

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi akhir-akhir ini berkembang cukup pesat, terutama dalam bidang teknologi jaringan nirkabel (*wireless*). Tuntutan akan jaringan nirkabel (*wireless*) menjadi lebih banyak dibandingkan dengan jaringan berkabel. Hal ini disebabkan karena akses informasi dan komunikasi yang terjadi dari waktu ke waktu, kapanpun dan dimanapun pengguna berada. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut muncul suatu teknologi pengembangan jaringan nirkabel yaitu tipe jaringan Ad-Hoc. Jaringan ad hoc adalah jaringan *wireless multihop* yang terdiri dari kumpulan mobile node yang bersifat dinamik dan spontan. Jaringan ad hoc dapat berdiri dan bekerja tanpa harus menggunakan kabel dan infrastruktur, infrastruktur yang dimaksud yaitu base station berupa access point atau sarana pendukung transmisi data. Pengembangan dari teknologi jaringan ad hoc yaitu *Mobile Ad Hoc Network* (MANET).

Mobile Ad-Hoc Network (MANET) merupakan tipe jaringan khusus yang menghubungkan beberapa node mobile, seperti Laptop, Notebook, Netbook, Ipad, *Smartphone* dan sebagainya tanpa didukung oleh *Backbone* Infrastruktur seperti router tetap. MANET bersifat sementara, mudah diaplikasikan dimana saja dan memiliki topologi yang tidak tetap / acak karena node yang mobile selalu berpindah ke berbagai arah. Terdapat berbagai jenis protokol routing dalam MANET yang dapat digolongkan menjadi tiga yaitu:

- 1) *Proactive Routing*, contohnya:
 - *Geographic Routing Protocol* (GRP)
 - *Optimized Link State Routing Protocol* (OLSR)
- 2) *Reactive Routing*, contohnya:
 - *Dynamic Source Routing* (DSR)
 - *Ad Hoc On-Demand Distance Vector* (AODV)

- *Temporary Order Routing Algorithm* (TORA)
- 3) *Hybrid Routing*, contohnya:
- *Zone Routing Protocol* (ZRP)

Penelitian yang lain mengenai perbandingan QoS (*Quality of Service*) *Routing Protocol* OLSR dan GRP menggunakan OPNET Modeler 14.5 Pada *Mobile Ad Hoc Network* yang dilakukan oleh mahasiswa Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah antara lain: Siti Ummi Masruroh, Akmalul Mu'minin, dan Andrew Fiade. Dimana dalam penelitian itu membandingkan *Quality of Service* dari Protokol OLSR dan GRP yang kali ini membuktikan bahwa protokol OLSR lebih baik dibandingkan protokol GRP. Adapun kekurangan dari penelitian ini, yaitu: routing protokol yang dibandingkan hanya routing protokol OLSR dan GRP dan disarankan untuk melakukan perbandingan routing protokol OLSR dengan routing protokol lain. Hal ini menjadi alasan bagi penulis untuk mengangkat sebuah judul Tugas Akhir : *simulasi kinerja routing protokol Optimized Link State Routing (OLSR) dan routing protokol Temporary Ordered Algorithm (TORA) pada Mobile Ad Hoc Network (MANET) menggunakan OPNET.*

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah dapat mensimulasikan dan membandingkan kinerja routing protokol OLSR dan routing protokol TORA pada MANET dengan menggunakan *network* simulator OPNET.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah diatas, maka penulis dapat merumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mensimulasikan routing protokol OLSR dan TORA berdasarkan pada MANET menggunakan OPNET
2. Bagaimana perbandingan kinerja protokol OLSR dengan protokol TORA

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensimulasikan routing protokol OLSR dan TORA pada MANET menggunakan *network* simulator OPNET
2. Melakukan perbandingan kinerja pada routing protokol OLSR dan TORA dengan menggunakan nilai ukur yang telah ditentukan berdasarkan parameter *throughput*, media akses *delay* dan *Data Dropped* dalam penelitian ini.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja routing protokol OLSR dan TORA pada MANET dengan menggunakan *network* simulator OPNET.
2. Memberikan kontribusi kedepan mengenai penggunaan *routing* protokol yang tepat guna dalam menciptakan komunikasi aliran data yang lebih optimal pada jaringan MANET.

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang jauh dari permasalahan, maka Tugas Akhir ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut:

- Jenis protokol yang digunakan adalah OLSR dan TORA
- Area yang digunakan dalam simulasi sebesar 1 km x 1 km
- Setiap protokol menggunakan variasi jumlah node sebanyak 20 Node
- Alamat IP dari node dimulai dari 192.168.1.2 sampai 192.168.1.20
- Pemilihan IP pengirim dan penerima dipilih secara acak, akan tetapi masih dalam range IP Address dari seluruh node yaitu 192.168.1.2 sampai dengan 192.168.1.20
- Parameter kinerja yang digunakan adalah *Throughput*, *Delay* dan *Data Dropped*
- Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat simulasi dalam Tugas Akhir ini adalah *Optimized Network Engineering Tool* (OPNET)
- Tidak membahas secara mendetail perangkat-perangkat keras/hardware yang digunakan dalam simulasi dan pembuatan jaringan telekomunikasi di dunia nyata.

- Model jaringan yang digunakannya adalah jaringan yang dibuat secara simulasi, tidak secara nyata.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi ini di bagi menjadi tiga (3) bagian, yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

1. Bagian Awal

Bagian awal tugas akhir meliputi judul, abstrak, lembar pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar istilah dan daftar lampiran.

2. Bagian Isi

Dalam bagian isi penulis menyajikan pembahasan yang terbagi dalam tiga (3) bab dengan beberapa sub bab pada tiap babnya yaitu sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini bertujuan mengantarkan pembaca memahami gambaran mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, metode pengembangan sistem dan sistematika penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori yang mendukung dan menjadi dasar dalam pemecahan masalah penelitian.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metodologi penelitian yang di gunakan penulis terkait penelitian yang dilakukan.

BAB IV: PEMBAHASAN

Bab ini akan diuraikan hasil pegujian kinerja protokol OLSR dan protokol TORA dari perancangan jaringan MANET dengan menggunakan simulator OPNET.

BAB V: PENUTUP

Pada bab ini hanya menyangkut tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan peneliti.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir skripsi berisikan daftar pustaka dan lampiran-lampiran

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Jaringan Komputer

Komunikasi diantara manusia dan berbagai perangkat telah menjadi suatu keharusan di dunia masa kini. Untuk memungkinkan terselenggaranya komunikasi, dibangunlah sebuah jaringan komputer.

2.1.1. Sejarah Singkat Jaringan Komputer

Jaringan komputer bermula dari lahirnya konsep jaringan komputer pada tahun 1940-an di Amerika yang digagas oleh sebuah proyek pengembangan komputer MODEL I di laboratorium Bell dan group riset Universitas Harvard yang dipimpin profesor Howard Aiken. Pada mulanya proyek tersebut hanyalah ingin memanfaatkan sebuah perangkat komputer yang harus dipakai bersama. Untuk mengerjakan beberapa proses tanpa banyak membuang waktu kosong dibuatlah proses beruntun (*Batch Processing*), sehingga beberapa program bisa dijalankan dalam sebuah komputer dengan kaidah antrian.

Kemudian tahun 1950 ketika jenis komputer mulai berkembang, sampai terciptanya super komputer, maka sebuah komputer harus melayani beberapa tempat yang tersedia (terminal), untuk itu ditemukan konsep distribusi proses berdasarkan waktu yang dikenal dengan nama TSS (*Time Sharing System*). Maka untuk pertama kalinya bentuk jaringan (network) komputer diaplikasikan. Pada sistem TSS beberapa terminal terhubung secara seri ke sebuah komputer atau perangkat lainnya yang terhubung dalam suatu jaringan (host atau server) komputer. Dalam proses TSS mulai terlihat perpaduan teknologi komputer dan teknologi telekomunikasi yang pada awalnya berkembang sendiri-sendiri. Departemen Pertahanan Amerika memutuskan untuk mengadakan riset yang bertujuan untuk menghubungkan sejumlah komputer sehingga membentuk jaringan organik pada tahun 1969. Program riset ini dikenal dengan nama ARPANET. Pada tahun 1970, sudah lebih dari 10 komputer yang berhasil dihubungkan satu sama lain sehingga mereka bisa saling berkomunikasi dan

membentuk sebuah jaringan. Dan pada tahun 1970 itu juga setelah beban pekerjaan bertambah banyak dan harga perangkat komputer besar mulai terasa sangat mahal, maka mulailah digunakan konsep proses distribusi (*Distributed Processing*). Dalam proses ini beberapa host komputer mengerjakan sebuah pekerjaan besar secara paralel untuk melayani beberapa terminal yang tersambung secara seri disetiap host komputer. Dalam proses distribusi sudah mutlak diperlukan perpaduan yang mendalam antara teknologi komputer dan telekomunikasi, karena selain proses yang harus didistribusikan, semua host komputer wajib melayani terminal-terminalnya dalam satu perintah dari komputer pusat.

Tahun 1973, jaringan komputer ARPANET mulai dikembangkan meluas ke luar Amerika Serikat. Komputer University College di London merupakan komputer pertama yang ada di luar Amerika yang menjadi anggota jaringan Arpanet. Pada tahun yang sama yaitu tahun 1973, dua orang ahli komputer yakni Vinton Cerf dan Bob Kahn mempresentasikan sebuah gagasan yang lebih besar, yang menjadi cikal bakal pemikiran *International Network* (Internet). Ide ini dipresentasikan untuk pertama kalinya di Universitas Sussex. Hari bersejarah berikutnya adalah tanggal 26 Maret 1976, ketika Ratu Inggris berhasil mengirimkan surat elektronik dari Royal Signals and Radar Establishment di Malvern. Setahun kemudian, sudah lebih dari 100 komputer yang bergabung di ARPANET membentuk sebuah jaringan atau network. Tom Truscott, Jim Ellis dan Steve Bellovin, menciptakan newsgroups pertama yang diberi nama USENET (User Network) pada tahun 1979. Seiring dengan bertambahnya komputer yang membentuk jaringan, dibutuhkan sebuah protokol resmi yang dapat diakui dan diterima oleh semua jaringan. Untuk itu, pada tahun 1982 dibentuk sebuah Transmission Control Protocol (TCP) atau lebih dikenal dengan sebutan Internet Protocol (IP) yang kita kenal hingga saat ini. Sementara itu, di Eropa muncul sebuah jaringan serupa yang dikenal dengan *Europe Network* (EUNET) yang meliputi wilayah Belanda, Inggris, Denmark, dan Swedia. Jaringan EUNET ini menyediakan jasa surat elektronik dan newsgroup USENET.

Untuk menyeragamkan alamat di jaringan komputer yang ada, maka pada tahun 1984 diperkenalkan Sistem Penamaan Domain atau domain name system, yang kini kita kenal dengan DNS. Komputer yang tersambung dengan jaringan yang ada sudah melebihi 1000 komputer lebih. Pada 1987, jumlah komputer yang tersambung ke jaringan melonjak 10 kali lipat menjadi 10000 lebih.

Jaringan komputer terus berkembang pada tahun 1988, Jarkko Oikarinen seorang berkebangsaan Finlandia menemukan sekaligus memperkenalkan *Internet Relay Chat* atau lebih dikenal dengan IRC yang memungkinkan dua orang atau lebih pengguna komputer dapat berinteraksi secara langsung dengan pengiriman pesan (Chatting). Akibatnya, setahun kemudian jumlah komputer yang saling berhubungan melonjak 10 kali lipat tak kurang dari 100000 komputer membentuk sebuah jaringan.

2.1.2. Definisi Jaringan Komputer

Jaringan komputer menurut para ahli :

Tanenbaum (2000:2)

Jaringan Komputer merupakan kumpulan dari perangkat keras dan lunak di dalam suatu sistem yang memiliki aturan tertentu untuk mengatur seluruh anggotanya dalam melakukan aktivitas komunikasi.

Todd Lamle (2012:2)

Jaringan komputer adalah dua atau lebih komputer yang terhubung dan dapat membagi data, aplikasi, peralatan komputer, dan koneksi internet atau beberapa kombinasi itu.

Menurut Abdul Kadir (2003:29) data adalah deskripsi tentang benda, kejadian, aktivitas, dan transaksi, yang tidak mempunyai makna atau tidak berpengaruh secara langsung kepada pemakai.

Secara umum Jaringan komputer adalah sekelompok komputer otonom yang dihubungkan satu dengan lainnya dengan menggunakan protokol komunikasi melalui media transmisi atau media komunikasi sehingga dapat saling berbagi data, informasi, program-program, penggunaan bersama perangkat keras seperti printer, HardDisk, dan lain-lain.

Prinsip dasar sebuah jaringan komputer adalah proses pengiriman data atau informasi dari pengirim ke penerima melalui suatu media komunikasi tertentu.

2.1.3. Tujuan Jaringan Komputer

Tujuan dibangunnya jaringan komputer adalah membawa data-informasi dari sisi pengirim menuju penerima secara cepat dan tepat tanpa adanya kesalahan melalui media transmisi atau media komunikasi tertentu.

2.1.4. Manfaat Jaringan Komputer

Adapun manfaat dari jaringan komputer yaitu:

1. Berbagai pakai peralatan dan sumber daya contohnya; berbagai pemakaian *printer, CPU, Memori, Harddisk* dan lain-lain.
2. Integrasi data adalah menggabungkan data dari berbagai sumber database yang berbeda kedalam sebuah penyimpanan seperti gudang data (*data warehouse*).
3. Komunikasi contohnya; email, instant messaging dan lain-lain.
4. Proses distribusi merupakan proses penyaluran data informasi dari satu interface ke interface lainnya
5. Keteraturan Aliran Informasi
6. Keamanan data contohnya; datawarehouse
7. Konektivitas berbagai jenis dan merek komputer

2.1.5. Jenis-Jenis Jaringan Komputer

Adapun jenis-jenis jaringan komputer yang ditentukan berdasarkan tiga faktor yaitu: *Ruang Lingkup Geografis, Layanan (Service)* dan *Kebutuhan*.

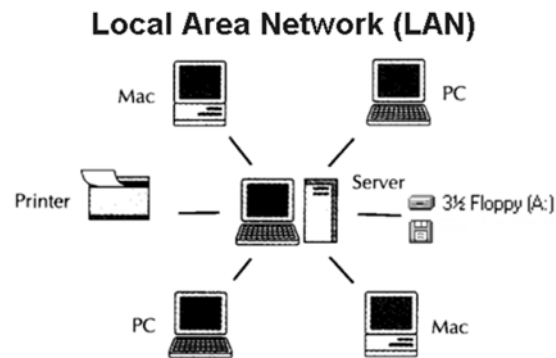
2.1.5.1. Berdasarkan Ruang Lingkup Geografis

Jenis jaringan komputer berdasarkan ruang lingkup geografis terdapat tiga jenis jaringan komputer, antara lain:

1. *Local Area Network (LAN)*

Local Area Network (LAN) merupakan jaringan komputer yang jaringannya hanya mencakup wilayah kecil; seperti jaringan komputer

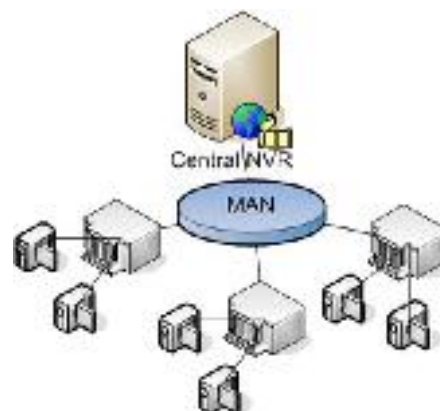
kampus, gedung, kantor, dalam rumah, sekolah atau yang lebih kecil. Tempat-tempat yang menyediakan koneksi LAN dengan teknologi Wi-fi biasa disebut hotspot.



Gambar 2.1 Local Area Network (LAN)

2. Metropolitan Area Network (MAN)

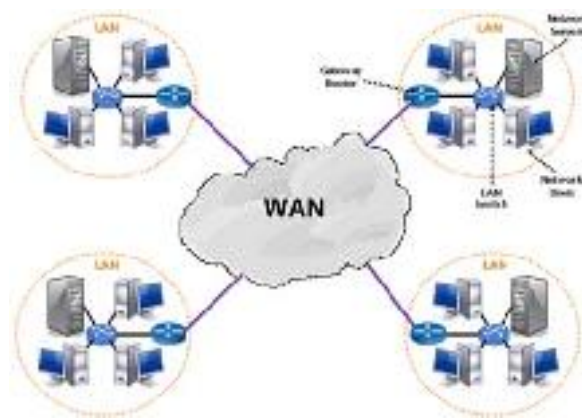
Metropolitan Area Network (MAN) suatu jaringan dalam suatu kota dengan transfer data berkecepatan tinggi, yang menghubungkan berbagai lokasi seperti kampus, perkantoran, pemerintahan dan sebagainya. Jaringan MAN adalah gabungan dari beberapa LAN. Jangkauan dari MAN ini antara 10 hingga 50km, MAN ini merupakan jaringan yang tepat untuk membangun jaringan antar kantor-kantor dalam satu kota antara pabrik/instansi dan kantor pusat yang berada dalam jangkauannya.



Gambar 2.2 Metropolitan Area Network (MAN)

3. *Wide Area Network (WAN)*

Wide Area Network (WAN) merupakan jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan router dan saluran komunikasi publik.



Gambar 2.3 Wide Area Network (WAN)

2.1.5.2. Berdasarkan Service

Berdasarkan service jaringan terbagi tiga yaitu:

a. *Intranet*

Pengertian dari intranet dapat ditafsirkan sebagai bentuk privat dari internet yang penggunaannya terbatas pada suatu organisasi / perusahaan. Dengan kata lain, pengertian intranet adalah sebuah jaringan privat dengan sistem dan hierarki yang sama dengan internet namun tidak terhubung dengan jaringan internet dan hanya digunakan secara internal.

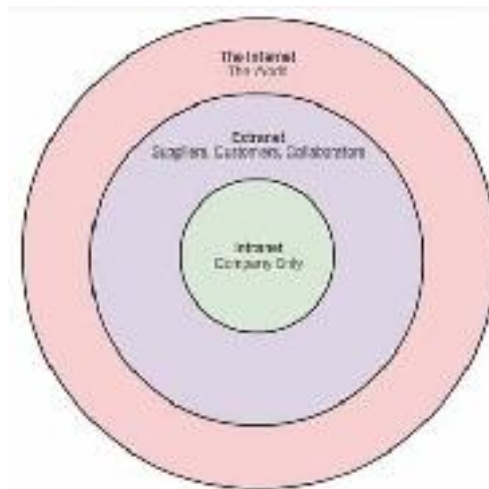
b. *Extranet*

Extranet adalah jaringan pribadi yang menggunakan protokol internet dan sistem telekomunikasi publik untuk membagi sebagian informasi bisnis atau operasi secara aman kepada penyalur (supplier), penjual

(*vendor*), mitra (*partner*), pelanggan dan lain-lain. Extranet dapat juga diartikan sebagai intranet sebuah perusahaan yang dilebarkan bagi pengguna di luar perusahaan.

c. *Internet*

Internet singkatan dari *Interconnected Networking* yang berarti jaringan komputer yang saling terhubung, lebih jelasnya, pengertian internet adalah gabungan jaringan komputer diseluruh dunia yang membentuk suatu sistem jaringan informasi global. Dengan kata lain internet adalah jaringan komputer atau network yang membentuk jaringan interkoneksi yang terhubung melalui protocol TCP/IP yang jangkauannya sangat luas (internasional).



Gambar 2.4 Intranet, Extranet dan Internet

2.1.5.3. Berdasarkan Kebutuhan

Berdasarkan kebutuhan jaringan terbagi atas dua yaitu :

a. *Jaringan Berkabel (Wired Network)*

Jaringan komputer berkabel (*wired network*) adalah dimana informasi berpindah dari satu perangkat jaringan ke satu perangkat

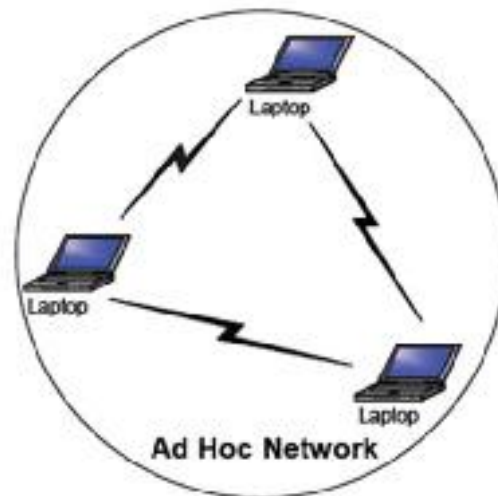
jaringan yang lain melalui media kabel. Salah satu contoh jaringan berkabel adalah *Ethernet*.

b. *Jaringan Nirkabel (Wireless Network)*

Jaringan lokal nirkabel atau WLAN adalah suatu jaringan area lokal nirkabel yang menggunakan gelombang radio sebagai media transmisinya: link terakhir yang digunakan adalah nirkabel, untuk memberi sebuah koneksi jaringan ke seluruh pengguna dalam area sekitar. Area dapat berjarak dari ruangan tunggal ke seluruh kampus. Salah satu jaringan nirkabel adalah *Jaringan Ad Hoc*.

2.2. Jaringan Ad-Hoc

Jaringan Ad Hoc atau *Ad Hoc Network* adalah jaringan wireless yang terdiri dari kumpulan mobile node (mobile station) yang bersifat dinamik dan spontan, dapat diaplikasikan dimanapun tanpa menggunakan jaringan infrastruktur yang telah ada.



Gambar 2.5 Ilustrasi Jaringan Ad-Hoc

2.2.1 Kelebihan Jaringan Ad Hoc

Kelebihan Jaringan Ad Hoc yaitu:

1. Tidak memerlukan dukungan *backbone* infrastruktur sehingga mudah diimplementasikan dan sangat berguna ketika infrastruktur tidak ada ataupun tidak berfungsi lagi.
2. 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 dilaksanakan.
3. Fleksibel terhadap suatu keperluan tertentu karena jaringan ini memang bersifat sementara.
4. Dapat direkonfigurasi dalam beragam topologi baik untuk jumlah user kecil hingga banyak sesuai dengan aplikasi dan instalasi (*scalability*).

2.2.2 Kekurangan Jaringan Ad Hoc

Adapun Kekurangan Jaringan Ad Hoc yaitu:

1. *Packet loss* akan terjadi bila transmisi mengalami kesalahan (*error*).
2. Seringkali terjadi *disconnection*, karena tidak selalu berada dalam area cakupan.
3. *Bandwidth* komunikasi yang terbatas
4. *Lifetime* baterai yang singkat.
5. Kapasitas kemampuan jangkauan *mobile node* yang terbatas dan bervariasi.

2.2.3 Jenis-Jenis Jaringan Ad Hoc

Jenis jaringan Ad Hoc dalam jaringan terbagi atas tujuh jenis jaringan ad hoc yaitu sebagai berikut:

1. WANET (*Wireless Ad Hoc Network*)

WANET Merupakan Suatu Jaringan Ad-Hoc yang terdapat dalam jaringan Wireless pada perangkat komputer atau laptop. Contoh penerapan WANET adalah Jaringan Ad-Hoc yang peer to peer dari laptop ke laptop.

2. VANET (*Vehicular Ad Hoc Network*)

VANET Merupakan suatu jaringan Ad-Hoc yang menyebarkan Ad-Hoc dari satu kendaraan ke kendaraan lain. Vanet berguna untuk komunikasi antar kendaraan maupun antara kendaraan yang berada di pinggir jalan.

3. SPANs (*Smart Phone Ad Hoc Network*)

Jenis teknologi ad-hoc yang diciptakan untuk pelaporan sistem tak terlihat dengan menghubungkan mikro elektronika, pemrosesan terdistribusi sinyal.

4. iMANETs (*Internet Based Mobile Ad Hoc Network*)

Jaringan Ad Hoc yang menghubungkan dua node bergerak dan tetap node internet gateway.

5. Military / Tactical MANETs

Digunakan oleh unit militer dengan penekanan pada keamanan, jangkauan dan integrasi jaringan dengan sistem yang sudah ada sebelumnya untuk dimanfaatkan dalam bidang militer.

6. SPAN (*Self Powered Ad Hoc Network*)

SPANs merupakan jaringan ad-hoc yang memanfaatkan hardware pada smartphone (Wifi & Bluetooth).

7. MANET (*Mobile Ad Hoc Network*)

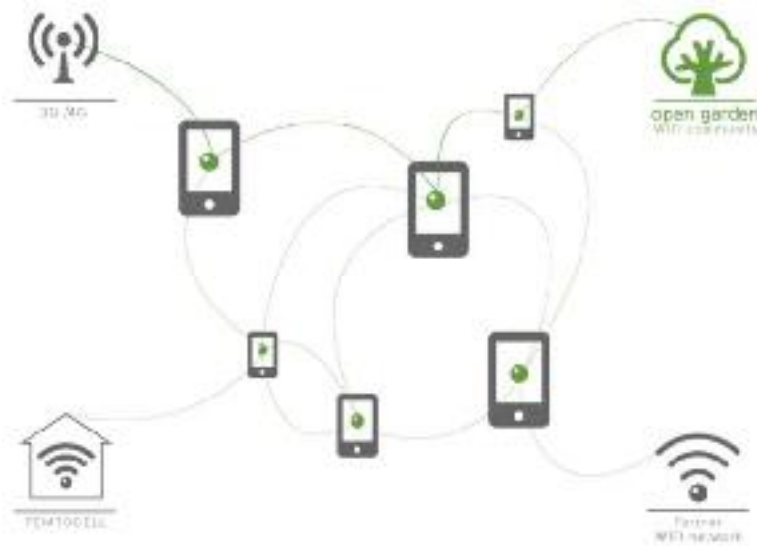
Mobile Ad Hoc Network merupakan jaringan yang terdiri dari gabungan perangkat bergerak (mobile) tanpa infrastruktur.

Dalam bab ini membahas tentang jaringan Ad Hoc yang menggunakan jenis jaringan *Mobile Ad Hoc Network* (MANET) dengan fokus mengukur

(parameter *Throughput*, *Delay*, *Packet Delivery Ratio (PDR)* dan *Data Dropped*) menggunakan protokol OLSR dan protokol TORA.

2.3 Jaringan Mobile Ad Hoc Network (MANET)

Mobile Ad Hoc Network (MANET) adalah sebuah jaringan yang terdiri dari gabungan perangkat- perangkat bergerak (*mobile*) tanpa infrastruktur, sehingga membentuk jaringan yang bersifat sementara. Pada MANET, *mobile host* yang terhubung dengan *wireless* dapat bergerak bebas dan juga berperan sebagai router.



Gambar 2.6 Contoh Jaringan Mobile Ad Hoc Network

2.3.1 Karakteristik MANET

MANET terdiri dari *mobile platform* (seperti router dan perangkat wireless) dalam hal ini disebut dengan “*node*” yang bebas berpindah-pindah ke mana saja. *Node* tersebut bisa saja berada di pesawat, kapal, mobil dan dimana saja.

Setiap *node* dilengkapi dengan *transmitter* dan *receiver wireless* menggunakan antena atau sejenisnya yang bersifat *omnidirectional* (broadcast), *highly directional* (point to point), memungkinkan untuk diarahkan, atau

kombinasi dari beberapa hal tersebut. *Omnidirectional* maksudnya adalah gelombang radio dipancarkan ke satu arah tertentu.

Selain karakteristik diatas Mobile Ad Hoc Network (MANET) juga memiliki beberapa karakteristik yang lebih menonjol antara lain;

1. *Topologi yang dinamis* : *Node* pada MANET memiliki sifat yang dinamis, yaitu dapat berpindah-pindah kemana saja. Maka topologi jaringan yang bentuknya adalah loncatan antara *hop* ke *hop* dapat berubah secara tidak terpol dan terjadi secara terus menerus tanpa ada ketetapan waktu untuk berpindah. Bisa saja didalam topologi tersebut terdiri dari *node* yang terhubung ke banyak *hop* lainnya, sehingga sangat berpengaruh secara signifikan terhadap susunan topologi jaringan.
2. *Otonomi* : setiap node pada MANET berperan sebagai *end-user* sekaligus sebagai router yang menghitung sendiri *router-path* yang selanjutnya akan dipilih.
3. *Keterbatasan bandwidth* : link pada jaringan wireless cenderung memiliki kapasitas yang rendah jika dibandingkan dengan jaringan berkabel. Jadi, kapasitas yang keluar untuk komunikasi wireless juga cenderung lebih kecil dari kapasitas maksimum transmisi. Efek yang terjadi pada jaringan yang berkapasitas rendah adalah *congestion* (kemacetan).
4. *Keterbatasan energi* : semua node pada MANET bersifat mobile, sehingga dapat dipastikan node tersebut menggunakan tenaga baterai untuk beroperasi. Sehingga perlu perancangan untuk optimalisasi energi.
5. *Keterbatasan keamanan* : jaringan wireless cenderung lebih rentan terhadap keamanan daripada jaringan berkabel. Kegiatan pencurian (*eavesdropping*, *spoofing* dan *denial of service*) harus lebih diperhatikan.

2.3.2 Kelebihan MANET

Beberapa kelebihan dari Mobile Ad Hoc Network (MANET) yaitu:

1. Bisa cepat beradaptasi terhadap perubahan topology dan kondisi network
2. Effisien dalam penggunaan Bandwith
3. Menerapkan konsep *Hand-Off Management*
4. fleksibel dalam penentuan topology dan tidak terlampau lama menyesuaikan dengan kondisi di lapangan (sangat berfungsi jika diterapkan sebagai sarana telekomunikasi di daerah bencana)

2.3.3 Fokus Pengembangan MANET

Adapun fokus penelitian MANET saat ini mengacu kepada beberapa hal antara lain:

1. *Routing*

Topologi MANET yang secara dinamis dapat berubah-ubah menyebabkan muncul tantangan untuk mencari solusi untuk routing paket. Hal ini penting karena pada saat ada perubahan posisi node, maka kemungkinan besar jalur routing akan berubah dan perlu untuk mengatur ulang jalur routing.

2. *Security* dan *Reliability*

Keamanan sangat diperlukan terlebih pada jaringan wireless. Ini akan mencegah seseorang untuk mengambil dan mengirimkan paket yang tidak diinginkan. Selain itu juga terhadap ketangguhan jaringan wireless yang memiliki jangkauan yang terbatas.

3. *Quality of Service*

Penerapan QoS pada jaringan yang selalu berubah-ubah merupakan tantangan tersendiri. Implementasi QoS harus dikembangkan agar dapat menyesuaikan dengan kondisi jaringan pada MANET.

4. *Internetworking*

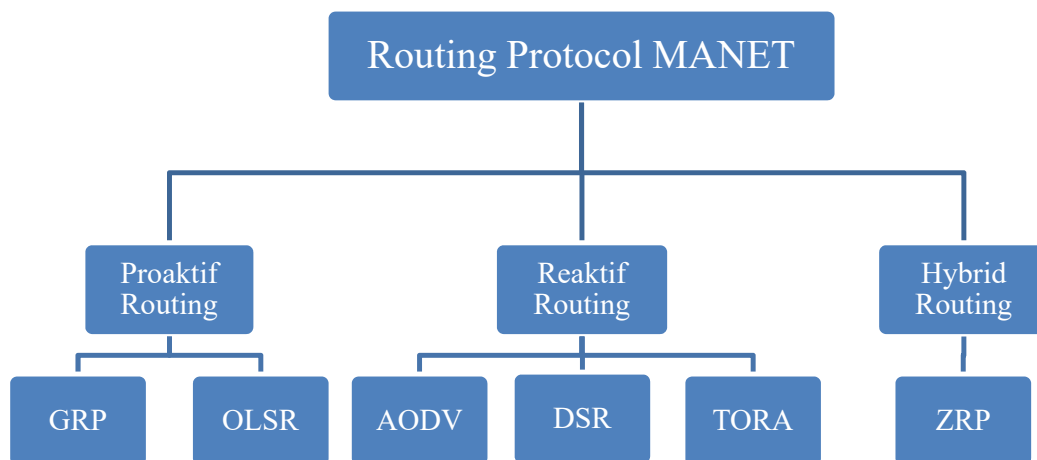
Selain komunikasi antar node didalam MANET, juga perlu mengembangkan teknologi untuk berkomunikasi pada jaringan tetap.

5. *Power Consumption*

Hampir sebagian besar perangkat mobile saat ini menggunakan baterai sebagai sumber dayanya. Untuk penggunaan dalam jangka waktu yang relatif lama, maka perlu dikembangkan cara memperpanjang waktu operasi perangkat tersebut dengan cara memperbesar kapasitas baterai atau memperkecil jumlah konsumsi baterai.

2.3.4. Routing Protokol MANET

Routing dalam MANET merupakan suatu tantangan yang menarik karena MANET memiliki fitur yang dinamis, dia dibatasi oleh bandwidth dan power/energi.



Gambar 2.7 Routing Protokol Pada MANET

Pada MANET proses routing tidaklah semudah seperti yang terjadi pada jaringan berkabel. Ini dikarenakan setiap node berperan sebagai router yang menerima aliran data dan menghitung jalur yang tepat untuk selanjutnya dikirimkan ke jalur tersebut sampai tujuan. Setiap node tidak dipengaruhi oleh

node lain (*otonomi*) dalam menentukan routing. Routing dalam MANET dibagi menjadi tiga kategori, yaitu :

1. *Proactive Routing Protocol*

Proactive routing protocol bekerja dengan cara membentuk tabel routing jika ada permintaan pembuatan route link baru atau perubahan link. Routing protokol proaktif atau table-driven routing protokol berusaha untuk menyediakan informasi routing yang konsisten dan up-to-date di setiap node. Setiap node diharuskan mempunyai informasi routing. Setiap node merespon perubahan dalam topologi jaringan dengan menyalurkan update informasi tabel routing ke seluruh node di jaringan untuk memastikan konsistensi routing. Beberapa contoh routing protokol proaktif yaitu :

- 1) *Geographic Routing Protocol (GRP)*
- 2) *Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)*

2. *Reactive Routing Protocol*

Reactive routing protocol atau On-demand routing protokol, routing hanya dibuat ketika node sumber membutuhkan routing. Saat node sumber membutuhkan routing ke node tujuan, node sumber melakukan proses route discovery dalam jaringan. Proses ini akan selesai jika rute telah ditemukan atau semua permutasi rute telah diperiksa. Setelah didapat rute maka akan dilakukan prosedur routing maintenance hingga node sumber tidak menginginkan lagi atau node tujuan tidak bisa diakses lagi. Beberapa contoh routing protokol reaktif yaitu:

- 1) *Dynamic Source Routing (DSR)*
- 2) *Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV)*
- 3) *Temporary Order Routing Algorithm (TORA)*

3. *Hybrid Routing Protocol*

Hybrid routing protocol merupakan perpaduan antara proactive dan reactive. Contoh hybrid routing protocol yaitu *Zone Routing Protocol (ZRP)*.

2.4 Routing Protocol

Routing adalah proses yang digunakan router untuk menyampaikan paket ke jaringan tujuan. Routing protocol adalah metode yang digunakan router untuk saling menukar informasi routing dan menyediakan koneksi melalui internet. Aturan ini dapat diberikan secara dinamik ke sebuah router dari router yang lain, atau dapat juga diberikan secara statik ke router oleh seorang administrator. Routing berbeda dengan bridging. Perbedaan utama antara keduanya yaitu bridging berlangsung pada layer 2 (Data Link Layer) dari model OSI, sedangkan routing berlangsung pada Layer 3 (Network Layer).

Sebuah router membuat keputusan untuk meneruskan paket berdasarkan IP address tujuan dari paket tersebut. Untuk membuat keputusan yang tepat, router harus mempelajari bagaimana caranya untuk mencapai jaringan yang lokasinya jauh. Ketika sebuah router menggunakan routing dinamik, informasi ini dipelajari dari router yang lain. Ketika routing statik yang digunakan, administrator jaringan mengkonfigurasi informasi mengenai jaringan secara manual.

Karena routing statik dikonfigurasi secara manual, administrator jaringan harus menambahkan dan menghapus rute statik jika ada perubahan topologi. Pada jaringan besar, diperlukan banyak waktu untuk maintenance tabel routing bila terjadi perubahan. Oleh karena itu sering digunakan routing dinamik dan sebagian kecil yang menggunakan routing statik untuk tujuan tertentu. Beberapa contoh routing protokol yaitu: *Optimized Link State Routing (OLSR)* dan *Temporary Order Routing Algorithm (TORA)*.

2.4.1 Optimized Link State Routing (OLSR)

Optimized Link State Routing (OLSR) dikembangkan oleh kelompok kerja MANET IETF untuk Mobile Ad Hoc Network. OLSR merupakan protokol routing proaktif yang berarti pertukaran informasi topologi dengan node yang lain dalam jaringan dilakukan secara berkala. Protokol ini mewarisi sifat kestabilan dari algoritma link state dan memiliki keuntungan yaitu jalur sudah tersedia ketika dibutuhkan. OLSR merupakan optimalisasi dari protokol link state yang disesuaikan untuk MANET.

2.4.1.1 Karakteristik OLSR

Karakteristik dari protokol routing link state adalah:

- 1) Setiap node memulai dengan mencari node tetangganya
- 2) Setiap node men-generates link state advertisements (LSA) untuk didistribusikan ke semua node
- 3) Setiap node menjaga sebuah database yang berisi semua LSA yang diterima (topologi database atau link state database) yang digambarkan pada sebuah graph beserta dengan beban simpul.
- 4) Hasilnya adalah semua node memiliki topologi jaringan yang lengkap dan informasi link cost
- 5) Setiap router menggunakan link state database guna menjalankan algoritma jalur terpendek (algoritma djikstra) untuk menemukan jalur terpendek ke setiap node di dalam jaringan.

Protokol routing link state awalnya didesain untuk jaringan kabel dan tidak untuk jaringan ad hoc dengan skala yang luas karena jaringan ad-hoc sering melakukan topologi update yang merupakan bagian penting dari kapasitas jaringan. Oleh karena itu, banyak muncul berbagai protokol routing salah satunya adalah OLSR.

2.4.1.2 Tahapan kerja OLSR

Tahapan kerja routing protokol OLSR adalah sebagai berikut:

1. *Link Sensing (Mendeteksi Hubungan)*

Setiap node harus mendeteksi hubungan anatara dirinya dengan node tetangganya. Hubungan harus diperiksa dikedua arah agar dianggap sah. Proses pendeteksian hubungan dengan node tetangga tersebut dinamakan Link Sensing. Link sensing dilakukan melalui pengiriman pesan HELLO secara berkala guna memperbaharui local link information melalui antarmuka nirkabel yang digunakan dalam node tersebut. Local link information menyimpan informasi tentang hubungannya dengan node tetangganya. Tujuan dari link sensing

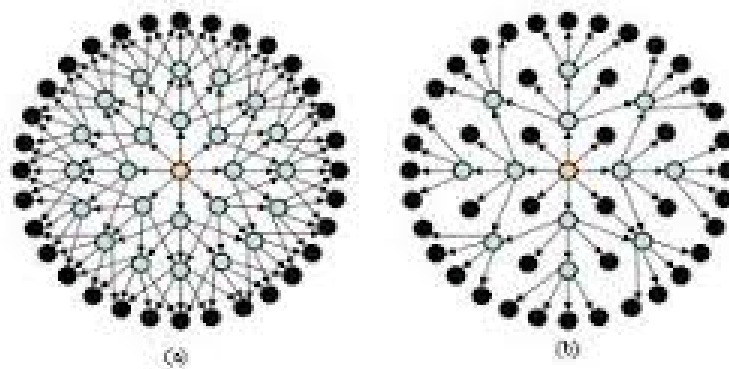
adalah node memiliki status hubungan yang terkait baik itu simetris atau asimetris.

2. *Neighbour detection (mendeteksi node tetangga)*

Mekanisme neighbour detection dilakukan melalui pertukaran pesan HELLO secara berkala. Informasi pesan HELLO yang disimpan oleh sebuah node mencakup informasi mengenai 1-hop node tetangganya, 2-hop node tetangganya, MPR.

3. *MPR Selection (Pemilihan MPR)*

Ide dari MPR adalah meminimalkan routing overhead dari pendistribusian messages dalam jaringan dengan mengurangi *retransmissions* yang berlebihan pada area yang sama. Setiap node (N) dalam jaringan akan memilih sekumpulan node tetangganya 1-hop simetris (memiliki hubungan dua arah) yang mungkin untuk meneruskan messages. Pada gambar 8 ditunjukkan perbandingan antara broadcast pada umumnya dengan broadcast menggunakan mekanisme MPR. Sekumpulan node tetangga yang dipilih disebut sebagai MPR set (kumpulan MPR) dari suatu node (N). Hanya node yang terpilih sebagai MPR set yang bertanggung jawab untuk meneruskan messages, hal ini dimaksudkan untuk didistribusikan ke seluruh jaringan.



Gambar 2.8 Routing OLSR (a) *Flooding Normal* (b) *Flooding MPR*

4. *Topology discovery (penyebaran topologi)*

Dalam rangka membangun informasi topologi, setiap node yang terpilih sebagai MPR akan mem-broadcast TC messages. TC messages dibanjirkan ke semua node dalam jaringan dengan MPR. Informasi yang disebarkan dalam jaringan melalui pesan TC digunakan untuk perhitungan tabel routing.

5. *Routing table calculation (perhitungan tabel routing)*

Setiap node memiliki tabel routing yang dapat digunakan sebagai jalur data menuju node lainnya dalam jaringan. Tabel routing dibuat berdasarkan informasi dalam local link information (local link set, neighbour set, 2-hop neighbour set, MPR set) dan informasi topologi set. Oleh karena itu, apabila terjadi perubahan pada set-set tersebut maka tabel routing akan dihitung ulang untuk memperbaharui informasi jalur ke setiap node tujuan dalam jaringan.

2.4.2 Temporary Order Routing Algorithm (TORA)

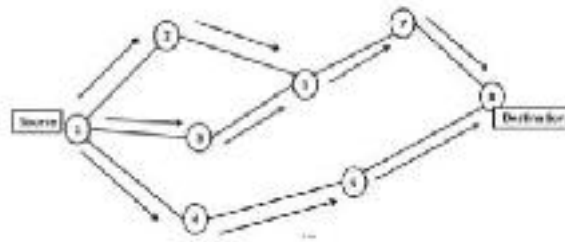
Temporary Order Routing Algorithm (TORA) adalah routing protokol yang sangat adaptif, efisien dan skalabel berbasis konsep link reversal. TORA termasuk dalam kategori on-demand routing protokol. Keunggulan dan keunikan utama TORA adalah menyediakan multiple rute ke node tujuan sehingga perubahan topologi jaringan tidak berpengaruh besar kepada TORA. TORA hanya akan bereaksi apabila semua rute ke node tujuan tidak ada. *Multiple rute* dapat dicapai karena menggunakan control message yang terlokalisasi dalam kumpulan node yaitu node hanya menjaga informasi routing disekitarnya (one hope). TORA adalah protokol yang berbasis on-demand, rute diinisiasi dan menggunakan konsep link reversal dan menyediakan rute *loop-free multi-path* ke node tujuan. Setiap node mengelola informasi satu hop sendiri dan juga memiliki kemampuan mendeteksi partisi.

Fungsi asli protokol ini adalah pembuatan dan pengelolaan dari ‘tinggi’ metrik dengan bantuan routing. Yang dimaksud ‘tinggi’ adalah nilai dari:

- o Waktu logical dari link yang gagal

- Node id yang unik
- Pengaturan parameter
- Indicator bit reflektif

Kelebihan TORA adalah dengan membatasi paket kontrol untuk rekonfigurasi rute menjadi wilayah kecil, TORA mengeluarkan kontrol *overhead* yang kecil. Sedangkan kekurangan TORA adalah rekonfigurasi jalur dapat menyebabkan rute yang tidak optimal.



Gambar 2.9 Mekanisme Protokol TORA

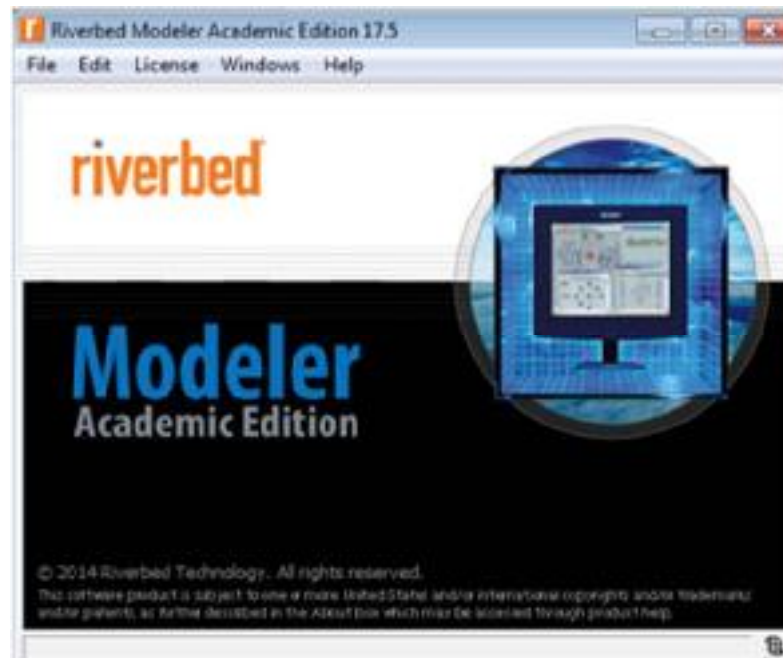
2.5 Optimized Network Engineering Tools (OPNET)

Optimized Network Engineering Tools (OPNET) adalah tools simulasi jaringan yang menyediakan jaringan virtual lingkungan dengan model seluruh jaringan, termasuk router-nya, switch, protokol, server dan aplikasi individu. Dengan bekerja di lingkungan virtual network, IT Manajer, jaringan dan perencana sistem dan staf operasi dapat dengan mudah mengatasi masalah sulit dan mendiagnosa lebih efektif, mevalidasi perubahan sebelum mereka merancang jaringan sesungguhnya, dan rencana untuk masa depan termasuk skenario pertumbuhan dan kegagalan.

Software ini memiliki kelebihan-kelebihan untuk mendesign jaringan berdasarkan perangkat yang ada di pasaran, protocol, layanan dan teknologi yang sedang berkembang di dunia telekomunikasi. Hasil simulasi dapat dibuat dalam beberapa skenario sehingga dapat dijadikan dasar di dalam perencanaan suatu jaringan berbasis paket.

Salah satu cara yang mudah untuk merencanakan suatu jaringan berbasis paket adalah dengan mensimulasikan suatu jaringan dengan kondisi yang serupa dengan kondisi eksisting. Jenis perangkat switch (router, switch), jaringan transmisi, layanan, protocol dan lainnya yang terdapat di dalam jaringan eksisting digambarkan di dalam OPNET untuk selanjutnya di simulasikan dalam waktu tertentu untuk dapat dilihat parameter yang dibutuhkan. Simulasi dapat juga dilakukan untuk memprediksi kebutuhan di dalam suatu jaringan berbasis paket untuk beberapa tahun ke depan berdasarkan prediksi demand, layanan ataupun teknologi yang mungkin dipergunakan pada masa mendatang.

OPNET lebih mudah dalam penggunaannya dikarenakan memiliki user interface, memiliki grafik yang mudah ditampilkan, diagram maupun statik. OPNET software merupakan program berbayar namun terdapat versi akademis yaitu RIVERBED MODELER Academic Edition yang dapat digunakan dalam pembuatan simulasi untuk kepentingan penelitian maupun pendidikan.



Gambar 2.10 Tampilan awal OPNET