

## SIMULASI WIRELESS MESH NETWORK (WMN) UNTUK MENDUKUNG IMPLEMENTASI NEXT GENERATION NETWORK (NGN)

Nanang Ismail<sup>1</sup>, Adam Faruqi<sup>2</sup>, Lia Kamelia<sup>3</sup>, Rina Mardiaty<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

### Abstrak

*Wireless LAN application has been widely used today. One of the wireless topology that cheap but reliable is mesh topology, otherwise known as wireless mesh network (WMN). To support the development of Next Generation Network (NGN), research about wireless mesh network is needed before it is implemented further. This paper represents the preliminary findings of research on the implementation of the WMN for rural areas, especially in areas that will connect between madrasah, majlis ta'lim, pesantren, and others. This paper contains a simulation scenario to determine how the characteristics of wireless mesh networks. This is also done to determine the End-to-End delay, Packet Drop and throughput that occur in the routing process. Simulations conducted in the laboratory using four indoor access point (IAP): 1 as a server, and 3 as a workstation. Routing protocol used in the experiments is OLSR (Optimized Link State Routing). Network monitoring using SNMP and operated on a Linux OS. The simulation results showed that the total bytes for the application packet bigger than packet routing. But the number of routing packets is larger than the application package. Trace routes results showed that the inter-hop in the configuration of the simulation WMN is connected properly.*

**Keywords:** *Wireless mesh network, OLSR, end-to-end delay, packet drop, throughput, routing*

### A. Pendahuluan

#### 1. Latar Belakang

Aplikasi *wireless* LAN saat ini telah banyak digunakan. Salah satu topologi yang dapat digunakan adalah bentuk mesh atau lebih dikenal dengan *wireless mesh network*. Beberapa keuntungan jaringan *wireless mesh* adalah:

- Pada jaringan kabel, topologi *mesh* ini membutuhkan biaya yang tinggi karena memerlukan banyak kabel dengan

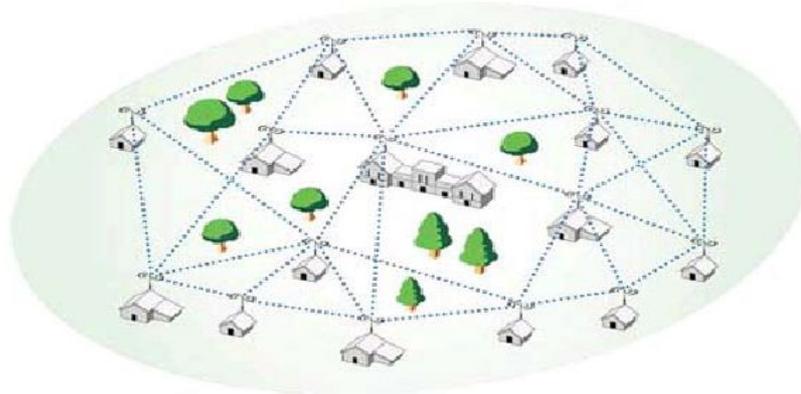
menghubungkan node-node yang ada. Sementara pada WMN cukup dengan membuat satu akses point pada setiap node, maka jaringan *mesh* dapat terbentuk.

- Setiap titik pada jaringan *mesh* dapat menjadi *router* sehingga dapat memperluas jaringan.
- Topologi *mesh* memungkinkan jaringan bekerja lebih efektif karena setiap titik di jaringan berhubungan

dengan titik yang lain, sehingga terdapat beberapa alternatif rute data.

Pada akhirnya *wireless mesh network* dapat digunakan untuk membangun suatu infrastruktur jaringan di suatu area yang cukup luas. Nantinya

jaringan tersebut akan melayani komunikasi suara dan data. Setiap node yang terhubung dengan jaringan akan dapat berkomunikasi dengan biaya yang rendah. Solusi ini keseluruhannya dapat dimanfaatkan untuk telekomunikasi rural.



**Gambar 1. Topologi Jaringan Mesh**

## 2. Tujuan

Adapun tujuan penelitian adalah melakukan simulasi untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari jaringan *wireless mesh*. Hal ini juga dilakukan untuk mengetahui *End-to-End delay*, *Packet Drop* dan *Throughput* yang terjadi pada proses *routing*. Dan dengan simulasi juga dapat diketahui apa-apa saja yang mempengaruhi jaringan yang mempunyai banyak node.

## 3. Ruang Lingkup dan Batas-Batas Penelitian

Ruang lingkup simulasi yang dilakukan adalah:

- Dilakukan di laboratorium dengan menggunakan 4 *indoor access point* (IAP):1 sebagai server, dan 3 sebagai *workstation*
- Protokol routing yang digunakan dalam percobaan adalah AODV (*Adhoc On-Demand Distance Vector*) dan OLSR (*Optimized Link State Routing*)<sup>[23-29]</sup>. *Network monitoring* menggunakan SNMP dan dioperasikan pada OS Linux.

## B. Tinjauan Pustaka

### 1. Wireless LAN

Pada saat ini terdapat beberapa teknologi yang dikategorikan *Wireless*

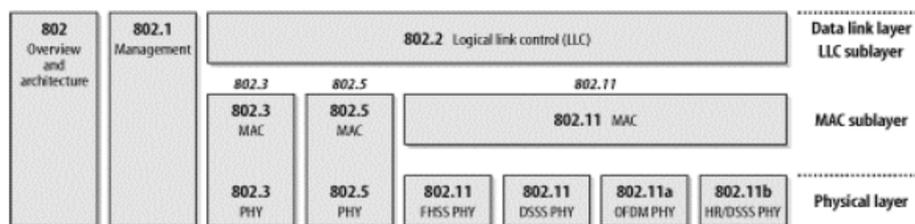
LAN (WLAN), antara lain IEEE 802.11, HiperLAN, Home RF dan lain-lain. Teknologi HiperLAN hingga saat ini memiliki dua versi, yaitu HiperLAN/1 dan HiperLAN/2. HiperLAN/1 bekerja pada frekuensi 5 GHz dengan kecepatan transfer hingga 24 Mbps. Sedangkan HiperLAN/2 dapat mencapai kecepatan transfer hingga 54 Mbps.

HomeRF dikembangkan berbasis pada protokol *Shared Wireless Access Protocol* (SWAP) untuk melakukan komunikasi tanpa kabel antara PC dengan setiap perangkat elektronik. SWAP hanya mendefinisikan komunikasi *wireless* ini pada *level voice* dengan kecepatan 1 hingga 2 Mbps pada frekuensi 2,4 GHz

dan teknik modulasi FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*). Kedua standar tersebut diatas tidak akan dibahas lebih lanjut.

## 2. Standar IEEE 802.11

Teknologi *wireless* yang umum digunakan saat ini adalah standar 802.11, atau yang biasa disebut Wi-Fi. Teknologi IEEE 802.11 merupakan teknologi akses *wireless* yang distandarisasi oleh IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) dan dirancang untuk memiliki cakupan atau jangkauan LAN (*Local Area Network*). Pada OSI layer, 802.11 terletak pada layer PHY dan DATA LINK



**Gambar 2 Keluarga IEEE pada OSI Layer**

Sebuah *device* IEEE 802.11b/g dapat beroperasi dalam empat mode yang berbeda, yaitu:

### 1. *Master Mode / AP (Access Point Mode)*

Mode ini biasa digunakan oleh AP pada umumnya. *Wireless Card* membentuk sebuah jaringan dengan nama/identitas tertentu (SSID /

*Service Set Identifier*) dan channel tertentu. Dalam *master mode*, AP hanya dapat berkomunikasi dengan *managed mode*.

### 2. *Managed Mode / Client Mode*

Pada *managed mode*, *node-node* yang menggunakan mode ini akan bergabung dengan jaringan yang dibentuk oleh *master*. Pada

prakteknya SSID pada *node client* akan secara otomatis sesuai dengan AP begitu pula dengan *channel* pada *node client*.

### 3. *Ad-Hoc Mode*

Pada mode ini tidak terdapat *master* / AP sama sekali. Pada mode ini setiap *node* melakukan komunikasi secara langsung dengan *node* tetangganya. *Node* yang saling berkomunikasi harus berada dalam jangkauan (*coverage*) *node* yang lainnya. Selain itu SSID dan *channel* harus berada dalam satu kesamaan.

### 4. *Monitor Mode*

Mode ini disebut juga mode pasif. Pada mode ini AP tidak melakukan transfer data sama sekali, karena pada mode ini perangkat hanya digunakan untuk mendengarkan

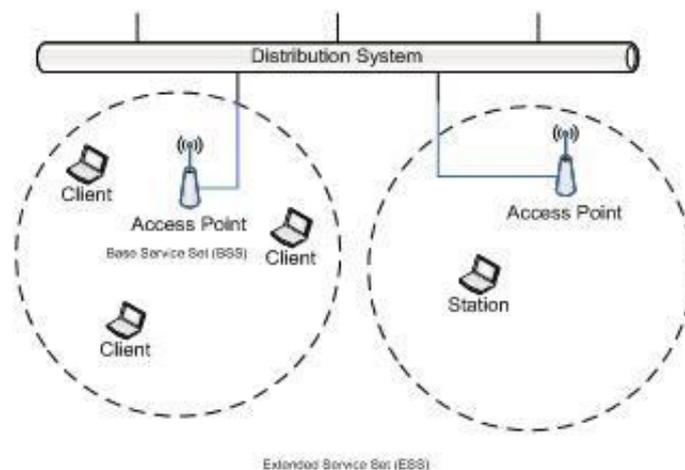
semua *traffic radio* dalam sebuah *channel* yang berada pada *coverage* tertentu saja. Mode ini jarang digunakan dalam jaringan *wireless*.

### • Topologi IEEE 802.11

Penggunaan teknologi IEEE 802.11 dalam komunikasi data dapat dikategorikan kedalam dua mode komunikasi, yaitu mode *infrastructured network* dan mode *infrastructureless network (ad-hoc)*.

### • **Infrastructured Network**

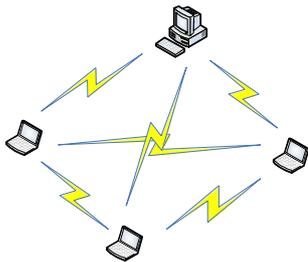
Pada mode *infrastructure*, jaringan *wireless* terdiri dari sedikitnya satu AP. Konfigurasi jaringan *wireless* seperti ini disebut dengan *Base Service Set (BSS)*. Sedangkan *Extended Service Set (ESS)* merupakan gabungan dari beberapa BSS yang membentuk *subnetwork*.



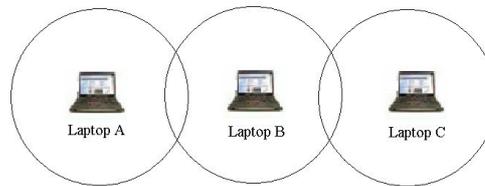
**Gambar 3. Contoh BSS**

- **Infrastructureless Network**

Pada mode ini, tidak diperlukan adanya AP / BS (*Base Station*) sebagai konsentrator karena masing-masing *node* dapat langsung berkomunikasi. Mode ini biasa juga disebut dengan *ad-hoc network*. Setiap *node* dapat berkomunikasi dengan



**Gambar 4 Ad-Hoc**



**Gambar 5 Komunikasi WLAN mode Ad-Hoc**

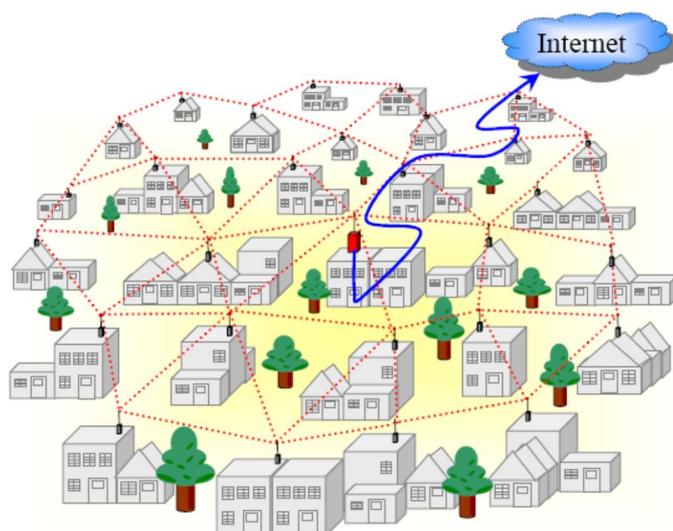
tetangganya selama masih dalam *coverage area* atau *range*. Dalam mode *ad-hoc*, *node* yang ada tidak mengimplementasikan fungsi *router*, dimana fungsi *router* ini adalah untuk *relay*-kan paket atau informasi.

## 2.1. Wireless Mesh Network

Dalam teknologi jaringan *wireless* yang konvensional semua *user* atau *node* harus berada dalam jangkauan transmisi dari *base station* agar dapat terhubung ke internet. Jika sebuah *node* sudah tidak terjangkau lagi oleh *base station*, maka *node* tersebut tidak dapat terlayani. Dalam *wireless mesh network*, *coverage* tidak dibatasi oleh ketersediaan koneksi secara langsung ke *base station*. *Node* yang terhubung secara langsung ke *base station* biasa disebut sebagai *gateway*. Tidak

seperti *base station* pada umumnya, *node user* tidak perlu terhubung secara langsung namun bisa melalui *user* lain yang masuk kedalam *coverage* dari *gateway*.

Setiap *node user* di *wireless mesh network* tidak hanya beroperasi sebagai *host*, namun juga sebagai *router* untuk meneruskan (*forward*) paket untuk *node* lain yang tidak terhubung secara langsung ke *gateway*. Jaringan ini biasanya sangat dinamis dan memiliki sifat *self-organizing* dan *self-configuring*.



**Gambar 6 Contoh Implementasi WMN**

### 2.1.1. Arsitektur WMN

WMN terdiri dari dua tipe *node*, yaitu *mesh router* dan *mesh client*. *Mesh router* berfungsi untuk melayani akses bagi *client* selain sebagai perangkat yang memiliki koneksi dengan *router mesh* lainnya. Untuk meningkatkan fleksibilitas dalam *mesh network*, sebuah *mesh router* biasanya dilengkapi beberapa *wireless*

*interface* yang dibangun dari teknologi akses yang sama maupun yang berbeda. Sedangkan untuk *mesh client* adalah *node mesh* yang mampu mengakses jaringan yang dibentuk oleh *mesh router*. Selain itu, *mesh client* juga dapat berkomunikasi langsung dengan sesamanya. Gambar dibawah adalah contoh *mesh router embedded system*.



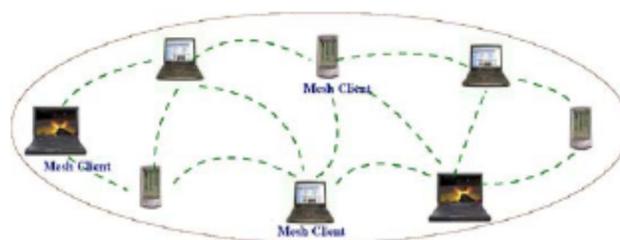
**Gambar 7 Mesh Router Embedded System**

Arsitektur dari *wireless mesh network* dapat dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan fungsi dari *node*, yaitu

Infrastructure/Backbone Wireless Mesh Network, Client Wireless Mesh Network dan Hybrid Wireless Mesh Network.



Gambar 8 Infrastructure WMN



Gambar 9 Client WMN



Gambar 10 Hybrid WMN

2.2. Routing Protocol

Secara umum, protokol *routing* yang digunakan dalam WMN dikelompokkan menjadi dua jenis<sup>[3]</sup>, namun kemudian muncul perpaduan diantaranya, berikut adalah kelompok *routing* yang ada:

- *Pro-active/Table-Driven*

*Routing* jenis ini dapat dikatakan sebagai turunan dari *routing* tradisional sebagai turunan dari *routing* tradisional *distance-vector* dan *link state* yang dikembangkan dan digunakan untuk jaringan kabel. Karakteristik utama dari

*routing* ini adalah setiap *node* yang berada dalam jaringan akan merawat (*maintenance*) rute untuk setiap *node* sepanjang waktu. Pembentukan rute dan perubahan dilakukan dengan cara *periodic update* dan *event-triggered*. *Periodic update* dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan *event-triggered update* dikirimkan pada kejadian-kejadian tertentu. Protokol *routing* jenis ini dikenal juga dengan protokol *routing table-driven*.

Beberapa protokol *routing* yang termasuk kategori ini adalah:

- ✓ *Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV)*
- ✓ *Optimized Link State Routing (OLSR)*
- ✓ *Fisheye State Routing (FSR)*
- *Reactive/On-Demand*

*Routing* jenis ini memiliki pendekatan yang berbeda, yaitu rute baru terbentuk ketika ada permintaan (*demand*). Jadi ketika sebuah *node* akan mengirimkan paket data, maka hal yang pertama dilakukan adalah melakukan pengecekan kepada tabel *routing* yang dimiliki, apabila tujuan tidak ditemukan maka protokol ini akan melakukan *route discovery* untuk mencari rute menuju tujuan. Oleh sebab itu *route discovery* menjadi *on-demand*. Jika terdapat dua *node* yang belum pernah saling berkomunikasi sebelumnya, maka keduanya tidak akan menggunakan

*resource* yang ada untuk melakukan perawatan (*maintenance*) jalur. *Route discovery* sendiri merupakan proses *flooding* jaringan dengan *request message*. Untuk mengurangi terjadinya *overhead*, maka area pencarian (*area flooding*) dapat dikurangi dengan optimalisasi tertentu.

Beberapa protokol yang termasuk kategori ini adalah:

- ✓ *Ad-Hoc On-Demand Distance Vector (AODV)*
- ✓ *Dynamic Source Routing (DSR)*
- *Hybrid*

Protokol jenis ini melakukan kombinasi dari protokol *routing* proaktif dan reaktif. Contoh dari protokol ini adalah *Zone Routing Protocol (ZRP)*. ZRP membagi topologi menjadi zona dan mencari protokol *routing* yang berbeda diantara zona-zona tersebut berdasarkan kepada kelemahan dan kelebihan masing-masing protokol.

Untuk melakukan *routing intra-zone* maka digunakan protokol proaktif, karena tidak menghasilkan *delay* ketika melakukan komunikasi. Sedangkan untuk melakukan komunikasi *inter-zone* digunakan protokol reaktif.

## C. Simulasi Wmn

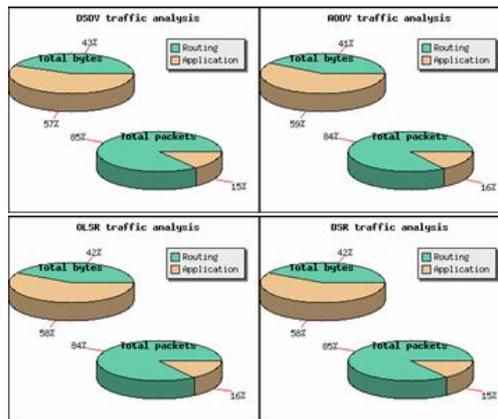
### 1. Simulasi Jaringan dengan NS-2

Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari

jaringan *wireless mesh*. Hal ini juga dilakukan untuk mengetahui *End-to-End delay*, *Packet Drop* dan *Throughput* yang terjadi pada proses *routing*. Dan dengan

simulasi juga dapat diketahui apa-apa saja yang mempengaruhi jaringan yang mempunyai banyak node.

## 2. Analisis Hasil Simulasi Protokol Routing



**Gambar 11 Data trafik berbagai metoda routing**

Berdasarkan hasil simulasi dapat dilihat bahwa total bytes paket untuk aplikasi lebih besar dari paket routing. Namun apabila dilihat dari jumlah paket

yang ada maka paket routing memiliki jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan paket aplikasi.

**Tabel 1 Perbandingan Hasil Simulasi Protokol Routing**

No	Routing	Traffic (Total Paket)	
		Paket Routing	Paket Aplikasi
1.	DSDV	85 %	15 %
2.	AODV	84 %	16 %
3.	OLSR	84 %	16 %
4.	DSR	85 %	15 %

Apabila dibandingkan antara total paket byte dengan total jumlah paket maka dapat dilihat terdapat 2 protokol routing yang memiliki kemampuan yang

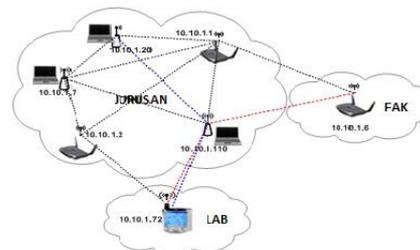
sama, yaitu OLSR dan AODV. Namun apabila dilihat dari karakteristiknya, AODV memiliki *end-to-end delay* yang lebih besar dibandingkan dengan OLSR karena AODV merupakan protokol routing reactive dimana proses routing dilakukan ketika ada request. Hal tersebut pada akhirnya membuat proses inisiasi pengiriman data akan lebih lama dibandingkan dengan OLSR. OLSR sendiri merupakan protokol routing proactive yang secara berkala mengirimkan tabel routing sehingga

ketika ada request akan direspon lebih cepat.

### 3. Analisis Hasil Simulasi WMN

Berdasarkan simulasi sebelumnya, proses pembangunan dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat untuk menunjang simulasi skala laboratorium. Adapun perangkat yang digunakan adalah 4 buah broadband router wireless yang telah mengimplementasikan protokol routing OLSR. Selain itu digunakan pula

3 buah komputer (notebook) yang memiliki *wireless adapter card* sebagai node (*non access point*) dari jaringan mesh dengan menjalankan protokol routing OLSR. Konfigurasi simulasi dapat dilihat pada gambar berikut.



```
C:\Documents and Settings\NANANG>tracert 10.10.1.6
Tracing route to 10.10.1.6 over a maximum of 30 hops
 1  3 ms  1 ms  2 ms  10.10.1.110
 2  6 ms  4 ms  4 ms  10.10.1.6
Trace complete.
C:\Documents and Settings\AKMAL>tracert 10.10.1.20
Tracing route to 10.10.1.20 over a maximum of 30 hops
 1  6 ms  3 ms  1 ms  10.10.1.110
 2  6 ms  5 ms  3 ms  10.10.1.20
```

Gambar 12 Konfigurasi Simulasi Indoor dan Hasil Traceroute

Hasil *traceroute* menunjukkan bahwa antar hop dalam konfigurasi WMN simulasi masih terkoneksi dengan baik.

#### D. Daftar Pustaka

Ian F. Akyildiz, Xudong Wang, Weilin Wang (2005). *Wireless Mesh Networks: a survey*. Georgia Institute of Technology.

Krishna N. Ramachandran, Scott Miller, Milind M. Buddhikot, Girish Chandranmenon, Elizabeth M. Belding-Royer, Kevin C. Almeroth (2005). *On the Design and Implementation of Infrastructure*

*Mesh Networks*. University California Santa Barbara, Lucent Bell LabsUSA.

Sebastian Buettrich (2005) *Mesh Network*. [www.itrainonline.org](http://www.itrainonline.org).

Stefano Basagni, Marco Conti, Silvia Giordano, Ivan Stojmenovic (2004). *Mobile Ad Hoc Networking*. Wiley Interscience.

Bruce E. Alexander (2004). *802.11 Wireless Network Site Surveying and Installation*. Cisco Press.

Diego Passos, Douglas Vidal Teixeira, Débora C. Muchaluat-Saade, Luiz Schara Magalhães, Célio V. N. Albuquerque (2006). *Mesh Network Performance Measurements*.

- Institute for Computing of the Fluminense Federal University Brazil, Telecommunications Engineering Department of the Fluminense Federal University Brazil.
- Ng, Dany (2004). *Wireless Mesh Network Technical Overview*. Nortel Networks.
- Charles Perkins, Elizabeth Belding-Royer, Samir Das (2003). *Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing.*, RFC 3561, Internet Engineering TaskForce (IETF).
- T. Clausen, P. Jacquet (2003). *Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)*.
- Internet Engineering Task Force (IETF). rfc3626.
- \_\_\_\_\_ (2006). *What is Mesh Networking*. RFM, RFM Monolithic Inc.
- Martin W. Murhammer, Orcun Atakan, Stefan Bretz, Larry R. Pugh, Kazunari Suzuki, David H. Wood (1998). *TCP/IP Tutorial and Technical Overview*. IBM.
- Jiang Weirong (2006). *Internal Adaptive OLSR for Wireless Mesh Network*.
- \_\_\_\_\_ (2005). *Solving The Wireless Mesh Multi-Hop Dilemma*. StrixSystems.