

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Point to Point

Secara umum *Point to point* adalah sebuah topologi yang menggambarkan antara dua komputer atau lebih tepatnya antara dua titik. Jaringan kerja titik ketitik merupakan jaringan kerja yang paling sederhana tetapi dapat digunakan secara luas. Begitu sederhananya jaringan ini, sehingga seringkali tidak dianggap sebagai suatu jaringan tetapi hanya merupakan komunikasi biasa. Dalam hal ini, kedua simpul mempunyai kedudukan yang setingkat, sehingga simpul manapun dapat memulai dan mengendalikan hubungan dalam jaringan tersebut. Data dikirim dari satu simpul langsung kesimpul lainnya sebagai penerima, misalnya antara terminal dengan CPU.



Gambar 2. 1 *Point to Point (PtP)*

(Sumber gambar : www.teknozone.id)

Jaringan *point to point* adalah sebuah jaringan yang menghubungkan dua perangkat radio tanpa kabel atau disebut juga nirkabel, yaitu dengan mengirimkan sinyal frekuensi dalam satu jaringan. Pada jaringan *point to point*, semakin banyak mengirimkan data maka bebannya akan semakin besar. *Point to point* merupakan kondisi sambungan langsung dimana terdapat dua node yang saling terhubung tanpa perantara atau tanpa melibatkan node lain.[6]

Point to Point jaringan nirkabel merupakan solusi untuk menghubungkan dua jaringan yang berada dilokasi yang berbeda dan sulit untuk dilewati kabel jaringan. *Point to Point* merupakan kondisi sambungan langsung dimana terdapat

dua node yang saling terhubung tanpa perantara atau tanpa melibatkan node lain. Jaringan *point to point* dapat menghubungkan dua jalur LAN melalui mode bridge tanpa melalui proses *routing*. Antena jenis *directional* merupakan antena yang cocok untuk pemasangan *point to point* karena memiliki pancaran yang lurus dan tidak menyebar.[7]

2.2 Jaringan Wifi

Wi-Fi merupakan salah satu aplikasi pengembangan wireless untuk komunikasi data. Sesuai dengan namanya yaitu wireless, berarti tanpa kabel, Wi-Fi adalah jaringan lokal yang tidak menggunakan kabel. Wi-Fi dirancang berdasarkan spesifikasi IEEE 802.11 n yang berada pada frekuensi 2.4 Ghz dengan data rate 100 Mb/s. Sebuah alat yang dapat memakai Wi-Fi (seperti komputer pribadi, smartphone, tablet, atau pemutar audio digital) dapat terhubung dengan sumber jaringan seperti internet melalui sebuah titik akses jaringan nirkabel. Titik akses (atau hotspot) seperti itu mempunyai jangkauan sekitar 20 meter (65 kaki) di dalam ruangan dan lebih luas lagi di luar ruangan. Cakupan hotspot dapat mencakup wilayah seluas kamar dengan dinding yang memblokir gelombang radio atau beberapa mil persegi, ini bisa dilakukan dengan memakai beberapa titik akses yang saling tumpang tindih. Jaringan Wi-Fi sangat efektif digunakan didalam sebuah kawasan atau gedung. Dengan performa dan keamanan yang dapat diandalkan, pengembangan jaringan Wi-Fi menjadi trend baru pengembangan jaringan menggantikan jaringan wire atau jaringan penuh kabel.

2.2.1 Spesifikasi Jaringan Wi-Fi

Wi-Fi IEEE 802.11 adalah spesifikasi yang terdiri dari 4 stanadarisasi yaitu untuk mengimplementasikan komunikasi komputer wireless local area network di frekuensi 2.4, 3.6, 5, dan 60 Ghz. Diciptakan dan dioperasikan oleh Institute of Electrical and Electronics Engineers. Versi dasar dirilis tahun 1997 dan telah melalui serangkaian pembaruan dan menyediakan dasar bagi produk jaringan nirkabel Wi-Fi.

1. Standarisasi IEEE 802.11b

Standar 802.11b saat ini yang paling banyak digunakan. Menawarkan throughput maksimum dari 11 Mbps (6 Mbps dalam praktik) dan jangkauan hingga 300 meter di lingkungan terbuka, menggunakan rentang frekuensi 2,4 Ghz, dengan 3 saluran radio yang tersedia. Transmisi data 5,4 hingga 11 Mbps.

2. Standarisasi IEEE 802.11a

Standard IEEE 802.11a bekerja pada frekuensi 5 Ghz mengikuti standar dari UNII (Unlicensed National Information Infrastructure). Teknologi IEEE 802.11a tidak menggunakan teknologi spread-spectrum melainkan menggunakan standar frequency division multiplexing (FDM) dan mampu mentransfer data hingga 54 Mbps.

3. Standarisasi IEEE 802.11g

Standar 802.11g menawarkan bandwidth yang tinggi (54 Mbps throughput maksimum, 30 Mbps dalam praktik) pada rentang frekuensi 2,4 Ghz. Standar 802.11g mundur kompatibel (mampu bekerja dan bergerak dengan serasi/sama) dengan standar 802.11b, yang berarti bahwa perangkat yang mendukung standar 802.11g juga dapat bekerja dengan 802.11b.

4. Standarisasi IEEE 802.11n

Spesifikasi IEEE 802.11n yang berada pada frekuensi 2.4 Ghz dengan data rate 100Mb/s. Jaringan Wi-Fi sangat efektif digunakan didalam sebuah kawasan atau gedung. Dengan performa dan keamanan yang dapat diandalkan, pengembangan jaringan Wi-Fi menjadi trend baru pengembangan jaringan menggantikan jaringan wire atau jaringan penuh kabel.[8]

2.3 Modem 4G

Modem merupakan singkatan dari “Modulator Demodulator”. Dimana kedua kata ini memiliki arti yaitu modulator merupakan bagian yang berfungsi untuk mengubah sinyal informasi menjadi sinyal pembawa yang siap dikirimkan, sedangkan arti dari demodulator merupakan bagian untuk memisahkan antara sinyal informasi dari sinyal pembawa yang diterima dengan baik. Dengan kata lain, modem adalah jenis alat komunikasi dua arah.

2.3.1 Macam-Macam Modem

1. Modem Eksternal

Modem eksternal adalah sebuah alat yang digunakan untuk komputer agar dapat mengakses internet dimana data yang berasal dari komputer yang berbentuk sinyal digital akan diubah menjadi sinyal analog. Sehingga jika modem menerima data yang berupa sinyal analog akan diubah menjadi sinyal digital kemudian akan diproses lebih lanjut oleh komputer. Sinyal analog ini dapat dikirimkan menggunakan media telekomunikasi seperti telepon dan radio

2. Modem internal

Jika data tersebut sudah tiba pada modem yang dituju kemudian sinyal analog ini akan diubah kembali menjadi sinyal digital dan langsung dikirimkan ke komputer.

3. Modem ISDN

Berasal dari singkatan Integrated Services Digital Network adalah sebuah sistem telekomunikasi yang terdapat dalam layanan berupa data, suara, atau gambar yang kemudian akan diintegrasikan kedalam suatu jaringan, dimana jaringan ini menyediakan konektivitas digital dari ujung ke ujung untuk menunjang ruang lingkup pelayanan yang luas.

4. Modem GSM

Modem GSM adalah jenis modem yang menggunakan telepon seluler sebagai media sistem untuk transfer data. Modem GSM biasanya didukung dengan menggunakan kartu koneksi yang mendukung provider yang memiliki sifat GSM.

5. Modem Analog

Seperti namanya fungsi dari modem analog ini adalah sebagai alat untuk membentuk sinyal analog kemudian diubah menjadi sinyal digital

6. Modem ADSL

Modem ADSL berasal dari singkatan Asymmetric Digital Subscribe Line merupakan alat untuk mengakses internet dan menggunakan telepon analog secara bersamaan. Dimana cara penggunaannya dibantu menggunakan alat penghubung yang disebut Splitter. Fungsi splitter pada ADSL adalah untuk

menghilangkan gangguan sehingga hasilnya dapat berjalan secara bersamaan, yakni dapat menggunakan internet dan juga dapat menggunakan telepon biasa. Tapi tidak saling bertabrakan.

7. Modem Kabel

Modem kabel adalah jenis modem yang digunakan untuk menerima data secara langsung dari suatu penyedia layanan melalui TV Kabel.

8. Modem Kabel

Modem kabel adalah jenis modem yang digunakan untuk menerima data secara langsung dari suatu penyedia layanan melalui TV Kabel.

9. Wireless Modem

Wireless atau dalam bahasa indonesia disebut nirkabel, adalah teknologi yang menghubungkan dua piranti untuk bertukar data tanpa media kabel. Cara kerja wireless modem ialah data dipertukarkan melalui media gelombang cahaya tertentu (seperti teknologi infra merah pada remote TV) atau gelombang radio (seperti bluetooth pada komputer dan ponsel) dengan frekuensi tertentu.

10. Modem CDMA

Modem CDMA adalah jenis modem yang menggunakan frekuensi CDMA 800 MHz atau CDMA 1x. Modem CDMA sudah menggunakan frekuensi EVDO Rev-A atau setara 3G dan yang terbaru bahkan sedang berkembang adalah modem CDMA dengan frekuensi EVDO Rev-B dan akan terus berkembang mengikuti perkembangan zaman. [9]

2.4 Power Over Ethernet (POE)

POE adalah singkatan dari (*Power Over Ethernet*). Sesuai dengan kepanjangan dari POE tersebut, secara bahasa sehari-hari dapat diartikan "penyaluran tenaga listrik menggunakan kabel ethernet atau kabel jaringan". Listrik ini disalurkan melalui 2 pair kabel UTP, bisa 1,2,3,6 atau 4,5,7,8. POE yang umumnya digunakan adalah mengacu ke standar IEEE 802.3af dimana maximum power per portnya adalah 15.4W, namun karena banyaknya perangkat baru yang membutuhkan supply power lebih tinggi (misalnya utk AP 802.11n 3x3 atau 4x4),

maka dibuat standar baru yaitu IEEE 802.3at dimana maximum power per port-nya adalah 34.2.



Gambar 2. 2 POE

(Sumber gambar : www.tp-link.com)

POE digunakan untuk memberikan solusi sulitnya mencari sumber power pada saat memasang perangkat seperti Access Point, IP Camera dan IP Phone. Bila tidak ada POE dan diharuskan memasang Access Point atau IP Camera disebuah ruangan yang besar, maka biaya yang digunakan akan sangat tinggi karena setiap perangkat membutuhkan 2 tarikan yaitu kabel UTP untuk data dan kabel listrik (beserta dengan power outletnya). Dengan adanya POE, kita cukup melakukan satu tarikan kabel saja yaitu kabel UTP.[10]

2.5 Access Point

Access point adalah perangkat jaringan yang berfungsi sebagai titik akses atau gerbang antara jaringan kabel dan jaringan nirkabel (wireless). Secara umum, access point digunakan untuk menghubungkan perangkat nirkabel seperti laptop, smartphone, atau tablet ke jaringan kabel, seperti jaringan lokal (Local Area Network/LAN) atau internet.



Gambar 2.3 Access Point

(Sumber gambar : www.Pemasangan.com)

Access point berperan sebagai pusat komunikasi yang mengirimkan dan menerima data antara perangkat nirkabel dan jaringan kabel. Ketika perangkat nirkabel terhubung ke access point, mereka dapat mengakses sumber daya jaringan seperti printer, server file, atau koneksi internet yang terhubung ke jaringan kabel.[11]

2.6 Pola Radiasi

Pola radiasi antenna adalah representasi grafis atau deskripsi matematis dari distribusi energi radiasi dari antenna dalam ruang. Pola radiasi menggambarkan arah dan kekuatan sinyal yang dipancarkan atau diterima oleh antenna pada berbagai sudut dan jarak dari antenna.

Pola radiasi antenna memberikan informasi tentang bagaimana antenna memancarkan atau menerima energi elektromagnetik dalam ruang. Pola radiasi dapat berbeda-beda tergantung pada desain dan karakteristik fisik antenna. Diagram Pola Radiasi: Diagram pola radiasi adalah representasi grafis dari pola radiasi antenna dalam bentuk pola dua dimensi atau tiga dimensi. Pola radiasi horizontal dan vertikal mewakili distribusi energi radiasi pada bidang horizontal dan vertikal.

Pola radiasi antenna sangat penting dalam perencanaan dan analisis sistem komunikasi nirkabel. Dengan memahami pola radiasi antenna, kita dapat memprediksi area cakupan sinyal, mengoptimalkan jarak dan sudut antara antenna pemancar dan penerima, serta mengurangi interferensi antenna.[12]

Pola radiasi antenna merupakan salah satu dari parameter antenna, karena hal tersebut dibutuhkan pengukuran pola radiasi antenna, berikut adalah beberapa penelitian sebelumnya tentang pola radiasi antenna:

1. Pada penelitian ini pengukuran pola radiasi menggunakan alat Spectrum Analyzer merk Hewlett Packard 8563E dan Sweep Oscillator merk Hewlett Packard 8350B. Konsekuensi logis dari pengukuran di lapangan terbuka adalah adanya gelombang elektromagnetik yang terpancar dari sistem komunikasi radio lain, radio terrestrial. Hal ini akan turut mempengaruhi akurasi hasil pengukuran. Pola radiasi antenna merupakan representasi dari perbandingan level daya yang keluar dari antenna dalam berbagai arah. Namun memang pengukuran sudah dilakukan pada ruang tanpa gema hanya saja ruangan masih dibiarkan terbuka sehingga masih terpengaruh pada interferensi gelombang lain namun tidak seburuk pengukuran yang dilakukan langsung di ruang bebas. Pola radiasi antenna diukur pada daerah medan jauh antenna, karena pada daerah tersebut gelombang elektromagnetik yang terpancar bersifat transversal penuh dan antenna tidak dipengaruhi oleh benda-benda disekelilingnya. Antenna pemancar dan penerima diletakkan secara horizontal dan vertical. Jarak pengukuran disesuaikan pada medan jauh antenna (2,6 meter) atau lebih sesuai perhitungan medan jauh antenna. Daya sinyal diberikan pada antenna pemancar dengan menggunakan signal generator. Antenna penerima (AUT) diputar-putar setiap 100 sekali dengan cara diputar secara manual. Kemudian dicatat hasilnya didalam tabel (dalam setiap 100 pencatatan data hasil dilakukan sebanyak dua kali), dan dimasukkan ke dalam Microsoft Excel untuk diplot gambar pola radiasinya. Pada dasarnya semakin kecil sudut putarannya maka resolusinya juga semakin baik.[13]

2. Pada penelitian ini pengukuran pola radiasi, dibutuhkan dua buah antenna identik yaitu memiliki frekuensi kerja yang sama digunakan sebagai antenna pemancar dan penerima. Pengukuran ini tetap menggunakan Network Analyzer. Format pengukuran adalah jenis S21 dimana antenna penerima ditaruh pada port 2 dan port 1 diletakkan antenna pengirim. Dimensi terbesar dari antenna yang ingin diukur adalah sebesar $D = 26$ cm. Pengukuran pola radiasi dilakukan di tiga frekuensi pada antenna mikrostrip array 4 elemen yaitu frekuensi 2,3 Ghz, 3,3 GHz

dan 5,8 GHz. Pada frekuensi resonan pertama 2,3 GHz dengan $\lambda = 12,87$ cm diperoleh jarak minimum sebesar 105,05 cm, sedangkan pada frekuensi kedua 3,3 GHz dengan $\lambda = 8,95$ cm diperoleh jarak minimum sebesar 151,06 cm. Sedangkan pada frekuensi ketiga 5,8 GHz dengan $\lambda = 5,25$ cm diperoleh jarak minimum sebesar 257,52 cm. Untuk mencakup ketiga jarak minimum far field tersebut, maka diambil jarak minimum yang terbesar ($r_{min} = 257,52$ cm). Dengan demikian ditentukan jarak pisah antar antenna pengirim dan antenna penerima untuk pengukuran pola radiasi adalah sejauh 300 cm. Setelah menentukan jarak antar antenna dan antenna telah dihubungkan ke port NA (format S21) menggunakan kabel koaksial, kemudian antenna penerima diputar dari posisi sudut $0^\circ - 360^\circ$ dengan interval 10° agar mendapatkan hasil yang akurat, pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali kemudian akan diambil nilai rata-ratanya. Pola radiasi diukur pada dua bidang yang saling tegak lurus yaitu bidang E dan bidang H untuk mendapatkan gambaran bentuk radiasi dalam ruang. [14]

3. Pola radiasi suatu antenna merupakan karakteristik yang menggambarkan sifat radiasi antenna pada medan jauh sebagai fungsi dari arah. Arah disini adalah memutar antenna penerima dari posisi 0 sampai 360° . Pada penelitian ini pengukuran antenna akan dilakukan pengukuran pada bidang horizontal (bidang H). Untuk mengukur pola radiasi pada bidang H antenna diputar secara horizontal dari posisi 0 sampai 360° dan posisi antenna tetap berdiri tegak selama perputaran antenna berlangsung. Untuk mengukur suatu bentuk pola radiasi suatu antenna yang sudah dibuat, maka antenna tersebut dipakai sebagai antenna penerima, dengan menggunakan bantuan laptop dan ditambahkan PCMCIA card standar protokol 802.11b dengan frekuensi 2,4 GHz beserta kabel pigtailnya yang berguna untuk menghubungkan antenna eksternal dengan PCMCIA card pada laptop. Setelah antenna sudah terhubung dengan PCMCIA card, maka level daya yang diterima akan terlihat di layar laptop dengan bantuan software wireless monitor berupa unit dBm. Pada pengukuran ini antenna pemancar menggunakan antenna yang sudah terpasang pada access point yang sesuai standar protokol 802.11b dengan frekuensi 2,4 GHz.[15]

4. Pola radiasi merupakan pola pancar dari suatu antenna dimana digambarkan dalam bentuk grafis. Prosedur pengukuran pola radiasi dengan menggunakan *Signal Generator* dan *Spectrum Analyzer* adalah sebagai berikut:
- a. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan.
 - b. Melakukan konfigurasi pengukuran pola radiasi
 - c. Melakukan pemasangan *Antenna Under Test* (AUT) pada jarak
 - d. Menghubungkan AUT pada *Spectrum Analyzer* dengan menggunakan kabel *probe*.
 - e. Menghubungkan Antena Referensi (*Horn*) dengan *Signal Generator* dengan menggunakan kabel *probe*.
 - f. Mengatur frekuensi pada *Signal Generator* pada 2.44 GHz, *amplitude* pada 0 dBm dan tekan tombol “RF MODE ON” untuk memancarkan gelombang.
 - g. Mengatur frekuensi pada *Spectrum Analyzer* pada 2.44 GHz, *amplitude* pada 0 dBm, dan tekan tombol “MARKER” untuk melihat daya terima pada *Spectrum Analyzer*.
 - h. Memutar AUT secara *Azimuth* dan *Elevasi* sampai 360° untuk melihat daya terima dari tiap sudut.
 - i. Mencatat daya terima pada *Spectrum Analyzer*.
 - j. Mengamati bentuk pola radiasi.[16]

2.7 Bandwidth

Bandwidth adalah suatu nilai konsumsi transfer data yang dihitung dalam bit/detik atau yang biasanya disebut dengan bit per second (bps), antara server dan client dalam waktu tertentu. Atau bisa didefinisikan sebagai lebar cakupan frekuensi yang dipakai oleh sinyal dalam medium transmisi [17]. Bandwidth dibagi menjadi 2 yaitu bandwidth digital dan bandwidth analog.

1. Bandwidth Analog

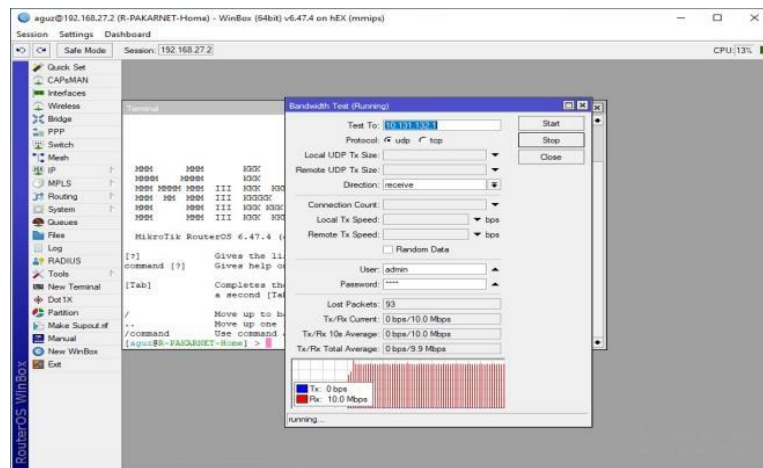
Bandwidth analog merupakan perbedaan antara frekuensi terendah dan frekuensi tertinggi dalam sebuah rentang frekuensi yang diukur dalam satuan Hz (hertz) yang dapat menentukan banyaknya informasi yang dapat ditransmisikan dalam suatu saat.

2. Bandwidth Digital

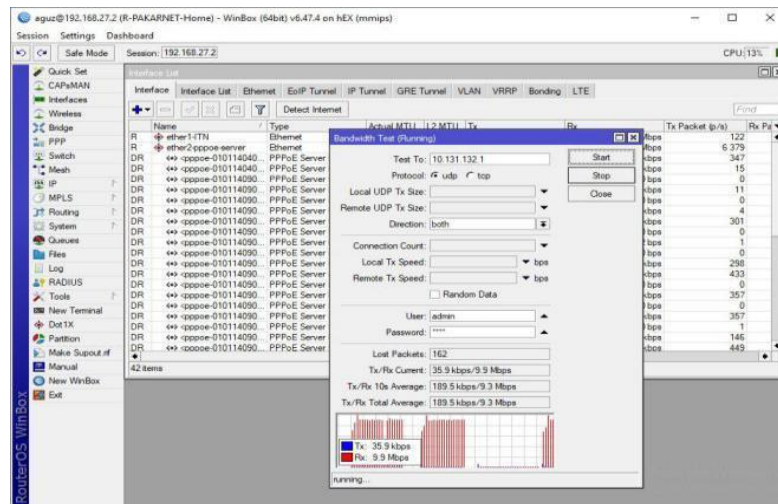
Bandwidth digital merupakan jumlah atau volume suatu data (dalam satuan bit per detik/bps) yang dapat dikirimkan melalui sebuah saluran komunikasi tanpa adanya distorsi.[18]

Pengukuran bandwidth pada antenna merupakan salah satu dari parameter antenna, karena hal tersebut dibutuhkan pengukuran bandwidth antenna, berikut beberapa penelitian sebelumnya tentang pengukuran bandwidth pada antenna:

1. Pengukuran bandwidth pada penelitian perancangan dan implementasi jaringan wireless point to point untuk warga desa trimodadi kec.abung selatan. Hasil pengukuran bandwidth pada point A adalah seperti pada (gambar 2.15) dan hasil pengukuran bandwidth pada point B seperti pada (gambar 2.16) sebagai berikut:



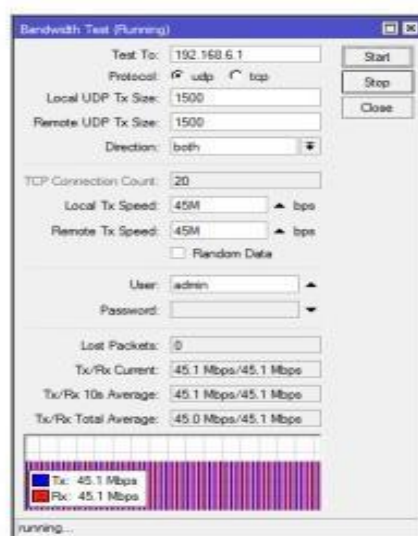
Gambar 2. 4 Hasil pengukuran Bandwidth point A Pada Penelitian Sebelum



Gambar 2. 5 Hasil pengukuran Bandwidth point B Pada Penelitian Sebelum

Pada penelitian ini pengukuran bandwidth dilakukan menggunakan WinBox. Jaringan wireless point to point tersebut berhasil diimplementasikan, dengan hasil pengujian bandwidth yang dikirimkan sebesar 10 Mbps dengan menggunakan WinBox, bandwidth test dapat dilakukan melalui menu Tools → Bandwidth Test dengan hasil yang tertera pada Gambar 2.15 dan 2.16. Hasil pengukuran bandwidth pada point A dan dan point B dapat dilihat bahwa traffic yang masuk maupun keluar jika dijumlah rata-rata diatas 9 Mbps yang berarti sekitar 90% dari kapasitas bandwidth maksimal dapat terkirim menggunakan jaringan point to point.[4]

2. Pengukuran bandwidth pada penelitian Analisa Quality Of Service (Qos) Kinerja Point To Point Protocol Over Ethernet (PPPOE) Dan Point To Point Tunneling Protocol (PPTP). Pengujian dilakukan dalam dua kondisi, yaitu kondisi sepi dan kondisi padat. Kondisi sepi adalah kondisi di mana tidak ada aktifitas lain selain pengiriman paket ICMP maupun copy data, sedangkan kondisi padat merupakan kondisi dimana lalu lintas jaringan 90% penuh yang diakibatkan oleh bandwith test yang dilakukan dari router 2 menuju router 3. Pengukuran menggunakan WinBox, bandwith test dapat dilakukan melalui menu Tools → Bandwidth Test seperti pada Gambar 2.17. Dalam Gambar 2.17 dapat dilihat bahwa traffic yang masuk maupun keluar jika dijumlah rata-rata sebanyak 90 Mbps yang berarti sekitar 90% dari kapasitas bandwidth jika diasumsikan bahwa kapasitas bandwdith maksimal yang bisa diakomodasi oleh kabel Fast Ethernet Category 5E adalah 100Mbps.[19]



Gambar 2. 6 Hasil pengukuran Bandwidth test Pada Penelitian Sebelum

3. Pengukuran bandwidth pada penelitian Analisis Kualitas Jaringan Wireless Point To Point Pada Jaringan Lan PT. Bukit Asam Tbk Tanjung Enim. Pada penelitian ini dilakukan untuk parameter bandwidth diukur dengan cara membuka browser dan mengakses speedtest.biznetnetworks.com pada setiap komputer client. Pengukuran bandwidth dilakukan dengan cara mengakses situs <https://speedtest.biznetnetworks.com/> pada komputer di setiap lokasi saat jam sibuk (09:00- 11:00) dan jam tidak sibuk (12:00-13:00). Kapasitas bandwidth yang disediakan yaitu sebesar 100 Mb atau 102.400 Kbps.[20] Pengukuran bandwidth di semua lokasi dapat dilihat gambar berikut:

Lokasi	Hari, Tanggal	Waktu (WIB)	Bandwidth		
			Bandwidth (Kbps)	Download (Kbps)	Presentase (%)
BPK/K3	Selasa, 11 Agustus 2020	09:00-11:00	102400	42598	41,5996094
		12:00-13:00	102400	31774	31,0292969
TLS 1	Selasa, 11 Agustus 2020	09:00-11:00	102400	38707	37,7998047
		12:00-13:00	102400	29082	28,4003906
Kontainer	Selasa, 11 Agustus 2020	09:00-11:00	102400	51405	50,2001953
Watrik	Selasa, 11 Agustus 2020	12:00-13:00	102400	26522	25,9003906

Gambar 2. 7 Hasil pengukuran Bandwidth

2.8 Model Propagasi Okumura-Hatta

Model Okumura-Hatta merupakan salah satu model perhitungan propagasi yang paling banyak dipergunakan. Laporan Okumura merupakan informasi path loss yang berbentuk grafik yang sepenuhnya berdasarkan data-data pengukuran yang dilakukan di kota Tokyo. Model Hatta merupakan relasi matematis empiris dari laporan teknis Okumura, sehingga hasilnya dapat diimplementasikan pada perhitungan komputer. Dari percobaan Okumura telah dirumuskan oleh Hatta. Perumusan redaman propagasi yang diajukan oleh Hatta sangat membantu dalam memperkirakan level sinyal yang diterima oleh Mobile Station (MS). Berdasarkan pengolahan matematis dari grafik-grafik hasil percobaan Okumura, Hatta memperoleh rumus redaman propagasi pada daerah urban, yaitu:

$$L = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hte - a(hre) + (44,9 - 6,55 \log hte) \log d \quad [21]$$

2.9 Path Loss

Path loss (atau atenuasi path) adalah pengurangan rapat daya (atenuasi) dari gelombang elektromagnetik yang merambat melalui ruang. Pathloss adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur suatu loss yang disebabkan oleh cuaca, kontur tanah dan lain-lain, agar tidak mengganggu pemancaran antar 2 buah antenna yang saling berhubungan. Rugi-rugi lintasan merupakan komponen utama dalam analisis dan desain link budget sistem telekomunikasi. Hal mendasar yang mempengaruhi mekanisme propagasi radio sehingga mempengaruhi rugi-rugi lintasan pada komunikasi bergerak adalah peristiwa reflection (pemantulan), diffraction (pembiasan) dan scattering (penghamburan). Pemantulan terjadi ketika gelombang elektromagnetik yang sedang berpropagasi mengenai atau menabrak sebuah objek dengan dimensi yang sangat besar bila dibandingkan dengan panjang gelombang elektromagnetik tersebut. pemantulan terjadi dari permukaan tanah, gedung-gedung dan dinding-dinding.[22]

Nilai rugi-rugi lintasan (pathloss) dari data pengukuran dapat hitung dengan:

$$PL = EIRP - RSRP + G_{rx} - L_{rx} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

PL = Path Loss (dB)

RSRP = besarnya level daya terima MS (dBm)

EIRP = daya efektif yang di pancarkan oleh pemancar (dBm)

GRx = gain antenna penerima (dB)

LRx = rugi-rugi pada penerima (dB)

2.9.1 Pathloss Okumura-Hatta

Path loss merupakan komponen penting dalam perhitungan dan analisis desain link budget sistem telekomunikasi. Perhitungan pathloss dengan menggunakan rumus Okumura-Hata model untuk urban area, dimana daerah urban merupakan kawasan perkotaan yang baru bertumbuh dengan banyak bangunan, rumah – rumah, gedung – gedung bertingkat, serta pohon – pohon yang tinggi. Model Hata didasarkan atas pengukuran empiris ekstensif yang dilakukan di

lingkungan perkotaan. Dengan jarak antara mobile station ke base station dibuat teratur. 2 Persamaan Hata untuk daerah urban dapat diringkas sebagai berikut [23]

$$L_{hata} = [69,55 + 26,16 \times \log(f)] - 13,82 \times \log(ht) - A(hr) + [44,9 - 6,55 \times \log(ht)] \times \log(d) \quad (1)$$

Dimana:

$$A(hr) = 3,2 \times [\log(11,75) \times hr]^2 - 4,97 \quad (2)$$

Keterangan :

L_{hata} : Path loss okumura hata (dB)

f : frekuensi (MHz)

ht : tinggi antenna pemancar (m)

d : jarak Tx-Rx (km)

$A(hr)$: Faktor koreksi (m)

hr : tinggi antenna penerima (m)

2.9.2 Pathloss dengan Nilai Exponent

Pathloss dengan nilai exponent ini merupakan nilai pathloss yang disertai nilai pathloss exponent (n). Nilai n ini berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungan. [24]

$$PL = PL_{do} + 10 n \log_{10} (d/d_0) \quad (3)$$

Keterangan :

PL_{do} = path loss okumura hata di d_0 (dB)

d_0 = 100 m (jarak terdekat dengan BTS) (m)

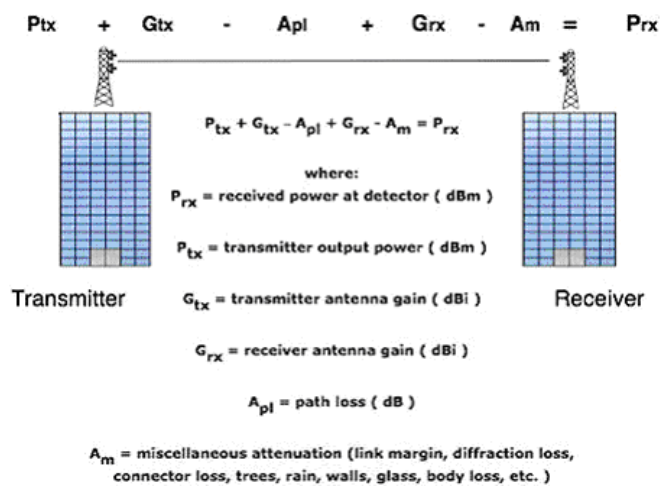
n = path loss exponent

d = jarak base station ke mobile station (m)

2.10 Link Budget

Perhitungan link budget merupakan perhitungan level daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa level daya yang diterima oleh penerima lebih besar atau sama dengan level daya yang dikirimkan oleh pemancar ($R_{sl} \geq R_{th}$) dengan tujuan menjaga keseimbangan gain dan loss guna mencapai daya maksimal yang

diinginkan di penerima. Perhitungan link budget dilakukan dengan menjumlahkan semua gain dan redaman yang terdapat pada material dan perangkat. Parameter yang mempengaruhi perhitungan link budget antara lain yaitu Tx power, frekuensi, gain antenna, tinggi antenna, tinggi antenna MS, wall loss dan fading margin.[25] *Link Budget* adalah perhitungan dari semua *gain* pemancar dan penerima setelah melalui redaman diberbagai media transmisi hingga akhirnya diterima oleh *receiver* didalam sebuah system telekomunikasi. *Link Budget* akan memperhitungkan besarnya redaman dari sinyal termasuk didalamnya berbagai macam redaman propagasi yang dipancarkan selama proses propagasi berlangsung. Pada Gambar 1 menampilkan Ilustrasi *Link Budget* dan gambaran tentang alur propagasi sinyal mulai dari sisi pengirim hingga ke sisi penerima. [26]



Gambar 2. 8 Ilustrasi Link Budget Pada Penelitian Sebelum