

Perencanaan Jaringan NB-IoT Standalone pada Frekuensi 900 MHz : Kasus Kecamatan Genuk, Semarang

Brylliant Raiseviolla Minto^{1*}

¹Telkom University Purwokerto; Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, Purwokerto, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia; (0281) 641629

Keywords:

coverage area, frequency, NB – IoT network planning, signal quality.

Correspondent Email:

Brylliantrais@gmail.com@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini fokus pada perencanaan cakupan dan pengukuran kualitas sinyal di Genuk, untuk mengevaluasi cakupan dan kinerja jaringan pada frekuensi 900 MHz. Hasil menunjukkan bahwa hanya satu site diperlukan untuk menutupi area seluas 27,334 km², dengan nilai perhitungan minimum 0,037. Simulasi parameter RSRP, RSSI, dan SNR menunjukkan sebagian besar area berada dalam kategori sinyal "Baik" hingga "Sangat Baik". Sekitar 1,72% wilayah tergolong "Sangat Baik" (RSRP > -85 dBm), dan 13,96% dalam kategori "Baik" (RSRP -85 hingga -92 dBm). Hasil RSSI menunjukkan 6% di kategori "Sangat Baik" (<-70 dBm), dan 10% di kategori "Baik" (-70 hingga -86 dBm). Analisis SNR menunjukkan 11% di kategori "Sangat Baik" (>= 10 dB) dan 15% di kategori "Baik" (>= 0 dan < 10 dB). Secara keseluruhan, kinerja jaringan memadai, dengan peluang untuk optimasi lebih lanjut.



JITET is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstract. This study focused on coverage planning and signal quality measurements in Genuk, to evaluate coverage and network performance at 900 MHz. Results show that only one site is required to cover an area of 27.334 km², with a minimum calculation value of 0.037. Simulations of RSRP, RSSI, and SNR parameters showed that most areas were in the 'Good' to 'Excellent' signal category. About 1.72% of the area is classified as 'Very Good' (RSRP > -85 dBm), and 13.96% is in the 'Good' category (RSRP -85 to -92 dBm). RSSI results showed 6% in the 'Very Good' category (<-70 dBm), and 10% in the 'Good' category (-70 to -86 dBm). SNR analysis showed 11% in the 'Excellent' category (>= 10 dB) and 15% in the 'Good' category (>= 0 and < 10 dB). Overall, the network performance was adequate, with opportunities for further optimisation.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri 4.0 di Indonesia mendorong kebutuhan akan teknologi komunikasi yang mendukung otomatisasi dan digitalisasi proses industri. Kawasan Industri Genuk Semarang merupakan salah satu kawasan industri, dengan lokasi yang strategis, kawasan ini menjadi magnet bagi perkembangan industri dari berbagai sektor [1].

Banyaknya otomatisasi dan digitalisasi yang dilakukan membutuhkan konektivitas *Internet of Things* (IoT) yang handal untuk mendukung operasional sehari-hari. Teknologi

komunikasi nirkabel yang dikenal dengan nama *Low Power Wide Area* (LPWA) merupakan salah satu solusi untuk mendukung konektivitas IoT. LPWA merupakan kategori teknologi komunikasi nirkabel yang dirancang untuk mendukung pengembangan dan penyebaran IoT, dengan kemampuan menjangkau area yang luas dan konsumsi daya yang rendah, sehingga cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan penghematan daya dan jangkauan sinyal yang luas [2].

Narrow-Band IoT (NB-IoT) merupakan salah satu teknologi LPWA yang memiliki

jangkauan yang luas dan telah distandarisasi oleh *Third Generation Partnership Project* (3GPP). Teknologi ini memungkinkan banyak perangkat untuk saling terhubung melalui jaringan dengan cakupan yang luas, daya yang rendah, dan biaya yang efisien. Selain itu, NB-IoT mendukung *Maximum Coupling Loss* (MCL) hingga 164 dB [3]

Meskipun NB-IoT dirancang untuk meningkatkan cakupan di area terrestrial, teknologi ini juga dapat diterapkan untuk menyediakan layanan di area samudra, di mana MCL tidak menjadi faktor pembatas karena rendahnya rugi-rugi propagasi. Selain batasan MCL untuk radius sel maksimum dalam NB-IoT, panjang *Cyclic Prefix* (CP) dan waktu juga memberikan batasan pada cakupan sel NB-IoT. Spesifikasi 3GPP menetapkan format preamble yang diizinkan untuk NB-IoT, dan membatasi radius sel maksimum hingga 35 km[4].

Dalam konteks ini, analisis desain jaringan untuk NB-IoT memiliki target utama untuk mencakup penggunaan layanan *Advanced Metering Infrastructure* (AMI). Terdapat empat layanan AMI, yaitu distribusi listrik, air, gas, dan bahan bakar yang memiliki manfaat bagi pelanggan dan industri. Dengan demikian, integrasi layanan AMI dalam desain jaringan NB-IoT diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan yang diberikan [5].

Konektivitas layanan AMI terdiri dari banyak node sensor dan perangkat kontrol yang saling terhubung. Kawasan industri Genuk, Semarang, merupakan kawasan yang memiliki karakteristik perkotaan. Perlu dilakukan analisis jumlah minimum eNodeB yang dibutuhkan dengan menggunakan cakupan dan kapasitas untuk mengimplementasikan jaringan NB-IoT layanan AMI di kawasan Industri Genuk Semarang.

Implementasi NB-IoT di wilayah Kecamatan Genuk, Semarang dapat menjadi solusi yang ideal untuk menghubungkan berbagai perangkat IoT untuk mengetahui kondisi di wilayah tersebut melalui sistem otomasi dengan hemat yang [6].

Frekuensi yang digunakan dalam perencanaan NB-IoT di wilayah kecamatan Genuk adalah 900 MHz atau skema stand-alone, yang menggunakan pita frekuensi yang terpisah dari jaringan Long-Term Evolution

(LTE). Hal ini memungkinkan cakupannya lebih luas dibandingkan dengan skema In-Band dan guard-band [7]. Dalam perencanaannya, software simulasi Atoll dapat dimanfaatkan. Atoll sendiri merupakan perangkat lunak yang sering digunakan dalam dunia telekomunikasi dalam perencanaan dan pengoptimalan sebuah jaringan nirkabel, salah satunya adalah NB-IoT [8]

2. TINJAUAN PUSTAKA

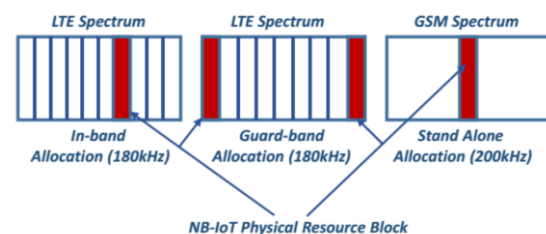
2.1. NB-IOT

Standar global 3GPP telah mengembangkan dan menstandarisasi kelas-kelas baru dalam spesifikasi Rel.13, di mana sistem pita sempit diperkenalkan dan dirancang untuk mendukung kebutuhan komunikasi antar mesin (M2M), yang kini lebih dikenal sebagai Internet of Things (IoT) [9]. NB-IoT dapat diterapkan dengan biaya yang efisien, karena teknologi ini dapat langsung digunakan pada jaringan Sistem Komunikasi Seluler Global (GSM) dan Sistem Telekomunikasi Seluler Universal (UMTS) [10].

Jika dibandingkan dengan Bluetooth, ZigBee, dan teknologi komunikasi jarak pendek lainnya, jaringan NB-IoT memiliki jangkauan yang lebih luas dan kemampuan konektivitas yang mendukung berbagai macam aplikasi. NB-IoT memungkinkan pembukaan pasar yang sangat luas, yang sebelumnya tidak terjangkau [11].

2.2. NB-IoT Deployment Mode

NB-IoT dapat diterapkan dalam beberapa mode yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi jaringan yang ada dapat dilihat dari gambar 1 yang menunjukkan mengenai skema penerapan NB-IoT[12].



Gambar 1. Skema NB-IoT [12]

Setiap mode penerapan memiliki karakteristik dan keunggulan tertentu, baik dari segi efisiensi penggunaan spektrum, cakupan, maupun kebutuhan infrastruktur.

2.3. Coverage Planning

Perhitungan link budget bertujuan untuk memperkirakan nilai maksimum pelemahan sinyal yang masih dapat diterima antara Access Point dan UE, yang biasa disebut dengan *Maximum Allowed Pathloss* (MAPL). Oleh karena itu, perhitungan link budget dilakukan pada dua sisi, yaitu sisi Uplink dan Downlink.

2.4. Area Penelitian

Pada sub bab ini menampilkan area penelitian yang dilakukan sesuai dengan gambar dibawah



Gambar 2. Wilayah Kecamatan Genuk Semarang

Gambar 2 menunjukkan peta Kecamatan Genuk Semarang, salah satu kawasan industri strategis yang memiliki potensi besar untuk pengembangan solusi berbasis NB-IoT.

3. METODE PENELITIAN

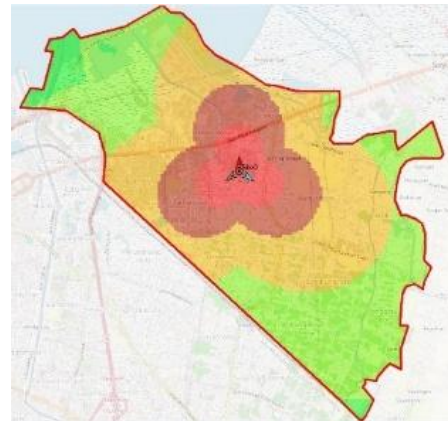
Alur penelitian yang dilakukan untuk merancang perencanaan NB-IoT di wilayah Pulau Jawa. Penelitian dimulai dengan studi literatur, kemudian pemilihan wilayah Kecamatan Genuk di Semarang sebagai lokasi pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi parameter *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), dan *Reference Signal Received Power* (RSRP) untuk mengevaluasi kinerja jaringan.

Lingkup perencanaan meliputi perhitungan path loss, link budget, dan atenuasi antara UE dan eNodeB untuk menentukan jarak maksimum yang dapat tercapai. Proses ini bertujuan untuk menghitung jumlah eNodeB yang diperlukan untuk menutupi area tertentu dengan efektif. Simulasi menggunakan perangkat lunak Atoll dilakukan untuk memverifikasi hasil perhitungan. Jika hasil

simulasi sesuai dengan perhitungan awal, analisis dilakukan untuk mengevaluasi hasil perencanaan NB-IoT. Namun, jika hasilnya tidak sesuai, dilakukan perhitungan ulang untuk memastikan akurasi.

Tahap akhir penelitian meliputi analisis dan evaluasi parameter perencanaan berdasarkan data yang dikumpulkan dan hasil simulasi. Pendekatan ini memastikan bahwa perencanaan NB-IoT valid dan akurat sesuai dengan kebutuhan lokasi penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN



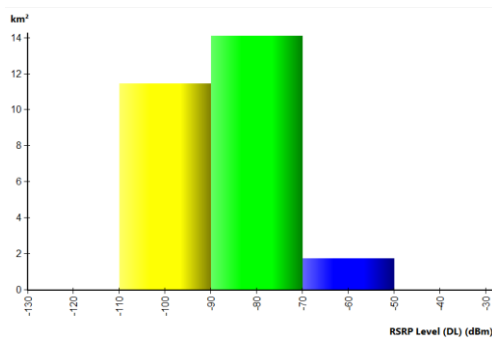
Gambar 3. Result coverage planning.

Gambar 2 menunjukkan perhitungan, jumlah site minimal yang dibutuhkan untuk mengcover wilayah kecamatan Genuk dalam perencanaan jaringan adalah 1, karena hasil perhitungan sebelumnya mendapatkan nilai 0.037 yang dapat dibulatkan menjadi 1 site. Hasil simulasi menggunakan software perencanaan jaringan menunjukkan nilai parameter RSRP, RSSI dan SINR kecamatan Genuk.

Tabel 1 Parameter RSRP [13]

Range	Condition
0 to -85 dBm	Very Good
-85 to -92 dBm	Good
-92 to -102 dBm	Normal
-102 to -110 dBm	Bad
> -110 dBm	Very Bad

Tabel 4 menampilkan rentang parameter RSRP dimulai dari sangat bagus hingga sangat buruk.



Gambar 4 Hasil RSRP

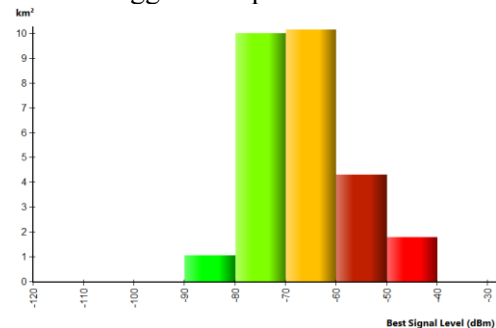
Berdasarkan data yang diperoleh sesuai dengan perhitungan site di area lokasi dengan luas 27,334 Km². Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil yang didapat dikategorikan sangat baik sekitar 1,72%, untuk hasil 13,96% dengan sinyal pada kisaran -85 sampai -92 dBm yang menandakan kualitas sinyal yang baik. Dengan rata-rata -86.67 dBm, sinyal pada area ini masih dalam kategori baik, nilai ini juga menunjukkan adanya variasi kekuatan sinyal pada area tersebut yang ditunjukkan dengan standar deviasi sebesar 9.67 dBm. Adanya standar deviasi ini menunjukkan adanya penyebaran nilai sinyal yang cukup signifikan di sekitar rata-rata, dimana beberapa area memiliki sinyal yang lebih kuat, sementara area lainnya memiliki sinyal yang lebih lemah. Parameter ini merepresentasikan daya sinyal yang diterima oleh pengguna pada frekuensi tertentu.

Tabel 2 Parameter RSSI [14]

Range	Condition
<- 70 dBm	Very Good
-70 to -86 dBm	Good
-86 to -102 dBm	Normal
<-100 to -110 dBm	Bad
>-110 dBm	Very Bad

Berdasarkan hasil grafik nilai RSSI yang ditampilkan pada Gambar 5 dan diklasifikasikan menurut rentang nilai pada Tabel 2, kualitas sinyal dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori. Kategori Sangat Baik (<-70 dBm), yang mencerminkan kualitas sinyal yang paling optimal, memiliki persentase sekitar 6%. Selanjutnya, kategori Baik (-70 hingga -86 dBm), yang mengindikasikan konektivitas masih stabil dan mendukung penggunaan, memiliki persentase 10%. Sementara itu, kategori Normal (-86 hingga -

102 dBm), yang menggambarkan sinyal mulai melemah namun masih bisa digunakan dengan cukup baik, menjadi kategori dominan dengan persentase tertinggi mencapai 11%.



Gambar 5 Hasil RSSI

Rata-rata Best Signal Level sebesar -50,43 dBm menunjukkan bahwa kekuatan sinyal di area yang dianalisa cenderung kuat. Sementara itu, standar deviasi sebesar 9,35 dBm menunjukkan variasi kekuatan sinyal di area tersebut. Nilai ini mencerminkan penyebaran sinyal di sekitar rata-rata -50,43 dBm. Kategori Poor (<-100 hingga -110 dBm) dan Very Poor (>-110 dBm) tidak ditemukan pada hasil pengukuran ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Hal ini mengindikasikan bahwa selama periode pengamatan, tidak ada sinyal dengan kualitas yang sangat rendah di area perencanaan. Secara keseluruhan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas sinyal didominasi oleh kategori Normal hingga Baik. Parameter ini merupakan ukuran kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat penerima.

4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan dan simulasi jaringan di Kecamatan Genuk dengan luas wilayah 27,334 km², dibutuhkan 1 site untuk meng-cover area tersebut, berdasarkan perhitungan yang menghasilkan nilai 0,037 dan dibulatkan ke atas. Hasil simulasi menunjukkan rata-rata RSRP sebesar -86.67 dBm, yang masuk dalam kategori cukup baik, dengan standar deviasi sebesar 9.67 dBm. Sebagian besar sinyal berada pada kategori baik dengan rentang -85 hingga -92 dBm (13,96%), sedangkan sinyal yang sangat baik hanya 1,72%. Hasil parameter RSSI, rata-rata mencatat -50,43 dBm, mengindikasikan kekuatan sinyal cenderung kuat. Standar deviasi

sebesar 9,35 dBm menunjukkan adanya variasi sebaran sinyal, namun tidak ada area dengan kualitas sinyal yang buruk atau sangat buruk. Secara keseluruhan, kualitas sinyal di Kecamatan Genuk didominasi oleh kategori normal hingga baik dengan performansi jaringan yang stabil dan tidak ada area yang memiliki sinyal yang sangat buruk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Brylliant Raiseviolla Mintoro selaku mentor selama proses pengerjaan penelitian ini, bantuan, bimbingan, serta semangat yang diberikan sangat berarti dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ayuningtyas and B. Pigawati, "Kualitas Lingkungan Permukiman Kawasan Industri Di Kecamatan Genuk Kota Semarang," *TATALOKA*, vol. 21, no. 1, p. 192, Nov. 2018, doi: 10.14710/tataloka.21.1.192-203.
- [2] V. W. Muhammad and I. Nashiruddin, "NB-IoT Network Planning for Advanced Metering Infrastructure in Surabaya, Sidoarjo, and Gresik," 2020.
- [3] Ansuman Adhikary, Xingqin Lin and Y.-P. and Eric Wang, *Performance Evaluation of NB-IoT Coverage*. IEEE, 2016.
- [4] S. Ha, H. Seo, Y. Moon, D. Lee, and J. Jeong, "A Novel Solution for NB-IoT Cell Coverage Expansion," 2018.
- [5] M. Suryanegara, A. S. Arifin, M. Asvial, K. Ramli, M. I. Nashiruddin, and N. Hayati, "What are the Indonesian Concerns about the Internet of Things (IoT)? Portraying the Profile of the Prospective Market," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 2957–2968, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2885375.
- [6] R. Apriantoro, A. Suharjono, S. M. Putri, J. T. Elektro, N. Semarang, and J. Sudarto, "ANALISIS KINERJA SISTEM KOMUNIKASI NIRKABEL NB-IOT UNTUK MONITORING SUNGAI."
- [7] ECC REPORT, "The suitability of the current ECC regulatory framework for the usage of Wideband and Narrowband M2M in the frequency bands 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2.1 GHz and 2.6 GHz," 2017.
- [8] D. Wirawangsa, A. H. S. Budi, and F. N. Sabri, "Perencanaan Jaringan Seluler GSM 1800 MHz," *Inaque : Journal of Industrial and Quality Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 11–24, Feb. 2020, doi: 10.34010/iqe.v8i1.2766.
- [9] N. A. Gustina and I. Krisnadi, "NB-IoT Based Smart Parking System for Jakarta Smart City," 2020.
- [10] M. B. Ginting, "Implementasi Skenario In-Band Untuk Teknologi NB-IoT Di Area Jakarta," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 11, no. 1, pp. 43–52, Aug. 2023, doi: 10.34010/telekontran.v11i1.9854.
- [11] A. Hidayati, M. Reza, N. M. Adriansyah, and M. I. Nashiruddin, "Techno-economic analysis of narrowband IoT (NB-IoT) deployment for smart metering," in *2019 Asia Pacific Conference on Research in Industrial and Systems Engineering, APCoRISE 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2019. doi: 10.1109/APCoRISE46197.2019.9318920.
- [12] K.F Muteba, K Djouani, and T.O Olwal, *Opportunistic Resource Allocation for Narrowband Internet of Things: A Literature Review*. IEEE, 2020.
- [13] A. Rosyada, J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, and D. Chandra, "Analisis Kualitas Handover 4G LTE Berdasarkan Parameter Drive Test Di Jalur Kereta Api Padang-Pariaman," 2022.
- [14] A. Rosyada, J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, and D. Chandra, "Analisis Kualitas Handover 4G LTE Berdasarkan Parameter Drive Test Di Jalur Kereta Api Padang-Pariaman," 2022.