

## Perencanaan Jaringan LoRaWAN Untuk Smart Meter di Kabupaten Gresik

### LoRaWAN Network Planning for Smart Meters in Gresik Regency

I Ketut Agung Enriko<sup>1\*</sup>, Fikri Nizar Gustiyana<sup>2</sup>, Hedi Krishna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Program Studi Teknik Telekomunikasi

Jl. DI Panjaitan NO. 128, Purwokerto Selatan, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53147, (0281) 641629

<sup>2</sup>Telkom University, Fakultas Teknik Elektro

Jl. Telekomunikasi. 1, Terusan Buahbatu - Bojongsoang, Telkom University, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40257

<sup>3</sup>Indonesia Telecommunication and Digital Research Institute (ITDRI)

Jl. Telkom Gegerkalong, Sukarasa, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40152

---

#### Informasi Makalah

Diajukan : 31 Maret 2023

Diterima : 1 Mei 2023

Diterbitkan : 16 Juni 2023

---

#### Kata Kunci:

*Smart Meter, LoRaWAN, Spreading Factor, Coverage Planning*

---

#### Keyword:

*Smart Meter, LoRaWAN, Spreading Factor, Coverage Planning*

---

#### INTISARI

Perkembangan teknologi terutama di bidang energi sangat pesat, Energi meter digital yang dikembangkan adalah smart meter. Smart meter mempunyai informasi tambahan seperti besar energi yang terpakai dalam kWh dan harga energi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan LoRaWAN di sisi *coverage* untuk mengetahui berapa jumlah *gateway* yang dibutuhkan dan untuk merancang smart meter berbasis IoT untuk memaksimalkan dan memudahkan masyarakat terutama pada kebutuhan listrik untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Metode yang digunakan berupa simulasi menggunakan *software* Atoll versi 3.40 dan beberapa tahapan perhitungan untuk memprediksi kekuatan dan kualitas sinyal di daerah Kabupaten Gresik. Penelitian ini menggunakan frekuensi 920 MHz dengan *bandwidth* 125 khz dan *Spreading factor* 1 sampai 12. Hasil yang didapat berupa perbandingan jumlah *gateway*, kekuatan sinyal dan kualitas sinyal berdasarkan variasi *spreading factor*. SF 7 menghasilkan 77 *gateway* dengan kekuatan sinyal -69,29 dBm dan kualitas sinyal 8.43 dBm. *spreading factor*. SF 12 menghasilkan 35 *gateway* dengan kekuatan sinyal -86,08 dBm dan kualitas sinyal 9,04 dBm. Semakin besar SF yang digunakan akan meningkatkan kualitas sinyal tetapi mengurangi kekuatan sinyal dan juga *gateway* yang lebih sedikit.

---

#### ABSTRACT

This research aims to design a LoRaWAN network on the coverage side to find out how many gateways are needed and to design an IoT-based smart meter to maximize and facilitate the community, especially in electricity needs to support daily activities. The method used is a simulation using Atoll software version 3.40 and several stages of calculation to predict signal strength and quality in the Gresik Regency area. This study uses a frequency of 920 MHz with a bandwidth of 125 kHz and a Spreading factor of 1 to 12. The results obtained are a comparison of the number of gateways, signal strength and signal quality based on the variation of the spreading factor. SF 7 produced 77 gateways with a signal strength of -69.29 dBm and a signal quality of 8.43 dBm. spreading factor. SF 12 produces 35 gateways with a signal strength of -86.08 dBm and a signal quality of 9.04 dBm. The greater the SF used will improve signal quality but reduce signal strength and also fewer gateways.

---

**Korespondensi Penulis:**

I Ketut Agung Enriko  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Jl. DI Panjaitan N0. 128, Purwokerto Selatan, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53147, (0281) 641629  
Email : enriko@ittelkom-pwt.ac.id

---

**1. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi terutama dibidang energi dan beban-beban listrik sangat pesat . Beban-beban listrik linear seperti pemanas, rice cooker, motor-motor listrik, microwave, dan lain sebagainya. Salah satu energy meter digital yang dikembangkan adalah smart meter. Smart meter mempunyai informasi tambahan seperti besar energi yang terpakai dalam kWh dan harga energi tersebut. Smart meter dirancang untuk mempermudah pemantauan energi oleh konsumen dan produsen [1]. Pengembangan smart meter pada LabView untuk tujuan strategi tarif berdasarkan waktu pemakaian dan kualitas daya. Berdasarkan penelitian sebelumnya desain smart meter untuk memantau dan identifikasi pemakaian energi listrik pada sektor rumah tangga menggunakan backpropagation neural network, yang tidak dapat dikomunikasikan dari jarak jauh dan Mematikan atau mengaktifkan titik-titik beban yang di inginkan [2].

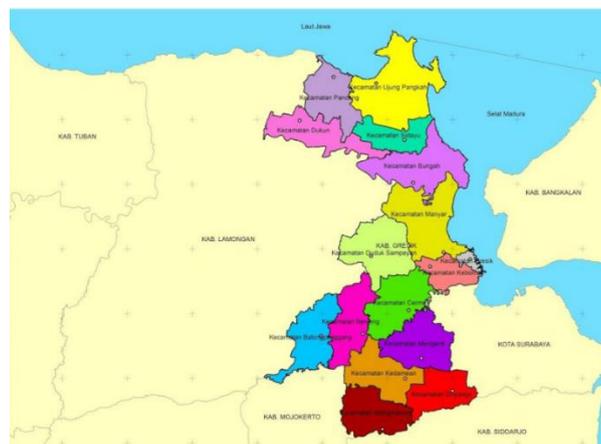
Kini di era globalisasi, internet akan bersinergi dengan perangkat elektronik guna membantu aktivitas manusia. Hal ini dinamakan Internet of Things (IoT). IoT dikembangkan untuk menunjang aktivitas manusia agar lebih efektif dan efisien [3]. Teknologi Lora merupakan teknologi pengembangan dari IoT yaitu LPWAN (Low Power Wide Area Network) yang memiliki keunggulan yaitu dapat mengoptimalkan daya tahan baterai sehingga dayanya juga rendah, data rate paling rendah sebesar 27 kb/s dengan spreading factor 7 dan kanal 500 KHz atau 50 kb/s dengan FSK, memiliki bandwidth sebesar 125 kHz, dan memiliki cakupan berkomunikasi sebesar 2 – 5 km di area urban dan 15 km di area sub urban [4].

Kabupaten gresik merupakan wilayah yang memiliki populasi penduduk pada tahun 2019 sebanyak 1.312.881 jiwa yang terdiri atas 650.973 jiwa penduduk laki-laki dan 661.908 jiwa penduduk perempuan. Kepadatan penduduk diKabupaten Gresik tahun 2019 mencapai 1.089 jiwa/km<sup>2</sup> dengan rata-rata jumlah penduduk per rumah tangga 3-4 orang. Hal ini tentunya menjadi tantangan di era revolusi industri 4.0 bagaimana memaksimalkan dan memudahkan masyarakat terutama pada kebutuhan listrik untuk menunjang aktivitas sehari-hari [5]. Banyaknya jumlah penduduk suatu daerah tentunya membutuhkan energi listrik untuk menunjang kehidupan sehari-hari.

Untuk memaksimalkan implementasi dari smart meter berbasis LoRaWAN diperlukan perencanaan jaringan pada sisi coverage untuk mengetahui berapa banyak gateway yang dibutuhkan untuk mengcover semua area di Kabupaten Gresik. Perancangan ini menggunakan *software* Atoll versi 3.4.0 dan beberapa tahapan perhitungan untuk memprediksi kekuatan dan kualitas sinyal di daerah Kabupaten Gresik berdasarkan parameter seperti frekuensi, bandwidth, spreading factor, RSSI dan SNR.

**2. METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu simulasi menggunakan *software* Atoll versi 3.4.0 untuk melakukan perancangan *coverage* dalam menganalisis perbandingan parameter Spreading factor, SNR, RSSI, dan jumlah gateway. Sebelum melakukan simulasi, diperlukan data data seperti luas wilayah penelitian, link budget, dan perhitungan.



Gambar 1. Peta Wilayah Kabupaten Gresik

Lokasi Kabupaten Gresik terletak di sebelah Barat Laut Kota Surabaya yang merupakan Ibu kota Propinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 1.191,25 km<sup>2</sup> yang terbagi dalam 18 kecamatan, 330 desa, dan 26 kelurahan. Secara geografis wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° Bujur Timur dan 7° sampai 8° Lintang Selatan serta merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter di atas permukaan air laut, kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan air laut [6].

Jumlah penduduk Kabupaten Gresik sebesar 1,31 juta penduduk Kabupaten Gresik, sebesar 87,23 persen atau sekitar 1,14 juta penduduk berdomisili sesuai KK/KTP. Sementara sebesar 12,77 persen atau lebih dari 167 ribu lainnya berdomisili tidak sesuai KK/KTP berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik [7].

Tabel 1. *Link Budget* LoRa [8].

Parameter	UL	DL
<i>Tx Power</i> (dBm)	15	20
<i>Tx Cable loss</i> (dB)	-1	-3
<i>Tx Antenna Gain</i> (dBi)	0	9
<i>Tx Antenna Height</i> (m)		30
<i>RX Antenna gain diversity</i> (dBi)	10	0
<i>Rx Antenna Height</i> (m)		1,5
<i>Frequency</i> (MHz)		920
<i>Bandwidth</i> (kHz)		125

Perhitungan *link budget* diperlukan untuk menghitung daya sinyal hilang antara *gateway* dan perangkat akhir untuk mendapatkan cakupan area maksimum *per site* [4].

### 2.1. Menghitung Nilai Sensitivitas LoRa

LoRa memiliki sensitivitas tinggi dan dapat diidentifikasi meskipun sinyalnya lemah, yang memungkinkan untuk meningkatkan jarak komunikasi. Sensitivitas LoRa digunakan untuk mencari nilai *maximum allowable path loss* (MAPL).

Perhitungan sensitivitas LoRa didasarkan pada *Spreading Factor* dan SNR, di mana perhitungan sensitivitas adalah sebagai berikut:

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

Tabel 2. Sensitivitas LoRa

Sensitivitas (dBm)					
SF 7	SF 8	SF 9	SF 10	SF 11	SF 12
-125	-127	-130	-132	-135	-137

Tabel 2 merupakan hasil nilai sensitivitas lora berdasarkan nilai spreading factor menggunakan rumus dari persamaan (1).

### 2.2. Maximum Allowable Path Loss (MAPL)

MAPL diperlukan untuk mengetahui nilai tertinggi dari redaman diperbolehkan antara *gateway* LoRa dan perangkat akhir [9]. Rumus perhitungan EIRP dan MAPL adalah sebagai berikut:

$$\text{EIRP (UL/DL)} = \text{Tx Power} + \text{Gain Antenna Tx} - \text{Loss Cable} \quad (2)$$

Tabel 3. Nilai EIRP

EIRP	Device	Nilai (dBm)
EIRP Downlink	Gateway	26
EIRP Uplink	End Device	14

Tabel 3 merupakan hasil perhitungan nilai EIRP menggunakan rumus dari persamaan (2). Nilai EIRP dibutuhkan untuk mencari nilai dari MAPL LoRa.

$$\text{MAPL (UL/DL)} = \text{EIRP} - \text{Sensitivity} \quad (3)$$

Tabel 4. Nilai MAPL

<i>Spreading Factor</i>	MAPL <i>Downlink</i> (dBm)	MAPL <i>Uplink</i> (dBm)
7	151,00	139,00
8	153,00	141,00
9	156,00	144,00
10	158,00	146,00
11	161,00	149,00
12	163,00	151,00

Tabel 4 merupakan hasil nilai MAPL berdasarkan nilai spreading factor menggunakan rumus dari persamaan (3).

### 2.3. Menghitung Cell Radius menggunakan Propagation Model

Propagasi yang digunakan dalam *coverage planning* ini adalah propagasi *Okumura Hatta*. Model ini digunakan untuk menentukan *pathloss* di frekuensi kisaran 150 MHz hingga 1500 MHz, radius sel berkisar 1-20 km, tinggi *antenna transmitter* 30-200 m, dan ketinggian *antenna terminal* berkisar dari 1 –10 m [10]. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *pathloss* adalah sebagai berikut:

$$PL = 69.55 + 26.16 \log(f) - 13.82 \log hb - a(hm) + (44.9 - 6.55 \log hb) \log_{10} d \quad (4)$$

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

dimana,

f = frekuensi (150 Mhz – 1500 MHz)

hb= tinggi *transmitter* (30 s/d 200 m)

hm = tinggi *receiver* (1 m s/d 10 m)

d = jarak antara *transmitter* dengan *receiver* (1 km s/d 20 km)

a(hm)= *Receiver factor correction*

Tabel 5. Nilai Cell Radius

<i>Spreading Factor</i>	a(hm)	Cell Radius (km)	
		<i>Downlink</i>	<i>Uplink</i>
7	0,0167	0,7764	5,97558
8		0,8332	6,8102
9		0,9183	8,2856
10		0,9751	9,4429
11		1,0603	11,4887
12		1,1170	13,0933

Tabel 5 merupakan hasil nilai Cell Radius berdasarkan nilai *spreading factor* menggunakan rumus dari persamaan (4) dan (5).

### 2.4. Menghitung Luas Cell

Setelah mendapatkan nilai cell radius (d), diperlukan perhitungan untuk mengetahui luas cell pada *gateway* untuk mendapatkan jumlah gateway yang dibutuhkan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung luas cell adalah sebagai berikut:

$$L_{Cell} = (3\sqrt{((3d)^2)})/2 \quad (6)$$

Tabel 6. Nilai Luas Cell

<i>Spreading Factor</i>	Luas Cell DL (km <sup>2</sup> )
7	12,76040826
8	14,54262009
9	17,69333875
10	20,16192356
11	24,50641348
12	27,9291582

Tabel 6 merupakan hasil nilai luas cell berdasarkan nilai spreading factor menggunakan rumus dari persamaan (6).

### 2.5. Menghitung Jumlah Gateway

Adapun untuk rumus perhitungan jumlah gateway adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Gateway} = \frac{\text{Luas wilayah}}{\text{Luas Cell}} \quad (7)$$

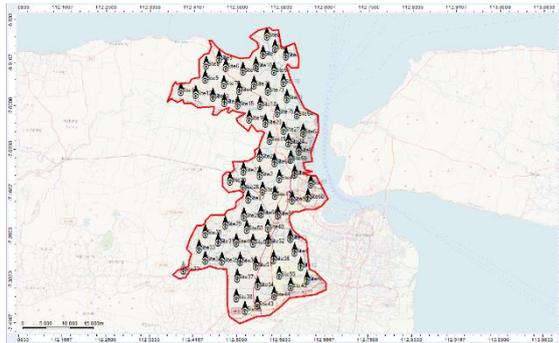
Tabel 7. Jumlah Gateway

<i>Spreading Factor</i>	Jumlah Gateway DL
7	104
8	91
9	75
10	66
11	54
12	48

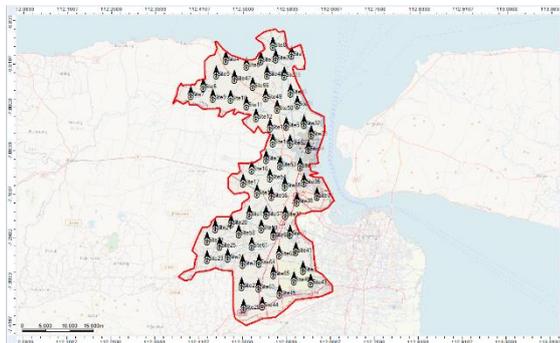
Tabel 7 merupakan hasil jumlah gateway berdasarkan nilai spreading factor menggunakan rumus dari persamaan (7).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan penelitian ini menggunakan *software* Atoll versi 3.3.4 dengan SF 7 sampai SF 12 dengan skema downlink. Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah gateway yang dihasilkan di Kabupaten Gresik dengan total gateway terbanyak menggunakan SF 7 adalah 77 dan dengan total gateway paling sedikit menggunakan SF 12 adalah 35.



Gambar 2. Penempatan Gateway pada *Spreading Factor* 7



Gambar 3. Penempatan Gateway pada *Spreading Factor* 8



Gambar 4. Penempatan Gateway pada *Spreading Factor* 9



Gambar 5. Penempatan Gateway pada *Spreading Factor* 10



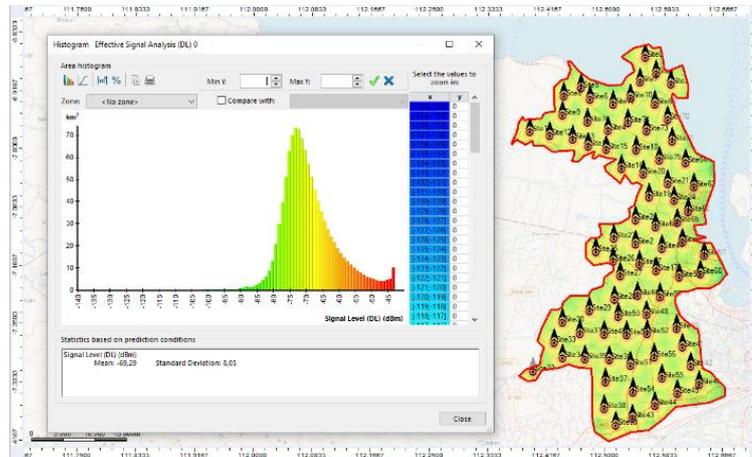
Gambar 6. Penempatan Gateway pada *Spreading Factor* 11



Gambar 7. Penempatan Gateway pada *Spreading Factor* 12

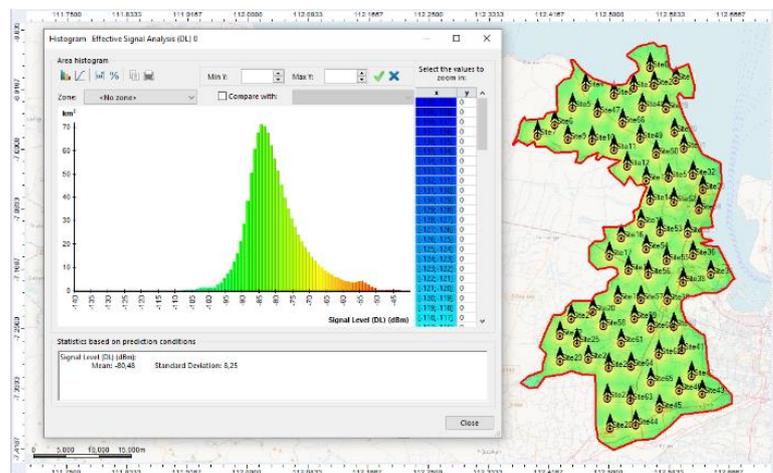
### 3.1. Effective Signal Analysis

Parameter ini digunakan untuk memprediksi kekuatan sinyal yang dikirim dari *Gateway* ke *End Device*. Berikut merupakan hasil kekuatan sinyal berdasarkan *spreading factor* 7 sampai *spreading factor* 12 setelah melakukan simulasi menggunakan *software* Atoll versi 3.3.4.



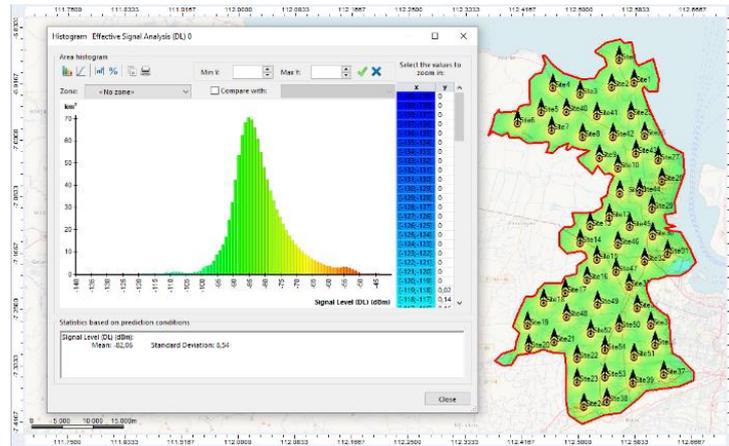
Gambar 8. Histogram *Effective Signal Analysis* Spreading Factor 7

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 77. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Effective Signal Analysis* atau kekuatan sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah -69,29 dBm dengan standar deviasi 8,05 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



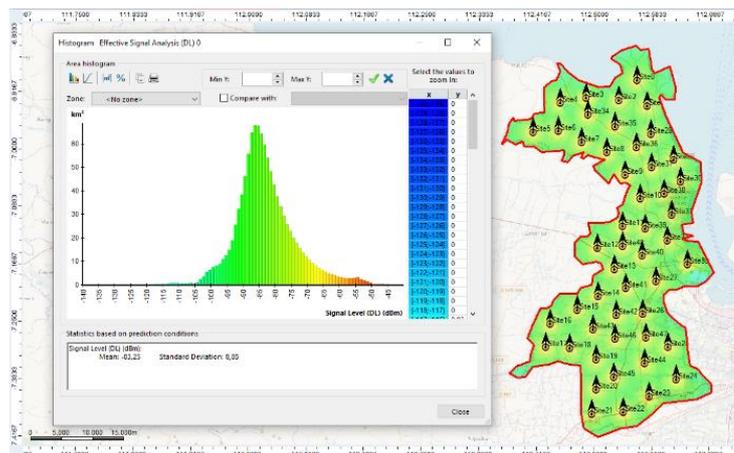
Gambar 9. Histogram *Effective Signal Analysis* Spreading Factor 8

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 67. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Effective Signal Analysis* atau kekuatan sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah -80,48 dBm dengan standar deviasi 8,25 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



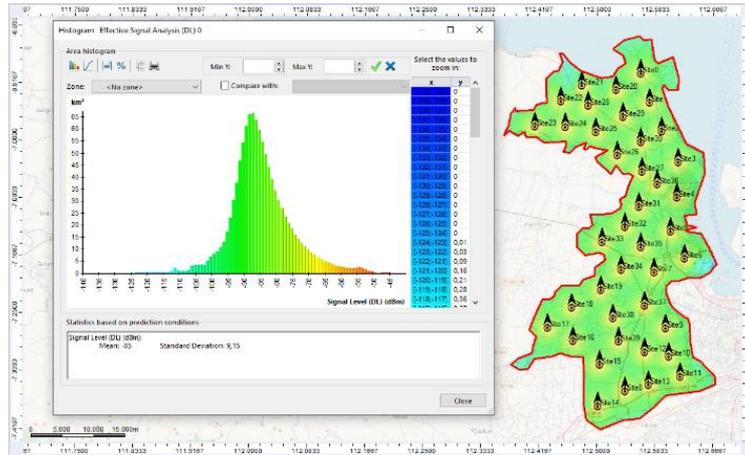
Gambar 10. Histogram *Effective Signal Analysis Spreading Factor 9*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 55. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Effective Signal Analysis* atau kekuatan sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah -82,08 dBm dengan standar deviasi 8,54 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



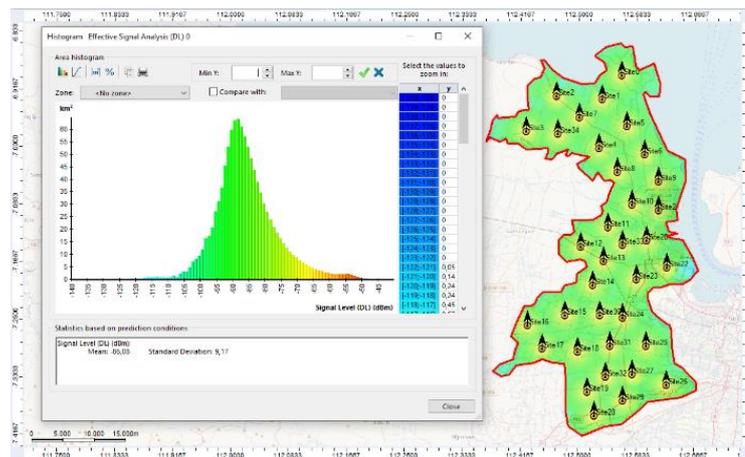
Gambar 11. Histogram *Effective Signal Analysis Spreading Factor 10*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 49. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Effective Signal Analysis* atau kekuatan sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah -83,25 dBm dengan standar deviasi 8,85 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



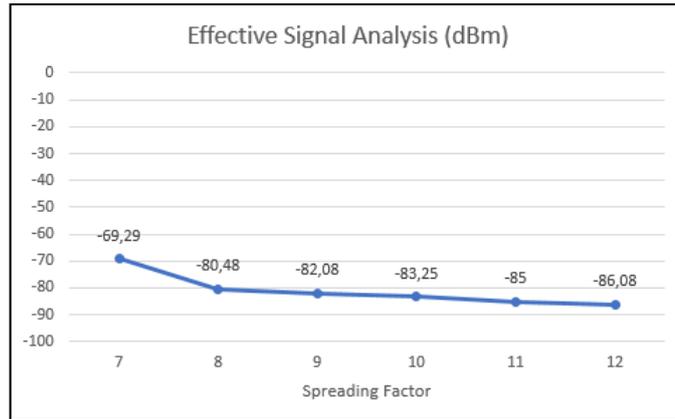
Gambar 12. Histogram *Effective Signal Analysis Spreading Factor 11*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 40. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Effective Signal Analysis* atau kekuatan sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah -85 dBm dengan standar deviasi 9,15 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



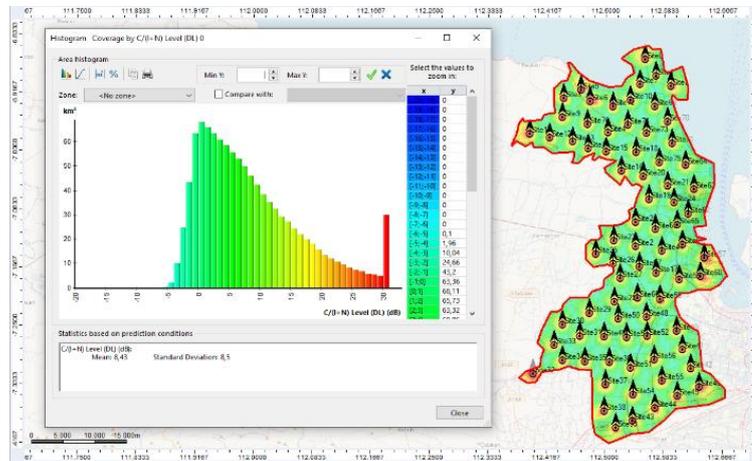
Gambar 13. Histogram *Effective Signal Analysis Spreading Factor 12*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 35. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Effective Signal Analysis* atau kekuatan sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah -86,08 dBm dengan standar deviasi 9,17 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



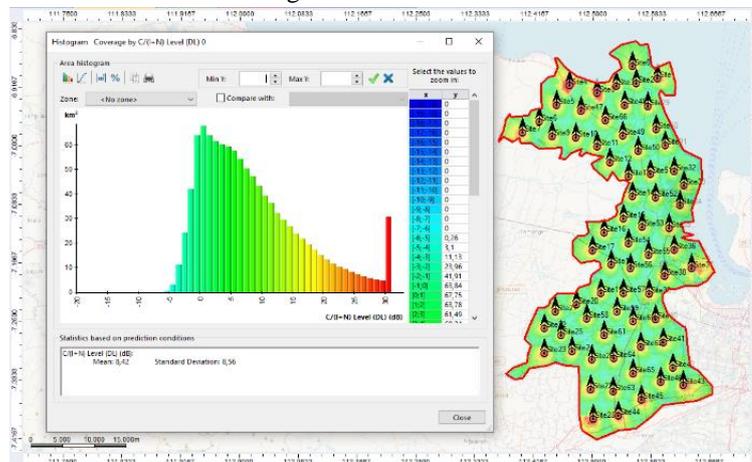
Gambar 14. Grafik *Effective Signal Analysis*

3.2. Signal Interference to Noise Ratio (SINR)



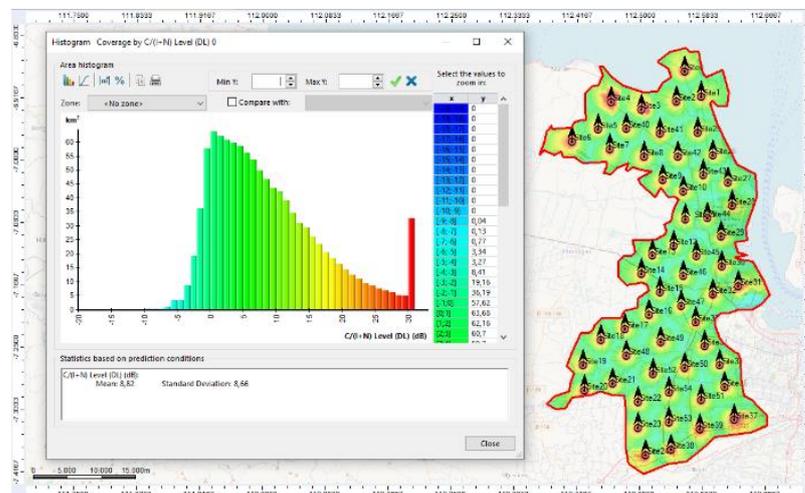
Gambar 15. Histogram *Signal Interference to Noise Ratio Spreading Factor 7*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 77. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Signal Interference to Noise Ratio* atau kualitas sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah 8,43 dBm dengan standar deviasi 8,5 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



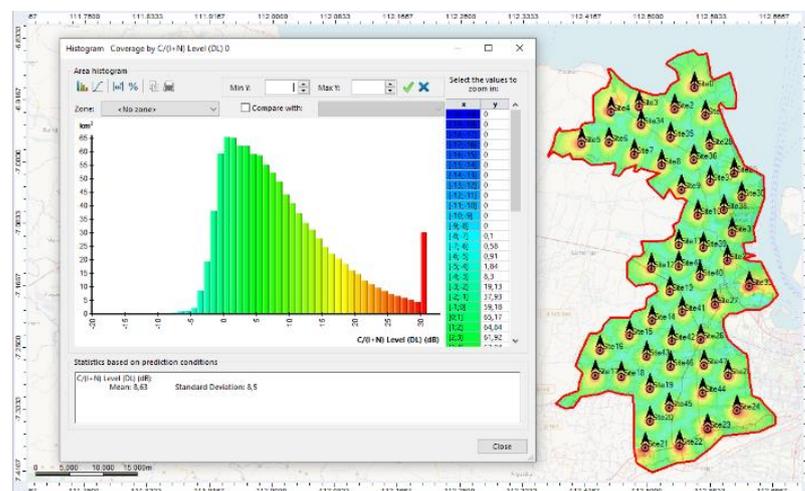
Gambar 16. Histogram *Signal Interference to Noise Ratio Spreading Factor 8*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 67. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Signal Interference to Noise Ratio* atau kualitas sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah 8,42 dBm dengan standar deviasi 8,56 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



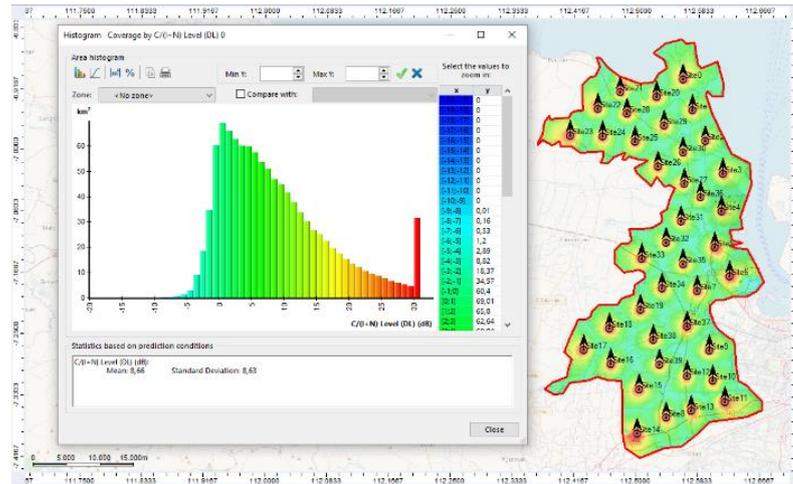
Gambar 17. Histogram *Signal Interference to Noise Ratio* Spreading Factor 9

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 55. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Signal Interference to Noise Ratio* atau kualitas sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah 8,82 dBm dengan standar deviasi 8,66 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



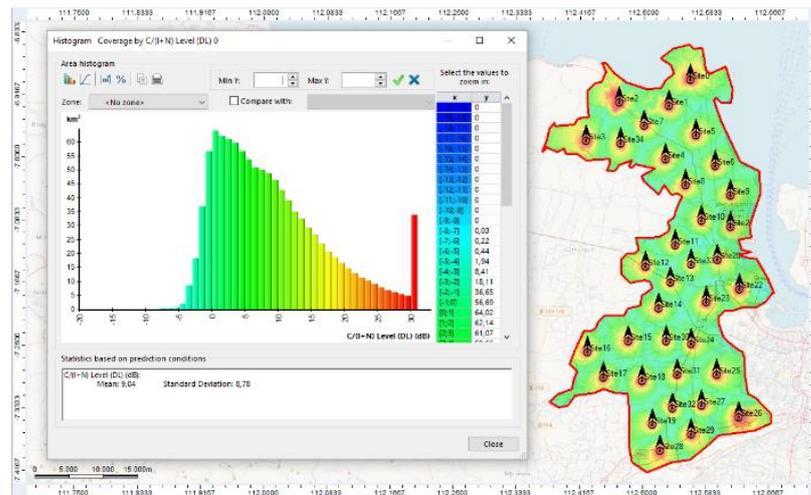
Gambar 18. Histogram *Signal Interference to Noise Ratio* Spreading Factor 10

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 49. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Signal Interference to Noise Ratio* atau kualitas sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah 8,63 dBm dengan standar deviasi 8,5 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



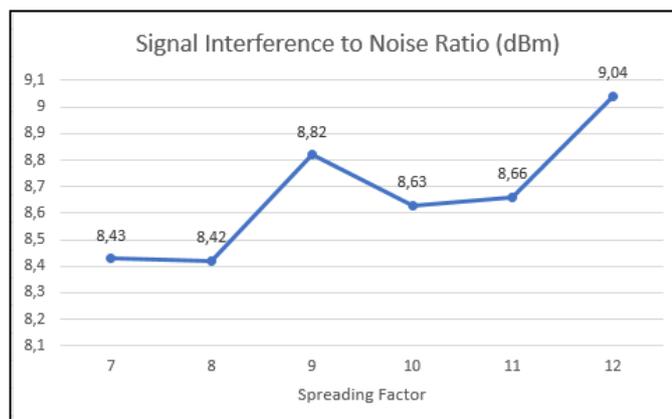
Gambar 19. Histogram *Signal Interference to Noise Ratio Spreading Factor 11*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 40. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Signal Interference to Noise Ratio* atau kualitas sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah 8,66 dBm dengan standar deviasi 8,63 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



Gambar 20. Histogram *Signal Interference to Noise Ratio Spreading Factor 12*

Hasil simulasi menunjukkan untuk mencakup wilayah penelitian dengan luas sebesar 1.191,25 km<sup>2</sup> membutuhkan jumlah *gateway* sebesar 35. Pada histogram yang dihasilkan, nilai pada sumbu x untuk menunjukkan *Signal Interference to Noise Ratio* atau kualitas sinyal dihasilkan dan pada sumbu y untuk menunjukkan jarak dalam kilometer persegi. kekuatan sinyal yang dihasilkan adalah 9,04 dBm dengan standar deviasi 8,78 dBm, yang berarti termasuk dalam kategori baik.



Gambar 21. Grafik *Signal Interference to Noise Ratio*

Gambar 21 merupakan grafik dari parameter *Signal Interference to Noise Ratio* pada *spreading factor* 7 sampai 12. Kualitas sinyal paling tinggi yang dihasilkan yaitu pada *spreading factor* 12 sedangkan Kualitas sinyal paling rendah yaitu pada *spreading factor* 8.

Tabel 8 Perbandingan Parameter skema *downlink*

<i>SF</i>	Sensitivitas	MAPL (dBm)	<i>Cell Radius</i> (km)	Luas <i>Cell</i> (km)	Jumlah <i>Gateway</i>	Kekuatan Sinyal (dBm)	Kualitas Sinyal (dBm)
7	-125	151,00	5,97558	15,52500338	77	-69,29	8,43
8	-127	153,00	6,8102	17,69333875	67	-80,48	8,42
9	-130	156,00	8,2856	21,52667361	55	-82,08	8,82
10	-132	158,00	9,4429	24,53324609	49	-83,25	8,63
11	-135	161,00	11,4887	29,8484751	40	-85	8,66
12	-137	163,00	13,0933	34,01733116	35	-86,08	9,04

Tabel 8 merupakan hasil dari perhitungan dan simulasi parameter skema *downlink* menggunakan *spreading factor* 7 sampai 12. Tujuan dari perhitungan Link Budget untuk mencari total *gateway* yang dibutuhkan pada perencanaan jaringan LoRaWAN. Semakin besar nilai *spreading factor* yang digunakan maka semakin sedikit jumlah *gateway* yang dibutuhkan akan tetapi luas cell nya semakin jauh.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi perencanaan jaringan LoRaWAN pada frekuensi 920-923 MHz untuk impementasi Smart meter di Kabupaten Gresik menyimpulkan bahwa Perencanaan jaringan LoRaWAN perlu menggunakan 77 *gateway* untuk skema *downlink* menggunakan *spread factor* 7. Dengan rata-rata -69,29 dBm untuk parameter *effective signal analysis* dan rata-rata 8.43 dBm untuk parameter *signal interference to noise ratio*, hal ini menunjukkan hasil simulasi dapat dikategorikan baik. Untuk skema *downlink* menggunakan *spreading factor* 12 perlu menggunakan 35 *gateway*. Dengan rata-rata -86,08 dBm untuk parameter *effective signal analysis* dan rata-rata 9,04 dBm untuk parameter *signal interference to noise ratio*, hal ini menunjukkan hasil simulasi dapat dikategorikan baik.

Perbedaan jika menggunakan variasi *spreading factor* yaitu semakin besar *spreading factor* yang digunakan maka kekuatan sinyal nya akan menurun sedangkan kualitas sinyalnya akan bertambah, *gateway* yang digunakan pun akan semakin sedikit dan luas cell nya semakin jauh akan tetapi akan menambah waktu pengiriman datanya dan juga akan menghemat biaya karena jumlah *gateway* yang dibutuhkan lebih sedikit jika dibandingkan dengan menggunakan *spreading factor* yang lebih kecil.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu pada penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] A. B. Muljono, I. M. A. Nrartha, I. M. Ginarsa, And I. M. B. Suksmadana, “Rancang Bangun Smart Energy Meter Berbasis Uno Dan Raspberry Pi,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 14, No. 1, Pp. 9–18, Apr. 2018, Doi: 10.17529/Jre.V14i1.8718.
- [2] M. C. Pujiyanto, Istiyo Winarno, And D. Rahmatullah, “Smart Meter Dan Pengontrol Penggunaan Energi Listrik Berdasarkan Smart Relay Dengan Komunikasi Ethernet Dan Wireless,” *Media Elektrika*, Vol. 14, No. 2, Pp. 87–94, Dec. 2021.
- [3] A. Putu, S. Purna, R. Mustaricihie, And L. A. Wardoyo, “Review Artikel : Pengaplikasian Internet Of Things (Iot) Dalam Manufaktur Industri Farmasi Di Era Industri 4.0,” *Farmaka*, Vol. 20, No. 1, Pp. 105–112, 2022.
- [4] P. Kaur And S. Singh, “Internet Of Things (Iot) In Agriculture: A Review On Technology Advancements,” *Internet Of Things*, Vol. 6, Pp. 1–13, 2017.
- [5] Semtech, “What Is Lora?,” <https://www.semtech.com/>. <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora> (Accessed Jul. 26, 2022).
- [6] A. Hikmaturokhman, H. Nafi’ah, S. Larasati, And P. Rahmawati, “Lorawan Planning And Implementation Analysis For Smart Factories In Industrial Estates,” *Ieee Int. Conf. Commun. Networks Satell.*, Pp. 116–122, 2021.
- [7] Dinas Komunikasi Dan Informatika, “Demografi Penduduk Kabupaten Gresik,” *Dinas Komunikasi Dan Informatika*, 2022. <https://gresikkab.go.id/info/demografi> (Accessed Dec. 14, 2022).
- [8] M. I. Nashiruddin And S. Winalisa, “Designing Lorawan Internet Of Things Network For Smart Manufacture In Batam Island,” In *2020 8th International Conference On Information And Communication Technology, Icoict 2020*, Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc., Jun. 2020. Doi: 10.1109/Icoict49345.2020.9166426.
- [9] Dinas Komunikasi Dan Informatika, “Lokasi Kabupaten Gresik,” *Dinas Komunikasi Dan Informatika*, 2022. <https://gresikkab.go.id/info/geografi> (Accessed Dec. 14, 2022).
- [10] Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik, “Jumlah Penduduk Kabupaten Gresik ,” *Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik*, 2022. <https://gresikkab.bps.go.id/pressrelease/2021/01/27/88/jumlah-penduduk-kabupaten-gresik-hasil-sensus-penduduk-2020--sp-2020--sebesar-1-311-215-orang-.html> (Accessed Dec. 14, 2022).
- [11] P. Rahmawati, A. Hikmaturokhman, K. Ni’amah, And M. I. Nashiruddin, “Lorawan Network Planning At Frequency 920-923 Mhz For Electric Smart Meter: Study Case In Indonesia Industrial Estate,” *Journal Of Communications*, Vol. 17, No. 3, Pp. 222–229, Mar. 2022, Doi: 10.12720/Jcm.17.3.222-229.
- [12] D. Sallyna, U. Kurniawan Usman, And M. A. Murti, “Perencanaan Jaringan Long Range (Lora) Pada Frekuensi 920 Mhz-923 Mhz Di Kota Bandung Long Range (Lora) Network Planning With Frequency 920 Mhz-923 Mhz In Bandung City,” *E-Proceeding Of Engineering*, Vol. 7, No. 1, Pp. 933–940, 2020.
- [13] I. Rezkika, S. Novalianda, And A. Ramadhan, “Analisis Kebutuhan Parameter Jaringan Lte Dengan Sistem Refarming Frekuensi Pada Daerah Urban Metropolitan Centre,” *Semnastek Usisu*, Vol. 4, No. 2, Pp. 31–36, 2019.
- [14] B. Alfaresi, M. Vierly, E. Satya, And D. F. Ardianto, “Analisa Model Propagasi Okumura-Hata Dan Cost-Hata Pada Komunikasi Jaringan Wireless 4g Lte,” *Jurnal Ampere*, Vol. 5, No. 1, 2020, Accessed: Dec. 14, 2022. [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/319237-analisa-model-propagasi-okumura-hata-dan-d8dc5d0a.pdf>
- [15] A. S. Ayuningtyas, I. Uke, K. Usman, And I. Alinursafa, “Analisis Perencanaan Jaringan Lora (Long Range) Di Kota Surabaya Lora (Long Range) Network Planning Analysis In Surabaya City,” *E-Proceeding Of Engineering*, Vol. 7, No. 2, Pp. 3350–3358, 2020.