

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Nirkabel (*Wireless Network*)

Jaringan nirkabel (*wireless Network*) merupakan salah satu media transmisi yang menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi. Pada jaringan *wireless* tidak memerlukan kabel dalam menghubungkan antar komputer, karena pada jaringan *wireless* menggunakan gelombang elektromagnetik yang mengirimkan sinyal informasi antar komputer jaringan. Tidak seperti jaringan kabel jaringan *wireless* memiliki dua mode yang dapat digunakan yaitu jaringan infrastruktur dan *Ad hoc*, konfigurasi jaringan infrastruktur adalah komunikasi antar masing-masing PC melalui sebuah *access point* pada WLAN atau LAN, sedangkan komunikasi *ad hoc* adalah komunikasi secara langsung antara masing-masing komputer menggunakan perangkat *wireless*.

Pada jaringan tanpa kabel memungkinkan setiap pengguna melakukan komunikasi dan mengakses aplikasi dan informasi tanpa kabel, hal ini dapat memberikan kebebasan bergerak dan kemampuan memperluas aplikasi tanpa harus memasang kabel ke komputer atau alat komunikasi lainnya, dengan demikian jaringan tanpa kabel mengizinkan semua pengguna berinteraksi dengan *e-mail* dan internet dimana pun berada (Sasongko, Tanpa Tahun).

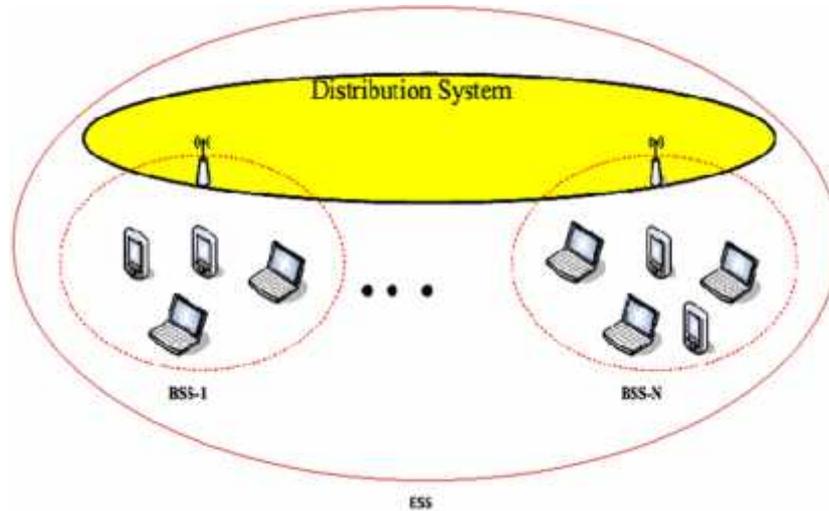
2.2 *Wireless Local Area Network* (WLAN)

Wireless local area network (WLAN) merupakan sistem komunikasi dengan udara sebagai media transmisinya, WLAN menggunakan teknologi frekuensi radio sebagai media penyimpanan data dan memiliki kemudahan bagi pengguna dalam penerapannya dikarenakan mobiltas yang tinggi, kemudahan dan kecepatan instalasi, fleksibel dalam instalasi dan dapat dikonfigurasi dengan beberapa bentuk topologi tergantung kebutuhan pengguna (Sukadarmika dkk, 2010).

Wireless local area network (WLAN) memiliki beberapa komponen dalam arsitektur jaringannya yaitu : (Sukadarmika dkk, 2010)

- a. *Access Point* merupakan perangkat yang berfungsi sebagai penghubung antara LAN dengan WLAN. Perangkat ini dapat berkomunikasi dengan *wireless station* atau *client* yang telah terkoneksi menggunakan antena.

- b. *Wireless station* atau *client* merupakan perangkat yang dapat digunakan sebagai media komunikasi data. Pertukaran data dilakukan baik melalui jaringan *ad hoc* maupun infrastruktur yang menggunakan *access point*.



Gambar 2.1 : Arsitektur Infrastruktur

(Sumber : Sukadarmika dkk 2010)

Pada Gambar 2.1 menjelaskan sebuah arsitektur infrastruktur dalam WLAN yang terdiri dari *Based Service Set* (BSS) dan *Extended Service Set* (ESS), terdapat *access point* yang berfungsi untuk melayani komunikasi pada jaringan *wireless*, dimana *access point* tersebut terhubung dengan distribusi sistem (*backbone*). *Based Service Set* (BSS) merupakan arsitektur dengan konfigurasi sebuah *access point* dengan *client* yang berkomunikasi di dalam *coverage*.

2.3 *Wireless LAN Standards*

Organisasi yang mengatur tentang standar teknologi nirkabel (*wireless*) yaitu *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE). Standar yang digunakan pada MANET adalah IEEE 802.11 dengan frekuensi kerja pada 2.4 GHz, dengan data *rate* maksimum adalah 11 *Mbits/s* (IEEE, 2003). Standar ini digunakan pada komunikasi *point to multipoin*. Salah satu kekurangan *wireless* LAN adalah tidak mempunyai kemampuan untuk pengindraan jauh (*sensing*) ketika sedang mengirim data, sehingga kemungkinan untuk terjadi tabrakan data (*collision*) menjadi sangat besar (Sidharta dan Widjaja, 2013).

Tabel 2.1 : Perkembangan standar IEEE 802.11

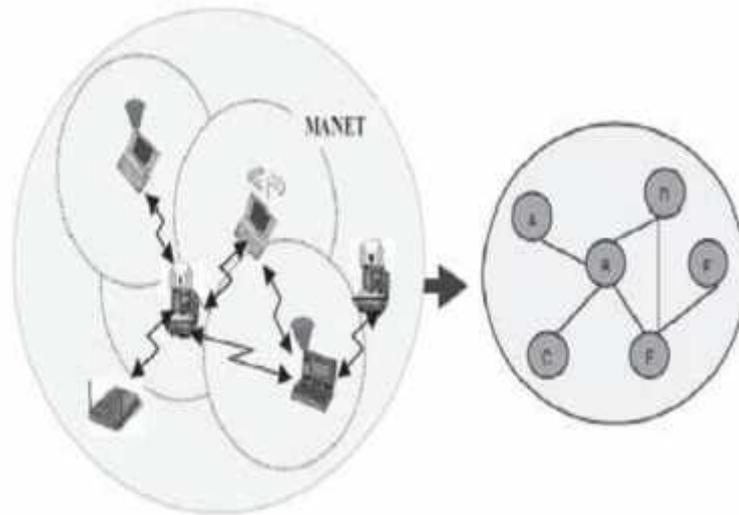
Standar	Fungsi
802.11	Standar dasar WLAN yang mendukung transmisi data 1 Mbps hingga 2 Mbps.
802.11a	Standar <i>High Speed</i> WLAN untuk 5 GHz. <i>Band</i> yang mendukung transfer data hingga 54 Mbps
802.11b	Standar WLAN untuk 2,4 GHz yang mendukung transmisi data hingga 11 Mbps.
802.11e	Perbaikan dari QoS (<i>Quality of Service</i>) pada semua 802.11 <i>interface</i> radio IEEE WLAN.
802.11f	Mendefinisikan komunikasi <i>inter-access point</i> untuk memfasilitasi beberapa vendor yang mendistribusikan WLAN.
802.11g	Menetapkan teknik modulasi tambahan untuk 2,4 GHz <i>band</i> , untuk kecepatan transfer data hingga 54 Mbps.
802.11h	Mendefinisikan pengaturan spektrum 5 GHz <i>band</i> yang digunakan di Eropa dan Asia Pasifik.
802.11i	Menyediakan keamanan yang lebih baik Penentuan alamat untuk mengantisipasi kelemahan keamanan pada protokol <i>autentifikasi</i> dan <i>enkripsi</i> .
802.11j	Penambahan pengalamatan pada kanal 4,9 GHz hingga 5 GHz untuk standar 802.11a di Jepang.

Sumber : Sukadarmika dkk (2010)

2.4 *Mobile Ad-hoc Network (MANET)*

Mobile ad hoc network (MANET) atau dengan kata lain jaringan *ad hoc* bergerak adalah sekumpulan titik perangkat nirkabel yang dinamis yang sifatnya temporer tanpa menggunakan infrastruktur jaringan yang sudah ada, didalam jaringan ini setiap titik tidak hanya sebagai *host* tetapi juga sebagai *router* yang meneruskan paket data ke perangkat lain (Imawan, 2009). Pada jaringan *ad hoc* rute diantara *node* termasuk dalam jaringan *wireless multihop*, Sehingga komunikasi antar *node* memanfaatkan *node* lain sebagai *relay* apabila jangkauan komunikasi langsung berada di luar *node* tujuan komunikasi tersebut. *Ad hoc* merupakan mode jaringan WLAN yang cukup sederhana, karena pada jaringan *ad*

hoc tidak memerlukan *access point* setiap *host* cukup memiliki *transmitter* dan *receiver wireless* untuk berkomunikasi secara langsung.



Gambar 2.2: *Mobile Ad Hoc Network*

(Sumber : Oktavia, 2009).

Pada Gambar 2.2 menerangkan bahwa sebuah jaringan *mobile ad hoc* yang terdiri dari beberapa peralatan *home computing*, seperti *notebook* dan lainnya. Setiap *node* dapat berkomunikasi dengan *node* lain yang terletak pada jarak transmisi. Untuk berkomunikasi dengan *node* yang berada di luar jarak tersebut, *node* membutuhkan *node* perantara untuk menyampaikan pesan dari *hop* ke *hop*.

Karakteristik yang spesifik pada jaringan *mobile ad hoc network* adalah sebagai berikut : (Oktavia, 2009)

1. *Wireless* (Nirkabel)

Node-node berkomunikasi secara *wireless* dan terbagi pada media yang sama misalkan radio, *infrared* dan lain-lainnya.

2. *Ad hoc based*.

Mobile ad hoc network adalah jaringan sementara yang dibangun secara dinamis dengan cara berubah-ubah oleh sekumpulan *node*.

3. Mandiri dan tanpa infrastruktur.

Pada MANET tidak bergantung pada infrastruktur yang tetap atau administrasi yang terpusat. Setiap *node* berjalan dengan cara *peer to peer* terdistribusi, bertindak sebagai *router* dan menghasilkan data sendiri.

4. *Multihop routing*

Setiap *node* bertindak sebagai *routing* dan menyampaikan paket yang lainnya, sehingga memungkinkan penyebaran informasi diantara *mobile host*.

5. Pergerakan (*Mobility*)

Setiap *node* bebas untuk bergerak dalam komunikasi dengan *node* yang lain. Topologi dari *ad hoc network* bersifat dinamis, karena pergerakan *node* yang tergantung pada situasi tertentu sehingga hubungan antar *node*-nya terus berubah secara berkala.

2.4.1 Keunggulan Jaringan *Ad Hoc*

Adapun keunggulan jaringan *ad hoc* dibandingkan dengan jaringan seluler ataupun jaringan infrastruktur adalah sebagai berikut: (Sing, 2010)

1. *Setting access point* yang permanen ataupun *backbone* dari infrastruktur tidak selalu mudah.
2. Tidak memerlukan dukungan *backbone* infrastruktur, sehingga mudah diimplementasikan dan sangat berguna ketika infrastruktur tidak ada ataupun tidak berfungsi lagi.
3. *Mobile node* yang selalu bergerak (*mobility*) dapat mengakses informasi secara *real time* ketika berhubungan dengan *mobile node* lain, sehingga pertukaran data dan pengambilan keputusan dapat segera terlaksana.
4. Jaringan *ad hoc* ini dapat digunakan untuk waktu yang singkat (*short term usage*) ataupun fleksibel terhadap suatu keperluan tertentu karena jaringan ini memang bersifat sementara.
5. Jaringan ini dapat direkonfigurasi dalam beragam topologi baik untuk jumlah *user* kecil hingga banyak sesuai dengan aplikasi dan instalasi (*scalability*).

2.5 Protokol *Routing*

Protokol adalah seperangkat aturan yang mengatur setiap komputer untuk saling bertukar informasi melalui media jaringan, sedangkan *routing* adalah proses memindahkan informasi dari pengirim ke penerima melalui sebuah jaringan (Seputra, Tanpa Tahun). Pada jaringan *ad hoc* setiap *node* akan memiliki kemampuan layaknya *router* yang meneruskan pesan antar *node* disekitarnya, sehingga dibutuhkan protokol *routing* untuk membantu tiap-tiap *node* untuk meneruskan pesan antar *node* (Imawan, 2009).

Protokol *routing* adalah standarisasi yang melakukan kontrol bagaimana sebuah *node* dapat meneruskan paket diantara perangkat komputasi dalam jaringan *mobile ad hoc network* (MANET), protokol *routing* layaknya sebuah *router* yang berkomunikasi dengan perangkat lain untuk menyebarkan informasi dan mengijinkan pemilihan rute diantara dua *node* dalam jaringan, pada jaringan *ad hoc* setiap *node* akan memiliki kemampuan layaknya *router* yang meneruskan pesan antar *node* di sekitarnya untuk itu dibutuhkan protokol *routing* untuk membantu tiap-tiap *node* melakukannya (Imawan, 2009). *Node* bebas bergerak selama masih berada dalam jaringan, selain itu *node* dapat mengirim dan meneruskan paket ke *node* lain, sehingga dibutuhkan aturan protokol *routing* untuk menentukan rute pengiriman paket (Seputra, Tanpa Tahun). Protokol *routing* pada jaringan *ad hoc* berbeda dengan protokol *routing* yang digunakan pada jaringan kabel, karena jaringan *ad hoc* mempunyai sifat yang dinamis sehingga memiliki topologi yang berubah-ubah, hal ini berbeda dengan jaringan kabel yang memiliki topologi cenderung tetap.

Internet Engineering Task Force (IETF) telah menstandarkan dua jenis protokol *routing* pada jaringan *ad hoc*, yaitu protokol *routing* yang bersifat reaktif dan proaktif (Hendrawan dan Supradana, 2010). Protokol *routing* reaktif bersifat *on demand* yaitu membentuk sebuah rute dari satu *node* sumber ke *node* tujuan hanya berdasarkan pada permintaan *node* sumber tersebut (Irawan dan Roestam, 2011). Dengan kata lain proses pencarian *route* hanya dilakukan ketika *node* sumber membutuhkan komunikasi dengan *node* tujuannya, jadi *routing table* yang dimiliki oleh sebuah *node* berisi informasi *route* ke *node* tujuannya saja (Sidharta dan Widjaja, 2013). Protokol reaktif terdiri dari protokol *routing* seperti *Dynamic Source Routing* (DSR), *Ad hoc On-Demand Distance Vector* (AODV), *Temporally Ordered Routing Algorithm* (TORA), *Associativity Based Routing* (ABR), *Signal Stability Routing* (SSR).

Protokol *routing* proaktif bersifat *table driven* yaitu setiap *node* menyimpan tabel yang berisi informasi rute ke setiap *node* yang diketahuinya, informasi rute diperbaharui secara berkala jika terjadi perubahan *link* sehingga penggunaan protokol *routing* proaktif secara mendasar memberikan solusi *end to end delay*, karena informasi *routing* selalu tersedia dan diperbaharui secara berkala dibandingkan protokol *routing* reaktif (Irawan dan Roestam, 2011). Artinya sebuah *node* akan mengetahui semua *route* ke *node* lain yang berada dalam jaringan tersebut, setiap *node* akan melakukan *update routing table* yang dimilikinya secara periodik sehingga perubahan topologi jaringan dapat diketahui setiap *interval* waktu tersebut (Sidharta dan Widjaja, 2013). Proaktif terdiri dari protokol *routing*

seperti *Destination Sequenced Distance Vector (DSDV)*, *Cluster Switch Gateway Routing (CSGR)*, *Wireless Routing Protocol (WRP)*, *Optimized Linkstate (OLSR)*, *Geographic Routing Protocol (GRP)*.

Adapun permasalahan yang sering dihadapi oleh protokol *routing* pada jaringan *ad hoc* yaitu sebagai berikut :

1. Pergerakan

Salah satu faktor penting dari *ad hoc wireless network* adalah pergerakan atau mobilitas *node-nodenya*. Mobilitas *node* tersebut juga yang menyebabkan terjadinya jalur yang putus, paket data yang tabrakan, terlewatinya sebuah *node*, *routing* informasi yang sudah tidak cocok, dan kesulitan dalam penggunaan sumber daya.

2. Batasan *bandwidth*

Dikarenakan *channel* yang digunakan terbagi ke semua *node* yang masih dalam daya jangkauan, *bandwidth* untuk setiap *wireless linknya* tergantung dari jumlah *node* dan *traffic* yang ditangani.

3. Pontensi *Error* dan *channel* yang terbagi.

Bit Error Rate (BER) pada *wireless channel* sangatlah tinggi jika dibandingkan dengan jaringan yang menggunakan kabel. Pertimbangan akan keadaan dari *wireless link*, *rasio signal to noise*, dan jalur yang berpotensi hilang pada *ad hoc wireless network* dapat meningkatkan efisiensi dari sebuah *routing protocol*.

4. Ketergantungan terhadap lokasi.

Sebuah lokasi akan menentukan kebutuhan sebuah *channel* dalam menggunakan sumber daya yang ada. Perebutan penggunaan sumber daya yang tinggi pada suatu *channel* dapat menghasilkan tingkat tabrakan paket yang tinggi dan pembuangan *bandwidth* secara sia-sia. Sebuah protokol *routing* yang bagus diharapkan didalamnya dapat memiliki mekanisme untuk mendistribusikan isi dari *channel* secara merata, sehingga perebutan sumber daya tersebut dapat dihindari.

5. Batasan dari sumber.

Ada juga batasan-batasan dari sumber lain seperti daya komputer (*computing power*), kekuatan baterai dan kapasitas *buffer* yang juga membatasi kemampuan sebuah protokol *routing*.

2.5.1 *Dynamic Source Routing (DSR)*

Dynamic Source Routing (DSR) merupakan *routing protocol* yang termasuk dalam kategori *on demand routing protocol (reactive routing protocol)* karena algoritma *routing* ini menggunakan mekanisme *source routing*, sehingga pada *routing protocol* DSR semua informasi *routing* pada *mobile node* selalu diperbaharui (Sidharta dan Widjaja, 2013). Protokol DSR adalah protokol *routing* sederhana dan efisien yang dirancang khusus digunakan di-*node multihop* jaringan nirkabel *mobile ad hoc*, dimana sumber *routing* adalah teknik *routing* pengirim paket menentukan urutan lengkap dari *node* yang akan digunakan untuk meneruskan paket secara cepat dan mendaftarkan jalur ini dalam *header* paket, mengidentifikasi setiap penyampaian (*forwarding*) "*hop*" dengan alamat dari *node* berikutnya untuk mengirimkan paket ke *node* tujuan (Wahanani, Tanpa Tahun).

Keuntungan penggunaan DSR adalah perantara (*intermediate*) *node* tidak perlu memelihara secara terbaru informasi *routing* pada saat melewati paket, karena setiap paket selalu berisi informasi *routing* di dalam *headernya* (F Ahmad Faza, 2007). Pada protokol DSR memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal *throughput*, *routing overhead* (pada paket) dan rata-rata panjang jalur (*path*), tetapi pada *delay* DSR memiliki kinerja yang buruk pada proses pencarian rute baru. Kekurangan pada DSR yaitu mekanisme pemeliharaan (*maintenance*) tidak dapat memperbaiki *link* yang rusak atau lemah.

Tabel 2.2 : Parameter DSR

Parameter	Nilai
<i>Route Discovery Parameters</i>	-
<i>Route Maintenance Parameters</i>	-
<i>DSR Routes Export</i>	<i>Do not export</i>
<i>Route Replies Using Cached Routes</i>	<i>Enable</i>
<i>Packet Salvaging</i>	<i>Enable</i>
<i>Non Propagating Request</i>	<i>Disable</i>
<i>Broadcast Jitter (second)</i>	(0 , 0.01)

Sumber : Vats dkk (2012)

Tabel 2.3 : *Route Discovery Parameters*

Parameter	Nilai
<i>Request Table Size (nodes)</i>	64
<i>Maximum Request Table Identification</i>	16
<i>Maximum Request Retransmission (seconds)</i>	16
<i>Maximum Request Period (seconds)</i>	10
<i>Initial Request Period (seconds)</i>	0.5
<i>Non Propagation Request Timer</i>	0.03
<i>Gratis Route Reply Timer (seconds)</i>	1

Sumber : Vats dkk (2012)

Tabel 2.4 : *Route Maintenance Parameters*

Parameter	Nilai
<i>Maximum Buffer Size (Packets)</i>	50
<i>Maintenance Hold Off Time (Seconds)</i>	0.25
<i>Maximum Maintenance Retransmission</i>	2
<i>Maintenance Acknowledgement (Seconds)</i>	0.5

Sumber : Vats dkk (2012)

2.5.2 *Geographic Routing Protocol (GRP)*

Geographic Routing Protokol (GRP) adalah protokol yang termasuk dalam *routing* protokol proaktif. Protokol GRP digunakan untuk menandai lokasi *node* yaitu ketika *node* bergerak dan melintasi daerah sekitarnya maka kedudukan pembanjiran data atau pemenuhan data (*flooding*) diperbaharui dan dapat diidentifikasi dengan pergantian “*Hello*” protokol, sehingga jaringan dibagi kedalam kuadran untuk mengurangi rute *flooding* (Aujla, 2013). Pesan *hello* digunakan untuk menemukan informasi tentang kondisi *link* dan *node* tetangganya (Seputra, Tanpa Tahun).

Pada protokol GRP *node* sumber mengirimkan pesan ke lokasi geografis *node* tujuan dan bukan alamat *node* tujuan yaitu seperti *routing* pada umumnya. GRP bekerja menggunakan dua asumsi yaitu asumsi yang pertama setiap *node* dapat menentukan lokasi geografis sendiri dan mengetahui posisi *node-node* lainnya dan asumsi yang ke dua yaitu setiap *node source* menyadari atau mengetahui *node* tujuan. Dengan informasi ini, pesan dapat dirute-kan tanpa perlu mengetahui topologi jaringan *route discovery* sebelumnya.

Protokol GRP cukup menarik dikarenakan GRP dapat beroperasi tanpa adanya *routing table*. Ketika *node* tujuan diketahui semua operasi akan berjalan normal, dimana setiap *node* hanya memelihara *node-node* lainnya secara langsung. Pendekatan *routing* yang dilakukan GRP yaitu *greedy routing* (GR), *face routing* (FR) dan *adaptive face routing* (AFR). Pada algoritma *greedy routing* pesan di *routing* ke *node* yang paling dekat dengan tujuan hingga pesan sampai ke *node* tujuan.

Tabel 2.5 : Parameter GRP

Parameter	Nilai
<i>Hello Interval (Seconds)</i>	<i>Uniform (4.0, 5.4)</i>
<i>Position Update Parameter</i>	
- <i>Distance Moved (Meter)</i>	2000
- <i>Position Request Timer (Seconds)</i>	10
<i>Backtract Option</i>	<i>Enabled</i>
<i>Route Export</i>	<i>Enabled</i>
<i>No Of Initial Floods</i>	2

Sumber : Vats (2012)

2.6 *Quality Of Service Wireless Local Area Network*

Quality of service (QOS) merupakan kemampuan dalam menyediakan tingkat layanan untuk transmisi data pada suatu jaringan (Sukadarmika dkk, 2010). Ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu jaringan, antara lain:

1. *Throughput*

Throughput menunjukkan jumlah *bit* yang diterima dengan sukses perdetik melalui sebuah sistem atau media komunikasi dalam selang waktu tertentu yang pada umumnya dilihat dalam satuan *bits/sec* (Sukadarmika dkk, 2010). *Throughput* juga

berguna untuk mengetahui laju data dalam suatu panggilan, sehingga bisa merekomendasikan persyaratan minimal *bandwidth* yang akan digunakan. Pada penelitian sebelumnya nilai *throughput* AODV selalu lebih besar dari DSR untuk seluruh skenario, perbedaan hanya terjadi pada penambahan 25 *node*, *throughput* AODV lebih kecil dibandingkan DSR. Hal ini karena ada perubahan kapasitas jaringan, sehingga proses pencarian jalur pengiriman paket mengalami proses yang lama dan panjang pada AODV, pada penambahan 50 *node* nilai *throughput* AODV kembali lebih besar dibandingkan DSR (Sidharta dan Widjaja, 2013). Karena semakin banyak jumlah *node* yang digunakan akan sangat mempengaruhi nilai *throughput* pada masing – masing protokol.

2. *Delay*

Delay menunjukkan waktu tunda yang terjadi pada suatu data ketika ditransmisikan dari *transmitter* menuju *receiver* (Sukadarmika dkk, 2010). Paket *delay* dapat menyebabkan kualitas suara menjadi turun, jika *delay* tidak diminimalkan maka sinyal suara yang diterima akan menyebabkan kualitas yang buruk akibat dari akumulasi seluruh *delay* yang terjadi di dalam jaringan. Semakin banyak jumlah *node* yang akan diuji dan semakin besar luas area pengujian maka semakin lama pula durasi *delay* yang terjadi, hal tersebut hanya terjadi ketika simulasi dilakukan pada area yang luasnya lebih dari 40.000 m^2 dan jumlah *node* yang diuji lebih dari 50 *node*, dimana ketika simulasi dilakukan pada area dengan luas 60.000 m^2 , 80.000 m^2 , 100.000 m^2 , durasi *delay* yang terjadi cenderung bertambah seiring dengan bertambahnya luas area dan jumlah *node* yang diuji, sedangkan ketika simulasi dilakukan pada area dengan luas yang lebih kecil yaitu pada area seluas 20.000 m^2 , dan 40.000 m^2 besaran *delay* cenderung stabil (Gotandra dkk, 2013)

3. *Load*

Load menunjukkan suatu beban pada sebuah *link* terhadap tujuan berdasarkan satuan *bit/second*, dimana semua *layer* yang lebih tinggi mengirimkan ke *layer* LAN nirkabel disemua *node* jaringan WLAN.

4. *Media Access Delay*

Media access delay menunjukkan nilai total *delay* akibat antrian dan *contention* paket data yang diterima oleh MAC WLAN dari *layer* yang lebih tinggi. *Delay* dari

media akses dihitung untuk tiap paket ketika paket dikirimkan ke *physical layer* pada waktu tertentu (Sukadarmika dkk, 2010).

5. *Data dropped*

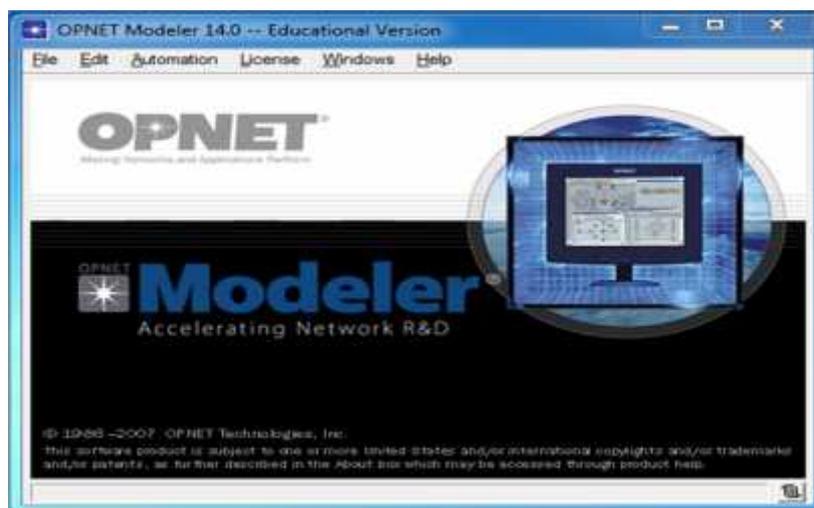
Data dropped menunjukkan besar data yang hilang selama proses transmisi berlangsung. Besarnya data yang hilang dapat berupa satuan *bits/second* (Sukadarmika dkk, 2010).

6. *Network Load*

Network load adalah total trafik data yang diterima oleh semua *node* dalam satuan *bit/second* (Dhawan dkk, 2013).

2.7 *Optimized Network Engineering Tool (OPNET)*

Ada beberapa *Network Simulator Software* yang beredar saat ini, diantaranya NS-2 yang bekerja berdasarkan urutan kejadian satu persatu (*discrete event*) kelemahan cara kerja ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi sangat lama, sehingga tentu saja tidak efisien, dan simulator lainnya seperti *Packet Tracer* dari *Cisco* juga dapat digunakan untuk melakukan simulasi jaringan, namun fitur-fitur dalam *software* ini sangat terbatas, hanya mampu mensimulasikan beberapa jenis *routing* protokol, dan trafik data di dalam jaringan (Putra, 2010). Dengan demikian OPNET menjadi pilihan karena OPNET modeler merupakan sebuah *software* simulator berlisensi yang sangat baik untuk menganalisis performa jaringan komputer dan juga memungkinkan berbagai unsur teknologi jaringan.



Gambar 2.3 : Tampilan awal OPNET MODELER 14.0

(Sumber : Opnet Modeler)

Optimized Network Engineering Tool (OPNET) merupakan alat (*tools*) simulasi jaringan yang menyediakan lingkungan *virtual network* dengan model yang meliputi seluruh jaringan, termasuk *router*, *switch*, protokol, *server*, dan aplikasi individu (Cahyadi, 2013). OPNET Modeler simulator yang dikembangkan oleh *OPNET Technologies Incorporation*, dimana simulator tersebut memiliki kemampuan yang mempermudah pengguna dalam membangun arsitektur jaringan melalui skenario serta kemudahan dalam membaca hasil simulasi (Sukadarmika dkk, 2010). Dengan membuat beberapa model simulasi, dan prediksi kebutuhan jaringan seperti *bandwidth*, kebutuhan *Quality of Service* (QoS), jenis perangkat yang tepat, dan lain-lain dapat digambarkan pada OPNET, sehingga hasil ini dapat dipergunakan untuk suatu jaringan berbasis IP.