

# Studi Awal Teknologi WIFI Untuk Diimplementasikan Pada Pembuatan Prototipe Sistem *Remote Terminal Unit* Multi Sensor Dengan Energi Mandiri

## *Preliminary Study for Wifi Technology Prototyping System Implemented In Remote Terminal Units Multi Sensor With Independent Energy*

Asep Insani dan Achmad Harimawan

*Bidang Instrumentasi Puslit KIM-LIPI*  
*Kompleks Puspiptek Serpong gedung 420 Tangerang*  
asepinsani@kim.lipi.go.id, harimawan@kim.lipi.go.id

Naskah diterima: 8 juli 2012; Naskah disetujui: 27 Agustus 2012

**Abstract**— In this paper reported the results of a preliminary study wifi technology in order to design and manufacture a prototype system of the remote terminal unit (RTU) with a multi-sensor self energy to the lighthouse in the small islands and border to be used for measurement and data communications as well as environmental monitoring. In order to manufacture the first prototype was made a laboratory-scale system model, then refined and developed into a prototype system. Along with laboratory scale modeling experiments have been carried out include wireless opeasi modes, analysis and observation of the characteristics of wifi technology, using a laptop to know the distance opimal wireless network in a few places and distances vary. From these results obtained experimental results related to the optimal position and distance to access the wireless network. The experimental results were then used as input or consideration for placement of an access point from the RTU. Thus, wireless network users can easily get the signal and the optimum transfer rate in each location around the lighthouse.

**Keywords**— Wireless, Signal, Communication, Remote, Instrumentation

**Abstrak**— Dalam makalah ini dipaparkan tentang hasil studi awal teknologi wifi dalam rangka perancangan dan pembuatan prototipe sistem remote terminal unit (RTU) multi sensor dengan energi mandiri untuk mercusuar di wilayah pulau-pulau kecil dan perbatasan yang akan digunakan untuk pengukuran dan komunikasi data serta pemantauan lingkungan. Dalam rangka pembuatan prototipe tersebut terlebih dahulu dibuat model sistem skala laboratorium, kemudian disempurnakan dan dikembangkan menjadi prototipe sistem. Seiring dengan pembuatan model skala laboratorium telah dilakukan percobaan-

percobaan meliputi mode operasi wireless, analisa dan pengamatan karakteristik teknologi wifi, mengetahui jarak optimal jaringan kabel di beberapa tempat dan jarak yang berbeda dengan menggunakan laptop. Dari penelitian ini didapat hasil percobaan yang terkait dengan posisi dan jarak yang optimal untuk mengakses jaringan nirkabel yang digunakan sebagai masukan atau bahan pertimbangan untuk penempatan suatu akses point dari RTU. Dengan demikian pengguna jaringan nirkabel dapat dengan mudah mendapatkan signal dan transfer rate yang paling optimum disetiap lokasi disekitar mercusuar.

**Keywords**— Wireless, Sinyal, komunikasi, Remote, Instrumentasi

### I. PENDAHULUAN

Daerah wilayah perbatasan itu adalah merupakan halaman depan NKRI yang mempunyai posisi sangat strategis dan peran penting, dalam hal perekonomian, pertahanan keamanan, serta pemantapan eksistensi NKRI. Kondisi daerah wilayah pulau-pulau kecil perbatasan pada umumnya keberadaan infra strukturnya juga masih minim dan ada yang belum tersedia energi listrik, kondisi ini sering mengakibatkan aparat dan masyarakat setempat sulit atau terbatas untuk mendapatkan akses teknologi informasi yang diperlukan (Harimawan, 2011).

Informasi bagi masyarakat maupun aparat dalam menjalankan tugasnya merupakan kebutuhan penting, terlebih dengan berkembangnya teknologi fasilitas akses internet

(Kompetitif, 2011). Penghubung komunikasi data, ke internet maupun intranet, dapat menggunakan media komunikasi berupa kabel tembaga, serat optik (fiber optik) dan dapat juga digunakan jaringan tanpa kabel / jaringan nirkabel (*wireless*) Feng, et al (2010).

Untuk daerah pulau kecil dan perbatasan penggunaan jaringan nirkabel (*wireless*) inilah yang akan dipertimbangkan dalam membangun prototipe sistem Remote Terminal Unit multi Sensor, karena telah dirasakan lebih mudah dalam pembangunan dan implementasi desainnya, karena lebih praktis dan efisien, baik energi listriknya maupun biaya investasi dari infrastrukturnya (harimawan, 2011).

Dalam mengakses jaringan internet maupun intranet dengan menggunakan jaringan nirkabel, salah satu hal yang berpengaruh pada faktor kualitas sinyal adalah permasalahan jarak, diringi dengan banyaknya pengguna jaringan nirkabel di suatu tempat dengan mengakses jaringan nirkabel atau hot spot Aguilerra, et al (2008).

Dunia teknologi informasi terus mengarah kepada penggunaan teknologi tanpa kabel (*wireless*). Penggunaan teknologi *wireless* sudah menjadi standar dalam dunia teknologi informasi. Berbagai peralatan genggam sudah dilengkapi InfraRed, Bluetooth ataupun WiFi untuk dapat bertukar informasi secara *wireless*. Penggunaan peripheral komputer secara *wireless* juga sudah menjadi teknologi umum, seperti keyboard dan mouse *wireless* dengan menggunakan Infrared, Bluetooth atau RF (Radio Frekuensi). Dalam dunia komputer sendiri, teknologi *wireless* juga sudah menjadi standar. Penggunaan teknologi *wireless* dalam jaringan komputer sering disebut dengan *Wireless LAN*. *Wireless LAN* yang umum digunakan sekarang berteknologi 802.11b dan 802.11g pada frekuensi 2.4 GHz. Hanya sebagian kecil yang menggunakan teknologi 802.11a, karena faktor pengaturan spektrum *wireless* yang belum membebaskan penggunaan frekuensi 5 GHz (Yani, 2008).

Teknologi 802.11 yang lebih dikenal dengan sebutan Wi-Fi, sudah mulai menjadi teknologi cable-replacement terutama dalam jaringan lokal. *Wireless LAN* juga didukung oleh banyak vendor perangkat komputer, salah satunya oleh Intel dengan merilis teknologi Intel Centrino yang mengadopsi standar teknologi *wireless*. Dengan demikian setiap notebook dengan prosesor Intel Centrino, pasti mendukung sambungan *Wireless LAN*. Banyaknya notebook keluaran baru yang mendukung sambungan *Wireless LAN*, menyebabkan banyaknya sambungan LAN yang berpindah dari kabel ke *wireless*, serta meningkatnya akses internet publik secara nirkabel yang sering disebut dengan istilah Hotspot. Dalam sebuah *Wireless LAN* dibutuhkan Access Point yang akan bekerja sebagai pusat pengendali komunikasi dari setiap komponen jaringan *wireless* yang tersambung Wang, et al (2010).

Beberapa tahun terakhir ini, terjadi peningkatan yang cukup signifikan untuk pemanfaatan jaringan WiFi 802.11 di masyarakat. Hotspot WiFi telah banyak digunakan untuk menyediakan pengguna internet *broadband* akses. Selain itu, WiFi juga telah menjadi fitur built in untuk berbagai perangkat mobile, seperti PDA, *Smart Phone*, *handhed game consoles*, dan laptop. Perangkat ini memungkinkan pengguna untuk mengakses internet melalui jalur akses WiFi *Access Point* Wang, et al (2010).

Seiring dengan meningkatnya ketersediaan konektivitas WiFi, mendukung aplikasi internet mobile melalui jaringan WiFi public telah mendapatkan perhatian yang serius. Namun justru sebaliknya, aplikasi WiFi mobile banyak memperlakukan kinerja *running device* dengan persyaratan yang cukup ketat, diantaranya: pembatasan waktu konektivitas, adanya delay atau penundaan, dan bandwidth yang tinggi Wang, et al (2010).

Dalam rangka penguasaan teknologi jaringan tersebut diperlukan percobaan laboratorium dan pengamatan tentang jangkauan jaringan, agar dalam praktek di lapangan dapat menjamin koneksi ke internet/intranet melalui jaringan nirkabel, beroperasi dengan lancar pada jarak yang paling optimal.

Pada umumnya internet gratis atau murah tidak selalu didukung oleh infrastruktur yang memadai dalam pembangunannya. Keadaan inilah yang mempengaruhi kualitas akses internet menjadi tidak maksimal. Diantara faktor yang mempengaruhi kecepatan akses internet jika jaringan hotspot adalah gain, atau penguatan. Dengan gain yang lebih besar maka secara otomatis jangkauan juga akan menjadi lebih jauh Pu, et al (2008) dan Fang, et al (2010).

Identifikasi faktor-faktor penting yang ditemukan dalam percobaan ini di antaranya adalah:

- Penempatan acces point yang digunakan sebagai pemancar sinyal hanya satu unit yang terletak di atas gedung pada suatu ruangan.
- Penelitian dilakukan di beberapa tempat untuk menghasilkan beberapa perbandingan ukuran kekuatan sinyal.
- Tidak adanya server untuk pembagian bandwidth, mengakibatkan bandwidth dalam jaringan menjadi tidak teratur.
- Terdapat kelemahan sistem keamanan jika IP yang digunakan pada acces point masih berupa IP default.
- Tidak adanya pembatasan hak akses, dapat mengakibatkan semua user yang menggunakan fasilitas hotspot dapat mengakses semua situs Merat, et al (2009).

Sedangkan penelitian yang dilakukan dalam makalah ini bertujuan untuk mendapatkan jarak optimal yang terukur dari penempatan posisi hotspot, dengan demikian posisi penempatan hotspot seperti apa dan dimana yang dapat menghasilkan kualitas sinyal yang maksimal dan bisa berjalan dengan lancar dalam proses mengakses internet atau intranet.

Dalam makalah ini masalah dibatasi dengan penelitian untuk mendapatkan solusi dengan melakukan analisa parameter penerimaan sinyal meliputi kekuatan sinyal, channel, authentication, network type. Dilakukan perbandingan performansi dengan perbandingan jarak dan RSSI. Dilakukan perbandingan penerimaan sinyal pada beberapa tempat berbeda yang memungkinkan mempengaruhi pembangunan infrastruktur.

## II. KAJIAN LITERATUR/KERANGKA TEORI/GAMBARAN UMUM

Pengertian dan teori-teori yang mendasari upaya untuk mendapatkan solusi dari masalah yang ditemui, diantaranya adalah pemahaman spesifikasi dan cara penggunaan dari masing-masing komponen alat yang digunakan untuk membangun infrastruktur hotspot. Hal ini meliputi penjelasan tentang definisi wifi, antena dan parameter-parameter pada

antena, fungsi access point, media penghubung kabel tembaga UTP, dan POE adapter.

Dengan semakin bertambahnya pemakaian komputer, semakin besar kebutuhan akan pentransferan data dari satu terminal ke terminal lain yang dipisahkan oleh satuan jarak dan semakin tinggi kebutuhan akan efisiensi penggunaan alat-alat kantor (seperti printer dan plotter) dan waktu perolehan data base, maka semakin tinggi pula kebutuhan akan suatu jaringan yang menghubungkan terminal-terminal yang ingin berkomunikasi dengan efisien. Wireless LAN atau Radio link merupakan suatu sistem komunikasi data tanpa kabel yang merupakan perluasan atau solusi alternatif dari LAN konvensional (dengan kabel) (Insani, 2006). WLAN dapat dipasang dalam suatu gedung atau antar gedung, dengan menggunakan gelombang elektromagnetik untuk mengirim dan menerima data. Wireless LAN juga dapat digunakan untuk menjangkau wilayah LAN yang sulit dicapai dengan kabel tembaga biasa (copper wire), dan juga untuk menjangkau pengguna bergerak (mobile-user). Sesuai perkembangan karakteristik masyarakat seperti yang telah disebutkan di atas maka LAN menawarkan suatu alternatif untuk komputer portabel yaitu Wireless LAN (WLAN). WLAN menggunakan frekuensi radio (RF) atau infrared (IR) sebagai media transmisi Kuzminsky (2006). Jika dibandingkan dengan LAN, maka WLAN memiliki kelebihan diantaranya sebagai berikut:

Mobilitas yang tinggi, WLAN memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi secara real time dimanapun berada (dalam jangkauan WLAN), tidak terpacu pada satu tempat saja. Mobilitas yang tinggi tentunya dapat meningkatkan layanan dan produktivas (Insani, dkk 2005).

Kemudahan dan kecepatan instalasi WLAN sangat mudah dan cepat karena bisa dilakukan tanpa harus menarik dan memasang kabel melalui dinding ataupun atap.

Fleksibel, Teknologi WLAN memungkinkan untuk membangun jaringan dimana kabel tidak dapat digunakan/tidak memungkinkan untuk digunakan.

Menurunkan biaya kepemilikan, Meskipun biaya investasi awal untuk perangkat keras WLAN lebih mahal daripada LAN konvensional, tetapi biaya instalasi dan perawatan jaringan WLAN lebih murah, sehingga secara total dapat menurunkan biaya kepemilikan (Insani, 2006) dan (Insani, 2009).

Scalable, WLAN dapat menggunakan berbagai topologi jaringan sesuai dengan kebutuhan, mulai dari jaringan independen yang hanya terdiri dari beberapa pengguna saja, sampai jaringan infrastruktur yang terdiri dari ribuan pengguna.

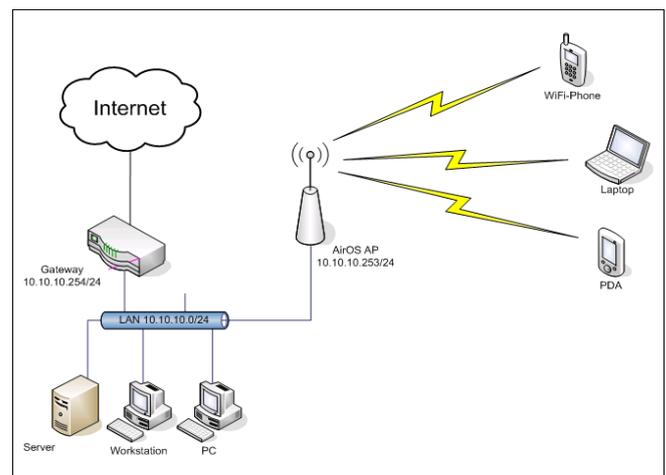
#### A. Wireless Fidelity

Wi-Fi atau *Wireless Fidelity* adalah satu standar *Wireless Networking* tanpa kabel hanya dengan komponen yang sesuai dapat terkoneksi ke jaringan lokal nirkabel (*wireless local area network* WLAN) menurut spesifikasi IEEE 802.11. Awalnya Wi-Fi ditujukan untuk penggunaan perangkat nirkabel dan Jaringan Area Lokal (LAN), namun saat ini lebih banyak digunakan untuk mengakses Internet. Hal ini memungkinkan seseorang dapat menggunakan komputer dan kartu nirkabel (*wireless card*) atau personal digital assistant (PDA) untuk terhubung dengan Internet dengan menggunakan

titik akses (atau dikenal dengan Hotspot) terdekat Merat, et al (2009).

Istilah Wi-Fi diciptakan oleh sebuah organisasi bernama Wi-Fi Alliance yang bekerja menguji dan memberikan sertifikasi untuk perangkat-perangkat WLAN. Perangkat *wireless* diuji berdasarkan interoperabilitasnya dengan perangkat-perangkat *wireless* lain yang menggunakan standar yang sama. Setelah diuji dan lulus, sebuah perangkat akan diberi sertifikasi Wi-Fi Certified. Artinya perangkat ini bisa bekerja dengan baik dengan perangkat-perangkat *wireless* lain yang juga bersertifikasi ini. Semua produk yang telah di test dan disetujui dengan label Wi-Fi Certified (registered trademark) oleh Wi-Fi Alliance berarti memiliki interoperabilitas satu sama lain sekalipun berbeda jenis, merk dan vendor Burgess, et al (2004).

Keuntungan dari sistem Wi-Fi, pemakai tidak dibatasi ruang gerak dan hanya dibatasi pada jarak jangkauan dari satu titik pemancar Wi-Fi. Untuk jarak pada sistem Wi-Fi mampu menjangkau area 100feet atau 30M radius. Selain itu dapat diperkuat dengan perangkat khusus seperti booster yang berfungsi sebagai relay yang mampu menjangkau ratusan bahkan beberapa kilometer ke satu arah (directional). Bahkan hardware terbaru, terdapat perangkat dimana satu perangkat Access Point dapat saling merelay (disebut bridge) kembali ke beberapa bagian atau titik sehingga memperjauh jarak jangkauan dan dapat disebar di beberapa titik dalam suatu ruangan untuk menyatukan sebuah network LAN.



Gambar 1. Topologi Jaringan WiFi

Standar 802.11 pada awalnya disahkan pada tahun 1997 dengan mencakup *frequency hopping spread spectrum* (FHSS) *physical layers* dan *direct sequence spread spectrum* (DSSS) *physical layers* yang beroperasi pada pita 2.4 GHz dengan kecepatan data sampai 2 Mbps. FHSS mengirim sinyal *wideband* yang dapat menjangkau keseluruhan 2,4 pita GHz.

Selanjutnya akan dijelaskan pula mengenai *wireless LAN* dan *wireless USB* adapter yang digunakan untuk menangkap sinyal wifi Burgess (2004).

#### B. Karakteristik WiFi

Jaringan wifi mempunyai karakteristik yang berbeda dengan jaringan kabel pada umumnya. Pada jaringan *wireless/wifi/nirkabel* banyak faktor yang mempengaruhi kinerja dan kehandalan dari jaringan wifi. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah panjang gelombang (wavelength),

frekuensi yang digunakan dalam transmisi data, amplitudo (kekuatan sinyal), dan EIRP (*Effective isotropic Radiated Power*). Faktor-faktor tersebut di atas biasa dikaitkan dengan sinyal gelombang radio, hal ini karena jaringan *wireless* menggunakan gelombang radio dalam mentransmisikan datanya Kuzminsky, (2006).

Parameter sinyal frekuensi radio (RF) dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan alam. Sedangkan parameter RF adalah sebagai berikut:

#### 1. Panjang gelombang (wavelength)

Panjang gelombang adalah jarak antara 1 ujung puncak gelombang dengan puncak gelombang lainnya secara horizontal. gelombang adalah sinyal sinus. sinyal ini awalnya di mulai sebagai sinyal AC yang di generate oleh transmitter/pemancar di dalam sebuah access point (AP) dan di kirim ke antena dimana di radiasikan sebagai gelombang sinus. selama proses ini arus mengubah medan elektromagnetik disekitar antena, sehingga antena mengirim sinyal elektrik dan magnetik.

#### 2. Frekuensi (Hz)

Frekuensi menentukan seberapa sering signal terlihat /muncul, frekuensi biasa di ukur dalam bentuk besaran detik. di referensikan sebagai cycle. beberapa fakta tentang frekuensi yaitu:

# 1 cycle = 1 Hz

# frekuensi tinggi memiliki jangkauan jarak lebih pendek

# ketika sinyal muncul 1x dalam 1 detik = 1 Hz

# 10x dalam 1 detik = 10 Hz

# 1 juta x dalam 1 detik = 1 MHz

# 1 miliar x dalam 1 detik = 1 GHz

#### 3. Amplitudo

Jarak vertikal antara satu puncak gelombang dengan gelombang lainnya adalah amplitudo. amplitudo adalah jumlah energi yang di berikan dalam sebuah signal. orang-orang di FCC (Federal Communication Commission) dan ETSI (European telecommunications standards institute) mengatur amplitudo yang boleh di gunakan

#### 4. Free Path Loss

Model dimana sebuah sinyal yang menjauhi sumbernya makin lama akan menghilang. ilustrasinya seperti saat anda menjatuhkan batu secara vertikal ke sebuah kolam air, akan terbentuk gelombang yang menjauhi titik batu di jatuhkan dan Semakin jauh semakin menghilang namun tidak berhenti hanya menghilang sama halnya seperti sinyal gelombang radio.

#### 5. Absorption (penyerapan /peredaman sinyal)

Seperti di ketahui semakin besar amplitudo gelombang (power) semakin jauh sinyal dapat memancar. ini baik karena dapat menghemat access point dan menjangkau lebih luas. dengan mengurangi besar amplitudo (power) suatu sinyal maka jarak jangkauan sinyal tersebut akan berkurang. faktor yang mempengaruhi transmisi *wireless* dengan mengurangi amplitudo (power) di sebut absorption (penyerapan sinyal). efek dari penyerapan adalah panas. masalah yang dapat dihadapi ketika signal di serap seluruhnya adalah sinyal berhenti. namun efek ini tidak mempengaruhi/merubah panjang gelombang dan frekuensi dari sinyal tersebut. anda pasti bertanya tanya, benda apa yang dapat menyerap signal. tembok. tubuh manusia dan karpet dapat menyerap/meredam sinyal sedangkan benda yang dapat

menyerap/meredam suara dapat meredam sinyal. peredaman sinyal ini perlu di perhitungkan juga pada saat akan mendeploy jaringan *wireless* dalam gedung, terutama bila ada kaca dan karpet. karena dalam hal ini peredaman sinyal akan terjadi.

#### 6. Pemantulan sinyal

Sinyal radio bisa memantul bila menemui cermin/kaca, biasanya banyak terjadi pada ruangan kantor yang di sekat pemantulan pun tergantung dari frekuensi signalnya. ada beberapa frekuensi yang tidak terpengaruh sebanyak frekuensi yang lainnya. dan salah satu efek dari pemantulan sinyal ini adalah terjadinya multipath.

Multipath artinya signal datang dari 2 arah yang berbeda. karakteristiknya adalah penerima kemungkinan menerima signal yang sama beberapa kali dari arah yang berbeda. ini tergantung dari panjang gelombang dan posisi penerima. karakteristik lainnya adalah multipath dapat menyebabkan sinyal yang = nol, artinya saling membatalkan atau dikenal dengan istilah OUT OF Phase signal.

#### 7. Pemecahan Sinyal (*Scattering*)

Isu dari pemecahan sinyal terjadi saat sinyal dikirim dalam banyak arah. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa objek yang dapat memantulkan signal dan ujung yang lancip, seperti partikel debu di air dan udara. Ilustrasinya adalah menyinari lampu ke pecahan kaca. Cahaya akan dipantulkan ke banyak arah dan menyebar. Dalam skala besar adalah bayangkan saat cuaca hujan. Hujan yang besar mempunyai kemampuan memantulkan sinyal. Oleh karena itu disaat Hujan, sinyal *Wireless* dapat terganggu.

#### 8. Pembelokan Sinyal (*Refraction*)

Refraction adalah perubahan arah, atau pembelokan dari sinyal disaat sinyal melewati sesuatu yang beda massanya. Sebagai contoh sinyal yang melewati segelas air. Sinyal ada yang di pantulkan dan ada yang dibelokkan.

#### 9. LOS (*Line of Sight*)

*Line of Sight* artinya suatu kondisi dimana pemancar dapat melihat secara jelas tanpa halangan sebuah penerima. Walaupun terjadi kondisi LOS, belum tentu tidak ada gangguan pada jalur tersebut. Dalam hal ini yang harus diperhitungkan adalah penyerapan sinyal, pemantulan sinyal, pemecahan sinyal. Bahkan dalam jarak yang lebih jauh bumi menjadi sebuah halangan, seperti kontur bumi, gunung, pohon, dan halangan lingkungan lainnya.

#### 10. Fresnel Zone

Sebagai latar belakang, Augustin-Jean Fresnel adalah seorang fisikawan Prancis dan sarjana sipil yang hidup di tahun 1788 ~ 1827. Beliau secara tepat mengasumsikan bahwa cahaya bergerak seperti gelombang. Dan karena penemuan beliau, sebuah metoda untuk menentukan dimana pemantulan akan terjadi di antara pengirim dan penerima, dan diberi nama seperti namanya. Inilah yang disebut *Fresnel Zone*. Rumus *Fresnel Zone* ini dapat menentukan posisi ketinggian antena dengan Jarak yang dapat di tembus oleh sinyal *Wireless*. Dengan perhitungan yang tepat akan didapatkan hasil yang memuaskan dan tentunya diperhitungkan. Namun penerapan di *Indoor* signalnya terlalu pendek sehingga tidak terlalu berefek dalam jaringan *wifi indoor*.

#### 11. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

RSSI ini menggunakan nilai yang spesifik untuk tiap vendor. Oleh karena itu, penilaian vendor A belum tentu sama dengan vendor B. RSSI biasa diukur dalam besaran dBm. Salah satu alat untuk menentukan RSSI adalah software vistumbler.

12. *Signal to Noise Ratio (SNR)*

SNR adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan seberapa kuat sinyal dibandingkan dengan gangguan di sekeliling yang mengganggu sinyal. Bila Sinyal lebih kuat daripada gangguan /Noise maka sinyal dapat di tangkap oleh *receiver* lebih baik, dan sebaliknya demikian. Bila Noise sekitar terlalu besar, maka yang akan di tangkap oleh *receiver* adalah sinyal yang samar-samar dan transmisi data tidak dimengerti. Aplikasi yang digunakan dapat melaporkan pengukuran SNR, lebih baik bila mendapatkan angka yang lebih tinggi, namun juga dibuat berdasarkan nilai RSSI nya, sehingga juga ditentukan sendiri oleh vendor.

13. *Link Budget*

*Link Budget* adalah nilai yang menghitung semua *gain* dan *loss* antara pengirim dan penerima, termasuk atenuasi, penguatan / gain antena dan loss lainnya yang dapat terjadi. Link Budget dapat berguna untuk menentukan berapa banyak *Power* yang dibutuhkan untuk mengirimkan sinyal agar dapat dimengerti oleh penerima sinyal. Berikut adalah rumus sederhana untuk menentukan Link Budget : **Received Power (dBm) = Transmitted Power(dBm) + Gains (dB) - Losses (dB)**

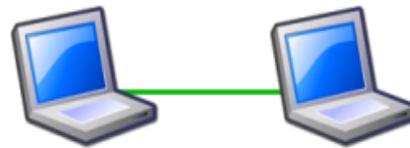
Contoh perhitungan Link Budget :

$$Received Power = 6 dBm + 14 dB - 0 dB = 20 dBm$$

C. *Konfigurasi Jaringan WiFi*

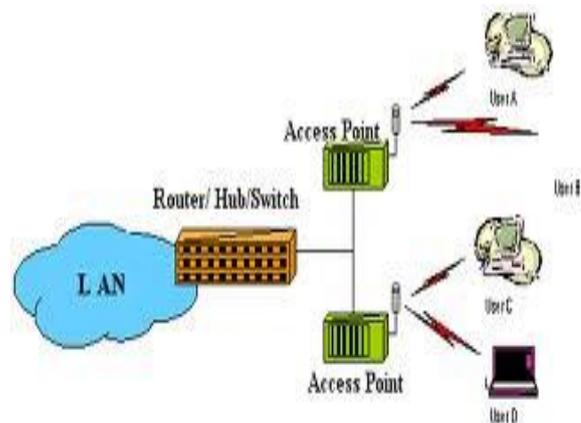
Berbagai perangkat dan komponen sistem Wifi, seperti NIC dan Access Point akan memberikan kemudahan dalam membangun berbagai jenis konfigurasi jaringan. Namun, menurut standar yang diajarkan oleh IEEE untuk *Wireless LAN*, ada 2 model konfigurasi utama untuk jaringan ini. Yaitu: ad hoc dan infrastruktur. Bagaimana antar device (terminal) saling terhubung tanpa melalui kabel, maka ini yang menentukan suatu jaringan Wifi dibentuk. Konfigurasi tersebut yaitu konfigurasi *ad hoc* dan infra struktur Feng, et al (2010).

Jaringan Ad-Hoc merupakan mode jaringan WLAN yang sangat sederhana, karena pada ad hoc ini tidak memerlukan access point untuk host dapat saling berinteraksi. Setiap host cukup memiliki transmitter dan receiver *wireless* untuk berkomunikasi secara langsung satu sama lain. Kekurangan dari mode ini adalah komputer tidak bisa berkomunikasi dengan komputer pada jaringan yang menggunakan kabel. Selain itu, daerah jangkauan pada mode ini terbatas pada jarak antara kedua komputer tersebut. Jaringan Ad Hoc terbentuk bila antara terminal (Notebook, Desktop atau PDA) yang telah dilengkapi *Wireless LAN* cad saling tersambung tanpa melalui access point. Contoh dari jaringan ad hoc adalah jaringan yang memiliki konfigurasi peer to peer. Untuk sebuah kantor yang tidak terlalu besar dan hanya terdiri atas satu lantai, maka konfigurasi peer to peer *Wireless* akan cukup memadai.



Gambar 2. Konfigurasi Ad Hoc

Sedangkan untuk konfigurasi infrastruktur (*client server*) yaitu dibangun oleh Infrastruktur *Wireless LAN* yang merupakan sebuah konfigurasi jaringan dimana jaringan *Wireless* tidak hanya berhubungan dengan sesama jaringan *Wireless* saja. Akan tetapi, terhubung juga dengan jaringan wired. Agar jaringan *Wireless* dapat berhubungan dengan jaringan wired, maka akses point mutlak diperlukan. Apabila Access Point yang dipasang terdiri dari lebih dari dua. Tentunya pengaturan frekuensi lebih harus hati-hati agar tidak saling mengganggu antara satu dengan lainnya.



Gambar 3. Konfigurasi Infrastruktur.

*Network Address Translation (NAT)* atau yang lebih biasa disebut dengan NAT adalah suatu metode untuk menghubungkan lebih dari satu komputer ke jaringan internet dengan menggunakan satu alamat IP. Banyaknya penggunaan metode ini disebabkan karena ketersediaan alamat IP yang terbatas, kebutuhan akan keamanan (security), dan kemudahan serta fleksibilitas dalam administrasi jaringan.

Agar dapat mencapai mesin di Internet, alamat IP private (alamat IP RFC1918) harus diubah menjadi alamat IP publik yang dapat di routing di Internet global. Hal ini dapat dicapai menggunakan teknik yang dikenal sebagai Network Address Translation, atau NAT Burgess (2004).

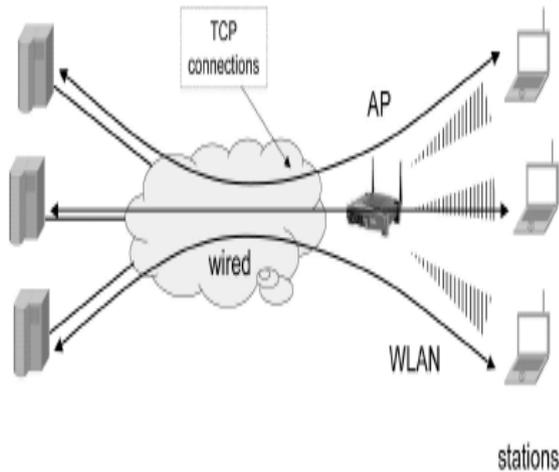
D. *Komponen WiFi*

Dalam membentuk suatu jaringan *Wifi*, maka dddiperlukan beberapa perangkat agar komunikasi antara station dapat dilakukan. Secara umum, komponen *Wireless LAN* itu terdiri atas perangkat berikut ini:

1. *Access Point (AP)*

Pada *Wireless LAN*, device transceiver disebut sebagai Access Point, dan terhubung dengan jaringan (LAN) melalui kabel (biasanya berupa UTP). Fungsi dari Access Point adalah mengirim dan menerima data, serta berfungsi sebagai buffer data antara *Wireless LAN* dengan wired

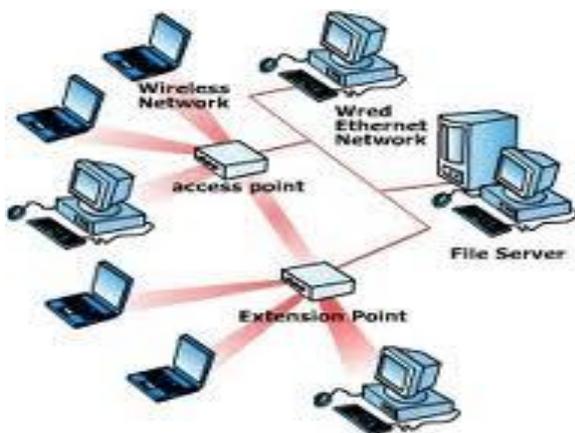
LAN. Satu Access Point dapat melayani sejumlah user (beberapa literatur menyatakan bahwa satu Akses Point maksimal meng-handle sampai 30 user). Karena dengan semakin banyaknya user terhubung ke *Access Point* maka kecepatan yang diperoleh tiap user juga akan semakin berkurang Aguilera (2008). Bila *Access Point* dipasang lebih dari satu dan coverage tiap *Access Point* saling overlap, maka *user /client* dapat melakukan *roaming*. *Roaming* adalah kemampuan client untuk berpindah tanpa kehilangan kontak dengan jaringan.



Gambar 4. Access Point terhubung ke jaringan

2. *Extention Point*

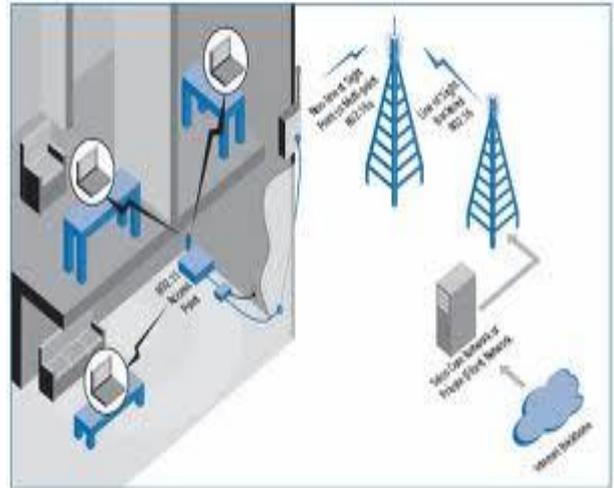
Untuk mengatasi berbagai problem khusus dalam topologi jaringan, designer dapat menambahkan *extention point* untuk menambah cakupan jaringan. *Extention Point* hanya berfungsi layaknya repeater untuk client di tempat yang lebih jauh. Syarat dari AP yang digunakan sebagai ekstention point adalahterkait dengan channel frekuensi yang digunakan. Antara AP induk (yang terhubung langsung dengan LAN *backbone*) dan AP repeaternya harus memiliki frekuensi yang sama. Seperti pada gambar di atas dua AP dimaksud menggunakan channel 1. Disamping itu SSID yang digunakan juga harus sama sehingga antar AP dapat saling berkomunikasi.



Gambar 5. Penggunaan Extention Point

3. *Antena*

Terdapat beberapa tipe antena yang dapat mendukung dalam implementasi *Wireless LAN*. Ada yang tipenya omni, *sectorized* serta *directional*. Khusus antena *directional* umumnya digunakan jikadinginkan jaringan antar 2 gedung yang bersebelahan (Konfigurasi *Point to Point*). Sebagai gambarannya, gambar berikut menampilkan aplikasi antena *directional* yang dihubungkan ke AP untuk konfigurasi *Point to Point*.



Gambar 6. Penggunaan antena *directional*



Gambar 7. Contoh Antena yang dipakai WiFi

4. *Wireless LAN card*

*Wireless LAN card* dapat berupa PCMCIA, ISA *card*. USB *card* atau ethernet *card* dan sekarang banyak dijumpai sudahembedded di terminal (*Notebook* maupun HP). Biasanya PCMCIA digunakan untuk *notebook* sedangkan yang lain digunakan untuk komputer *desktop*.*Wireless LAN card* ini berfungsi sebagai *interface* antara sistem operasi jaringan *client* dengan format *interface* udara ke AP.Untuk kondisi sekarang, banyak sekali mobile terminal seperti *notebook*, *netbook*, PDA maupun mobile phone yang sudah memiliki *interface Wifi*. Sering juga sudah dilengkapi perangkat *Wireless* lain seperti *bluetooth* maupun *infrared*.

5. *POE Adapter*

Suatu alat yang mempunyai fungsi sebagai penghantar listrik dengan menggunakan alat ini di dapatkan banyak keuntungan di antaranya:

**Waktu dan penghematan biaya** - dengan mengurangi waktu dan biaya dari memiliki daya listrik kabel yang terpasang. Kabel jaringan tidak memerlukan ahli listrik agar sesuai dengan mereka, dan dapat ditemukan di mana saja.

**Fleksibilitas** - tanpa ditambatkan ke outlet listrik, perangkat seperti kamera IP dan jalur akses nirkabel dapat ditemukan di mana pun yang paling dibutuhkan, dan direposisi dengan mudah jika diperlukan.

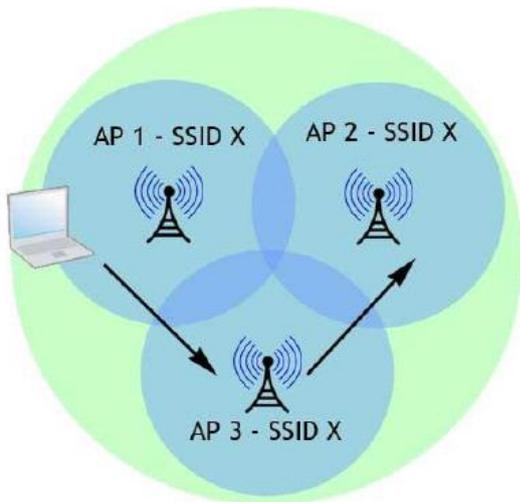
**Keselamatan** - pengiriman PoE cerdas, dan dirancang untuk melindungi peralatan jaringan dari overload, underpowering, atau instalasi yang tidak benar.

**Keandalan** - PoE listrik berasal dari sumber pusat dan universal kompatibel, bukan kumpulan adapter dinding didistribusikan. Hal ini dapat didukung-up oleh power supply yang tidak pernah terputus, atau dikendalikan dengan mudah menonaktifkan atau mengatur ulang perangkat.

**Skalabilitas** - memiliki daya yang tersedia pada jaringan berarti bahwa perpanjangan dan distribusi koneksi jaringan sederhana dan efektif.

**E. Wireless Distribution System**

Dengan mengkonfigurasi AP dengan WDS, maka apabila client laptop berpindah dari satu area AP ke area AP lainnya, maka user seakan-akan tetap berada di area yang sama Burgess (2004).



Gambar 7. Topologi dengan Wireless Distribution System

Dengan *Wireless Distribution System (WDS)* memungkinkan jaringan *wireless* dikembangkan menggunakan beberapa access point tanpa harus memerlukan backbone kabel jaringan untuk menghubungkan mereka, seperti cara tradisional. Keuntungan yang bisa kelihatan dari *Wireless Distribution System* dibanding solusi lainnya adalah bahwa dengan *Wireless Distribution System (WDS)*, header MAC address dari paket *traffic* tidak berubah antar link access point. tidak seperti pada proses encapsulation misalnya pada komunikasi antar router yang selalu menggunakan MAC address pada hop berikutnya.

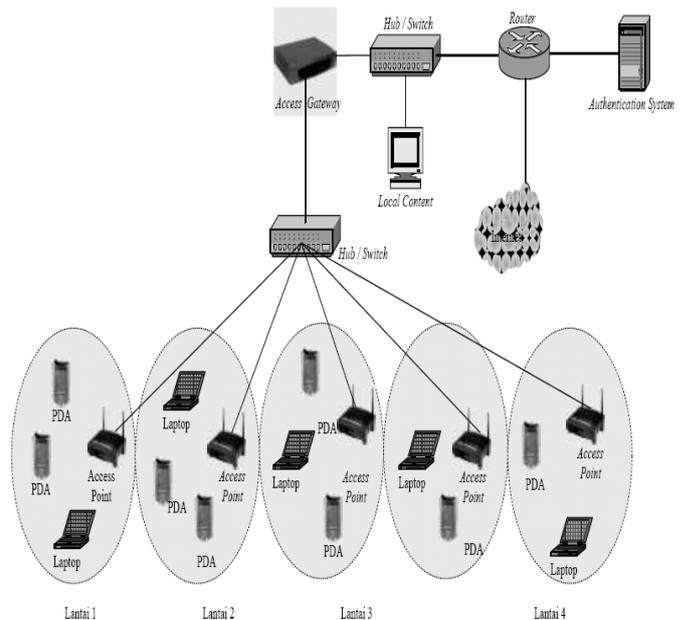
Semua *base station* dalam *Wireless Distribution System (WDS)* harus dikonfigure menggunakan channel radio yang sama, metode enkripsi (tanpa enkripsi, WEP, atau WAP) dan juga kunci enkripsi yang sama. Mereka bisa dikonfigure

dengan menggunakan SSID (service set identifiers) yang berbeda sebagai identitas. *Wireless Distribution System (WDS)* juga mengharuskan setiap base station untuk bisa melewati kepada lainnya didalam sistem.

*Wireless Distribution System (WDS)* bisa juga didefinisikan sebagai mode repeater karena dia bisa tampak sebagai Bridge dan juga menerima *wireless client* pada saat bersamaan (tidak seperti system bridge tradisional) Burgess (2004) dan (Yani, 2008).

**F. Hotspot**

*Hotspot* adalah suatu koneksi jaringan *wireless* yang tersedia dan siap pakai, di mana pengguna dengan perangkat WLAN yang *compatible*, dapat terhubung ke internet, atau private intranet, mengirim dan menerima e-mail dan mendownload file tanpa harus menggunakan kabel ethernet. Hot spot, atau yang lebih dikenal sebagai Wi-Fi hot spot tersusun atas perangkat atau komponen WLAN, ditambah web server, dan ISP provider, bila akan terhubung ke internet. Wi-Fi hot spot banyak dijumpai pada tempat-tempat umum seperti pada kafe, bandara, lobi hotel, dan tempat-tempat lainnya. Gambar jaringan WiFi secara konvensional dapat diperlihatkan sebagai berikut:



Gambar 8. Jaringan WiFi konvensional

Apabila suatu stasiun ingin mengakses sebuah Wi-Fi *hot spot* yang telah ada (apakah hanya sekedar memasuki jaringan, ataukah ingin mengakses layanan-layanan yang disediakan oleh jaringan Wi-Fi), stasiun tersebut harus mendapatkan informasi sinkronisasi dari AP terlebih dahulu. Stasiun yang ingin mengakses jaringan Wi-Fi tersebut bisa memperoleh salah satu jenis informasi dari dua jenis yaitu : *Passive Scanning*, dalam kasus ini stasiun harus menunggu untuk menerima sebuah *Beacon Frame* dari AP, (*beacon frame* adalah sebuah *frame* periodik yang dikirim oleh AP dengan informasi sinkronisasi).

*Active Scanning*, dalam kasus ini stasiun mencoba untuk mencari AP dengan mentransmisikan *Probe Request Frames*, dan menunggu *Probe Response* dari AP Pu, et al (2008).

Dua metode diatas adalah valid, dan salah satu dapat dipilih oleh stasiun ketika akan mengakses jaringan Wi-Fi. Beberapa proses yang terjadi sebelum stasiun dapat mengakses jaringan Wi-Fi, antara lain:

1. *Authentication*, adalah proses untuk membuktikan identitas client (stasiun) sebelum berasosiasi dengan AP. Secara default, perangkat Wi-Fi bekerja dalam sebuah Open System, dimana pada dasarnya setiap stasiun *wireless* dapat berasosiasi dengan sebuah AP tanpa memeriksa persetujuan dari AP. *Authentication* sejati sangat memungkinkan dalam penggunaan. pilihan dari Wi-Fi, yang dikenal dengan Wired Equivalent Privacy (WEP), dimana sebuah kunci bersama dikonfigurasi dalam AP dan stasiun *wireless* tersebut. Hanya perangkat dengan sebuah kunci bersama tersebut yang dapat berasosiasi dengan AP.
2. *De-authentication*, adalah sebuah fungsi yang dihasilkan oleh *base station*. Adalah proses penolakan-persetujuan yang telah dimiliki oleh stasiun, berdasarkan atas seting *authentication* yang salah, atau berdasarkan permintaan *MAC filters*.
3. *Association*, proses ini memperbolehkan pembentukan *wireless link* antara stasiun dan AP dalam sebuah jaringan infrastruktur.
4. *Disassociation*, proses pemutusan *link* antara stasiun *wireless* dengan AP dalam jaringan infrastruktur.
5. *Re-association*, proses ini terjadi sebagai tambahan proses *association* dimana stasiun *wireless* bergerak dari satu BSS ke BSS yang lain. Proses ini dapat disebut juga dengan *Roaming*.
6. *Privacy*, proses ini berfungsi untuk melindungi informasi yang akan dikirim oleh stasiun agar tidak didengarkan secara sembunyi-sembunyi oleh stasiun lainnya yang berada dalam jangkauan AP. WEP akan mengenkripsi data sebelum data tersebut dikirimkan secara *wireless*, menggunakan algoritma enkripsi 40 bit yang dikenal sebagai RC4. Kunci bersama yang digunakan dalam proses *authentication* digunakan untuk mengenkripsi atau meng-deenkripsi data, dan hanya memperbolehkan stasiun yang memiliki kunci bersama saja yang dapat secara benar membaca data yang telah dienkripsi.
7. *Data transfer*, adalah proses mentransmisikan *frame* data. Ini adalah proses utama dari Wi-Fi *MAC sublayer*, yaitu menghasilkan pertukaran *frame* data antara *MAC sublayer* perangkat-perangkat Wi-Fi. Perangkat-perangkat Wi-Fi akan menggunakan mekanisme CSMA-CA sebagai metode aksesnya.
8. *Distribution*, proses ini dihasilkan oleh *Distribution System (DS)* dan digunakan dalam suatu kondisi khusus yaitu bila terjadi proses transmisi antara AP satu dengan AP yang lain.
9. *Integration*, proses yang dihasilkan oleh *portal*, dimana pada dasarnya portal didesain untuk menghasilkan *logical integration* antara *wired LAN* dan Wi-Fi. Koneksi *wireless internet* adalah salah satu contoh *logical integration* yang terjadi antara *wired LAN* dan Wi-Fi.
10. *Power management*, terdiri atas dua *power mode* yaitu : *active mode*, dimana stasiun *wireless* diberikan *power* (tenaga) untuk mentransmisikan dan menerima *frame* data, dan *power save mode*, dimana stasiun tidak dapat mentransmisikan atau menerima *frame* data bila *power*

yang dipakai kurang. Konsumsi *power* yang sebenarnya tidak ditetapkan dan tergantung atas implementasi yang akan diterapkan.

#### G. *Quality of Service WLAN*

Kemampuan menyediakan jaminan performansi dan diferensiasi layanan dalam network sering diacu dengan istilah QoS (quality of service). ITU, dalam rekomendasi E.800, mendefinisikan QoS sebagai pengaruh kolektif atas performansi layanan yang menentukan tingkat kepuasan pemakai layanan. QoS-Forum mendefinisikan QoS sebagai ukuran kolektif atas tingkat layanan yang disampaikan ke pelanggan, ditandai dengan beberapa kriteria yang meliputi *availabilitas*, *error performance*, *response time* and *throughput*, sambungan atau transmisi yang hilang akibat kongesti, waktu setup, dan kecepatan deteksi dan koreksi kesalahan.

Sebuah AP membuat sebuah coverage area atau sel yang menghasilkan sejumlah *throughput* yang dipakai bersama-sama oleh seluruh client (stasiun) yang berada di dalam sel, yang berasosiasi dengan AP. Dalam sistem Ethernet sebuah sel adalah *collision domain*. Pada Ethernet, kita dapat menentukan secara tepat jumlah client dalam *collision domain* dengan memilih berapa banyak jumlah port dalam Ethernet hub yang akan digunakan. Pada Wi-Fi, tidak memiliki *physical port*, sehingga untuk membatasi dan menentukan (meningkatkan) jumlah pengguna kita dapat mengatur coverage area. Atau dengan cara lain yang nantinya akan diteliti, yaitu dengan mekanisme control kongesti berbasis tarif pada sistem Wi-Fi.

Perencanaan kapasitas bandwidth pada Ethernet adalah sudah jelas, dimana jumlah pengguna yang terhubung dengan sebuah hub adalah sama dengan jumlah pengguna dalam *collision domain*. Pada Wi-Fi, jumlah pengguna dapat berubah-ubah dengan masuk dan keluarnya pengguna dalam coverage area. Biasanya, dengan transmisi yang melalui gelombang radio, *throughput* adalah subjek yang dipengaruhi oleh faktor yang berubah-ubah seperti interferensi yang menurunkan *throughput*, atau jumlah pengguna yang besar sehingga menyebabkan terjadinya kongesti dalam kanal juga dapat menyebabkan turunnya nilai *throughput*.

Beberapa jenis pengguna yang berbeda memiliki kebutuhan *throughput* rata-rata yang berbeda-beda. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan QoS dari suatu jaringan WLAN, antara lain:

1. *Availability*, yaitu persentase hidupnya sistem atau subsistem telekomunikasi. Idealnya, *availability* harus mencapai 100%.
2. *Throughput*, yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Maka penggunaan sebuah saluran secara bersama-sama juga akan mengurangi nilai ini.
3. *Packet Loss*, adalah jumlah paket yang hilang. Umumnya perangkat *network* memiliki *buffer* untuk menampung data yang diterima. Jika terjadi kongesti yang cukup lama, *buffer* akan penuh, dan data baru tidak diterima. Paket yang hilang ini harus diretransmisi, yang akan membutuhkan waktu tambahan.
4. *Delay* didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber (pengirim) ke tujuan (penerima), sedangkan *bandwidth* adalah kecepatan maksimum yang dapat digunakan untuk melakukan

transmisi data antar computer pada jaringan IP atau internet.

5. *Jitter*, atau variasi dalam *latency*, variasi *delay* yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket di penerima, variasi- variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dalam waktu yang dibutuhkan untuk retransmisi data (karena jalur yang digunakan juga berbeda), dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paketpaket di akhir perjalanan.

**H. Kekuatan Sinyal dan Jarak**

Kekuatan sinyal mengacu pada besarnya dari medan listrik pada titik referensi yang merupakan jarak yang signifikan dari antenna pemancar. Mungkin juga disebut level sinyal yang diterima sebagai atau kekuatan medan. Biasanya hal ini dinyatakan dalam tegangan per panjang atau daya sinyal oleh referensi. Antena menerima High-Powered transmisi, seperti yang digunakan dalam penyiaran, disajikan dalam dB - milivolt per meter (dBmV / m). Untuk daya sistem rendah, seperti ponsel, kekuatan sinyal yang biasanya dinyatakan dalam dB - microvolts per meter (dBµV / m) atau dalam desibel di atas tingkat referensi satu milliwatt (dBm) Fang, et. al (2010).

**1. Implementasi Perhitungan Sinyal**

Cisco merupakan organisasi yang menangani jaringan terbesar di dunia. Dalam penelitian ini keseluruhan rumus dan berbagai ketetapan diadopsi dari situs resmi cisco atau situs lain yang mengadopsi isi situs cisco ke dalamnya. Dalam menentukan kekuatan sinyal cisco memiliki pendekatan tersendiri dari RSSI (Kekuatan Sinyal dalam bentuk persentase) lalu dikonversikan ke dalam bentuk kekuatan sinyal dalam bentuk dB (*decibel*). Dengan asumsi rata-rata penerima memiliki sensitivitas sebesar -96 dBm. Berikut adalah table konversi cisco dari RSSI ke dalam bentuk satuan dB.

**2. Implementasi Perhitungan Jarak**

$$TG = (TX + AG1 - CL1) + (AG2 - CL2).....(1)$$

Keterangan :

TG = Total Gain yang dipancarkan Oleh Suatu Hotspot

TX = TX Power Pemancar (dBm)

AG1 = Antenna Gain Pemancar (dBi)

CL1 = Cable Loss Pemancar (dB)

AG2 = Antenna Gain Penerima (dBi)

CL2 = Cable Loss Penerima (dB)

$$LFSL = 40 + 20 * \text{Log } r.....(2)$$

Keterangan :

LFSL = *Free Space Loss*

r = Jarak antara pemancar (Hotspot) dengan Penerima, dalam penelitian ini digunakan laptop acer aspire one D270.

Dari 2 rumus tersebut diatas dapat diketahui rumus kekuatan sinyal Hotspot adalah:

$$KS = TG - LFSL.....(3)$$

Keterangan :

KS = Kekuatan Sinyal Hotspot

Dari rumus kekuatan sinyal tersebut diatas dapat diturunkan menjadi rumus seperti dibawah ini :

$$KS = TG - LFSL$$

$$LFSL = TG - KS$$

$$40 + 20 * \text{Log } r = TG - KS$$

$$20 * \text{Log } r = TG - KS - 40$$

$$\text{Log } r = (TG - KS - 40) / 20$$

$$r = 10^{((TG - KS - 40) / 20)}.....(4)$$

r diatas mengindikasikan jarak antara penerima (dalam penelitian ini menggunakan Laptop acer aspire one D270 ) dengan pemancar (dalam hal ini menggunakan *access point* TP-link ).

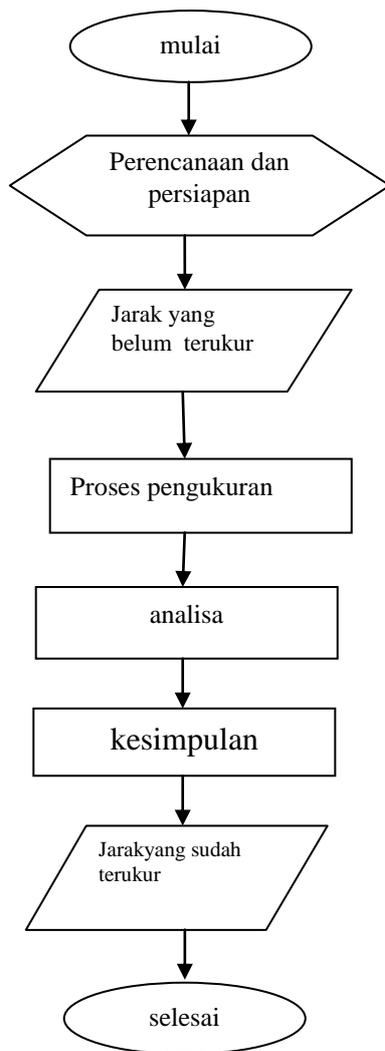
**III. METODE PENELITIAN**

**A. Tahapan Penelitian**

Metodologi Penelitian yang digunakan dibagi menjadi tiga tahap, diantaranya yaitu: Pertama adalah pengukuran terhadap besarnya RSSI (*Received Signal Strength Indication*) yang diterima oleh *base station/sink* dari pancaran sinyal radio yang telah dikeluarkan oleh *node access point* , Kedua adalah analisa implementasi sistem yang telah dirancang. Berdasarkan desain topologi yang sudah dirancang sebelumnya. Ketiga adalah bagaimana pengaruh hasil rancangan yang dilakukan dengan rencana implementasi yang akan dilakukan yaitu prototipe sistem remote terminal unit (RTU) unit multi sensor dengan energi mandiri.

**B. Konseptual Penentuan Jarak**

Salah satu tahapan yang penting dalam penelitian ini adalah penentuan jarak. Tujuan dari penentuan jarak tersebut adalah didapatkannya posisi yang tepat sehingga didapatkan kualitas sinyal yang baik dan relatif kuat.



Gambar 9. Diagram Model Konseptual Penentuan Jarak

Pada tahapan ini, dilakukan perencanaan dan persiapan peralatan dan pemasangan peralatan WiFi di beberapa titik dalam satu tempat tertentu. Gambar 9 memperlihatkan tahapan-tahapan yang digunakan dalam menentukan jarak yang tepat.

#### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### A. Analisa Kekuatan Sinyal WiFi

Kekuatan sinyal mengacu pada besarnya medan listrik pada titik referensi yang merupakan jarak yang signifikan dari antenna pemancar. Mungkin juga disebut level sinyal yang diterima sebagai atau kekuatan medan. Biasanya, hal ini dinyatakan dalam tegangan per panjang atau daya sinyal oleh referensi. Antena menerima *High-powered* transmisi, seperti yang digunakan dalam penyiaran, disajikan dalam dB - milivolt per meter ( $\text{dBmV} / \text{m}$ ). Untuk daya sistem rendah, seperti ponsel, kekuatan sinyal yang biasanya dinyatakan dalam dB - microvolts per meter ( $\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}$ ) atau dalam desibel di atas tingkat referensi satu milliwatt ( $\text{dBm}$ ). Hal tersebut di atas, mengacu pula pada kekuatan sinyal wifi. Dalam hal ini, wifi dianalogikan dengan suatu pemancar yang

penggunaannya tanpa menggunakan kabel atau biasa juga dikenal dengan hotspot.

Kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh suatu hotspot sangat dipengaruhi oleh infrastruktur yang membangun hotspot tersebut. Sehingga besar kecil sinyal yang keluar dari suatu hotspot akan sangat beragam tergantung infrastruktur yang membangun hotspot tersebut. Dari berbagai macam infrastruktur tersebut, satu benda yang paling berpengaruh adalah kartu jaringan atau biasa juga dikenal dengan LAN card. Dalam suatu hotspot biasanya digunakan *wireless* Lan card, benda inilah yang mengatur traffic jaringan yang akan menggunakan hotspot. Selain itu ada pula benda yang dikenal dengan *access point*, benda inilah yang berfungsi sebagai pemancar *access* kepada pengguna. Selain itu ada pula alat penguat sinyal dan benda-benda lain yang sangat berpengaruh dalam suatu jaringan hotspot. Merk dan spesifikasi benda-benda tersebut sangat berpengaruh dalam memancarkan kekuatan sinyal dari suatu hotspot.

Dalam penelitian ini, tidak dibahas lebih lanjut mengenai perbedaan infrastruktur yang membangun hotspot tersebut. Namun, semua hotspot dianggap memiliki infrastruktur yang sama tanpa memperhitungkan infrastruktur seperti yang telah dijelaskan lebih rinci pada paragraf sebelumnya.

##### B. Implementasi Menghitung Jarak Terhadap Kekuatan Sinyal

Untuk mengetahui kualitas sinyal yang dihasilkan pada suatu jaringan dapat diketahui melalui perhitungan *Effectif Isotropic Radiated Power* (EIRP) dan *Sinyal Strength* (SS). Sedangkan untuk jaringan Wifi (*wireless Fidelity*) yaitu dengan mencari EIRP dan Rasio *Signal Strength Indication* (RSSI) Pu (2008).

Proses perancangan konsep untuk mengetahui jarak terhadap sinyal dengan melakukan terlebih dahulu adalah survey, melihat schematic diagram, kabel routing, analisa komponen dan estimasi lossnya. Perhitungan awal yang akan dicari adalah *Efektif Isotropic Radiated Power* (EIRP) lalu baru perhitungan *Signal Strength*. Dengan demikian analisa awal akan difokuskan pada nilai Tx Power, Gain antena dan mencari semua loss pada komponen yang terdapat pada jaringan hotspot disekitar.

Hotspot dibangun guna melayani kebutuhan para pengguna internet. Dengan didirikannya Hotspot di diharapkan dapat menampung kebutuhan pengguna Hotspot di suatu tempat. Untuk meneliti mengenai Hotspot tentunya perlu dilakukan analisa terlebih dahulu mengenai Hotspot itu sendiri. Seperti sudah disebutkan pada sub bab Analisa Kekuatan Sinyal Wifi. Infrastruktur yang membangun Hotspot seperti yang terperinci di bab sebelumnya, dalam penelitian ini.

Untuk membangun rumusan yang objektif maka seluruh infrastruktur yang ada akan dianggap baik antenna pemancar ataupun *wireless* pada laptop akan dianggap memiliki daya yang sama sebesar 100 miliwatt. Dari spesifikasi requirements produk tp-link diketahui bahwa antenna gain sebesar 4 dBi dan Transmitted power sebesar 6 dB. Maka seluruh infrastruktur lainnya juga dinyatakan sama. karena keseluruhan rata-rata menggunakan spesifikasi yang sama yaitu dengan menggunakan akses point yang berlabel mikrotik. Pada penelitian ini dihitung kekuatan sinyal menggunakan hitungan persen namun semua itu dapat dikonversi ke dalam

bentuk dB dengan menggunakan cisco signal strength, serta rumus turunan dari rumus tetap cisco seperti halnya pada persamaan (4) . Langkah pertama yaitu dengan menghitung TG (Total Gain) yang ada,dengan mengetahui Transmitted power, Antenna Gain, Cable loss pada sisi pemancar dan didapatkan data dengan menghasilkan Transmitted power sebesar 6 dB, Antenna Gain sebesar 14 dBi serta Cable loss 0 dB karena dianggap tidak menggunakan kabel atau antenna digunakan kurang dari 1(satu) meter, sementara untuk perhitungan di sisi pemancar tidak perlu dihitung karena pemancar tidak perlu membaca seberapa sinyal yang dikeluarkan oleh penerima, sehingga AG2 dan CL2 = 0 dB. Setelah itu didapatkan hasil dari perhitungan.

Langkah selanjutnya yaitu dengan mendapatkan nilai kekuatan sinyal melalui hasil sinyal yang dipancarkan oleh pemancar (hotspot) berupa data dari hotspot yang ada dengan hasil dalam bentuk persentase (%), setelah itu menggunakan data cisco untuk mengubah data tersebut menjadi satuan decibel (dB). Table konversi dari bentuk persentase kedalam bentuk satuan decibel (dB) dapat dilihat pada Bab II, dimana pada contoh dibawah ini diasumsikan persentase sinyal yang terdeteksi adalah 60%. Dengan menggunakan table konversi cisco didapatkan hasil 60% = -47 dB. Dengan menggunakan contoh tersebut, dibawah ini dapat dijelaskan menggunakan rumus padapertamaan (1) diatas berikut penjelasannya : Nilai-nilai yang terkait dengan rumus tersebut adalah:

TG = Total Gain yang dipancarkan Oleh Suatu Hotspot

TX = TX Power Pemancar (dBm) = 6 dB

AG1 = Antenna Gain Pemancar (dBi) = 14 dBi

CL1 = Cable Loss Pemancar (dB) = 0

AG2 = Antenna Gain Penerima (dBi) = 0

CL2 = Cable Loss Penerima (dB) = 0

TG = (6 dBm + 14 dBi - 0) + ( 0 dBi - 0) = 20 dBi

Lalu diasumsikan kekuatan Sinyal sebesar 60%, dengan menggunakan table sisco didapatkan hasil dalam dB sebesar -47 dB.

$$r = 10^{((TG - KS - 40) / 20)}$$

$$r = 10^{((20 - (-47) - 40) / 20)}$$

$$= 10^{((67 - 40) / 20)}$$

$$= 10^{(27/20)}$$

$$= 10^{1,35}$$

$$r = 22,38721139 \text{ meter.}$$

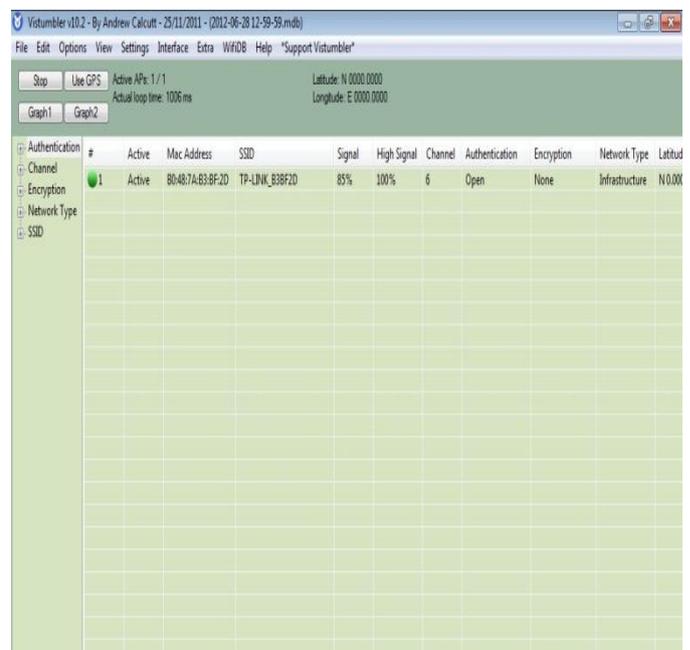
Untuk penentuan jarak agar mendapatkan hasil yang baik, maka dari jarak tersebut akan dilakukan proses pendeteksian jarak terhadap hotspot, dimana pada penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi sinyal wifi dengan menggunakan aplikasi pendeteksi sinyal wifi dalam menentukan jarak yang baik bagi pengguna hotspot. Maka akan menghasilkan jarak yang terukur dan telah disesuaikan dengan posisi pengguna dalam menghasilkan kualitas sinyal yang baik dan relatif lebih kuat.

Jarak yang terukur menjadi tujuan utama didalam pembuatan aplikasi ini karena dengan demikian para pengguna hotspot dapat menentukan posisi yang tepat di dalam menghasilkan kualitas sinyal yang kuat dan proses

mengakses internet dapat berjalan dengan lancar. Kekuatan sinyal sangatlah berpengaruh dengan posisi jarak pengguna terhadap antenna hotspot. Jika pengguna dapat melakukan pengukuran kekuatan sinyal terhadap jarak pengguna yang tepat maka tentunya akan menemukan hasil kualitas yang baik Terlihat dari contoh hasil perhitungan kekuatan sinyal sebelumnya di atas dengan menggunakan rumus yang ada dapat menghasilkan jarak sesuai dengan kekuatan sinyal yang didapatkan sehingga kekuatan sinyal Hotspot terhadap laptop dapat diperhitungkan dengan jelas hingga menghasilkan jarak yang terukur (r)=22,38721139 m.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghasilkan nilai jarak tersebut yaitu:

1. Pertama dilakukan cek terhadap sinyal hotspot yang mungkin berada dalam radius *wireless* hotspot.
2. Jika tidak ada sinyal yang diterima oleh *wireless* penerima maka notifikasi akan muncul dengan tanda “no network”, menandakan tidak ada sinyal hotspot di radius sekitar *wireless* penerima.
3. Untuk mengecek ulang sinyal yang mungkin memancarkan hotspot disekitar *wireless* penerima, maka akan dilakukan pengecekan ulang setiap 5 detik sekali secara berkelanjutan.
4. Jika sinyal yang diinginkan sudah didapatkan maka selanjutnya arahkan kursor terhadap SSID Hotspot yang diinginkan lalu klik.
5. Maka selanjutnya buka aplikasi *in SSIDer* dan jarak tempat *wireless* penerima terhadap hotspot sebagai pemancar akan berpindah secara otomatis dibagian atas dari software.
6. Setelah berpindah maka selanjutnya tinggal menghitung jarak melalui kekuatan sinyal yang dipancarkan, yang diterima oleh *wireless* penerima.



Gambar 10. Aplikasi Vistumbler

7. Perhitungan Jarak dengan menggunakan persamaan (4), diambil data yang didapatkan dari data requirements produk tp-link sebagai berikut :  
 Daya = 100 miliwatt

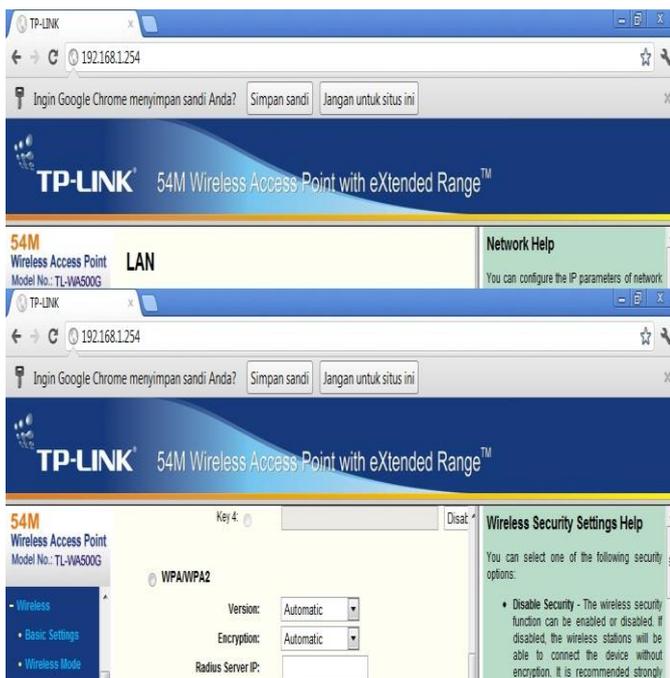
TX power pemancar = 6 dBm  
 Antena Gain = 14 dBi

Keterangan data ini merupakan standard keluaran dari alat *access point* Pada proses perhitungan kekuatan sinyal dan penentuan jarak pengguna terlihat hasil dalam bentuk angka. Pada proses jarak pengguna dengan hotspot adalah sebesar 22,38721139 meter, adapun nilai toleransi yang dihasilkan melalui hasil penelitian nilai  $r$  tolerance= 27,38721139m hasil dari penelitian didapatkan dengan menguji aplikasi dengan dilakukan berdiri pada satu titik pada jarak 27 meter penelitian dilakukan berulang selama 5 kali. Terlihat pada hasil yang dikeluarkan mendapatkan toleransi 5 meter menjadi solusi dari ketidak akuratan pendeteksian, dikarenakan faktor gelombang interferensi gelombang wifi lain mampu membuat sinyal menjadi tidak berjalan secara konsisten. Sehingga peneliti mentoleransikan jarak terhadap hotspot sebesar  $\pm$  5- 30 meter dikarenakan pengaruh dan gangguan dari interferensi gelombang wifi lain.

C. Security Pada Access Point dan IP default.

Pemberian security pada wifi perlu di lakukan untuk membatasi jumlah user yang mengakses adapun langkah-langkah dalam pemberian password *access point* adalah sebagai berikut:

1. Masuk ke alamat ip default *access point* sebagai contoh dalam penelitian ini tp-link dengan default 192.168.1.254
2. Setelah masuk *access point* akan meminta user dan password sebagai autentikasi sebagai berikut
  - Username:admin
  - Password:admin
3. Setelah masuk ke halaman *access point* pilih menu *wireless*,kemudian pilih sub menu *wireless security*. Pada pilih *wireless security* pilih mode WPA-PSK/WPA2-PSK Lalu isikan password yang di inginkan pada kolom paraphrase setelah itu pilih SAVE. Untuk tampilan security pada Access Point depllihatkan pada gambar berikut ini :



Gambar 11. Tampilan Security Access Point

Pada tahapan ini dilakukan juga penggantian IP default dengan tujuan untuk menghindari apabila ada beberapa *access point* yang memiliki IP address yang sama, untuk menghindari ip address konflik maka IP address perlu di lakukan penggantian adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Pilih menu basic setting pada halaman utama *access point*.
2. Pilih sub menu network, masukan ip address yang di inginkan "ip address tidak boleh sama dengan perangkat yang lain" untuk menghindari ip *conflict*.
3. Setelah itu klik SAVE.

D. Analisa Pengukuran Sinyal Indoor

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai RSSI dari masing-masing node yang diterima oleh base station/note book penerima . Pengukuran RSSI pada lingkungan indoor dilakukan di ruangan yang berukuran 15 x 15 meter. Pengukuran ini juga bertujuan untuk mencari besar cakupan dari pancaran sinyal radio (beacon) dari node yang telah dipasang, sehingga nantinya bisa diestimasi keperluan jumlah base station yang diperlukan untuk menjangkau semua area ruang di sekitar ruangan tersebut yang saling berdekatan. Ketinggian Node dari lantai 2 meter Metode pengambilan data pengukuran RSSI terhadap jarak, yaitu pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali dengan waktu tiap pengukuran adalah selama 30 detik. kemudian di ambil nilai tengah dari hasil pengukuran Pengukuran ini juga bertujuan untuk mengetahui karakteristik hasil pengukuran RSSI apabila dilakukan di tempat indoor antar ruang. Di samping itu, dari pengukuran ini diharapkan diketahui jangkauan terjauh node dalam mentransmisikan sinyal radio ke *base station / note book* penerima. Berikut ini adalah tabel rata-rata hasil pengukuran di ruangan:

TABEL 1. HASIL PENGUKURAN JARAK UNTUK MENGETAHUI NILAI RSSI DI RUANGAN

Tabel Pengukuran		
Jarak (m)	RSSI (db)	Signal (%)
5	-44	86
10	-50	86
15	-54	85
20	-56	80
25	-58	80
30	-55	74

Berdasarkan data pengukuran tersebut juga dapat ditentukan bahwa posisi peletakan node terbaik yaitu di dalam satu ruang. Pengukuran RSSI pada indoor, nilai RSSI yang diterima oleh notebook mengalami penurunan setelah dipindah antar ruang menjauhi *access point*.

Untuk konversi dari bentuk presentase ke dalam bentuk satuan dB (*decibel*) dapat diperlihatkan pada table konversi sebagai berikut ini:

TABLE 2. NILAI KONVERSI RSSI

0% = -11	35% = -77	70% = -39
1% = -112	36% = -75	71% = -38
2% = -111	37% = -74	72% = -37
3% = -110	38% = -73	73% = -35
4% = -109	39% = -72	74% = -34
5% = -108	40% = -70	75% = -33
6% = -107	41% = -69	76% = -32
7% = -106	42% = -68	77% = -30
8% = -105	43% = -67	78% = -29
9% = -104	44% = -65	79% = -28
10% = -103	45% = -64	80% = -27
11% = -102	46% = -63	81% = -25
12% = -101	47% = -62	82% = -24
13% = -99	48% = -60	83% = -23
14% = -98	49% = -59	84% = -22
15% = -97	50% = -58	85% = -20
16% = -96	51% = -56	86% = -19
17% = -95	52% = -55	87% = -18
18% = -94	53% = -53	88% = -17
19% = -93	54% = -52	89% = -16
20% = -92	55% = -50	90% = -15
21% = -91	56% = -50	91% = -14
22% = -90	57% = -49	92% = -13
23% = -89	58% = -48	93% = -12
24% = -88	59% = -48	94% = -10
25% = -87	60% = -47	95% = -10
26% = -86	61% = -46	96% = -10
27% = -85	62% = -45	97% = -10
28% = -84	63% = -44	98% = -10
29% = -83	64% = -44	99% = -10
30% = -82	65% = -43	100% = -10
31% = -81	66% = -42	
32% = -80	67% = -42	
33% = -79	68% = -41	
34% = -78	69% = -40	

Pada pengukuran indoor antar ruang ini juga menunjukkan bahwa notebook masih bisa menerima sinyal radio sampai jarak sebesar 30 meter walaupun dibatasi oleh dinding ruangan yang berbeda dengan jarak sebenarnya antara node dengan notebook. Namun hasil pengukuran RSSI semakin kecil sebanding dengan jarak base stasion dan node yang semakin besar. Berdasarkan data pengukuran tersebut juga

dapat ditentukan bahwa posisi peletakan node terbaik yaitu di dalam satu ruang tabel hasil rata-rata pengukuran seperti terlihat di atas hal ini terjadi karena adanya pengaruh pathloss dalam komunikasi *wireless*. Dimana besar pathloss ini adalah berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara transmitter (node) dengan receiver (base station).

E. Analisa Pengukuran Outdoor

Pengukuran Outdoor dilakukan pada 2 tempat yang berbeda yaitu pengukuran yang dilakukan di lapangan seluas 1500 m<sup>2</sup> dan pengukuran dibawah jaringan listrik bertegangan tinggi. Pada pengukuran di lapangan didapatkan hasil seperti yang diperlihatkan pada tabel 3 sebagai berikut:

TABEL 3. HASIL PENGUKURAN JARAK DI LAPANGAN UNTUK MENDAPATKAN NILAI RSSI

Tabel Pengukuran		
Jarak (m)	RSSI (db)	Signal (%)
5	-32	76
10	-40	69
15	-35	73
20	-34	74
25	-39	70
30	-43	65

Nilai RSSI pada pengukuran di ruang terbuka dengan jarak yang sama menghasilkan nilai RSSI yang lebih kecil. Hal ini dapat terjadi karena pada keadaan sebenarnya komunikasi *wireless* sangat bergantung pada karakteristik dari lingkungan disekitarnya dan karena pengukuran dilakukan di tempat indoor maka pengaruh multipath fading yang diakibatkan oleh dinding, lantai, tiang atau benda lain yang berada di tempat pengukuran juga menjadi besar sedangkan di ruang terbuka tidak banyak di pengaruhi pathloss.sehingga menghasilkan nilai RSSI yang lebih kecil Yeh (2009).

Sedangkan pengukuran outdoor yang kedua adalah dilakukan pengukuran dibawah jaringan listrik bertegangan tinggi. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh terhadap sinyal wifi, jika diletakkan didekat atau dibawah tiang listrik. Hasil pengukuran didapatkan sebagai berikut:

TABEL 4. HASIL PENGUKURAN DI BAWAH JARINGAN LISTRIK BERTEGANGAN TINGGI

Tabel Pengukuran		
Jarak (m)	RSSI (db)	Signal (%)
5	-47	60
10	-48	59
15	-62	47
20	-65	44
25	-69	41
30	-64	45

Nilai RSSI pada pengukuran di ruang terbuka dengan jarak yang sama menghasilkan nilai RSSI yang lebih kecil. Hal ini

dapat terjadi karena pada keadaan sebenarnya komunikasi *wireless* sangat bergantung pada karakteristik dari lingkungan disekitarnya dan karena pengukuran dilakukan di tempat indoor maka pengaruh multipath fading yang diakibatkan oleh dinding, lantai, tiang atau benda lain yang berada di tempat pengukuran juga menjadi besar sedangkan di ruang terbuka tidak banyak di pengaruhi pathloss, sehingga menghasilkan nilai RSSI yang lebih kecil. Dan pada pengukuran dibawah jaringan listrik bertegangan ini, naik turunnya nilai RSSI menjadi sangat lambat dibandingkan dengan pengukuran di dalam ruangan dan di lapangan.

Untuk penelitian selanjutnya, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya adalah:

1. Dilakukan observasi dan pengumpulan data terlebih dahulu di daerah yang akan di daerah sekitar mercusuar yang akan dijadikan obyek pemasangan jaringan WiFi sebelum dilakukannya pembangunan jaringan.hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam merancang jaringan.
2. Pada saat pemasangan *access point*, diusahakan agar tidak lebih dari 40 (empat puluh) *client* yang terhubung dalam satu *access point*, hal ini bertujuan agar bisa mencapai performa yang maksimum.
3. Pada saat implementasi network, di dalam satu network hendaknya menggunakan produk *access point* dari vendor yang sama, karena jika digunakan produk yang berbeda-beda, maka akan membutuhkan waktu untuk membiasakan melakukan *setup* dari setiap produk yang berbeda.
4. Untuk keamanan, dilakukan pengubahan konfigurasi default *access point* seperti SSID, IP Address dan Password bawaan dari vendor supaya keamanan akses terhadap WiFi tersebut menjadi lebih terjaga.
5. Fitur Security pada *Access Point* hendaknya diaktifkan jika diperlukan dengan tujuan untuk meningkatkan keamanan jaringan.

Dari penelitian yang dilakukan dengan pengujian kekuatan jaringan WiFi dengan pengukuran di dalam ruangan dengan dibatasi dinding maupun pengukuran pada daerah terbuka dan pada daerah terbuka dengan adanya halangan berupa jaringan listrik bertegangan tinggi bisa digunakan sebagai bahan masukan atau bahan pertimbangan untuk penempatan suatu akses point dari *remote terminal unit* (RTU) dengan tujuan agar pengguna jaringan nirkabel dapat dengan mudah mendapatkan sinyal dan *transfer rate* yang paling optimum di setiap lokasi di sekitar mercusuar.

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Pengukuran propagasi dari sinyal itu telah mengungkapkan variasi dari kekuatan sinyal yang diterima. Penelitian ini mengajukan sistem jaringan sensor nirkabel dengan pengukuran RSSI. Hasil numerik menunjukkan bahwa, faktor daya RSSI semakin besar pada jarak yang terdekat dengan node *sink*. Nilai RSSI juga dipengaruhi oleh propagasi sinyal radio node dalam ruang dan antar ruang seperti refleksi, hamburan dalam ruang. Kekuatan sinyal mengacu pada besarnya medan listrik pada titik referensi yang merupakan jarak yang signifikan dari antena pemancar.mungkin juga di sebut level sinyal yang di terima atau sebagai kekuatan medan.

Pada penelitian ini wifi di analogikan dengan suatu pemancar yang penggunaannya tanpa menggunakan kabel atau biasa juga di kenal dengan sebutan Hotspot Kekuatan sinyal yang di pancarkan oleh suatu Hotspot sangat di pengaruhi oleh infrastruktur yang membangun hotspot tersebut.sehingga besar kecil sinyal yang di dikeluarkan dari suatu hot spot akan sangat beragam tergantung dari infrastruktur yang membangun Hotspot tersebut Selain itu alat lain yang berpengaruh adalah repeater atau penguat sinyal, merk dan spesifikasi alat alat tersebut juga sangat berpengaruh dalam memancarkan kekuatan sinyal dari suatu hotspot

Dalam penelitian awal ini tidak di bahas lebih lanjut mengenai perbedaan infrastruktur yang membangun hotspot tersebut namun semua hotspot dianggap memiliki infrastruktur yang sama tanpa memperhitungkan infrastruktur seperti seperti yang telah di jelaskan pada paragraf sebelumnya.Jarak yang terukur menjadi tujuan utama dari penelitian ini karena dengan demikian pengguna hotspot dapat menentukan posisi yang tepat dalam menghasilkan kualitas sinyal yang kuat dan proses mengakses internet bisa berjalan dengan lancar Jika pengguna dapat melakukan pengukuran kekutan sinyal terhadap jarak pengguna yang tepat maka tentunya akan menemukan hasil kualitas yang baik.

## VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih untuk Program Kegiatan Kompetitif LIPI 2012 yang telah mendanai sehingga terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera,E.L., Heuse, M., Grunenberger,Y., Rousseau,F., Duda,A., Casademont, J., (2008) An Asymmetric Access Point for Solving the Unfairness Problem in WLAN. IEEE Transaction on Mobile Computing, Vol 7, No.10.
- Burgess,M., (2004). Principles of Network And Systems Administration. 2nd Edition. John Wiley and Son.
- Fang,Z., Jao,Z.,Geng,D., Xuan,Y., Du,L ,(2010). RSSI Variability Characterization and Calibration Methode in Wireless Sensor Network. Proceeding of the IEEE in International Conference on Information and Automation
- Feng,C., Anthea ,W.S., Valaee,S., Tan,Z.,(2010).Compressive Sensing Based Positioning Using RSS of WLAN Access Points. IEEE INFOCOM Proceedings.
- Harimawan, A., dkk. (2011) Pembuatan Prototipe Sistem Remote Terminal Unit Multi Sensor Dengan Energi Mandiri Untuk Mercusuar Di Wilayah Pesisir Pulau Kecil Dan Perbatasan, Proposal Kegiatan Kompetitif LIPI, Puspptek Serpong.
- Insani,A., & Rustandi,D., (2005). Aplikasi Sistem Kontrol Dengan Otomatisasi jarak Jauh Memanfaatkan Jaringan Komunikasi PSTN.Pro siding Siptekgan LAPAN.
- Insani,A., (2006). Analisis Pada Jaringan CDMA Untuk Trafik Yang Sangat Padat. Pro siding Siptekgan LAPAN.
- Insani,A.,(2009). Pengujian dan Analisis Short Message Service Untuk Pemanfaatan Tracking Kendaraan. Conference Annual Meeting on Testing and Quality.P2SMTP--LIPI
- Kompetitif., (2011). Panduan Penyusunan Dan Seleksi Proposal Kegiatan Kompetitif LIPI Tahun 2012. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia - Biro Perencanaan Dan Keuangan. Jakarta.
- Kuzminsky,A.M., (2006). EIRPRestrict Downlink Beamforming in WLAN OFDM Systems. IEEE Conference Publication in Signal Processing Advances in Wireless Communications.

Merat,S.,Almuhtadi,W.(2009).Wireless Network Channel Quality Estimation Inside reactor building Using RSSI Measurement of Wireless Sensor Network.IEEE serial no.978-1-4244-3508-1

Pu,C.C., & Chung, W.Y. (2008), Mitigation of Multipath Fading Effect to Improve Indoor RSSI Performance, *IEEE Sensors Journal Vol 8 no.11*.

Wang,T., Xing,G., Li,M., Jia,W., (2010) *Efficient WiFi Deployment Algorithms based on Realistic Mobility Characteristics. IEEE 978-1-4244-7489-9/10*.

Yani, A., (2008). *Panduan Membangun Jaringan Kmputer (edisi revisi Utility Jaringan)*. Lokomedia. Yogyakarta.

Yeh,S.C., Hsu,W.H.,Su,M-Y., Chen, C.H.,Liu,K.H. (2009) A Study on Outdoor Positioning Technology Using GPS and WiFi Technology. *Proceedings of the IEEE Conference On Networking, Sensing and Control,Okayama,Japan March 26-29*.

