

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi wireless saat ini telah didukung oleh berbagai perangkat mobile. Sehingga memungkinkan suatu perangkat mobile mengirimkan data ke perangkat lainnya. Perangkat mobile disini mencakup netbook, tablet, smartphone dan berbagai perangkat yang terhubung menggunakan teknologi.

Dengan adanya kemampuan pengiriman data antara perangkat mobile tersebut, maka memungkinkan perangkat-perangkat tersebut saling terhubung satu sama lain untuk saling bertukar data antara mereka layaknya Local Area Network (LAN) pada jaringan berkabel. Model jaringan wireless seperti inilah yang sering disebut dengan Mobile Ad Hoc Network (MANET).

Ad Hoc Network adalah jaringan yang terjadi antara beberapa node yang terhubung secara langsung, dimana kedua perangkat yang terhubung dapat mengirimkan data secara langsung. Pada MANET, jaringan ini terjadi antar perangkat mobile. Dengan kata lain, MANET seperti LAN namun tanpa kabel.

Node pada jaringan MANET tidak hanya berperan sebagai pengirim dan penerima data, tetapi juga berperan sebagai router untuk menentukan tujuan yang akan dipilih. Routing merupakan hal yang memiliki peranan yang sangat penting pada jaringan ad hoc. Tanpa adanya routing yang benar, pengiriman paket pada jaringan ad hoc tidak dapat dilakukan. Terdapat dua jenis routing protokol untuk jaringan ad hoc yaitu table driven yang bersifat proaktif dan on demand yang bersifat reaktif.

Penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa Universitas Telkom Bandung antara lain: Fauzi Dwi S S, Abdul Ghany L N, Prasetyo Adi W, Richo H W P, Edwin N mengenai Analisis Performansi Protokol Routing AODV dan DSR pada MANET dengan parameter yang di bandingkan adalah *Routing Overhead* dan *Packet Delivery Ratio (PDR)*, dimana hasil dari penelitian tersebut menunjukkan protokol DSR memiliki hasil routing overhead yang lebih rendah karena kinerja DSR yang lebih fleksible dari pada AODV. Namun terdapat beberapa kekurangan

dalam penelitian ini, yaitu : *routing* protokol OLSR hanya dibandingkan dengan protokol AODV dan simulator yang digunakan tidak jelas.

Penelitian yang lain mengenai Simulasi Jaringan MANET Dengan NS3 Untuk Membandingkan Performa Routing Protokol AODV dan DSDV yang dilakukan oleh mahasiswa Jurusan Teknik Informatika FTI UII Yogyakarta antara lain: Nurhayati Jiatmiko, dan Yudi Prayudi. Dimana dalam penelitian itu membandingkan *Quality of Service* dari Protokol AODV dan DSDV yang kali ini membuktikan bahwa protokol AODV lebih baik dibandingkan protokol DSDV. Adapun kekurangan dari penelitian ini, yaitu: protokol yang dibandingkan adalah AODV dan DSDV.

Dari hasil road map penelitian terdahulu routing protokol yang digunakan hanya dibandingkan tidak dioptimasi . Hal ini menjadi alasan bagi penulis untuk mengangkat sebuah judul Tugas Akhir : **”OPTIMASI PROTOKOL AD HOC ON-DEMAND DISTANCE VECTOR (AODV) PADA JARINGAN MOBILE AD-HOC NETWORK (MANET) MENGGUNAKAN SIMULATOR OPNET”**

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah dapat mengoptimasi routing protokol AODV pada MANET dengan menggunakan *network* simulator OPNET.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar belakang yang telah di uraikan diatas, Maka didapatkan rumusan masalah Sebagai Berikut:

1. Bagaimana merancang dan mensimulasikan jaringan MANET menggunakan OPNET.
2. Bagaimana mensimulasikan routing protokol AODV berdasarkan pada MANET menggunakan OPNET.
3. Bagaimana mengoptimasi routing protokol AODV pada MANET menggunakan OPNET.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mensimulasikan routing protokol AODV pada MANET menggunakan *network* simulator OPNET
2. Melakukan optimasi pada routing protokol AODV dengan menggunakan nilai ukur yang telah ditentukan berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, 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 AODV 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 batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis protokol yang digunakan adalah AODV.
2. Area yang digunakan dalam simulasi sebesar 1000 m x 1000 m.
3. Setiap skenario simulasi menggunakan variasi jumlah node sebanyak 20 Node.
4. Alamat IP dari node dimulai dari 192.168.1.2 sampai 192.168.1.20.
5. 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 192.168.1.50.
6. Parameter kinerja yang digunakan adalah *Throughput*, *Delay*, media akses *Delay* dan *Data Dropped*.

7. Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat simulasi dalam Tugas Akhir ini adalah *Optimized Network Engineering Tool* (OPNET).
8. 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 virtual, 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.

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, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah 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 AODV yang telah dioptimasi 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.

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

[1]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 [3]:

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

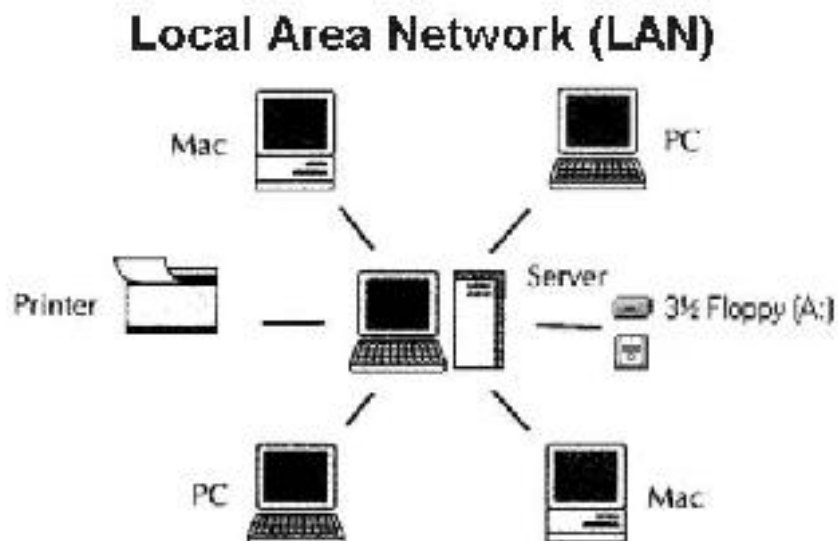
2.1.5. Jenis-Jenis Jaringan Komputer

2.1.5.1. Berdasarkan Ruang Lingkup Geografis

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.

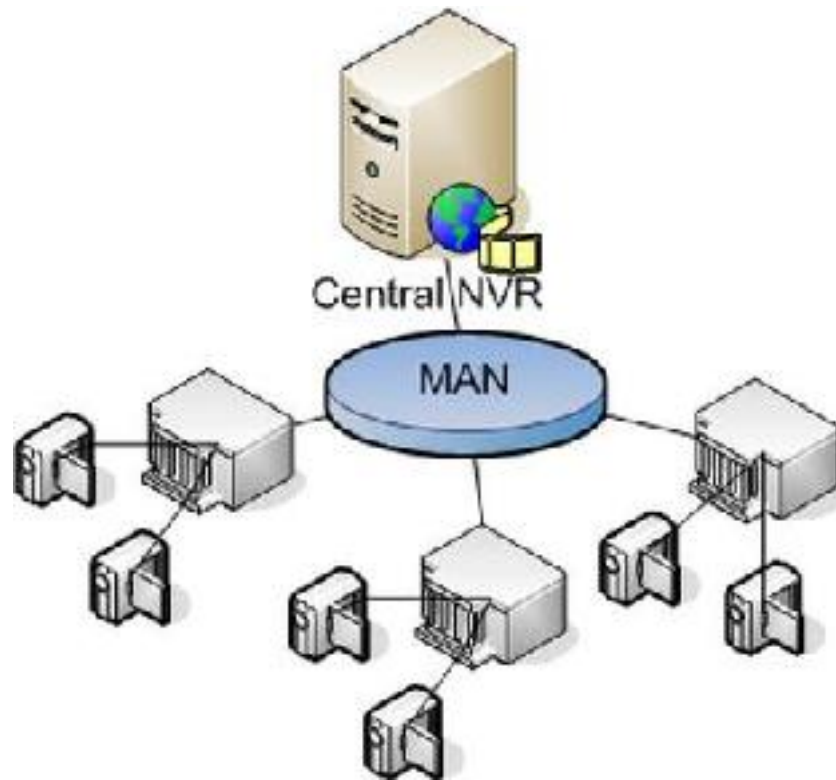


Gambar 2.1. Local Area Network (LAN)

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.

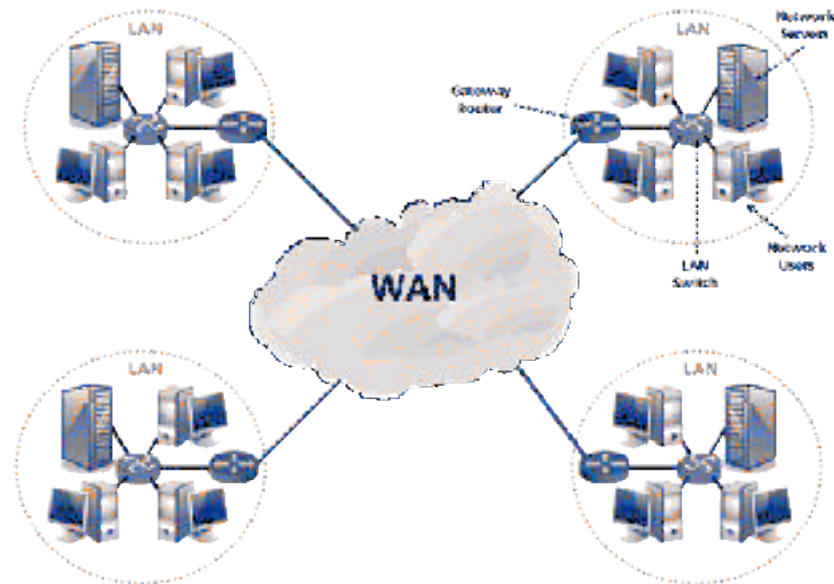


Gambar 2.2. Metropolitan Area Network (MAN)

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.

WAN digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal yang satu dengan jaringan lokal yang lain, sehingga pengguna atau komputer di lokasi yang satu dapat berkomunikasi dengan pengguna dan komputer di lokasi yang lain.



Gambar 2.3. Wide Area Network (WAN)

2.1.5.2. Berdasarkan Service

Berdasarkan service jaringan terbagi tiga yaitu:

a. *Intranet*

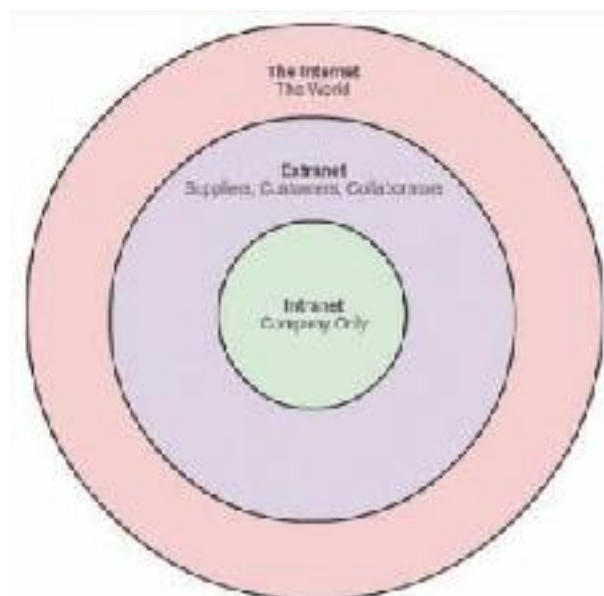
Pengertian dari intranet dapat ditafsirkan sebagai bentuk privat dari internet yang penggunaannya terbatas pada suatu organisasi / perusahaan. Dengan kata lain, pengertian intranet adalah sebuah jaringan privat dengan sistem dan hierarki yang sama dengan internet namun tidak terhubung dengan jaringan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

Fungsi Intranet yaitu digunakan untuk membantu alat dan aplikasi, misalnya kolaborasi dalam kerja sama (untuk memfasilitasi bekerja dalam kelompok dan telekonferensi) atau direktori perusahaan yang sudah canggih, penjualan dan alat manajemen hubungan dengan pelanggan, manajemen proyek dll, untuk memajukan produktivitas.

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. *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 transmisi: 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*.

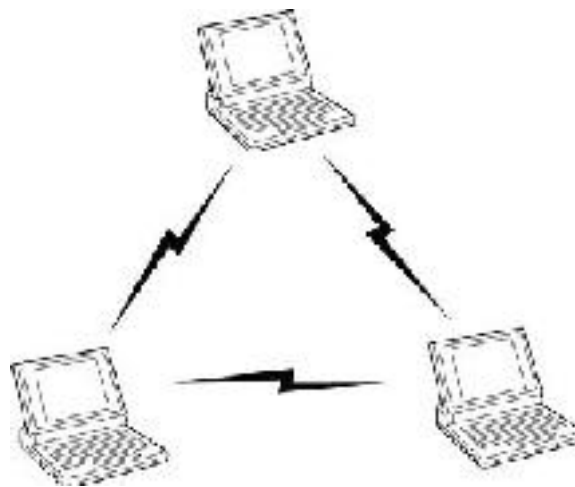
2.2. Jaringan Ad-Hoc

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.

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

1. WANET (*Wireless Ad Hoc Network*)
2. MANET (*Mobile Ad Hoc Network*)
3. VANET (*Vehicular Ad Hoc Network*)
4. SPANs (*Smart Phone Ad Hoc Network*)
5. iMANETs (*Internet Based Mobile Ad Hoc Network*)
6. Military / Tactical MANETs
7. SPAN (*Self Powered Ad Hoc Network*)

Ad Hoc merupakan suatu sistem jaringan wireless yang tidak membutuhkan sistem jaringan infrastruktur, tiap perangkat saling terhubung (*peer-to-peer*) yang artinya dari beberapa yang perangkat komputer yang terhubung tidak memerlukan Access Point sebagai perantara penghubung di dalam jaringan, bisa di bilang Ad Hoc ini merupakan jaringan Wireless yang mandiri.



Gambar 2.5. Ilustrasi Jaringan Ad-Hoc

Keuntungan 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).

Adapun Kerugian 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.

2.3. Jaringan MANET (Mobile Ad Hoc Network)

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 Mobile Ad Hoc Network

Terdapat perbedaan antara jaringan ad hoc dengan jaringan yang memiliki infrastruktur, antara lain:

1. *Peer-to-peer*, yaitu komunikasi antara dua node dalam satu hop
2. *Remote-to-remote*, yaitu komunikasi antara dua node diluar satu hop, namun masih tetap mengelola kestabilan rute di antara keduanya.
3. *Dynamic Traffic*, terjadi ketika node bergerak, maka rute harus dikonstruksi ulang. Ini merupakan hasil dari tingkat konektivitas yang rendah.

2.3.1. Karakteristik MANET

[2] Berdasarkan dokumen *Request for Comments* menjelaskan bahwa terdapat beberapa karakteristik dari Mobile Ad Hoc Network (MANET). Disana dijelaskan bahwa 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 terpolo 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 sangat 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. 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.

2.3.3. Kebutuhan QoS pada MANET

Dikarenakan karakteristik dari MANET yang berbeda dengan jaringan tetap, maka dalam menerapkan QoS pada MANET perlu memperhatikan beberapa hal berikut ini :

a. *Route Stability*

Kestabilan routing haruslah dijaga mengingat karakteristik topologi MANET yang dapat berubah-ubah menyebabkan rekonstruksi jalur routing setiap saat khususnya pada saat terjadi perubahan node.

b. *Security*

Keamanan data harus menjadi perhatian karena data mengalir melalui jaringan wireless yang sangat mudah untuk direkam. Penggunaan enkripsi yang kuat akan membantu meningkatkan keamanan pada jaringan tersebut.

c. Reliability

Keandalan jaringan menjadi perhatian penting karena jaringan dibangun menggunakan media gelombang radio yang memiliki keterbatasan jangkauan dan mudah terjadinya tabrakan gelombang (interferensi) yang menyebabkan terjadinya bit-error atau paket yang rusak dalam perjalanan.

2.3.4. Komponen Pengukuran QoS

Untuk mengetahui kualitas layanan pada jaringan MANET, maka ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan, antara lain :

- a. Throughput
- b. Media akses Delay
- c. Load
- b. Delay
- c. Data dropped