

Simulasi Perencanaan Jaringan *Long Range (LoRa)* Pada Area Kota Semarang Menggunakan Cloud RF

Dhea Ernanda Susilo¹⁾, Ari Endang Jayati²⁾, Puri Muliandhi³⁾

^{1,2,3} Teknik Elektro, Universitas Semarang, Semarang

^{1,2,3} Jl. Soekarno-Hatta Tlogosari, Semarang, Jawa Tengah 50196, Indonesia

Email : ¹dheasusilo@gmail.com, ²ariendang@usm.ac.id, ³puri@usm.ac.id

Abstract -- *LoRa is a wireless technology used to connect devices in a network designed to enable remote communication. LoRa is able to answer the challenges of implementing IoT with the various advantages it offers. However, with the advantages offered, the use of LoRa is still limited for now. So a simulation and feasibility analysis is needed to what extent LoRa can be applied in urban environments. In this study, a simulation analysis of LoRa network coverage in Semarang City was carried out using Cloud RF software. This simulation aims to study the signal quality and coverage of existing LoRa networks in Semarang City. From this simulation will provide a better understanding of the performance of the LoRa network in the city of Semarang. The results of this simulation show that the LoRa network coverage in Semarang City reaches 47.56%, and the unreached areas or blank spots reaches 52.44%. Thus, this evaluation can be used as a basis for optimizing the LoRa network in Semarang City.*

Abstrak -- *LoRa merupakan salah satu teknologi nirkabel yang digunakan untuk menghubungkan perangkat dalam jaringan yang dirancang untuk memungkinkan komunikasi jarak jauh. LoRa mampu menjawab tantangan penerapan IoT dengan berbagai keunggulan yang ditawarkan. Tetapi, dengan keunggulan yang ditawarkan, penggunaan LoRa masih terbatas untuk saat ini. Sehingga diperlukan simulasi dan analisa kelayakan sejauh mana LoRa mampu diterapkan di lingkungan perkotaan. Pada penelitian ini, dilakukan simulasi analisis cakupan jaringan LoRa di Kota Semarang menggunakan software Cloud RF. Simulasi ini bertujuan untuk mempelajari kualitas sinyal dan jangkauan jaringan LoRa yang sudah ada di Kota Semarang. Dari simulasi ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai performa jaringan LoRa di Kota Semarang. Hasil simulasi ini menunjukkan cakupan jaringan LoRa di Kota Semarang mencapai 47,56%, dan area yang belum terjangkau atau blankspot mencapai 52,44%. Dengan demikian, evaluasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan upaya optimasi jaringan LoRa di Kota Semarang.*

Kata kunci : IoT LoRa, Long Range, Gateway, Cloud RF

I. PENDAHULUAN

Di era digitalisasi dan otomasi ini, perkembangan teknologi yang semakin pesat di segala aspek telah membawa manfaat bagi kemajuan peradaban umat manusia. Salah satunya adalah *Internet of Things (IoT)*. Belakangan ini, *Internet of Things* mulai banyak diterapkan di kota-kota besar untuk mempermudah mendapatkan informasi salah satu diantara kota-kota tersebut adalah kota Semarang. Perkembangan tersebut mengakibatkan meningkatnya kebutuhan aplikasi *IoT* yang memiliki jangkauan jarak yang jauh, data rate rendah, konsumsi energi rendah, dan efisiensi biaya.

Long Range (LoRa) dianggap dapat mengatasi kebutuhan *IoT* tersebut. *LoRa* merupakan modul komunikasi nirkabel yang mengkonsumsi daya listrik rendah dan memiliki jangkauan yang luas. Rata-rata daya yang diperlukan *LoRa* dalam mengirimkan data adalah sebesar 0,125Watt/hour [1].

LoRa memiliki cakupan berkomunikasi sebesar 2 – 5 km di area urban dan 15 km di area sub urban. *LoRa* berjalan pada spectrum jaringan *wireless* (nirkabel) yang bersifat *licence-free*. Spectrum jaringan *LoRa* bekerja pada frekuensi 920-923MHz [2].

Pada konferensi pers di ICE BSD, Tangerang pada Desember 2021 lalu, Johny G Plate selaku menteri komunikasi dan informatika republik Indonesia mengatakan bahwa jumlah perangkat *IoT* diperkirakan mencapai 400 juta pada 2022 dan akan meningkat ke 678 juta perangkat pada 2025. Akan tetapi, penggunaan *LoRa* belum marak diterapkan. Padahal *LoRa* mampu mendukung perkembangan teknologi dibidang *IoT* khususnya *smart city* dengan karakteristiknya yang hemat daya, memiliki jangkauan luas, dan *bit rate* yg lebih cepat karena trafik hanya diisi dengan pengiriman data sensor pada piranti *IoT*.

Pada penelitian ini, dilakukan perencanaan jaringan *LoRa* di daerah yang memiliki karakteristik urban yaitu pada Kota Semarang dengan menggunakan *software Cloud RF*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jangkauan suatu wilayah yang tercakup oleh *LoRa* untuk mendukung pengembangan *smart city* di Kota Semarang, khususnya pada daerah padat seperti universitas, rumah sakit, dan kantor pemerintahan. Sehingga dapat dipertimbangkan untuk perencanaan suatu sistem yang

*) penulis korespondensi: Dhea Ernanda Susilo
Email: dheasusilo@gmail.com

mampu mengoptimalkan luas cakupan jaringan *LoRa* di Kota Semarang.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Terdapat penelitian mengenai jarak jangkauan *LoRa* pada area urban. Pada penelitian tersebut, meninjau tentang jarak jangkauan *LoRa* dengan menggunakan parameter s dan *packet loss*. Pengujian dilakukan pada frekuensi 920 MHz menggunakan *LoRa* Antares untuk area urban. Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak transmisi terhadap persentase paket tak diterima (*packet loss*) dan nilai *RSSI* yang berperan sebagai indikator kekuatan sinyal terima. Jarak jangkauan maksimum *LoRa* pada area urban yang didapatkan dari penelitian adalah 2 km, dan *packet loss* 96,6% yang artinya dari 30 kali pengiriman data yang dilakukan, hanya 1 data yang masuk ke *gateway*[3].

Selain itu, terdapat pula analisa kualitas sinyal pada daerah DKI Jakarta. Penelitian tersebut meninjau tentang cakupan daerah sinyal dengan cara pengukuran langsung di lapangan atau dengan cara dilakukan *drive test*. Dari hasil *drive test* tersebut dilakukan analisa *blankspot*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan jaringan *LoRaWAN* PT.Telkom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan *LoRaWAN* wilayah DKI Jakarta memiliki persentase cakupan atau *coverage* 75,62 % sedangkan untuk area yang belum dilakukan *drive test* dan *blank spot* 24,38 % [4]

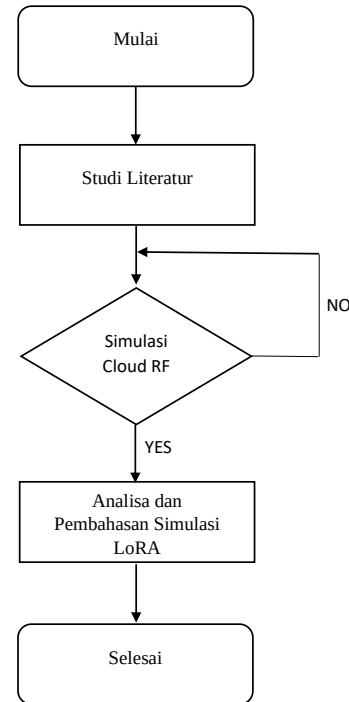
Terdapat pula penelitian mengenai perancangan jaringan *LoRa* pada kota Surabaya dengan menggunakan beberapa parameter, seperti *bandwidth*, *spreading factor*, *code rate*, *RSSI* dan *SNR*. Pada penelitian ini perencanaan jaringan *LoRa* ini hanya mengambil 12% dari total pelanggan listrik, air, dan gas di Kota Surabaya berdasarkan data pada Badan Pusat Statistika Kota Surabaya. Hasil analisis perencanaan jaringan ini adalah jarak daya pancar terjauh sebesar 2,642 km, nilai *RSSI* sebesar -93,93 dBm, nilai *SNR* sebesar -7,77 dB, nilai *path loss* sebesar -149,058 dB, menggunakan *Tx power* sebesar 20 dBm dan *EIRP* sebesar 25 dBm. Nilai *RSSI* yang dihasilkan sudah lebih dari -120 dBm dan *SNR* lebih dari -20 dB diperkirakan dapat menghasilkan kualitas sinyal yang bagus jika diimplementasikan di Kota Surabaya pada tahun 2025 [5].

Terdapat penelitian Analisis Perencanaan Jaringan Long Range (*LoRa*) dengan Frekuensi 920-923 Mhz Untuk Wilayah Palabuhanratu dengan hasil simulasi perhitungan *capacity* didapatkan nilai rata-rata signal level sebesar -64,04 dBm, sedangkan hasil simulasi perhitungan *coverage* didapatkan nilai rata-rata signal level sebesar -67,45 dBm.[6]

Selain itu terdapat pula penelitian mengenai Perhitungan *Pathloss* berdasarkan parameter jarak E Node-B terhadap mobile station di Balikpapan. Pada penelitian tersebut didapati hasil semakin jauh jarak antara Mobile Station (MS) terhadap e Node B maka semakin besar *pathloss* yang terjadi yaitu dari 138.8853 dB sampai 175.4915 dB[7]

III. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metodologi *waterfall*. Metode *waterfall* merupakan



Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian

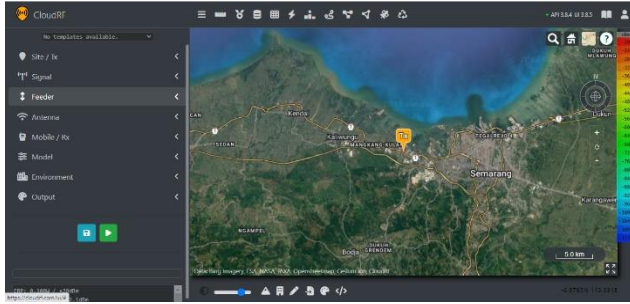
metode klasik dengan sistem linier, *output* pada tahapan sebelumnya akan menjadi *input* pada tahapan selanjutnya. Dimulai dari studi literatur yang dilanjutkan dengan simulasi dan hasil dari simulasi dilanjutkan dengan evaluasi data dengan melakukan analisa untuk mengetahui luas cakupan jaringan serta kualitas sinyal jaringan *LoRa*. Berdasarkan hasil analisa tersebut diambil sebuah kesimpulan yang mampu menjawab tujuan dari penelitian ini. Metode penelitian ini dapat digambarkan dengan diagram alir sebagai yang dapat dilihat pada gambar 1

A. Studi Literatur

Studi literatur merupakan suatu metode pengumpulan data dengan cara membaca atau mempelajari buku-buku ataupun materi-materi dari internet dan jurnal.

B. Simulasi Cloud RF

Simulasi dilakukan menggunakan *software* Cloud RF berbasis web *interfeace*. Cloud RF dilengkapi dengan tampilan yang mudah dibaca. Terdapat perbedaan warna dalam simulasi untuk melihat kekuatan sinyal yang dihasilkan. Cloud RF dapat diakses pada <https://cloudrf.com/>. Tampilan pada Cloud RF dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Tampilan Cloud RF

Simulasi dilakukan untuk menentukan daerah cakupan sinyal, karakteristik cakupan jaringan serta kualitas sinyal. Parameter-parameter yang digunakan untuk simulasi sesuai dengan jaringan *LoRa* PT. Telkom yang sudah ada, yaitu pada *frequency* 923 MHz, sesuai yang diregulasikan oleh pemerintah Indonesia dan *Lora Alliance*, Tx Power yang digunakan adalah 0.1 Watts atau 20 dBm seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Parameter Simulasi *LoRa*

Parameter	Value
<i>Frequency</i>	923 MHz
<i>RF Transmitter Power</i>	0,1 W
<i>Bandwidth</i>	0,2 MHz
<i>Co-Ordinates</i>	DMS
<i>Height(s) AGL</i>	1,6m
<i>Gain Receiver</i>	2,14
<i>Sensitivity</i>	-120dBm
<i>Antenna Gain (+)</i>	5,25 dBi
<i>Propagation Model</i>	Okumura-Hata(0,15-1,5GHz)
<i>Environment</i>	Conservative/City
<i>Knife Edge Diffraction</i>	On
<i>Land Cover</i>	Off
<i>My Clutter</i>	On
<i>Terrain Resolution</i>	30m.98ft
<i>Radius</i>	5km

Pada simulasi ini, digunakan propagasi Okumura-Hatta karena lebih sesuai digunakan sebagai model propagasi untuk memprediksi *path loss* guna estimasi *coverage* jaringan *LoRa*. [8]

C. Analisa dan Pembahasan

Pada hasil simulasi yang telah dilakukan, dilakukan analisa terhadap cakupan jaringan *LoRa* dan kekuatan sinyal yang dihasilkan. Simulasi tersebut menggunakan perangkat lunak Cloud RF untuk memodelkan karakteristik jaringan *LoRa*. Dalam analisa ini, berbagai faktor seperti topografi, hambatan fisik, dan kekuatan transmitter digunakan untuk menentukan cakupan jaringan dan kekuatan sinyal yang dapat diharapkan.

Hasil analisa cakupan jaringan *LoRa* menunjukkan area-area di mana jaringan *LoRa* dapat mencapai dan memberikan konektivitas. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi sinyal, seperti jarak, gangguan, dan kondisi lingkungan, simulasi memberikan pandangan tentang area di mana perangkat *LoRa* dapat berkomunikasi dengan keandalan yang tinggi.

Selain itu, analisa juga melibatkan kekuatan sinyal yang dihasilkan oleh jaringan *LoRa*. Simulasi memperhitungkan daya transmitter yang digunakan, hambatan di sekitar area simulasi, dan efek interferensi dari perangkat lain yang beroperasi di frekuensi yang sama. Hasil analisa ini memberikan informasi tentang kekuatan sinyal yang dapat diharapkan pada berbagai lokasi dalam jaringan. Nilai *blankspot* dan *coverage* dapat dihitung menggunakan persamaan 1 dan 2 berurutan

$$BS (\%) = \frac{\sum_{i=1}^N \text{blank spot}_i}{Area} \times 100 \quad (1)$$

$$Coverage (\%) = 100 - BS (\%) \quad (2)$$

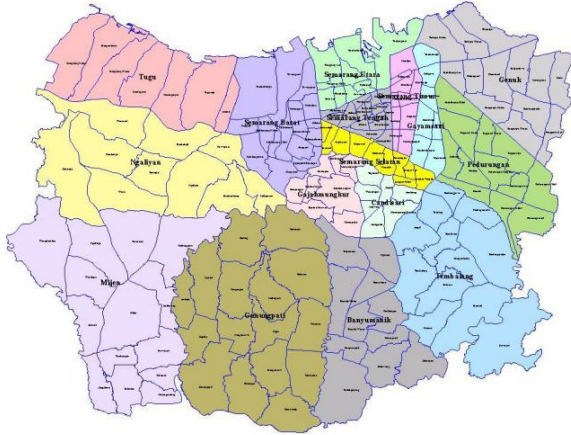
Dengan menggunakan hasil analisa cakupan jaringan *LoRa* dan kekuatan sinyal, dapat diambil kesimpulan mengenai kemampuan jaringan *LoRa* untuk mencakup area yang diinginkan dan memberikan konektivitas yang andal. Informasi ini dapat digunakan untuk perencanaan jaringan, penempatan perangkat, dan pengoptimalkan kinerja jaringan *LoRa* secara keseluruhan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Informasi Kondisi Wilayah

Masing-masing wilayah tentu memiliki kondisi geografis yang berbeda. Pada penelitian ini, dilakukan simulasi pada Kota Semarang.

Kota Semarang merupakan ibu kota Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis, Kota Semarang terletak antara 6° 50' - 7° 10' Lintang Selatan dan garis 109° 35' - 110° 50' Bujur Timur. Kota Semarang memiliki luas wilayah 373,70 km atau 37.366.836 Ha terdiri dari 16 kecamatan dan 117 kelurahan yang dapat dilihat pada Gambar 3



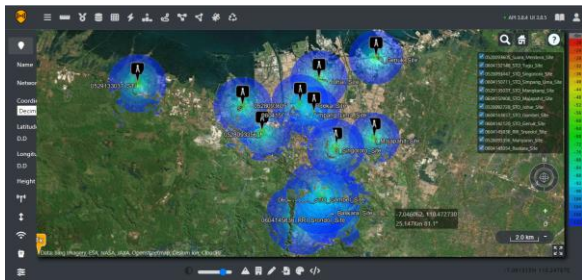
Gambar 3 Peta Kota Semarang

Secara topografis Kota Semarang terdiri dari daerah perbukitan, dataran rendah dan daerah pantai, dengan demikian topografi Kota Semarang menunjukkan adanya berbagai kemiringan dan tonjolan. Daerah pantai 65,22% wilayahnya adalah dataran dengan kemiringan 25% dan 37,78 % merupakan daerah perbukitan dengan kemiringan 15-40%.

Wilayah Kota Semarang berada pada ketinggian antara 0 sampai dengan 348,00 meter dpl (di atas permukaan air laut). Pada daerah perbukitan mempunyai ketinggian 90,56 - 348 mdpl, dan di dataran rendah mempunyai ketinggian 0,75 mdpl.[9]

B. Hasil Simulasi Cloud RF

Hasil simulasi pada Cloud RF dapat dilihat pada Gambar 4. Titik-titik peletakan *gateway LoRa* didapat dari sumber *platform* milik PT.Telkom <https://antares.id/>.



Gambar 4 Simulasi Cloud RF Gateway Kota Semarang

Terdapat 12 titik penempatan *gateway LoRa* milik PT.Telkom di Kota Semarang. Diantaranya berada pada:

1. Jl.Raya Mangkang-Semarang
2. Jl.Muradi, Jl.Alun-Alun Timur
3. Jl.Pahlawan
4. Jl. Majapahit – Semarang
5. Jl. Raya Kaligawe – Semarang
6. Jl. Setyabudi
7. Jl. Baskara, Ngesrep

8. Jl. Gedong Songo Timur
9. Jomblang
10. Jl.Pandanaran.

Dari Gambar 4, didapatkan informasi yang dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil Simulasi Cloud RF

No.	Gateway	Jarak Jangkauan	Daya Terima (RSSI)
1	STO Mangkang	2,05 KM	-64dBm s/d -114dBm
2	STO Tugu	1,85 KM	-56dBm s/d -112dBm
3	STO Johar	2,012 KM	-64dBm s/d -113dBm
4	STO Simpang Lima	2,032 KM	-64dBm s/d -113dBm
5	STO Majapahit	1,98 KM	-64dBm s/d -113dBm
6	STO Genuk	1,88 KM	-64dBm s/d -113dBm
7	RRI Srandol	2,64 KM	-72dBm s/d -113dBm
8	Baskoro	2,66 KM	-72dBm s/d -114dBm
9	STO Gombel	2,639 KM	-72dBm s/d -113dBm
10	Manyaran 2	2,05 KM	-64dBm s/d -114dBm
11	STO Singotero	2,027 KM	-64dBm s/d -113dBm
12	Suara Merdeka	2 KM	-64dBm s/d -113dBm

Dari Tabel 2 didapatkan hasil cakupan jaringan *LoRa* di Kota Semarang mencapai 47,56%, dan area yang belum terjangkau atau *blankspot* mencapai 52,44%. Angka tersebut didapat dari perhitungan dengan persamaan 1 dan 2.

Cakupan jaringan *LoRa* dan daya terima (RSSI) dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantara faktor-faktor tersebut adalah :

1. Kondisi lokasi pengujian/simulasi
Simulasi dilakukan di Kota Semarang yang merupakan area urban dengan banyak gedung tinggi dan kondisi tanah yang sebagian merupakan daerah perbukitan dengan kemiringan 15-40%. Sehingga mempengaruhi cakupan jaringan *LoRa* tersebut
2. Ketinggian *gateway*. Semakin tinggi *gateway*, maka semakin jauh jarak jangkauan jaringan. Akan tetapi, nilai daya terima yang dihasilkan akan semakin kecil, seperti dilihat pada tabel 2, site RRI Sronol, Baskoro, dan STO Gombel memiliki cakupan yang lebih luas, akan tetapi daya terima yang dihasilkan pada simulasi semakin kecil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa jarak jangkauan jaringan *LoRa* pada daerah urban khususnya Kota Semarang kurang lebih adalah 2 KM. Jarak jangkauan terpendek terdapat pada site STO Tugu yaitu 1,85 KM dan jarak jangkauan terpanjang ada pada *gateway* Baskoro yaitu 2,66 KM. Hasil simulasi menunjukkan bahwa cakupan jaringan *LoRa* di Kota Semarang adalah 47,56% dan area yang belum terjangkau serta area *blankspot* sebesar 52,44%. Semakin luas cakupan jaringan, maka semakin rendah nilai daya yang diterima. Seperti pada *gateway* Baskoro, nilai daya terima atau kekuatan sinyal yang diperoleh dari simulasi adalah -72dBm s/d -114dBm

B. Saran

Untuk mendapatkan hasil simulasi yang lebih baik, sebaiknya dilakukan simulasi dengan beberapa model propagasi lain. Selain itu, perlu dilakukan penambahan *gateway* untuk mengurangi area *blankspot* dan area yang belum mendapat *coverage* jaringan *LoRa*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Pranata, S. Pramono, dan S. Indriyanto, "Analisis Konsumsi Daya Pengiriman Data *LoRa* Pada Spreading Factor 7 Dengan Menggunakan Frekuensi 915 MHz," 2021.
- [2] S. Destelia, U. K. Usman, dan M. M. Ary, "Perencanaan Jaringan Long Range (*LoRa*) Pada Frekuensi 920 MHz 923 MHz Di Kota Bandung," vol. 7, hlm. 933–940, Apr 2020.
- [3] A. Yanziah, S. Soim, dan M. M. Rose, "Analisis Jarak Jangkauan *LoRa* Dengan Parameter RSSI Dan Packet^[1] Loss Pada Area Urban," vol. 13, hlm. 59–67, Agu 2020.
- [4] P. S. Khoirunnisa' dan K. N. Rahardani, "Simulasi dan Analisis Jaringan Long Range Wide Area," Semarang, Sep 2020.
- [5] A. S. Ayuningtyas, I. Uke, K. Usman, dan I. Alinursafa, "Analisis Perencanaan Jaringan *LoRa* (Long Range) Di Kota Surabaya *LoRa* (Lang Rang) Network Planning Analysis In Surabaya City," 2020.
- [6] D. Nabilla Hendrawan, U. Kurniawan Usman, dan B. Prasetya Ir, "Analisis Perencanaan Jaringan Long Range (*LoRa*) dengan Frekuensi 920-923 Mhz Untuk Wilayah Palabuhanratu," 2021.
- [7] M. Ulfah dan N. Djamal, "Perhitungan Pathloss Teknologi Long Term Evolution (LTE) Berdasarkan Parameter Jarak E Node-B Terhadap Mobile Station di Balikpapan," *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 5, no. 3, Nov 2016, doi: 10.20449/jnte.v5i3.315.
- [8] A. Rizqi dkk., "Model Propagasi untuk Estimasi Coverage Jaringan *LoRaWAN* pada daerah Urban," 2020.
- [9] H. Dewantara, "Kajian Implementasi Program Revitalisasi Kawasan Kota Lama Sebagai Kawasan Pariwisata Di Kota Semarang," 2017.
- [10] A. D. Prajanti, B. Wahyuaji, F. B. Rukmana, R. Harwahyu, dan R. F. Sari, "Performance Analysis of *LoRa WAN* Technology for Optimum Deployment of Jakarta Smart City," dalam *2018 2nd International Conference on Informatics and Computational Sciences, ICICoS 2018*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Okt 2018, hlm. 54–59. doi: 10.1109/ICICOS.2018.8621803.
- [11] A. P. Briantama, "Analisis Line Of Sight (LOS) dan Fresnel Zone pada Perancangan Jaringan Wireless Point To Point (Studi Kasus: PT. Solo Jala Buana (SoloNet) ke CV. Connectis Jati Informatika)," 2017.
- [12] L. Mubarakah, O. Puspitorini, dan N. A. Siswandari, "Pengukuran Dan Perhitungan Pathloss Eksponen Untuk Cluster Residenes, Central Business District (CBD), Dan Perkantoran Di Daerah Urban".