

# Implementation of Wireless Mesh Technology for Data Communications Network in Wireless Weather Station

## Implementasi Teknologi *Wireless Mesh* untuk Jaringan Komunikasi Data pada *Wireless Weather Station*

Ferdian Yunazar

Pusat Penelitian Informatika  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Gedung 20 It 3, Jln Sangkuriang 154 D, Bandung  
Indonesia

---

### Abstract

To wider the coverage area of a weather sensor and to be always connected in realtime manner with other sensor, we proposed the enhancement of WWS communication data using Multipoint to Multipoint link which is Wireless Mesh Networking. From previous research has resulted a communication data between server and weather sensor using Point to Point link. Wireless mesh as one of variant innovation from WLANs technology offers a unique solution because it could be a replacement or enhancement for the established wireless network to be more effective and efficient. It has a wider coverage area without neglect of security factor and mobility. The result of this research is a Wireless Weather Station system which has been integrated with Mesh Network technology.

**Key Words:** *Wireless Mesh Network, Wireless Weather Station, self-healing, self-configure, optimization*

### Abstrak

Untuk dapat memperluas area cakupan sensor cuaca pada WWS serta agar dapat terkoneksi secara *realtime* antar beberapa sensor maka makalah ini menyajikan disain komunikasi data stasiun cuaca nirkabel menggunakan *Multipoint to Multipoint link* yaitu *Wireless Mesh Networking*. Pada penelitian sebelumnya telah dihasilkan komunikasi data antara server dan sensor pada *Wireless Weather Station* menggunakan *Point to Point link*. *Wireless Mesh* sebagai salah satu inovasi varian dari teknologi WLAN menawarkan suatu solusi yang unik karena dapat menggantikan ataupun memperkaya kemampuan infrastruktur jaringan nirkabel yang telah ada menjadi lebih efektif dan efisien karena mampu mencakup jangkauan daerah yang lebih luas dan sulit dijangkau tanpa mengesampingkan faktor sekuriti dan mobility. Hasil akhir yang dicapai telah tercipta suatu perangkat *Wireless Weather Station* yang terhubung secara *mesh* dengan *node-node* lainnya.

Kata kunci: *Wireless Mesh Network, Wireless Weather Station, self-healing, self-configure, optimasi*

---

### 1. PENDAHULUAN

*Weather Station* atau yang lebih dikenal dengan stasiun cuaca adalah suatu perangkat atau alat yang digunakan dalam pengambilan data-data cuaca, biasanya dilengkapi dengan sensor-sensor seperti; sensor suhu, kelembaban udara, arah angin, kecepatan angin dan curah hujan. Alat ini dapat ditemui di pasaran dengan harga dan kelengkapan yang berbeda-beda. Namun biasanya

*weather station* yang dijual di pasaran adalah suatu stasiun cuaca yang berdiri sendiri. Dalam kata lain, si pemilik harus meletakkan stasiun cuaca miliknya di suatu tempat yang dia inginkan untuk kemudian di ambil datanya secara manual ke tempat tersebut setiap kali dia perlukan. Hal ini tentunya sangat merepotkan dan tidak praktis. Persoalan yang timbul kemudian adalah ketika jaringan *wireless* pada *weather station* tersebut tidak bekerja dengan baik atau terputus sama sekali. Pengguna menjadi tidak dapat mengambil data-data pada stasiun cuacanya karena keterbatasan jaringan *wireless* yang hanya menggunakan *point to point link*.

Pada penelitian yang lain Suyoto dkk [1], telah melakukan ujicoba keandalan sistem transfer data

---

\*Corresponding Author. Tel: +6222-2504711

Email: ferdian@informatika.lipi.go.id

Received: 7 Sep 2012; revised: 14 Sep 2012; accepted: 21 Oct 2012

Published online: 26 Nov 2012

© 2012 INKOM 2012/13-NO191

nirkabel untuk *Wireless Weather Station* dengan menggunakan *Point to Point link* antara server *node* dengan sensor *node* pada jarak diatas 2km. Sedangkan pada penelitian selanjutnya [2] telah dilakukan implementasi serta unjuk kinerja jaringan nirkabel *Point to Point link* pada jarak lebih dari 5km di daerah sub-urban. Sebelumnya pada [3] telah melakukan analisa mengenai performansi dari jaringan *Wireless Mesh Network* dengan menghitung delay dan maksimum *throughput* data yang dapat diakomodir oleh WMN menggunakan stochastic process dan queuing theory. Hasil yang mereka dapatkan yaitu sebuah model analitikal yang dapat memberikan kontribusi yang sangat berguna dalam mendesain dan melakukan optimasi pada jaringan WMN. Heecheol Song et al memfokuskan penelitian mereka dengan membangun suatu real-time testbed jaringan WMN menggunakan ARM-based embedded Linux development board dan Intel x86-based Laptop PC sebagai *mesh routers* dan clients [4]. Pada penelitian lainnya Kyu Yan dan Shin meimplementasikan suatu sistem baru ke dalam jaringan WMN yaitu *Autonomous network Reconfiguration System (ARN)* yang berguna untuk mengaktifkan sebuah multi-radio WMN sehingga suatu jaringan WMN dapat pulih kembali dari keadaan failure dengan hanya mengalami sedikit penurunan kualitas performansi [5]. Sedangkan Bialkowskim dan Portmann telah melakukan dan mengaplikasi jaringan WMN kedalam suatu real-time testbed dengan menggunakan 5 buah *node* yang terkonfigurasi simetris dan dapat mengakomodir hingga 12 jaringan variabel [6]. Pada penelitian kali ini penulis menilai bahwa point to point link hanya dapat menyambungkan dua buah *node*, sehingga untuk penelitian yang dilakukan digunakan metode multipoint to multipoint link salah satunya yaitu *Wireless Mesh network*.

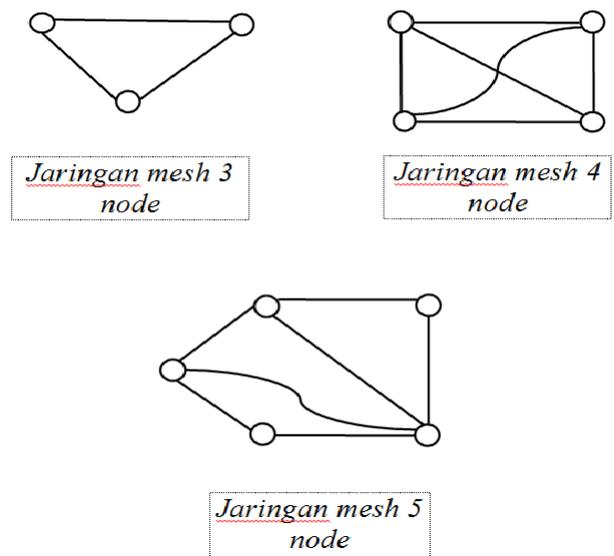
Kegiatan ini dilakukan untuk menerapkan teknik *wireless mesh networking* pada sistem pentransmisian data antar *node wireless weather station*, agar nantinya seluruh sensor *node* yang terpasang dapat terkoneksi secara *realtime* menggunakan jaringan WMN sehingga nantinya didapatkan pengiriman dan penerimaan data yang lebih efisien dan optimal.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Jaringan Nirkabel Mesh (*Wireless Mesh Network*)

Untuk memahami jaringan *mesh*, pertama kita harus memiliki pemahaman mengenai topologi *mesh*. Jika kita memiliki *node* pada suatu jaringan, di mana istilah *node* merupakan perangkat komunikasi yang dapat membawa data dari suatu *interface* ke *interface* lainnya, kemudian kemampuan setiap

*node* untuk berkomunikasi dengan *node* lainnya dalam jaringan yang menggambarkan topologi jaringan *mesh*. Kita dapat melihat struktur jaringan *mesh* dengan menyederhanakan jumlah *node* yang ada dalam jaringan dengan nilai  $n$ . Gambar 1 mengilustrasikan tiga, empat dan lima buah *node* dalam struktur jaringan *mesh*, setiap *node* memiliki hubungan komunikasi dengan semua *node* yang ada dalam jaringan.



Gambar 1. Struktur jaringan *mesh*, di mana tiap *node* terhubung satu dengan lainnya

Hubungan antar setiap *node* menggambarkan sebuah link. Jika diperhatikan jumlah link yang terasosiasi dengan jaringannya, jumlah link meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah *node*. Tiga buah link dibutuhkan untuk menghubungkan jaringan *mesh* yang memiliki tiga buah *node*, enam buah link dibutuhkan untuk menghubungkan jaringan *mesh* yang memiliki empat buah *node*, dan sepuluh buah link dibutuhkan untuk menghubungkan jaringan *mesh* yang memiliki lima buah *node*. Struktur jaringan *mesh* klasik yang setiap *node*-nya terhubung dengan *node* yang lain menjadi tidak praktis saat jumlah *node* dalam jaringan meningkat, karena link yang dibutuhkan untuk menghubungkan *node* akan semakin meningkat pula [7].

Dalam lingkungan jaringan nirkabel, frekuensi radio (pengirim atau penerima) dalam sebuah *node* memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan *node* lainnya pada jumlah yang tak terbatas. Dengan demikian batasan fisik yang terasosiasi pada konektivitas kabel bukan menjadi persoalan dalam lingkungan nirkabel. Ini berarti proses untuk sebuah *node* berkomunikasi dengan *node* lainnya

menjadi praktis dan lebih sederhana, karena sebuah *interface* tunggal dalam bentuk frekuensi radio dapat menggantikan *interface-interface* yang dibutuhkan dalam lingkungan jaringan kabel. Dengan ketentuan *node* lainnya harus berada pada jarak transmisi agar komunikasi dapat terjadi.

*Wireless mesh network* merupakan jaringan komunikasi yang memiliki kemampuan dalam mengkonfigurasi dan mengorganisasi dirinya sendiri (self-configured and self-organized), dengan kata lain mampu membuat dan menjaga konektivitasnya apabila terjadi kerusakan pada salah satu *node*. Kemampuan ini selain membantu para pengguna untuk dapat selalu terhubung kapan saja dan di mana saja, juga akan membawa keuntungan lain seperti biaya pembuatan yang rendah, kemudahan dalam perawatan jaringan, tingkat robustness dan reliabilitas tinggi. Jaringan *mesh* nirkabel terbentuk dari susunan *node* radio yang dapat saling terhubung satu sama lain. *node* pada *wireless mesh network* terdiri dari *mesh router* dan *mesh client* (Gambar 2). Dalam *wireless mesh Networks* setiap *node* dapat berfungsi sebagai router dan repeater, yang akan meneruskan data melalui *node* lainnya sampai ke *node* tujuannya. *Wireless mesh network* dikembangkan untuk mengantisipasi keterbatasan dan juga meningkatkan performansi dari *wireless adhoc network*, *wireless local area network* (WLAN), dan *wireless metropolitan area network* (WMAN). Dengan berbagai kelebihannya, *wireless mesh network* dapat digunakan untuk menyediakan layanan nirkabel untuk berbagai keperluan dan aplikasi baik untuk kepentingan pribadi, area lokal, kampus ataupun area metropolitan [8].

Pada Gambar 2 terlihat jelas hierarki dari *wireless mesh network*.

## 2.2 Kelebihan dari *Mesh Networking*

Ada beberapa keuntungan dengan menggunakan teknologi *Wireless Mesh Network*, diantaranya yaitu [9]:

- (1) Self-forming: Jaringan nirkabel *mesh* akan terbentuk secara otomatis setelah *node mesh* di konfigurasi dan di aktifkan
- (2) Fault Tolerance: Distribusi data tidak akan terganggu apabila salah satu *node* bermasalah karena jaringan akan merutekan kembali data tersebut secara dinamis ke rute lainnya yang tersedia.
- (3) Self-healing: setelah di perbaiki, suatu *node* akan kembali bekerja pada jaringan *mesh*nya dengan semula.

## 2.3 Prinsip *Wireless Mesh Networking*

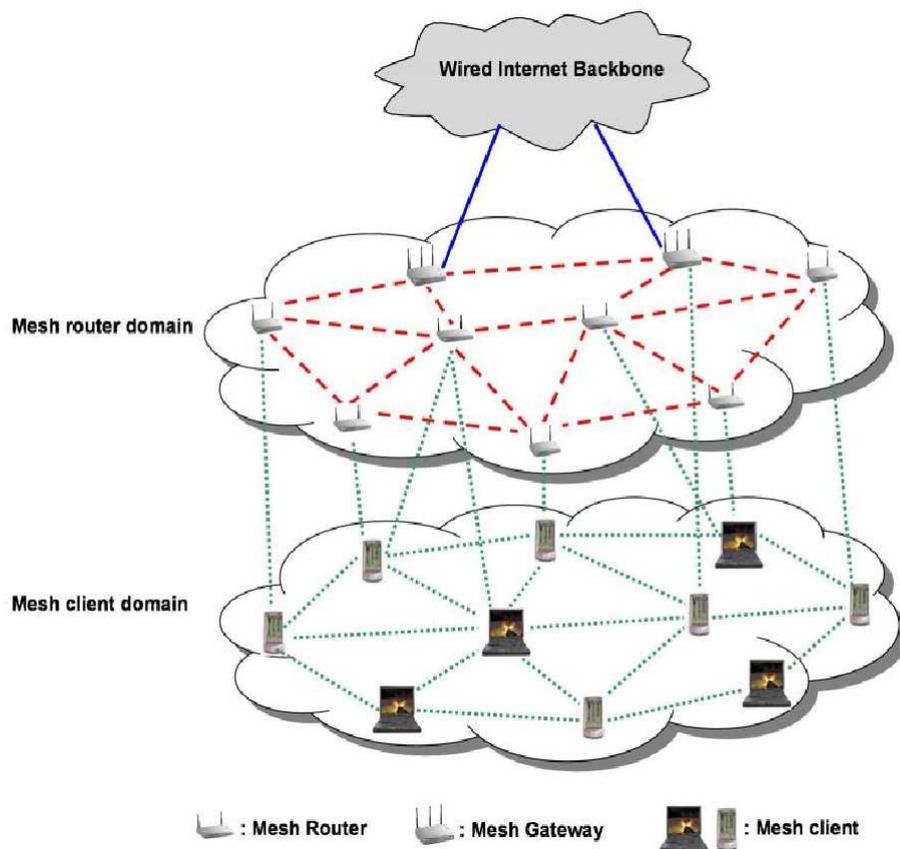
Beberapa hal utama yang harus diperhatikan sebelum menerapkan WMN pada suatu jaringan yaitu [10]:

- (1) Komunikasi antar *node mesh* berdasarkan atas Wi-Fi radios (IEEE 802.11 a/b/g) yang tersambung pada antena directional atau omnidirectional.
- (2) Semua perangkat radio di jalankan pada mode ad-hoc.
- (3) Setiap *node* pada WMN memiliki ESSID dan BSSID yang sama.
- (4) Seluruh *node* pada WMN beroperasi di kanal yang sama.
- (5) Pada WMN yang ideal, setiap *node* harus bisa terhubung minimal pada dua *node* lainnya.
- (6) Sebuah komputer dapat berhubungan dengan jaringan *mesh* melalui kabel LAN yang telah terhubung dengan *node mesh* ataupun secara nirkabel.

## 3. METODOLOGI

Dalam menerapkan teknologi WMN pada komunikasi data antar *node Wireless Weather Station* maka metode pengembangan yang akan ditempuh untuk memperoleh hasil yang diharapkan adalah langkah-langkah sebagai berikut:

- (1) Analisa numerik dan teoritis mengenai pengembangan dan penerapan jaringan nirkabel dengan metode *mesh* pada stasiun sensor cuaca di Kampus LIPI Sangkuriang Bandung. Pada tahapan ini dilakukan beberapa perhitungan dan kalkulasi mengenai tinggi minimum dan maksimum antena beserta akses poinnya antara satu *node* dengan *node* lain yang bersebelahan. Perhitungan lainnya meliputi LoS (Line of Sight) dan Link Budget (daya pancar, penguatan antena, level sensitivitas minimal sinyal dan kerugian kabel).
- (2) Melakukan site survey, link planning dan analisa parameter yang akan mempengaruhi penelitian. Penentuan lokasi penempatan akses poin sangat berpengaruh nantinya pada konektivitas tiap *node* dengan *node* lainnya, untuk itu sebelum penempatan antena dan akses poin dilakukan site survey ke lokasi beserta analisa perhitungan yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya. Setelah itu baru menentukan lokasi yang paling tepat untuk pemasangan antena dan akses poin.
- (3) Melakukan desain dan simulasi sistem transmisi data serta menentukan karakterisasi dari sistem yang sedang dibangun. Desain dan simulasi



Gambar 2. Jaringan nirkabel *mesh* terdiri atas *mesh routers* dan *mesh client*

sistem ini sangat berguna untuk melakukan pengujian konektivitas jaringan yang akan kita bangun dan dibantu dengan menggunakan perangkat lunak yang terpasang pada komputer.

- (4) Optimasi pada sistem dan analisa performa dari sistem yang telah dihasilkan. Dalam tahapan ini yang paling diperhatikan adalah permasalahan interferensi pada sinyal transmisi dan keberhasilan *node* dalam membentuk konektivitas *mesh*.
- 5. Uji coba lapangan dan evaluasi; pengujian sistem mencakup semua persyaratan sistem transmisi data menggunakan metode jaringan *mesh*.

#### 4. ANALISIS DAN HASIL PENGUJIAN

Ujicoba penelitian ini dilakukan di Kampus LIPI Bandung dengan menempatkan lima buah *Access Point* beserta antenna dan alat pendukung lainnya. Alat tersebut terpasang masing-masing satu set pada puncak gedung Pusat Penelitian yang ada dalam kampus.

Dimana kelima gedung tersebut adalah:

- (1) Gedung 20 (Puslit Informatika)
- (2) Gedung 10

- (3) Gedung 40 (BIT)
- (4) Gedung 60 (Puslit Fisika)
- (5) Gedung 80 (Puslit Geotek)

Gedung-gedung tersebut memiliki ketinggian rata-rata 20-25 meter dan jarak antar gedung yang satu dengan gedung yang bersebelahan berkisar sekitar 30-40 meter sehingga penempatan antenna omnidirectional harus dilakukan dengan presisi yang tepat agar sinyal transmisi tidak mendapatkan gangguan ataupun interferensi yang begitu besar.

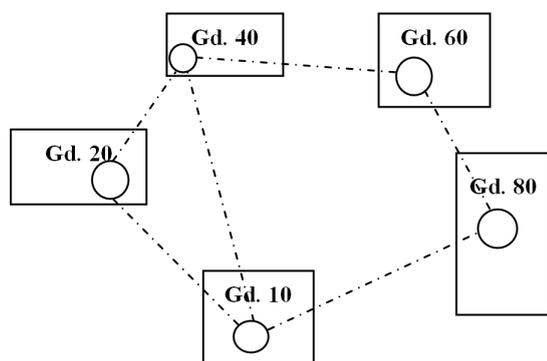
Alat yang kita gunakan adalah satu buah *Access Point* dan satu buah antenna omnidirectional untuk masing-masing gedung yang telah ditentukan sebelumnya. Daya pancar AP pada setiap gedung adalah sama yaitu sebesar 19 dBm dengan penguatan antenna omnidirectional sebesar 15 dBi. Spesifikasi teknis dari alat yang digunakan terdapat pada Tabel I.

Rancangan pemasangan dan konektivitas jaringan nirkabel *mesh* untuk *Wireless Weather Station* pada Kampus LIPI Bandung dapat digambarkan seperti Gambar 3.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa masing-masing node terkoneksi dengan minimal 2 node lainnya yang berdekatan dengannya. Hal ini sesuai dengan

Tabel I. Spesifikasi AP dan Omni Antenna

<i>Access Point</i>	
Frequency	2192 2507 (5 MHz step) 2224 2539 (5 Mhz step)
Power Output	19dBm
Receiver Sensitivity	802.11b: -95dBm @ 1Mbps/ -90dBm @ 11Mbps 802.11g: -90dBm @ 6Mbps/ -73dBm @ 54Mbps
<i>Omni Antenna</i>	
Gain Antenna	15 dBi
Frequency	2400 2500 MHz

Gambar 3. Konfigurasi jaringan nirkabel *mesh* WWS Kampus LIPI

prinsip dasar WMN yang ideal bahwa setiap node minimal terhubung dengan 2 node lainnya. Agar ketika salah satu node mengalami gangguan komunikasi pengiriman dan penerimaan data dapat terus berjalan secara *realtime* melalui koneksi dari salah satu node lainnya.

Agar *node* tersebut dapat membentuk jaringan nirkabel *Mesh* (WMN) maka dilakukan konfigurasi pada setiap *Access Point* seperti pada Tabel II.

Script Konfigurasi *Access Point Mesh Network*:

```
$ interface \textit{wireless}
$ interface \textit{wireless} set ssid=Portal-20
mode=ap-bridge band=2.4ghz-b/g

$ interface \textit{wireless} set ssid=Portal-20
mode=ap-bridge band=2.4ghz-b/g
frequency=2417 wds-mode=dynamic-\textit{mesh}

$ interface \textit{wireless} set ssid=Portal-20
mode=ap-bridge band=2.4ghz-b/g
frequency=2417 wds-mode=dynamic-\textit{mesh}
wds-default-bridge=Mesh-Interface
numbers: wlan1
```

Konfigurasi *Access Point* pada skrip diatas sama dengan Tabel II. Frekuensi yang digunakan pada masing-masing AP adalah sama yaitu 2417Mhz dan

Tabel II. Spesifikasi AP dan Omni Antenna

<i>Item</i>	Nilai
Mode	Ap-Bridge
Band	2.4Ghz-B/G
Channel Width	20 Mhz
SSID	Portal-20
Frequency	2417
Security Profile	default
WDS Mode	Dynamic <i>Mesh</i>
WDS Default Bridge	<i>Mesh-Interface</i>
<i>Mesh</i>	<i>Mesh Interface</i>
<i>Mesh port</i>	Ether1

SSID Portal-20, hal ini sesuai dengan prinsip WMN dimana seluruh AP harus berada dalam frekuensi dan SSID yang sama. Agar AP yang terpasang pada setiap *node* dapat terhubung antara satu dengan yang lainnya maka kita harus menambahkan suatu *interface mesh* dan IP address. Masing-masing AP kemudian akan terasosiasi dengan *interface* tersebut. Untuk menambahkannya maka diberikan perintah seperti pada Script konfigurasi access point penambahan *interface mesh* dan ip address seperti berikut:

```
$ interface \textit{wireless} set ssid=Portal-20
mode=ap-bridge band=2.4ghz-b/g frequency=2417
wds-mode=dynamic-\textit{mesh}
wds-default-bridge=Mesh-Interface
numbers: wlan1

$ interface \textit{mesh} add name=Mesh-Interface

$ interface \textit{mesh} port add interface=wlan1
\textit{mesh}=Mesh-Interface

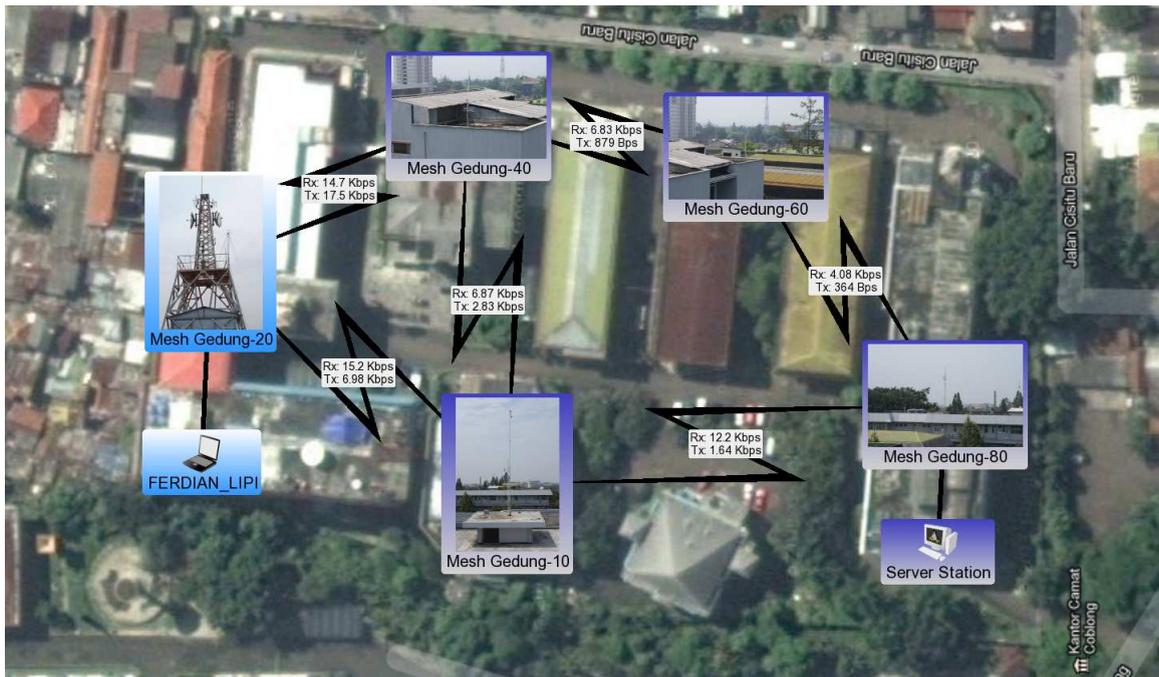
$ ip address add address=192.168.10.70/24
interface=wlan1 Mesh-Interface ether1 wlan2

$ ip address add address=192.168.10.70/24
interface=Mesh-Interface
```

Konfigurasi untuk seluruh AP adalah sama hanya yang membedakan adalah IP address AP tersebut. Untuk itu dilakukan pemberian IP address masing-masing AP seperti pada Tabel IV.

Tabel III. Assigned IP address untuk AP *mesh*

Lokasi	Alamat IP
Gedung 20	192.168.10.70
Gedung 10	192.168.10.72
Gedung 40	192.168.10.73
Gedung 60	192.168.10.74
Gedung 80	192.168.10.75



Gambar 4. Implementasi Jaringan Nirkabel Mesh untuk WWS di Kampus LIPI Bandung

Setelah melakukan konfigurasi seluruh *Access Point* maka ketika dilakukan *wireless scanning* akan di dapatkan hasil seperti Tabel V.

Seperti yang terlihat pada Tabel V, pada Gedung 80 terhubung dengan AP lainnya melalui *Mesh Interface*. Dengan cara ini komunikasi data tidak akan terganggu meskipun salah satu *node* mengalami gangguan seperti misalnya *node* tersebut padam. Selanjutnya melalui perintah *Traceroute* dapat di uji apakah jaringan *Mesh* telah terhubung sempurna, hal ini terdapat pada Tabel IV.

Tabel IV. Hasil *Traceroute Mesh Network* Gedung 20 Gedung 80 Kampus LIPI

ADDRESS	TIME	STATUS
00:0C:42:6B:E1:6D	9ms	tll-exceeded
00:0C:42:6B:E1:8E	13ms	tll-exceeded
00:0C:42:6B:E0:03	49ms	tll-exceeded
00:21:A4:32:29:25	55ms	success

Tabel V. Hasil *Scanning Neighbour List* pada salah satu AP *Mesh Gedung 80*

No	Interface	IP Address	MAC Address	Identity
1	mesh-interface	192.168.10.70	00:0C:42:96:8C:54	St-LIPI-Gd.20
2	mesh-interface	192.168.10.72	00:0C:42:6B:E1:6D	Mesh-Gd.10
3	mesh-interface	192.168.10.71	00:21:A4:32:29:30	St-Lembang
4	mesh-interface	192.168.10.73	00:0C:42:6B:E1:8E	Mesh-Gd.40
5	mesh-interface	192.168.10.74	00:0C:42:6B:E0:03	Mesh-Gd.60

Dari Tabel IV kita mencoba melakukan *Traceroute* dari Gedung 20 ke Gedung 80. Terlihat bahwa data dikirimkan melewati *node node* lainnya, yaitu dari

Gedung 20 Gedung 10 Gedung 40 Gedung 60 dan terakhir diterima oleh Gedung 80. Sehingga apabila salah satu *node* mengalami gangguan data akan tetap terkirim dengan melewati *node* lainnya yang masih terhubung.

Hasil akhir dari implementasi teknologi jaringan nirkabel *Mesh (Wireless Mesh Network)* pada *Wireless Weather Station* dengan 5 *node* terhubung, dapat dilihat pada Gambar 4.

## 5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan rancang bangun dan implementasi teknologi jaringan nirkabel *Mesh (Wireless Mesh Network)* untuk pemanfaatan komunikasi data pada *Wireless Weather Station* milik Pusat Penelitian Informatika LIPI Bandung. Sistem yang di rancang dan di implementasikan ini telah dapat saling terhubung dengan 5 *node* lainnya secara *mesh*. Dan komunikasi data dapat berjalan secara *realtime* meskipun salah satu *node* mengalami gangguan, karena dengan menggunakan teknologi *mesh network* komunikasi data tetap berlangsung melalui *node* lainnya yang berada dalam kondisi stabil.

## Daftar Pustaka

[1] Suyoto, F. Yunazar, E. Zaenudin, and A. Heryana, "Reliability of wireless data transmission system on alix3d2 for weather station," *INKOM Jurnal Informatika.*, vol. 6, no. 1, pp. 33–38, 2012.

- [2] F. Yunazar, E. Zaenudin, and Suyoto, "Implementation and performance analysis of routerboard r52 for data communications of wireless weather station in suburban areas over 5 km," in *Proceedings National Seminar of Embedded System*, September 2012, pp. 69–73.
- [3] Y. Yan, H. Cai, and S.-W. Seo, "Performance analysis of IEEE 802.11 wireless mesh networks," in *IEEE International Conference on Communications ICC 08*, May 2008, pp. 2547–2551.
- [4] H. Song and B. C. Kim, "IEEE 802.11-based wireless mesh network testbed," in *16th IST Mobile and Wireless Communications Summit*, September 2007, pp. 1–5.
- [5] K. KyuHan and K. G. Shin, "Self-reconfigurable wireless mesh networks," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, pp. 393–404, 2010.
- [6] K. Bialkowski and M. Portmann, "2010 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI)," in *16th IST Mobile and Wireless Communications Summit*, September 2010, pp. 1–4.
- [7] G. Held, *Wireless Mesh Network*. Boca Raton: Auerbach Publications Taylor & Francis Group, 2005.
- [8] I. F. Akyildiz, X. Wang, and W. Wang, "Wireless mesh networks: a survey," *Computer Networks*, pp. 445–487, 2005.
- [9] N. Funabiki, *Wireless Mesh Network*. InTech, Croatia, 2011.
- [10] M. L. Sichitiui, *Wireless Mesh Networks Challenges and Opportunities*. Electrical and Computer Eng. Dept, NC State University, USA, 2006.