

SIMULASI PERANCANGAN JARINGAN KOMUNIKASI LONG RANGE (LORA) UNTUK MENDUKUNG DESA WISATA MELUNG

Petrus Kerowe Goran*¹, Melinda Br Ginting²

^{1,2} Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia

*e-mail: petrus@ittelkom-pwt.ac.id, melinda.ginting@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan simulasi perancangan jaringan komunikasi Long Range (LoRa) pada desa Wisata Melung. Desa ini memiliki beberapa destinasi wisata yang berpotensi besar untuk dikembangkan. Guna mengembangkan potensi desa ini, maka beberapa sektor bidang diupayakan berkembang agar mendukung Desa Wisata Melung. Salah satu bidang yang dikembangkan adalah bidang teknologi informasi dan komunikasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan komunikasi berbasis *Long Range* (LoRa) yang dapat mendukung pengelolaan dan pengembangan Desa Wisata Melung. Kesempatan ini penelitian berfokus pada Wisata Pagubugan Desa Melung. Teknologi LoRa dipilih karena memiliki keunggulan dalam jangkauan yang luas, konsumsi daya yang rendah, dan biaya implementasi yang relatif murah, sehingga cocok untuk digunakan di area pedesaan dengan infrastruktur yang terbatas. Metode penelitian yang digunakan adalah melihat kondisi geografis desa Melung dan letak Wisata Pagubugan yang selanjutnya melakukan analisis kebutuhan komunikasi jaringan pada Desa Wisata Melung menggunakan simulasi perancangan jaringan LoRa, selanjutnya melakukan pengujian simulasi dengan parameter RSRP dan SINR untuk mengetahui kinerja jaringan LoRa di daerah wisata Melung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari perancangan jaringan LoRa untuk desa wisata Melung memperoleh nilai RSRP sebesar -110 dBm sampai dengan -130 dBm yang mencakup area Melung dan dikategorikan ke dalam kualitas yang buruk. Sementara, untuk hasil SINR diperoleh 0 dB sampai dengan -10 dB sebesar 90%. Hal ini menunjukkan SINR memiliki nilai yang buruk berdasarkan simulasi. Sehingga, simpulan dari simulasi jaringan ini masih membutuhkan penambahan akses point dan pengujian tes jaringan untuk meningkatkan nilai RSRP dan SINR yang menunjukkan kualitas sinyal di area desa wisata Melung.

Kata Kunci: Desa Wisata Melung; Jaringan Komunikasi; LoRa; RSRP; SINR.

Abstract

Design simulation of a Long-range (LoRa) communication network has been carried out in the Melung Tourism village. This village has several tourist destinations that have great potential for development. In order to develop the potential of this village, efforts are being made to develop several sectors to support the Melung Tourism Village. One of the fields being developed is the field of information and communication technology. This research aims to design a Long Range (LoRa) based communication network that can support the management and development of the Melung Tourism Village. This research opportunity focuses on Pagubugan Tourism in Melung Village. LoRa technology was chosen because it has the advantages of wide coverage, low power consumption, and relatively low implementation costs, making it suitable for use in rural areas with limited infrastructure. The research method used was to look at the geographical conditions of Melung village and the location of Pagubugan Tourism, then carry out an analysis of network communication needs in Melung Tourism Village using a LoRa network design simulation, then carry out simulation testing with RSRP and SINR parameters to determine the performance of the LoRa network in the Melung tourist area. The results of this research show that the LoRa network design for the Melung tourist village obtained an RSRP value of -110 dBm to -130 dBm which covers the Melung area and is categorized as poor quality. Meanwhile, for SINR results obtained from 0 dB to -10 dB is 90%. This shows that SINR has a bad value based on simulation. So, the conclusion from this network simulation still requires additional access points and network testing to increase the RSRP and SINR values which indicate signal quality in the Melung tourist village area.

Keywords: Melung Tourism Village; Communication Network; LoRa; RSRP; SINR.

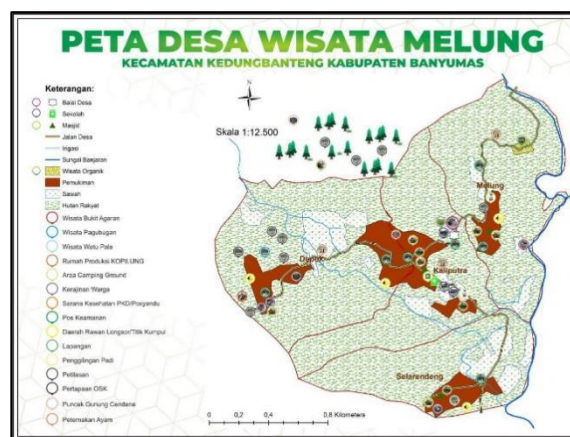
1. PENDAHULUAN

Desa Wisata Melung terletak di Kabupaten Banyumas dan merupakan salah satu desa wisata yang menarik perhatian baik dari wisatawan lokal maupun internasional. Desa ini yang petanya dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah memiliki kekayaan budaya dan seni tradisional seperti seni kuda lumping, hadroh, dan kotekan yang menjadi daya tarik utama bagi wisatawan. Selain itu, potensi alam dan produk pertanian unggulan seperti kopi dan kapulaga semakin menambah daya tarik desa ini].

Namun, pengembangan potensi wisata Desa Melung menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dengan keterbatasan akses internet dan pengelolaan website desa telah terlaksana dengan kerjasama antar pemerintah Desa Melung, pemerintah Kabupaten Banyumas dan kampus yang sangat mendukung teknologi informasi [2-5]. Keterbatasan ini disebabkan oleh kondisi geografis desa yang menyebabkan sinyal seluler

sulit dijangkau di beberapa titik wisata utama. Selain itu, pengelolaan website yang tidak optimal dan keterbatasan sumber daya manusia dalam pengelolaan teknologi informasi juga menjadi kendala utama.

Upaya untuk mencari solusi terhadap keterbatasan akses internet beberapa kali telah diupayakan tetapi tidak tertulis secara ilmiah sehingga pembuktian tinjauan literatur tidak ada. Maka, pada penelitian ini dilakukan tinjauan awal dan simulasi jaringan untuk keadaan geografis wisata desa Melung. Dan alasan menggunakan teknologi LoRa adalah karena jarak yang dapat ditempuh sangat jauh tergantung kondisi geografis suatu daerah serta daya yang dibutuhkan sangat kecil. LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*) adalah salah satu teknologi yang sangat relevan untuk mengatasi masalah keterbatasan akses internet di daerah terpencil seperti Desa Melung. LoRaWAN memungkinkan perangkat bertenaga baterai untuk terhubung dan mengirim data melalui internet dengan konsumsi daya yang sangat rendah dan jangkauan yang luas. Teknologi ini telah diterapkan dalam berbagai bidang seperti pertanian, industri, dan utilitas untuk memonitor dan mengelola aset dari jarak jauh [6-7].



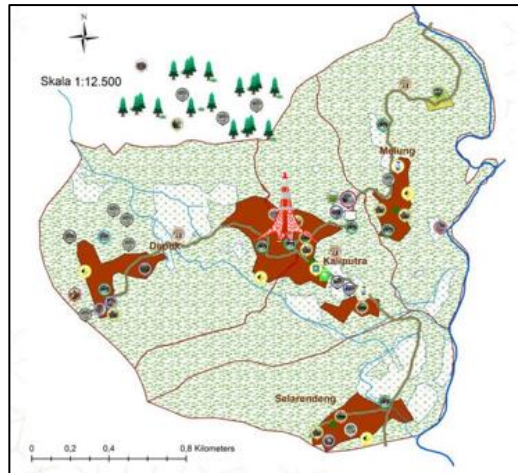
Gambar 1. Peta Desa Wisata Melung [8]

Studi oleh Van de Velde (2024) menunjukkan bahwa penggunaan LoRaWAN dengan node penghubung (forwarder) dapat meningkatkan jangkauan dan kualitas komunikasi serta mengurangi konsumsi energi perangkat akhir, memberikan umur baterai yang lebih panjang(9). Selain itu, penelitian oleh Shanghai Zhichuan Electronic Tech Co., Ltd. menunjukkan bahwa tiltmeter berbasis LoRaWAN memiliki keandalan tinggi dan konsumsi daya yang rendah, cocok untuk berbagai aplikasi industri dan utilitas(10).

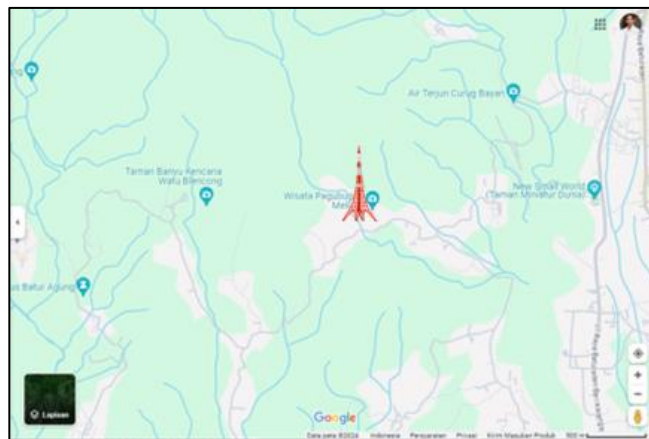
Penelitian yang sangat relevan dengan studi LoRaWAN sangat banyak seperti dalam bidang Pertanian. Penelitian ini menghubungkan sensor pertanian seperti pengukur air dan stasiun cuaca untuk memberikan data waktu nyata kepada petani, yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan di lahan pertanian(11). Aplikasi LoRaWAN jika bermanfaat dalam Pengelolaan Utilitas. Perangkat seperti ZCT330M-SWP-L-CN470 LoRaWAN Tiltmeter digunakan dalam pemantauan kesehatan struktural dan kontrol keamanan dengan keandalan tinggi dan konsumsi daya yang sangat rendah. Implementasi Multi-hop LoRaWAN juga sangat bermanfaat dalam implementasi node penghubung dalam LoRaWAN dapat memperpanjang jangkauan komunikasi dan mengurangi konsumsi energi perangkat, meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan akses internet di Desa Wisata Melung melalui pemasangan Access Point (AP) di titik-titik strategis seperti pada gambar 2 dibawah ini yang bertujuan guna menunjang layanan kebutuhan data masyarakat lokal dan interlokal. Pada penelitian ini penempatan Access Point (AP) berfokus pada wisata desa Pagubugan Melung dengan melihat nilai parameter RSRP dan SINR.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas layanan internet dan pengelolaan informasi di Desa Wisata Melung, yang dapat meningkatkan daya tarik wisata dan kesejahteraan masyarakat setempat. Dan juga mendukung kehidupan sosial masyarakat desa Melung dengan memperkuat kemampuan teknologi informasi masyarakat desa, yang berpotensi meningkatkan kapasitas lokal dalam pengelolaan dan promosi wisata.



Gambar 2. Perencanaan Titik Access Point (AP) pada titik lokasi Wisata Pagubugan Desa Melung [8]



Gambar 3. Perencanaan Titik Access Point (AP) pada titik lokasi Wisata Pagubugan Desa Melung [12]

2. METODE

Dalam melakukan perancangan jaringan LoRa dibutuhkan perhitungan link budget untuk menghitung sinyal daya hilang antara gateway perangkat dengan site untuk mendapatkan cakupan area maksimum per site. Parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan link budget diantaranya ialah LoRa sensitivity untuk memperoleh nilai *Spreading Factor* (SF) yang ditunjukkan pada Tabel 1, Adapun perhitungan SF ialah sebagai berikut [7]

$$\text{Sensitivity SF} = -174 + 10 \log (BW) + 6 + (-SNR \text{ limit}) \quad (1)$$

Tabel 1. Sensitivitas LoRa

Sensitivity (dBm)					
SF 7	SF 8	SF 9	SF 10	SF 11	SF 12
-124.53	-127.53	-129.53	-132.03	-134.53	-137.03

Setelah melakukan perhitungan sensitivitas SF, untuk *link budget* juga dibutuhkan melakukan perhitungan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) untuk mengetahui nilai tertinggi dari suatu redaman diperbolehkan antara gateway LoRa saat perangkat di transmisikan. Selain itu, dibutuhkan juga perhitungan *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) untuk mengetahui penjumlahan antara daya pancar pada antena dengan gain antena dari pemancar. Rumus untuk perhitungan EIRP dan MAPL adalah sebagai berikut,

$$EIRP = Tx \text{ Power} + Gain \text{ Antena Tx} - Loss \text{ cable} \quad (2)$$

$$MAPL = EIRP - Sensitivitas \quad (3)$$

Pada perancangan jaringan LoRa ini dilakukan simulasi pengujian berdasarkan cakupan. Sehingga, dibutuhkan perhitungan jumlah site yang akan di rancang untuk mencakup area Desa wisata Melung. Sebelum melakukan simulasi, perhitungan model propagasi yang digunakan dalam perencanaan cakupan ini adalah propagasi Okumura Hatta. Pemilihan propagasi didasarkan pada penggunaan alokasi frekuensi untuk perancangan jaringan LoRa. Adapun persamaan model propagasi Okumura Hatta sebagai berikut:

$$PL = 69.55 + 26.16 \log(f) - 13.82 \log h_b - a(hm) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log 10 \quad (4)$$

$$a(hm) = (1.1 \log_{10}(f) - 0.7) hm - (1.56 \log_{10}(f) - 0.8) \quad (5)$$

Penggunaan jenis propagasi Okumura-Hatta daerah Sub-urban dengan frekuensi 920 MHz, ketinggian tiang menara (Hb) adalah 30 m. Persamaan yang digunakan untuk menghitung klasifikasi jenis area untuk perancangan jaringan LoRa [13].

$$\text{Suburban areas } (L_{dB}) = A + B \log R - C \quad (6)$$

$$A = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_b \quad (7)$$

$$B = 44.9 - 6.55 \log h_b \quad (8)$$

$$C = 2 \left(\log \left(\frac{f}{28} \right) \right)^2 + 5.4 \quad (9)$$

Keterangan :

PL_{dB}	=	<i>Path Loss</i> dalam satuan desibel
$T_x Power$	=	Daya Pancar
$Gain_{Tx}$	=	Penguatan Daya Pancar
BW	=	<i>Band Width</i>
SNR	=	<i>Signal to Noise Ratio</i>
R	=	Jarak pemancar dari penerima
f	=	Frekuensi kerja
h_b	=	Tinggi tiang pemancar
h_m	=	Tinggi <i>mobile/ user</i>

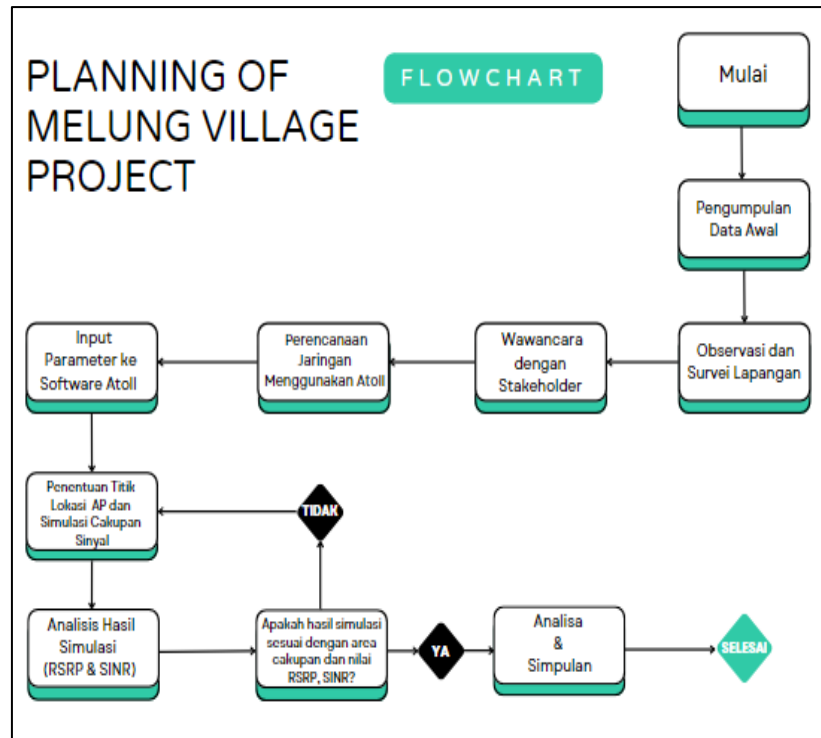
Pada Gambar 4 adalah *Flowchart* perencanaan jaringan *coverage*/cakupan Desa Melung yang bertujuan agar wisata desa Melung yaitu Pagubugan dapat tercakup oleh jaringan LoRa. Perencanaan penelitian proyek Desa Melung terdiri dari beberapa tahapan yang secara rinci menjelaskan proses perancangan dan evaluasi jaringan komunikasi LoRa untuk mendukung Desa Wisata Melung. Berikut adalah penjelasan detail tiap bagian dari *flowchart* tersebut:

1. Mulai

Tahap ini adalah titik awal dari proses perancangan jaringan komunikasi.

2. Pengumpulan Data Awal

Tahap ini adalah tahap pengidentifikasian kebutuhan komunikasi berdasarkan kondisi lapangan dan wawancara dengan *stakeholder*. Data ini sangat penting untuk dasar perencanaan yang akurat. Tahap ini mencakup kegiatan untuk mengumpulkan informasi dasar yang dibutuhkan sebelum melakukan perencanaan jaringan.



Gambar 4. *Flowchart* Perencanaan Jaringan *Coverage* Desa Wisata Melung

a. Observasi dan Survei Lapangan

- a.1 Melakukan kunjungan langsung ke lokasi Desa Melung untuk mengidentifikasi kondisi geografis, infrastruktur yang ada, dan titik-titik wisata yang memerlukan akses komunikasi.
- a.2 Mengambil data geografis dan lingkungan yang relevan, seperti topografi dan kondisi sinyal saat ini.

b. Wawancara dengan *Stakeholder*

- b.1 Mengadakan wawancara dengan berbagai pihak yang terlibat, termasuk perangkat desa, masyarakat lokal, dan operator wisata.
- b.2 Memahami kebutuhan mereka terkait dengan akses komunikasi dan potensi penggunaan jaringan LoRa.

3. Perencanaan Jaringan Menggunakan Atoll

Tahap ini menggunakan *software* Atoll untuk memodelkan jaringan komunikasi LoRa. Software ini membantu dalam visualisasi cakupan sinyal dan optimasi lokasi AP. Tahap perencanaan menggunakan software Atoll untuk melakukan simulasi jaringan komunikasi.

3.a *Input* Parameter ke *Software* Atoll

- Memasukkan data dan parameter yang telah dikumpulkan ke dalam *software* Atoll.
- Parameter ini termasuk koordinat GPS, elevasi, dan spesifikasi teknis jaringan LoRa (seperti frekuensi operasi dan daya transmisi).

3.b Penentuan Titik Lokasi AP dan Simulasi Cakupan Sinyal

- Menggunakan software Atoll untuk menentukan lokasi optimal untuk pemasangan *Access Point* (AP) berdasarkan analisis data yang telah dimasukkan.
- Melakukan simulasi cakupan sinyal untuk memprediksi sejauh mana jangkauan sinyal AP di berbagai titik lokasi wisata.

4. Analisis & Simpulan

Tahap ini berguna untuk menyaring hasil simulasi untuk memastikan bahwa desain jaringan memenuhi kebutuhan spesifik dari Desa Wisata Melung. Parameter RSRP dan SINR digunakan untuk menilai kualitas sinyal. Tahap ini mencakup evaluasi hasil simulasi dan pengambilan keputusan berdasarkan analisis data yang diperoleh.

4.a Analisis Hasil Simulasi (RSRP & SINR)

- Menganalisis hasil simulasi dengan fokus pada parameter penting seperti RSRP (*Reference Signal Received Power*) dan SINR (*Signal to Interference plus Noise Ratio*).
- Memastikan bahwa cakupan sinyal memenuhi kebutuhan komunikasi di seluruh area yang ditargetkan.

4.b Apakah hasil simulasi sesuai dengan area cakupan dan nilai RSRP, SINR?

- Mengajukan pertanyaan apakah hasil simulasi sudah sesuai dengan target cakupan dan parameter kualitas sinyal (RSRP dan SINR).
- YA: Jika hasil simulasi sudah sesuai, maka proses perencanaan dapat dilanjutkan ke tahap implementasi.
- TIDAK: Jika hasil simulasi belum sesuai, maka perlu dilakukan penyesuaian parameter dan simulasi ulang untuk mencapai hasil yang diinginkan.

5. Selesai

Tahap ini menandakan bahwa proses perencanaan dan simulasi telah selesai, dan hasil akhir siap untuk diimplementasikan.

3. HASIL PENELITIAN

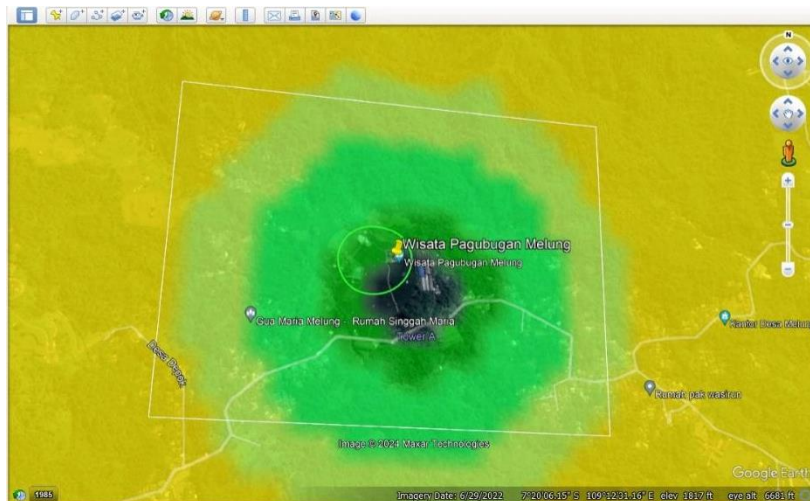
3.1. Perancangan Jaringan Berdasarkan Cakupan

Perancangan jaringan yang dilakukan pada penelitian ini, dimulai dari melakukan perhitungan link budget untuk mengkalkulasikan jumlah signal power yang kemungkinan akan hilang ketika di kirimkan atau di transmisikan pada kanal, Hal ini juga akan mempengaruhi luas nya cakupan suatu site.

Table 2. Link Budget untuk Teknologi *Long Range* (LoRa)(7).

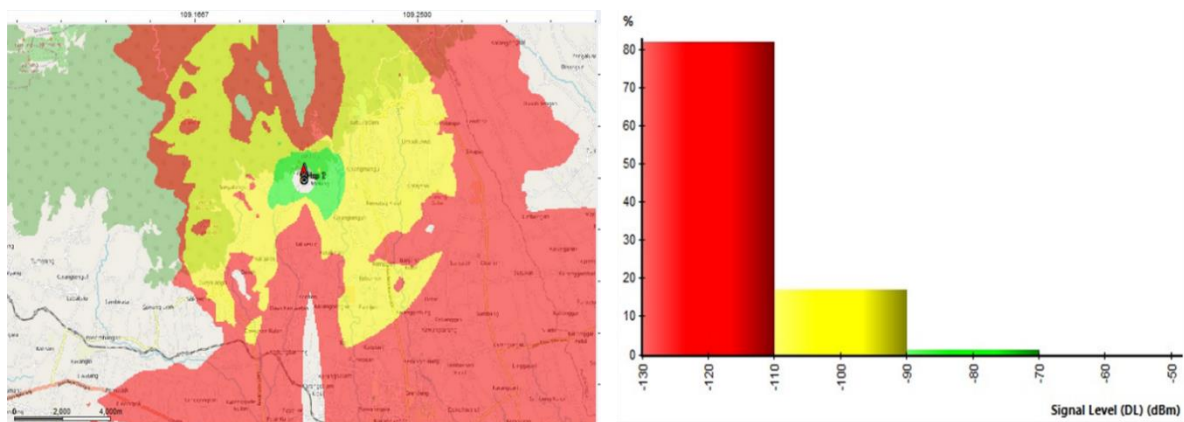
Spreading Factor 125 kHz	Parameter LoRa DL
Tx Power (dBm)	20
Tx Cabel Loss (dB)	-3
Tx Antenna Gain (dBi)	9
Tx Antenna Height (m)	30
Rx Antenna Diversity (dBi)	0
Rx Antenna Height (m)	1.5
Frekuensi (MHz)	920
Bandwidth (kHz)	125

Tabel 2 merupakan parameter yang digunakan untuk melakukan perhitungan link budget pada penelitian ini. Berdasarkan table tersebut, perancangan jaringan LoRa ini menggunakan frekuensi 920 MHz dengan bandwidth yang digunakan sebesar 125 kHz. Parameter yang ada pada table tersebut akan digunakan sebagai *input* parameter pada simulasi cakupan untuk perancangan jaringan LoRa. Pada penelitian ini dilakukan simulasi berdasarkan cakupan nya dengan menggunakan Atoll 3.4 dengan rentang frekuensi kerja 920 MHz – 923 MHz.



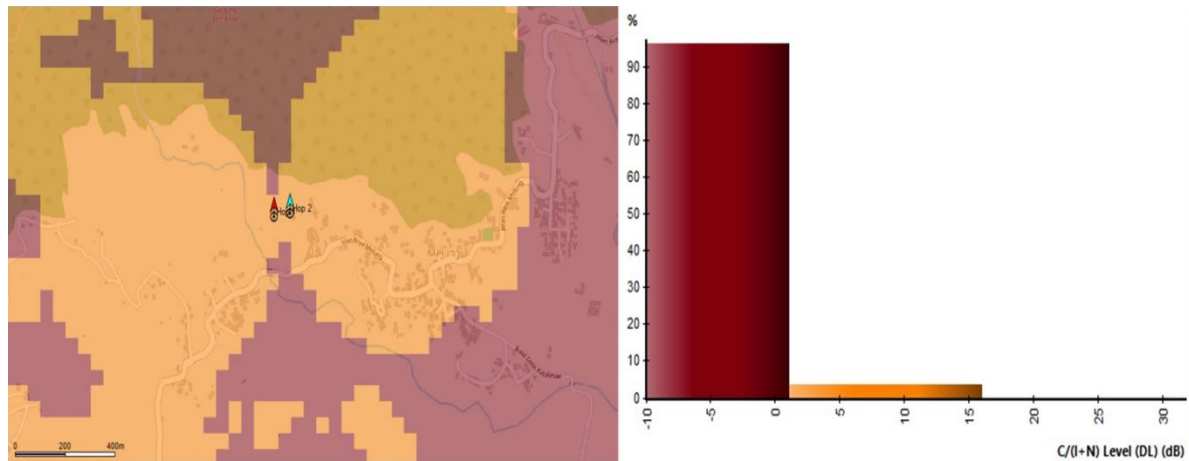
Gambar 5. Mapping Area Melung Untuk Perancangan Jaringan LoRa

Gambar 5 menunjukkan mapping area perancangan jaringan LoRa untuk daerah wisata Melung. Berdasarkan perhitungan, jumlah site yang dibutuhkan untuk perancangan jaringan tersebut adalah sebanyak satu site untuk area wisata Melung. Pada penelitian ini, terdapat dua parameter pengujian yang akan disimulasikan untuk perancangan jaringan cakupan. Parameter tersebut ialah RSRP dan SINR. RSRP berfungsi sebagai daya referensi sinyal yang diterima dalam jaringan dari suatu site untuk mengukur kekuatan yang diterima sinyal. Pada saat yang sama, SINR mewakili rasio antara kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh sinyal utama dan interferensi relatif terhadap interferensi yang terjadi pada ruang bebas. Pembagian warna pada gambar diatas menunjukkan pembagian pancaran sinyal dan kualitasnya yang terdiri atas warna kuning dan hijau untuk parameter RSRP dan SINR.



Gambar 6 Histogram untuk parameter RSRP dari perancangan jaringan LoRa untuk Desa Wisata Melung.

Pada penelitian ini menggunakan parameter pengujian RSRP untuk perancangan jaringan berdasarkan cakupan untuk LoRa. Gambar 6 menunjukkan ilustrasi dari posisi site dan histogram dari perancangan jaringan LoRa dengan nilai RSRP yang diperoleh sebesar -110 dBm sampai dengan -130 dBm yang termasuk ke dalam kategori bad atau buruk yang mencakup area tersebut sebanyak 80%. Lalu, dengan nilai -90 dBm sampai dengan -110 dBm yang mencakup sebesar 20% dari area desa wisata Melung. Hal ini menunjukkan site yang terdapat pada area tersebut tidak dapat mencakup desa wisata Melung berdasarkan parameter pengujian simulasi RSRP.



Gambar 7. Histogram untuk parameter SINR dari perancangan jaringan LoRa untuk Desa Wisata Melung

Gambar 7 menunjukkan ilustrasi dari simulasi dan histogram untuk parameter pengujian SINR dari perancangan jaringan LoRa untuk desa wisata Melung. Dari gambar tersebut dapat diketahui nilai SINR dari hasil pengujian parameter diperoleh sebesar 0 dB sampai dengan -10 dB untuk 90% area desa wisata Melung yang termasuk ke dalam kategori bad, dan 15 dB sampai dengan 5 dB sebesar 5 % dari area desa wisata Melung yang dikategorikan baik. SINR menunjukkan kuat sinyal yang dipancarkan oleh site. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan melakukan pengujian kuat sinyal untuk justifikasi penambahan akses point pada daerah wisata Melung.

5. KESIMPULAN

Pada perancangan jaringan sistem komunikasi *Long Range* (LoRa) ini masih terdapat beberapa area Wisata Pagubugan Desa Wisata Melung yang tidak tercakup oleh jaringan. Nilai RSRP (*Reference Signal Received Power*) sebesar -110 dBm sampai dengan -130 dBm yang mencakup 80% area Pagubugan Desa Melung dan dikategorikan ke dalam kualitas yang buruk. Sementara, untuk hasil SINR (*Signal to Interference plus Noise Ratio*) diperoleh 0 dB sampai dengan -10 dB sebesar 90%. Nilai SINR ini menunjukkan nilai yang buruk berdasarkan simulasi. Sehingga dari perancangan jaringan komunikasi LoRa ini area yang bisa dicakup sekitar diameter 0,71 Km. Sedangkan diameter area yang tidak dapat dicakup di tengah wisata Pagubugan sekitar 0,22 Km. Dari simpulan ini maka perlu dilakukan kunjungan dan *drive test* atau *walk test* di area Pagubugan Desa Wisata Melung untuk melihat area yang dapat dijadikan kandidat peletakan *Access Point* (AP).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Margino L. Desa Melung [Internet]. Available from: <https://www.melung.desa.id/>
- [2] Suherlan H, Adriani Y, Pah D, Fauziyyah I, Evangelin B, Wibowo L, et al. Keterlibatan Masyarakat dalam Mendukung Program Desa Wisata. *Barista J Kaji Bhs dan Pariwisata*. 2022;9(1):99–111.
- [3] Mustofa D, Atmaja S, Al Azhar N. Pelatihan Penggunaan Aplikasi Marketplace pada Pelaku UMKM Desa Melung Sebagai Media Pemasaran Online. *J Abdi Masy Indones*. 2021;1(1):7–12.
- [4] Masykuroh K, Athiyah U, Hikmah I, Wijaya AR. Peningkatan Kapasitas Pemahaman Warga Desa Melung Terhadap Pemasaran Melalui Internet. *IJCOSIN Indones J Community Serv Innov*. 2023;3(1):57–63.
- [5] Malik I, Dwiningrum SIA. Modal sosial dan media sosial pada masyarakat cyber di Desa Melung, Kabupaten Banyumas. *J Pembang Pendidik Fondasi dan Apl*. 2018;5(2):140.
- [6] Seneviratne P. *Beginning LoRa Radio Networks with Arduino*. Beginning LoRa Radio Networks with Arduino. 2019.
- [7] Rahmawati P, Hikmaturokhman A, Ni'amah K, Nashiruddin MI. LoRaWAN Network Planning at Frequency 920-923 MHz for Electric Smart Meter: Study Case in Indonesia Industrial Estate. *J Commun*. 2022;17(3):222–9.
- [8] Pariwisata dan Ekonomi Kreatif K. Jawa Tengah Desa Wisata [Internet]. Available from: <https://jateng.jadesta.com/desa/melung>

- [9] Velde B Van De, LoRa A. Multi-hop LoRaWAN : including a forwarding node. *Procedia Comput Sci.* 2017;130:1–8.
- [10] Sensor ZC. ZC Sensor ZCT330M-SWP-L-CN470 LoRaWAN Tiltmeter Datasheet.
- [11] Desmet N. Smart Farm Sensor. AgyTech Bites. 2014.
- [12] Pariwisata dan Ekonomi Kreatif K. Jadesta Kemenparekraf [Internet]. Available from: <https://jadesta.kemenparekraf.go.id/desa/melung>
- [13] Saunders S, Aragón A. *Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems*, 2nded, John Wiley & Sons, Chichester [Internet]. 2007. 1–554 p. Available from: [http://www.elcom-hu.com/Electrical/Antennas /Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems 2nd Ed.pdf](http://www.elcom-hu.com/Electrical/Antennas/Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems 2nd Ed.pdf)