

# Perancangan Jaringan NB-IoT untuk Layanan *Infrastructure Smart Metering* di Perumahan

## The Design of NB-IoT Network for Smart Metering Infrastructure in Residential Area

Melinda Br Ginting\*<sup>1</sup>, Solichah Larasati<sup>2</sup>, Alfin Hikmaturokhman<sup>3</sup>, Noor Amelia<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>*Department of Telecommunication Engineering, Telkom University  
Jl.D.I Panjaitan No.128, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia*

\*<sup>2</sup>Corresponding author: melindag@telkomuniversity.ac.id  
solichahl@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>, alfinh@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>,  
namelia@student.telkomuniversity.ac.id<sup>4</sup>

Received on 08-19-2024, accepted on 02-12-2024, published on 27-01-2025

### Abstrak

Berbagai aplikasi Internet of Things (IoT) semakin populer saat ini, karena menawarkan berbagai solusi untuk mempermudah segala aktifitas yang dapat dipantau dari jarak jauh. Narrowband IoT (NB-IoT) merupakan salah satu teknologi komunikasi Low Power Wide Area (LPWA) yang dirancang khusus untuk mendukung perangkat IoT dengan konsumsi daya rendah dan jangkauan yang luas. NB-IoT didukung oleh Long-Term Evolution (LTE) dengan memanfaatkan sebagian bandwidth dari LTE dan dengan standar 3GPP Release 13, menjadikan NB-IoT menjadi teknologi tepat guna bagi masyarakat. Smart metering adalah salah satu aplikasi yang menggunakan NB-IoT sebagai gateway infrastruktur untuk konektivitas yang diperlukan untuk menjamin terkoneksi layanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan NB-IoT dengan skema standalone untuk infrastruktur smart metering di area perumahan Purwokerto. Metode yang digunakan meliputi analisis kebutuhan jumlah site jaringan dan simulasi kinerja jaringan untuk memastikan kualitas layanan yang memadai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan jaringan NB-IoT mampu menyediakan konektivitas yang handal dan efisien bagi sistem smart metering di area perumahan. Hal ini dapat diketahui dari hasil simulasi perancangan jaringan diperoleh sebanyak 7 site yang mampu melayani area perumahan. Sehingga, diperoleh hasil Received Signal Strength Indicator (RSSI) yang diperoleh untuk mengetahui kuat sinyal memperoleh nilai sebesar -50 dBm sampai -60 dBm yang mampu mencakup 80% area perumahan.

**Kata Kunci:** NB-IoT, Perancangan jaringan, RSRP, RSSI, Smart Metering, Standalone

### Abstract

The increasing popularity of Internet of Things (IoT) devices is driven by their ability to provide remote monitoring solutions for various applications. Narrowband IoT (NB-IoT), a Low Power Wide Area (LPWA) communication technology, is specifically designed to support IoT devices by offering low power consumption and wide coverage. NB-IoT, standardized by 3GPP Release 13 and integrated within the Long-Term Evolution (LTE) network, utilizes a portion of the LTE bandwidth, making it a suitable technology for IoT connectivity. One prominent application of NB-IoT is smart metering, which uses NB-IoT as a connectivity infrastructure to ensure continuous service. This study aims to design an NB-IoT network using a standalone scheme for smart metering in Purwokerto's residential area. The methodology includes analyzing the number of required network sites and simulating network performance to achieve optimal service quality. The results demonstrate that the designed NB-IoT network can provide reliable and efficient connectivity for smart metering systems in residential areas. This is reflected in the Reference Signal Received Power (RSRP) simulation results, which show values ranging from -85 dBm to -90 dBm, covering 50% of the residential area. Additionally, the Received Signal Strength Indicator (RSSI) values range from -50 dBm to -60 dBm, achieving 80% coverage of the residential area.

**Keywords:** Network Planning, NB-IoT, RSRP, RSSI, Smart Metering, Standalone

## I. PENDAHULUAN

Pada era digital saat ini, penerapan teknologi IoT dalam infrastruktur *smart metering* semakin penting untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan utilitas rumah tangga salah satunya ialah untuk *smart metering*. Saat ini, segala jenis aktivitas yang menggunakan device sudah dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi telekomunikasi. *Device* yang terhubung dalam suatu jaringan internet dan dapat saling bertukar data atau informasi dikenal dengan IoT. Penerapan IoT dianggap sebagai pendorong utama transformasi digital untuk teknologi telekomunikasi diantaranya *smart city*, *smart house* dan *electricity grids*.

NB-IoT merupakan salah satu teknologi komunikasi yang dirancang khusus untuk mendukung perangkat IoT dengan konsumsi daya rendah dan jangkauan yang luas. NB-IoT didukung oleh jaringan seluler LTE dengan standar 3GPP Release 13 [1] yang menjadikan NB-IoT sebagai teknologi yang tepat guna perkembangan dan kebutuhan IoT. NB IoT merupakan peluang bagus bagi operator seluler di Indonesia untuk menciptakan keunggulan kompetitif dan strategi bisnis untuk bertahan di industri telekomunikasi [2]. Hal ini dapat dilihat dari beberapa operator salah satunya XL yang sudah meluncurkan jaringan NB-IoT di 31 kabupaten di Indonesia sebagai solusi untuk memperkuat layanan berbasis IoT [3].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan NB-IoT yang optimal bagi infrastruktur *smart metering* di kawasan perumahan di kota Purwokerto. Perancangan dilakukan pada frekuensi 2100 MHz dengan mempertimbangkan karakteristik daerah urban yang memerlukan jangkauan luas namun tidak sebesar kebutuhan di kota metropolitan. Skema jaringan yang digunakan adalah *standalone* dengan bandwidth 200 kHz. Pemilihan frekuensi 2100 MHz dilakukan karena selain dapat memberikan jangkauan yang sesuai, frekuensi ini juga bekerja optimal dengan teknologi LTE yang mendukung implementasi NB-IoT.

Penelitian ini memiliki perbedaan mendasar dengan penelitian sebelumnya. Sebelumnya, penelitian [4] telah merancang jaringan NB-IoT menggunakan skema *in-band* pada frekuensi 900 MHz di area Jakarta untuk berbagai layanan IoT dengan indikator uji RSRP, SNR, dan *throughput*. Penelitian [5] juga melakukan perancangan jaringan NB-IoT di area Jakarta menggunakan skema *standalone* pada frekuensi 900 MHz dengan bandwidth yang sama. Selain itu, penelitian [6] melakukan perancangan untuk layanan *Advanced Metering Infrastructure* (AMI) di daerah Surabaya, Gresik, dan Sidoarjo, yang difokuskan pada perhitungan jumlah site untuk mengoptimalkan cakupan dengan hasil sinyal rata-rata sekitar -57.9 dBm hingga -59.62 dBm. Adapun penelitian [7] melakukan perancangan NB-IoT untuk *smart city* di Bandung dengan hasil sinyal terbaik sebesar -65.56 dBm dan SNR 8.16 dB, menggunakan total 30 site. Adapun penelitian lainnya tidak hanya terkait perancangan jaringan NB-IoT tetapi juga berhubungan dengan tekno ekonomi. Salah satunya ialah pada penelitian [8] AMI merupakan aplikasi yang berpotensi menggunakan jaringan NB-IoT pada frekuensi 900 MHz. Pengembangan jaringan NB-IoT pada layanan AMI akan dilakukan dengan perhitungan *coverage* dan *capacity*.

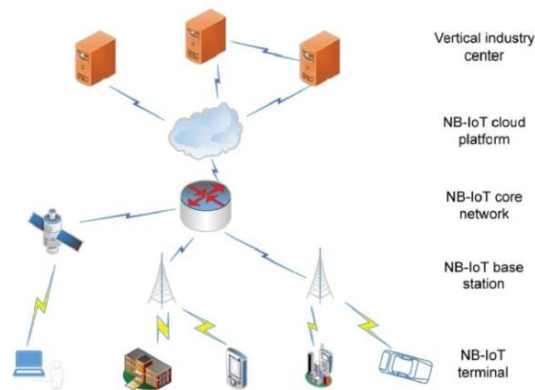
Setelah melakukan perhitungan dan simulasi NB-IoT, selanjutnya ialah analisa tekno ekonomi. Perhitungan tersebut dapat dijadikan tolak ukur untuk menguji kelayakan NB-IOT pada *smart metering* pada suatu area. Paper ini akan melakukan perancangan jaringan NB-IoT pada frekuensi 2100 MHz, dimana frekuensi tersebut juga bekerja untuk teknologi LTE. Perhitungan jumlah site dilakukan untuk mengetahui berapa banyak jumlah *gateway* infrastruktur yang dibutuhkan serta dilakukan simulasi untuk perancangan jaringan berdasarkan peletakan site yang diperoleh berdasarkan perhitungan dan *coverage* berdasarkan parameter NB-IoT untuk infrastruktur *smart metering* di frekuensi 2100 MHz.

Penelitian ini berfokus pada penerapan NB-IoT pada *smart metering* di Purwokerto yang memiliki karakteristik wilayah yang berbeda dengan daerah metropolitan seperti Jakarta atau Bandung. Purwokerto dipilih sebagai area studi karena kawasan ini sedang berkembang sebagai wilayah urban yang memerlukan dukungan infrastruktur digital, namun dengan tingkat kepadatan dan kebutuhan cakupan yang lebih rendah dibandingkan kota-kota besar. Selain itu, Purwokerto memiliki potensi untuk menjadi model penerapan NB-IoT di kota-kota menengah di Indonesia, di mana strategi implementasi infrastruktur berkelanjutan sangat dibutuhkan.

## II. LITERATUR REVIEW

### A. Narrowband Internet of Things (NB-IoT)

Teknologi NB-IoT didesain dapat menghubungkan jumlah *device* yang besar dalam berbagai domain aplikasi yang disebut dengan IoT. NB-IoT merupakan bagian dari *Low Power Wide Area* (LPWA) yang menjadi solusi untuk wide area dengan daya rendah. NB-IoT dikembangkan dari jaringan seluler dengan memanfaatkan spektrum frekuensi dan arsitektur seluler yang sudah ada. 3GPP memasukkan NB-IoT pada kelompok standarisasi Release 13 yang termasuk kedalam *Cellular Internet of Things* (CIoT). Teknologi jaringan NB-IoT merupakan hasil pengembangan jaringan seluler dengan memanfaatkan spektrum radio dan infrastruktur seluler yang sudah ada sebelumnya [9].

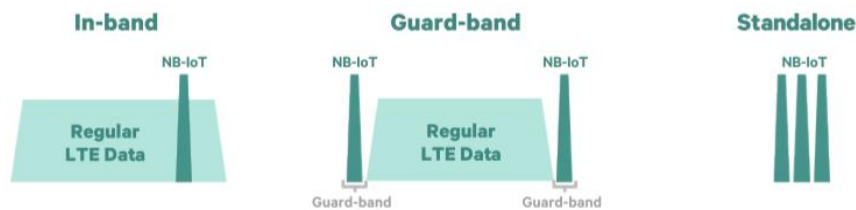


Gambar 1. Arsitektur Dari NB-IoT[10]

Gambar 1. menunjukkan arsitektur NB-IoT yang terdiri dari lima bagian [10], yaitu terminal NB-IoT, *Base station* NB-IoT, Jaringan EPC, platform cloud NB-IoT, dan pusat industri vertikal. Jaringan NB-IoT adalah didukung langsung pada jaringan seluler sehingga dapat berkembang dimanapun jaringan mereka tersedia. Hal ini telah membuat NB-IoT menjadi teknologi tepat guna untuk pengembangan layanan akses internet. Penelitian ini akan berfokus pada infrastruktur dari skema model yang dirancang agar efisiensi untuk penggunaan spektrum dari NB-IoT pada layanan *smart metering* di area perumahan. *Smart metering* adalah suatu sistem yang dapat digunakan mengukur, mengumpulkan, dan menganalisis sirkulasi energi baik untuk penggunaan ataupun permintaan. *User* dapat memanfaatkan infrastruktur *smart metering* misalnya untuk memeriksa penggunaan dan membayar tagihan listrik, air, atau gas dari smartphone atau web.

### B. Skema Model Perancangan Jaringan NB-IoT

NB-IoT memiliki tiga model skema untuk efisiensi alokasi spektrum frekuensi yang dapat digunakan untuk *smart metering*. Skema tersebut dibedakan berdasarkan jumlah bandwidth yang digunakan berdasarkan teknologinya.



Gambar 2. Skema Model Perancangan Jaringan NB-IoT[11]

Gambar 2 menunjukkan skema model yang digunakan untuk melakukan perancangan NB-IoT. Terdapat tiga skema operasi perancangan jaringan NB-IoT diantaranya ialah:

1. Skema *In-Band* menggunakan satu atau lebih fisik *Resource Block* (RB) yang dicadangkan untuk NB-IoT. RB yang digunakan berasal dari RB yang terdapat pada teknologi *Long Term Evolution* (LTE). Kemudian, RB tersebut dibagi menjadi jaringan NB-IoT dan LTE, yang keduanya memiliki fungsi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan spektrum, dan meningkatkan kapasitas NB-IoT [12]. Oleh karena itu, sistem LTE dan NB-IoT adalah dua sistem yang terpisah namun didukung menggunakan sistem eNodeB yang sama [13].
2. Skema *Guard-Band* Operasi pita pengaman pada sistem NB-IoT menggunakan RB yang baru pada blok *carrier guard band* di sistem LTE. Alokasi PRB sistem NB-IoT berada di luar sistem PRB dari teknologi LTE [13].
3. Skema *Standalone* merupakan skema NB-IoT yang beroperasi secara independen, misalnya pada saluran yang sebelumnya digunakan untuk *Global System for Mobile Communications* (GSM). *Bandwidth* saluran GSM sebesar 200 kHz menyediakan buffer penjaga 10 kHz di kedua sisi saluran GSM [13].

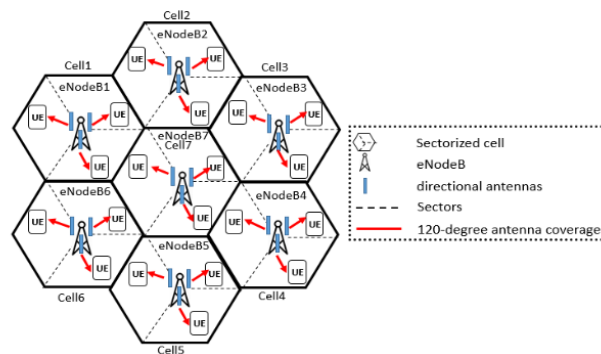
### C. Advanced Metering Infrastructure (AMI)

*Smart metering* adalah aplikasi utama dalam *Advanced Metering Infrastructure* (AMI) yang memungkinkan pemantauan konsumsi energi secara *real-time* melalui perangkat *smart meter*. AMI menyediakan infrastruktur untuk mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis data dari *smart meter*, sedangkan *Narrowband Internet of Things* (NB-IoT) berperan sebagai teknologi jaringan yang mendukung komunikasi antar perangkat dengan konsumsi daya rendah dan jangkauan luas. Dengan NB-IoT, data konsumsi dari *smart meter* dapat dikirim secara efisien ke pusat data dalam AMI, memungkinkan pengelolaan utilitas yang lebih akurat dan mendukung konsep *smart city* serta *smart grid*. Kombinasi *smart metering*, AMI, dan NB-IoT menciptakan sistem pengelolaan utilitas yang modern dan efektif [14].

## III. METODELOGI PENELITIAN

### A. Perancangan Jaringan Coverage NB-IoT Untuk Infrastruktur Smart Metering

Perancangan jaringan NB-IoT dilakukan dengan menggunakan simulasi *Radio planning* yang dilakukan secara sistematis dimulai Tahapan simulasi meliputi pemodelan jaringan, konfigurasi parameter NB-IoT seperti frekuensi, daya transmisi, dan jumlah site, serta pengaturan skenario uji yang mencakup kondisi lingkungan yang sesuai dengan kawasan perumahan. Validasi hasil dilakukan dengan membandingkan output simulasi dengan studi empiris atau data yang ada dari penelitian sebelumnya, untuk memastikan bahwa hasil simulasi menunjukkan konsistensi dan dapat diandalkan dalam mendukung tujuan penelitian ini. dengan mengatur luas NB-IoT menggunakan konsep tiga sel *sectoral* untuk meningkatkan jangkauan suatu jaringan baik secara *coverage* dan *capacity*. Untuk menentukan luas dari tiga sel *sectoral* tersebut dipengaruhi oleh *Inter-Site Distance* (ISD) dalam mengklasifikasikan kepadatan eNodeB jaringan seluler khususnya pada suatu area.



Gambar 3. Ilustrasi Struktur *Site* Sektoral

Gambar 3 menunjukkan ilustrasi penempatan suatu site berdasarkan ISD yang diukur berdasarkan klasifikasi kepadatan eNodeB di jaringan seluler yang diukur untuk mendapatkan Jarak Antar Lokasi diperlukan radius jangkauan perhitungan antara sensor perangkat eNodeB dan AMI. *Coverage planning* NB-IoT proses perencanaan yang berdasarkan *Maximum Coupling Loss* (MCL) atau yang diketahui dengan sebutan *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) untuk memodelkan jaringan seluler agar dapat memenuhi kebutuhan sinyal pada seluruh wilayah perencanaan. Langkah awal yang dilakukan dalam perancangan adalah menghitung link budget untuk mendapatkan nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL). Hal ini berguna dalam mengetahui jarak maksimum sinyal yang dapat dipancarkan dengan mempertimbangkan berbagai factor diataranya [15]

**1. Perhitungan Link Budget**

Perancangan jaringan NB-IoT dilakukan dengan melakukan studi literatur dan perhitungan daya untuk mengetahui jumlah site (*user*) serta skema NB-IoT yang dapat rancang pada area perumahan di Purwokerto. Luas Area yang digunakan pada penelitian ini sebesar 115.4 km<sup>2</sup>. Berdasarkan perhitungan *link budget* sisi *downlink* dengan mempertimbangkan parameter *link budget* seperti pada Tabel 1, diperoleh nilai MAPL sebesar -148.277 dB. Adapun perhitungan untuk memprediksi atenuasi tersebut dapat dilihat pada persamaan (1).

$$Received\ power\ (dBm) = Transmitter\ power\ (dBm) - losses(dB) + Gain(dBi) \tag{1}$$

Table 1. Parameter *Link Budget Downlink* [15]

Parameter	Nilai
Frekuensi NB-IoT	2100 MHz
NB-IoT <i>Bandwidth</i> ( <i>Standalone</i> )	200 kHz
<i>eNb TX Power</i> (dBm)	43
<i>Gain Antenna</i> (dBi)	18
<i>Antenna Heigh</i> (m)	35
<i>Feeder Loss</i> (dB)	1
<i>EIRP</i> (dBm)	65
<i>Total Resource Block</i>	100
<i>Thermal Noise</i> (dBm)	-121.277
<i>SINR</i> (dB)	5
<i>Receiver Sensitivity</i> (dBm)	-121.819
<i>Interference Margin</i> (dB)	5
<i>Fading Margin</i> (dB)	5
<i>Penetration Loss</i> (dB)	12
<i>Body Loss</i> (dB)	2
<i>UE Gain</i> (dBi)	0
<b>MAPL(dB)</b>	<b>-148.277</b>

Table 1 dapat dijadikan sebagai acuan perhitungan yang diperlukan dalam perancangan jaringan NB-IoT untuk infrastruktur *smart metering*. *Maximum Coupling Loss* (MCL) adalah batas maksimum kerugian sinyal antara pemancar dan penerima yang memungkinkan komunikasi, digunakan untuk menghitung jangkauan dan perencanaan *site* pada suatu area. Hasil dari perhitungan *link budget* dibutuhkan untuk melakukan analisa kinerja dari kualitas sinyal berdasarkan jangkauan *coverage* pada area NB-IoT.

**2. Model Propagasi Cost 231**

Pada penelitian ini, model propagasi yang digunakan adalah **Cost 231**, yang sesuai untuk frekuensi 2100 MHz dalam simulasi perancangan jaringan. Analisis radius sel NB-IoT menggunakan model propagasi Cost 231 untuk memperkirakan atau mengukur penurunan kuat sinyal pada sistem komunikasi selama propagasi di lingkungan urban dan suburban dengan menentukan daya tranmisi yang diperlukan. Hal ini disebut juga dengan Pathloss.

Model ini mempertimbangkan beberapa faktor seperti frekuensi operasi, jarak antara pemancar dan penerima, serta karakteristik lingkungan, sehingga memberikan estimasi yang akurat terhadap performa jaringan di berbagai kondisi geografis.

Table 2. Parameter Perhitungan Model Propagasi [15]

Parameter	Nilai
Frequency (MHz)	2100
Antenna Height (meter)	35
UE Height (meter)	1.5
Link Distance	5
CM (Urban)	3
<b>PATHLOSS (dB)</b>	<b>165.58</b>

Tabel 2 merupakan parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan pathloss dengan menggunakan Model propagasi Cost 231. Model propagasi COST-231 bekerja pada frekuensi 1500 – 2000 MHz. Persamaan COST-231 sebagai berikut:

$$L_p = 46.3 + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d + 33.9 \log f + cm - 13.82 \log h_m - a(h_m) \quad (1)$$

Untuk Urban Area:

$$a(h_m) = -4.97 + 3.2 (\log 11.75 h_m)^2 \quad (2)$$

Untuk area Sub-Urban dan Rural:

$$a(h_m) = (1.1 \log f - 0.7)h_m - (1.56 \log f - 0.8) \quad (3)$$

Keterangan untuk persamaan diatas ialah  $f$  = frekuensi kerja,  $h_b$  = tinggi antenna *user* (AMI) (meter),  $h_m$  = tinggi antenna (m),  $a(h_m)$  = faktor koreksi AMI sebagai *user*,  $d$  = jarak antara *user* (AMI) dengan *base station* (BS),  $cm$  = 0 dB untuk kota medium dan daerah sub-urban, dan 3 dB untuk pusat kota. Sebuah area cakupan dari sebuah BS disebut juga dengan *cell* yang dimodelkan dalam bentuk *hexagonal*.

Tabel 3. Perhitungan Radius Sel dengan Cost 231 [15]

Parameter	Nilai
MS Height Antenna Factor	0.54
Radius Cell (Km)	1.87
Inter-Site Distance (ISD)	2.80
Cell Site Sector Radius (Km)	5.6
Cell Area (Km <sup>2</sup> )	17.75

Tabel 3. Merupakan hasil perhitungan untuk model propagasi yang dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) – (3). Tabel 3 merupakan parameter yang akan digunakan untuk melakukan simulasi performansi berdasarkan *coverage*.

#### IV. HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan hasil perhitungan dan simulasi pada perancangan jaringan NB-IoT untuk infrastruktur *smart metering* dilakukan berdasarkan nilai RSRP dan RSSI yang dihasilkan dari simulasi. Pada simulasi ini, jaringan menggunakan frekuensi 2100 MHz dengan skema NB-IoT *standalone*. Hasil simulasi RSRP menunjukkan rata-rata nilai [sebutkan nilai RSRP di sini, misalnya -80 dBm], yang menunjukkan bahwa sinyal yang diterima berada dalam rentang yang sesuai untuk area urban/suburban berdasarkan standar 3GPP, di mana nilai RSRP optimal berkisar antara -80 dBm hingga -100 dBm untuk konektivitas yang baik. Nilai-nilai RSRP dan SINR ini menunjukkan bahwa desain jaringan mampu memberikan cakupan yang memadai untuk layanan *smart metering* di area yang ditargetkan dan sesuai dengan standar kualitas yang direkomendasikan untuk implementasi NB-IoT.

##### B. Perancangan Jaringan Berdasarkan Coverage.

Pada analisis *coverage*, dilakukan perhitungan jumlah site atau eNodeB yang dibutuhkan pada perancangan jaringan NB-IoT yang berperan sebagai *gateway* infrastruktur yang dibutuhkan untuk *smart*

*metering*. Gateway ini diperoleh dengan mencari area sel eNodeB nilai radius (R) dimana nilai radius sektor cell site pada sebuah area perumahan di purwokerto sebesar 1.87 Km. Setelah mendapatkan luas sel, selanjutnya mencari nilai ISD dan nilai radius sektor situs sel (r) diperoleh, maka ketiga model sel heksagonal dapat diterapkan untuk menghitung luas sel. Berdasarkan luas area perumahan sebesar 115 Km<sup>2</sup> dengan perhitungan konsep ISD untuk penempatan suatu site, maka diperoleh jumlah site sebanyak 7 site sebagai *gateway* infrastruktur *smart metering*.

**C. Simulasi Perancangan Jaringan NB-IoT Untuk Infrastruktur *Smart Metering***

Berdasarkan perancangan jaringan NB-IoT sebaran cell site berdasarkan perhitungan ISD dan posisi dari *smart metering*. Prediksi simulasi dilakukan berdasarkan :

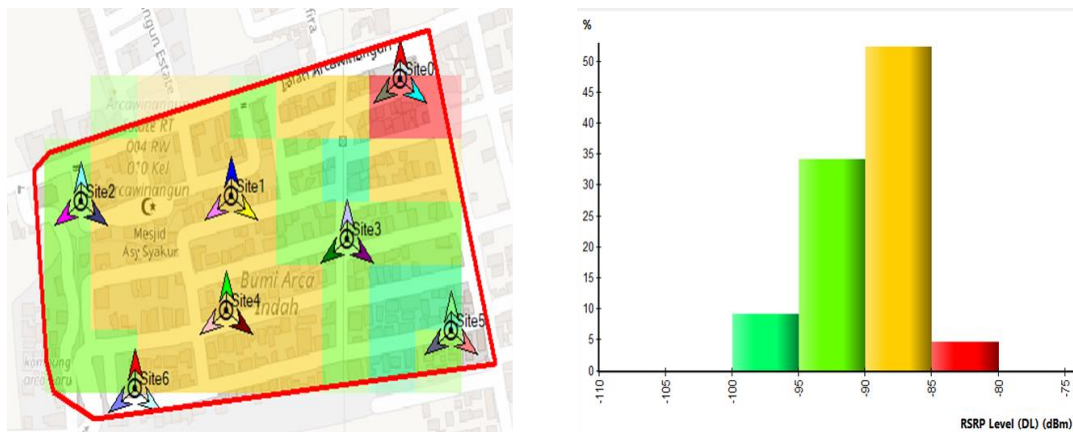
**1. Simulasi Berdasarkan Coverage Untuk Parameter RSRP**

Pada simulasi ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh site NB-IoT sebagai infrastruktur *gateway* dan diterima oleh *user* (*smart metering*) dengan menggunakan frekuensi 2100 MHz di area perumahan purwokerto. Nilai dari RSRP akan digunakan untuk menilai kualitas koneksi pada jaringan selular kemudian dapat digunakan dalam beberapa proses seperti handover, optimalisasi jaringan dan penentuan kualitas layanan. Dengan adanya pengukuran ini akan memastikan *user* mendapatkan layanan yang memadai dengan kekuatan sinyal yang cukup.

Tabel 4. Indikator Nilai RSRP

Indikator	Range
Sangat Baik	>-80 dBm
Baik	-90 dBm sampai -100 dBm
Normal	-100 dBm sampai -110 dBm
Buruk	<=110 dBm

Tabel 4. Menunjukkan indicator nilai RSRP yang digunakan dalam perancangan jaringan NB-IoT untuk infrastruktur *Smart Metering* di Area perumahan.



Gambar 5. Simulasi Coverage Planning Untuk RSRP.

Gambar 5 merupakan ilustrasi peletakan 7 site eNodeB NB-IoT untuk infrastruktur *smart metering* pada area perumahan seluas 115 km<sup>2</sup>. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui histogram untuk RSRP yang menunjukkan nilai terbaik dari RSRP pada rentang >-80 dBm dengan indicator sangat baik sebesar lebih dari 50% mencakup area perumahan tersebut.

**2. Simulasi Berdasarkan Coverage Untuk Parameter SINR**

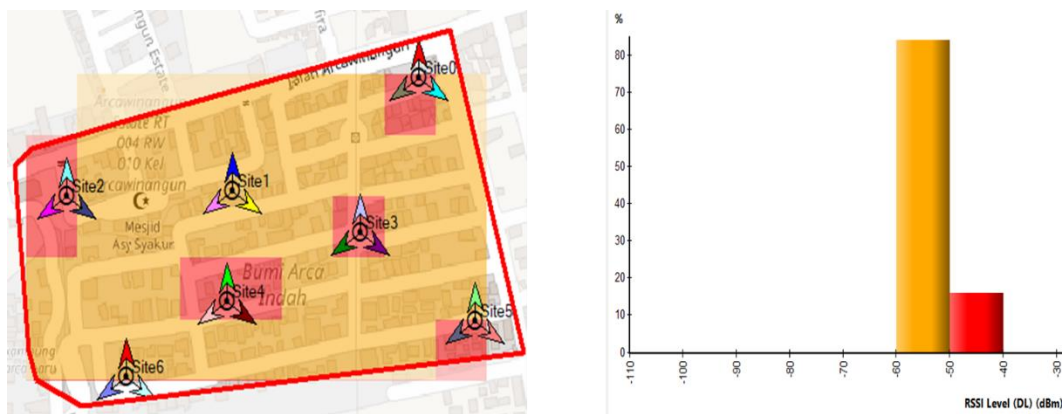
Ujicoba perancangan *coverage* berdasarkan RSSI dilakukan untuk mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat dari sumber sinyal. Kualitas RSSI akan menentukan suatu device mendapatkan

akses layanan jaringan atau tidak. RSSI juga digunakan untuk mengevaluasi kekuatan sinyal dalam jaringan seluler.

Tabel 5. Indikator Nilai RSSI

Indikator	Range
Sangat Baik	>-70 dBm
Baik	-70 dBm sampai -85 dBm
Normal	-85 dBm sampai -110 dBm
Buruk	<=-110 dBm

Tabel 5 adalah indikator nilai RSSI yang akan digunakan pada perancangan NB-IoT berdasarkan *coverage*. Sehingga, Ketika digunakan pada simulai dapat menghasilkan histogram seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Simulasi *Coverage Planning* Untuk RSSI.

Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi untuk panaran site NB-IoT sebagai infrastruktur *smart metering*. Serta, hasil histogram dengan nilai terbaik RSSI di rentang > - 70 dBm dengan nilai sebesar -50 dBm sampai -60 dBm mampu memberikan kuat sinyal untuk infrastruktur *smart metering* sebesar 80%.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan study literatur dan simulasi untuk penelitian ini, dapat disimpulkan untuk frekuensi 2100 MHz dapat digunakan pada area perumahan di purwokerto. Hal ini dapat diperkuat dengan hasil simulasi perancangan jaringan NB-IoT berdasarkan *coverage* yaitu melakukan perhitungan untuk peletakan *site* berdasarkan konsep ISD terdapat 7 *site* NB-IoT yang dibutuhkan untuk *smart metering*. Dari hasil simulasi RSRP diperoleh nilai terbaik >-80 dBm dengan indikator sangat baik yang mampu mencakup lebih dari 50% area perumahan. Ujicoba RSSI dengan nilai -50 dBm sampai dengan -60 dBm dapat memberikan kuat sinyal pada *smart metering* dengan mampu mencakup area perumahan sebesar 80%. Berdasarkan persentase dari RSRP dan RSSI dapat disimpulkan bahwa, memungkinkan untuk merancang jaringan NB-IoT untuk infrastruktur layanan *smart metering* di area perumahan. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan ialah dengan melakukan uji coba di frekuensi 900 MHz dan mencoba di berbagai skema NB-IoT di area yang lebih luas.



## REFERENCES

- [1] 3GPP, "Cellular system support for ultra-low complexity and low throughput Internet of Things (CIoT)," <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=2719>.
- [2] Y. P. E. W. et Al, "A Primer on 3GPP Narrowband Internet of Things," *IEEE Commun. Mag.*, 2017.
- [3] M. I. Nashiruddin, "Creating Competitive Advantage in the Turbulent Business Environment:: Lesson Learned from Indonesia Telecommunication Industry," *Bul. Pos dan Telekomun.*, vol. 17, no.1, pp. 31–46, 2019, 2019.
- [4] A. Wijaya, "XL Axiata Luncurkan Jaringan NB-IoT 31 Kota," Available: <https://www.antaranews.com/berita/1080932/xl-axiata-luncurkan-jaringan-nb-iot-31-kota>.
- [5] G. Melinda, "Perancangan Jaringan NB-IoT Menggunakan Skema Standalone Frekuensi 900 MHz Di Jakarta," *Journal of Telecommunication, Electronics, And Control Engineering (JTECE)*, vol. Vol.01, 2019.
- [6] M. I. Nashiruddin and A. A. Faradila, "NB-IoT Network Planning For Advance Metering Infrastructure in Surabaya, Sidoarjo, and Gresik," *2020 Internasional Conference On Information and Communication (ICoICT)*, no. Nas, 2020.
- [7] M. T. J. Sihotang, M. I. Nashiruddin, and M. A. Murti, "Planning for NB-IoT Smart City Network Deployment in Bandung Area," *2021 IEEE 11th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, 2021.
- [8] A. Hidayati, M. Reza, N. M. Ardiansyah, and M. I. Nashiruddin, "Techno-Economic Analysis of Narrowband IoT (NB-IoT) Deployment for Smart Metering," *2019 Asia Pasific Conference on Research in Industrial and Systems Engineering (APCoRISE)*, 2019.
- [9] H. Fattah, *5G LTE Narrowband Internet of Things (NB-IoT)*. 2019.
- [10] M. Chen, Y. Miao, Y. Hao, and H. K., "Narrowband internet of things," *IEEE Access*, 2017.
- [11] GSM Association, *NB-IoT deployment guide to basic feature set requirements*. 2018.
- [12] R. Joyce, D. Morris, S. Brown, D. Vyas, and L. Zhang, "Higher order horizontal sectorization gains for 6, 9, 12 and 15 sectored cell sites in a 3GPP/HSPA+ network," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 65, no. 5, pp. 3440–3449, 2016, 2016.
- [13] H. Fattah, *LTE Cellular Narrowband Internet of Things (NB-IoT)*. 2021.
- [14] M. T. Sultan, N. M. Ardiansyah, and M. I. Nashiruddin, "Techno-Economic Analysis of the Narrowband Internet of Things (NB-IoT) Network Planning for Smart Metering Services in Urban Area (Study Case: Padang City)," *e-Proceeding of Engineering : Vol.8, No.5 Oktober 2021*, p. 4805, 2021.
- [15] L. Feltrin, "Narrowband IoT: A survey on downlink and uplink perspectives," *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 26, no. 1, pp. 78–86, 2019., 2019.