TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA ROUTING PROTOKOL OPTIMIZED LINK STATE PADA JARINGAN WIRELESS MESH

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Strata-1 Teknik Informatika



Disusun oleh :

Nama : Budhi Satriya

NIM : 08523305

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2014

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

ANALISIS KINERJA ROUTING PROTOKOL OPTIMIZED LINK STATE PADA JARINGAN WIRELESS MESH

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Budhi Satriya

No. Mahasiswa :08523305

Yogyakarta, 15 juli 2014

Menyetujui

Pembimbing Tugas Akhir

Syarif Hidayat, S.Kom.,MIT

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR

Saya bertandatangan di bawah ini,

Nama : Budhi Satriya

NIM : 08523305

Tugas Akhir Dengan Judul :

ANALISIS KINERJA ROUTING PROTOKOL OPTIMIZED LINK STATE PADA JARINGAN WIRELESS MESH

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi laporan tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti apabila ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung segala resiko dan konsekuensinya.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat, dalam keadaan sehat dan penuh kesadaran. Semoga bias bberguna sebagai mestinya.

Yogyakarta, 15 juli 2014

Yang Membuat Pernyataan,



Budhi Satriya

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS KINERJA ROUTING PROTOKOL OPTIMIZED LINK STATE PADA JARINGAN WIRELESS MESH

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Budhi Satriya

No. Mahasiswa : 08523305

Telah dipertahankan didepan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 15 juli 2014

Tim Penguji :

Syarif Hidayat, S.Kom.,MIT.
Ketua

Muhammad Andri Setiawan, ST.,M.Sc.
Anggota I

Ari Sujarwo, S.Kom.,MIT.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kudedikasikan dan kupersembahkan kepada...

Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang hanya karena berkah dan limpahan rahmat-Nya lah tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Orang tuaku, saudara, dan juga seluruh keluarga besar yang turut memberikan dukungan.

Teman – teman seperjuangan Teknik Informatika, UII. Juga semua teman dan pihak yang turut membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

MOTTO

Pahlawan bukanlah orang yang berani meletakkan pedangnya ke pundak lawan tetapi pahlawan sebenarnya ialah orang yang sanggup menguasai dirinya dikala marah.

(Nabi Muhammad SAW)

Ketahuilah, doa orangtua kepada anaknyaadalah keselamatan: sedangkan kutukannya adalah kebinasaan.

(Hasan Al-Bashri)

Siapa yang bersabar di atas ujian, ALLAH sempurnakan sabarnya lalu memasukannya ke dalam surge mana yang dia suka.

(Umar bin Khatab)

Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orangorang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.

(Thomas Alva Edison)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi Rabbil'alamin. Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas berkah, rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **"Analisis Kinerja Routing Protokol Optimized Link State pada Jaringan Wireless Mesh".**

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam pembuatana dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan limpahan, berkah, rahmat, taufik dan hidayah-Nya kepada penulis.
2. Bapak Alim subagyo dan ibu Sri Mulyanti selaku orang tua yang telah membesarkan, mendidik, dan dorongan baik spiritual maupun materiil selama ini.
3. Bapak Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Tenologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Yudi Prayudi, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Syarif Hidayat S.Kom,M.IT, selaku dosen pembimbing yang selalu memberi motivasi dan inspirasi yang sangat berharga bagi penulis.

6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia atas.
7. Keluarga besar mahasiswa Teknik Infromatika UII terutama angkatan 2008.
8. Teman-teman satu bimbingan Banar, Wahyu, Putut, Didit, Seto, atas sharing ilmunya semoga kesuksesan selalu mengiringi kita.
9. Teman kuliah satu kelas yaitu Wahyu, Catur, Rian, dan Andre yang selalu memberikan semangat dari semester awal hingga akhir.
10. Teman kos Yudhistira Aris Tri Haryanto yang selalu memberikan inspirasi, masukan, dan berbagi ilmu tentang jaringan.
11. Semua teman kos Yudhistira terutama Bang Faisal Nggilu yang telah mau berbagi ilmu dan mau meluangkan waktu untuk adik tingkatnya.
12. Teman KKN SL-49 Fitra Iskandar, Anisia puspitasari, Hanifian Bakhtiar, Lidya Rita Okta, Tengku Indah Pratiwi, Syaiful terima kasih atas kerjasama dan kebersamaannya selama 1 bulan di Kalitengah kidul, Serunen, Sleman yang sangat menyenangkan dan memberikan kenangan yang tidak mungkin terlupakan. Semoga talisilaturrahmi dan kekeluargaan kita tetap terjalin dan tidak akan pernah putus.
13. Semua teman-teman kelas D informatika angkatan 2008, terima kasih atas kebersamaanya selama ini.
14. Semua teman-teman dan pihak yang mempunyai andil dan telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Semoga Allah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengaharapkan saran dan kritik yang dapat membangun, agar dapat menjadi perbaikan bagi penulis di masa mendatang.

Yogyakarta, 15 juli 2014

Budhi satriya

SARI

Wireless adalah teknologi komunikasi dimana media penghantar yang digunakan adalah udara. Dalam *wireless lan* ada perangkat yang disebut *access point* yang mampu menggabungkan antara *client* dengan *internet*. Teknologi *wireless* mampu menggantikan keterbatasan teknologi kabel dari segi fleksibilitas. Dalam perkembangannya *wireless* memiliki standard yang digunakan pada semua perangkat radio nirkabel yaitu *IEEE 802.11*. Namun *wireless* memiliki beberapa kelemahan yaitu keterbatasan jangkauan, terhalang gedung dan pohon.

Karena memiliki keterbatasan maka solusinya dengan jaringan yang terdistribusi yaitu jaringan *wireless mesh*. *Wireless mesh* mampu menjangkau secara luas, jaringan ini juga memiliki fitur *self-configure* dan *self-healing*. *Self-configure* kemapuan yang dimiliki jaringan *mesh* untuk mengkonfigurasi sendiri sehingga mempercepat pembentukan jaringan baru. Selain *self-configure* , teknik *self-healing* adalah kemampuan pembetukan jalur baru apabila terjadi jalur komunikasi yang terputus sehingga mampu menjaga konektivitas.

Dalam membangun jaringan *wireless mesh* dibutuhkan perangkat yang menjadi *mesh router* dan *client*. *Mesh router* bertindak sebagai penghubung antar *mesh router* dan *mesh router* dengan *client*. Didalam *mesh router* terdapat perangkat lunak yang mampu membantu mengarahkan komunikasi. Untuk mengarahkan komunikasi maka dibutuhkan sebuah routing protokol didalam *mesh router* atau *client*.

Routing protokol *Optimized Link State Routing Protocol* (OLSR) salah satu routing protokol yang digunakan dalam jaringan *wireless mesh*. Routing protokol OLSR bersifat proaktif yang selalu mengupdate tabel routing secara periodik. Dengan sifat yang proaktif routing protokol OLSR diharapkan mampu memenuhi kualitas layanan atau *Quality of Service* (QoS) yang memadai. Parameter *Quality of Service* (QoS) yang digunakan seperti *throughput, jitter, latency* dan *packet loss.* Dengan parameter *Quality of Service* (QoS) maka dapat mengetahui kinerja dari routing protokol *Optimized Link State Routing Protocol* (OLSR).

Kata kunci: *Wireless mesh, Optimized Link State Routing, QoS*

TAKARIR

Access point	Penghubung antar komputer
Ad-Hoc	Hubungan antar perangkat secara langsung
Bridge	Jembatan
Broadcast	Menyebar pesan
Cellular	Jaringan seluler
Channel	Kanal gelombang
Client	Penerima layanan
Delay	Keterlambatan
Destination	Tujuan
Device	Perangkat
Direct	Langsung
Distribution	Penyaluran
Dual band	Dua gelombang
Distance	Jarak
Error	Kesalahan
Fault tolerance	Toleransi kesalahan
Frame	Bingkai
Frequency	Kecepatan gelombang
Gateway	Gerbang
Header packet	Bagian terdepan paket data.
Hop	Lompatan
Host	Komputer penerima layanan
Hybrid	Gabungan
Interface	Antar muka
Jitter	Variasi Waktu
Layer	Lapisan
Multihop	Metode topologi jaringan data yang di dalamnya terdapat dua perantara atau lebih.
Multiple	Penggunaan lebih dari satu
Mesh	Jala
Network	Jaringan
Node	Stasiun
Non Line of Sight	Terlihat tanpa terhalang
Overhead	Kepenuhan.
Physical	Perangkat fisik.
Reply	Balasan.
Routing	Mengarahkan ke jalur.
Sequence number	Nomor urutan.
Sesion	Sesi.
Server	Pemberi layanan.

Singlehop	Metode topologi jaringan data yang di dalamnya terdapat satu perantara.
Software	Perangkat lunak.
Tolerance	Batas pakai yang diterima.
Transport	Pembawa
Wired	Dengan Kabel
Wireless	Tanpa Kabel
Zone	Wilayah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL…….. i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING…… ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR…….. iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI…….. iv
HALAMAN PERSEMBAHAN…… v
HALAMAN MOTTO…… vi
KATA PENGANTAR ……... vii
SARI……..…….. x
TAKARIR …….. xi
DAFTAR ISI …….. xiii
DAFTAR GAMBAR ……. xvii
DAFTAR TABEL …….. xix
BAB I PENDAHULUAN …….. 1
1.1 LatarBelakang ……. 1
1.2 RumusanMasalah …… 2
1.3 BatasanMasalah …….. 3
1.4 TujuanMasalah ……... 3
1.5 ManfaatPenelitian ……..…….. 3
1.6 MetodePenelitian …… 4
1.6.1 LiteraturPenelitian ……..…….. 4
1.7 SitematikaPenulisan …… 5
1.7.1 Kesimpulan …….. 6
1.7.2Saran ..……..…….. 6
BAB II LANDASAN TEORI …… 7
2.1 JaringanKomputer ……..…….. 7
2.1.1 Local Area Network ……..... 7
2.1.2 Wireless Local Area Network ……..… 7

2.2 Institute of Electrical and Electronic Engineer (IEEE) …….. 8
2.2.1 IEEE 802.11 a ……. 8
2.2.2 IEEE 802.11 b …… 8
2.2.3 IEEE 802.11 g …… 8
2.2.4 IEEE 802.11 n …… 9
2.3 Wireless Mesh Network …… 9
2.3.1 Arsitektur Wireless Mesh Network …… 10
2.3.1.1 Infrastruktur Wireless Mesh Network ……... 11
2.3.1.2 Client Wireless Mesh Network …….. 12
2.3.1.3 Hybrid Wireless Mesh Network …… 13
2.3.2 Karaktersistik Wireless Mesh Network ……... 15
2.3.3 Protokoldalam Wireless Mesh Network ……. 16
2.3.3.1 Physical Layer Protocol …….. 16
2.3.3.2 Medium Access Control Protocol ……... 17
2.3.3.3 Network Layer Protocol ……. 18
2.3.3.4 Tranport Layer Protocol ……. 19
2.3.3.5 Aplication Layer Protocol ……... 20
2.4 OLSR (*Optimized Link State Routing Protocol*) ..……. 20
2.4.1 UrutanKerja OLSR ……..…… 22
2.5QoS (*Quality of Service*) …….. 27
2.5.1 Throughput ……. 27
2.5.2 Latency ……... 28
2.5.3 Jitter …… 28
2.5.5 Packet Loss ……. 29
2.6 Wireless Router ……..……..... 30
2.7 Open WRT ……..……. 30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN ……..... 32
3.1 PerancanganTestbed ..……..... 32

3.2 Skenario ……..……..... 33
3.2.1 Skenario Self Configure ……. 33
3.2.2 SkenarioSelf Healing……... 34
3.2.3 SkenariopengukuranQoS …… 34
3.3 Topologi …….. 35
3.3.1 Penentuantopologijaringan ……..... 35
3.4 Spesifikasi system ...…… 36
3.4.1 Spesifikasi hardware ……... 36
3.4.1.1 Spesifikasi Hardware untuk wireless mesh router …… 36
3.4.1.2 Spesifikasi Hardware Laptop ……. 38
3.4.2 Spesifikasi software …… 38
3.4.2.1 Spesifikasi software untuk wireless mesh router ……... 38
3.4.2.2 Spesifikasi software pada laptop ……... 39
3.5 Penetuanlokasitestbed …….. 39
3.6 InstallasidanKonfigurasi ...…… 40
3.6.1 Konfigurasi system …… 40
3.6.2 Konfigurasi Wireless ……. 40
3.6.3 Konfigurasi LAN …… 42
3.6.4 Konfigurasi OLSR ……. 44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ……... 47
4.1 RancangBangun …….. 47
4.1.1 Pengalamatan IP Address ……..... 47
4.2 PengujianJaringan ……..... 48
4.2.1 Ping ……..... 48
4.2.2 Self-Configure ……. 50
4.2.3 Self-Healing …… 51
4.3 Analisis ……..……. 53
4.3.1 Self-Configure ……. 53

4.3.2 Self-Healing ……..... 54
4.3.3 Throughput …….. 56
4.3.4 Jitter ……. 58
4.3.5 Latency ……..... 60
4.3.6 Packet Loss …….. 61
4.4 Pembahasan …..……..... 63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ……. 65
5.1 Kesimpulan ……..……... 65
5.2 Saran ……..……. 65
DAFTAR PUSTAKA……. 66
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur *Infrastructure Mesh Network* ……. 12

Gambar 2.2 Arsitektur *Client Mesh Network* …….. 13

Gambar 2.3 Asitekture *Hybrid Mesh Network.* ……... 14

Gambar 2.4 Perbandingan sistem broadcast ……... 21

Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penelitian …….……. 32

Gambar 3.2 Topologi …….…. 35

Gambar 3.3 Linksys WRT54GL tampak depan …….…. 36

Gambar 3.4 Linksys WRT54GL tampak belakang ……. 37

Gambar 3.5 Halaman *System* …….……. 40

Gambar 3.6 Halaman *Wireless* …….……... 41

Gambar 3.7 Halaman *LAN* …….…… 43

Gambar 3.8 Halaman *OLSR* …….…….. 44

Gambar 4.1 Lokasi *Testbed Wireless mesh* ...……..… 47

Gambar 4.2 Ping dari *node* 1 ke *node* 2 ……...…….…….. 49

Gambar 4.3 Ping dari *node* 1 ke *node* 3 ….……..… 49

Gambar 4.4 Jalur terputus ketika *node* 2 mati ……..... 50

Gambar 4.5 Jalur terhubung kita *node* 2 hidup …….. 51

Gambar 4.6 Semua *node* dalam keadaan hidup ……. 52

Gambar 4.7 *Node* 2 dalam keadaan mati ……..…….. 53

Gambar 4.8 *Traceroute* jalur sebelum *self-healing* …… 54

Gambar 4.9 *Traceroute* jalur sesudah *self-healing* ……..…… 55

Gambar 4.10 Perpindahan dari node 2 ke node 4 ……...…… 56

Gambar 4.11 *Throughput* …… 57

Gambar 4.12 *Jitter* …….. 58

Gambar 4.13 *Latency*…..…… 60

Gambar 4.14 *Packet loss* …… 61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi *Ad hoc routing* protokol ……... 19

Tabel 2.2 Routing OLSR …… 26

Tabel 2.3 Batasan *latency* ITU G.114 …… 28

Tabel 2.4 Batasan *jitter* ITU G.114 …… 29

Tabel 2.5 Batasan *packet loss* ITU G.114 …..…… 29

Tabel 3.1 Spesifikasi *wireless router* Linksys WRT54GL ……..…..... 37

Tabel 3.2 Spesifikasi *hardware* laptop ……... 38

Tabel 3.3 Spesifikasi *software* ……..... 39

Tabel 3.4 Halaman *Wireless* …..……. 41

Tabel 3.5 Halaman *LAN* ……..... 43

Tabel 3.6 Halaman *OLSR* ……... 44

Tabel 4.1 Hasil ping proses *Self Configure* ...…… 54

Tabel 4.2 Hasil ping proses *Self Healing* ..……..……... 55

Tabel 4.3 Hasil *Throughput* ……... 57

Tabel 4.4 Hasil *Jitter* ...…….. 59

Tabel 4.5 Hasil *Latency* ……..……. 60

Tabel 4.6 Hasil *Packet Loss* ……... 61

Tabel 4.7 Batasan *Packet Loss* ……... 62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wireless adalah teknologi komunikasi tanpa kabel dimana media penghantarnya melalui udara. Dalam berkomunikasi antar perangkat, *wireless lan* menggunakan frekuensi tertentu untuk standar komunikasi seperti frekuensi 2,4Ghz dan 5,8 Ghz.

Secara umum jaringan *wireless* di bagi menjadi dua *point-to-point* dan *point-to-multipoint*. Jaringan *wireless poin-to-multipoint* atau dikenal dengan jaringan *wireless infrastructure* adalah hubungan dimana sebuah *access point* diakses oleh banyak *client*. Untuk mendapatkan jangkauan yang luas dapat menambahkan dua atau lebih *access point* dengan menggunakan kabel atau disebut (*Wired Distribution System*) dan dapat juga dengan teknik (*Wireless Distribution Sistem*).

Teknologi *point-to-point* atau yang disebut *wireless ad-hoc* teknologi ini pada awalnya hanya mampu melakukan interkoneksi antar dua *node* atau *access point* saja. Dengan berkembangnya teknologi maka *access point* dapat ditambahkan sebuah *routing protokol* sehingga dapat mendistribusikan kelebih banyak perangkat. Dalam jaringan *ad-hoc* terdapat dua jenis model jaringan yaitu *Manet* dan *Mesh*. *Manet* adalah jaringan *wireless* dengan *node* yang bergerak sedangkan *Mesh* adalah jaringan *wireless* dengan *node* yang pasif.

Wireless mesh network adalah teknologi komunikasi yang tersusun oleh beberapa *node* atau radio yang membentuk topologi jala, disebut juga sebagai topologi *mesh*. *Wireless mesh network* terdiri dari *mesh router*, *mesh client*, dan *gateway*. *Wireless mesh network* terbilang cukup handal, hal ini dikarenakan apabila salah satu *node* berhenti beroperasi maka *node* yang lain masih dapat berkomuniasi dengan yang lain. Dalam perkembangan dunia industry telekomunikasi dan radio, *wireless mesh* tidak hanya bekerja seperti *wireless distribution* biasa, banyak para

pengembang perangkat lunak mulai merancang algoritma *routing* protokol untuk digunakan dalam teknologi *wireless mesh network*.

Routing protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) merupakan tipe routing protokol *proactive* dimana routing protokol tersebut melakukan update routing table secara periodik. Dengan mekanisme update routing table secara periodik routing protokol OLSR mampu menjaga kemampuan jaringan tetap realible untuk jalur komunikasi. Selain itu routing protokol OLSR memiliki mekanisme pemilihan node tetangga sebagai *multipoint relay* (MPR) yang bertugas untuk meneruskan paket kontrol keseluruh jaringan. Tujuan pemilihan node tetangga sebagai *multipoint relay* (MPR) untuk mengurangi *overhead* pada jaringan.

Routing protokol OLSR dirancang untuk jaringan dinamis di mana setiap saat terjadi perubahan pada jaringan. Penerapan routing protokol OLSR pada jaringan yang node bersifat tetap maupun berpindah-pindah yang bersifat sporadis. Routing protokol OLSR digunakan juga pada jaringan berskala besar dan padat.

Dalam tugas akhir ini perlunya melakukan analisis kinerja routing protokol OLSR untuk mengetahui karakteristik data yang cocok berjalan di atas routing protokol OLSR. Dengan melakukan pengujian dan menggunakan beberapa parameter dalam pengujian maka akan didapatkan kesimpulan model atau karakteristik data yang cocok berjalan diatas routing protokol tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di jabarkan di atas dapat dirumuskan masalah yaitu, Bagaimana menguji dan menganalisa kinerja *wireless mesh network* yang telah di bangun dengan menggunakan perangkat *wireless router* Linksys WRT54GL yang didalamnya terdapat routing protokol *Optimzed Link State Routing* (OLSR).

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah:

1 Karakteristik transmisi data diukur menggunakan parameter throughput, latency, jitter, packet loss.
2 Dalam penelitian ini menggunakan empat buah *access point*.
3 Jarak antar *access point* ditentukan sesuai dengan keadaan tempat pengujian.
4 Aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: Jperf, PuTTY, VLC, CMD.
5 Faktor interferensi jaringan dalam penelitian tidak diperhitungkan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun sebuah jaringan *wireless mesh network* dengan perangkat jaringan *Wi-fi midle to end* serta penggunaan perangkat lunak *open source* sebagai sistem operasinya. Menerapkan *routing protocol* OLSR pada sebuah *testbed wireless mesh* yang disusun dari beberapa perangkat *wireless router*. Kemudian jaringan yang sudah dibangun akan dilakukan pengujian terhadap koneksi dan *self-configure.* Melakukan analisis kinerja *wireless mesh network* untuk mendapatkan nilai *throughput, latency, jitter* dan *packet loss* dari *wireless mesh network* menggunakan *routing protocol Optimized Link State Routing* (OLSR).

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini, diharapkan pada pihak-pihak yang ingin menggunakan atau mempelajari *routing* protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) pada jaringan *wireless mesh* bisa mendapatkan gambaran secara umum tentang kinerja *routing* protokol *Optimized Link State Routing* OLSR tersebut.

1.6 Metodologi Penelitian

Untuk memenuhi tujuan yang ingin dicapai melalui penulisan laporan penelitian ini, maka ada beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini,yaitu.

1. Studi literature dari buku-buku, makalah dan berbagai sumber *online*.
2. Menentukan parameter, topologi, dan kebutuhan system dalam melakukan *tesbed*.
3. Menentukan skenario yang akan dilakukan dalam *tesbed routing* protokol OLSR.
4. Melakukan implementasi scenario terhadap rancang bangun yang digunakan dalam *tesbed*.

1.6.1 Literatur review

Dalam melakukan penelitian ,peneliti melakukan studi literatur dari beberapa sumber sepeti di bawah ini:

Y. Elniko Dimas B (2012), menggunakan routing protokol *ad hoc Optimized Link State Protocol* (OLSR) dalam penelitiannya untuk mengatasi keterbatasan pada sistem jaringan *wired*. Jaringan *wired* memiliki beberapa kelemahan mulai dari kerumitan instalasi, infrastruktur yang mahal, kesulitan dalam perancangan dan perluasan daerah jangakuan. Penggunaan teknologi *wireless* menjadi salah satu solusi dalam pembuatan jaringan komputer menggunakan banyak kabel yang dinilai boros biaya. Dengan menggunakan *access point* atau *wireless router* sebagai *node* dalam penelitian tersebut maka dibutuhkan sedikit modifikasi pada *access point* atau *wireless router*. Penggunaan perangkat lunak berbasis *opensource* mampu meningkatkan kemampuan *wireless router*. Pada penelitian tersebut menggunakan beberapa *wireless router* dengan topologi mesh dan menggunakan tipe arsitektur *hybrid wireless mesh network*.

V. Lord Sing (2011) dalam penelitiannya melakukan evaluasi kinerja *routing* protokol *Optimized Link State Protocol* (OLSR) pada jaringan *Mobile-Adhoc*. Pada

penelitiannya tersebut dilakukan pengukuran d*elay end-to-end*, pengukuran *troughtput*, *packet delivery ratio* dengan menggunakan *software* analisis wireshark. Bentuk jaringan yang digunakan adalah *client to client* dimana tidak terdapat infrastruktur dan tiap *node* memiliki *multiple wireless link* pada interfacenya sehingga memudahkan untuk selalu terhubung dengan *node* disekitarnya. Karena sifat *node*nya yang *mobile*, maka topologi jaringan ini selalu berubah atau disebut juga *dynamic topologi*. Pada proses implementasinya jaringan ini memiliki beberapa kelebihan yaitu tidak memerlukan *backbone* sebagai infrastruktur, dapat melakukan akses informasi secara *realtime* walaupun dalam keadaan bergerak. Dari hasil pengujian dan analisis didapatkan sebuah kesimpulan, jika salah satu *node* bergerak maka nilai *delay* pada tiap-tiap *node* berbeda-beda. Jika *node* bergerak semua dan berbeda jarak maka akan berpengaruh pada nilai QoS jaringan komunikasi dan penggunaan *end device* sebagai *node* membuat jangkauan sinyal lebih pendek dibandingkan *embedded system* atau *wireless router*.

1.7 Sistematika Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi dari latar belakang masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bagian ini membahas tentang *wireless mesh network*, protokol OLSR, QoS dan *firmware* OpenWRT.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini berisi langkah-langkah installasi, perancangan dan pembangunan *wireless mesh network.*

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bagian ini berisi langkah-langkah pengujian, hasil pengujian dan analisa data hasil pengujian *wireless mesh network.*

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini berisi kesimpulan dan saran dari keseluruhan tugas akhir.

1.7.1 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan bagian yang memuat simpulan-simpulan yang merupakan rangkuman dari hasil analisis pada bagian sebelumnya.

1.7.2 Saran

Saran merupakan bagian yang berisi saran-saran yang perlu diperhatikan berdasarkan keterbatasan yang ditemukan dan asumsi-asumsi yang dibuat selama penelitian dilakukan.

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan kumpulan dari beberapa perangkat komputer dalam tempat yang terpisah jauh dan saling berkomunikasi satu dengan yang lain. Dua buah komputer dapat membentuk suatu jaringan apabila keduanya saling terhubung dan dapat berkomunikasi. Jaringan komputer dibagi menjadi dua menurut media yang digunakan yaitu menggunakan kabel (*wired*) dan menggunakan gelombang (*wireless*)(Geier, 2006).

2.1.1 *Local Area Network*

Local Area Network sebuah jaringan komputer dimana media yang digunakan adalah kabel (*wired*). Data dikirim melalui media kabel yang biasanya berbahan dasar tembaga. Jangkauan jaringan menggunakan teknologi LAN sangat terbatas, hal ini dikarenakan penggunaan kabel dan kurang efisien (Sofana, 2012).

2.1.2 *Wireless Local Area Network*

Wireless Local Area Network adalah jaringan komputer yang menggunakan media gelombang (*wireless*) untuk berkomunikasi. Setiap perangkat dapat terhubung dengan perangkat lain selama dalam daerah jangkauan gelombang. Data yang ditransmisikan melalui udara sehingga lebih fleksibel dibanding menggunakan kabel. Tingkat mobilitas yang tinggi sehingga dapat membantu pengguna dalam berkomunikasi. Standar yang digunakan untuk perangkat *wireless lan* adalah standar IEEE 802.11(Hartono & Purnomo, 2013).

2.2 *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE)

Institute of Electrical and Electronic Engineers adalah sebuah lembaga yang membuat sebuah standar utama bagi produk yang berkaitan dengan teknologi informasi. Beberapa standar yang berada dibawah IEEE seperti *Public Key Cryptography* (IEEE 1363), *FireWare* (IEEE 1394), *Ethernet* (802.3) dan *Wireless Lan* (IEEE 802.11) (Pangera, 2008).

2.2.1 IEEE 802.11 a

IEEE 802.11a adalah standar yang terdapat pada teknologi *wireless fidelity* dan bekerja pada frekuensi 5 Ghz. Model modulasi pada standar 802.11a menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dengan kecepatan data 54 Mbps. Kelemahan standar 802.11a pada jarak jangkauan dimana penggunaan pita frekuensi 5 Ghz membuat radius pancaran lebih pendek dan boros daya. Sedangkan kelebihannya di bandingkan standar 802.11b dan g adalah lebih sedikit intervensi sinyal RF (Pangera, 2008).

2.2.2 IEEE 802.11 b

Standar 802.11b adalah standar *wireless lan* yang bekerja pada frekuensi 2.4Ghz. 802.11b menggunakan teknologi modulasi *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) yaitu pengaturan sistem dalam pengurutan langsung yang beroperasi pada 1, 2, 5,5 dan 11 Mbps (Pangera, 2008).

2.2.3 IEEE 802.11 g

Standar 802.11g adalah strandar *wireless lan* setelah standar 802.11b yang beroperasi pada frekuensi 2,4Ghz. 802.11g adalah standar baru untuk yang memiliki kecepatan data 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, dan 54 Mbps (Pangera, 2008). Walaupun menggunakan frekuensi yang sama dengan 802.11b, tetapi pada 802.11g

menggunakan sistem modulasi yang berbeda yaitu *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) (Purbo, 2011).

2.2.4 IEEE 802.11 n

Standar 802.11n merupakan perkembangan dari standar sebelumnya dimana stnadar ini bekerja pada dua pita frekuensi atau disebut juga *dual-band*. Frekuensi yang digunakan adalah 2,4 Ghz dan 5 Ghz sehingga kompatible dengan standar 802.11a dan 802.11 b/g. Kelebihan selain bekerja pada dua frekuensi yang berbeda, standar 802.11n juga memiliki teknologi *Multiple Input Mutiple Output* (MIMO)(Judiesanto, 2013).

2.3 *Wireless Mesh Network*

Wireless Mesh Network sebuah bentuk jaringan komunikasi yang tersusun dari kumpulan *node* dimana setiap *node* yang terhubung membentuk sebuah jala atau disebut juga *mesh* dan didalam jaringan tersebut biasanya memiliki dua atau lebih jalur komunikasi. Pada topologi *mesh* antar *node* berhubungan secara *point-to-point*. Setiap *node* pada topologi *mesh* tidak hanya bertindak sebagai *host* saja tetapi juga sebagai *router* untuk menetukan jalur dan meneruskan paket-paket informasi ke *node* tetangga sampai ke tujuan (Akyildiz,2005).

Wireless mesh dibangun dengan kemampuan mengkonfigurasi (*self-configure*) dan mengorganisasi (*self-organize*) dirinya sendiri sehingga mampu membuat dan menjaga jalur konektvitas apabila terjadi kerusakan dari salah satu *node*. Kemampuan ini dapat membantu para pengguna jaringan untuk selalu dapat terhubung dimana saja dan kapan saja, juga membawa keuntungan seperti kemudahan perawatan jaringan, biaya pembuatan yang rendah dan realibiltas yang tinggi (Mardani, 2008).

Dalam *node* jaringan *mesh* terdiri dari dua jenis, yaitu *mesh router* dan *mesh client* (Dimas, 2013). Fungsi *mesh router* sebagai *gateway* atau *bridge*, maka modul

wireless mesh network dapat diintegrasikan dengan jaringan *wireless* lainnya seperti *Wi-max, Wifi,* (Xudong & Welling, 2008). *Wireless mesh router* dapat dibangun menggunakan perangkat *end user* seperti PC atau laptop yang telah dilengkapi dengan *network interface*, baik itu *wired* maupun *wireless* (Mardani, 2008).

Wireless mesh network dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan pada teknologi *wireless lan network* tradisional. Dengan berbagai kelebihan yang dimiliki, *wireless mesh network* dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan aplikasi seperti perusahaan besar, kampus, kepentingan pribadi dan area metropolitan yang padat dan kompleks.

2.3.1 Arsitektur *Wireless Mesh Network*

Wireless Mesh Network memliki dua tipe *node* yaitu *mesh router* dan *mesh client*. *Mesh router* memiliki fungsi sebagai *routing* untuk menentukan jalur yang akan dilewati sampai ketujuan dan sebagai *gateway* /*repeater* seperti *wireless router* konvensional. Untuk meningkatkan fleksibilitas dari jaringan *mesh*, pada *mesh router* memiliki *multiple wireless interface.* Dibandingkan *wireless router* konvensional, pada sebuah *wireless mesh router* dapat menerima *coverage* yang sama dengan daya transmisi yang rendah melewati komunikasi *multi hop* (Borcori, 2009).

Wireless Mesh Router dan konvensional *router* pada umumnya dibuat berdasarkan *platform hardware* yang sama. *Mesh router* dapat dibangun dengan komputer konvensional seperti desktop PC dan Laptop.

Pada *mesh client* memiliki fungsi tertentu seperti fungsi *router*. Namun pada *mesh client* tidak memiliki fungsi *gateway* / *bridge* seperti pada *mesh router*. Maka dari itu pada *mesh client* cukup menggunakan satu *wireless interface* sehingga *platform hardware* dan *software* yang digunakan lebih sederhana dibandingkan dengan *mesh router. Mesh client* dapat berupa desktop PC, Laptop, PDA, dan FIP Reader (Clausen, 2003).

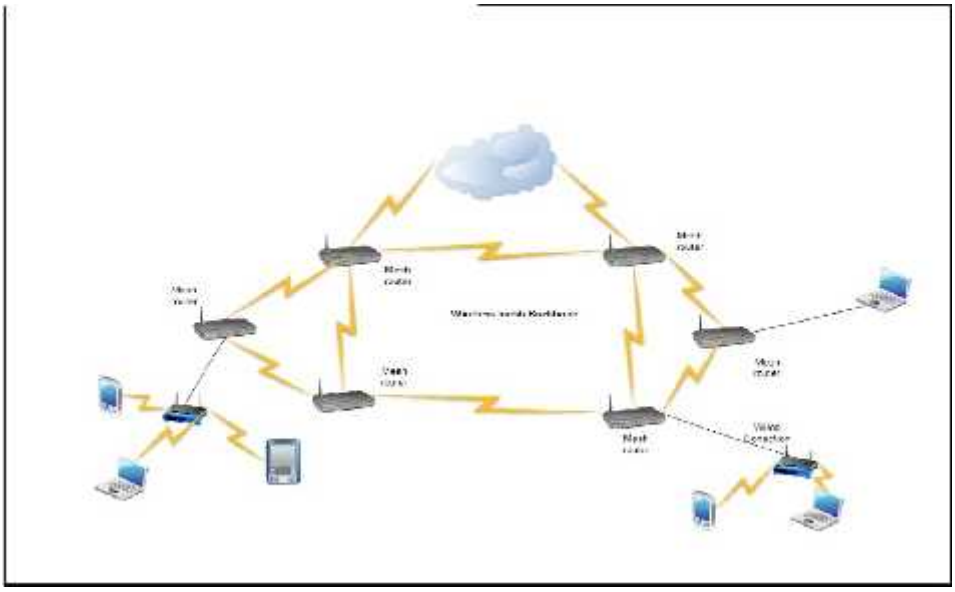
Dengan penggunaan kedua tipe *node* tersebut maka pengklasifikasian arsitektur *wireless mesh network* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

1) *Infrastruktur wireless mesh network.*
2) *Client wireless mesh network.*
3) *Hybrid wireless mesh network.*

2.3.1.1 *Infrastruktur Wireless Mesh Network*

Infrastruktur wireless mesh network adalah arsitektur jaringan *wireless* yang terdiri dari *mesh router* dan *mesh client.* Arsitektur ini memiliki tingkat mobilitas yang kurang baik, hal ini dikarenakan *mesh router* terpasang secara permanen sehingga tidak dapat berpindah tempat. *Mesh router* terhubung dengan *client* secara langsung dengan menggunakan jaringan *wireless* maupun dengan jaringan kabel. *Mesh router* memiliki kemapuan *routing* dan *gateway, mesh router* juga dapat dihubungkan ke internet dan juga memiliki kemampuan untuk mengkofigurasi serta memperbaiki hubungan antar *router* secara mandiri dan periodik (Mardani, 2008).

Infrastruktur Wireless Mesh Network dapat dibangun dengan berbagai model teknologi radio dan standar teknologi radio yang paling banyak digunakan dalam pembuatan *wireless mesh* adalah teknologi IEEE 802.11. Seperti pada Gambar 2.1 adalah contoh bentuk jaringan *wireless mesh* yang menggunakan arsiterktur *infrastruktur wireless mesh network.*

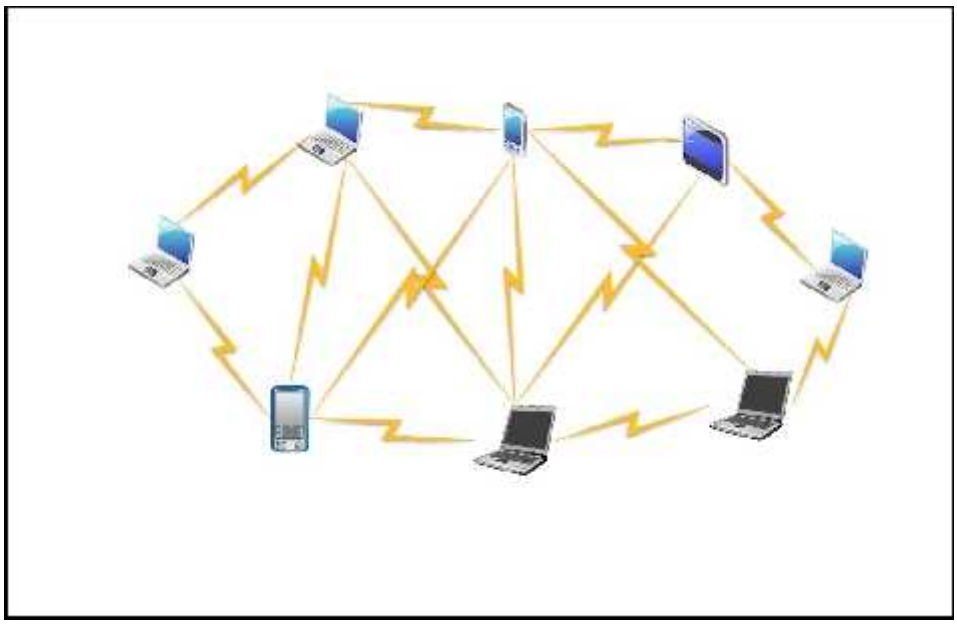


Gambar 2.1 Arsitektur *Infrastructure Mesh Network*.

2.3.1.2 *Client Wireless Mesh Network*

Client wireless mesh network adalah jenis arsitektur dimana perangkat komunikasi terhubung tanpa menggunakan *mesh router*. Setiap perangkat dapat terhubung langsung dan saling berkomunikasi. *Client wireless mesh network* menyediakan jaringan *point to point* antar *node mesh client.* Perangkat yang digunakan dalam tipe arsitektur jaringan ini adalah PC, Laptop, PDA, Smartphone (Borcori, 2009).

Arsitektur ini terbentuk dari sekumpulan *node client* yang membentuk topologi jala, dimana tiap *client* dapat melakukan fungsi *routing* dan konfigurasi, seperti menyediakan aplikasi kepada pengguna *end-device* (Mardani, 2008). Seperti pada Gambar 2.2 dimana perangkat yang biasa digunakan dalam sisi *client* saling terhubung dan membentuk suatu jaringan *mesh* (Adhikari & Regmi, 2013).

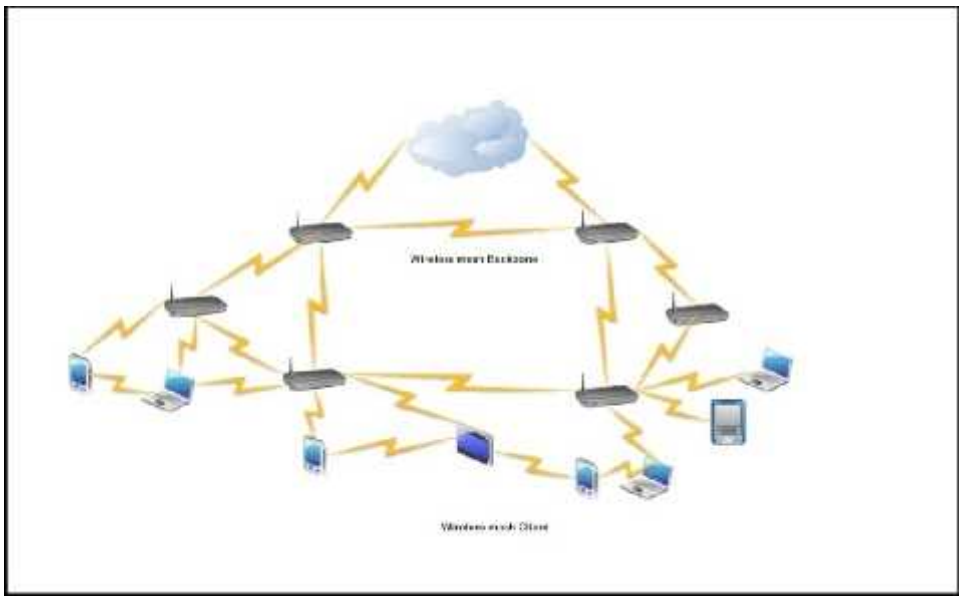


Gambar 2.2 Arsitektur *Client Wireless Mesh Network.*

Dengan begitu tingkat mobilitas sangat tinggi jika dibandingkan dengan tipe *infrastruktur wireless mesh network.* Dalam pengiriman paket data pada *client wireless mesh network* mengguakan model *hop* atau lompatan melalui beberapa *node* hingga sampai ke *node* tujuan (Mardani, 2008). Karena tidak menggunakan *mesh router* seperti pada tipe *infrastruktur wireless mesh network*, *node* pada *mesh client* membutuhkan aplikasi *end-user* yang lebih tinggi karena harus memiliki kemampuan *routing* serta konfigurasi sendiri seperti halnya *mesh router*.

2.3.1.3 *Hybrid Wireless Mesh Network*

Hybrid wireless mesh merupakan kombinasi antara *infrastructure wireless network* dan *client wireless mesh nework*. *Mesh client* dapat terhubung dengan jaringan infrastruktur melalui *mesh router.* Seperti pada Gambar 2.3 dimana *infrastrukture wireless mesh* saling berkomunikasi dan berkomunikasi dengan jaringan *client wireless mesh* (Borcoci, 2013).



Gambar 2.3 Arsitektur *Hybrid Wireless Mesh Network.*

Selain itu pada jaringan *infrastruktur* dari *mesh router* juga dapat terhubung dengan teknologi jaringan yang lainnya seperti *internet wifi*, *wi-max* dan *cellular*. Arsitektur tipe *hybrid* merupakan arsitektur yang paling rumit untuk diterapkan dibanding arsitektur yang lain (Mardani, 2008).

Bagus mardani (2008) dalam penelitiannya tentang wireless mesh network dengan routing protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR), peneliti melakukan perubahan konfigurasi pada file olsrd.conf. Perubahan tersebut dilakukan pada bagian HelloInterval menjadi 5.0 yang berarti paket pesan HELLO akan dikirim setiap 5 detik dan HelloValidityTime menjadi 90.0 yang berarti waktu valid dari informasi paket HELLO tersebut hanya 90 detik. Selain itu pada nilai TcInterval bernilai 2.0 yang berarti pesan *Topology Control* (TC) akan dikirim setiap 2 detik dan nilai TcValidityTime menjadi 270.0 dimana pesan TC akan valid selama 270 detik.

Pada skenario pengujian yang dilakukan, dari beberapa pengujian pada setiap pengujian, nilai interval paket HELLO dinaikkan 5 detik disetiap proses pengujian. Sedangkan perubahan lainnya terjadi pada nilai interval pesan TC dimana setiap proses pengujian nilai dirubah dengan menambah 5 detik dan dimulai dari proses

pengujian ke-2. Pengujian pertama nilai interval pesan TC adalah 2 detik selanjutnya pada pengujian ke-2 nilai interval pesan TC di rubah menjadi 5 detik dan pada pengujian ke-3 nilai interval pesan TC dinailkan 5 detik menjadi 10 detik begitu pun pada proses selanjutnya. Proses perubahan nilai interval paket HELLO dan TC mempengaruhi waktu yang dibutuhkan pada proses *self healing* dan *self configure*. Selain merubah nilai interval pesan HELLO dan TC, Bagus Mardani (2008) juga melakukan pengujian proses *self healing* dan *self configure* dengan memberi beban aplikasi dan tanpa aplikasi yang berjalan diatas jaringan tersebut.

2.3.2 Karakteristik *Wireless Mesh Network*

Wireless mesh network memiliki beberapa karakteristik umum yang sangat mempengaruhi kinerjanya, diantaranya sebagai berikut.

1. *Multi-hop wireless network*

   Karakteristik ini bertujuan untuk memperluas *coverage area* tanpa mempengaruhi kapasitas *channel.* Selain itu untuk menjangkau user yang berada dalam posisi *Non line of sight (NLOS)*(Alhadi, 2008).
2. Kemampuan *self-healing, self-organizing* dan *ad-hoc networking*

   Karakteristik ini dapat meningkatkan performa dari *wireless mesh network* karena sifatnya yang fleksibel dalam jaringan pembuatan, konfigurasi yang mudah, serta *fault tolerance* (Alhadi, 2008).
3. Tingkat mobilitas tergantung dari tipe mesh node.

   Mesh router pada umumnya memiliki kemampuan mobilitas yang rendah, sedangkan *mesh client* dapat diam maupun bergerak *(mobile)* kemanapun.

4. Dependensi terhadap pemakaian daya tergantung jenis *mesh node* yang digunakan (Budiawan, 2008).

   Mesh router tidak mempunyai suatu batasan tertentu dalam penggunaan daya karena *mesh router* bersifat *fixed* dan terhubung langsung dengan sumber daya. Sedangkan pada *mesh client* kemungkinan memerlukan suatu protokol tertentu untuk mengatur penggunaan daya karena sifat *mesh client* yang bersifat bergerak *(mobile)* (Budiawan, 2008).

5. *Compatabillity* dan *interoperability* dengan berbagai jenis teknologi jaringan.

   Dalam *wireless mesh network* dibangun dengan berbasis IEEE 802.11 harus kompatibel dengan standar yang telah ditetapkan oleh IEEE 802.11 yang mendukung keduanya (*mesh* dan *client*). *Wireless Mesh Network* memiliki kemampuan *interoperability* dengan jaringan *wireless* yang lain seperti *wimax* dan *celluar network* (Budiawan, 2008).

2.3.3 Protokol dalam *Wireless Mesh Network*

Lapisan protokol jaringan komputer berdasarkan standar OSI memiliki tujuh lapis. Dari layer atas sampai ke layer terbawah yang dikenal *aplication layer*, *presentation layer*, *session layer*, *transport layer*, *network layer*, *data-link layer*, *physical layer*, dimana tiap *layer* memiliki fungsi masing-masing dan beberapa *layer* yang akan dibahas dalam *Wireless Mesh Network*s (Gotandra, Jayawinata & Ricky, 2013).

2.3.3.1 Physical Layer Protocol

Jaringan *wireless* yang menggunakan IEEE 802.11 memiliki beberapa jenis protokol yang berjalan pada *physical layer*. Beberapa protokol yang berjalan di*physical layer* diantaranya adalah *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) dan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) (Hartono & Purnomo, 2013).

Sebagian besar piranti *wireless lan* yang ada dipasaran menggunakan teknologi DSSS. DSSS bekerja dengan mengambil data 1 dan 0 dengan pola urutan *chipping* atau *processing gain* dan disebut juga dengan kode barker yang merupakan urutan 11 bit (Hartono & Purnomo, 2013). *Processing gain* yang tinggi dapat meningkatkan tahanan sinyal terhadap interferensi gelombang yang lain.

Selain teknologi DSSS, teknologi OFDM merupakan protokol yang berjalan pada standar 802.11a dan 802.11g. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) merupakan pengembangan dari teknologi *Frequency Division Multiplexing* (FDM). Kedua teknologi tersebut bekerja dengan cara mengirimkan sinyal secara simultan dan membagi menjadi beberapa bagian *carrier* (pembawa) atau kedalam kanal frekuensi yang berbeda (*subcarrier*). OFDM mentransmisikan data dengan cara memotong data menjadi potongan yang lebih kecil dan ditransmisikan secara simultan melalui beberapa kanal frekuensi. Dengan mengirimkan potongan data kedalam beberapa kanal frekuensi disebut juga sebagai *orthogonal* yang mencegah terjadinya demodulator dan interferensi terhadap frekuensi lain (Ahson & Ilyas, 2008).

2.3.3.2 Medium Access Control Protocol

Karena media yang digunakan adalah gelombang dan dipakai secara bersama-sama maka ada kemungkinan terjadi tumbukan paket data. Karena menggunakan *wireless lan* maka sangat sulit untuk mendeteksi terjadinya tumbukan. Maka dari itu teknologi *wireless* menggunakan protokol *Carrier Sense Multiple Access* with *Collisoon Avoidance* (CSMA/CA) seperti protokol *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection* (CSMA/CD) pada teknologi *Ethernet* (Pangera, 2008).

Wireless mesh network lebih ditekankan pada komunikasi *multihop* dimana komunikasi topologi jaringan memiliki dua perantara atau lebih maka protokol yang dikembangkan pada MAC *layer* selain *Carrier Sense Multiple Access* with *Collisoon Avoidance* (CSMA/CA) adalah dengan protokol (*Ready to Send / Clear to Send*)

RTS/CTS yang bertanggung jawab atas *throughput* yang aktual 5.0-5.5 Mbps (Pangera, 2008).

Cara kerja protokol CSMA adalah, suatu *node* sebelum mentransmisikan paket data akan memeriksa jalur yang akan digunakan terlebih dahulu, jika jalur sibuk (misal pada saat *node* lain sedang mentransmisikan data) maka *node* yang lain akan menunda pengiriman paket data hingga jalur menjadi bebas untuk menghindari tabrakan. Paket data yang akan dikirimkan membawa informasi perkiraan waktu untuk paket data sampai tujuan. Informasi waktu perkiraan akan dipakai oleh *node* yang lain untuk menentukan *network location vector* (NAV) dan waktu minimum pemakaian jalur (Held, 2005).

2.3.3.3 Network Layer Protocol

Network layer merupakan protokol pada lapisan ketiga pada jaringan komputer model referensi OSI. Lapisan ini memiliki tugas memberikan pengalamat IP, memberikan *header* pada paket data dan melakukan routing. *Network layer* protokol yang digunakan pada *wireless mesh network* mengadopsi *routing* protokol jaringan *Ad hoc*. Dalam perkembangannya *routing* protokol jaringan *ad hoc* dibagi menjadi menjadi beberapa tipe. Tipe *proactive*, *rective*, *flow-oriented*, *hybrid*. Tipe *proactive protocol* adalah jenis protokol yang selalu melakukan pembaharuan daftar rute dengan cara melakukan *broadcast* informasi yang berisi daftar tujuan, rute dan lainnya ke *node* tetangga secara berkala dalam periode tertentu. Contoh tipe protokol ini adalah *Optimized Link State Routing* (OLSR) dan *Destination Sequenced Distance Vector* (DSDV).

Pada tipe *reactive routing* protokol tidak melakukan *broadcast* informasi secara periodik melainkan melakukan update informasi ketika adanya permintaan untuk membangun rute antara *node* tetangga. Namun dalam kenyataannya *routing* protokol jenis ini memiliki kelemahan yaitu memiliki *time latency* yang tinggi dalam menentukan rute. Contoh tipe protokol ini adalah *Ad hoc On-Demand Distance*

Vectore (AODV), *Dynamic Source Routing* (DSR) dan *Temporar Ordered Routing Algorithm* (TORA).

Untuk tipe *hybrid routing* protokol adalah gabungan dari *proactive routing* protokol dan *reactive routing* protokol. Penggunaan routing protokol jenis ini hanya digunakan pada kasus kasus tertentu. Contoh tipe protokol ini adalah *Zone Routing Protocol* (ZRP).

Tabel 2.1 Klasifikasi *Ad hoc routing* protokol.

(Anakkebo, 2011)

No.	Proaktif	Reaktif
1	*Destination Sequenced Distance Vector* (DSDV).	*Signal Stability Routing* (SSR).
2	*Wireless Routing Protocol* (WRP).	*Dynamic Source Routing* (DSR).
3	*Cluster Switch Gateway Routing* (CSGR).	*Temporary Ordered Routing Algorithm* (TORA).
4	*Source Tree Adaptive Routing* (STAR).	*Ad Hoc on Demand Distance Vector Routing* (AODV).
5	*Optimized Link Stated Routing Protocol* (OLSR).	*Relative Distance Microdiversity Routing* (RDMAR).
6	*Zone Routing Protocol* (ZRP): gabungan routing protokol reaktif dan proaktif	

2.3.3.4 Transport Layer Protocol

Terdapat dua protocol utama pada *transport layer protocol*, yaitu (TCP) *Transport Control Protocol* dan (UDP) *User Datagram Protocol*. Protokol TCP menyediakan layanan menyediakan layanan pengiriman data yang handal dengan *end to end* deteksi dan *correction error*. Protokol UDP menyediakan sebuah layanan pengiriman datagram tanpa koreksi atau *connection less* dan *low overhead*. Protokol

TCP yang diadaptasi teknologi *wireless mesh network* walaupun tetap digunanakan namun kurang memberikan hasil yang maksimal. Protokol TCP memiliki kekurangan dalam penggunaan di dalam teknologi *wireless mesh network* yaitu TCP tidak bisa membedakan *loss* yang diakibatkan dari *congestion* ataupun *non-congestion*, sehingga bila terjadi *non-congestion loss* maka akan terjadi penurunan *troughput* pada jaringan secara drastis. Apabila terjadi kerusakan pada jalur, protokol TCP konvensional tidak dapat memperbaiki jalur dengan cepat.

2.3.3.5 Aplication Layer Protocol

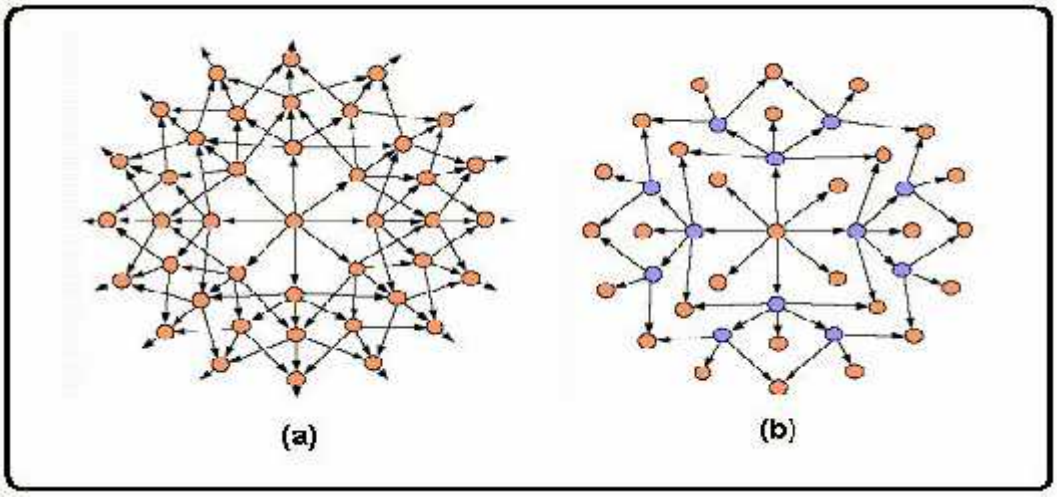
Aplication layer adalah bagian paling atas dari ketujuh layer atau disebut *user program* dimana layer ini menjembatani *layer* sebelumnya dengan *user*. Terdapat tiga fungsi utama aplikasi yang digunakan dalam suatu *wireless mesh network* yaitu akses *internet*, penyimpanan informasi, pertukaran informasi antar teknologi *wireless* lainnya.

2.4 OLSR (Optimized Link State Routing)

Optimized Link State Routing (OLSR) merupakan routing protokol yang digunakan dalam jaringan *Ad-hoc*. Routing protokol *Optimized Link State Routing* merupakan turunan dari routing protokol *Open Shortest Path First* (OSPF) yang bekerja menggunakan algoritma *link state* (Dimas, 2013).

Link state algorithm yang digunakan dalam routing protokol *Open Shortest Path First* (OSPF) bekerja dengan cara membanjiri setiap *node* tetangga dengan paket informasi hingga keseluruh jaringan, protokol ini juga dapat menyediakan rute dengan cepat apabila dibutuhkan. Selain memiliki keunggulan mengupdate rute dengan cepat, ternyata pada proses update tabel routing dengan cara membanjiri seluruh jaringan dengan paket yang berisi informasi rute mengakibatkan *overhead* pada jaringan. Routing protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR) memiliki karakteristik yang mirip dengan *link state* konvesional yaitu membanjiri paket

informasi secara periodik. Untuk mengurangi *overhead*, OLSR melakukan pengurangan ukuran paket informasi dan melakukan proses memilih beberapa *node-node* tetangga untuk bertindak sebagai *Multi Point Relay* (MPR) (Seputra, 2011). Perbandingan kinerja pada *Optimized Link State Routing* (OLSR) dan routing protokol *link state* konvensional pada umumnya seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Perbandingan sistem broadcast (a) General Broadcasting (b) MPR Broadcasting (Tonnesen, 2013)

Pada dasarnya teknik *Multi Point Relay* (MPR) pada routing protokol Optimzed Link State Routing (OLSR) untuk meminimalisir *overhead* dari paket informasi karena retransmisi paket informasi ke *node* yang sama. Dalam jaringan yang menggunakan routing protokol Optimized Link State Routing (OLSR) dengan memilih *node* tetangga terdekat untuk menjadi *Multi Point Relay* (MPR) untuk meneruskan paket *topology control* yang berisi informasi tentang topologi jaringan yang ada.

Optimized Link State Routing (OLSR) dirancang untuk dapat bekerja pada kondisi terdistribusi atau selalu bergerak dan tidak memerlukan pengaturan terpusat. OLSR tidak membutuhkan jalur transmisi yang baik dalam mengirimkan paket kontrol. Setiap *node* pada jaringan mengirimkan paket kontrol secara periodik dimana setiap paket kontrol yang dikirimkan memiliki *sequence number* (nomor urut) yang dapat menandakan tingkatan baru pada tiap paket tersebut.

OLSR menggunakan teknologi *multihop routing* dimana setiap *node* menggunakan informasi *routing* terbaru dalam mentransmisikan paket informasi sehingga apabila terdapat *node* yang bergerak atau berpindah tempat maka pesan akan dikirim padanya akan tetap dapat diterima selama dalam jangkauan.

2.4.1 Urutan kerja OLSR

Routing protokol OLSR memiliki urutan langkah-langkah kerja secara umum sebagai berikut (Clausen & Jaqcuet, 2003):

1. *Link Sensing* (Deteksi hubungan)

   Link sensing pada jaringan dengan routing protokol OLSR adalah proses dimana tiap *node* akan mengirimkan paket HELLO terus menerus secara periodik untuk mengetahui hubungan dengan *node-node* tetangga. Hasil pemrosesan paket HELLO *message* oleh *node* tetangga berupa daftar *local link set* yang berisi informasi hubungan *local interface* pada *node* tersebut dengan *interface* pada *node –node* tetangga (Mardani, 2008).

   Informasi yang terdapat didalam *local link set* routing protokol OLSR adalah sebagai berikut:

   - L_local_iface_addr,
   - L_neighbor_iface,
   - L_SYM_time,
   - L_ASYM_time,
   - L_time.

L_local_iface_addr adalah alamat *interface* dari node tersebut, L_neighbor_iface adalah *interface* pada pada node tetangga, L_SYM_time adalah waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi hubungan dengan node tetangga dianggap simetris, L_ASYM_time adalah waktu yang dibutuhkan node untuk mendeteksi hubungan dengan node tetangga dianggap asimetris, dan L_time merupakan waktu yang digunakan hingga informasi ini diangap kadaluarsa (Mardani, 2008).

L_SYM_time digunakan dalam penentuan Link Type pada status hubungan dengan node-node tetangga. Apabila L_SYM_time dinyatakan tidak kadaluarsa maka hubungan dengan node tetangga bersifat simetris dan jika L_SYM_time dinyatakan telah kadaluarsa maka hubungan dengan *node* tetangga bersifat asimetris. Jika L_SYM_time dan L_ASYM_time dinyatakan kadaluarsa maka hubungan dengan node-node tetangga dinyatakan hilang atau tidak terhubung (Clausen & Jacquet, 2003).

2. *Neighbor detection* (Deteksi node tetangga)

Setiap *node* akan melakukan proses pendeteksian node tetangga dengan melakukan *broadcast* paket pesan HELLO ke node tetangga yang masih dalam jangkauannya dan mendapatkan balasan berupa informasi alamat-alamat *node-node* tetangganya beserta *link status*-nya (Clausen & Jacquet, 2003). Setiap node yang mendapat balasan akan menyimpan informasi tentang node tetangga ke dalam *neighbor set.* Informasi yang disimpan pada *neighbor set* adalah sebagai berikut:

- N_neighbor _main_addr,
- N_status,
- N_willingness.

N_neighbor_main_addr berisi informasi tentang alamat dari *node* tetangga, N_status berisi informasi yang menunjukan status hubungan dengan *node* tetangga bersifat SYM atau NOT_SYM. N_willingness berisi informasi

tingkat ketersediaan *node* untuk meneruskan paket untuk kepentingan *node* lain dengan nilai interger 0-7(Clausen & Jacquet, 2003).

Neighbor set digunakan untuk menyimpan informasi node tetangga 1-hop dan juga node tetangga 2-hop nya. Informasi tentang node tetangga 2-hop akan disimpan dalam 2-*hop neighbor set.* Informasi node tetangga 2-hop yang di simpan di dalam 2-*hop neighbor set* antara lain:

- N_nieghbor_main_addr,
- N_2hop_addr,
- N_time.

N_neighbor_main_addr berisi informasi alamat dari node tetangga 1-*hop*, N_2hop_addr berisi informasi alamat node tetangga 2-*hop* dengan status hubungan simetris dengan node tetangga 1-*hop* nya. N_time adalah waktu informasi yang berada pada 2-*hop neighbor set* hingga dikatakan kadaluarsa dan harus di hapus (Mardani, 2008).

3. *MPR selection* (Pemilihan MPR)

Penggunaan *Multipoint Relay* (MPR) bertujuan untuk mengurangi overhead ynag diakibatkan oleh pembanjiran broadcast pesan di dalam jaringan dengan cara mengurangi retransmisi. Setiap node akan melakukan pemilihan node tetangga 1-hop yang bersifat simetris sebagai *Multipoint Relay* (MPR) untuk melakukan retransmisi pesan-pesan. Node tetangga yang tidak terpilih menjadi *Multipoint Relay* (MPR) tidak akan meneruskan dan mengirim kembali pesan-pesan tersebut (Clausen & Jacquet, 2003).

Selain hubungan harus bersifat simetris node tetangga yang terpilih menjadi MPR juga harus berada dalam jangkauan sejumlah node tetangga 2-*hop*. Semakin sedikit jumlah MPR maka makin sedikit penggunaan *control traffic overhead* yang di gunakan dalam routing protokol (Mardani, 2008).

Setiap node menyimpan informasi tentang node-node tetangga ysng telah dipilih menjadi MPR ke dalam "*MPR set*" yang di dalamnya berisi

alamat node yang menjadi MPR. Setiap node juga akan menyimpan informasi tentang node-node yang memilih menjadi MPR dan informasi tersebut di simpan kedalam “MPR Selector Set”. Informasi yang di simpan di dalam MPR Selector set antara lain:

- MS_main_addr,
- MS_time.

MS_main_addr berisi informasi alamat node-node yang telah memilih node tersebut sebagai MPR. MS_time berisi informasi tentang waktu yang dibutuhkan bahwa informasi tentang set tersebut di katakan kadaluarsa dan harus di hapus (Mardani, 2008).

4. *Topology control messages* (Pengiriman TC)

Proses pendeteksian hubungan dan node-node tetangga merupakan proses untuk mendapatkan informasi tentang node-node tetangga yang dapat secara langsung dan dikombinasi dengan mekanisme *broadcast* pesan menggunakan MPR untuk mengirimkan informasi topologi keseluruh jaringan. TC *message* berguna untuk memberikan informasi *routing* kepada setiap *node* yang terhubung pada jaringan untuk menentukan jalur (Mardani, 2008). Setiap node yang terpilih menjadi *multipoint relay* (MPR) dalam jaringan akan mengirimkan *topology control message* (pesan TC) untuk mendeklarasikan kumpulan rute-rute yang disebut *advertised link set* (Clausen & Jacquet, 2003).

Rute-rute terbentuk dari *advertised link* dan hubungan dengan node-node tetangga. Setiap node harus mempunyai informasi tentang hubungan antara dirinya sendiri dengan node yang berada di dalam *MPR selector set* nya untuk mendapatkan informasi routing yang baik (Mardani, 2008).

Pesan TC yang di kirim berguna untuk memberikan informasi tentang *link-state* bagi setiap node pada jaringan sehingga dapat di gunakan dalam penentuan rute yang dapat di gunakan. Setiap informasi yang di dapat dari

pesan TC akan di simpan oleh setiap node ke dalam “Topology Set” dan isi informmasi yang terdapat pada “Topology Set” antara lain:

- T_dest_addr,
- T_last_addr,
- T_seq,
- T_time.

T_dest_addr berisi informasi tentang alamat *node* yang dapat di capai dalam 1-*hop* dari node yang memiliki alamat pada T_last_addr. Sehingga T_last_addr merupakan alamat MPR dari *node* yang ada pada T_dest_addr. T_seq adalah nomor urut dan T_time untuk menunjukan batas waktu informasi hingga dikatakan kadaluarsa.

5. *Route calculation* (Penghitungan rute)

Dengan informasi yang didapat dari informasi *link state* serta pertukaran pesan secara periodik dan disertai informasi konfigurasi interface dari setiap node maka setiap node akan melakukan kalkulasi *routing table.* Setiap *node* memiliki *routing table* yang berisi informasi jalur yang dapat dilalui untuk komunikasi menuju *node-node* lain dalam jaringan (Mardani, 2008).

Routing table yang dibuat oleh setiap node berdasarkan informasi yang terdapat dalam *local link information base* (*local link set, neighbor set, 2-hop neighbor set, MPR set*) serta informasi pada *topology set.* Apabila terjadi perubahan informasi pada set-set tersebut maka routing table pun akan dikalkulasi ulang untuk meng-*update* informasi setiap rute tujuan dalam jaringan (Mardani, 2008).

Adapun informasi yang di simpan dalam routing table antara lain seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel *Routing* OLSR

1	R_dest_addr	R_next_addr	R_dist	R_iface_addr
2	R_dest_addr	R_next_addr	R_dist	R_iface_addr

3	……..	……..	……..	……..

R_dest_addr berisi alamat *node* yang dapat dituju dalam jangkauannya. R_next_addr merupakan informasi alamat node hop berikutnya dari node yang alamatnya terdapat pada R_dest_addr. R_dist berisi informasi tentang jarak atau jumlah *hop* yang harus dilalui untuk node tujuan tersebut. R_iface_addr merupakan informasi alamat *interface* pada *node* sumberyang dapat digunakan untuk menghubungi *node* pada R_next_addr (Clausen & Jacquet, 2003).

Informasi yang disimpan pada setiap *entries* di dalam *routing table* untuk node dalam yang memilki rute yang tidak terputus untuk menuju node tersebut. Setiap node tujuan yang rutenya terputus dan tidak memiliki informasi yang lengkap maka tidak akan dimasukkan dalam *routing table* (Mardani, 2008).

2.5 QoS (*Quality of Service*)

Quality of Service dapat diartikan juga sebagai ukuran kualitas dari sebuah jasa atau layanan. Sedangkan dalam hal ini adalah sebuah kualitas layanan sebuah jaringan yang ada. QoS digunakan dalam penelitian untuk mengukur seberapa tingkat kepuasan dari pengguna. Semakin tinggi nilai dari QoS maka dapat dikatakan semakin tinggi tingkat kepuasan pengguna (Kazemitabar, Ahmed, Nisar, Said, & Hasbullah, 2010).

QoS dalam sebuah jaringan adalah kualitas jaringan yang ada saat ini mampu memberikan layanan secara baik dan optimal.

2.5.1 *Throughput*

Throughput adalah kecepatan (*rate*) *transfer* data efektif, yang diukur dalam *Kbps*. *Troughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu

tersebut. Aspek utama *throughput* yaitu berkisar pada ketersediaan *bandwidth* yang cukup untuk suatu aplikasi. Hal ini menentukan besarnya trafik yang dapat diperoleh aplikasi saat melewati jaringan. *Throughput* ini dapat diukur setelah terjadinya transmisi data (Abror, Hadi, & Winarno, 2011).

2.5.2 *Latency*

Latency adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket data terhitung dari saat pengiriman oleh *transmitter* sampai saat diterima oleh *receiver* (Agoes & Putranto, 2007). Berdasarkan rekomendasi ITU, batasan *latency* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Batasan *Latency* (Internaational Telecomunnitacion Union).

Latency Range	**ITU-T *Recommendation***
0 to 150 *ms*	*Excellent*
150 to 300 *ms*	*Good*
300 *ms to 450 ms*	*Poor*
>450 ms	*Unnaceptable*

2.5.3 *Jitter*

Jitter adalah variasi *Latency* antar paket yang tidak konstan jaringan. Efek *jitter* yang tidak konstan bisa mengakibatkan waktu *Latency* yang besar (Kazemitabar, Ahmed, Nisar, Said, & Hasbullah, 2010). Besarnya nilai *jitter* akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket (*congestion*) yang ada dalam jaringan IP. Semakin besar beban trafik di dalam jaringan akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya congestion dengan demikian nilai *jitter*-nya akan semakin besar. Semakin besar nilai *jitter* akan mengakibatkan nilai QoS akan semakin turun. Berdasarkan rekomendasi ITU, batasan *jitter* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Batasan *Jitter* (International Telecomunnication Union).

Jitter	**Kualitas**
0 – 20 *ms*	Baik
20 – 50 *ms*	Cukup
> 50 *ms*	Buruk

2.5.4 *Packet loss*

Packet loss adalah kehilangan paket ketika terjadi *peak load* dan *congestion* (kemacetan transmisi paket akibat padatnya *traffic* yang harus dilayani) dalam batas waktu tertentu. Pada protokol TCP, jika terjadi *packet loss* maka akan dilakukan pengiriman kembali paket yang hilang tersebut. Sedangkan pada protokol UDP tidak melakukan pengiriman ulang paket yang hilang tersebut, hal itulah yang menyebabkan terjadinya *packet loss*. Standar *packet loss* dapat dilihat pada Tabel 2.5 (ITU G.114).

Tabel 2.5 Batasan *Packet Loss* (International Telecomunnication Union).

Packet Loss	**Kualitas**
0 – 0.5%	Sangat Baik
0.5 – 1%	Baik
> 1.5%	Buruk

2.6 Wireless Router

Wireless router merupakan pengembangan dari *access point* berfungsi sebagai penghubung antar *client* dan memiliki kemampuan memfoward IP *public* kedalam IP *private* jaringan local. Didalam sebuah *wireless router* selain memiliki *port* LAN biasanya terdapat satu *port* WAN. Selain mampu memfoward IP, *wireless router* juga mampu melakukan *routing* paket-paket data hanya saja kemampuan tidak selengkap *router* khusus (Henri, 2013).

Untuk memperluas kemampuan alat ini, bisa dengan melakukan *Upgrade firmware* lain. Beberapa paket *firmware* banyak digunakan *wireless router* antara lain; DD-WRT, OpenWRT, X-WRT, *Gargoyle*, *Sveasoft*, *RouterTech*, *Tomato* dan *Freifunk* (Instant Fundas, 2010).

2.7 OpenWRT

OpenWRT merupakan salah satu program *firmware* dari beberapa nama *firmware* berbasis linux yang digunakan dalam suatu *embedded device* yang banyak digunakan. Pada awal pengembangannya OpenWRT dikembangkan terbatas pada seri Linksys WRT54G, namun dengan berkembangnya teknologi secara terus menerus seiring waktu OpenWRT memperluas dukungan mencangkup *chipset*, produsen dan jenis perangkat seperti TP-LINK, NetGear, D-Link, ASUS dan lain-lain. OpenWRT berkembang dengan pesat karena kemudahannya dalam memodifikasi fitur-fitur tambahan diluar fitur-fitur yang sudah disediakan oleh pihak *manufaktur* sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna. (Instand Foundas, 2010).

Berbeda dengan *firmware* bawaan dari pabrikan *wireless router* yang menggunakan semua fitur dalam satu *firmware*, OpenWRT hanya menyediakan konfigurasi minimal dan kemampuan dukungan paket-paket tambahan. Dengan menggunakan paket-paket pendukung maka fitur-fitur yang tidak diperlukan dapat

dihilangkan. Untuk mengatur paket-paket fitur pada OpenWRT menggunakan sistem IPKG seperti yang terdapat pada distro linux Debian (Instant Foundas, 2010)

Saat ini sudah banyak *firmware* OpenWRT yang dikembangan diantaranya sebagai berikut (openwrt.org, 2012):

1. White Russian 0.9.

   White Russian merupakan *firmware* OpenWRT yang pertama kali dikembangkan dan telah diuji kestabilannya. *Firmware* ini terbukti kestabilannya dan memiliki dokumen dan tutorial yang lengkap. Namun White Russian telah diberhentikan pengembangannya dan versi terakhir dari *firmware* White Russian ini adalah versi 0.9 yang rilis pada awal tahun 2007.

2. Kamikaze.

   Merupakan perkembangan dari *firmware* sebelumnya yang dimana memiliki dukungan untuk perangkat *wireless router* lebih banyak. Selain itu OpenWRT kamikaze juga memiliki kernel baru dan versi terakhir adalah Kamikaze 8.09 yang dirilis pada tahun 2010.

3. Backfire.

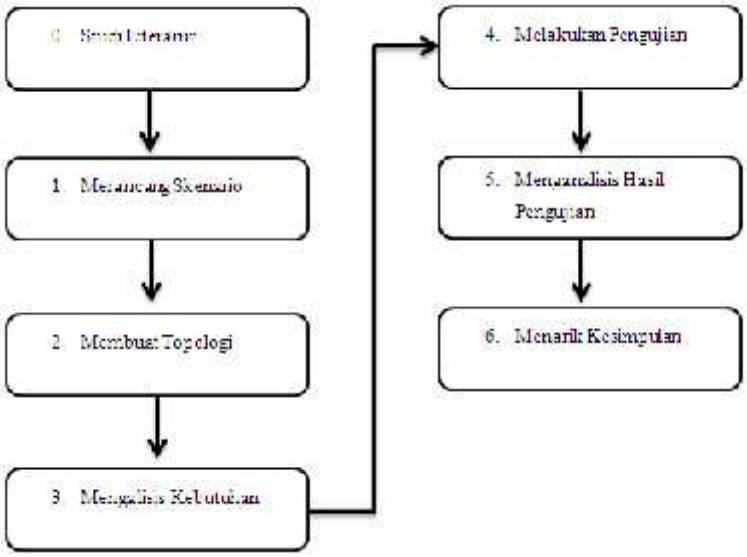
   Backfire rilis pertama kali di tahun 2010 menggantikan OpenWRT Kamikaze. *Firmware* backfire memiliki kelebihan dengan dukungan perangkat yang jauh lebih banyak bahkan bukan hanya perangkat *wireless router* saja. Selain itu Backfire sudah mengikutsertakan Luci pada seri Backfire versi 10.03.1.

4. Attitude Adjustment

   Attitude Adjustment merupakan versi terbaru *firmware* OpenWRT dimana memiliki fitur dan dukungan perangkat yang lebih banyak. OpenWRT Attitude Adjustment telah mendukung prosesor berasitektur X86 atau yang lebih dikenal pada komputer desktop. Attitude Adjustment dirilis pada bulan april 2013.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini peneliti membuat beberapa tahapan penelitian yang dikerjakan yaitu studi literatur, perancangan, pembuatan skenario, topologi yang digunakan, analisis kebutuhan, pengujian, analisis hasil pengujian, kesimpulan seperti pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penelitian

5.1 Perancangan *Testbed*

Langkah pertama yang dilakukan dalam perancangan *testbed* adalah menentukan langkah-langkah pembangunan *testbed*. Adapun langkah-langkah yang diambil dalam pembangunan *testbed*, yaitu:

1. Pembuatan skenario pengujian *self configure* dengan menggunakan tiga buah *router* dimana salah satunya akan dimatikan dan dihidupkan kembali.

2. Pembuatan skenario pengujian *self healing* dengan menggunakan empat buah *router* dimana jika salah satu mati maka bisa dilakukan pengecekan perpindahan jalur komunikasi.
3. Pembuatan skenario pengujian *troughput, jitter, latency* dan *packet loss.*
4. Penentuan topologi jaringan yang akan digunakan dalam proses *testbed.*
5. Penentuan perangkat apa saja yang dibutuhkan dalam proses *testbed.*
6. Menentukan lokasi untuk melakukan *testbed*.
7. Mengkonfigurasi jaringan yang akan digunakan *testbed.*

5.2 Skenario

3.2.1 Skenario *self-configuration*

Pengujian *slef configure* adalah unutk mengetahui kemampuan dan waktu yang dibutuhkan dari sebuah *router* untuk melakukan konfigurasi pada dirinya hingga dapat bergabung dengan jaringan yang sudah ada. Pengujian ini dengan cara melakukan perintah *ping* pada laptop 1 ke laptop 2 dan pada saat itu juga *node*2 di matikan dan hidupkan kembali. Pengukuran dilakukan dengan parameter mulai dari berhentinya *reply* hangga kembali mendapat balasan *reply*. Adapun skenario yang digunakan seperti dibawah ini.

Skenarionya adalah:

1. Meletakkan *router* satu dengan *router* tiga dengan jarak yang jauh sehingga tidak saling terhubung.
2. Meletakkan *router* dua diantara *router* satu dengan *router* tiga di tempat yang telah ditentukan.
3. Melakukan perintah PING melalui laptop satu ke laptop dua.
4. Menghitung waktu yang dibutuhkan *router* dua untuk menghubungkan *router* satu dengan *router* tiga dengan menghitung hasil *reply* pada laptop satu.

3.2.2 Skenario *self healing*

Skenario*self healing* ini dibuat oleh peneliti untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dan kemapuan *router*yang ada dalam jaringan *wireless mesh network* membentuk jalur baru apabila terjadi masalah pada jalur yang biasa dilalui. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *PuTTY*dan melakukan perintah *traceroute* dari laptop 1 ke laptop 2. Adapun tahapan skenario yang digunakan peneliti dalam pengujian ini seperti dibawah ini.

Skenarionya adalah sebagai berikut.

1. Memasang empat buah *router* sesuai dengan tempat yang telah ditentukan.
2. Melakukan perintah *traceroute* melalui aplikasi *PuTTY* dari laptop satu ke alamat laptop dua.
3. Melihat jalur yang dilewati untuk berkomunikasi dari laptop satu menuju laptop dua .
4. Untuk melakukan pengujian *Self healing* maka mematikan salah satu *power router*, yaitu *power router* dua.
5. Melihat kembali jalur yang dilewati dalam berkomunikasi antara laptop satu ke laptop dua.

3.2.3 Skenario pengukuran QoS

Pada skenario ini peneliti akan mengambil data antara lain meliputi *throughput, Jitter, Latency, Packet loss.* Teknik yang digunakan dalam skenario ini adalah dengan membaut salah satu laptop sebagai *servervideo* dan laptop lain sebagai*client* untuk melakukan *video streaming lan*. Hal ini dilakukan peneliti untuk memberikan beban terhadap jaringan yang telah peneliti buat untuk mengetahui performa kinerja dari jaringan *wireless mesh* yang menggunakan routing protokol *Optimized Link State Network* (OLSR).

Adapun urutan langkah-langkah dalam pembuatan skenario seperti dibawah ini.

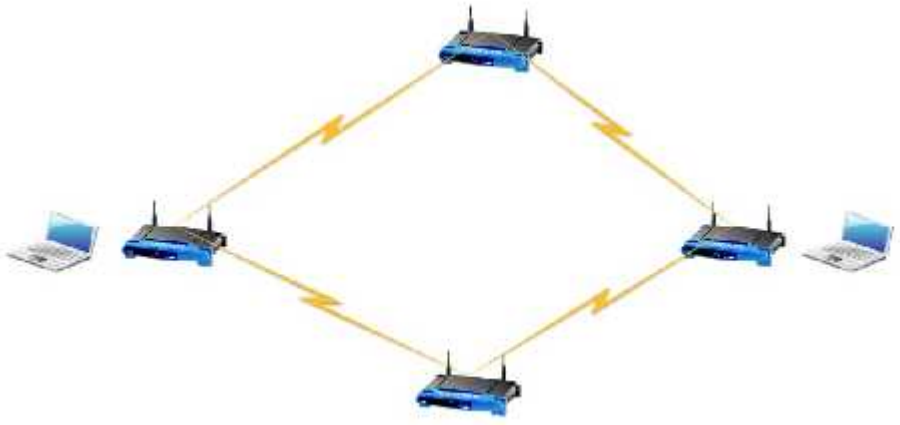
1. Memasang *router* sesuai dengan tempat yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Melakukan test koneksi kesegala *router* untuk mengetahui sudah terhubung atau belum.
3. Melakukan konfigurasi pada laptop yang digunakan sebagai *server* untuk *video streaming*.
4. Melakukan konfigurasi aplikasi *monitoring* jaringan pada laptop *client*.
5. Melakukan streaming *video* dan *monitoring* jaringan melalui laptop *client*.

5.3 Topologi

Tahap berikutnya adalah pembuatan topologi yang sesuai skenario yang telah dibuat dengan langkah-langkah yang telah ditentukan.

3.3.1 Penentuan topologi jaringan.

Dalam penelitian ini topologi jaringan *wireless mesh* yang akan dibangun adalah jaringan *wireless mesh* dengan tipe arsitektur *infrastructure wireless mesh* dimana jaringan didalam jaringan terdiri dari beberapa *wireless router* sebagai *node.* Bentuk topologi yang akan digunakan dalam *testbed* seperti pada gambar



Gambar 3.2 Topologi

Bentuk topologi pada Gambar 3.2 dapat memenuhi tujuan dalam melakukan *testbed* dalam rangka untuk mengetahui atau menguji kinerja dari jaringan *wireless mesh* yang menggunakan *routing protocol* OLSR. Seperti pada Gambar 3.2 bahwa jaringan *wireless mesh* terbentuk dari tiga buah *wirelss router* yang terhubung dengan dua buah komputer *user* dengan menggunakan *wireless card* maupun dengan *Ethernet*.

5.4 Spesifikasi *sistem*

5.4.1 Spesifikasi *Hardware*

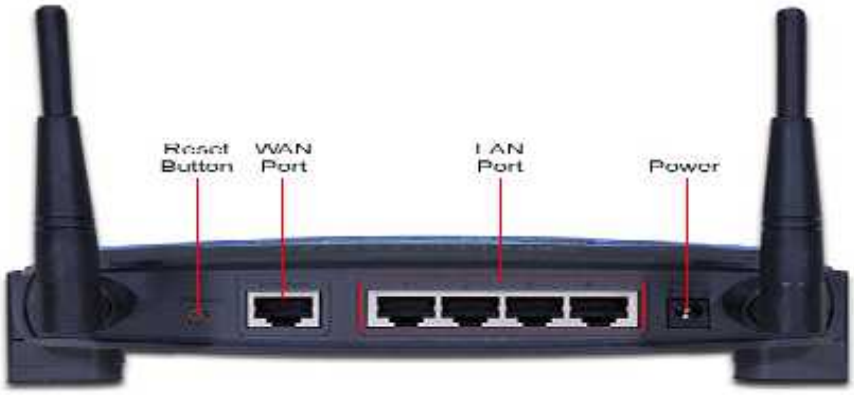
Sesuai dengan bentuk topologi jaringan yang digunakan untuk *testbed* maka untuk membangun sebuah jaringan *infrastruktur mesh* maka menggunakan lima buah *wireless router* sebagai *mesh router* dan beberapa *user* dengan koneksi *wireless* dan LAN.

3.4.1.1 Spesifikasi *Hardware* untuk *wireless mesh router*

Wireless router yang akan digunakan dalam *testbed* menggunakan *wireless router* yang mudah dimodifikasi sehingga dapat digunakan sesuai keperluan jaringan *mesh*. *Wireless router* yang digunakan adalah *wireless router* Linksys WRT54GL seperti pada gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar. 3.3 Linksys WRT54GL tampak depan.



Gambar. 3.4 Linksys WRT54GL tampak belakang

Wireless router Linksys WRT54GL yang telah dimodifikasi menggunakan sistem operasi / *firmware* yang berasis linux karena sifatnya yang *open source*sehingga dapat disesuaikan kebutuhan dalam membangun rancangan perangkat untuk *testbed*. *Wireless router* ini memiliki memiliki empat buah port LAN yang dapat digunakan utuk koneksi *wired* menggunakan kabel UTP dan satu buah port WAN yang dapat digunakan untuk koneksi ke *server* atau *Internet*.

Adapun spesifikasi dari router yang digunakan adalah :

Tabel 3.1 Spesifikasi *Wireless router* Linksys WRT54GL

1.	Tipe	*Wireless router* Linksys WRT54GL v1.0
2.	Wireless Network Standar	IEEE 802.11 b/g
3.	Wireless data transfer rate	54 Mbps
4.	Wireless indoor range	100m
5.	Wireless outdoor range	300m
6.	Security protokol	WPA, 128bit WEP, 64bit WEP
7.	Network Standar	IEEE 802.3 Ethernet 10 base T
8.	Routing	TCP/IP

9.	Managemen	Web base
10.	Wan port	1
11.	Ethernet port	4

3.4.1.2 Spesifikasi *Hardware* laptop

Untuk spesifikasi *hardware* komputeryang digunakanberdasarkan bentuk topologi jaringan maka penggunaan laptopatau *desktop* PC dalam *testbed*. Penggunaan laptop atau *desktop* PC agar dapat menampilkan fungsi *host* yang dapat melakukan fungsi monitoring dan konfigurasi serta menyediakan aplikasi *end-user* pada pengguna jaringan. Adapun spesifikasi yang digunakan pada penelitian ini dapat di lihat pada tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Spesifikasi *Hardware*laptop

Spesifikasi		Laptop 1	Laptop 2
1.	Prosesor	Core 2 Duo 1.3 Ghz	AMD Turion 2.0 Ghz
2.	RAM	2 Gb	4 Gb
3.	Harddisk	320 Gb	160 Gb
4.	Wireless Lan	Intel Wireless 1000 b/g/n	Atheros AR928X b/g/n
5.	Ethernet	Atheros Gigabit Lan	Broadcom Gigabit Lan

5.4.2 Spesifikasi *software*

Spesifikasi *software* yang digunakan dalam *testbed* dibagi menjadi dua, spesifikasi yang digunakan dalam *wireless mesh router* dan spesifikasi untuk *user*.

3.4.2.1 Spesifikasi *software* untuk *wireless mesh router*

Spesifikasi *software* yang digunakan pada *wireless mesh router*adalah menyangkut penggunaan sistem operasi atau *firmware* yang ada pada *wireless router*

tersebut. *Wireless router* Linksys WRT54GL sebenarnya sudah mempunyai *firmware*bawaan namun *firmware*tersebut tidak bersifat fleksibel dan tidak dapat untuk dimodifikasi untuk penggunaan sebagai *wireless mesh router*. Untuk itu digunakan sebuah *firmware*berbasis Linux yang disebut OpenWRT. OpenWRT bersifat *opensource*sehingga dapat mudah dimodifikasi serta memiliki banyak *package-package* tambahan yang dapat digunakan sesuai kebutuhan*testbed*.

Spesifikasi OpenWRT yang digunakan pada *wireless mesh router*untuk *testbed* antara lain :

Tabel 3.3 Spesifikasi *software*

1.	Tipe	Freifunk berlin radio
2.	Develop by	Openwrt.org
3.	OS	Linux
4.	Genre	Router OS
5.	License	GPL
6.	Package management	Ipkg package management

3.4.2.2 Spesifikasi *software*pada laptop

Tidak ada spesifikasi khusus dalam pemilihan software untuk digunakan pada laptop *user*. Setiap sistem operasi seperti Windows, Linux dan sebagainya dapat digunakan selama kompatibel untuk penggunaan jaringan baik itu *wireless* maupun *wired*.

5.5 Penentuan lokasi *testbed*

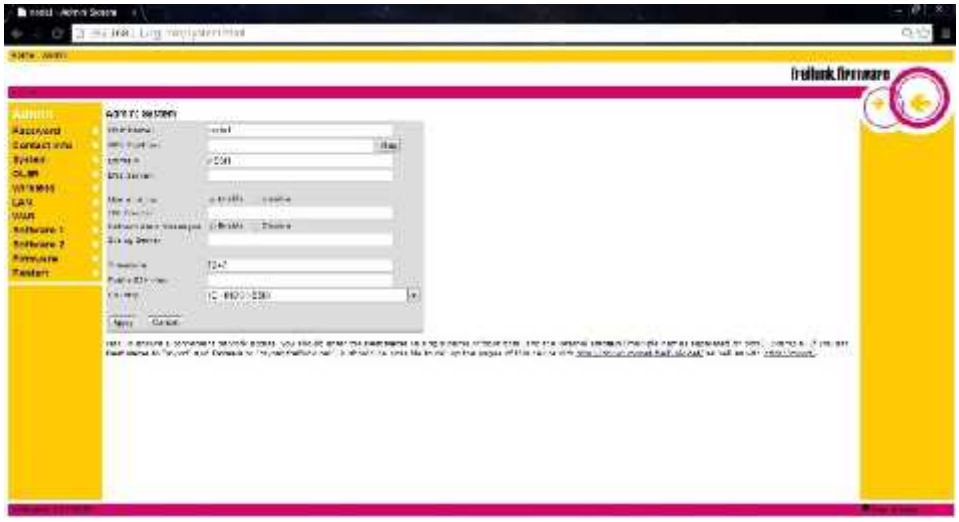
Observasi lapangan dilakukan menggunakan aplikasi *inssider* untuk mendapatkan informasi tentang *channelWifi* yang sedang aktif disekitar *node* yang akan dipasang. Hal ini berguna untuk menentukan *channel* mana yang dapat

digunakan agar tidak terjadi interferensi dengan jaringan lain. Pengambilan data dilakukan pada lima titik sesuai dengan rencana penempatan masing-masing *node*.

5.6 Installasi dan Konfigurasi

3.6.1 Konfigurasi *System*

Pada bagian Admin: Sistem kita dapat memasukan beberapa detail teknis seperti hostname, domain, DNS server, Timezone, dan GPS yang dapat kita gunakan melalui Google Map untuk mengetahui posisi lokasi kita seperti pada gambar 3.5.

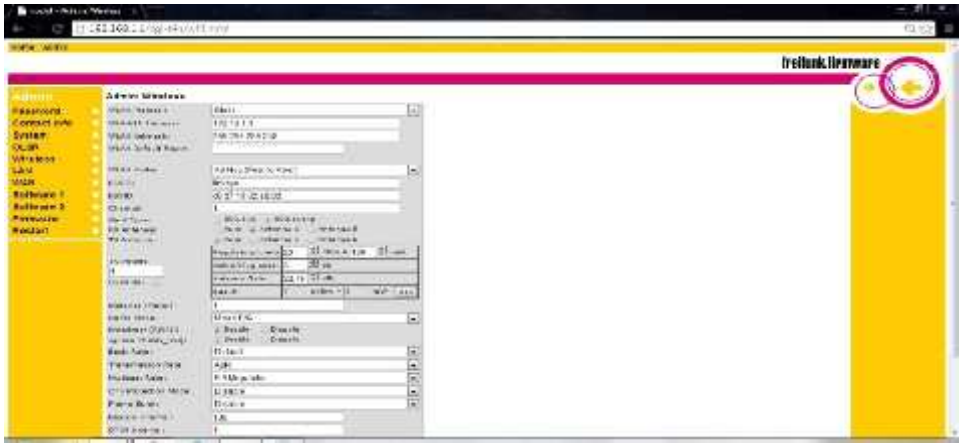


Gambar 3.5. Halaman system

3.6.2 Konfigurasi Wireless

Sebelum melakukan tes jaringan untuk itu diperlukan konfigurasi terlebih dahulu pada *wireless router*, adapun beberapa parameter *wireless* yang perlu dikonfigurasi antara lain WLAN protocol dengan memilih Static, WLAN IP Address, WLAN Netmask, tipe WLAN mode diset mode Ad-Hoc (peer-to-peer), ESSID diisi dengan nama Linksys, BSSID yang merupakan MAC address *wireless* pada *node*1 sebagai gateway untuk mengunci jaringan *mesh* dan *channel* yang digunakan. Pada bagian *channel* diset *channel* sesuai dengan hasil *scanning* menggunakan aplikasi

innsider hal ini berguna untuk menghindari interferensi antar perangkat jaringan *wireless* (Purbo, 2012).



Gambar 3.6 Halaman wireless

Tabel 3.4 Halaman Wireless

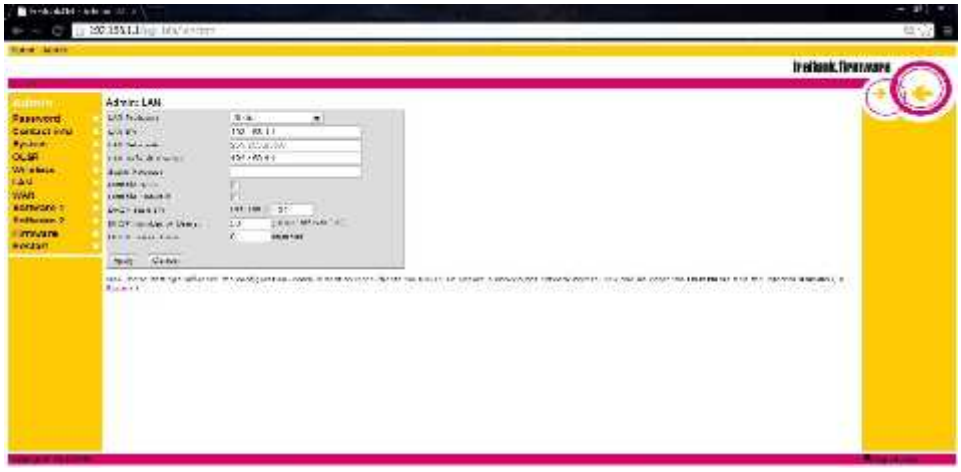
Menu	Konfigurasi
WLAN Protocol	Static
WLAN-IP Address	10.0.0.1
WLAN Netmask	255.255.255.0
WLAN Default Route	Tidak diisi
WLAN Mode	Ad Hoc (Peer to Peer)
ESSID	Linksys
BSSID	c8:d7:19:82:a8:bd
Channel	6
Card Type	802.11 b/g
RX Antenna	Antenna A
TX Antenna	Auto
TX Power	25
Override	Tidak diisi
Distance (meter)	2

Radio Mode	Mixed B/G
Broadcast (E)SSID	Enable
Ignore PROBE_REQ	Enable
Basic Rate	Default
Transmision Rate	Auto
Multicast Rate	5.5 Megabit/s
CTS Protection Mode	Disable
Frame Burst	Disable
Beacon Interval	100
DTIM Internal	1
Fragmentation Threshold	2346
RTS Threshold	2347
MTU Value	Tidak diisi

karena keterbatasan lokasi *tesbed* maka *transmit power* perlu diturunkanuntuk membatasi daerah jangkauan *wireless*.

3.6.3 Konfigurasi LAN

Pengalamatan ip untuk *interface*LAN disesuaikan dengan pengalamatan yang sudah ditentukan diawal. Parameter yang perlu diatur untuk konfigurasi ini IP Address LAN, LAN netmask, LAN Default Route untuk gateway yang dituju atau bisa juga dikosongkan (Purbo, 2012).



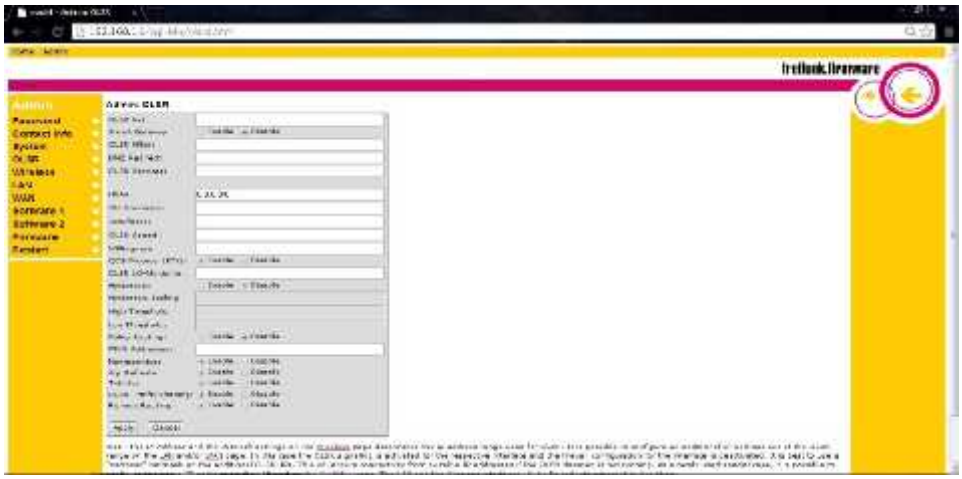
Gambar 3.7 Halaman LAN

Tabel 3.5 Halaman LAN

Menu	Konfigurasi
LAN Protocol	Static
LAN IP	192.168.1.1
LAN Netmask	255.255.255.0
LAN Default Route	0.0.0.0
Static Routes	Tidak diisi
Disable NAT	Tidak diisi
Disable Firewall	Tidak diisi
DHCP Start IP	192.168.1.100
DHCP Number of Users	50
DHCP Laese Time	0 (second)

3.6.4 Konfigurasi OLSR

Tahapan selanjutnya adalah konfigurasi pada bagian OLSR dengan menginput data HNA4 yang defaultnya 0.0.0.0/0. Kita dapat mengisi HNA4 dengan menambahkan *network address* pada router jika kita ingin memberitahukan bahwa ada LAN lain di belakang kita, seperti 192.168.1.0/24 (Purbo, 2012).



Gambar 3.8 Halaman OLSR

Tabel 3.6 Halaman OLSR.

Menu	Konfigurasi
OLSR Net	Tidak diisi
Smart Gateway	Disable
OLSR Filter	Tidak diisi
DMZ Redirect	Tidak diisi
OLSR Services	Tidak diisi
HNA4	0.0.0.0/0
IPv4 Broadcast	Tidak diisi
Interface	Tidak diisi
OLSR Speed	Tidak diisi
Willingess	Tidak diisi

QoS Protocol (ETX)	Enable
OLSR LQ-Multipler	Tidak diisi
Hysteresis	Disable
Hysteresis Scaling	Tidak diisi
High Threshold	Tidak diisi
Low Threshold	Tidak diisi
Policy Routing	Disable
PING Addresses	Tidak diisi
Name sevice	Enable
Arp Refresh	Enable
Txinfo	Enable
OLSR Traffic Shaping	Enable
Fisheye Routing	Enable

Berikut configurasi *default* pada file olsrd.conf pada *firmware* OpenWRT freifunk

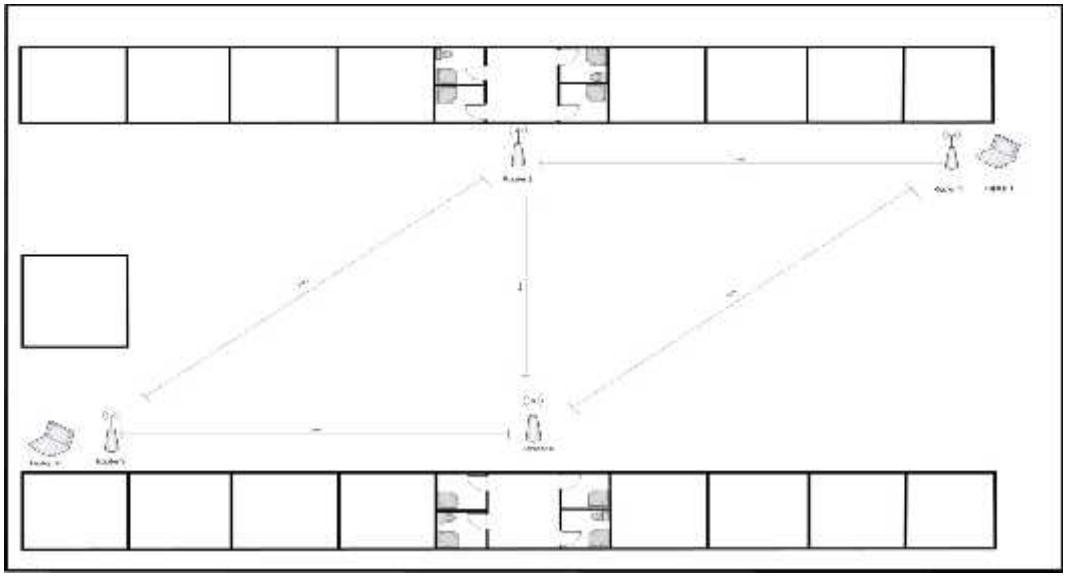
```
Interface "eth1"
{
HelloInterval                 3.0
 HelloValidityTime            125.0
TcInterval                    2.0
TcValidityTime                500.0
MidInterval                   25.0
MidValidityTime               500.0
HnaInterval                   10.0
HnaValidityTime               125.0
}
```

Berdasarkan sintak file konfigurasi olsrd.conf interface yang digunakan dalam berkomunikasi ke jaringan adalah *eth1*. Konfigurasi selanjutnya pada nilai pada HelloInterval default dari firmware *freifunk* bernilai 3.0 yang berarti pesan Hello akan dikirim setiap 3 detik. HelloValidityTime merupakan waktu yang digunakan dalam menentukan bahwa pesan Hello masih valid atau tidak. Nilai validasi dari pesan Hello bernilai 125.0 yang berarti batas waktu yang digunakan oleh pesan Hello dalam keadaan valid adalah 125 detik. Apabila pesan Hello melebihi dari batas waktu yang ditentukan pada nilai HelloValidityTime maka pesan Hello akan dianggap kadaluarsa dan selanjutanya pesan akan didrop atau dibuang. TcInterval merupakan waktu pengiriman pesan *Topology Control* (TC) dengan nilai 2.0, dimana pesan TC akan dikirim setiap 2 detik keseluruh jaringan. Didalam pesan TC terdapat daftar jalur-jalur untuk komunikasi yang terbentuk dalam jaringan yang dibangun. Pesan TC memiliki masa kadaluarsa dimana konfigurasi batas waktu yang digunakan dalam menentukan batas kadaluarsa berada pada TcValidityTime. Nilai pada TcValidityTime sebesar 500.0, yang berarti batas waktu pesan TC untuk dinyatakan sampai kadaluarsa adalah 500 detik.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancang Bangun

Perancangan jaringan dibuat sesuai dengan kebutuhan topologi dan lokasi yang digunakan dalam pengujian *wireless mesh network*. Seperti pada gambar 4.1, menggunakan empat buah *wireless router* dengan posisi yang disesuaikan dengan tempat yang di gunakan dalam pengujian *wireless mesh network* dengan *routing protocol* OLSR.



Gambar 4.1 Lokasi *testbed Wireless Mesh*

4.1.1 Pengalamatan IP *Address*

Pengalamatan IP Adress dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Router 1	:	IP Address	:10.0.0.1
		Subnet mask	:255.255.255.0
Router 2	:	IP Address	:10.0.0.2
		Subnet mask	:255.255.255.0

Router 3	:	IP Address	:10.0.0.3
		Subnet mask	:255.255.255.0
Router 4	:	IP Address	:10.0.0.4
		Subnet mask	:255.255.255.0
Laptop 1	:	IP Address	:192.168.1.100
		Subnet mask	:255.255.255.0
Laptop 2	:	IP Address	:192.168.3.100
		Subnet mask	:255.255.255.0

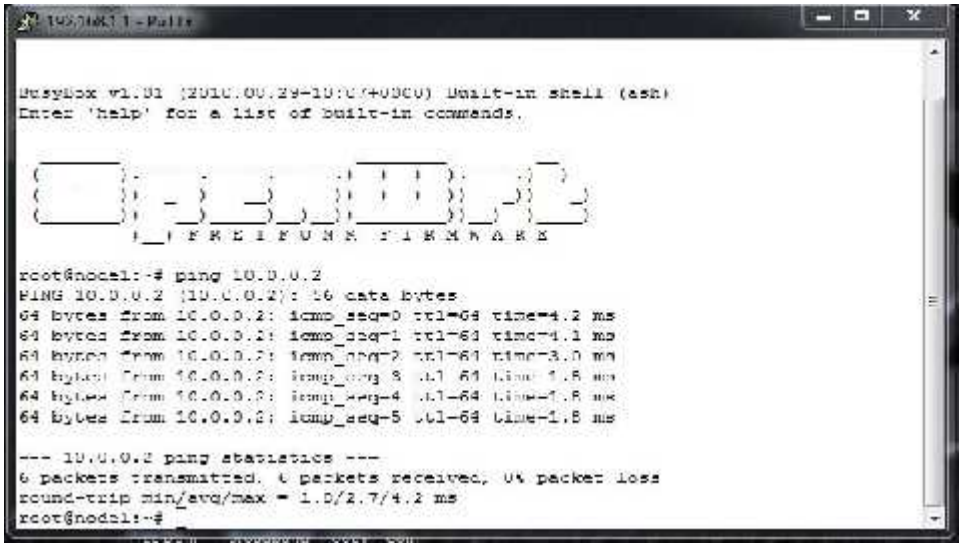
4.2 Pengujian Jaringan

Proses pengujian jaringan dilakukan untuk menguji jaringan yang telah dibangun berdasarkan scenario siap untuk digunakan dalam pengambilan data tentang kinerja routing protokol OLSR. Adapun skenario pengujian yang dilakukan penelitian ini, yaitu:

1. Skenario pertama adalah pengujian kemampuan *self-configure* pada*wireless meshrouter*.
2. Skenario kedua adalah pengujian kemampuan *self-healing* dari *wireless router mesh router* pada jaringan *wireless mesh network.*
3. Skenario ketiga adalah pengujian pemakaian *throughput, latency, jitter*dan *packet loss*pada jaringan *wireless mesh network.*

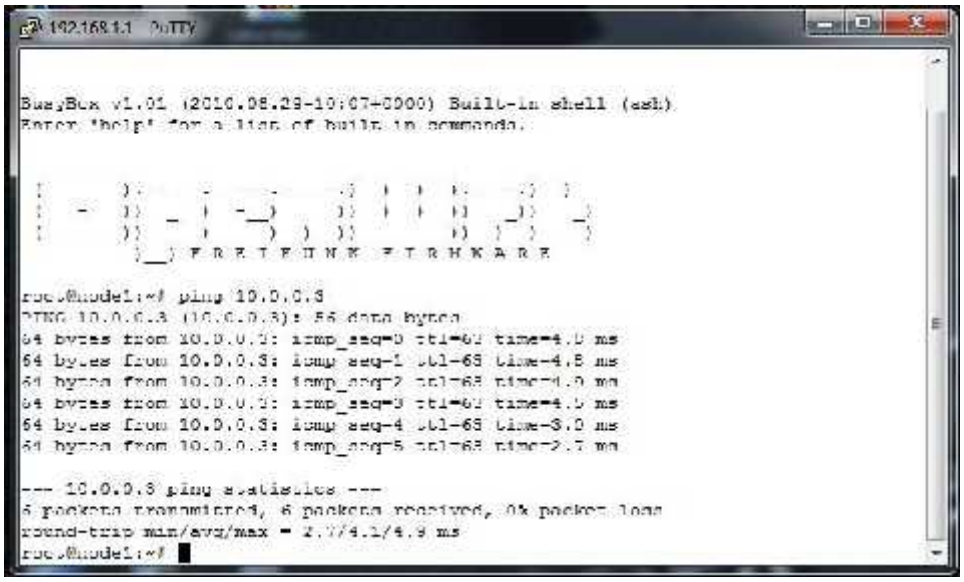
4.2.1 Ping

Ping sebuah utilitas yang biasa digunakan dalam pengujian jaringan komputer berbasis *transmission control protocol/internet protocol* (TCP/IP). Dengan utilitas ini kita dapat melakukan pengecekan jaringan apakah jaringan kita sudah terhubung atau belum. Dalam pengujian ini, langkah awal adalah *login* ke sebuah *wireless router* yaitu *node* 1 dengan menggunakan aplikasi *PuTTY*. Mengakses melalui mode *ssh* dan *login* sebagai *admin*, setelah masuk sebagai *admin* maka dengan perintah *ping* dari *node* 1 ke *node* yang lain untuk mengetahui apakah *node* 1 sudah terhubung dengan *node-node* yang lain.



Gambar 4.2 Ping dari *node* 1 ke *node* 2

Proses ping yang terlihat pada Gambar 4.2 menandakan bahwa *node* satu telah terhubung dengan *node* dua sehingga jalur yang dibangun dari *node* satu ke *node* dua siap untuk digunakan untuk komunikasi. hal ini dapat dilihat dari perintah *ping* dari *node*satu ke *node* dua dan mendapat pesan balasan berupa *reply* dari *node* dua.



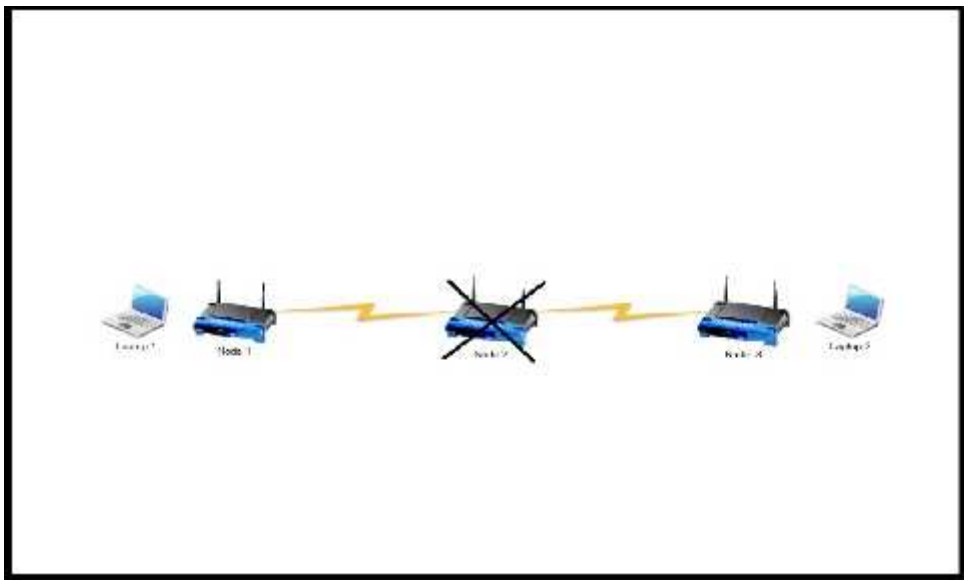
Gambar 4.3 Ping dari *node* 1 ke *node* 3

Pada proses ping selanjutnya*node* 1 dan 2 sudah terhubung kini giliran *node* 3 melakukan komunikasi dengan *node* 2 dan melakukan *update table routing* sehingga *node* tiga dapat mengenali *node* 1 dari *node* 2. Hal ini dapat dibuktikan dengan melakukan perintah *ping* dari *node* satu ke alamat *node* 3 dimana setelah melakukan perintah *ping* dari *node* satu maka pesan *icmp* dari *node* 1 diterima oleh *node* 3 dan dijawab oleh *node* 3 dengan adanya pesan *reply*.

4.2.2 *Self Configure*

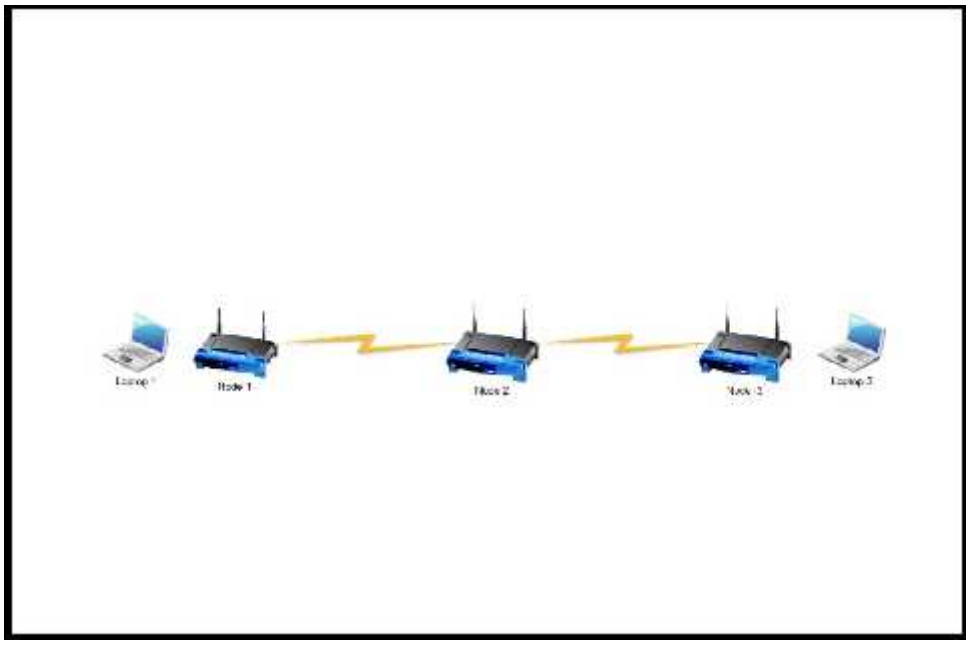
Pengujian *self configure*untuk melihat kemampuan *wireless mesh router*melakukan konfigurasi pada saat *wireless mesh router* tidak aktif dan hingga aktif dan dapat bergabung dengan jaringan *wireless mesh network* yang sudah ada sebelumnya.

Pengujian ini menggunakan dua buah laptop dan empat buah*wireless router* antara lain *node* 1, *node* 2, *node* 3 dan *node* 4. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengujian adalah dengan melakukan *Ping*dari laptop satu ke laptop dua melalui *node* 1.



Gambar 4.4 Jalur terputus ketika *node* 2 mati

Karena pada saat itu *node* 2 mati dan *node* 3 berada diluar jangkauan *node* 1 maka pesan yang dihasilkan oleh perintah *Ping* adalah *Request Time Out* yang menandakan bahwa tujuan tidak dapat dicapai. Kemudian*node* 2 dinyalakan, maka dalam beberapa saat *node* 1 dengan *node* 3 saling terhubung dengan *node* 2 sebagai penghubung.



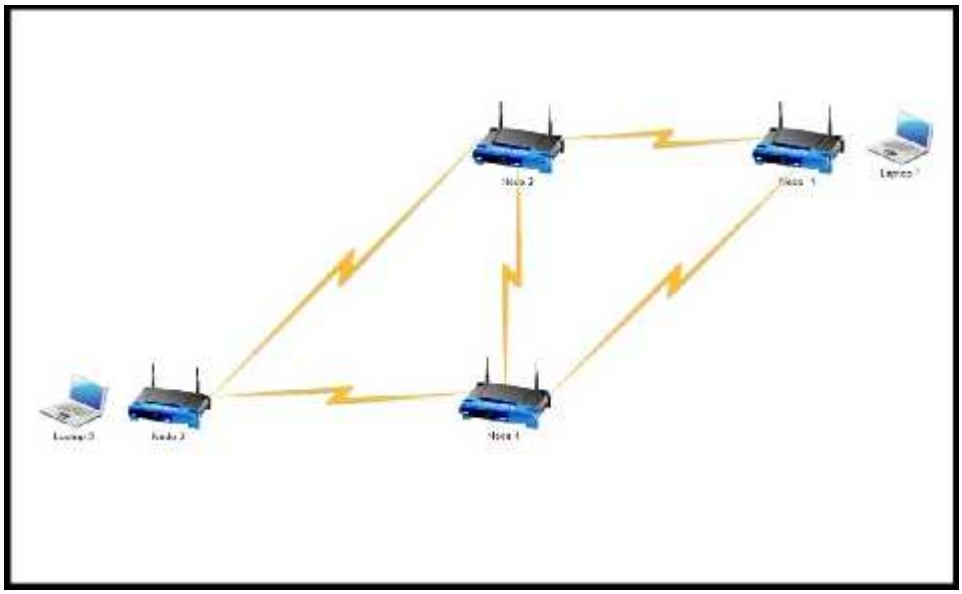
Gambar 4.5 Jalur terhubung ketika *node* 2 hidup.

Setelah*node* 2 aktif, maka perintah *ping* dilakukan lagi untuk menguji sudah terhubung atau belum dari laptop 1 melalalui *node* 1. Kemampuan *node* 2 inilah yang di sebut sebagai *self-configure* yaitu kemampuan mengkonfigurasi sendiri dengan jaringan *wireless mesh network* yang sudah ada.

4.2.3 *Self Healing*

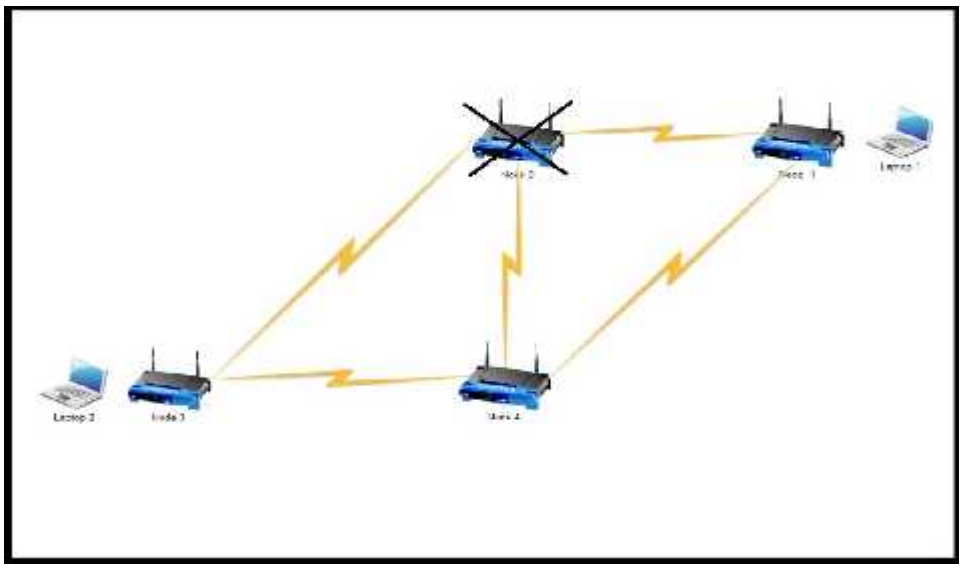
Self Healing merupakan kemampuan dari sebuah *wireless mesh router* untuk membuat atau mencari rute yang baru apabila jalur pertama yang dilaluinya terputus atau mengalami permasalahan (Dimas, 2012). Dengan memiliki kemampuan *self healing,* jaringan *wireless mesh* mampu menjaga jaringan tetap *realable.*

Skenario pengujian *self-healing*untuk mengetahui kemampuan dan lama waktu yang dibutuhkan oleh *node* memperbarui sambungan komunikasi ketika salah satu *node* yang dilaluinya pada jalur pertama terpilih mengalami kerusakan. Seperti terlihat pada Gambar 4.6dimana semua *node* dalam keadaan hidup dan jalur awal yang di gunakan untuk *node*1 berkomunikasi ke *node*3 melalui jalur *node*2 karena jarak *node* 2 lebih dekat dibanding *node* 4 akan tetapi bukan berarti *node* 4 tidak dapat dilalui.



Gambar 4.6 Semua *node* dalam keadaan hidup

Untuk mengetahui proses *self-healing* maka pengujian*self-healing* di lakukan dengan cara mematikan *power* pada *node*2 karena merupakan jalur pertama yang di pilih, agar terjadi pemindahan jalur yang akan di lalui dan bisa terhubung ke *node*3.



Gambar 4.7*Node*2 dalam keadaan mati

Setelah *node* 2 dimatikan dan setelah jalur mengalami perubahan maka di perlukan melakukan perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses *self-healing*dengan melakukan perintah *ping* dari *node*1 menuju *node*3.

4.3 Analisis

4.3.1 *Self Configure*

Pengujian *self configure* adalah untuk mengetahui kemampuan dan waktu yang dibutuhkan dari sebuah *wireless mesh router* untuk melakukan konfigurasi pada dirinya hingga dapat bergabung dengan jaringan yang sudah ada. Pengujian ini dengan cara melakukan perintah *ping* pada laptop 1 ke laptop 2 dan pada saat itu juga *node*2 di matikan dan hidupkan kembali. Pengukuran dilakukan dengan parameter mulai dari berhentinya *reply* hangga kembali mendapat balasan *reply*.

Berdasarkan hasil pengujian kemapuan *self configure* pada routing protokol *Optimized Link State Routing Protocol* (*OLSR*) seperti terlihat pada Tabel 4.1 dibawah ini. Waktu yang dibutuhkan *node*2 untuk membuat jalur dari mati hingga terhubung dengan *node*1 dan *node*3.

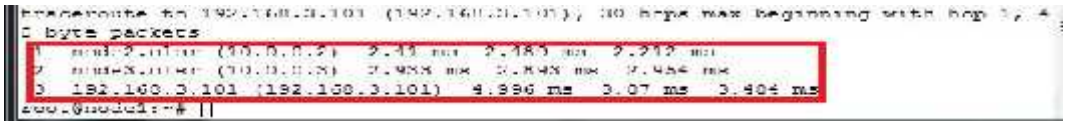
Tabel 4.1 Hasil ping proses *Selfconfigure*

No	Waktu (s)
1	30
2	41
3	45
4	41
5	44
6	40
7	43
8	40
9	44
10	46
Rata-rata	41,1

4.3.2 *Self Healing*

Pengujian *self healing* adalah untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan *wireless mesh router* dalam membentuk jalur baru apabila terjadi masalah pada jalur yang biasa dilalui. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan perintah *traceroute* melalui aplikasi *PuTTY* dari laptop 1 ke laptop 2.

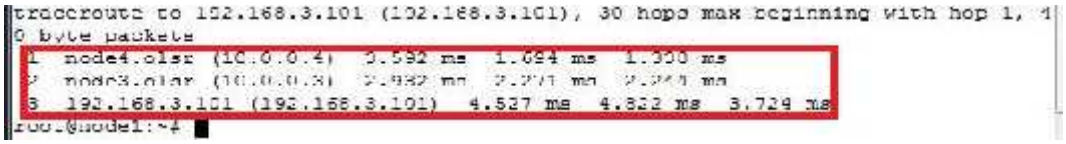
Seperti yang terlihat pada Gambar 4.8 dimana jalur awal yang digunakan untuk mengirimkan paket data dari *node*1 melalui *node*2 dan *node*3.



Gambar 4.8*Traceroute* jalur sebelum*self healing*

Setelah melakukan pengujian pertama untuk mengetahui jalur awal yang digunakan maka pengujian selanjutnya dengan mematikan sumber daya dari *node*2 agar terjadi pemindahan jalur pengiriman menuju laptop 2. Seperti yang terlihat pada

Gambar 4.9 bahwa jalur komunikasi untuk menuju laptop 2 telah mengalami perubahan dan membentuk jalur komunikasi baru dari *node* 1 melalui *node*4 kemudian baru melewati*node* 3.



Gambar 4.9*Traceroute* jalur sesudah*self healing*

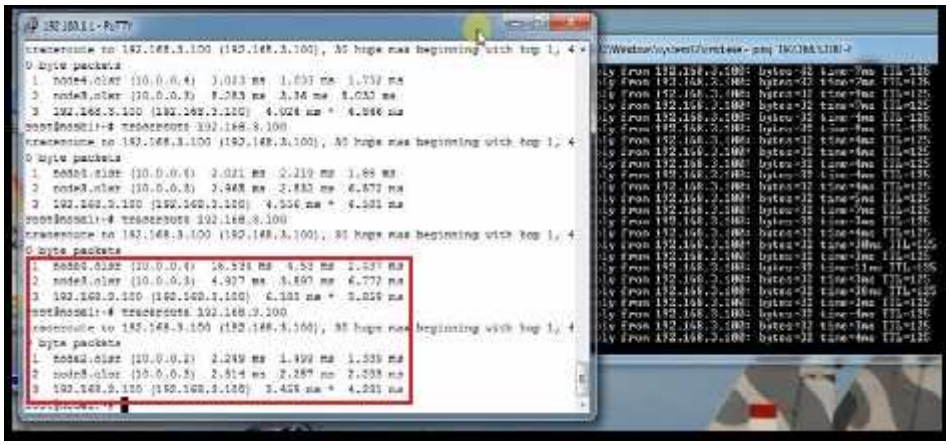
Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses *self healing* ,dengan melakukan perintah *ping* dari laptop 1 ke laptop 2. Proses penghitungan waktu proses *sef healing* dengan melihat tidak adanya balasan *reply* dari laptop 2 hingga mendapat balasan *reply* dari laptop 2, seperti yang terlihat dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil ping proses *Selfhealing*

No	**Waktu (s)**
1	14
2	16
3	14
4	20
5	16
6	14
7	12
8	16
9	16
10	14
Rata-rata	15,2

Setelah proses *self healing*, proses perpindahan jalur komunikasi akan terjadi ketika *node* 2 aktif kembali. Pada proses *self healing* terjadi dan jalur berpindah dari *node* 1 menuju *node* 3 menggunakan *node* 4 dan setelah *node* 2 kembali aktif dan

kembali menggunakan *node* 2 sebagai jalur penghubung dari *node*1 ke *node* 3 dengan waktu estimasi sebesar 2 menit 55 detik. Perubahan dari *node* 4 kembali ke *node*2 dapat dilihat pada gambar 4.10

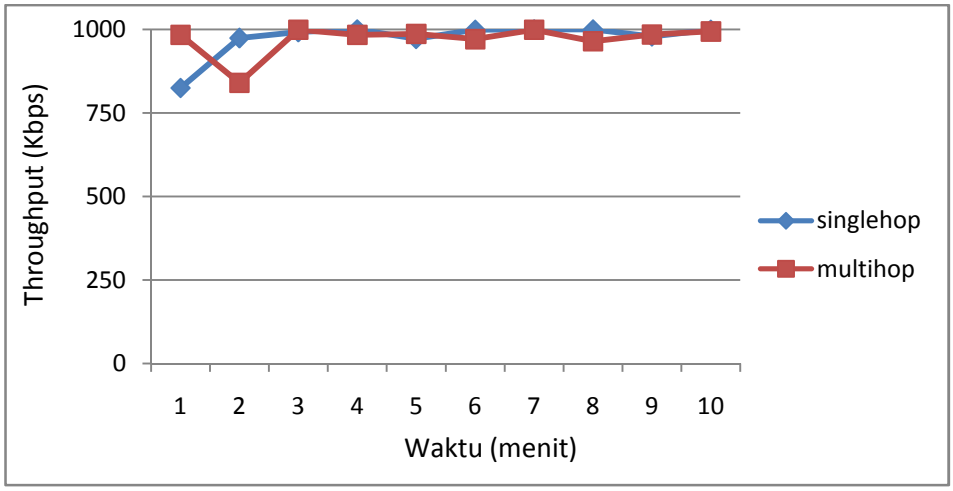


Gambar 4.10 Perpindahan dari node 2 ke node 4

4.3.3 *Throughput*

Pada analisis ini, peneliti membahas hasil pengukuran *throughput* yang dilakukan oleh penulis pada jaringan *wireless mesh* yang telah dibangun dengan aplikasi yang digunakan dalam proses pengitungan hasil. Penulis menggunakan satuan untuk menghitung throughput dengan satuan *Kbps* atau *Kilo bits per second*. Pengukuran dilakukan penulis secara *singlehop* dan *multihop*. *Singlehop* adalah metodologi hubungan dalam jaringan dimana hanya memiliki satu perantara sedangkan *multihop* adalah metodologi hubungan dalam jaringan dimana memiliki dua atau lebih perantara. Hal ini dilakukan oleh peneliti agar dapat mengetahui perbedaan hasil yang didapat. Peneliti melakukan pengujian dengan skenario secara *singlehop* maupun *multihop* dimana setiap skenario diambil nilai *throughput* setiap satu menit selama sepuluh menit pengujian.

Hasil pengukuran dari scenario *singlehop* dan *multihop* dapat dilihat pada Gambar 4.11. dan Tabel 4.3.



Gambar 4.11*Throughput*

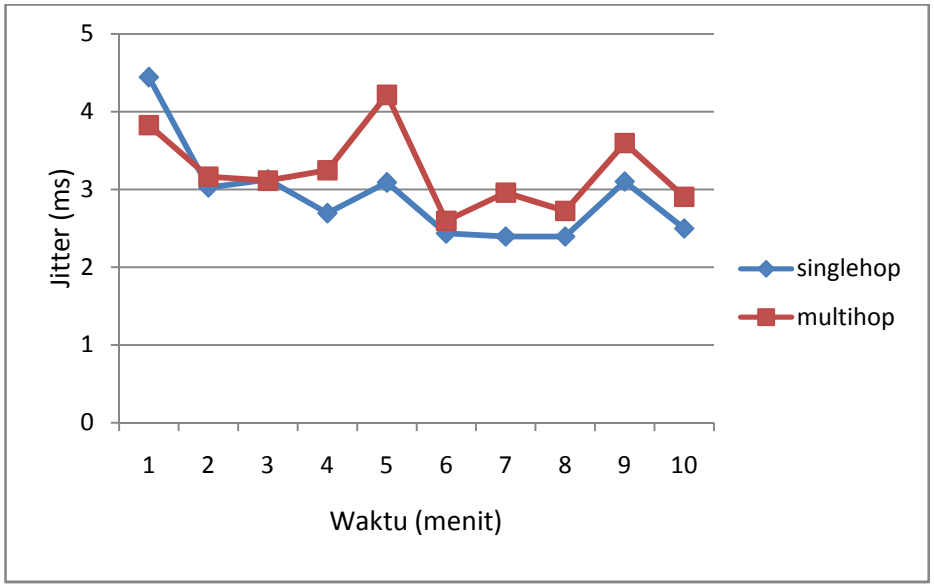
Tabel 4.3 Hasil *Throughput*

Interval (menit)	Singehop (Kbps/sec)	Multihop (Kbps/sec)
1	825	984
2	974	840
3	992	999
4	1000	984
5	972	987
6	999	971
7	1000	999
8	1000	965
9	979	985
10	999	994
Rata-rata	974	970,8

Dari hasil pengukuran *throughput*yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *throughput* pada sistem *singlehop* lebih besar dibanding sistem *multihop*yaitu sebesar 974 *Kbps*, hal ini dikarenakan jumlah lompatan dalam jaringan sangat mempengaruhi nilai dari *throughput* itu sendiri ditambah dan dengan aplikasi yang sedang berjalan dalam jaringan. Semakin banyak jumlah lompatan yang digunakan dalam jaringan maka nilai *throughput*akan menurun, sebab lalu lintas data pada *mesh router* atau *node* menjadi padat danberakhibat pengiriman paket data aplikasi yang berjalan dan paket informasi untuk memperbarui *table routing*menjadi lambat.

4.3.4 *Jitter*

Jitter merupakan variasi dari *latency* yang terjadi karena adanya selisih waktu interval antarawaktu paket data yang dikirim dengan kedatangan paket data yang diterima. Pada pengujian ini peneliti melakukan pengukuran nilai *jitter* dengan skenario yang sama dengan pengukuran seperti pada pengukuran pada throughput. Hasil pengukuran *jitter* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12*Jitter*

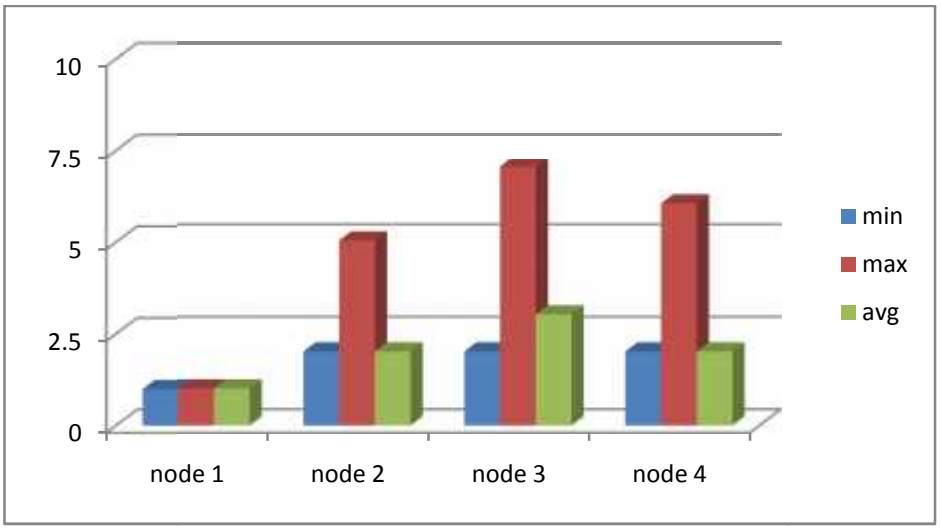
Tabel 4.4 Hasil *Jitter*

Interval	Singehop (ms)	Multihop (ms)
1	4,442	3,827
2	3,023	3,164
3	3,125	3,113
4	2,693	3,245
5	3,088	4,215
6	2.443	2,596
7	2,395	2,959
8	2,395	2,725
9	3.102	3,595
10	2,498	2,904
Rata-rata	2,9194	3,2343

Dari hasil pengukuran nilai *jitter* yang dilakukan oleh peneliti, peneliti menyimpulkan bahwa nilai *jitter* pada mode *multihop* lebih besar dibandingkan dengan mode *singlehop*. Banyak faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai *jitter* pada suatu jaringan. Dari Tabel 4.4 peneliti berpendapat bahwa semakin banyaknya jumlah *hop* juga berpengaruh terhadap besaarnya nilai *jitter* yang dihasilkan. Selain dari pengaruh jumlah *hop*, penggunan aplikasi *video broadcast* yang digunakan dalam penelitian juga berpengaruh terhadap nilai *jitter* sehingga meningkatnya beban kerja pada *wireless mesh router*. Semakin banyak jumlah *hop* yang di lakukan dalam jaringan untuk mengantarkan suatu paket data maka semakin meningkat nilai dari *jitter* terdebut dan selain itu kualitas dari file video yang digunakan untuk berjalan diatas jaringan *wireless mesh network* semakin besar dimungkinkan beban kerja dalam jaringan menjadi bertambah besar dan berimbas pada meningkatnya nilai *jitter* tersebut.

4.3.5 *Latency*

Latency adalah waktu yang dibutuhkan data dari asal pengiriman sampai ke tujuan. Skenario dalam pengukuran *latency* dilakukan pada setiap *node*. Pengukuran dilakukan dengan cara melakukan *ping* dengan menggunakan aplikasi PuTTY. Dari hasil *ping* ke empat *wireless mesh router* / *node* maka didapat nilai *minimal*, *maximal* dan *average round trip time* (RTT). Hasil dari pengukuran seperti yang terlihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13*Latency*

Tabel 4.5 Hasil *Latency*

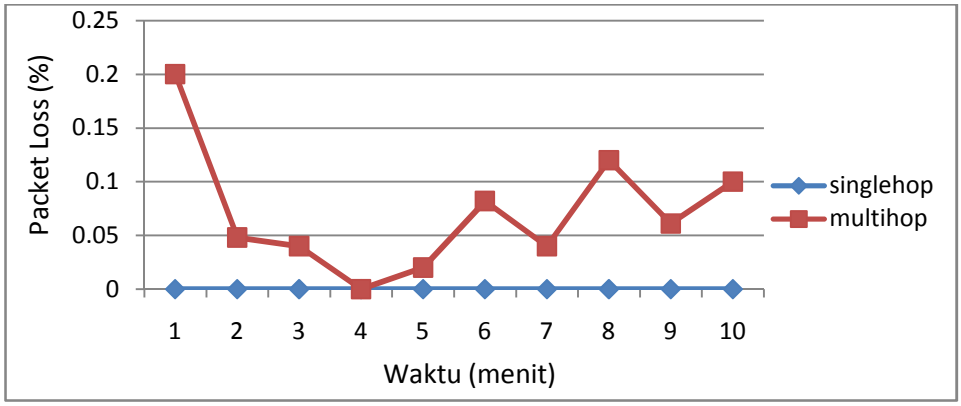
	Min (ms)	**Max (ms)**	**Average (ms)**
Node 1	1	1	1
Node 2	2	5	2
Node 3	2	7	3
Node 4	2	6	2

Hasil pengukuran yang dilakukan peneliti didapatkan nilai *latency* dari setiap *node*. Dari hasil pengukuran dapat di lihat pada Tabel 4.5, nilai *latency* terbesar terdapat pada *node*3 dan nilai terkecil pada *node* 1. Hal ini dikarenakan peneliti

melakukan pengukuran dari *node*1. Nilai*latency* terbesar terjadi pada *node*3 dikarenakan pada *node*3 terjadi lonjakan paket data. Selain karena lonjakan traffik data, pertambahan jumlah *hop* dan jarak berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai *latency* pada jaringan tersebut.

4.3.6 *Packet loss*

Packet loss adalah hilangnya paket dalam suatu jaringan dalam proses transmisi dari pengirim ke penerima. Pengukuran *packet loss* dalam pengujian jaringan *wireless mesh* untuk mengetahui seberapa besar paket yang hilang ketika terdapat beban didalam jaringan seperti aplikasi *video streaming*.



Gambar 4.14*Packet loss*

Tabel 4.6 Hasil *Packet loss*

Interval	Singlehop (%)	Multihop (%)
1	0	0,2
2	0	0,048
3	0	0,04
4	0	0
5	0	0,02
6	0	0,082

7	0	0,04
8	0	0,12
9	0	0,061
10	0	0,1
Rata-rata	0	0,0711

Hasil pengukuran *packet loss* pada jaringan *wireless mesh* yang dilakukan oleh peneliti didapatkan hasil nilai *packet loss* rata-rata terbanyak pada mode *multihop*. Nilai paket loss terbesar sebesar 0,2 % dan dengan rata-rata hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata sebesar 0.0711% .Berdasarkan nilai standar yang ditetapkan oleh ITU G.114 nilai *packet los*ssebesar 0.0711 % dapat dikatakan dalam batas yang bisa diterima. Seperti nilai standar yang terlihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Batasan*Packet Loss* (International Telecomunnication Union).

Packet Loss	**Kualitas**
0 – 0.5%	Sangat Baik
0.5 – 1%	Baik
> 1.5%	Buruk

*Packet loss*dapat terjadi karena adanya tumbukan antara *packet*data yang akan dikirim dengan *packet data* yang datang, hal ini membuat kemacetan di *node* atau disebut juga (*router buffer overflow*). Selain kemacetan pengiriman dan penerimaan paket data padajaringan, masalah lain yang dapat mempengaruhi nilai packet loss antara lain adalah jumlah *hop* dengan jumlah *hop* yang banyak untuk mencapai tujuan pengiriman paket data maka *noderelay* mengalami peningkatan beban dan ada kemungkinan *packet* yang berada pada *node relay* menjadi rusak sebelum mencapai tempat tujuan.

4.4 Pembahasan

Wireless mesh teknologi gabungan dari jaringan *wireless* yang bersifat *ad-hoc* dengan penambahan routing protokol. Routing protokol yang digunakan dalam penelitian ini adalah routing protokol OLSR. Routing protokol OLSR memiliki sifat sebagai routing protokol reakrif, dimana routing protokol ini akan selalu melakukan *up date* jalur komunikasi secara periodik. Perangkat *wirelees router*akan saling terhubung secara *ad-hoc*. Jaringan dapat dikatakan *mesh* jika setiap perangkat yang terhubung minimal terdapat dua *interface* yang terhubung.

Karena sifatnya yang proaktif, routing protokol OLSR membutuhkan *cpu power* yang lumayan dan cenderung menggunakan banyak daya untuk menyebarkan data route dan untuk menghitung jalur yang optimal di dalam jaringan. Routing protokol OLSR dalam *wireless mesh network* juga di gunakan dalam teknologi *mobile netwotk* (MANET) dimana didalamnya terdapat infrastruktur yang tetap atau tidak berpindah dan ada juga yang bergerak. Karena keterbatsana dalam penelitian *wireless mesh network* ini hanya menggunakan infrastruktur yang tetap maka diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan infrastruktur yang bergerak. Selain dapat di gunakan dalam teknologi *mobile network* (MANET) dengan standar yang sama yaitu IEEE 802.11, *wireless mesh network* memiliki kemampuan bersanding dengan dengan jaringan lain seperti *wimax* dan *cellular*

Dari hasil perancangan jaringan *wireless mesh network*maka di perlukan pengujian terhadap jaringan. Pengujian meliputi pengujian *self configure* dan *self healing* untuk membuktikan bahwa *wireless mesh* telah berjalan dengan baik.Setelah melakukan pengujian *self configure* dan *self healing* berjalan baikmaka dapat dipergunakan untuk pengukuran unjuk kinerja dan pengambilan data untuk penelitian ini. Pada pengujian *self configure* telah terjadi proses dimana *wireless router* dalam jaringan *wireless mesh network* dapat melakukan *configurasi* terhadap diri sendiri. Pada saat proses *self configure* dapat dilakukan analisa dan pengambilan data dengan melakukan pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk sebuah *wireless mesh router* dari tidak aktif menjadi aktif dan dapat bergabung dengan jaringan yang sudah ada.

Dari hasil pengujian yang di lakukan rata-rata waktu yang di butuhkan untuk proses *self configure* adalah 41,4 detik.

Pengujian *self healing*untuk menunjukkan kemampuan *wireless mesh router* untuk mencari rute baru apabila rute pertama yang terpilih mengalami masalah atau terputus. Dari hasil pengujian *self healing* waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencari rute baru adalah 15,2 detik.

Dari hasil pengujian *self configure* dan *self healing*, waktu yang dibutuhkan proses *self configure* lebih lama dibanding *self healing*, hal ini terjadi karena waktu yang dibutuhkan dari sebuah *wireless mesh router* untuk menyiapkan *interface* komunikasi membutuhkan waktu lebih lama.

Pengujian dan analisa berikutnya adalah tentang *quality of service* yang didapat dari jaringan *wireless mesh network* yang telah dibangun. Analisis pertama pada parameter *throughput*, dari hasil pengukuran di dpatkan hasil nilai rata-rata *throughput* sebesar 974 *kbps* pada opsi mode *singlehop* dan nilai rata-rata pada mode *multihop* sebesar 970,8*kbps*. Berdasarkan hasil rata-rata nilai *throughput* antara *singlehop* dan *multihop* selisih yang sedikit mebuktikan bahwa performa *wireless mesh network* dengan routing protokol OLSR bekerja cukup baik. Pada analisis *jitter*, nilai rata-rata hasil pengukuran *jitter* pada jaringan *wireless mesh network* sebesar 2,9194 milidetik pada mode *singlehop* dan 3.2343 milidetik. Berdasarkan nilai standar ITU G.114, hasil nilai *jitter* yang diperoleh tergolong dalam batas yang baik. Analisis berikutnya dengan parameter *packet loss*, dari hasil pengukuran diperoleh nilai *packet loss* rata-rata sebesar 0 % pada mode *single hop*. Hal ini menandakan bahwa tidak ada paket data yang hilang dari pengirim sampai ke penerima. Sedangkan nilai packet loss pada mode *multihop* sebesar 0.0711 %, ini menandakan terdapat paket data yang hilang. Berdasarkan nilai standar ITU G.411 nilai *packet loss* pada mode *multihop* termasuk dalam golongan baik dan masih dapat diterima. Hasil analisis berikutnya dengan parameter *latency*, dari hasil pengukuran di dapatkan nilai *latency* terbesar pada *node 3*. Hal ini terjadi karena untuk sampai dari *node 1* ke *node 3* melewati *node 2* atau *node 4*. Berdasarkan standar ITU G.114 nilai *latency* tergolong baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka penulis dapat menarik kesimpulan dari hasil analisis sebagai berikut:

1. Hasil pengujian *self-configure* pada jaringan *wireless mesh* dengan menggunakan routing protokol *Optimized Link State Routing* (OLSR), waktu yang dibutuhkan untuk proses *sels-configure* dalam waktu rata-rata 41,1 detik untuk topologi yang digunakan dalam penelitian ini.
2. Hasil pengujian *self-healing* pada jaringan *wireless mesh* waktu yang digunakan untuk membuat jalur baru karena terputusnya jalur akibat salah satu *node* dalam waktu rata-rata 15,2 detik untuk topologi yang digunakan dalam penelitian ini.
3. Berdasarkan hasil pengujian *Throughput, Jitter, Latency, Packet loss* tidak terlalu terpengaruh oleh *broadcast HELLO message* dan *Topology control*, mungkin hal ini perlu dikonfirmasi ulang pada network yang lebih besar.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa penulis berikan untuk bisa menjadi bahan masukan untuk penelitian lebih lanjut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan area yang lebih luas dan dengan jumlah *node* yang lebih banyak untuk mengetahui kinerja routing OLSR dengan skala lebih besar.
2. Perlu penelitian lebih lanjut tentang penggunaan daya pada routing *proactive* dibandingkan dengan routing protokol tipe *reactive*.
3. Perlunya penelitian pembanding lebih lanjut dengan tipe routing protokol *reactive* tentang kinerja *self-configure* dan *self-healing* .
4. Diperlukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan lebih banyak *node* agar dapat melihat kemampuan routing protokol OLSR.

DAFTAR PUSTAKA

Adhikari, S. R. & Regmi, S. R. (2013). *Wireless Mesh Network*, diperoleh 24 mei 2013. di:http:// faculty.wiu.edu/Y-Kim2/pd4-1.ppt.

Agoes, S. & Putranto, A. (2007). SIMULASI KUALITAS LAYANAN VOIP MENGGUNAKAN METODE ANTRIAN PAKET CBQ DENGAN MEKANISME LINK SHARING. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), hal: 41-64.

Alhadi, A. V. (2008). *Implementasi dan Unjuk Kerja Hybrid Wireless Mesh Network Dengan Menggunakan Protokol Routing AODV-UU dan UOBWINAODV*, Skripsi Sarjana (Tidak dipublikasikan), Jakarta: Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro UI.

Anakkebo.wordpress.com (2013, 06). *Routing Protokol Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV)*, di: http://anakkebo.wordpress.com/2011/09/11/routing-protokol-destination-sequenced-distance-vector-dsdv/.

Budiawan, A. (2008), *Analisa Unjuk Kerja Wireless Mesh Network dengan Protokol Routing AODV-ST*, Skripsi Sarjana (Tidak dipublikasikan), Jakarta:Fakultas Teknik Universitas Indonesia Departemen Teknik Elektro.

Borcori, E. (2009). *Wireless Mesh Network Technologies Architectures, Protocols, Resource Management and Applications*, diperoleh 11 Juli 2013, di: http://www.iaria.org/conferences2009/filesICWMC09/EugenBorcociTutorial.pdf.

Clausen, T & Jacquet, P (2003). *Optimized Link State Routing Protocol* (OLSR). Di peroleh 30 maret 2013, di: http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt

Dimas, Y. E. (2012). *Analisis Wireless Mesh Network Menggunakan Optimized Link State Protocol*. Salatiga: Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen

Satya Wacana di: http://repository.library.uksw.edu/bitstream/handle/123456789/2268/T1_672008289_Full%20text.pdf?sequence=2.

Geier, J. (2006). *Wireless Network First-Step*, Yogyakarta:Andi Offset.

Gotandra, A. C., Jayawinata, Y. & Ricky. (2013). *Pelacakan Lokasi Berbasis Mobile Ad-Hoc Network dengan Protokol Routing DSDV Menggunakan NS-3*, Skripsi Sarjana (Tidak dipublikasikan) Jakarta: Teknik Informatika Universitas Bina Nusantara.

Hartono,S.Si., R. & Purnomo, A. S.Si. (2013). *Wireless Network 802.11*, Surakarta: D3 Teknik Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.

Ian F. Akyildiz, Xudong Wang, Welin Wang. (2013), *Wireless mesh network: a survey*, diperoleh 30 juni 2013 di: http://www.ece.gatech.edu/research/labs/bwn/surveys/mesh.pdf.

Judiesanto, B. I. (2013), *Teknologi IEEE 802.11 n*, diperoleh 14 April 2013 di: http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2013/01/Teknologi-IEEE-802.11-N.pdf.

Kazemitabar, H., Ahmed, S., Nisar, K., Said, A. B., & Hasbullah, H. B. (2010). *A comphrehensive review on VoIP over Wireless LAN network*, ISSR Journal.

Mardani, B. (2008). *Analisis Unjuk Kerja Wireless Mesh Network Dengan Routing Protokol OLSR*, Skripsi Sarjana (Tidak dipublikasikan), Jakarta: Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro UI.

Pangera, A. A. (2008), *Menjadi Administrator Jaringan Nirkabel*, Yogyakarta:Andi Offset.

Purbo, O. W., Tanuhandaru, P. (2011), *Jaringan Wireless di Dunia Berkembang*, Yogyakarta: Andi Offset.

Purbo, O. W. (2012), *WiFi: HotSpot – Linksys WRT54GL Konfigurasi FreiFunk*, diperoleh 16 Desember 2012 di: http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/WiFi:_HotSpot_-_Linksys_WRT54GL_Konfigurasi_FreiFunk.

Purbo, O. W. (2013), Jaringan MESH:*Solusi Jitu Membangun Jaringan Wireless Gotong Royong Tanpa Access Point*, Yogyakarta: Andi Offset.

Seputra, W. E. (2011). *Perbandingan Kinerja Protokol AODV dengan OLSR pada Manet*. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, di: http://eprints.undip.ac.id/27362/1/L2F005585_MTA.pdf.

Sing, V. L. (2011). *EVALUASI PERFORMANSI OLSR (OPTIMIZED LINK STATE ROUTING) PADA MOBILE AD-HOC NETWORK*, diperoleh 19 juni 2013. di: http://dspace.library.uph.edu:8080/bitstream/123456789/1902/2/jiik-07-02-2011-evaluasi_performansi_olsr_optimized.pdf .

Sofana, I. (2012). *CISCO CCNA JARINGAN KOMPUTER*, Edisi revisi, Bandung: Informatika.

Tonnesen, A. (2013), *Implementing and extending the Optimized Link State Routing Protocol*, diperoleh 15 April 2013 di: http://www.olsr.org/docs/master-pres.pdf.

wiki.openwrt.org. (2012). *wiki.openwrt.org/about/history*, diperoleh 14 Desember 2012. di:http://wiki.openwrt.org/about/history.