

Simulasi Perancangan 5G *New Radio* N40 TDD pada Frekuensi 2.3 GHz di Kota Medan

Muhammad Agung Ayatullah
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Surabaya, Indonesia

Muhsin
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Surabaya, Indonesia
mmuhsin@telkomuniversity.ac.id

Tri Agus Djoko Kuntjoro
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Surabaya, Indonesia
triagusdjokokuntjoro@telkomuniversity.ac.id

agungayatullah@student.telkomuniversity.ac.id

triagusdjokokuntjoro@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Medan, kota yang disebut sebagai Paris van Sumatera, adalah ibu kota Provinsi Sumatera Utara memiliki wilayah yang luas dan ramai untuk menjadi kota niaga. Dibutuhkan teknologi untuk membantu aktivitas penduduk Kota Medan yang menjadi pusat kegiatan bisnis, pemerintahan, pendidikan, dan kesehatan di kawasan Indonesia Barat, khususnya Pulau Sumatera. Penelitian ini menggunakan frekuensi 2.3 GHz yang terdiri dari *coverage planning* dan *capacity planning* dengan menggunakan propagasi *Urban Macro* yang menggunakan skema *Standalone* (SA) karena teknologi ini merupakan teknologi jaringan yang beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan 4G yang telah tersedia. Perancangan berdasarkan *coverage planning* menghasilkan 11 site dengan SS-RSRP sebesar -96,53 dBm yang sinyalnya termasuk ke dalam kategori normal, SS-SINR sebesar 25,27 dB termasuk ke dalam kategori sangat bagus menurut KPI, sedangkan *capacity planning* menghasilkan 27 site dengan SS-RSRP sebesar -83,17 dBm yang klasifikasi sinyalnya termasuk kedalam kategori sangat bagus, SS-SINR sebesar 12,04 dB yang Dimana klasifikasi sinyalnya termasuk dalam kategori bagus menurut KPI.

Kata kunci— 5G, *Standalone*, SS-RSRP, SS-SINR

I. PENDAHULUAN

Kota Medan yang dikenal sebagai Paris van Sumatera [1] adalah kota terbesar di Pulau Sumatera dan ibu kota Provinsi Sumatera Utara yang juga sebagai pusat bisnis, pemerintahan, pendidikan, dan kesehatan di Indonesia bagian Barat itu dibutuhkan jaringan infrastruktur internet kecepatan tinggi untuk mendukung kemajuan aktivitas penduduknya.

Maka dari itu, jaringan teknologi seluler 5G yang memiliki kecepatan lebih tinggi dari generasi sebelumnya pun dihadirkan. Perencanaan jaringan 5G di Kota Medan menggunakan model propagasi 3GPP TR 38.900 dengan jenis *Urban Macro* (UMa) dilakukan agar mengetahui dan menganalisis level sinyal yang ada di Kota Medan. Penelitian ini menggunakan frekuensi 2.3 GHz karena banyaknya penghalang seperti bangunan tinggi dan kawasan industri. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa dijadikan sebagai solusi atau rekomendasi untuk penyelenggaraan 5G *New Radio* di Kota Medan.

II. KAJIAN TEORI

Kajian teori ini bertujuan memberikan landasan teoritis yang relevan dengan berbagai variabel penelitian.

A. 5G

Teknologi jaringan 5G digolongkan menjadi dua, yaitu *Non Stand Alone* (NSA) dan *Stand Alone* (SA). *Non Stand Alone* (NSA) adalah jaringan 5G yang didukung oleh infrastruktur 4G yang telah ada, perangkat yang mendukung 5G akan terhubung ke frekuensi radio 5G untuk mendapatkan throughput data yang lebih cepat tetapi masih menggunakan jaringan core milik 4G. Sedangkan 5G *Standalone* (SA) didukung oleh infrastruktur 5G yang dimana perangkat 5G akan terhubung ke frekuensi 5G untuk mendapatkan throughput data yang lebih cepat dan sudah terkoneksi ke jaringan core 5G. [2]

B. Keadaan Geografis Medan

Kota Medan yang dikenal sebagai Paris van Sumatera memiliki letak koordinat 3°27'- 3°47'LU 98°35'- 98°44'BT dengan luas wilayah sekitar 281,99 km², penduduknya mencapai 2.474.166 jiwa pada tahun 2023.[3]

C. Capacity Planning

Capacity planning digunakan untuk mengetahui estimasi kecepatan data dengan mempertimbangkan kebutuhan trafik pengguna di suatu wilayah. Untuk memulai langkah pada *capacity planning*, ada perhitungan *forecast* yang dimana perkiraan jumlah penduduk lima tahun kedepan dilakukan untuk memprediksi jumlah pengguna yang rumusnya yang terdapat pada 1 dibawah ini.

$$U_n = U_0 (1 + f_p)^n \quad (1)$$

Keterangan :

U_n : Jumlah pelanggan dari tahun ke-n

U_0 : Jumlah pelanggan pada saat tahun perencanaan

f_p : Faktor peningkatan pelanggan (%)

n : Jumlah pada tahun produksi

Setelah itu mencari nilai ρ untuk mengisi angka pada rumus *traffic demand* yang terdapat pada 3 dibawah ini.

$$\rho = \frac{U_n}{Luas\ wilayah} \quad (2)$$

Kemudian dibutuhkan perhitungan *traffic demand*, bertujuan untuk mengetahui kepadatan pengguna per kilometer persegi dalam area penelitian.

$$G(t) = \rho \frac{8}{N_{dh} \times N_{md}} \times \frac{1}{3600} \varphi(t) \times D_k \quad (3)$$

Setelah didapatkan hasil perhitungan *traffic demand*, menghitung user data rate yang digunakan untuk mengetahui kecepatan data jaringan pada wilayah penelitian yang rumusnya terdapat pada 4.

$$User\ Data\ Rate = \frac{G(t)}{p} \times 1000 \quad (4)$$

Perhitungan data rate untuk menghitung kecepatan data untuk sejumlah operator tertentu

$$User\ Data\ Rate = \frac{G(t)}{p} \times 1000 \quad (5)$$

Perhitungan gNodeB *capacity planning* dilakukan agar pada penelitian ini dapat mengetahui seberapa banyak jumlah *site* yang dibutuhkan pada lokasi penelitian yang rumusnya terdapat pada 5.

$$Site\ gNodeB = \frac{G(t)}{Average\ Site\ Capacity} \quad (6)$$

D. Coverage Planning

Coverage Planning digunakan untuk memastikan jaringan tersebut mampu memberikan sinyal pada seluruh area yang direncanakan. Dengan menggunakan perancangan jaringan berdasarkan *coverage*, kita dapat mengetahui saat terjadi pelemahan sinyal maksimalnya antara perangkat dengan gNodeB. Dengan demikian, kita dapat mengetahui pada radius tertentu perangkat bekerja dengan maksimal melayani pengguna. Jenis pelemahan sinyal ini disebut sebagai *Maximal Allowable Path Loss* (MAPL) yang biasanya diperhitungkan secara *downlink* atau *uplink* dengan persamaan 7 dibawah ini. [4] [5]

$$Path\ Loss\ (dB) = (a - 10 \times \log_{10}(c) + d - e - f - g - h - i - j - k - l - m - n - o) \quad (7)$$

Keterangan :

- a : gNodeB Transmitter Power (dBm)
- b : Subcarrier Quantity
- c : gNodeB antenna gain (dB)
- d : gNodeB cable loss (dB)
- e : Penetration loss (dB)
- f : Foliage loss (dB)
- g : Body block loss (dB)
- h : Interference margin
- i : Rain / ice margin
- j : Slow fading margin
- k : UE antenna gain
- m : UT noise figure
- n : Demodulation threshold SINR

Dibutuhkan juga perhitungan *thermal noise* pada *coverage planning* sehingga menggunakan persamaan rumus 8.

$$Thermal\ noise = 10 \times \log_{10}(K \times T \times B) \quad (8)$$

Keterangan :

- K : Konstanta Boltzman ($1,38 \times 10^{-23}$)
- T : Temperatur Kelvin (293°)
- B : Bandwidth (50 MHz)

Setelah mendapatkan nilai dari *thermal noise*, berikutnya menghitung nilai *subcarrier quantity* dengan persamaan rumus 8.

$$Subcarrier\ Quantity = \frac{Resource\ Block \times Subcarrier\ per\ Resource\ Block}{\dots} \quad (9)$$

Diperlukan jarak antara pemancar dengan penerima (d) dan frekuensi jarak (fc) untuk menghitung *cell radius*-nya sehingga persamaan 10 yang berisi rumus *cell radius* dibawah ini.

$$Cell\ Radius\ (d_{2D}) = \sqrt{(d_{3D})^2 - ((h_{BS} - h_{UT})^2)} \quad (10)$$

Keterangan :

h_{BS} : Tinggi antenna *base station* ($10\ m < d_{BS} < 150$ meter)

h_{UT} : Tinggi antenna *user terminal* ($1,5\ m \leq h_{UT} \leq 22,5$ meter)

Perhitungan *Site Coverage Area* digunakan untuk mencari luas cakupan dari *site* yang dibutuhkan dalam luas suatu wilayah perencanaan jaringan yang rumusnya terdapat pada 11 .

$$Site\ Coverage\ Area = 1,9 \times 2,6 \times (d_{2d})^2 \quad (11)$$

Setelah mengetahui luas area yang dicakup pada lokasi penelitian, selanjutnya adalah menghitung *number of site* untuk mencari jumlah *site* yang diperlukan dalam suatu wilayah perencanaan.

$$Number\ of\ Site = \frac{Total\ Large\ of\ Area}{Site\ Coverage\ Area} \quad (12)$$

E. Propagasi Urban Macro

Model propagasi *Urban Macro* (Uma) adalah salah satu jenis model propagasi 3D pada jaringan 5G *New Radio* yang dikhususkan untuk wilayah *urban / dense urban / sub urban area*. Pada *urban macro*, skenario propagasi yang digunakan dalam keadaan *Line of Sight* (LOS).

F. Parameter Secondary Synchronization-Reference Signal Received Power (SS-RSRP)

SS-RSRP didefinisikan sebagai daya linier rata-rata pada *resource elements* yang membawa informasi *reference signal* dalam rentang frekuensi *bandwidth* yang digunakan. *Reference signal* dibawa oleh simbol tertentu pada satu *subcarrier* dalam *resource block* sehingga pengukuran hanya dilakukan pada *resource element* yang membawa informasi *cell-specific reference signal*. [6]

Tabel 1
A

Kategori	Batas Nilai SS-RSRP (dBm)
Sangat Bagus	$-85 \leq SS-RSRP\ Level < 0$
Bagus	$-95 \leq SS-RSRP\ Level < -85$
Normal	$-105 \leq SS-RSRP\ Level < -95$
Buruk	$-120 \leq SS-RSRP\ Level < -105$
Sangat Buruk	$-140 \leq SS-RSRP\ Level < -120$

G. Parameter Secondary Synchronization Signal-To-Noise And Interference Rasio (SS-SINR)

SSSecondary synchronization signal-to-noise and interference rasio (SS-SINR) merupakan rasio perbandingan kuat sinyal antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dibanding *noise background* yang timbul. Dalam arti rasio yang antara rata-rata *power* diterima dengan rata-rata interferensi dan *noise*. [6]

TABEL 2

B

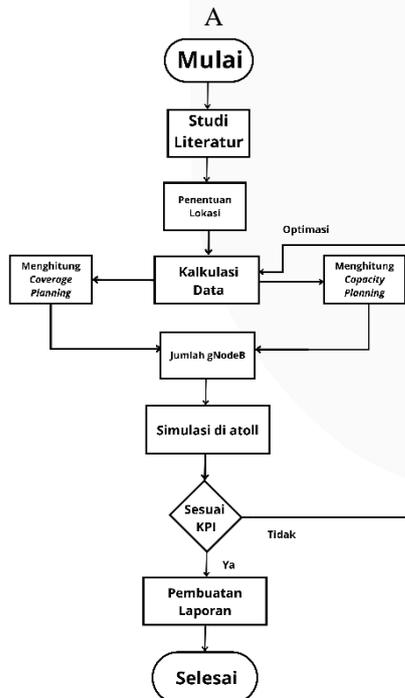
Kategori	Batas Nilai SS-SINR (dB)
Sangat Bagus	$20 \leq \text{SS-SINR Level} < 40$
Bagus	$10 \leq \text{SS-SINR Level} < 20$
Normal	$0 \leq \text{SS-SINR Level} < 10$
Buruk	$-5 \leq \text{SS-SINR Level} < 0$
Sangat Buruk	$-40 \leq \text{SS-SINR Level} < -5$

III. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kebutuhan *site* 5G *New Radio* pada wilayah Kota Medan. Penelitian ini menggunakan metode *forecasting* dan perhitungan pada *coverage area* serta menggunakan aplikasi Atoll untuk melakukan simulasi. Data simulasi diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Medan.

Metode yang digunakan untuk penelitian meliputi studi literatur yang berhubungan dengan jumlah penduduk, lokasi penelitian, penelitian terdahulu terkait topik ini, perhitungan, simulasi, analisis hasil simulasi, dan kesimpulan yang terdapat pada Gambar 1.

GAMBAR 1



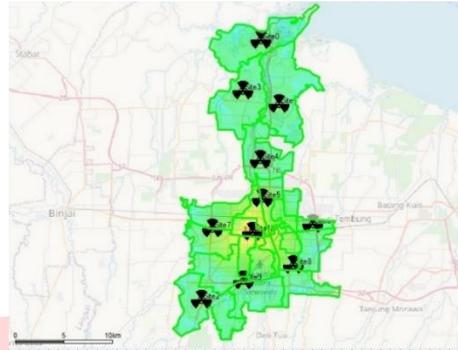
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Coverage

1. Berdasarkan perhitungan *coverage* yang telah dilakukan, jumlah *site* yang didapatkan dengan propagasi *Urban Macro* (UMa) adalah 11 *site* dan parameter yang

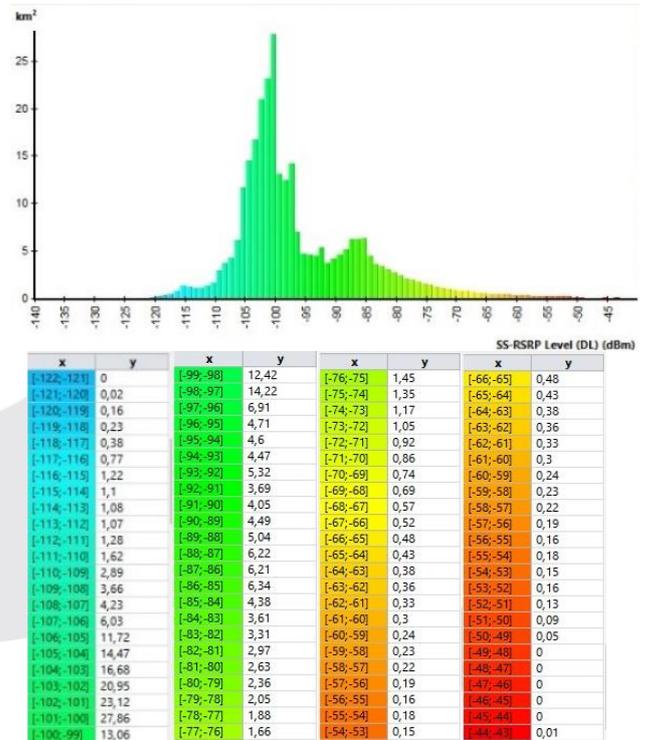
digunakan sesuai dengan 3GPP TR 38.900. Untuk temuan simulasi *coverage signal level* SS-RSRP ditunjukkan pada gambar 2.

GAMBAR 2
B



Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, didapatkan angka rata-rata SS-RSRP -96,53 dBm berdasarkan klasifikasi dari ketentuan tabel parameter SS-RSRP menunjukkan perencanaan *coverage* di Kota Medan termasuk kedalam kategori normal dengan level sinyal tertingginya yaitu -43 dBm seluas 0,01 % dari keseluruhan wilayah dan level sinyal terendah yaitu -121 dBm dari 0,02 % keseluruhan wilayah Kota Medan yang ditunjukkan pada gambar B.

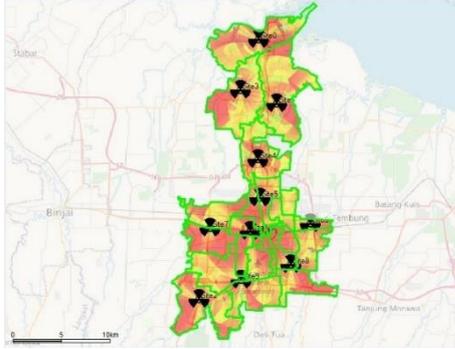
GAMBAR 3
C



2. SS- SINR

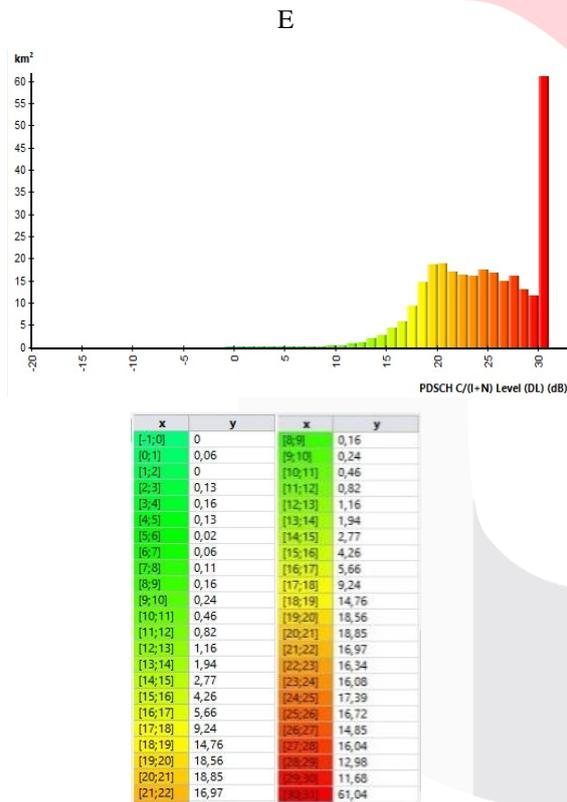
Berdasarkan perhitungan *coverage* yang telah dilakukan, jumlah *site* yang didapatkan dengan propagasi *Urban Macro* (UMa) adalah 11 *site* dan parameter yang digunakan sesuai dengan 3GPP TR 38.900. Untuk temuan simulasi *coverage signal level* SS-SINR ditunjukkan pada gambar 4.

GAMBAR 4
D

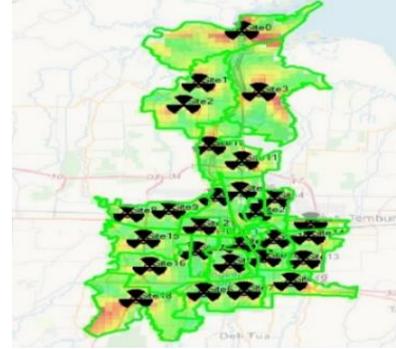


Berdasarkan simulasi perencanaan *coverage* yang telah dilakukan, didapatkan angka rata-rata SS-SINR sebesar 25,27 dB yang berdasarkan klasifikasi dari ketentuan tabel parameter SS-SINR menunjukkan bahwa perencanaan ini di Kota Medan termasuk kedalam klasifikasi sangat bagus, dengan level sinyal tertingginya adalah 30 dB sekitar 61,04 % dari keseluruhan wilayah Kota Medan.

GAMBAR 5

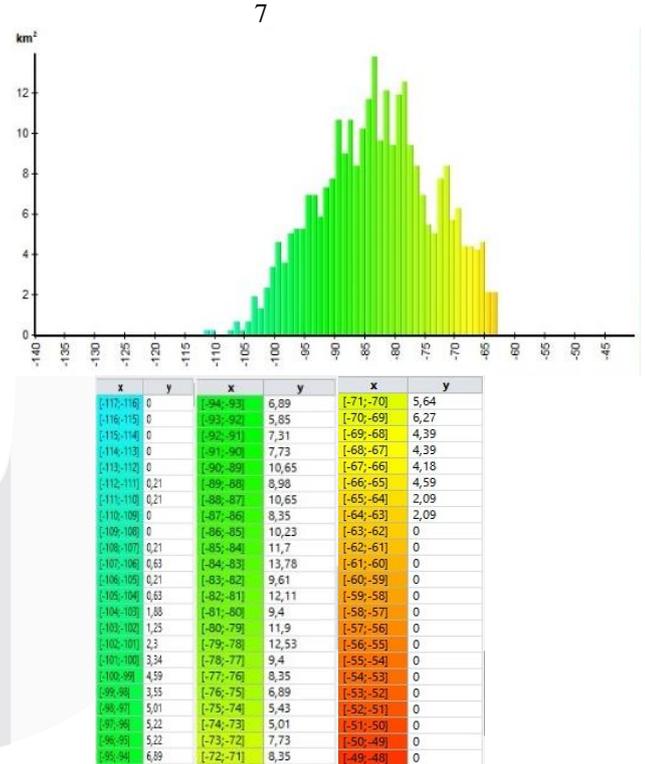


GAMBAR 6
F



Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, didapatkan angka rata-rata SS-RSRP -83,17 dBm berdasarkan klasifikasi dari ketentuan tabel parameter SS-RSRP menunjukkan perencanaan *coverage* di Kota Medan termasuk kedalam kategori sangat bagus dengan level sinyal tertingginya yaitu -64 dBm seluas 2,09 % dari keseluruhan wilayah dan level sinyal terendahnya yaitu -112 dBm dari 0,211 % keseluruhan wilayah Kota Medan yang ditunjukkan pada gambar G.

GAMBAR 7



B. Hasil Perancangan Capacity

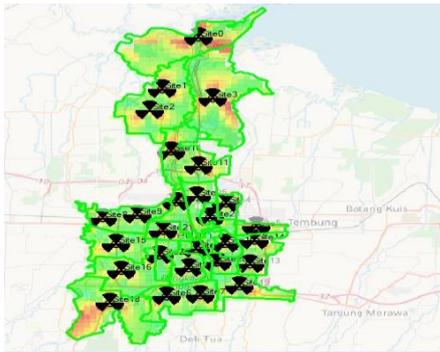
1. SS-RSRP

Berdasarkan perhitungan *capacity* yang telah dilakukan, jumlah *site* yang didapatkan dengan propagasi *Urban Macro* (Uma) adalah 27 *site* dan parameter yang digunakan sesuai dengan 3GPP TR 38.900. Untuk temuan simulasi *coverage signal level* SS-RSRP ditunjukkan pada gambar F.

2. SS-SINR

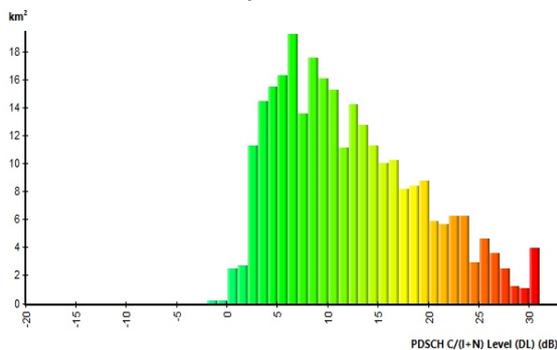
Berdasarkan perhitungan *capacity* yang telah dilakukan, jumlah *site* yang didapatkan dengan propagasi *Urban Macro* (UMa) adalah 11 *site* dan parameter yang digunakan sesuai dengan 3GPP TR 38.900. Untuk temuan simulasi *coverage signal level* SS-SINR ditunjukkan pada gambar H.

GAMBAR H
8



Berdasarkan simulasi perencanaan *capacity* yang telah dilakukan, didapatkan angka rata-rata *SS-SINR* sebesar 12,04 dB yang berdasarkan klasifikasi dari ketentuan tabel parameter *SS-SINR* menunjukkan bahwa perencanaan ini di Kota Medan termasuk kedalam klasifikasi bagus, dengan level sinyal tertingginya adalah 31 dB sekitar 3,97 % dari keseluruhan wilayah Kota Medan yang terdapat pada gambar I.

GAMBAR I
9



x	y	x	y
[15;-14]	0	[4;-3]	0
[14;-13]	0	[3;-2]	0
[13;-12]	0	[2;-1]	0,21
[12;-11]	0	[1;0]	0,21
[11;-10]	0	[0;1]	2,51
[10;-9]	0	[1;2]	2,72
[9;-8]	0	[2;3]	11,28
[8;-7]	0	[3;4]	14,41
[7;-6]	0	[4;5]	15,45
[6;-5]	0	[5;6]	16,29
[5;-4]	0	[6;7]	19,21
[4;-3]	0	[7;8]	13,58
[3;-2]	0	[8;9]	17,54
[2;-1]	0,21	[9;10]	16,08
[1;0]	0,21	[10;11]	15,25
[0;1]	2,51	[11;12]	11,07
[1;2]	2,72	[12;13]	14,2
[2;3]	11,28	[13;14]	12,74
[3;4]	14,41	[14;15]	11,28
[4;5]	15,45	[15;16]	10,02
[5;6]	16,29	[16;17]	10,23
[6;7]	19,21	[17;18]	8,15
[7;8]	13,58	[18;19]	8,35

V. KESIMPULAN

Penelitian jejaring 5G *New Radio* menggunakan frekuensi 2.3 GHz yang terletak di Kota Medan dengan luas wilayah 281,99 km². Propagasi *Urban Macro (Uma)*

digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis dan menentukan nilai *coverage* dan *capacity* jaringan 5G di Kota Medan.

Perancangan berdasarkan *coverage* menghasilkan 11 *site* dengan rata-rata sinyal *SS-RSRP* yang didapatkan sebesar -96,53 dBm rata-rata sinyal tersebut termasuk ke dalam klasifikasi normal, rata-rata sinyal *SS-SINR* sebesar 25,27 dB klasifikasi sinyal tersebut termasuk ke dalam kategori bagus menurut *KPI*.

Perencanaan berdasarkan *capacity* menghasilkan 27 *site* dengan rata-rata sinyal *SS-RSRP* sebesar -83,17 dBm klasifikasi sinyal tersebut termasuk ke dalam kategori sangat bagus, rata-rata sinyal *SS-SINR* sebesar 12,04 dB klasifikasi sinyal tersebut termasuk ke dalam kategori bagus menurut *KPI*.

Hasil perhitungan *site capacity planning* lebih besar dibandingkan *coverage planning* dikarenakan tingginya kepadatan penduduknya.

REFERENSI

- [1] M. Sitompul.2017. "Medan Paris-nya Sumatra", <https://historia.id/urban/articles/medan-paris-nya-sumatra-vJdea><https://historia.id/urban/articles/medan-paris-nya-sumatra-vJdea> ,diakses 3 November 2023 pukul 14.30.
- [2] By Admin." Mengenal 5G *stand alone* dan *non stand alone*". Internet : <https://www.5g-indonesia.com/2020/12/mengenal-5g-stand-alone-dan-non-stand-alone.html>, Dec. 3, 2020 [Mar. 5, 2024].
- [3] Badan Pusat Statistika, "Kota Medan dalam Angka 2023," Medan, BPS, 2023, hal 1 -625..
- [4] H.U. Mustakim, "Tantangan Implementasi 5G di Indonesia,"*INTEGER J. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 1-10, 2019, doi: 10.31284/j.integer.2019.v4i2.561
- [5] F. Battisti and O. Campo, "A methodology for determining the profitability index of real estate initiatives involving public-private partnerships. A case study: The integrated intervention programs in Rome," *Sustain.*, vol. 11, no.5, p. 1371, 2019, doi: 10.3390/su11051371.
- [6] Asri Wulandari, Marfani Hasan, dan Alfin Hikmaturokhman, "*Private 5G Network Capacity and Coverage Deployment for Vertical Industries : Case Study in Indonesia*" ,November 2022. Tersedia :DOI: [10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994332](https://doi.org/10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994332)