

## Perencanaan Dan Optimalisasi Jaringan Selular 5G NR

### Frekuensi 2.3 GHz Di Kota Pekanbaru

Astuti Br. Situmorang, Hamzah U Mustakim, \*Nilla Rachmaningrum

Fakultas Teknik Elektro, Telkom University Surabaya

Diterima: 11 Desember, 2023 | Revisi: 11 Januari, 2024 | Diterbitkan: 1 Februari 2024

DOI: <https://doi.org/10.33005/scan.v19i1.4736>

#### ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada perencanaan dan optimalisasi jaringan selular 5G NR frekuensi 2,3 GHz di Kota Pekanbaru. Teknologi 5G berbasis IMT-2020 menawarkan kecepatan data tinggi (eMBB hingga 10 Gbps), latensi rendah (URLLC < 1 ms), dan kapasitas koneksi masif (mMTC hingga 1 juta perangkat/km<sup>2</sup>). Tantangan implementasi meliputi regulasi dan infrastruktur. Pekanbaru memerlukan konektivitas andal untuk sektor perdagangan dan pertambangan minyak. Penelitian menggunakan perangkat lunak Atoll 3.4 untuk perencanaan dan simulasi jaringan 5G dalam skenario *Non-Standalone* (NSA), dengan analisis *capacity planning* dan *coverage planning*. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan analisis *capacity planning* dengan rata-rata nilai SS-RSRP -105,88 dBm termasuk kategori sinyal buruk, rata-rata nilai SS-SINR 16,82 dB masuk kedalam kategori baik, dan *Throughput* sebesar 265 Mbps. Sedangkan analisis *coverage* dengan rata-rata nilai -84,52 dBm termasuk kategori sangat baik, rata-rata nilai SS-SINR 8,97 dB termasuk kategori normal dan *Throughput* sebesar 216,2 Mbps. Kemudian dilakukan optimasi *capacity planning* dan diperoleh rata-rata RSRP -71,59 dBm termasuk kategori sinyal sangat baik, dengan *focus zone* 67,1%, dan *Throughput* sebesar 224 Mbps. Sedangkan dengan *coverage planning* juga di lakukan optimasi dan diperoleh rata-rata RSRP -67,99 dBm termasuk kategori sinyal sangat baik, dengan *focus zone* 99,8% dan *Throughput* sebesar 235 Mbps.

Kata Kunci: 5G NR, Capacity, Coverage, SS-RSRP, SS-SINR, Throughput.

#### PENDAHULUAN

Pekanbaru memiliki peran strategis dalam pengembangan infrastruktur di Sumatra. Sebagai kota metropolitan dan pusat distribusi, Pekanbaru membutuhkan infrastruktur yang mendukung pertumbuhan ekonominya. Terletak di posisi geografis strategis, kota ini berbatasan dengan beberapa kabupaten dan memiliki populasi lebih dari 1 juta jiwa (Ariana, 2016; BPS Kota Pekanbaru; Santoso, 2016). Perencanaan jaringan 5G di Pekanbaru sangat penting untuk memenuhi kebutuhan komunikasi yang cepat dan stabil, serta mendukung inovasi teknologi dan perkembangan ekonomi (Kusuma & Suryanegara, 2019). Perkembangan teknologi seluler terus meningkat, dengan 5G New Radio (NR) menawarkan kecepatan data tinggi dan latensi rendah. Spektrum 5G dibagi menjadi pita rendah, menengah, dan tinggi (Kirang, et al., 2023). Studi ini menggunakan spektrum mid-band 2,3 GHz untuk memenuhi kebutuhan eMBB di Pekanbaru (Monte, et al., 2019). Frekuensi 2,3 GHz dipilih karena cocok dengan cakupan wilayah dan ketersediaannya yang luas di Indonesia. Penelitian ini akan menganalisis kapasitas dan cakupan untuk menentukan jumlah minimum gNodeB yang diperlukan menggunakan propagasi Urban Macro (UMa) (Tsgr, 2023). Jaringan 5G di Pekanbaru akan menggunakan arsitektur Non-Standalone (NSA), dengan core 4G sebagai dasar. Simulasi dengan software planning akan dilakukan untuk melihat level sinyal di Pekanbaru (Yuliana, et al., 2022).

#### \*Corresponding Author:

Email : n.rachmaningrum@telkomuniversity.ac.id

Alamat : Jl. Ketintang No.156, Ketintang, Kec.

Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60231



This article is published under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## METODE PENELITIAN

### 5G NR

Teknologi 5G NR merupakan generasi baru dari sistem radio dan arsitektur jaringan yang akan menghadirkan broadband, ultra-robust, latensi yang sangat rendah, dan konektivitas jaringan yang masif untuk manusia dan internet of things (Fahira, 2020; Admaja, 2015). Dibalik keunggulan dan peluang yang dapat dihasilkan dari teknologi 5G terdapat berbagai tantangan dalam implementasi dan pembangunan insfrakstruktur (Yuniarto, 2019).

### Arsitektur Teknologi 5G NR

Dalam penerapan teknologi 5G, ada 2 jenis arsitektur yang ditawarkan, yaitu standalone dan non-standalone:

1. *Standalone (SA)*  
Jaringan 5G standalone (SA) berdiri sendiri dengan antarmuka udara 5G New Radio (NR) dan 5G Core (5GC). SA menyediakan pengalaman 5G end-to-end, dapat beroperasi independen, dan bekerja dengan 4G LTE. Keunggulannya termasuk efisiensi lebih baik, biaya lebih rendah, peningkatan throughput data, dan dukungan URLLC (Fahira, 2020).
2. *Non-Standalone (NSA)*  
5G Non-Standalone (NSA) menggabungkan sel radio NR dengan LTE menggunakan konektivitas ganda. Inti jaringan dapat berupa EPC atau 5GC. NSA memungkinkan penggunaan transmisi 4G dan menggabungkan sumber daya LTE dan NR. UE terhubung dengan eNodeB sebagai master node dan en-gNB sebagai secondary node (Fahira, 2020).

### Perancangan Jaringan Seluler 5G NR

Perencanaan Jaringan Seluler 5G NR adalah langkah awal yang penting dalam merencanakan sebuah jaringan. Hal ini diperlukan untuk menentukan area yang akan menjadi fokus perencanaan, jumlah perangkat yang dibutuhkan, dan perkiraan jumlah trafik yang akan ada. Dalam perencanaan jaringan seluler 5G NR, terdapat dua bagian utama yang perlu diperhatikan, yaitu capacity planning (perencanaan kapasitas) dan coverage planning (perencanaan cakupan) (Karo, et al., 2021):

1. *Capacity planning* merupakan teknik perencanaan jaringan yang memperkirakan kebutuhan trafik dari pengguna dengan mempertimbangkan kualitas dan kapasitas jaringan. *Capacity planning* adalah untuk mengetahui jumlah site yang dibutuhkan sesuai dengan trafik/kapasitas yang diperlukan. Dilakukan perhitungan *single user throughput* kemudian total *network throughput* dapat dicari dengan mengalikan jumlah user target terhadap nilai *single user throughput* yang didapat. Penentuan parameter trafik dan model layanan yang digunakan untuk mencari nilai *single user throughput* (Karo, et al., 2021).
2. *Coverage planning* pada perancangan 5G adalah proses untuk memastikan sinyal seluler menjangkau seluruh area yang diinginkan dengan kualitas yang memadai. Pertama, pemilihan lokasi site atau base station dilakukan dengan mempertimbangkan tempat yang strategis untuk mencakup area yang luas dan memiliki akses baik. Ketinggian antena juga diatur untuk menghindari halangan seperti bangunan tinggi atau vegetasi (Susila & Linawati, 2021).

**Parameter Berdasarkan Radio KPI (Key Performance Indicator)**

KPI (Key Performance Indicator) pada radio frekuensi adalah standar yang digunakan untuk mengukur kinerja dan kondisi akses radio frekuensi. Parameter-parameter yang biasanya menjadi indikator dalam KPI ini mencakup SS-RSRP (Synchronization Signal-Referenced Signal Received Power) dan SS-SINR (Signal-to-Noise and Interference Ratio). Dengan menggunakan KPI ini, kita dapat mengevaluasi performansi dan kualitas jaringan radio dengan mengacu pada kekuatan sinyal dan rasio sinyal-ke-noise dan interferensi.

1. *SS-RSRP (Synchronization Signal-Referenced Signal Received Power)*

Synchronization signal-referenced signal received power (SS-RSRP) adalah nilai rata-rata daya yang diterima oleh antenna transmit dari sinyal sinkronisasi untuk mengukur kekuatan sinyal dari sinyal referensi. Parameter SS-RSRP memberikan informasi tentang tingkat sinyal dari sel tertentu dalam jaringan 5G. Sinyal referensi ini diangkut oleh simbol khusus pada subcarrier tertentu dalam blok sumber daya, sehingga pengukuran SS-RSRP hanya berlaku pada elemen sumber daya yang membawa sinyal referensi khusus dari seluler (cell-specific reference signal). Pada Tabel 1 menunjukkan kategori nilai dari parameter SS-RSRP sebagai berikut [14]:

**Tabel 1**  
**Kategori Nilai SS-RSRP**

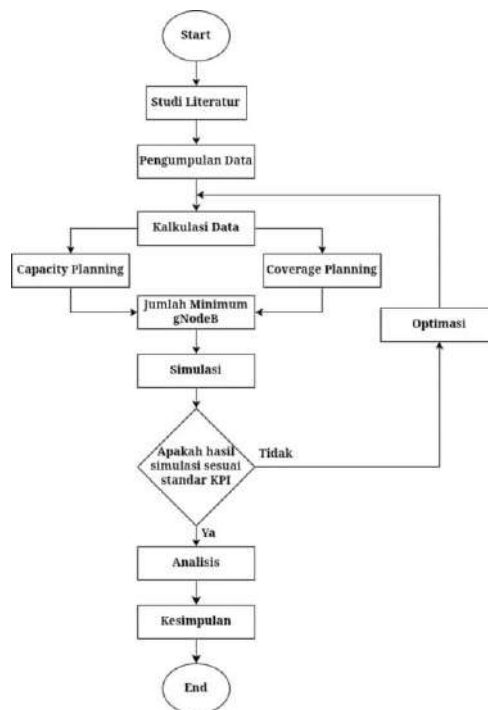
Nilai SS-RSRP	Kategori	Warna
$SS-RSRP \geq -85 \text{ dBm}$	Sangat Baik	
$-90 \leq SS-RSRP \leq -85 \text{ dBm}$	Baik	

2. *SS-SINR (Signal-to-Noise and Interference Ratio)*

Signal-to-Noise and Interference Ratio (SINR) adalah rasio perbandingan antara kekuatan sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dibandingkan dengan kebisingan latar belakang atau nilai rata-rata daya. Pada Tabel 2 menunjukkan kategori nilai dari parameter SS-SINR sebagai berikut [14]:

**Tabel 2**  
**Kategori Nilai SS-SINR**

Nilai SS-SINR	Kategori	Warna
$SS-SINR \geq 30 \text{ dB}$	Sangat Baik	
$10 \leq SS-SINR \leq 30 \text{ dB}$	Baik	
$0 \leq SS-SINR \leq 10 \text{ dB}$	Normal	
$-10 \leq SS-SINR \leq 0 \text{ dB}$	Buruk	



Gambar 1. Alur Penelitian

Tabel 3  
 Parameter Perencanaan

Parameter		5G NR (2,3 GHz)		
Wilayah	Luas Wilayah ( $km^2$ )	Model Propagasi	Bandwidth	Power Transmitter
Pekanbaru	632,26 $km^2$	UMa (Urban Macro)	100 MHz	49 dBm

Sumber: Data Diolah

### Alur Penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan flowchart atau alur penelitian yang dilakukan. Alur penelitian ini dimulai dengan mencari studi literatur tentang jaringan seluler 5G, lalu melakukan pengumpulan data sebagai bahan penelitian, setelah mendapatkan data selanjutnya ialah melakukan kalkulasi data yang dibutuhkan untuk perancangan, pada penelitian ini dilakukan 2 perencanaan, yaitu capacity planning dan coverage planning, setelah itu melakukan simulasi menggunakan aplikasi Atoll, setelah mensimulasi, dilakukan analisis apakah hasilnya telah memenuhi standar Radio KPI (Key Performance Indicator) atau belum, jika belum maka perlu dilakukan optimasi dari kalkulasi data, jika telah memenuhi maka penelitian lanjut pada tahap analisis data dan membuat kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis teknis ini dirancang untuk merinci estimasi jumlah minimum gNodeB yang diperlukan. Estimasi ini didasarkan pada analisis cakupan dan perencanaan kapasitas yang teliti, dengan fokus pada optimalisasi jaringan seluler 5G NR pada frekuensi 2,3 GHz di wilayah Kota Pekanbaru. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi kebutuhan infrastruktur yang paling efektif dan efisien, sekaligus memastikan bahwa

cakupan jaringan seluler dapat memenuhi standar tinggi serta mengakomodasi kebutuhan kapasitas yang mungkin sangat beragam dalam konteks perkembangan dinamis teknologi 5G NR. Spesifikasi perencanaan jaringan berdasarkan capacity planning yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4.

### Simulasi Perancangan Jaringan

Pada perancangan jaringan seluler terdapat 2 jenis analisis yaitu coverage planning dan capacity planning, terdapat 3 parameter yang dimiliki pada masing-masing jenis perancangan berdasarkan Radio KPI (Key Performance Indicator), yaitu parameter SS-RSRP (Synchronization Signal- Referenced Signal Received Power), parameter SS-SINR (Signal to Noise and Interference Ratio), dan parameter throughput.

### Analisis Capacity Planning

- a. SS-RSRP: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-RSRP menghasilkan nilai rata-rata -105,88 dBm, untuk sinyal terbaik yaitu -62 dBm seluas 0,03 km<sup>2</sup> atau 0,006% dan sinyal terendah yaitu -120 dBm seluas 9,61 km<sup>2</sup> atau 2,143% pada area wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang -61 s/d -85 dBm untuk kategori sangat baik sebesar 4,869 %, -85 s/d -95 dBm untuk kategori baik sebesar 10,764%, -95 s/d -105 dBm untuk kategori normal sebesar 29,136%, dan -105 s/d -120 dBm untuk kategori buruk sebesar 55,227%, seperti pada gambar 2 (a) dan (d).
- b. SS-SINR: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-SINR menghasilkan nilai rata-rata 16,82 dB, untuk sinyal terbaik yaitu 31 dB seluas 39,46 km<sup>2</sup> atau 8,219 % dan sinyal terendah yaitu 0 dB seluas 0,43 km<sup>2</sup> atau 0,09% pada area wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang 0 s/d 10 dB untuk kategori sinyal normal 24,26%. 10 s/d 30 dB untuk kategori sinyal baik 67,52%, dan untuk 30 s/d 31 dB untuk kategori sinyal sangat baik sebesar 8,219%, seperti pada gambar 2 (b) dan (e).
- c. Throughput: Analisis hasil simulasi yang dilakukan menghasilkan nilai rata-rata 265.811,28 Kbps atau 265,811 Mbps, seperti pada gambar 2 (c) dan (f).

Dari hasil analisis capacity planning dengan 21 site didapatkan hasil SS-RSRP yang belum termasuk dalam kategori baik, hasil SS-SINR sudah masuk dalam kategori baik.

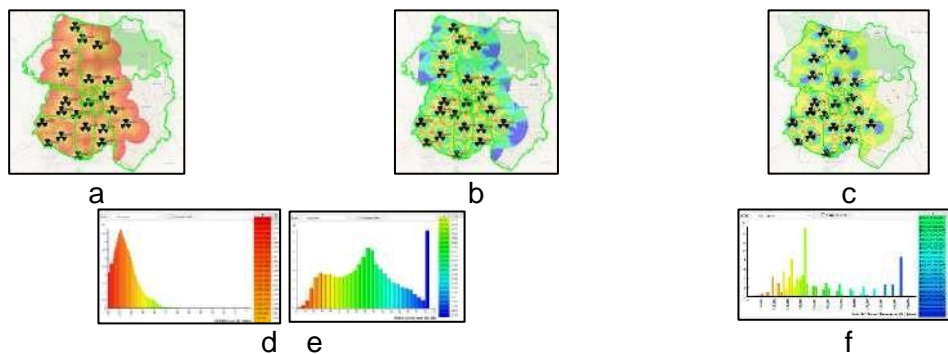
**Tabel 4**  
**Spesifikasi Perencanaan Jaringan 5G**

Urban	Downlink
Area Wide (km <sup>2</sup> )	632,3 km <sup>2</sup>
Users (jiwa)	101.157,07 jiwa
Network Throughput (Mbps)	6.579.394,04 Mbps
Cell Average Throughput (Mbps)	53,48 Mbps
Site Capacity (Mbps)	314.496,00 Mbps
Number of Site	20,92 Site
Number of Users/Site	1.891,35 Jiwa
Cell Coverage (Km <sup>2</sup> )	30,22 Km <sup>2</sup>
Cell Radius (Km <sup>2</sup> )	20,92 Km <sup>2</sup>

**Tabel 5**  
**Parameter Link Budget**

<b>Maximum Allowable Path Loss (MAPL)</b>			
Parameter	Notasi	Downlink	Uplink
gNodeB Transmitter power (dBm)	A	49 dBm	49 dBm
Resource Block	B	273	273
10 log 10 Subcarrier quantity	C	3276	3276
gNodeB antenna gain (dBi)	D	2 dBi	2 dBi
gNodeB cable loss (dB)	E	0 dB	0 dB
Penetration loss (dB)	F	26,85 dB	26,85 dB
Foliage loss (dB)	G	19,59 dB	19,59 dB
Body block loss (dB)	H	3 dB	3 dB
Interference margin (dB)	I	6 dB	2 dB
Rain/Ice margin (dB)	J	0 dB	0 dB
Slow fading margin (dB)	K	8 dB	8 dB
UE antenna gain (dB) k	L	0 dB	0 dB
Bandwidth (MHz)	M	100 MHz	100 MHz
Kontanta Boltzman (k) (mWs/k)	N	1,38,E-20	1,38,E-20
Temperature (Kelvin)	O	293 Kelvin	293 Kelvin
Thermal noise power (dBm)	P	-153,93 dBm	-153,93 dBm
UT noise figure (dB)	Q	9 dB	9 dB
Demodulation thershold SINR (dB)	R	-1,1 dB	-1,1 dB
MAPL (dBm)		98,43656107 dBm	102,4365611 dBm

Sumber: Fahira, et al., 2020



**Gambar 2.** Hasil Simulasi Capacity Planning

### Analisis Coverage Planning

- a. SS-RSRP: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-RSRP menghasilkan nilai rata-rata -84,52 dBm, untuk sinyal terbaik yaitu -62 dBm seluas 0,52 km<sup>2</sup> atau 0,077% dan sinyal terendah yaitu -109 dB seluas 0,02 km<sup>2</sup> atau 0,002% pada area wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang -61 s/d -85 dBm untuk kategori sangat baik sebesar 51,782 %, -85 s/d -95 dBm untuk kategori baik sebesar 42,697%, -95 s/d -105 dBm untuk kategori normal sebesar 5,461%, dan -105 s/d -120 dBm untuk kategori buruk sebesar 0,056%, seperti pada gambar 3 (a) dan (d).



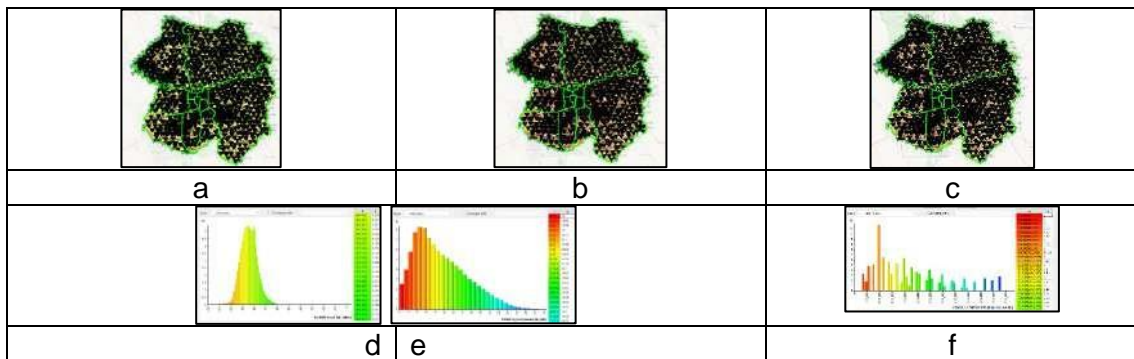
- b. SS-SINR: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-RSRP menghasilkan nilai rata-rata 8,97 dB, untuk sinyal terbaik yaitu 31 dB seluas 0,03 km<sup>2</sup> atau 0,004% dan sinyal terendah yaitu 0 dB seluas 16,4 km<sup>2</sup> atau 2,5% pada area wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang 0 s/d 10 dB untuk kategori sinyal normal 61,443%. 10 s/d 30 dB untuk kategori sinyal baik 38,555%, dan untuk 30 s/d 31 dB untuk kategori sinyal sangat baik sebesar 0,004%, seperti pada gambar 3 (b) dan (e).
- c. Throughput Analisis hasil simulasi yang dilakukan menghasilkan nilai rata-rata 215.208,08 Kbps atau 216,2 Mbps, seperti pada gambar 3 (c) dan (f).

Dari hasil analisis capacity planning dengan 21 site didapatkan hasil SS-RSRP yang sudah termasuk dalam kategori sangat baik, hasil SS-SINR sudah masuk dalam kategori normal.

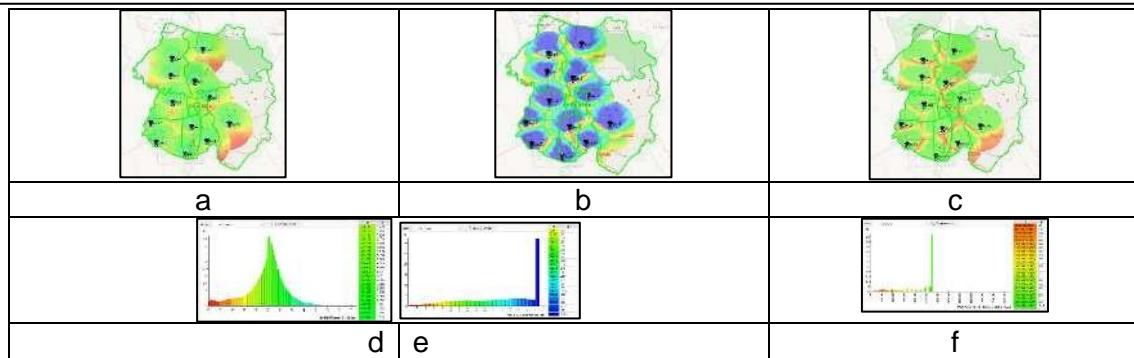
**Analisis Optimasi Capacity Planning**

- a. SS-RSRP: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-RSRP menghasilkan nilai rata-rata -71,59 dBm seperti pada tabel 4.6, untuk sinyal terbaik yaitu -16 dBm seluas 0,02 km<sup>2</sup> atau 0,003% dan level sinyal terendah sebesar -120 dBm yang mencakup 1,11 km<sup>2</sup> atau 0,246% dari wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang -16 s/d -85 dBm untuk kategori sangat baik sebesar 83,783 %, -85 s/d -95 dBm untuk kategori baik sebesar 6,775%, -95 s/d -105 dBm untuk kategori normal sebesar 4,653%, dan -105 s/d -120 dBm untuk kategori buruk sebesar 4,78%, seperti pada gambar 4 (a) dan (d).
- b. SS-SINR: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-RSRP menghasilkan nilai rata-rata 24,83 dB, untuk sinyal terbaik yaitu 31 dB seluas 142,4 km<sup>2</sup> atau 31,89% dan sinyal terendah yaitu 0 dB seluas 1,7 km<sup>2</sup> atau 0,38% pada area wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang 0 s/d 10 dB untuk kategori sinyal normal 12,02%. 10 s/d 30 dB untuk kategori sinyal baik 56,1%, dan untuk 30 s/d 31 dB untuk kategori sinyal sangat baik sebesar 31,89%, seperti pada gambar 4 (b) dan (e).
- c. Throughput Analisis hasil simulasi yang dilakukan menghasilkan nilai rata-rata 224.099,8 Kbps atau 224 Mbps, seperti pada gambar 4 (c) dan (f).

Dari hasil optimasi capacity planning dengan 401 site didapatkan hasil SS-RSRP yang telah masuk dalam kategori sangat baik, hasil SS-SINR sudah masuk dalam kategori baik.



Gambar 3. Hasil Simulasi Coverage Planning



Gambar 4 . Hasil Optimalisasi Simulasi Capacity Planning

Tabel 6  
 Hasil Sebelum dan Sesudah Optimalisasi Capacity Planning

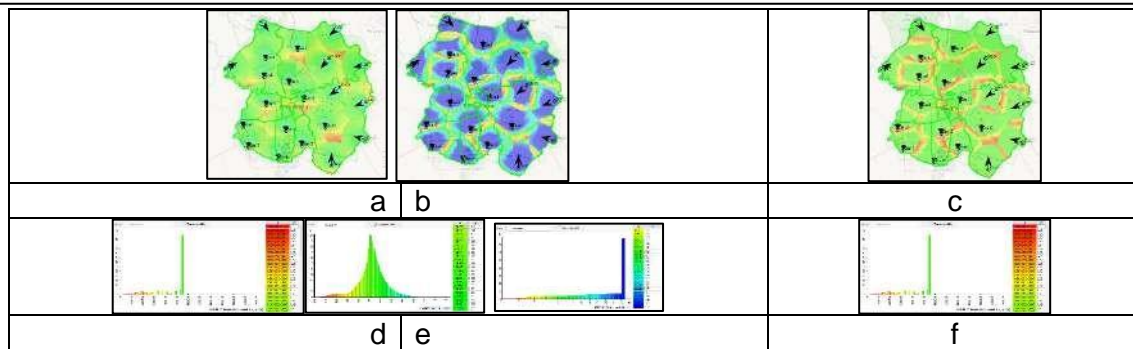
Parameter	Sebelum Optimalisasi	Standart KPI Kategori	Sesudah Optimalisasi	Standart KPI Kategori
SS-RSRP	-105,88 dBm	Normal	-71,59 dBm	Sangat Baik
SS-SINR	31 dB	Sangat Baik	24,83 dB	Baik
Throughput	265,8 mbps	-	224 mbps	-

Pada optimasi capacity planning dilakukan berkali-kali percobaan optimasi mulai dari mengubah modulasi, bandwidth, kanal, gain, mengurangi site, hingga mengurangi mengurangi sectoral pada suatu site. Tabel 6 merupakan rangkuman hasil sebelum dan sesudah optimasi:

#### Analisis Optimalisasi Coverage Planning

- SS-RSRP: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-RSRP menghasilkan nilai rata-rata -67,99 dBm seperti pada tabel 4.7, untuk sinyal terbaik yaitu -16 dBm seluas 0,03 km<sup>2</sup> atau 0,004% dan level sinyal terendah sebesar -119 dBm yang mencakup 0,01 km<sup>2</sup> atau 0,001% dari wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang -16 s/d -85 dBm untuk kategori sangat baik sebesar 92,025 %, -85 s/d -95 dBm untuk kategori baik sebesar 3,927%, -95 s/d -105 dBm untuk kategori normal sebesar 2,868%, dan -105 s/d -120 dBm untuk kategori buruk sebesar 1,177%, seperti pada gambar 5 dan (d).
- SS-SINR: Analisis hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan parameter SS-RSRP menghasilkan nilai rata-rata 26,93 dB, untuk sinyal terbaik yaitu 31 dB seluas 261,1 km<sup>2</sup> atau 39,17% dan sinyal terendah yaitu 0 dB seluas 1,4 km<sup>2</sup> atau 0,2% pada area wilayah penelitian. Berdasarkan hasil simulasi dari rentang 0 s/d 10 dB untuk kategori sinyal normal 9,7%. 10 s/d 30 dB untuk kategori sinyal baik 51,13%, dan untuk 30 s/d 31 dB untuk kategori sinyal sangat baik sebesar 39,17%, seperti pada gambar 5 (b) dan (e).
- Throughput: Analisis hasil simulasi yang dilakukan menghasilkan nilai rata-rata 235.226,51 kbps atau 235,2265 mbps, seperti pada gambar 5 (c) dan (f).





Gambar 5. Hasil Optimalisasi Simulasi Capacity Planning

Tabel 7 rangkuman hasil sebelum dan sesudah optimasi:

Tabel 7  
 Hasil Sebelum dan Sesudah Optimalisasi Coverage Planning

Parameter	Sebelum Optimasi	Standart KPI Kategori	Sesudah Optimasi	Standart KPI Kategori
SS-RSRP	-84,52 dBm	Baik	-67,99 dBm	Sangat Baik
SS-SINR	8,97 dB	Normal	26,93 dB	Baik
Throughput	216,2 mbps	-	235,2 mbps	-

Dari hasil optimasi capacity planning dengan 401 site didapatkan hasil SS-RSRP yang telah masuk dalam kategori sangat baik, hasil SS-SINR sudah masuk dalam kategori baik. Pada optimasi coverage planning juga di lakukan beberapa kali percobaan optimasi sama seperti optimasi capacity, namun pada coverage planning di dapatkan hasil terbaik pada 21 site dengan masing-masing hanya terdiri dari 1 sectoral, hal tersebut dilakukan agar mengurangi terjadinya interferensi antar antenna.

### SIMPULAN

Penelitian jaringan 5G NR di Kota Pekanbaru (669,668 km<sup>2</sup>, 1.074.753 jiwa) menggunakan frekuensi 2300 MHz dan propagasi urban macro. Dua jenis analisis dilakukan: coverage planning dan capacity planning, berdasarkan Radio KPI (SS-RSRP, SS-SINR, throughput). Capacity planning memerlukan 21 site dengan rata-rata SS-RSRP -105,88 dBm (buruk), SS-SINR 16,82 dB (baik), dan throughput 265,811 Mbps. Coverage planning memerlukan 401 site dengan rata-rata SS-RSRP -84,52 dBm (sangat baik), SS-SINR 8,97 dB (normal), dan throughput 216,2 Mbps. Optimasi capacity planning dengan 12 site meningkatkan SS-RSRP menjadi -71,59 dBm (sangat baik) dengan cakupan 67,1% dan throughput 224 Mbps. Optimasi coverage planning dengan 21 site menghasilkan SS-RSRP -67,99 dBm (sangat baik) dengan cakupan 99,8% dan throughput 235,2265 Mbps.

### DAFTAR PUSTAKA

- [R. Ariana, "Rencana Pengembangan Kawasan Perkotaan Pekanbaru," pp. 1–23, 2016, [Online]. Available: <https://pustaka.pu.go.id/storage/biblio/file/rencana-pengembangan-kawasan-perkotaan-pekanbaru-899B1.pdf>

- B. P. S. K. P. (Statistics Pekanbaru), "Jumlah Penduduk menurut di Kota Pekanbaru." [Online]. Available: <https://pekanbarukota.bps.go.id/subject/12/kependudukan.html#subjekViewTab3>
- G. Santoso, "Perkembangan Jaringan Komunikasi Wireless Menuju Teknologi 4G," *Pros. Semin. Nas. Apl. Teknol.*, no. November, pp. 250–254, 2016.
- [A. A. Kusuma and M. Suryanegara, "A. A. Kusuma and M. Suryanegara, 'Upgrading mobile network to 5G The technoeconomic analysis of main cities in Indonesia,' 2019 16th Int. Conf. Qual. Res. QIR 2019 - Int. Symp. Electr. Comput. Eng., pp. 1–6, 20," 2019 16th Int. Conf. Qual. Res. Int. Symp. Electr. Comput. Eng., pp. 1–6.
- A. Kirang, A. Hikmaturokhman, and K. Ni'amah, "5G NR Network Planning Analysis using 700 Mhz and 2.3 Ghz Frequency in The Jababeka Industrial Area," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 403–413, 2023, doi: 10.31289/jite.v6i2.8270.
- A. Monte, C. Studi, K. Lte, S. Maryam, and L. O. Sari, "PERANCANGAN JARINGAN DI KOTA PEKANBARU DENGAN METODE ALGORITMA MONTE CARLO (STUDI KASUS: LTE MULTI- RAT UMTS)," vol. 6, pp. 1–7, 2019.
- TSGR, "TS 138 300 - V17.6.0 - 5G; NR; NR and NG-RAN Overall description; Stage-2 (3GPP TS 38.300 version 17.6.0 Release 17)," 3Gpp, vol. 0, 2023, [Online]. Available: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/138300\\_138399/138300/17.06.00\\_60/ts\\_138300v170600p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138300_138399/138300/17.06.00_60/ts_138300v170600p.pdf)
- H. Yuliana, F. M. Santoso, S. Basuki, and M. R. Hidayat, "Analisis Model Propagasi 3GPP TR38 . 900 Untuk Perencanaan Jaringan 5G New Radio ( NR ) Pada Frekuensi 2300 MHz di Area Urban Analysis of Propagation Model 3GPP TR38 . 900 for 5G New Radio ( NR ) Network Planning at 2300 MHz in Urban Areas," *Telekontran*, Vol. 10, No. 2, Oktober 2022, vol. 10, no. 2, pp. 1–8, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/telekontran/article/download/8233/3321>
- G. Fahira, "Perencanaan NR 5G pada Frekuensi mmWave : Kasus Studi di Kawasan Industri Indonesia," no. di, pp. 6–26, 2020.
- A. F. S. Admaja, "Kajian Awal 5G Indonesia (5G Indonesia Early Preview)," *Bul. Pos dan Telekomun.*, vol. 13, no. 2, p. 97, 2015, doi: 10.17933/bpostel.2015.130201.
- T. Yuniarto, "Masa Depan Jaringan 5G dan Perilaku Komunikasi Digital," *War. ISKI*, vol. 2, no. 01, pp. 1–7, 2019, doi: 10.25008/wartaiski.v2i01.22.
- F. K. Karo, T. Engineering, A. Hikmaturokhman, T. Engineering, M. A. Amanaf, and T. Engineering, "5G N ew R adio ( NR ) N etwork P lanning at F requency of 2 . 6 GHz in G olden T riangle of J akarta," pp. 278–283, 2021.
- N. G. Made Niama Dwi Susila, Linawati, "Perencanaan Coverage Jaringan 5G Berdasarkan Propagasi Rugi Coverage Planning on the 5G Network Based on Path Loss," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 283–292, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184485.
- T. Specification, "TS 138 215 - V15.2.0 - 5G; NR; Physical layer measurements (3GPP TS 38.215 version 15.2.0 Release 15)," vol. 0, pp. 0–17, 2018.

- G. Fahira, A. Hikmaturokhman, and A. R. Danisya, "5G NR Planning at mmWave Frequency : Study Case in Indonesia Industrial Area," Proceeding - 2020 2nd Int. Conf. Ind. Electr. Electron. ICIEE 2020, pp. 205– 210, 2020, doi: 10.1109/ICIEE49813.2020.9277451.