UNIVERSITAS INDONESIA

IMPLEMENTASI DAN UNJUK KERJA *HYBRID WIRELESS MESH NETWORK* DENGAN MENGGUNAKAN PROTOKOL *ROUTING* AODV-UU DAN UOBWINAODV

SKRIPSI

VEBBY APRILYAN ALHADI
0606042954

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2008

UNIVERSITAS INDONESIA

IMPLEMENTASI DAN UNJUK KERJA *HYBRID WIRELESS MESH NETWORK* DENGAN MENGGUNAKAN PROTOKOL *ROUTING* AODV-UU DAN UOBWINAODV

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

VEBBY APRILYAN ALHADI
0606042954

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TELEKOMUNIKASI
DEPOK
DESEMBER 2008

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,

dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	**: Vebby Aprilyan Alhadi**
NPM	**: 06 06 04 2954**
Tanda Tangan	**:**
Tanggal	**: Depok, 22 Desember 2008**

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh	:
Nama	: Vebby Aprilyan Alhadi
NPM	: 06 06 04 2954
Program Studi	: Teknik Elektro
Judul Skripsi	: Implementasi Dan Unjuk Kerja *Hybrid Wireless Mesh Network* Dengan Menggunakan Protokol *Routing* AODV-UU dan UoBWinAODV

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Muhammad Salman ST, MIT (…….)

Penguji : Dr. Ir. AAP Ratna, M.Eng. (…….....)

Penguji : Ir. Endang Sriningsih, MT. (…….....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 22 Desember 2008

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

(1) Muhammad Salman ST., MIT sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
(2) F. Astha Ekadiyanto ST., Msc yang telah memberikan ide judul serta masukan dalam mengerjakan skripsi ini.
(3) Kedua orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan bantuan material dan moral.
(4) Untuk rekan-rekan kelompok, Bagus Mardani dan Ashadi Budiawan yang telah menemani saya selama pengerjaan skripsi dan telah meluangkan banyak waktu dan tenaga dalam pengambilan data.
(5) Serta semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan dan penyusunan skripsi.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 22 Desember 2008

Penulis

Vebby Aprilyan Alhadi

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vebby Aprilyan Alhadi
NPM : 06 06 04 2954
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

IMPLEMENTASI DAN UNJUK KERJA *HYBRID WIRELESS MESH NETWORK* DENGAN MENGGUNAKAN *ROUTING PROTOCOL* AODV-UU DAN UOBWINAODV

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 22 Desember 2008
Yang menyatakan

(Vebby Aprilyan Alhadi)

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
UCAPAN TERIMA KASIH iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH v
ABSTRAK..... vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI..... viii
DAFTAR GAMBAR..... xi
DAFTAR SINGKATAN xiii
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 LATAR BELAKANG 1
1.2 TUJUAN PENELITIAN 2
1.3 PERUMUSAN MASALAH 2
1.4 BATASAN MASALAH 2
1.5 METODOLOGI PENELITIAN 3
1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN 3

BAB 2 LANDASAN TEORI 4
2.1 TEKNOLOGI *WIRELESS* 4
2.1.1 Keuntungan Dan Keterbatasan Pada Teknologi *Wireless* 4
2.2 *WIRELESS MESH NETWORK* 5
2.2.1 Arsitektur *Wireless Mesh Network* 7
2.2.1.1 *Infrastructure Wireless Mesh Network* 8
2.2.1.2 *Client Wireless Mesh Network* 9
2.2.1.3 *Hybrid Wireless Mesh Network* 10
2.2.2 Karakteristik *Wireless Mesh Network* 10
2.2.3 Protokol Dalam *Wireless Mesh Network* 11
2.2.3.1 *Physical Layer Protocol* 11
2.2.3.2 *Medium Access Control (MAC) Layer Protocol* 13
2.2.3.3 *Network Layer Protocol* 13
2.2.3.4 *Transport Layer Protocol* 14
2.2.3.5 *Application Layer Protocol* 15
2.2.4 *Routing* Dalam *Wireless Mesh Network* 15
2.2.5 Protokol *Routing Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV)*..... 15
2.2.5.1 *Route Request (RREQ)* 17
2.2.5.2 *Route Reply (RREP)* 18
2.2.5.3 *Pesan HELLO* 19
2.2.5.4 *Route Error (RERR)* 20
2.2.5.5 *Informasi Yang Terdapat Pada Tabel Routing* 20
2.3 *AD HOC ON-DEMAND DISTANCE VECTOR – UPPSALA UNIVERSITY* (AODV-UU) 21

Universitas Indonesia
Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

2.3.1 Konfigurasi 22
2.3.2 Interaksi Dengan Internet Protokol 23
2.3.3 Netfilter *Framework* 23
2.3.4 Penanganan Paket 25
2.3.5 Kedatangan Paket 25
2.3.6 Pemrosesan Paket 26
2.3.7 Pemrosesan Paket Data 26
2.3.8 Pemrosesan AODV *Control Message* 26
2.3.9 Pengiriman AODV *Control Message* 27
2.4 OPENWRT 27
2.4.1 WhiteRussian 28
2.4.2 Kamikaze 28
2.5 UoBWinAODV 29

BAB 3 PERANCANGAN JARINGAN 30
3.1 PERENCANAAN 30
3.2 PEMBANGUNAN *TESTBED* 31
3.2.1 Penentuan Topologi Jaringan 31
3.2.2 Menentukan Spesifikasi Perangkat Yang Digunakan 32
3.2.2.1 Perangkat *Mesh Router* 32
3.2.2.2 Perangkat *Mesh Client* 34
3.2.3 Instalasi *Software* 35
3.2.3.1 Instalasi OpenWrt 35
3.2.3.2 Instalasi Paket AODV-UU 36
3.2.3.3 Instalasi UoBWinAODV 38
3.2.4 Penentuan Lokasi *Testbed* 39
3.2.5 Konfigurasi Jaringan 41
3.2.5.1 Pengalamatan 41
3.2.5.2 Konfigurasi Parameter *Wireless* Pada *Mesh Router* 43
3.2.5.3 *Packet Forwarding Rules* Pada *Mesh Router* 43
3.2.5.4 Konfigurasi Pada UoBWinAODV 44
3.2.5.5 Menjalankan AODV-UU Dan UoBWinAODV 45

BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA 47
4.1 HASIL RANCANGAN TESTBED 47
4.2 PENGUJIAN TESTBED JARINGAN 48
4.2.1 Pengujian *Self-configure* 48
4.2.2 Pengujian *self-healing* 50
4.2.3 Pengujian Pemakaian *Bandwidth* 51
4.2.4 Pengujian Sistem *Multihop* 52
4.3 ANALISA SISTEM 53
4.3.1 Analisa Performansi *Self Configure* 53
4.3.2 Analisa Performansi *Self Healing* 54
4.3.3 Analisa Performansi Pemakaian *Bandwidth* 56
4.3.3.1 Pemakaian *Bandwidth In* 56
4.3.3.2 Pemakaian *Bandwidth Out* 57
4.3.3.3 Pemakaian *Bandwidth* Total 58
4.3.4 Analisis Performansi *Latency* 59

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

4.3.5 Analisa Performansi *End-to-End Throughput*..... 61
4.3.6 Analisa Performansi *Jitter*..... 63

BAB 5 KESIMPULAN..... 67
DAFTAR ACUAN..... 69
DAFTAR PUSTAKA..... 71
LAMPIRAN 72

Universitas Indonesia

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur jaringan *mesh* dengan tiga buah *node*, empat buah *node*, dan lima buah *node* dimana setiap *node* saling terhubung satu sama lain 5
Gambar 2.2. *Node* pada *wireless mesh network* terdiri atas *mesh routers* dan *mesh clients* 7
Gambar 2.3. Arsitektur *infrastructure wireless mesh network*..... 9
Gambar 2.4. Arsitektur *client wireless mesh network* 9
Gambar 2.5. Arsitektur *hybrid wireless mesh network*..... 10
Gambar 2.6. Perbandingan antara FDM dan OFDM..... 12
Gambar 2.7. CSMA/CA dengan paket kontrol RTS/CTS 13
Gambar 2.8. Klasifikasi protokol *routing* dalam *wireless mesh network*... 14
Gambar 2.9. Pencarian rute AODV: disebelah kiri adalah rute permintaan (*route request*) dan disebelah kanan adalah rute balasan (*route reply*) 16
Gambar 2.10. Format paket pesan *route request* (RREQ)..... 18
Gambar 2.11. Format paket pesan route reply (RREP) 19
Gambar 2.12. Format paket pesan *HELLO*..... 19
Gambar 2.13. Format paket pesan RRER..... 20
Gambar 2.14. Netfilter *hooks* untuk IP. Pengiriman paket pada *hook* ini dapat diterima dan dimodifikasi dengan kode *segment* yang telah disesuaikan (modul *kernel*)..... 24
Gambar 2.15. Penanganan paket pada AODV-UU. Paket data dan pesan kontrol AODV ditangani secara terpisah..... 25
Gambar 3.1. Diagram alir tahapan pembangunan *testbed*..... 30
Gambar 3.2. Perencanaan topologi jaringan..... 32
Gambar 3.3. *Wireless router* linksys WRT54GL versi 1.1 dan perlengkapannya 33
Gambar 3.4. Tampak depan *wireless router* WRT54GL versi 1.1..... 33
Gambar 3.5. Tampak belakang *wireless router* WRT54GL versi 1.1..... 34
Gambar 3.6. Laptop sebagai perangkat *client user*..... 34
Gambar 3.7. Jendela *firmware upgrade* dari linksys WRT54GL versi 1.1..... 35
Gambar 3.8. Halaman depan *web interface* OpenWrt..... 36
Gambar 3.9. Halaman depan *command line* OpenWrt 36
Gambar 3.10. Tampilan program WinSCP..... 37
Gambar 3.11. *Passthru driver* pada *wireless network connections*..... 39
Gambar 3.12. Denah lokasi penempatan 40
Gambar 3.13. Lokasi penempatan *mesh router* dan *mesh client* 41
Gambar 3.14. Pengalamatan pada *mesh client*..... 42
Gambar 3.15. *Interface* yang aktif pada *mesh client*..... 44
Gambar 3.16. Menjalankan *wireless interface* pada mode *ad-hoc*..... 45
Gambar 3.17. Jendela *wireless network connection*..... 46
Gambar 4.1. *Testbed* yang dibangun untuk *wireless mesh network*..... 48
Gambar 4.2. Skenario pengujian *self-configure*..... 49
Gambar 4.3. Skenario pengujian *self-healing*..... 50

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

Gambar 4.4. Skenario pengujian pemakaian *bandwidth*..... 51
Gambar 4.5. Skenario pengujian kinerja sistem *multihop*..... 52
Gambar 4.6. Grafik perbandingan performansi *self configure*..... 54
Gambar 4.7. Grafik perbandingan performansi *self configure*..... 55
Gambar 4.8. Grafik perbandingan pemakaian *bandwidth in*..... 56
Gambar 4.9. Grafik perbandingan pemakaian *bandwidth out*..... 57
Gambar 4.10. Grafik perbandingan pemakaian *bandwidth* total..... 58
Gambar 4.11. Perbandingan *latency* pada setiap percobaan..... 60
Gambar 4.12. Perbandingan besarnya *latency* dari setiap *node*..... 60
Gambar 4.13. Grafik perbandingan *throughput* pada sistem *multihop*..... 61
Gambar 4.14. Grafik perbandingan *jitter* pada sistem *multihop*..... 64

Universitas Indonesia
Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

DAFTAR SINGKATAN

ACK	Acknowledgement
AODV	Ad hoc On-demand Distance Vector
AODV–UU	Ad hoc On-demand Distance Vector – Uppsala University
AP	Access Point
CCK	Complementary Code Keying
CDMA	Code Division Multiple Access
CP	Cyclic Prefix
CPU	Central Processing Unit
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance
DFC	Distributed Coordination Function
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIFS	Distributed Inter Frame Space
DMZ	Demilitarized Zone
DSDV	Destination Sequenced Distance Vector
DSR	Dynamic Source Routing
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
FDM	Frequency Division Multiplexing
FFT	Fast Fourier Transform
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
GPL	General Public License
GUI	Graphic User Interface
ICI	Inter Carrier Interference
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
ISI	Inter Symbol Interference
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitted Diode
MAC	Medium Access Control
Mad-hoc	Multicast Ad-hoc
MANET	Mobile Ad hoc Network
MCM	Multi Carrier Modulation
MD5	Message Digest 5
MIMO	Multiple Input Multiple Output
NAV	Network Allocation Vector
NLOS	Non Line of Sight
NVRAM	Non Volatile Random Access Memory
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OLSR	Optimized Link State Routing
OSI	Open System Interconnection
PDA	Personal Digital Assistant
PHY	Physical Layer

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

PSK	Phase Shift Keying
RAM	Random Access Memory
RERR	Route Error
RFC	Request For Comment
RP-TNC	Reverse Polarity-Threaded Neill Concelman
RREP	Route Reply
RREQ	Route Request
RTS/CTS	Ready to Send / Clear to Send
SIFS	Short Inter Frame Space
SNR	Signal to Noise Ratio
SSH	Secure Shell
SSID	Service Set Identifier
TCP	Transmission Control Protocol
TCP / IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TELNET	Telecommunication Network
TTL	Time To Live
UDP	User Datagram Protocol
UWB	Ultra Wideband
VCS	Virtual Carrier Sense
VLAN	Virtual Local Area Network
WAN	Wide Area Network
WECA	Wireless Ethernet Compatibility
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	World-wide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WMN	Wireless Mesh Network
ZRP	Zone Routing Protocol

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Spesifikasi *Wireless Router* WRT54GL Versi 1.1……..	71
LAMPIRAN 2	Tabel Hasil Pengujian *Self Configure* dan *Self Healing*...	72
LAMPIRAN 3	Grafik Hasil Pengujian Pemakaian *Bandwidth*……	73
LAMPIRAN 4	Grafik Hasil Pengamatan *Latency*……	81
LAMPIRAN 5	Grafik Hasil Pengujian *Throughput* pada sistem *multihop*	89
LAMPIRAN 6	Grafik Hasil Pengujian *Jitter* pada sistem *multihop*…….	90
LAMPIRAN 7	Tabel Data Hasil Pengujian Pemakaian *Bandwidth*…….	91
LAMPIRAN 8	Tabel Data Hasil Pengujian *Latency*……	97
LAMPIRAN 9	Tabel Data Hasil Pengujian *End-to-End Throughput*…	99
LAMPIRAN 10	Tabel Data Hasil Pengujian *End-to-End Jitter*……	100

Implementasi dan unjuk kerja..., Vebby Aprilyan Alhadi, FT UI, 2008