

PERENCANAAN JARINGAN 5G NR DENGAN METODE CAPACITY PLANNING MENGGUNAKAN FREKUENSI 2.300 MHz DI AREA KOTA CIMAHI

Ni Ketut H.D ^{1*)} Bagus Suganda Wijaya ²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO. BOX 148 Cimahi 40531

^{*)}Korespondensi: niketuthd@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Kota Cimahi, yang merupakan salah satu kota berkembang di Jawa Barat, membutuhkan infrastruktur komunikasi yang andal untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan sosial. Akan tetapi, Kota Cimahi belum memiliki jaringan 5G dari operator mana pun. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merencanakan jaringan 5G NR menggunakan frekuensi 2.300 MHz di Kota Cimahi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan *site* yang diperlukan dengan mempertimbangkan keutamaan dalam mencakup area yang luas dan meningkatkan kualitas sinyal guna memenuhi kebutuhan pengguna yang terus meningkat. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan simulasi menggunakan perangkat lunak *Atoll Planning*. Data yang dianalisis mencakup level sinyal *Synchronization Signal Reference Signal Received Power* (SS-RSRP) di seluruh area Kota Cimahi. Perencanaan jaringan 5G pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *capacity planning*, yang kemudian akan dianalisis terhadap metode *coverage planning* yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya [1]. Analisis dilakukan dengan menghitung kapasitas jaringan yang diperlukan berdasarkan jumlah pengguna, tipe area, dan kualitas level sinyalnya. Hasil analisis menunjukkan perbedaan signifikan dalam cakupan area dan kualitas sinyal antara kedua pendekatan tersebut. *Capacity planning*, yang menggunakan 67 *site*, menyediakan cakupan area sebesar 9,591 km² dengan kualitas sinyal yang lebih baik (SS-RSRP > -90 dBm). Sementara itu, *coverage planning* dengan 26 *site* mencakup area yang lebih luas yaitu 27,641 km², namun dengan kualitas sinyal yang lebih rendah (SS-RSRP < -90 dBm) [1]. Penelitian ini memberikan wawasan penting dalam merancang jaringan 5G yang optimal untuk Kota Cimahi dengan mempertimbangkan kebutuhan kapasitas dan cakupan area.

Kata kunci : *Capacity Planning*, Frekuensi 2.300 MHz, Jaringan 5G NR, Kota Cimahi, SS-RSRP

Abstract

The City of Cimahi, one of the developing cities in West Java, requires reliable communication infrastructure to support its economic and social growth. However, Cimahi currently lacks 5G network coverage from any operator. Therefore, this study aims to plan a 5G NR network using the 2,300 MHz frequency for Cimahi. The research focuses on analyzing the site requirements while balancing the need to cover a broad area and enhance signal quality to meet the increasing demands of users. This study employs a quantitative method with a simulation approach using *Atoll Planning* software. The data analyzed includes *Synchronization Signal Reference Signal Received Power* (SS-RSRP) levels across the entire area of Cimahi. The study compares the planning results between *capacity planning* and *coverage planning* methods previously applied. The analysis involves calculating the network capacity required based on the number of users, area types, and signal quality levels. The analysis reveals significant differences in area coverage and signal quality between the two approaches. *Capacity planning*, which uses 67 sites, provides a coverage area of 9.591 km² with better signal quality (SS-RSRP > -90 dBm). In contrast, *coverage planning* with 26 sites covers a larger area of 27.641 km² but with lower signal quality (SS-RSRP < -90 dBm). This research offers valuable insights for designing an optimal 5G network for Cimahi by considering both capacity and coverage needs.

Keywords : *Capacity Planning*, 2,300 MHz Frequency, 5G NR Network, City of Cimahi, SS-RSRP

I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 01-16-2025;
Revisi 1 : 01-26-2025;
Revisi 2 : mm-dd-yy;
Diterima : 01-27-2025.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62 859-7499-2595
e-mail : niketuthd@lecture.unjani.ac.id

Pesatnya pertumbuhan teknologi telekomunikasi, Teknologi 5G (Generasi Kelima) NR (*New Radio*) menawarkan kecepatan internet yang jauh lebih tinggi, *latency* yang lebih rendah, dan kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan generasi sebelumnya, 4G LTE. Teknologi ini juga menjanjikan peningkatan yang signifikan dalam kecepatan, ketersediaan, dan kapasitas jaringan dibandingkan dengan generasi sebelumnya. Hal

ini menyebabkan peningkatan penggunaan perangkat IoT, aplikasi berbasis *cloud*, dan layanan *streaming*. Perkembangan ini sangat memengaruhi aktivitas sehari-hari masyarakat dan sangat penting untuk kemajuan teknologi di Indonesia dan di seluruh dunia [2].

Kota Cimahi, salah satu kota berkembang di Indonesia, khususnya di Jawa Barat, membutuhkan infrastruktur komunikasi yang andal untuk mendukung kemajuan ekonomi dan sosial. Dalam konteks ini, perencanaan jaringan 5G NR saat ini berfokus pada pembangunan infrastruktur yang dapat mendukung implementasi teknologi 5G NR. Penyedia layanan telekomunikasi berusaha memperluas cakupan jaringan, meningkatkan kecepatan, dan memastikan keandalan layanan 5G NR. Jaringan 5G NR Kota Cimahi harus menggunakan frekuensi 2.300 MHz karena frekuensi ini dapat mengimbangi cakupan dan kapasitas, menjadikannya pilihan yang ideal untuk menyediakan layanan 5G yang optimal [3].

Terdapat beberapa penelitian yang mendukung penelitian ini, diantaranya terdapat penelitian yang membahas tentang analisis model propagasi 3GPP TR38.900 untuk perencanaan jaringan 5G *New Radio* (NR) pada frekuensi 2.300 MHz di area *urban* [1]. Selain penelitian tersebut, hasil penelitian yang dilakukan [4] menyatakan bahwa berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *software Atoll Planning* di area Manonjaya, Tasikmalaya, memiliki tingkat kepadatan yang cukup tinggi namun tidak diimbangi dengan jumlah *site* yang sesuai, parameter yang dianalisis adalah level sinyal RSRP (*Reference Signal Received Power*) yang menunjukkan hasil proses perencanaan dan optimasi *newsite* dengan metode *capacity planning* tersebut dapat memperbaiki *level coverage* sinyal menjadi lebih baik untuk area Manonjaya Tasikmalaya.

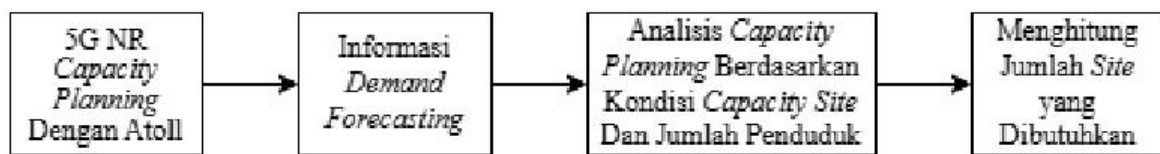
Adapun permasalahan yang ada saat ini khususnya di kota Cimahi yaitu menunjukkan penggunaan model *coverage planning* ternyata masih kurang optimal untuk digunakan pada perencanaan jaringan 5G NR di kota Cimahi. Walaupun, persentase cakupan areanya sudah jauh lebih baik. Perencanaan dengan menggunakan *coverage planning* tidak bisa mempertimbangkan jumlah dan kebutuhan *user* di area tersebut. Sehingga, bisa saja perencanaan 26 *site* ini tidak sesuai dengan persebaran kebutuhan pengguna teknologi 5G di area Cimahi [1]. Untuk mengakomodasi hal tersebut, solusi untuk memenuhi kebutuhan pengguna layanan dengan efisien dan handal, penelitian ini dapat menggunakan metode *capacity planning* untuk merencanakan jaringan 5G NR. Kapasitas perencanaan dalam jaringan seluler mampu menghitung kapasitas jaringan yang diperlukan berdasarkan jumlah pelanggan, tipe area, dan trafik yang diantisipasi. Analisis data, perubahan pada rencana kapasitas, dan penggunaan sistem terintegrasi seperti *Enterprise Resource Planning* (ERP) diperlukan dalam proses ini untuk memberikan informasi tentang kapasitas produksi dan penggunaan sumber daya secara *real-time* [5].

Dengan merinci latar belakang ini, penelitian perencanaan jaringan 5G NR dengan metode *capacity planning* menggunakan frekuensi 2.300 MHz di area kota Cimahi memiliki metode untuk menganalisis kebutuhan *site* yang diperlukan dengan menggunakan *provider* yang dianalisis adalah Telkomsel, kemudian menghitung jumlah pertumbuhan *subscriber* yang diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi pengguna atau *user* terhadap perkembangan infrastruktur telekomunikasi di tingkat lokal, serta mendukung pertumbuhan berkelanjutan dan kemajuan teknologi di seluruh kota.

II. METODE

Metode penelitian yang dipakai adalah metode Kuantitatif dengan pendekatan simulasi menggunakan perangkat lunak *Atoll Planning*, teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara simulasi dan membandingkan *coverage planning* sebelumnya dengan *capacity planning* yang akan digunakan. Di mana, perencanaan dengan menggunakan *coverage planning* tidak bisa mempertimbangkan jumlah dan kebutuhan *user* di area tersebut. Sehingga, bisa saja perencanaan 26 site ini tidak sesuai dengan persebaran kebutuhan pengguna teknologi 5G dengan daerah yang sama yaitu kota Cimahi. Sedangkan penelitian dilakukan dengan menganalisis, memperhitungkan jumlah kapasitas yang diperlukan pada setiap cakupan daerah, kemudian ditentukan tipe antena yang akan digunakan dan menentukan modulasi yang tepat untuk pada setiap *base station*. Setelah didapatkan semua data dapat ditentukan berapa banyak pembangunan BTS (*Base Station Transceiver*) dan kapasitas pada setiap BTS.

A. Diagram Blok Sistem



Gambar 1 Diagram Blok Sistem *Capacity Planning* Jaringan 5G NR

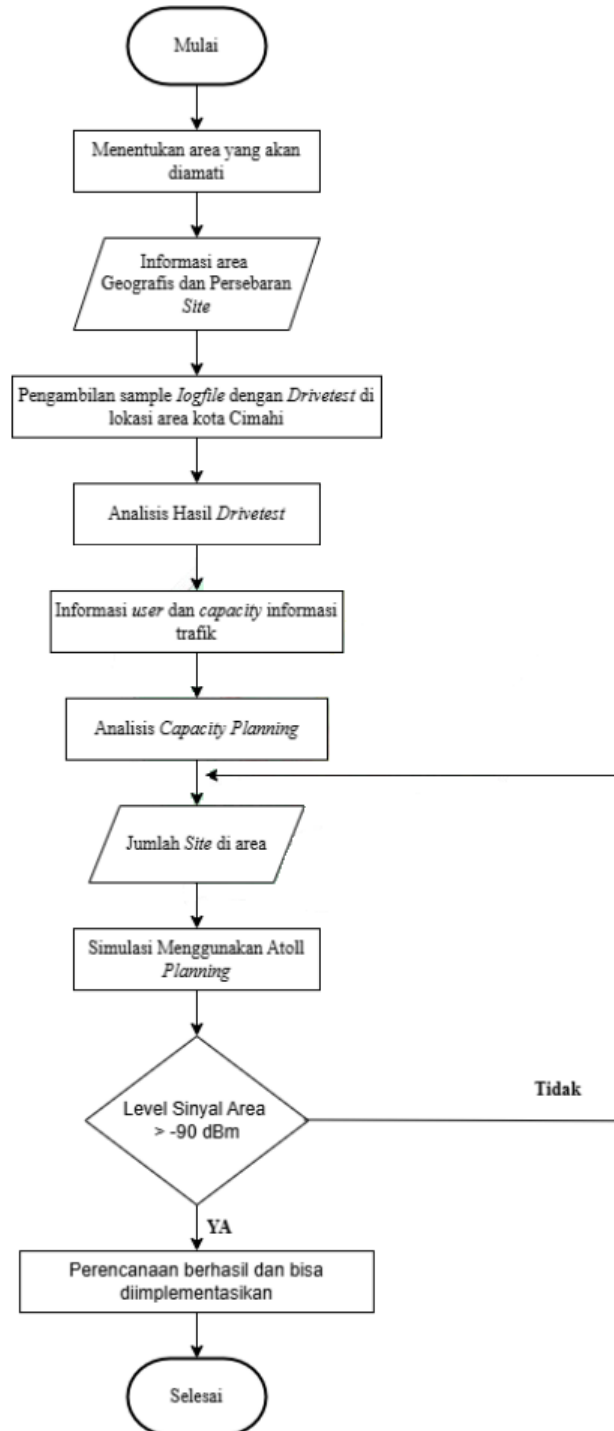
Gambar 1 menunjukkan bahwa, penelitian tahap pertama yang dilakukan penulis meliputi penggunaan metode perencanaan kapasitas dengan menggunakan aplikasi atau *software Atoll* untuk merancang dan menentukan jumlah lokasi yang akan digunakan.

Proses pengumpulan informasi tentang kecenderungan populasi suatu wilayah selama beberapa tahun terakhir dikenal sebagai informasi perkiraan permintaan (*Demand Forecasting*), yang digunakan untuk menentukan nilai kapasitas yang dapat diprediksi dan menunjukkan potensi pertumbuhan di tahun mendatang. Bagian analisis perencanaan kapasitas melakukan proses pengambilan dan analisis data untuk mendapatkan nilai perencanaan kapasitas yang tepat. Pencarian data ini mencari informasi tentang kinerja dan kapasitas setiap lokasi saat ini serta menghitung jumlah pelanggan yang dapat ditampung di setiap lokasi.

Selanjutnya untuk menghindari kemacetan atau penundaan (*lagging*), bagian penghitungan jumlah pelanggan *subscriber per site* bertujuan untuk mengetahui berapa banyak pelanggan atau *subscriber* yang dimiliki setiap *site*.

Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan untuk simulasi melalui *software Atoll*, kemudian menghitung berapa banyak lokasi baru yang diperlukan untuk kawasan perkotaan Cimahi. Selanjutnya, menggunakan *Google Earth* untuk mencari lokasi yang membutuhkan lokasi baru (*new site*). Tempat dengan kepadatan penduduk dan tingkat pengguna yang tinggi dianggap memiliki kebutuhan tinggi. Namun, karena kurangnya kapasitas di tempat tersebut, kekuatan sinyal yang baik tidak dapat diakses. Akibatnya, jelas bahwa lokasi memerlukan lokasi baru untuk menampung kapasitas pengguna di area tersebut. Setelah menggunakan *Google Earth* untuk menemukan titik-titik yang telah diidentifikasi, kemudian tentukan arah pancaran setiap antena dari lokasi baru untuk mencakup area yang telah dipilih.

B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada Gambar 2 tersebut menunjukkan prosedur atau tahapan penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir penelitian :

1. Pertama, menentukan wilayah dan keadaan lapangan yang akan diamati selama proses penelitian. Ini dilakukan karena penggunaan model *coverage planning* ternyata masih kurang optimal untuk digunakan pada perencanaan jaringan 5G NR di area kota Cimahi.

2. Informasi area (geografis dan persebaran lokasi), pada tahap ini, penulis mengumpulkan informasi tentang lokasi yang akan diteliti. Ini termasuk luas area yang diamati dan jumlah lokasi yang tersebar di dalamnya.

3. Pengumpulan data sampel *logfile drive test* di area kota Cimahi. Pada tahap ini, penulis mengumpulkan data lokasi untuk menentukan kualitas. Selain itu, analisis kondisi *coverage* di area kota Cimahi untuk mengetahui tingkat sinyal RSRP di wilayah tersebut dan mengoptimalkan beberapa lokasi yang dianggap masih *blank spot*.

4. Informasi *user* dan *capacity* (trafik). Pada titik ini, data tentang jumlah penduduk di area kota Cimahi, terutama wilayah yang sedang diawasi. Selanjutnya, untuk mengetahui jumlah penduduk selama tiga hingga lima tahun ke depan, dilakukan perhitungan prediksi. Selain itu, informasi tentang kapasitas dan trafik dikumpulkan dari lokasi nyata di wilayah yang sedang diteliti.

5. Analisis *capacity planning* pada tahap ini, perhitungan jumlah lokasi baru yang diperlukan dilakukan dengan menggunakan data kapasitas lokasi sebenarnya yang telah dikumpulkan sebelumnya dan dengan mempertimbangkan jumlah prediksi penduduk yang telah dianalisis sebelumnya.

6. Berdasarkan hasil analisis *capacity planning* yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, jumlah lokasi yang diperlukan untuk meningkatkan level sinyal di wilayah tersebut akan ditentukan.

7. Setelah mendapatkan jumlah lokasi yang diperlukan untuk meng-cover wilayah tersebut, *Atoll Planning Software* digunakan untuk melakukan analisis dan simulasi *coverage* prediksi. Pada tahap ini, perlu dibandingkan *coverage* sebelum dan setelah penambahan lokasi. yang selanjutnya perlu dianalisis untuk menentukan hasilnya.

8. Kondisi sebelum dan setelah optimasi dapat dibandingkan berdasarkan analisis hasil simulasi dari tahap sebelumnya. Pada tahap ini, akan dinilai apakah pengoptimalan dengan menambah lokasi menggunakan *capacity planning* dapat meningkatkan tingkat sinyal di area Kota Cimahi. Jika hasilnya menunjukkan peningkatan kondisi sinyal setelah optimasi, maka penelitian ini dapat dianggap berhasil dan metode tersebut layak untuk diterapkan. Sebaliknya, jika kondisi sinyal memburuk setelah simulasi, maka perhitungan rencana kapasitas dan penempatan lokasi baru harus dievaluasi kembali untuk mencari solusi yang lebih efektif.

C. Lokasi Penelitian Kota Cimahi

1. Sejarah Kota Cimahi

Kota Cimahi adalah sebuah kota di Provinsi Jawa Barat yang terletak di tengah Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat. Kota Cimahi dahulu merupakan bagian dari Kabupaten Bandung yang kemudian ditetapkan sebagai kota administratif pada tanggal 29 Januari 1976. Pada tanggal 21 Juni 2001, Cimahi sebagai kota otonom. Dalam bahasa Sunda, nama Cimahi berasal dari kata "Cai Mahi", yang artinya "air yang cukup". Cimahi juga dikenal sebagai kota 'Militer' atau kota 'Tentara' atau kota 'Hijau' (hijau ini mengacu ke seragam tentara yang berwarna hijau) sejak dibuat menjadi Pusat Pendidikan Militer pada tahun 1886. Selain itu Kota Cimahi yang berada di sebelah barat Kota Bandung, merupakan kota penyangga bagi Ibu Kota Provinsi Jawa Barat (menjadi salah satu kawasan pertumbuhan Kota Bandung di sebelah barat) [6].

2. Letak Geografis Kota Cimahi

Kota Cimahi terletak diantara 107°30'30" BT - 107°34'30" dan 6°50'00" - 6°56'00" Lintang Selatan. Luas wilayah Kota Cimahi sebesar 40,2 km² menurut UU No. 9 Tahun 2001 dengan batas-batas administratif sebagai berikut [6]: Sebelah Utara: Kecamatan Parongpong, Kecamatan Cisarua dan Kecamatan Ngamprah Kabupaten Bandung Barat. Sebelah Timur: Kecamatan Sukasari, Kecamatan

Sukajadi, Kecamatan Cicendo dan Kec. Andir Kota Bandung. Sebelah Selatan: Kecamatan Marga Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat dan Kecamatan Bandung Kulon Kota Bandung. Sebelah Barat: Kecamatan Padalarang, Kecamatan Batujajar dan Kecamatan Ngamprah Kabupaten Bandung Barat. Kota Cimahi termasuk ke dalam wilayah Provinsi Jawa Barat dan meliputi 3 Kecamatan yang terdiri dari 15 Kelurahan, yaitu [6]:

- Kecamatan Cimahi Selatan terdiri 20 dari 5 Kelurahan
- Kecamatan Cimahi Tengah terdiri dari 6 Kelurahan
- Kecamatan Cimahi Utara terdiri dari 4 Kelurahan.

Kota Cimahi termasuk ke dalam kategori *urban* karena tingkat literasi dan mobilitasnya cukup tinggi. Jumlah dan Persebaran Penduduk Kota Cimahi Di lihat dari kondisi saat ini jumlah penduduk Kota Cimahi setiap tahunnya mengalami peningkatan dan hal ini akan menambah permasalahan terkait dengan kebutuhan ruang yang lebih luas untuk membangun tempat tinggal dan ruang gerak, namun di sisi lain terdapat permasalahan lingkungan seperti daerah aliran sungai, daerah resapan air, pertanian, penyediaan sumber daya alam, dan lain-lain. Kedua hal tersebut tidak dapat dipisahkan dan keduanya perlu mendapatkan perhatian yang sama demi keseimbangan alam dan yang lebih penting untuk dipahami adalah lahan dan wilayah Kota Cimahi tidaklah bertambah [6].

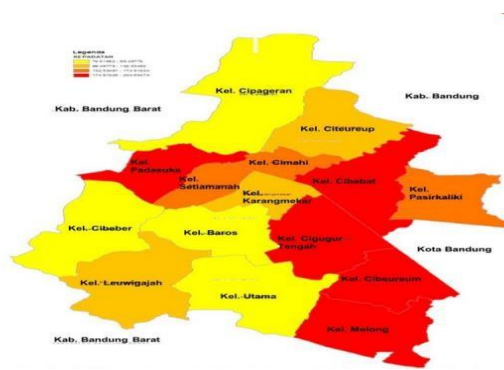
Berdasarkan data pada *website* resmi Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kota Cimahi pada tahun 2022, jumlah penduduk secara keseluruhan mencapai 562.160 jiwa. Selain itu, menurut publikasi Badan Pusat Statistik (BPS), Kota Cimahi memiliki tingkat kepadatan rata-rata sebesar 132,33 jiwa per hektar. Kecamatan Cimahi Tengah memiliki kepadatan penduduk tertinggi, yaitu 147,44 jiwa per hektar [7].

Adapun permasalahan lain yang ditimbulkan dari peningkatan jumlah penduduk adalah meningkatnya angka kemiskinan, menurunnya angka kesehatan masyarakat, memburuknya angka kecukupan gizi, terjadinya kesenjangan ekonomi, dan banyaknya pengangguran, serta sulitnya pemerintah daerah untuk mensejahterakan penduduknya. Oleh karena itu, perencanaan yang tepat dan matang sangatlah diperlukan guna penentuan kebijakan terkait dengan besarnya jumlah penduduk, pertumbuhan penduduk, dan persebarannya.

Selain dampak negatif terkait jumlah penduduk yang besar, dampak positifnya adalah tersedianya jumlah tenaga kerja yang cukup untuk mengelola sumber daya alam, semakin meningkatnya jumlah produksi, dan angka kewirausahaan akan meningkat serta potensi untuk menjadi seorang kewirausahaan untuk memenuhi kebutuhan akan semakin terbuka, di mana semua ini akan mengembangkan dan meningkatkan ekonomi [6].

4. Hubungan antara Kepadatan Penduduk dengan Jaringan Telekomunikasi

Kepadatan penduduk Kota Cimahi memiliki hubungan erat dengan kualitas jaringan 5G *New Radio* (NR). Di daerah dengan populasi yang padat, kebutuhan akan layanan telekomunikasi yang cepat dan handal semakin meningkat. Implementasi teknologi 5G NR di Cimahi bertujuan untuk mengatasi tantangan ini dengan menawarkan kecepatan data yang lebih tinggi, *latency* yang lebih rendah, dan kapasitas yang lebih besar dibandingkan generasi sebelumnya. Namun, kepadatan penduduk yang tinggi juga berarti lalu lintas data yang padat, yang bisa memengaruhi kualitas jaringan jika infrastruktur tidak direncanakan dan dikelola dengan baik. Oleh karena itu, penyedia layanan harus memperbanyak pembangunan BTS 5G, mengoptimalkan spektrum frekuensi, dan menggunakan teknologi seperti *beamforming* dan *network slicing* untuk memastikan kualitas sinyal yang optimal. Dengan demikian, pengelolaan yang tepat terhadap infrastruktur telekomunikasi sangat penting untuk memastikan bahwa masyarakat di kawasan padat penduduk seperti Cimahi dapat menikmati manfaat penuh dari teknologi 5G NR [6].



Gambar 3 Peta Persebaran dan kepadatan penduduk Kota Cimahi tahun 2018 [7]

Dari hasil penelitian sebelumnya, penelitian yang mendukung penelitian ini, menunjukkan penggunaan model *coverage planning* sebanyak 26 *site* ternyata masih kurang optimal untuk digunakan pada perencanaan jaringan 5G NR di kota Cimahi. Akan tetapi, persentase cakupan area pada penelitian ini sudah jauh lebih baik [3]. Selain penelitian tersebut, hasil penelitian yang dilakukan [4] menyatakan bahwa berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *software Atoll Planning* di area Manonjaya, Tasikmalaya, memiliki tingkat kepadatan yang cukup tinggi namun tidak diimbangi dengan jumlah *site* yang sesuai, parameter yang dianalisis adalah level sinyal RSRP (*Reference Signal Received Power*) yang menunjukkan hasil proses perencanaan dan optimasi *newsite* dengan metode *capacity planning* tersebut dapat memperbaiki *level coverage* sinyal menjadi lebih baik untuk area Manonjaya Tasikmalaya.

D. Desain Perencanaan Capacity Planning

1. Proyeksi jumlah *user* dan *market capacity*

Memperkirakan jumlah pengguna merupakan parameter yang dapat memengaruhi kebutuhan kapasitas dalam desain jaringan. Dalam perancangan jaringan 5G NR, perkiraan pengguna/pasar pada penelitian ini menggunakan model Bass. Persamaan (1), di

mana $N(t)$ merupakan jumlah pengguna pasar, M merupakan kapasitas pasar, $P \geq 0$ merupakan koefisien inovasi dan $Q \leq 0$ merupakan koefisien imitasi. Persamaan ini dapat digunakan untuk menghitung perkiraan jumlah user dan *market capacity* [8].

$$N(t) = M \frac{1 - e^{-t(p+q)}}{1 + \frac{q}{p} e^{-t(p+q)}} \quad (1)$$

2. Proyeksi *Traffic Demands*

Permintaan lalu lintas data seluler menentukan kepadatan pengguna per kilometer dalam kaitannya dengan kinerja jaringan. Persamaan (2) digunakan untuk menentukan kebutuhan lalu lintas, di mana $G(t)$ merupakan proyeksi kebutuhan lalu lintas, p merupakan kepadatan pengguna, N_{md} merupakan jumlah hari per bulan, $\phi(T)$ merupakan persentase pengguna aktif pada waktu tertentu untuk menghitung permintaan lalu lintas puncak, D_k merupakan permintaan lalu lintas rata-rata per bulan dan N_{dh} merupakan jumlah jam sibuk per hari [8].

$$G(t) = p x (8/(Ndh x Nmd)) x (1/3600) x \phi(T) x Dk \quad (2)$$

3. Throughput (Data Rate)

IMT-2020 memiliki spesifikasi *data rate* maksimal yang dibutuhkan untuk 5G dengan rasio 20 Gbps pada *downlink* dan 10 Gbps pada *uplink*. Selain itu, kecepatan data 5G didukung untuk menghitung data kombinasi pita frekuensi yang digunakan oleh operator. Persamaan (3) digunakan untuk menghitung kebutuhan *downlink* dan *uplink data rate (throughput)* pada jaringan 5G NR. Yang dimana J merupakan jumlah pembawa komponen teragregasi dalam sebuah pita, $V \text{ layers}(J)$ merupakan jumlah lapisan maksimum, $Q_m(J)$ merupakan urutan modulasi maksimum, $f(J)$ merupakan faktor penskalaan yang dapat mengambil nilai 1,08, 0,75, dan 0,4. R_{maks} sebesar 709.8 Gbps, $NPRB(J) \times \mu$ merupakan alokasi RB maksimum dalam *bandwidth*, μ merupakan *numerology*, $BW(J)$ merupakan *bandwidth* dan $OH(J)$ merupakan nilai *overhead* 0,14 untuk frekuensi FR1 DL, 0,18 untuk FR2 DL, 0,08 FR1 UL dan 0,10 FR2 UL [8].

$$\text{Data Rate (Mbps)} = 10 - 6 \times V \text{ layers}(J) \times Q_m(J) \times f(J) \times R_{maks} \times NPRB(J) \times BW(J) \times \mu \times (1 - OH(J)) \quad (3)$$

4. Perhitungan Estimasi Subscriber

Dalam penelitian ini, *capacity planning* digunakan untuk menghitung jumlah lokasi yang diperlukan untuk memperbaiki kondisi level sinyal di area Kota Cimahi. Pada tahap ini, diperlukan untuk menghitung perkiraan jumlah orang yang tinggal di kota Cimahi. Metode pencarian informasi tentang jumlah penduduk sendiri bertujuan untuk mengetahui usia produktif, untuk mencapai tujuan ini, metode regresi linier digunakan untuk menghitung jumlah penduduk yang akan meningkat dalam waktu lima tahun ke depan.

Agar mengetahui jumlah penduduk di usia produktif, Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan jumlah penduduk kota Cimahi berdasarkan usia. Usia produktif pada penelitian ini adalah dari 10 hingga 65 tahun.

Tabel 1 Jumlah penduduk kota Cimahi pada tahun 2022 [7]

No.	Kelompok Umur	Laki-laki		Perempuan		Jumlah	
		n(jiwa)	%	n(jiwa)	%	n(jiwa)	%
1	0-4 tahun	19.429	3,46%	18.513	3,29%	37.942	6,75%
2	5-9 tahun	23.686	4,21%	22.410	3,99%	46.096	8,20%
3	10-14 tahun	24.700	4,39%	23.238	4,13%	47.938	8,53%
4	15-19 tahun	22.637	4,03%	21.775	3,87%	44.412	7,90%
5	20-24 tahun	24.121	4,29%	23.136	4,12%	47.257	8,41%
6	25-29 tahun	23.823	4,24%	22.943	4,08%	46.766	8,32%
7	30-34 tahun	20.935	3,72%	20.196	3,59%	41.131	7,32%
8	35-39 tahun	21.135	3,76%	20.773	3,70%	41.908	7,45%
9	40-44 tahun	22.864	4,07%	23.031	4,10%	45.895	8,16%
10	45-49 tahun	21.198	3,77%	22.043	3,92%	43.241	7,69%
11	50-54 tahun	18.534	3,30%	18.670	3,32%	37.204	6,62%
12	55-59 tahun	14.055	2,50%	15.110	2,69%	29.165	5,19%
13	60-64 tahun	10.768	1,92%	10.831	1,93%	21.599	3,84%
14	65-69 tahun	7.197	1,28%	7.500	1,33%	14.697	2,61%
15	70-74 tahun	3.814	0,68%	4.458	0,79%	8.272	1,47%
16	75+ tahun	3.661	0,65%	4.976	0,89%	8.637	1,54%
	Jumlah	282.557	100,00%	279.603	100,00%	562.160	100,00%

Tabel 2 Jumlah penduduk dengan regresi linier sebanyak 2%

No.	Kelompok Umur	Tahun 2022		Tahun 2027	
		n(jiwa)	%	n(jiwa)	%
1	0-4 tahun	37.942	6,75%	41.891	6,75%
2	5-9 tahun	46.096	8,20%	50.894	8,20%
3	10-14 tahun	47.938	8,53%	52.927	8,53%
4	15-19 tahun	44.412	7,90%	49.034	7,90%
5	20-24 tahun	47.257	8,41%	52.176	8,41%
6	25-29 tahun	46.766	8,32%	51.633	8,32%
7	30-34 tahun	41.131	7,32%	45.412	7,32%
8	35-39 tahun	41.908	7,45%	46.270	7,45%
9	40-44 tahun	45.895	8,16%	50.672	8,16%
10	45-49 tahun	43.241	7,69%	47.742	7,69%
11	50-54 tahun	37.204	6,62%	41.076	6,62%
12	55-59 tahun	29.165	5,19%	32.201	5,19%
13	60-64 tahun	21.599	3,84%	23.847	3,84%
14	65-69 tahun	14.697	2,61%	16.227	2,61%
15	70-74 tahun	8.272	1,47%	9.133	1,47%
16	75+ tahun	8.637	1,54%	9.536	1,54%
	jumlah	562.160	100,00%	620.670	100,00%

Perhitungan dengan metode regresi linier yang digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk yang akan meningkat dalam waktu lima tahun ke depan di area kota Cimahi. Salah satu cara untuk memprediksi jumlah penduduk di masa depan adalah dengan menggunakan rumus eksponensial (Geometri) sederhana. Rumus ini didasarkan pada prediksi bahwa penduduk tumbuh pada laju tertentu setiap tahun. Dapat dihitung dengan persamaan (4). P_n adalah jumlah penduduk tahun ke- n (jiwa). P_o adalah jumlah penduduk pada tahun awal (jiwa). r adalah laju pertumbuhan penduduk per tahun (jiwa) dan n adalah jumlah interval tahun. Rumus yang digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa depan adalah [9]:

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan (4), maka didapatkan prediksi pertumbuhan penduduk di area kota Cimahi berdasarkan laju pertumbuhan 2% per tahun dari tahun 2022 hingga 2027 (5 tahun), yaitu sebesar 620.670 jiwa. Angka 2% ini ditetapkan berdasarkan skenario maksimum dari laju pertumbuhan penduduk Kota Cimahi tahun 2022 yang berkisar diantara 1% hingga 2%. Selain itu, setelah memperoleh hasil prediksi dari jumlah populasi, penduduk yang dapat dihitung menggunakan persamaan (5), seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Di sini P adalah proporsi atau persentase jumlah penduduk produktif, yaitu kelompok umur antara 10 hingga 65 tahun, M adalah persentase pasar (*market place*) pengguna operator, di mana T adalah pengguna teknologi, dan CP adalah persentase perbandingan antara *circuit switched (CS)* dan *packet switched (PS)*.

$$K = \sum (\text{Penduduk total pada tahun 2027}) \times P \times M \times T \times CP \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (5), maka didapatkan estimasi *subscriber* sebesar 509.198 *Subscriber*

5. Kemampuan Sel Melayani *Subscriber*

Setelah perhitungan estimasi pelanggan (*subscriber*) selesai, akan ada analisis dan perhitungan untuk menentukan kapasitas, yaitu kemampuan sel untuk melayani *subscriber*. Operator perlu mendapatkan beberapa parameter aktual untuk melakukan analisis dan perhitungan ini. Parameter yang digunakan untuk menghitung kemampuan sel untuk melayani pelanggan adalah sebagai berikut:

a. Parameter *DL cell average capacity* merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan rata-rata setiap *cell* untuk sisi *downlink* agar dapat melayani pelanggan dengan satuan kbps (*kilo bit per second*),
b. Parameter *DL cell average throughput* adalah parameter yang menunjukkan *bandwidth* rata-rata yang digunakan pada setiap sel di sisi *downlink* dengan satuan kbps (*kilo bit per second*).

c. Parameter *DL cell capacity* menunjukkan kapasitas keseluruhan sel melayani pelanggan di sisi *downlink* yang merupakan gabungan keseluruhan dari *DL cell average throughput*.

d. Parameter *peak to average ratio* yang menunjukkan kemampuan kekuatan pengambilan sinyal rata-rata pada *base station* oleh pengguna ditunjukkan dengan satuan dB (*desibel*).

e. Parameter *average DL BH throughput/sub* adalah *bandwidth* rata-rata yang digunakan setiap pelanggan pada setiap sel di sisi *downlink* pada periode *busy hour*.

f. Parameter ini menunjukan jumlah sektor per *site*. Umumnya parameter *subscriber suported in a site* adalah menunjukan kapasitas, terdapat 3 sektor pada 1 *site*. Sehingga untuk perhitungan ini, bernilai 3.

g. Parameter *subscriber suported in a site* yang menunjukkan jumlah *subscriber* yang bisa ditangani oleh 1 *site*. *Subscriber suported in a site* (g) didapatkan dengan menggunakan persamaan (6).

$$g = (DL\ Cell\ Capacity \times 3) / ((1 + Peak\ to\ Average\ Ratio) \times Average\ DL\ BH\ Throughput / Sub) \quad (6)$$

6. Penentuan BTS

Setelah mendapatkan nilai yang telah didapatkan dari perhitungan modulasi dan kemampuan sel melayani *subscriber*, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah BTS baru (*new site*) yang akan dibangun di daerah penelitian yaitu area Cimahi, perhitungan *new site* ini menggunakan persamaan (7):

$$\text{Jumlah BTS (g-Nb)} = \text{Perkiraan Jumlah Pelanggan (K)} / \text{Kemampuan Sel Melayani Subscriber} \quad (7)$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka jumlah *site* atau *g-NodeB* yang dibutuhkan di area kota Cimahi sebanyak 67 *g-NodeB*.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Perencanaan *Newsite 5G NR*

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah total pelanggan (*subscriber*) di area kota Cimahi adalah 509.198 *subscriber*, menurut hasil perhitungan dengan menggunakan *capacity planning*. Setelah memperoleh nilai total *subscriber*, dilakukan perhitungan untuk memperkirakan jumlah pelanggan Telkomsel dengan menghitung jumlah penduduk di kota Cimahi berdasarkan kelompok umur. Kelompok umur ini disusun secara terpisah berdasarkan umur, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Selanjutnya, diperkirakan bahwa jumlah penduduk akan meningkat selama 5 tahun ke depan, penelitian ini mengumpulkan informasi tentang jumlah penduduk mulai tahun 2022 sampai pada tahun 2027 yaitu sebanyak 620.670 jiwa, perkiraan penduduk ini didapatkan menggunakan metode regresi linier dengan

Perancangan Jaringan 5G NR dengan Metode Capacity Planning menggunakan Frekuensi 2300 MHz di Area Kota Cimahi
(Ni Ketut H. D, Bagus Suganda Wijaya : Halaman 73 - 87)

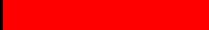
peningkatan 2%. Setelah mendapatkan seluruh penduduk pada tahun 2027 langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan usia produktif, dalam artian usia produktif ini berguna untuk membatasi pengguna yang pasti menggunakan teknologi internet adalah sebanyak 82,04%. Dapat dilihat pada rumus persamaan (5) ada beberapa parameter yang dibutuhkan mendapatkan nilai perkiraan pelanggan antara lain adalah P adalah persentase jumlah penduduk yang produktif yaitu di rentang usia 10 hingga 65 tahun, M adalah persentase *market place* pengguna operator, T adalah pengguna teknologi, dan CP adalah persentase perbandingan antara *Circuit Switch* (CS) dan *Packet Switch* (PS). Sehingga didapatkanlah perkiraan jumlah pelanggan sebanyak 509.198 Jiwa pada area kota Cimahi.

Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah *site* yang dibutuhkan untuk area kota Cimahi dengan menggunakan persamaan (7) maka didapatkan perkiraan jumlah *site* yang dibutuhkan adalah sebanyak 67 *newsite* untuk area kota Cimahi.

B. Hasil dan Analisis Coverage Plot dengan Simulasi menggunakan Software Atoll dan Google Earth

Analisis hasil simulasi dengan menggunakan *Software Atoll* dan *Google Earth* dengan menggunakan metode *capacity planning*. Selanjutnya adalah melakukan simulasi *coverage* menggunakan *Software Atoll Planning* kemudian di *export* ke *Google Earth* untuk mengetahui serta menganalisis hasil *coverage plot* dari level sinyal (SS-RSRP) dari total 67 *site* pada area Kota Cimahi. Berdasarkan hasil analisis *coverage* dari level sinyal (SS-RSRP) diketahui bahwa kualitas sinyal yang ditunjukkan sesuai warna *legend* pada *Atoll*, yang di mana warna *legend* tersebut menunjukkan level sinyal yang baik sampai buruk, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Warna *Legend* pada *Software Atoll*

<i>Legend</i>	<i>Range SS-RSRP</i>
	-70 <=SS-RSRP Level (DL) (dBm) <0
	-80 <=SS-RSRP Level (DL) (dBm) <-70
	-90 <=SS-RSRP Level (DL) (dBm) <-80
	-100 <=SS-RSRP Level (DL) (dBm) <-90
	-110 <=SS-RSRP Level (DL) (dBm) <-100

C. Hasil Analisis Kecamatan Di Area Cimahi Utara, Area Cimahi Tengah dan Cimahi Selatan

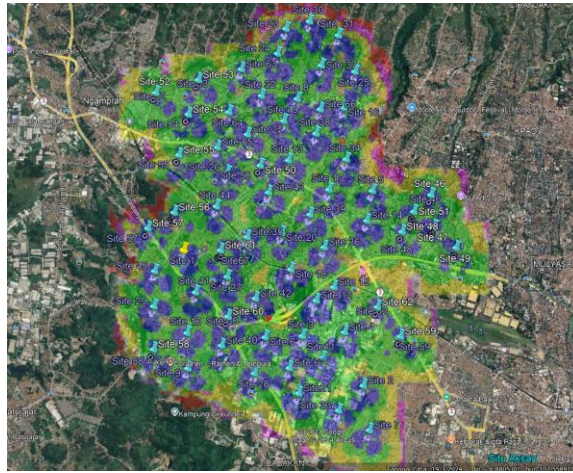
Penulis menempatkan titik *newsite* pada beberapa kecamatan di Cimahi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Jumlah *Site* pada Beberapa Kecamatan di Cimahi

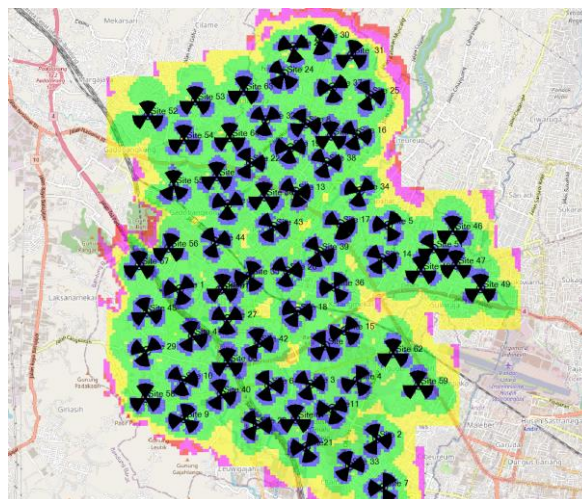
Kecamatan	Jumlah <i>Site</i>
Cimahi Utara	28
Cimahi Tengah	18
Cimahi Selatan	21

D. Simulasi Coverage Area Planning Kota Cimahi

Pada Gambar 4 menjelaskan hasil simulasi menggunakan *software Google Earth* setelah penambahan 67 *newsite* dengan metode *capacity planning* di area Kota Cimahi. Dapat dilihat pada gambar tersebut bahwa sinyal yang berwarna biru dan hijau menandakan bahwa cakupan jaringan 5G NR tersebut sudah sangat baik.



Gambar 4 Coverage Area Perencanaan Jaringan 5G NR dengan *Capacity Planning* Berdasarkan *Google Earth* pada Area Kota Cimahi



Gambar 5 Coverage Area Perencanaan Jaringan 5G NR dengan *Capacity Planning* berdasarkan Simulasi *Atoll*

Sedangkan pada Gambar 5 menjelaskan hasil simulasi dengan menggunakan *software Atoll* dengan tampilan *Google Earth* setelah penambahan 67 *newsite* dengan metode *capacity planning* di area Kota Cimahi. Dapat dilihat pada gambar tersebut bahwa sinyal yang berwarna biru dan hijau menandakan bahwa cakupan jaringan 5G NR tersebut sudah sangat baik.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *software Atoll* dan *Google Earth* dengan metode *capacity planning*, dilakukan analisis terhadap *coverage plot* dari level sinyal (SS-RSRP) di area Kota Cimahi dengan total 67 *site*. Hasil simulasi ini menunjukkan variasi kualitas sinyal yang diukur dalam berbagai rentang *decibel milliwatts* (dBm), yang ditampilkan dengan warna-warna berbeda pada *legend Atoll*..

Kualitas level sinyal sangat baik ($-70 \leq \text{SS-RSRP (dBm)} < 0$), area dengan kualitas sinyal sangat baik ditandai dengan warna biru tua pada *legend*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sinyal di level ini dengan *surface* atau jarak sebesar 3,817 km² dan persentase *coverage area* sebesar 39,802%. ini menunjukkan bahwa di area tersebut sangat baik dalam menyediakan cakupan sinyal yang optimal untuk pengguna atau *user*, Meskipun kualitasnya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan area yang memiliki sinyal sangat baik, sinyal di level ini tetap memberikan kinerja jaringan yang stabil dan dapat diandalkan untuk kegiatan sehari-hari, seperti *browsing*, *streaming video*, dan panggilan telepon.

Kualitas level sinyal baik ($-80 \leq \text{SS-RSRP (dBm)} < -70$), area yang ditandai dengan warna hijau pada *legend*, menunjukkan kualitas sinyal yang baik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sinyal di level ini

Perancangan Jaringan 5G NR dengan Metode Capacity Planning menggunakan Frekuensi 2300 MHz di Area Kota Cimahi
(Ni Ketut H. D, Bagus Suganda Wijaya : Halaman 73 - 87)

dengan *surface* atau jarak sebesar 4,72 km² dan persentase 49,218% dari total area. Dengan cakupan hampir setengah dari keseluruhan area, level sinyal ini memberikan kinerja jaringan yang memadai untuk sebagian besar aktivitas pengguna, meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan level sinyal yang sangat baik.

Kualitas level sinyal cukup baik (-90 ≤ SS-RSRP (dBm) < -80), kualitas sinyal yang cukup baik ditandai dengan warna kuning pada *legend*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sinyal di level ini dengan *surface* atau jarak sebesar 0,868 km² dan persentase 9,051%. Meskipun area ini masih memiliki sinyal yang cukup untuk aktivitas dasar, pengguna mungkin mengalami penurunan kinerja dalam kondisi tertentu seperti di dalam gedung atau pada saat penggunaan data yang tinggi.

Kualitas level sinyal kurang baik (-100 ≤ SS-RSRP (dBm) < -90), area dengan sinyal kurang baik ditandai dengan warna ungu. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sinyal di level ini dengan *surface* atau jarak sebesar 0,183 km² dan persentase 1,908%. Di area ini, pengguna mungkin mengalami gangguan dalam koneksi atau kualitas layanan yang tidak stabil, terutama dalam kondisi jaringan yang sibuk atau di lokasi-lokasi yang lebih jauh dari BTS.

Kualitas level sinyal buruk (-110 ≤ SS-RSRP (dBm) < -100), area dengan kualitas sinyal yang buruk ditandai dengan warna merah. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sinyal di level ini dengan *surface* atau jarak sebesar 0,003 km² dan persentase 0.031%. Sinyal di area ini sangat lemah, dan pengguna atau *user* kemungkinan besar akan mengalami kesulitan dalam melakukan panggilan, mengirim pesan, atau mengakses data, terutama di area yang lebih tertutup atau dengan hambatan fisik yang signifikan.

Tabel 5 Hasil Kalkulasi *Coverage Area* Kota Cimahi Dengan Metode *Capacity Planning* Setelah Dilakukan Penambahan *Newsite*

Legend	Range SS-RSRP	Surface (km ²)	% of Covered Area
	-70 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < 0	3,817	39,802
	-80 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -70	4,72	49,218
	-90 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -80	0,868	9,051
	-100 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -90	0,183	1,908
	-110 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -100	0,003	0,031
Total		9,591 km ²	100,01%
SS-RSRP < -90 dBm		1,344	1,054
SS-RSRP > -90 dBm		9,406	9,405

Tabel 6 Hasil Kalkulasi Perbandingan Level Sinyal Area Kota Cimahi Setelah Dilakukan Penambahan *Newsite*

Legend	Range SS-RSRP	Coverage Planning[1]		Capacity Planning	
		Surface (km ²)	% of Covered Area	Surface (km ²)	% of Covered Area
	-70 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < 0	1,8	4,464	3,817	39,802
	-80 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -70	3,22	7,986	4,72	49,218
	-90 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -80	5,805	14,397	0,868	9,051
	-100 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -90	15,793	39,169	0,183	1,908
	-110 ≤ SS-RSRP Level (DL) (dBm) < -100	1,023	2,537	0,003	0,031
Total		27,641 km ²	68,553%	9,591 km ²	100,01%
SS-RSRP < -90 dBm		22,621	56,103	1,054	10,99
SS-RSRP ≥ -90 dBm		10,825	26,847	9,405	98,071

Berdasarkan analisis data dari metode *coverage planning* dan *capacity planning* untuk jaringan 5G NR di Kota Cimahi, terdapat perbedaan signifikan dalam efektivitas masing-masing metode dalam mencapai cakupan sinyal yang optimal. *Capacity planning*, dengan total 67 *site*, menunjukkan hasil yang lebih baik dalam hal kualitas sinyal dibandingkan dengan metode *coverage planning* yang hanya menggunakan 26 *site*. Dalam *capacity planning*, cakupan sinyal RSRP yang sangat baik ($-70 \leq \text{SS-RSRP Level (DL)} < 0$ dBm) mencakup area sebesar 3,817 km² atau sekitar 39,802% dari total area yang dicakup, serta sinyal yang baik ($-80 \leq \text{SS-RSRP Level} < -70$ dBm) mencakup 4,72 km² atau 49,218% dari area. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *site* dalam *capacity planning* secara signifikan meningkatkan kualitas sinyal, mengurangi area dengan sinyal yang kurang baik, dan memastikan performa jaringan yang stabil untuk berbagai aktivitas pengguna.

Sebaliknya, *coverage planning* yang menggunakan 26 *site* mampu mencakup area yang lebih luas, tetapi dengan hasil cakupan sinyal yang kurang optimal. Cakupan sinyal yang sangat baik ($-70 \leq \text{SS-RSRP Level} < 0$ dBm) hanya mencakup 1,8 km² atau 4,464% dari area, sedangkan sinyal yang baik ($-80 \leq \text{SS-RSRP Level} < -70$ dBm) mencakup 3,22 km² atau 7,986% dari area. Meskipun metode ini dapat mencakup area yang lebih besar, kualitas sinyal di sebagian besar area lebih rendah, terutama pada level yang lebih jauh dari *site*. *Coverage planning*, yang berfokus pada perluasan jangkauan sinyal, menunjukkan total cakupan yang lebih luas, yaitu 27,641 km², dibandingkan dengan 9,592 km² pada *capacity planning*, tetapi dengan kualitas sinyal yang lebih rendah, di mana sebagian besar area memiliki $\text{SS-RSRP} < -90$ dBm.

Secara keseluruhan, *capacity planning* lebih efektif dalam memastikan cakupan sinyal yang berkualitas tinggi dengan mempertimbangkan kebutuhan kapasitas jaringan untuk memenuhi kebutuhan data pengguna, terutama di area padat. Sementara itu, *coverage planning* memerlukan penambahan lebih banyak *site* atau peningkatan kapasitas untuk mencapai cakupan sinyal yang lebih baik. Dengan demikian, *capacity planning* menyediakan solusi yang lebih komprehensif dan memadai untuk mengatasi kebutuhan kapasitas dan kualitas sinyal di area yang lebih luas. Sedangkan *coverage planning* lebih sesuai untuk memperluas jangkauan sinyal, meskipun sering kali mengakibatkan penurunan kualitas sinyal di beberapa wilayah.

IV. KESIMPULAN

Jumlah *site* yang dibutuhkan berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *capacity planning* untuk jaringan 5G NR di area Kota Cimahi adalah sebanyak 67 *site*.

Capacity planning dan *coverage planning* adalah dua pendekatan berbeda dalam perencanaan jaringan telekomunikasi, masing-masing dengan fokus yang berbeda. *Capacity planning* fokus pada memastikan kapasitas jaringan yang cukup untuk melayani banyak pengguna dengan kualitas sinyal yang kuat dan stabil, sering kali menghasilkan cakupan area yang lebih kecil namun dengan sinyal yang lebih baik. Sebaliknya, *coverage planning* bertujuan untuk memperluas cakupan sinyal ke area yang lebih luas, meskipun sering kali mengakibatkan penurunan kualitas sinyal di beberapa wilayah, terutama di area yang jauh dari *site*. Dengan demikian, *capacity planning* lebih menekankan pada kualitas dan kapasitas layanan, sementara *coverage planning* lebih fokus pada perluasan jangkauan sinyal. Secara keseluruhan, *capacity planning* lebih efektif dalam memastikan cakupan sinyal yang berkualitas tinggi dengan mempertimbangkan kebutuhan kapasitas jaringan untuk memenuhi kebutuhan data pengguna, terutama di area padat.

Berdasarkan perbandingan antara *capacity planning* dan *coverage planning* di Kota Cimahi menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam cakupan area dan kualitas sinyal meskipun jumlah *site* yang digunakan berbeda. *Capacity planning*, yang menggunakan 67 *site*, fokus pada penyediaan kapasitas yang memadai untuk menangani banyak pengguna, menghasilkan cakupan area yang lebih kecil, yaitu 9,591 km², namun dengan kualitas sinyal yang lebih baik, di mana sebagian besar area memiliki $\text{SS-RSRP} > -90$ dBm. Sebaliknya, *coverage planning* dengan 26 *site* lebih mengutamakan perluasan jangkauan sinyal, mencakup area yang lebih luas, yaitu 27,641 km², tetapi dengan kualitas sinyal yang lebih rendah, di mana sebagian besar area memiliki $\text{SS-RSRP} < -90$ dBm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. M. S. S. B. M. R. H. Hajjar Yuliana, “Analisis Model Propagasi 3GPP TR38.900 Untuk Perencanaan Jaringan 5G New Radio (NR) Pada Frekuensi 2300 MHz di Area Urban,” *Analisis Model Propagasi 3GPP TR38.900 Untuk Perencanaan Jaringan 5G New Radio (NR) Pada Frekuensi 2.300 MHz di Area Urban*, 2022.
- [2] M. Niama Dwi Susila, N. Gunantara, dan P. Korespondensi, “PERENCANAAN COVERAGE JARINGAN 5G BERDASARKAN PROPAGASI RUGI RUGI LINTASAN DAN SHADOWING COVERAGE PLANNING ON THE 5G NETWORK BASED ON PATH LOSS PROPAGATION AND SHADOWING,” vol. 8, no. 2, hlm. 283–292, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184485.
- [3] D. Estining, T. Lufianawati, C. Adipura Wicaksana, dan I. Artikel, “Analisis Kesiapan Indonesia dalam Menghadapi Teknologi 5G,” *Cakra Adipura Wicaksana / Jurnal Ilmiah Setrum*, vol. 9, no. 1, hlm. 17–23, 2020.
- [4] R. Muhammad, “PERENCANAAN NEWSITE UNTUK JARINGAN 4G DENGAN METODE CAPACITY PLANNING DI AREA MANONJAYA TASEK MALAYA,” 2021.
- [5] A. Syahputra Tanjung, “Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Parameter Existing Di Universitas Riau,” 2017.
- [6] “Profil Perkembangan Penduduk Tahun 2021”.
- [7] “BUKU AGREGAT.”
- [8] P. Rahmawati, M. I. Nashiruddin, dan M. A. Nugraha, “Capacity and Coverage Analysis of 5G NR Mobile Network Deployment for Indonesia’s Urban Market,” dalam *Proceedings - 2021 IEEE International Conference on Industry 4.0, Artificial Intelligence, and Communications Technology, IAICT 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jul 2021, hlm. 90–96. doi: 10.1109/IAICT52856.2021.9532574.
- [9] S. Putri dan C. Astiti, “SEPREN: Journal of Mathematics Education and Applied Penerapan Metode Least Square Dalam Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk,” vol. 04, no. 02, hlm. 147–154, 2023, doi: 10.36655/sepren.v4i1.