

Analisis Power Link Budget Pada Jaringan Wireless Outdoor Menggunakan Internet Service Provider Design Center Studi Kasus Desa Kutanagara Garut

Power Link Budget Analysis on Outdoor Wireless Network Design Using ISP Design Center Case Study of Kutanagara Village, Garut

M. Reza Hidayat, Tubagus Indra Maulana Fauzian, Erna Alimudin, Hajjar Yuliana

^{1,2,4}Program Studi Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

³Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap

Email : mreza@lecture.unjani.ac.id

Abstrak - Salah satu permasalahan jaringan internet di pedesaan adalah sulitnya menyambungkan internet yang berbasis kabel dikarenakan jarak terlalu jauh, jaringan internet berbasis nirkabel dapat menjadi solusi alternatif dari permasalahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang jaringan *WiFi outdoor* pada frekuensi 5725 MHz sebagai gambaran dalam pengimplentasian rancangan jaringan di Desa Kutanagara Garut. Pengujian dilakukan melalui perhitungan *Power Link Budget* dan simulasi menggunakan aplikasi *Internet Service Provider Design Center Ubiquiti* dengan perangkat pemancar *LiteAP GPS* dan perangkat penerima *NanoBeam 5AC*. Perencanaan jaringan dibuat menggunakan masing-masing 1 pemancar dan penerima pada pita frekuensi 5725 MHz Sub Band NII-3. Parameter yang diuji adalah *System Operating Margin (Effective Isotropically Radiated Power (EIRP), Margin Signal), Free Space Loss (FSL), Fresnel Zone Clearance (FZC)*, daerah cakupan, kekuatan sinyal dan kapasitas kecepatan internet. Hasil dari perhitungan dan konfigurasi menunjukkan nilai EIRP pengirim 36 dBm, EIRP penerima 36 dbm, *bandwidth* maksimum 20 MHz, *Fresnel zone clearance* 3,4 m dan kekuatan sinyal yang diterima -49 dBm. Hasil tersebut sudah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO) dan dapat dibuat rancangan jaringannya. Hasil dari simulasi jaringan menunjukkan rancangan jaringan internet sudah mencakup seluruh daerah desa dengan sinyal yang didapat adalah -49 dBm, dengan *margin* sinyal sebesar 46,2 dB yang sudah memenuhi standar dari *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON)* dengan klasifikasi jaringan termasuk dalam kategori *outstanding* (sangat bagus) dan memiliki kapasitas maksimum internet 147 Mbps terdiri dari 74 Mbps kecepatan unduh dan 74 Mbps kecepatan unggah.

Kata kunci : *Power Link Budget, ISP Design Center, KOMINFO, TIPHON.*

Abstract - One of the problems with internet networks in rural areas is the difficulty of connecting cable-based internet because the distance is too far, wireless/wireless-based internet networks can be an alternative solution to these problems. A research analysis of the *Power Link Budget* calculation was carried out in planning the outdoor wireless internet network in the village. Kutanagara Garut. The test was carried out using the *Power Link Budget* calculation method and simulation using the *Ubiquiti ISP Design Center* application with a *LiteAP GPS* transmitter device and a *NanoBeam 5AC* receiver. Network planning is made using using one transmitter dan receiver respectively in the 5725 MHz frequency band to be precise at 5725 MHz Sub Band NII-3. The parameters tested are *SOM (EIRP, margin signal), free space loss (FSL), Fresnel zone clearance (FZC)*, coverage area, signal strength obtained and internet speed capacity. The results of the calculations and configurations show that the EIRP value of the sender is 36 dBm, the EIRP of the receiver is 36 dBm, the maximum bandwidth is 20 MHz, *Fresnel zone clearance* is 3.4 m and the received signal strength is -49 dBm. These results have met the standards set by KOMINFO and a network design can be made. The results of the network simulation show that the internet network design has covered the entire area of Kutanagara Garut Village with an estimated signal obtained is -49 dBm, with a signal margin of 46.2 dB which already meets the standards of TIPHON with network classification included in the outstanding category (very good). Has a maximum internet capacity of 147 Mbps consisting of 74 Mbps download speed and 74 Mbps upload speed.

Keywords : *Power Link Budget, ISP Design Center, KOMINFO, TIPHON.*

I. PENDAHULUAN

Tidak semua wilayah di Indonesia bisa menggunakan jaringan internet berbasis kabel (*wired*), misalnya pada daerah pedesaan dimana akses point untuk menghubungkan internet menggunakan kabel cukup jauh sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan jaringan internet berbasis kabel, maka jaringan internet berbasis nirkabel (*wireless*) dapat menjadi solusi alternatif. Pada tahun 2013, melalui Kementerian Komunikasi dan Informatika membuat suatu program yang namanya internet gratis dengan melalui penyediaan WiFi gratis pada pusat-pusat pelayanan publik, pada tahun 2013 juga oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika telah terpasang 30 ribu saluran telepon lokal. Dengan cara ini, pengguna internet menyambung ke nomor telepon milik penyedia jasa akses Internet yang selanjutnya menghubungkan ke simpul-simpul informasi yang terdapat di jaringan internet. Kemudahan yang ditawarkan oleh jaringan area lokal nirkabel menjadi daya tarik tersendiri bagi pengguna komputer untuk menggunakan teknologi tersebut untuk mengakses jaringan komputer atau internet [1].

Berdasarkan pengembangan riset penelitian tentang hal ini telah dilakukan sebelumnya. Penelitian pertama berfokus pada perencanaan *radio microwave* 7 GHz untuk komunikasi radio *point to point* [2]. Pada penelitian kedua dilakukan pengoptimasian dalam perencanaan perhitungan *Power Link Budget* menggunakan *database MySQL* untuk instalasi dan *maintenance radio microwave* [3]. Penelitian ketiga dilakukan metode perancangan wi-fi dengan menggunakan balon udara, dimana balon udara ditempatkan di atas kawasan alun-alun kota Bandung, penelitian ini dilakukan dengan metode perancangan WiFi 802.11N [4]. Penelitian keempat dilakukan untuk menganalisa *bit rate*, *receive signal level*, *free space zone*, daya pancar, dan kebutuhan perangkat WiMAX pada jaringan 5 GHz [5]. Pada penelitian kelima dilakukan di Brebuk.net Pancor, Lombok Timur dengan analisis perbandingan jaringan *wireless* menggunakan simulasi *airlink.com ubiquiti* dan *real hardware* jaringan produk *ubiquiti*, dilakukan dari site A ke site B dengan jarak kurang lebih 1,47 kilometer [6]. Pada penelitian sebelumnya terdapat kekurangan gap nilai yang terlalu besar antara perhitungan dengan simulasi yang dilakukan, maka dalam penelitian kali ini lebih meningkatkan segi keakuratan dalam hasil perhitungan dengan simulasi yang dilakukan.

Perhitungan dan rancangan ini diharapkan menjadi bahan rujukan dalam pembuatan jaringan *WiFi outdoor* jarak jauh yang sesuai dengan regulasi KOMINFO dan sesuai dengan kualitas TIPHON sebagai solusi alternatif dari permasalahan sulitnya mendapatkan akses internet berbasis kabel di Desa Kutanaganara Garut yang sebelumnya belum memiliki jaringan *wireless outdoor*. Tujuan melakukan penelitian ini adalah merancang jaringan *WiFi outdoor* pada frekuensi 5725 MHz sebagai gambaran dalam pengimplentasian rancangan jaringan di Desa Kutanaganara Garut agar parameter-parameter pembangun jaringan tersebut sesuai dengan regulasi KOMINFO [7]. Selain itu dilakukan juga analisa dan klasifikasi margin sinyal, kekuatan sinyal yang divalidasi dengan standar TIPHON [8] serta melampirkan area cakupan dan kecepatan internet yang diterima.

II. METODOLOGI

A. Perhitungan Power Link Budget

1) Tx Power

Tx Power adalah kemampuan daya pancar pada perangkat *wireless*, satuan Tx Power adalah *Watt / Decible miliwatt* (dBm). Masing – masing radio *wireless* memiliki standar yang berbeda – beda tentang penggunaan Tx Power, konversi Tx Power digunakan untuk merubah satuan mili Watt ke satuan *Decible miliwatt* (dBm) [9]. Perhitungan Tx Power tertera pada persamaan (1).

$$dBm = 10 \text{ Log}(mW) \quad (1)$$

2) Free Space Loss (FSL)

Free Space Loss (FSL) terjadi Ketika sebuah sinyal *Radio Frequency* (RF) dipancarkan melalui antenna, povernya akan semakin berkurang seiring dengan jarak tempuh yang semakin jauh, bahkan Ketika tidak ada halangan (*obstacle*), redaman akan terus terjadi [10]. Perhitungan *Free Space Loss* (FSL) tertera pada persamaan (2).

$$FSL = 32,44 + 20 \text{ Log}(F) + 20 \text{ Log}(D) \quad (2)$$

F merupakan frekuensi dalam satuan Mhz. D merupakan jarak dalam satuan km.

3) Fresnel Zone Clearance (FZC)

Perhitungan Fresnel Zone Clearance (FZC) dilakukan untuk memperoleh data ketinggian minimal antena pemancar yang dapat bekerja dengan baik. Berikut rumus untuk menghitung

ketinggian yang diperlukan [11]. Perhitungan *Fresnel Zone Clearance* tertera pada persamaan (3).

$$FZC = 17,32 \sqrt{D / 4F} \quad (3)$$

4) *Rx Sensitivity/Noise*

Rx Sensitivity / Noise merupakan sensitivitas dari antenna penerima (Rx) dalam hal menangkap sinyal WiFi dari antenna pemancar (Tx), semakin besar gangguan pada jaringan *wireless* baik itu karena interferensi, difraksi, refleksi, dan absorpsi akan membuat nilai *Rx Sensitivity* semakin besar. *Rx Sensitivity* yang semakin besar akan berpengaruh pada kualitas sinyal yang didapat [12].

5) *Rx Signal Level*

Rx Signal Level merupakan tingkat kuat level sinyal penerima didalam satuan (-dBm), semakin besar nilai *Rx Signal Level*, maka kualitas radio semakin baik [13]. Perhitungan *Rx Signal Level* tertera pada persamaan (4).

$$RSL = Tx Power - TxCL + GTx - FSL + GRx - RxCL \quad (4)$$

6) *Margin Signal*

Margin Signal merupakan batas minimal *Signal to Ratio (SNR)* yang harus terpenuhi ketika komunikasi *wireless* dapat terjadi atau dapat melakukan pertukaran data. Margin ini mempunyai standar yang berbeda – beda tergantung kondisi tertentu, misalnya jarak, interferensi. Semakin jauh jaraknya maka margin akan disetting besar dan juga jika interferensi besar maka margin akan disetting besar. Rumus dari *Margin Signal* adalah sebagai berikut [14]. Perhitungan *Margin Signal* tertera pada persamaan (5).

$$SOM = RSL - Rx Sensitivity \quad (5)$$

7) *Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)*

EIRP adalah pengukuran daya yang terpancar dari antena isotropik dalam satu arah. Antena isotropik memancarkan daya dengan intensitas yang sama ke segala arah. Antena Isotropik sendiri memiliki efisiensi 100%. Dianalogikan seperti manusia yang ingin menyampaikan informasi dengan manusia lain yang jaraknya berjauhan. Manusia tersebut pasti akan memperkuat suaranya. Semakin besar usaha memperkuat suara, semakin

besar pula suara yang dihasilkan. Dalam memperkuat suara pasti ada titik maksimum. Maksudnya adalah batas maksimum suara yang dapat dikeluarkan dipengaruhi oleh kemampuan tenggorokan manusia tersebut. Perhitungan EIRP tertera pada persamaan (6) [15].

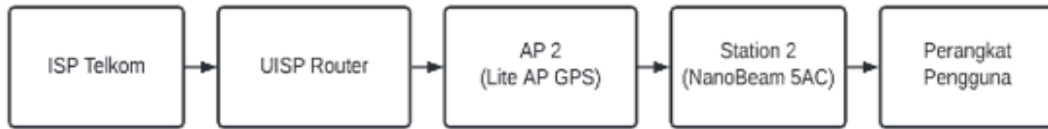
$$EIRP =$$

$$Tx Power [dBm] + Gain Antenna [dBi] \quad (6)$$

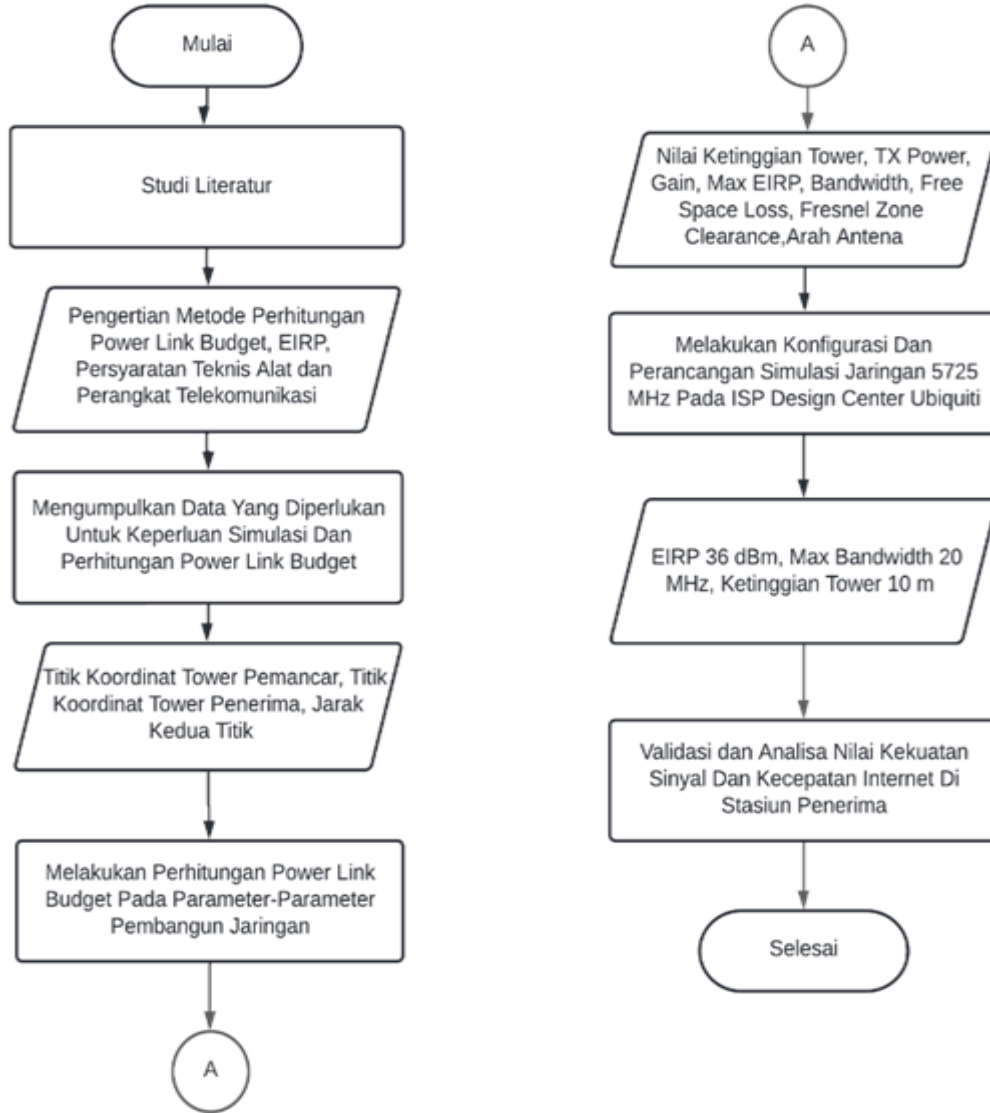
B. Perancangan Sistem

Dalam pengerjaan penelitian ini meliputi beberapa tahap pengerjaan. Diagram blok sistem dapat dilihat pada **Gambar 1**. Dimana pada **Gambar 1**, UISP router berfungsi sebagai decoder (penerjemah kode) terhubung ke ISP Telkom menggunakan koneksi ethernet kemudian menerima data dan diterjemahkan menjadi sinyal radio yang kemudian ditransmisikan ke AP 2 (LiteAP GPS) menuju Station 2 (NanoBeam 5AC), lalu perangkat pengguna menerima sinyal radio dan menerjemahkannya menjadi data.

Dapat dilihat pada **Gambar 2**, awal penelitian ini dilakukan dengan studi literatur tentang perhitungan Power Link Budget, parameter – parameter yang diperhitungkan, pengertian EIRP dan regulasi penggunaan spektrum 5725 MHz menurut ketentuan KOMINFO dan standar kekuatan sinyal juga margin sinyal menurut TIPHON. Selanjutnya mengumpulkan data titik koordinat tiang pemancar dan penerima juga jarak antara kedua titik tersebut menggunakan Google Map dan Google Earth. Lalu melakukan perhitungan nilai-nilai parameter pembangun jaringan menggunakan metode *Power Link Budget*. Parameter yang dihitung adalah *EIRP*, *free space loss*, *fresnel zone clearance* *Rx sensitivity/noise* pada perangkat penerima, *Rx signal level* dan margin sinyal. Kemudian melakukan konfigurasi perancangan jaringan frekuensi 5725 MHz pada *ISP Design Center Ubiquiti* sesuai dengan regulasi KOMINFO. Lalu melakukan analisa dan validasi dari hasil kekuatan sinyal dan margin sinyal yang didapat kemudian di klasifikasikan kedalam standar TIPHON, kemudian menganalisa hasil dari *coverage area* dan kapasitas kecepatan internet yang diterima (*download dan upload*).



Gambar 1 Diagram Blok Sistem



Gambar 2. Flowchart Penelitian

C. Prosedur Simulasi Jaringan

Tahapan awal dilakukan pencarian titik koordinat lokasi yang nantinya akan dijadikan stasiun pemancar dan titik koordinat lokasi yang akan dijadikan stasiun penerima menggunakan Google Map. Hasil dari kedua titik kordinat tersebut dicatat untuk selanjutnya dimasukkan kedalam kolom pencarian pada Google Earth untuk mengukur jarak kedua titik penelitian tersebut.

Mengakses laman web ispdesign.ui.com untuk melakukan simulasi, kemudian akan muncul tampilan awal. Menuju kolom *Place Your IP* untuk

memasukan titik koordinat stasiun pemancar dan koordinat titik yang dijadikan stasiun penerima. Melakukan konfigurasi berupa pemilihan alat yang akan digunakan pada simulasi perancangan jaringan, pemilihan alat disesuaikan dengan pita frekuensi jaringan yang akan digunakan 2,4 GHz atau 5 GHz.

Melakukan pengaturan pada ketinggian tiang pengirim dan tiang penerima, setelah mengatur ketinggian tiang pengirim dan tiang penerima, dilakukan konfigurasi pada perangkat pengirim dan penerima agar sesuai dengan standar regulasi yang telah ditetapkan oleh KOMINFO. Pada

perangkat pemancar Max EIRP dan bandwidth diatur sesuai dengan perhitungan.

Melakukan pengaturan pada perangkat penerima. Setelah melakukan konfigurasi alat, rancangan jaringan akan terhubung. Selanjutnya melakukan pengukuran nilai *Fresnel Zone Clearance* terendah dan tertinggi pada rancangan jaringan. Hasil akhir akan menunjukkan kapasitas dari kecepatan internet yang didapat tertera pada kolom *capacity*, terdapat keterangan kapasitas kecepatan *download* dan *upload*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan observasi hasil pengamatan parameter *Power Link Budget* untuk Desa Kutaneegara yang pada awalnya belum memiliki jaringan *wireless outdoor* dimana hasil penelitian ini dapat diharapkan dapat menjadi rujukan.

A. Hasil Pengujian

Didapatkan hasil perhitungan dari parameter – parameter pembangun jaringan sebagai berikut.

1) Tx Power dan EIRP

Pada perangkat pemancar LiteAP GPS diketahui Tx Power bernilai 19 dBm dengan *Gain Antenna* sebesar 17 dBi, maka dihasilkan nilai EIRP 36 dBm sesuai dengan perhitungan dalam persamaan (1). Pada perangkat penerima diketahui TX Power bernilai 17 dBm dengan *Gain Antenna* sebesar 19 dBi, maka dihasilkan nilai EIRP 36 dBm sesuai dengan perhitungan dalam persamaan (6).

2) *Free Space Loss*

Dalam mengetahui nilai *Free Space Loss* pita frekuensi yang digunakan adalah 5725 Mhz dan kedua titik penelitian berjarak 0,655 km, maka diperoleh nilai *Free Space Loss* sebesar 103,8 dBm sesuai dengan perhitungan dalam persamaan (2).

3) *Fresnel Zone Clearance*

Diketahui jarak kedua titik penelitian adalah 0,655 km atau 0,4 *miles*, lalu frekuensi yang digunakan adalah 5725 MHz atau 5,7 GHz, maka didapatkan nilai *Fresnel Zone Clearance* sebesar 1,74 meter dan nilai 80 % nya sebesar 1,4 meter sesuai dengan perhitungan dalam persamaan (3).

4) *Rx Sensitivity/Noise*

Sesuai dengan datasheet perangkat penerima *nanobeam 5 AC* diketahui nilai *Rx Sensitivity* sebesar – 95 dBm.

5) *Rx Signal Level (RSL)*

Diketahui nilai *Tx Power* sebesar 19 dbm, nilai *Tx Cable Loss* 0 dBm, *Gain Tx* sebesar 17 dBi, *Free Space Loss* sebesar 103,8 dBm, *Gain Rx* sebesar 19 dBi dan *Rx Cable Loss* 0 dBm, maka hasil nilai dari *Rx signal level* adalah sebesar –48,8 dBm sesuai dengan perhitungan dalam persamaan (4).

6) *Margin Signal/System Operating Margin*

Diketahui nilai *Rx Signal Level* sebesar –48,8 dBm dan nilai *Rx Sensitivity* perangkat *nanobeam 5 AC* sebesar –95 dBm, maka dihasilkan nilai dari margin sinyal sebesar 46,2 dB sesuai dengan perhitungan pada persamaan (5).

Berikut merupakan hasil keseluruhan dari perhitungan dan simulasi dari parameter – parameter pembangun jaringan dapat dilihat pada **Tabel I**.

Tabel I. Data Hasil Pengujian

Parameter	Hasil Perhitungan dan Simulasi
Max EIRP (Tx)	36 dBm
Daya Pemancar (Tx Power)	19 dBm
Gain (GTx)	17 dBi
Max EIRP (Rx)	36 dBm
Daya Penerima (Tx Power)	17 dBm
Gain (GRx)	19 dBi
Jarak	655,89 m
Free Space Loss (FSL)	103,8 dB
80 % Fresnel Zone Clearance (FZC) Terendah	3,4 m
80 % Fresnel Zone Clearance (FZC) Tertinggi	13 m
Arah Antena Pemancar	159° S
Antena Tilt Pemancar	4,1°
Arah Antena Penerima	333° N
Antena Tilt Penerima	-5,02°
Sinyal Yang Diterima	-49 dBm
Max Kapasitas Kecepatan Internet	147 Mbps
Kapasitas Kecepatan Upload	74 Mbps
Kapasitas Kecepatan Download	74 Mbps
Margin Signal	46,2 dB

B. Analisis Hasil Penelitian

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai analisis dari hasil penelitian dimana standar pembangunan jaringan merujuk ke standar KOMINFO untuk kelayakannya serta analisis kekuatan sinyal merujuk ke standar TIPHON.

1) Analisis Parameter Pembangun Jaringan Sesuai Dengan Standar KOMINFO.

Berikut pada **Tabel II** merupakan hasil dari perhitungan dan simulasi pada aplikasi *ISP Design Ubiquiti* yang dibandingkan dengan standar KOMINFO.

Tabel II. Hasil Perhitungan dan Simulasi

Parameter	Standar KOMINFO	Hasil Perhitungan dan Simulasi
Daya Pemancar (Tx Power)		19 dBm
Gain (GTx)	36 dBm	17 dBi
Max EIRP (Tx)		36 dBm
Daya Penerima (Tx Power)		17 dBm
Gain (GRx)	36 dBm	19 dBi
Max EIRP (Rx)		36 dBm
Pita Frekuensi	5725 – 5825 MHz (UNII-3)	5725 MHz (UNII-3)
Max Bandwidth	20 MHz	20 MHz
80 % Fresnel Zone Clearance (FZC)	2,59 m (Minimal)	3,4 m
Terendah (Jarak 0,6 km) Sinyal Yang Diterima	≤ -58 dBm	-49 dBm

Hasil perhitungan dan simulasi pada **Tabel II**. diketahui nilai maksimum EIRP dari perangkat pemancar adalah 36 dBm sudah sesuai dengan standar nilai maksimum yang ditetapkan oleh KOMINFO yaitu 36 dBm, pita frekuensi yang digunakan pun sudah sesuai dengan ketentuan KOMINFO yaitu di 5725 MHz yang berada pada

Sub Band UNII-3, nilai Maksimum pita frekuensi yang digunakan pun sudah sesuai dengan ketentuan dari KOMINFO yakni di angka 20 MHz. Ketinggian tiang sudah disesuaikan agar nilai 80% FZC 3,4 m berada diatas nilai minum 80% FZC diketinggian 2,59 m, lalu nilai yang dihasilkan dari percobaan simulasi tersebut bernilai -49 dBm sesuai dengan batas yang telah ditentukan yakni bernilai ≤ -58 dBm.

2) Analisis Kekuatan Sinyal Sesuai Dengan Standar TIPHON

Berikut pada **Tabel III** hasil pengujian kekuatan sinyal yang dibandingkan dengan standar TIPHON

Tabel III. Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal

Kategori	Standar TIPHON	Hasil Perhitungan dan Simulasi
<i>Outstanding</i> (Sangat Bagus)	>-70 dBm	
<i>Good</i> (Bagus)	-70 dBm s/d -85 dBm	
<i>Fair</i> (Cukup)	-86 dBm s/d -100 dBm	-49 dBm
<i>Bad</i> (Buruk)	-100 dBm	

Kekuatan sinyal yang didapat dari pengujian ini termasuk pada kategori *outstanding* (sangat bagus) dikarenakan bernilai -49 dBm jauh lebih besar diatas standar dari TIPHON yang ada pada nilai -70 dBm. Semakin besar nilai sinyal yang diterima maka semakin kuat kekuatan sinyal yang diterima dan semakin kecil nilai sinyal yang diterima maka semakin lemah kekuatan sinyal yang diterima. Klasifikasi kekuatan sinyal menurut TIPHON dapat dilihat pada **Tabel III**.

3) Analisis Margin Signal Sesuai Dengan Standar TIPHON

Berikut **Tabel IV** hasil perolehan data margin sinyal.

Nilai margin sinyal dari pengujian ini termasuk pada kategori *outstanding* (sangat bagus) dikarenakan bernilai $46,2$ dB, berada jauh diatas standar dari TIPHON yakni bernilai 29 dB. Semakin besar nilai margin sinyal maka semakin sedikit derau (*noise*) yang ditangkap yang berarti sinyal lebih tahan terhadap variasi dan perubahan kondisi yang terjadi pada jaringan. Klasifikasi nilai margin sinyal menurut TIPHON dapat dilihat dari **Tabel IV**.

Tabel IV. Hasil Pengujian Margin Sinyal

Kategori	Standar TIPHON	Hasil Perhitungan dan Simulasi
<i>Outstanding</i> (Sangat Bagus)	> 29 dB	
<i>Good</i> (Bagus)	20 dB s/d 28 dB	46,2 dB
<i>Fair</i> (Cukup)	11 dB s/d 19,9 dB	
<i>Bad</i> (Buruk)	< 6,9 dB	

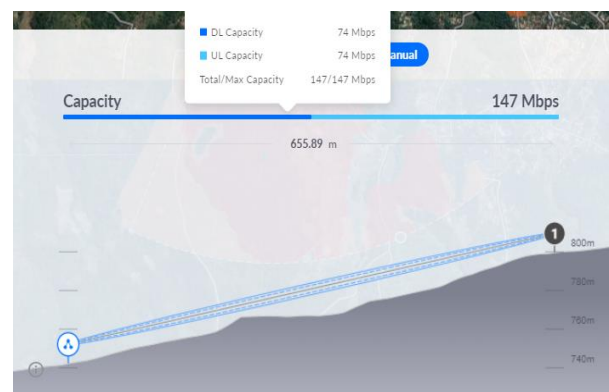
4) Analisis Cakupan Daerah Dan Kapasitas Kecepatan Internet



Gambar 3. Peta Wilayah yang Terjangkau

Hasil simulasi pada **Gambar 3**, wilayah Desa Kutana Garut yang memiliki luas daerah 570,411 m² sudah terjangkau seluruhnya, namun memiliki tingkat kekuatan sinyal yang berbeda-beda, hal itu ditunjukkan dengan indikator zona warna. Indikator zona warna ini terdiri dari 5 warna yang berbeda dengan urutan dari yang terkuat, yaitu merah, orange, kuning, hijau, dan biru. Wilayah yang berada di zona warna merah berarti wilayah tersebut memiliki tingkat kekuatan sinyal yang kuat, sedangkan wilayah yang berada di zona warna biru menunjukkan tingkat kekuatan sinyal yang lemah. Hasil dari simulasi menunjukkan seluruh wilayah penduduk Desa Kutana Garut berada pada zona warna merah yang berarti menerima kekuatan sinyal yang kuat dan hanya sebagian kecil yang berada di zona warna orange yakni di radius 1 – 1.8 km arah 205o – 188o barat daya dari tiang pengirim yakni daerah perbukitan

dan hutan dikarenakan berada pada sisi yang sedikit berlawanan dari arah pancaran dan dipengaruhi juga dari kondisi ketinggian tanah yang lebih tinggi dan banyaknya pepohonan yang dapat mengganggu dalam hal penerimaan sinyal.



Gambar 4. Hasil Pengujian Kapasitas Kecepatan Internet

Dari **Gambar 4.** dapat dilihat maksimum kapasitas kecepatan internet yang diperoleh adalah sebesar 147 Mbps dengan perbandingan kecepatan *Download* dan *Upload* yakni 1:1, yang terdiri dari 74 Mbps kecepatan *Download* dan 74 Mbps kecepatan *Upload*.

IV. KESIMPULAN

Hasil nilai dari parameter pembangun rancangan jaringan *WiFi Outdoor* sudah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh KOMINFO, yakni EIRP bernilai 36 dBm, pita frekuensi yang digunakan berada pada 5725 MHz, maksimum bandwidth 20 MHz, nilai FZC terendah berada pada ketinggian 3,4 m dan kekuatan sinyal yang diterima -49 dBm. Nilai kekuatan sinyal yang diterima sudah sesuai dengan standar TIPHON yakni -49 dBm dan termasuk dalam kategori *outstanding* (sangat bagus). Nilai margin sinyal yang didapat dari pengujian ini sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan TIPHON yakni 46,2 dB dan termasuk dalam kategori *outstanding* (sangat bagus) tahan terhadap variasi dan perubahan kondisi yang terjadi pada jaringan. Perencanaan jaringan yang dibuat dapat mencakup keseluruhan wilayah dari Desa Kutanaegara Garut dengan nilai maksimum kapasitas internet yang didapat sebesar 147 Mbps yang terdiri dari 74 Mbps kecepatan *Download* dan 74 Mbps kecepatan *Upload*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amin, Muhammad, et al. *Teknologi Jaringan Nirkabel*. Yayasan Kita Menulis, 2022.
- [2] S. Pramono, "Analisa Perencanaan Power Link Budget untuk Radio Microwave Point to Point Frekuensi 7 GHz," *Jurnal Polines*, vol. III, no. 1, 2014.
- [3] M. Masykur and S. Rahayusinta, "Rancang Bangun Aplikasi Perencanaan Power Link Budget Untuk Instalasi dan Maintenance Radio Microwave Berbasis Web," *Jurnal Uniga*, vol. X, no. 2, 2019.
- [4] U. K. Usman, F. A. Ma'arif and H. Vidyanyingtyas, "Analisa Rencana Penerapan Jaringan WiFi 802.11N Dengan Menggunakan Balon Udara Di Kota Bandung," *PROSIDING SNAST*, vol. X, no. 911, 2021.
- [5] Antonie B. Uang, Arie S.M. Lumenta and Aneke P. R. Wo, "Analisis Dan Perancangan Jaringan WIMAX Di Fakultas Teknik UNSRAT Manado," *Jurnal UNSRAT*, vol. II, no. 4, 2013.
- [6] A. Tanton and M. T. Asri Zaen, "Analisi Komparasi Wireless Network Pada Simulasi Airlink Ubiquiti Dengan Real Hardware Ubiquiti," *JIRE Nopember*, vol. I, no. 2, 2018.
- [7] O. W. Purbo, "Disain Jaringan Wireless Berbasis WiFi," *Onno Center*, 25 April 2020.
- [8] O. W. Purbo, "WiFi: Menghitung Link Budget," *Onno Center*, 25 September 2021.
- [9] Nauman, Ali, and Moazam Maqsood. "System design and performance evaluation of high altitude platform: Link budget and power budget." *2017 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*. IEEE, 2017.
- [10] Tang, Wankai, et al. "Wireless communications with reconfigurable intelligent surface: Path loss modeling and experimental measurement." *IEEE Transactions on Wireless Communications* 20.1 (2020): 421-439.
- [11] Lin, Chi, et al. "When wireless charging meets fresnel zones: Even obstacles can enhance charging efficiency." *2019 16th Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON)*. IEEE, 2019.
- [12] Wang, Tong, et al. "An 113dB-link-budget Bluetooth-5 SoC with an 8dBm 22%-efficiency TX." *2018 IEEE Symposium on VLSI Circuits*. IEEE, 2018.
- [13] T. S. Jaya Putra and I. Widiyari, "Analisis Kualitas Signal Wireless Berdasarkan Received Signal Strength Indicator (RSSI) pada Universitas Kristen Satya Wacana," *Repository UKSW*, 8 Mei 2019.
- [14] Sheikh, Muhammad Usman, Ruifeng Duan, and Riku Jantti. "Validation of backscatter link budget simulations with measurements at 915 MHz and 2.4 GHz." *2019 IEEE 89th Vehicular Technology Conference (VTC2019-Spring)*. IEEE, 2019.
- [15] Li, Siwei, Zhe Zhang, and Gabriel M. Rebeiz. "An Eight-Element 136-147 GHz Wafer-Scale Phased-Array Transmitter With 32 dBm Peak EIRP and > 16 Gbps 16QAM and 64QAM Operation." *IEEE Journal of Solid-State Circuits* (2022).