 dengan meningkatkan performanya mencapai 54 Mbps pada pita 2.4 GHz dengan menggunakan OFDM. Kelebihan dari 802.11g adalah bahwa standar tersebut merupakan kompatibel terbalik dari 802.11b. Perusahaan dengan keberadaan jaringan 802.11b biasanya dapat melakukan *upgrade Access Point* menjadi 802.11g melalui pembaharuan *firmware* sederhana. Hal tersebut menyediakan jalur perpindahan yang efektif untuk LAN nirkabel. Permasalahan yang muncul adalah kehadiran perangkat klien 802.11b dalam lingkup 802.11g membutuhkan mekanisme proteksi yang membatasi performa keseluruhan LAN nirkabel. Dengan demikian, perangkat 802.11b tidak mengetahui kapan perangkat 802.11g dikirimkan karena perbedaan tipe modulasi. Oleh karena itu, kedua tipe perangkat tersebut harus memberitahukan penggunaan yang akan datang pada medium mereka dengan menggunakan tipe modulasi yang umumnya telah diketahui. Kelemahan 802.11g, seperti kemungkinan interferensi RF dan keterbatasan tiga *Channel non-overlapping*, masih berlaku pada 802.11g dikarenakan pengerjaan di pita 2.4 GHz. Sebagai hasilnya, jaringan 802.11g memiliki pembatas kapasitas sebanding dengan 802.11a.^[2]

2.2 TEORI ANTRIAN

Kata antrian datang, melalui Perancis, dari bahasa Latin cauda, yang berarti ekor. Teori antrian umumnya dianggap sebagai sebuah cabang dari riset operasi karena hasil sering digunakan ketika membuat keputusan yang dibutuhkan untuk menyediakan layanan. Aplikasi yang sering ditemui dalam layanan pelanggan situasi serta transportasi dan telekomunikasi. Teori antrian langsung diterapkan pada sistem

transportasi cerdas, *call center*, PABXs, jaringan, telekomunikasi, server antrian, *mainframe* komputer terminal antrian telekomunikasi, sistem telekomunikasi maju, dan arus lalu lintas.

Notasi untuk menggambarkan karakteristik dari model antrian pertama kali diusulkan oleh David G. Kendall pada tahun 1953. Kendall's notasi diperkenalkan percobaan A / B / C antrian notasi yang dapat ditemukan dalam semua standar modern yang bekerja pada teori antrian. Notasi untuk menggambarkan karakteristik dari model antrian pertama kali diusulkan oleh David G. Kendall pada tahun 1953. Kendall's notasi diperkenalkan percobaan A / B / C antrian notasi yang dapat ditemukan dalam semua standar modern yang bekerja pada teori antrian A / B / C notasi menunjuk suatu sistem antrian yang memiliki waktu interarrival A sebagai distribusi, B sebagai waktu layanan distribusi, dan C sebagai jumlah server. Terdapat empat karakteristik system antrian yaitu :

1. Sumber Input

Menggambarkan bentuk dan ukuran kedatangan konsumen pada fasilitas pelayanan yang kedatangannya mungkin saja tidak merata atau dapat mengikuti pola kedatangan *poisson* atau pola lain. Ukuran kedatangan konsumen yaitu jumlah total unit yang memerlukan pelayanan dari waktu ke waktu disebut juga total langganan potensial.

2. Antrian

Karakteristik suatu antrian ditentukan oleh unit maksimum yang boleh ada didalam sistemnya yang terbatas maupun tidak terbatas. Struktur dasar model antrian adalah dimulai dari sumber *input* → antrian untuk mendapatkan pelayanan → satuan hasil pelayanan yang telah dilayani.

3. Distribusi Pelayanan

Distribusi pelayanan berkaitan dengan cara memilih anggota antrian yang akan dilayani

4. Mekanisme Pelayanan

Mekanisme pelayanan terdiri atas satu atau lebih fasilitas pelayanan yang masing-masing terdiri dari satu atau lebih saluran pelayanan.

Teknik antrian yang beragam dapat digunakan untuk mengontrol paket mana yang akan ditransmisikan dan paket mana yang akan mengantri. Beberapa teknik antrian yang biasa digunakan antara lain^[3]:

1. *First-in-first-out* (FIFO)

FIFO merupakan singkatan dari *First In First Out*. Teknik ini memiliki prinsip antrian “pertama datang pertama dilayani”. Maksudnya adalah paket yang datang terlebih dahulu akan dilayani dan ditransmisikan terlebih dahulu, sedangkan paket yang datang kemudian akan ditransmisikan setelah paket sebelumnya selesai dilayani atau ditransmisikan. Apabila dianalogikan seperti sekumpulan orang yang berbaris untuk mengantri, orang-orang akan masuk sesuai dengan urutan keberangkatan. FIFO merupakan teknik antrian yang paling dasar. Di dalam FIFO, semua paket diperlakukan sama dengan menempatkan paket-paket tersebut ke dalam satu garis antrian kemudian melayani sesuai dengan urutan pada antrian. FIFO juga sering disebut dengan teknik *First Come First Serve* (FCFS).^[3]

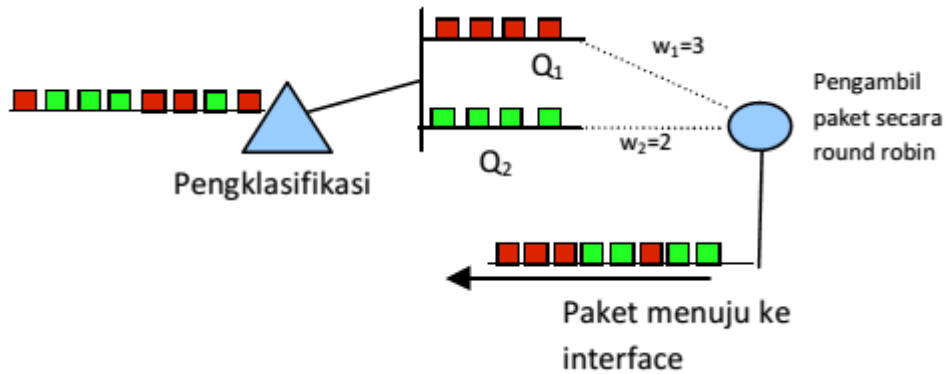
Teknik antrian FIFO mengacu pada FCFS (*First Come First Server*), paket data yang pertama datang diproses terlebih dahulu. Paket data yang keluar terlebih dahulu di masukan ke dalam antrian FIFO, kemudian dikeluarkan sesuai dengan urutan kedatangan. Teknik antrian FIFO sangat cocok untuk jaringan dengan *bandwidth* menengah 64kbps tetapi cukup menghabiskan sumber daya prosesor dan memori.

2. *Priority Queuing* (PQ)

Priority Queuing membuat beberapa antrian pada sebuah *interface* jaringan di mana masing-masing antrian diberikan level prioritas. Sebuah paket antrian yang memiliki prioritas lebih tinggi akan diproses terlebih dahulu daripada paket yang memiliki prioritas lebih rendah. Secara default, masing-masing antrian memiliki kapasitas paket 20, 40, 60, dan 80. Ketika sebuah paket dikirimkan melalui sebuah *interface*, prioritas antrian dari paket tersebut akan di *scan* terlebih dahulu untuk diurutkan berdasarkan level prioritasnya. Antrian dengan prioritas tinggi akan di *scan* terlebih dahulu, kemudian antrian dengan prioritas medium, begitu seterusnya sampai antrian dengan prioritas terendah. Proses ini terjadi berkali-kali sepanjang waktu ketika sebuah paket dikirimkan.^[4]

3. *Weighted-fair Queuing* (WFQ)

WFQ merupakan teknik antrian yang berbasis pada aliran data paket antrian. WFQ mengerjakan dua hal sekaligus, yaitu penjadwalan proses antrian dan pengalokasian *bandwidth*.^[4]



Gambar 2.7 Operasi WFQ^[4]

Gambar 2.7 menunjukkan operasi WFQ yang pada tahap awal melakukan klasifikasi aliran paket berdasarkan port TCP atau UDP. Kemudian paket-paket yang sudah ditandai dimasukkan ke dalam antrian yang berbeda-beda sesuai dengan kategorinya. Penjadwalan dilakukan secara round robin disetiap antrian dengan pengambilan paket ditiap-tiap antrian berbeda-beda tergantung bobot yang diberikan. Jika ada N (Q_1, Q_2, \dots, Q_N) aliran data aktif ditunjukkan dengan jumlah antrian aktif dengan bobot w_1, w_2, \dots, w_N , aliran data i akan menerima alokasi *bandwidth* rata-rata.^[4]

2.3 LAYANAN

2.3.1 FTP

File Transfer Protokol (FTP) adalah suatu protokol yang berfungsi untuk mengirimkan dan menerima file dalam suatu network yang mempunyai dukungan terhadap TCP/IP protokol. Dua hal penting yang ada dalam FTP adalah *FTP server* dan *FTP Client*. *FTP server* menjalankan *software* yang digunakan untuk tukar menukar file, yang selalu siap memberikan layanan FTP apabila mendapat *request* dari *FTP client*. *FTP client* adalah komputer yang melakukan *request* koneksi ke *FTP server* untuk tujuan tukar menukar file (*mengupload* atau *mendownload* file).

Tujuan FTP server adalah sebagai berikut :

1. Untuk membagi (*share*) data.
2. Untuk menyediakan *indirect* atau *implicit remote computer*.
3. Untuk menyediakan tempat penyimpanan bagi *user*.
4. Untuk menyediakan transfer data yang *reliable* dan *efisien*.

FTP sebenarnya cara yang tidak aman untuk mentransfer *file* karena *file* tersebut dikirim tanpa melalui enkripsi terlebih dahulu tetapi melalui *clear text*. Mode *text* yang dipakai untuk transfer data adalah format ASCII atau format *Binary*. Secara default, ftp menggunakan mode ASCII untuk transfer data. Karena pengirimannya tanpa enkripsi, maka *username*, *password*, data yang ditransfer, maupun perintah yang dikirim dapat di *sniffing* oleh orang dengan menggunakan protocol *analyzer* (*Sniffer*). Solusi yang digunakan adalah dengan menggunakan SFTP (SSH FTP) yaitu FTP yang berbasis pada SSH atau menggunakan FTPS (FTP over SSL) sehingga data yang dikirim terlebih dahulu dienkripsi (dikodekan). FTP biasanya menggunakan dua buah port yaitu port 20 dan 21 dan berjalan *exclusively* melalui TCP. FTP *server Listen* pada port 21 untuk *incoming connection* dari FTP *client*. Biasanya port 21 untuk *command* port dan port 20 untuk data port. Pada FTP *server*, terdapat 2 mode koneksi yaitu aktif mode dan pasif mode.^[5]

2.3.2 VideoConference

Video conference adalah seperangkat teknologi telekomunikasi interaktif yang memungkinkan dua pihak atau lebih di lokasi berbeda dapat berinteraksi melalui pengiriman dua arah audio dan *video* secara bersamaan.

Video conference dapat memudahkan orang untuk berkomunikasi jarak jauh dengan menggunakan komputer dan media internet. Hal tersebut memungkinkan pengguna untuk dapat berhubungan dengan orang lain dengan biaya yang lebih rendah. Oleh karena itu *video conference* juga sangat bermanfaat untuk digunakan pada perusahaan-perusahaan karena dapat mengurangi beban dalam biaya rapat atau konferensi.

Dalam rangka untuk mencapai transmisi *video* dan *audio* bagian-bagian dari pertemuan, *video conference software* yang digunakan harus mengambil *input* dari *mikrofon* dan kamera, mengubahnya menjadi sinyal digital yang dikodekan dan kemudian diteruskan di internet di mana mereka diterima dan diterjemahkan kembali ke dalam gambar dan suara di tempat yang berbeda.

Komunikasi *video conference* dilakukan dengan cara mengubah suara, gambar analog menjadi paket data digital, kemudian dari komputer diteruskan melalui *Hub/Router/ADSL Modem* dikirimkan melalui jaringan internet dan akan diterima oleh tempat tujuan melalui media yang sama. Dalam proses pengiriman paket data, digunakan perangkat komunikasi data digital seperti misalnya teknologi internet *broadband*. Teknologi tersebut dapat mengirimkan dan menerima paket data dalam jumlah yang sangat besar.^[6]

2.3.3 VoIP

Voice over Internet Protocol adalah Teknologi yang menjadikan media internet untuk bisa melakukan komunikasi suara jarak jauh secara langsung. Sinyal suara analog, seperti yang anda dengar ketika berkomunikasi di telepon diubah menjadi data digital dan dikirimkan melalui jaringan berupa paket-paket data secara real time.

Dalam komunikasi VoIP, pemakai melakukan hubungan telepon melalui terminal yang berupa PC atau telepon biasa. Dengan bertelepon menggunakan VoIP, banyak keuntungan yang dapat diambil diantaranya adalah dari segi biaya jelas lebih murah dari tarif telepon tradisional, karena jaringan IP bersifat global. Sehingga untuk hubungan Internasional dapat ditekan hingga 70%. Selain itu, biaya maintenance dapat ditekan karena *voice* dan data *network* terpisah, sehingga IP Phone dapat ditambah, dipindah dan diubah. Hal ini karena VoIP dapat dipasang di sembarang ethernet dan IP address, tidak seperti telepon konvensional yang harus mempunyai port tersendiri di Sentral atau PBX (*Private branch exchange*).^[7]

2.4 QUALITY OF SERVICES

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwith*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS adalah *latency*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*, *MOS*, *echo cancellation* dan PDD. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan. Terdapat beberapa factor yang dapat menurunkan nilai QoS, seperti : Redaman, Distorsi, dan *Noise*.^[9]

2.4.1 Delay

Delay dari jaringan menunjukkan berapa lama waktu yang diperlukan untuk satu *bit* data melintasi jaringan dari *source* menuju *destination*. *Delay* diukur dalam satuan detik. *Delay* akan berbeda tergantung lokasi dari device yang terhubung.

Delay terdiri atas beberapa jenis. Pertama *propagation delay* yang disebabkan oleh media transmisi yang digunakan untuk menghubungkan antar device. *Network device* yang digunakan seperti hub, bridge, router dan lain sebagainya juga akan menyebabkan perbedaan *delay*. *Delay* tersebut disebut *switching delay*. Karena banyak LAN menggunakan media yang sama, maka host harus menunggu sampai media yang akan digunakan tersedia. *Delay* yang demikian dikenal dengan *access delay*. Bentuk terakhir dari *delay* terjadi pada WAN. Setiap paket yang akan dikirim menunggu dalam proses *store and forward*. Jika antrian paket sudah penuh, maka paket yang baru harus menunggu hingga CPU meneruskan paket yang tiba terlebih dahulu. *Delay* yang demikian dikenal dengan *queueing delay*.^[8]

2.4.2 Throughput

Throughput adalah ukuran jumlah *traffic* sebenarnya yang dibawa oleh jaringan, biasanya diukur dalam *kilobytes per second*. *Data throughput* menunjukkan jumlah data dalam *byte* yang dikirimkan pada jaringan dengan *interval* tertentu.^[8]

2.4.3 Packet Loss

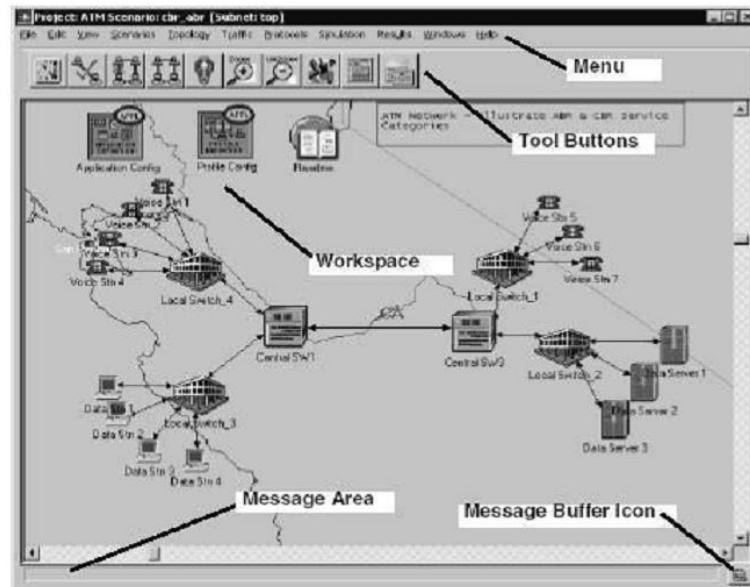
Packet Loss adalah merupakan besar dari paket yang hilang dalam jaringan karena terjadi tabrakan atau *collision*. Dalam suatu jaringan *packet loss* akan selalu mempunyai nilai dengan satuan persen (%). Yang menjadi faktor timbulnya *packet loss* adalah kepadatan *traffic* dan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth*, maka akan memperkecil terjadinya tabrakan data antara *user* yang satu dan yang lainnya. Jika terjadi *packet loss* maka *protocol network* yang ada pada router akan meminta pengirim untuk mengirim ulang paket data yang hilang tersebut. Pada saat proses pengiriman ulang data yang hilang tersebut maka akan menyebabkan meningkatnya nilai *Jitter*. Detektor dari *packet loss* berada didalam *router* yang bernama *Carrier Sense Multiplexing And Collision Detection* (CSMA-CD). Standar ITU untuk *packet loss* adalah tidak boleh melebihi 10% dari jumlah paket data keseluruhan.^[10]

2.5 OPNET IT-GURU ACADEMIC EDITION 9.1

Opnet IT Guru Academic Edition 9.1 adalah *Software network* simulator yang ditujukan untuk mendukung proses pembelajaran. *Software* ini menyediakan *virtual environment* untuk membuat model jaringan, mensimulasikan jaringan dan menganalisis hasil simulasi untuk menentukan performa jaringan.^[8]

2.5.1 Project Editor

Project Editor merupakan area utama yang digunakan untuk membuat simulasi jaringan. Dari editor ini, pengguna dapat membangun model jaringan dengan menggunakan *library* yang tersedia, mengkonfigurasi statistik jaringan, menjalankan simulasi dan melihat hasilnya.^[8]



Gambar 2.8 Jendela *Project Editor*^[8]

Seperti yang terlihat pada gambar 2.8, ada beberapa area pada jendela *Project Editor* yang digunakan untuk membangun dan menjalankan modelnya.^[8]

- *Menu Bar*

Menubar terletak di paling atas dari jendela *Project Editor*. *Menu bar* berisikan kumpulan fungsi-fungsi operasi pada OPNET.^[8]

- *Tool Buttons*

Tool Buttons pada OPNET ditunjukkan oleh gambar 2.9:



Gambar 2.9 Tool Button pada *Project Editor*^[8]

Keterangan Gambar:

1. *Open Object Palette*, digunakan untuk menempatkan elemen seperti *workstation*, *server*, *link*, dll ke dalam *workspace*.^[8]
2. *Check Link Consistency*, digunakan untuk memeriksa apakah semua link pada jaringan telah diatur dengan benar.^[8]

3. *Fail Selected Objects*, digunakan untuk mensimulasikan kegagalan link yang ditentukan sebelumnya. ^[8]
 4. *Recover Selected Objects*, digunakan untuk melakukan *recovery* link yang telah dinonaktifkan oleh *Fail Selected Objects*. ^[8]
 5. *Return to Parent Subnet*, ketika model jaringan yang dirancang semakin padat, pengguna perlu untuk mengelompokkan elemen-elemen tertentu menjadi sebuah *subnet*. Fungsi ini akan mengembalikan tampilan ke parent subnet dari subnet yang sedang ditampilkan. ^[8]
 6. *Zoom*, digunakan untuk memperbesar skala tampilan model jaringan.
 7. *Restore*, digunakan untuk memperkecil skala tampilan model jaringan atau mengembalikan tampilan ke skala sebelumnya. ^[8]
 8. *Configure Discrete Event Simulation*, digunakan untuk menampilkan sebuah dialog box yang dapat digunakan untuk mengkonfigurasi simulasi dari model jaringan yang sedang ditampilkan. Pengguna dapat mengatur panjang simulasi yang diinginkan, *routing protocol* dan lain-lain. ^[8]
 9. *View Simulation Results*, digunakan untuk melihat hasil simulasi setelah menjalankan simulasi. Hasil simulasi dapat berupa grafik atau tabel dari statistik yang telah dipilih. ^[8]
 10. *Hide or show all graphs*, dapat digunakan untuk menampilkan atau menyembunyikan grafik hasil simulasi yang ditampilkan oleh *View Simulation Results*. ^[8]
- *Workspace*
Workspace ialah area dimana model jaringan dibangun. ^[8]
 - *Message Area*
Menampilkan informasi mengenai status dari *tool* dan operasi yang digunakan. ^[8]

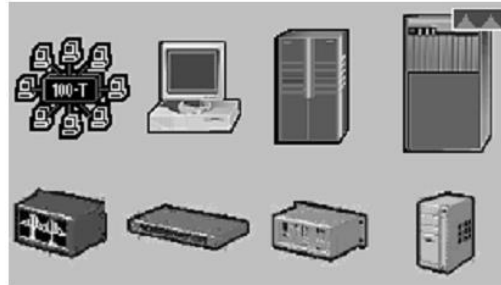
2.5.2 Melakukan Simulasi

Langkah-langkah untuk melakukan simulasi dengan OPNET yaitu:

1. Membangun model jaringan

Model Jaringan dibuat pada *workspace* menggunakan *Node* dan link dari object palette. *Node* merupakan representasi objek jaringan pada dunia nyata

yang dapat mengirimkan dan menerima informasi. Berikut ini adalah beberapa contoh *Node* pada OPNET^[8]:



Gambar 2.10 Beberapa contoh *Node*^[8]

Link adalah media transmisi yang menghubungkan *Node* dalam jaringan. Berikut adalah contoh link pada OPNET^[8]:

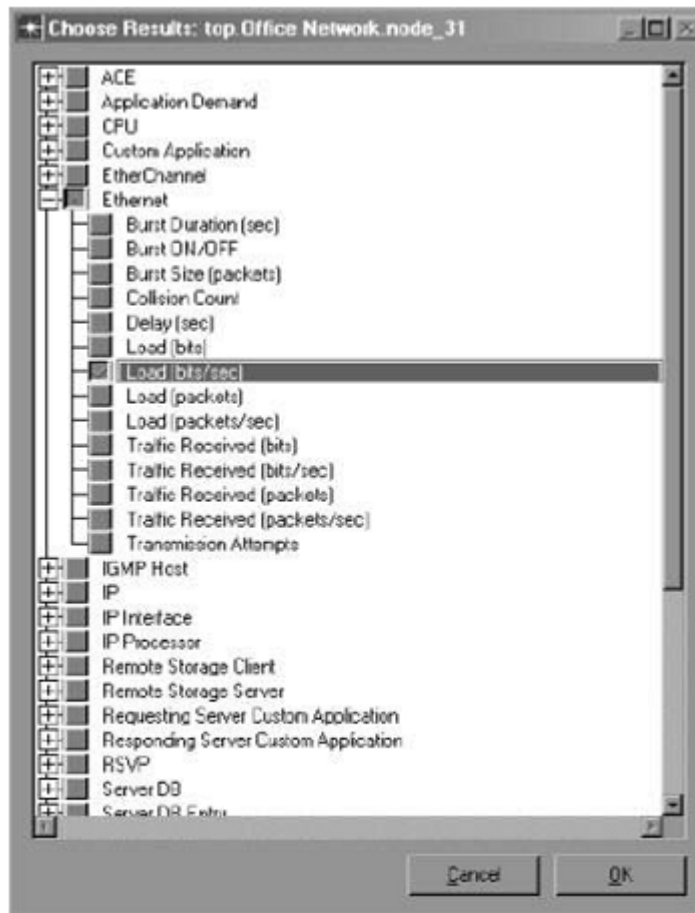


Gambar 2.11 Beberapa contoh link^[8]

2. Memilih statistik

Statistik yang ingin diukur pada simulasi dapat dipilih melalui jendela *Choose Result*. Statistik tiap *Node* ditampilkan dengan klik kanan pada *Node* yang bersangkutan, dan statistik global ditampilkan dengan klik kanan pada

workspace. Gambar 2.12 di bawah ini menampilkan contoh jendela *Choose Result*.^[8]



Gambar 2.12 Jendela *Choose Result*^[8]

3. Menjalankan simulasi^[8]


- Pilih Simulation → *Configure Discrete Event Simulation* atau klik icon

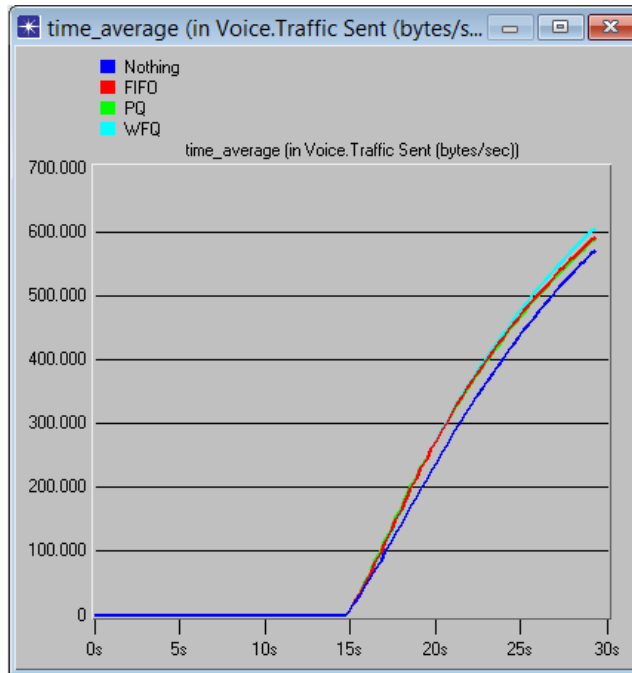


(“*configure/run simulation*”) pada *tool buttons*.

- Tentukan lamanya waktu simulasi aktivitas jaringan pada jendela *Configure Simulation*.
- Klik tombol *Run* untuk memulai simulasi.

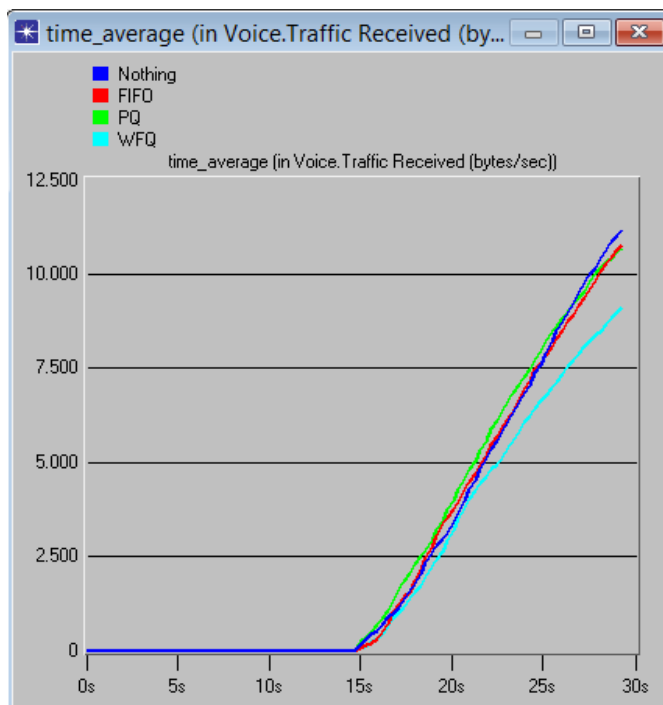
4. Menampilkan hasil dan menganalisis hasil simulasi^[8]

Digunakan untuk menampilkan hasil simulasi, klik icon  (“*view graphs and tables of collected statistics*”) pada *tool buttons*. Contoh grafik hasil simulasi adalah seperti gambar 2.13^[8]:



Gambar 2.13 Hasil Simulasi VoIP Traffic Sent^[8]

OPNET juga memberikan fasilitas untuk membandingkan hasil simulasi dua skenario yang berbeda. Hasil setiap skenario diwakili oleh warna yang berbeda, seperti gambar 2.14^[8]:



Gambar 2.14 Perbandingan Hasil Simulasi VoIP Traffic Recieved^[8]