

ANALISIS TEKNO EKONOMI 5G NR MENGUNAKAN FREKUENSI N258 DI WILAYAH IBU KOTA NUSANTARA

Adam Maulana Adennio
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia

adammaul@student.telkomuniversity.ac.id

Tri Agus Djoko Kuntjoro
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia

triagusdjokokuntjoro@telkomuniversity.ac.id

Arrizky Ayu Faradila Purnama
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia

kyafara@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Ibu Kota Nusantara adalah ibu kota pemerintahan Indonesia yang baru. Nantinya akan ada 9 pembagian wilayah perencanaan dengan Luas wilayahnya mencapai 725,47 KM². 5G NR ini memiliki kecepatan unggah dan unduh 20x lebih cepat dari generasi sebelum nya. Pada perancangan ini akan menggunakan frekuensi 26 GHz. Penelitian ini pada perencanaan *Coverage* menghasilkan 200 site dan pada perencanaan *Capacity* menghasilkan 27 site, dan hasil optimasi perencanaan *capacity* 80 site, dan *Revenue* pada tiap tahunnya mengalami peningkatan sehingga NPV yang didapatkan bernilai positif dan bisa dikatakan layak untuk investasi ini dikarenakan *payback period* dari perancangan ini balik modal dalam waktu 4 tahun.

Kata kunci— 5G New Radio, Tekno ekonomi, IKN

I. PENDAHULUAN

Ibu Kota Nusantara atau yang sering disebut IKN ini merupakan sebuah kota baru yang akan dibangun menjadi pusat administrasi dan pusat pemerintahan Indonesia yang terletak di provinsi Kalimantan Timur kabupaten Kutai Kartanegara dan kabupaten Penajam Paser Utara nantinya akan ada 9 pembagian wilayah perencanaan dengan Luas wilayahnya mencapai 725,47 KM². Proyek ini ditargetkan akan selesai pada tahun 2045[1]. tentunya dengan dibangun nya IKN ini yang akan memadukan 3 konsep tersebut, dibutuhkan sebuah teknologi khususnya jaringan seluler yang sangat cepat untuk membantu sebuah kinerja, yaitu teknologi jaringan 5G New Radio. teknologi jaringan tersebut yaitu 5G. Sebelum nya terdapat perbedaan antara jaringan 5G dengan jaringan pada generasi sebelum nya. Pada jaringan 1G sinyal radio di transmisikan secara analog sehingga jangkauan jaringan sangat terbatas, untuk kecepatan pada jaringan 1G hanya mencapai 14,4 kbps. setelah 1G teknologi-teknologi pada jaringan tersebut berkembang yaitu dengan munculnya jaringan 2G yang mulai beralih pada teknologi digital. Dengan kecepatan sekitar 9-14 kbps [2]. di jaringan 2G ini telah di jadikan standar komersial digital. Lalu ada jaringan 3G atau biasa di sebut dengan WCDMA/UMTS memiliki jaringan setingkat lebih cepat daripada EDGE. Untuk kecepatan pada jaringan ini mencapai 480 kbps, sehingga dapat melakukan video *streaming* dan *video calling*.

sementara 4G merupakan penerus dari generasi sebelum nya yaitu 3G yang memiliki kecepatan yang lebih mumpuni. untuk 5G merupakan generasi ke lima dari teknologi seluler nirkabel yang menawarkan kecepatan unggah dan unduh yang lebih tinggi dari generasi sebelum nya.

5G New Radio merupakan bagian dari perkembangan *broadband seluler* berkelanjutan untuk memenuhi persyaratan dari jaringan 5G, seperti yang dikeluarkan oleh 3rd Generation Partnership Project (3GPP) teknologi 5G dapat memberikan perubahan yang signifikan sehingga mampu mengubah peran teknologi telekomunikasi dan dapat melayani kebutuhan digitalisasi masyarakat. Terdapat tiga kategori utama *use case* pada 5G yaitu *Massive Machine Type Communication* (MMTC), *Ultra-Reliable Low Latency Communication* (URLLC) dan *Enhanced Mobile Broadband* (EMBB). Perencanaan jaringan 5G di Ibu Kota Nusantara dengan menggunakan model propagasi *Urban Micro* (UMi) dilakukan supaya mengetahui dan dapat menganalisis level sinyal yang ada di wilayah Ibu kota Nusantara. Karena di area Ibu Kota Nusantara Karena banyak hambatan seperti gedung tinggi dan kawasan industri, penelitian ini menggunakan frekuensi 26 GHz. Analisis tekno-ekonomi dilakukan dengan melihat tiga biaya utama: CAPEX (biaya investasi), OPEX (biaya operasional), dan pendapatan (*revenue*). Selain itu, digunakan metode NPV, Payback Period, IRR, ROI, ARR untuk menilai kelayakan jaringan 5G New Radio di Ibu Kota Nusantara.

II. KAJIAN TEORI

membahas tentang penggunaan jaringan seluler 5G. perbedaan dari jaringan 1G, 2G, 3G, 4G, dan 5G. *Stand alone* dan *Non Stand Alone*, EMBB, URLLC, MMTC, *Link Budget*, *Propagasi Urban Micro*, *Capacity*, *Coverage*, *Throughput*, CAPEX, OPEX dan *Revenue*

A. Teknologi 5G

Teknologi 5G merupakan teknologi generasi ke lima dari teknologi seluler nirkabel, teknologi ini memiliki kecepatan unggah dan unduh 20 kali lebih cepat dari sebelum nya, *latency* yang rendah, koneksi yang lebih konsisten, dan kenaikan kualitas kapasitas dari generasi sebelumnya, serta memiliki jangkauan

B. Arsitektur 5G

Arsitektur jaringan 5G mengacu pada keseluruhan struktur jaringan seluler generasi ke 5. ini mendefinisikan bagaimana berbagai komponen jaringan saling terhubung untuk memungkinkan pengiriman data berkecepatan tinggi.

1. 5G key Performamce Indicator berdasarkan IMT 2020

KPI (*Key Performance Indicator*) adalah sebuah nilai terukur yang menunjukkan efektifitas sebuah jaringan untuk melayani pengguna. Memiliki tiga kasus penggunaan diantaranya yaitu URLLC (*Ultra Reliable Low Latency Connection*), MMTC (*Massive Machine Type Communication*), EMBB (*Enhanced Mobile Broadband*).

2. Geografis IKN

Secara geografis letak Ibu Kota Negara baru bagian utara berada di antara 117° 0' 31.292" Bujur Timur dan 0° 38' 44.912" Lintang Selatan, pada bagian timur berada pada 117° 11' 51.903" Bujur Timur dan 1° 15' 25.260" Lintang Selatan, bagian timur ada pada 117° 18' 28.084 [3].

3. Tekno Ekonomi

i. Coverage Planning

Coverage planning adalah metode perencanaan dalam membangun jaringan di wilayah tertentu, beserta objek yang akan digunakan berupa wilayah yang akan dicakup bersama jaringan tersebut.

Thermal Noise

Dalam perencanaan *coverage* perhitungan *Thermal Noise* juga di butuhkan. Sehingga dapat menggunakan persamaan rumus (2.2) [4]

$$Thermal\ Noise = 10 \times \log_{10} \times K \times T \times B \quad (2.2)$$

Subcarrier Quantity

Setelah didapatkan nilai Thermal Noise, selanjutnya menghitung nilai *Subcarrier Quantity* dengan persamaan rumus (2.3) [4]

$$\text{Subcarrier Quantity} = \frac{\text{Resource Block} \times \text{Sub Carrier Per Resource Block}}{\text{Resource Block}} \quad (2.3)$$

Propagasi Urban Micro

Model propagasi *urban Micro* (UMi) merupakan salah satu jenis model propagasi 3D pada jaringan 5G, Urban Micro yaitu pemodelan digunakan pada daerah padat penduduk dengan penuh gedung-gedung bertingkat dimana sinyal yang diterima merupakan penjumlahan antara sinyal langsung dan sinyal tidak langsung yang dominan dapat menggunakan persamaan rumus 2.4 , 2.5, 2.6 [5].

$$PL_1 = 32.4 + 21 \log_{10}(d_{3D}) + 20 \log_{10}(f_c) \quad (2.4)$$

$$PL_2 = 32.4 + 21 \log_{10}(d_{3D}) + 20 \log_{10}(f_c) \quad (2.5)$$

$$-9.5 \log_{10}((d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2) \quad (2.6)$$

Cell radius

Untuk mencari nilai dari *cell radius* dibutuhkan jarak antara pemancar dengan penerima (d) dan *frekuensi center* (fc). Sehingga persamaan rumus 2.7 *cell radius* seperti dibawah ini [4].

$$\text{Radius Cell } (D_{2D}) = \sqrt{(D_{3D})^2 - (h_{BS} - h_{UT})^2} \quad (2.7)$$

Perhitungan jumlah site

Setelah dilakukan perhitungan dan kalkulasi *path loss* dan *cell radius* dari model propagasi yang digunakan selanjutnya melakukan perhitungan jumlah site jaringan 5G atau gNodeB pada Ibu Kota Nusantara. Perhitungan tersebut dapat dilakukan menggunakan persamaan 2.8 dan 2.9 seperti persamaan dibawah [5].

Site Coverage Area

$$\text{Site Coverage Area} = 1,9 \times 2,6 \times d_{2D}^2 \quad (2.8)$$

Jumlah Site/gNodeB

$$\sum \text{Site} = \frac{\text{Luas Wilayah}}{\text{Luas Cakupan per cell}} \quad (2.9)$$

ii. Capacity Planning

Capacity planning merupakan sebuah perencanaan kapasitas yang dimana merupakan sebuah proses untuk merencanakan kapasitas sistem supaya dapat memenuhi kebutuhan pada saat ini serta dapat memperhitungkan laju pertumbuhan ekonomi di masa depan.

Perkiraan jumlah pelanggan

Dalam perkiraan banyaknya jumlah pelanggan dapat dihitung menggunakan persamaan rumus 2.10 sebagai berikut [6].

$$U_n = U_0(1 + fP)^n \quad (2.10)$$

Bass Model

Bass model digunakan untuk mengukur jumlah konsumen dan potensi industri dalam perancangan jaringan 5G, pada perhitungan Bass Model ini terdapat beberapa faktor seperti berapa banyak perangkat yang dapat terhubung, kecepatan data, dan juga kebutuhan lalu lintas. Sehingga persamaan rumus 2.11 Bass Model terdapat seperti:

$$N(t) = M \frac{1 - e^{-t(p+q)}}{1 + \frac{q}{p} e^{-t(p+q)}} \quad (2.11)$$

Data Rate menurut 3GPP

Untuk 5G *New Radio* perkiraan kecepatan data dapat dihitung menggunakan persamaan 2.12 seperti dibawah ini [4].

$$10^{-6} \cdot \sum_{j=1}^J (V_{layers}^{(j)} \times Q_m^{(j)} \times f^j \times R_{max} \times \frac{N_{PRB}^{BW(j)-\mu} \cdot 12}{T_s^{\mu}} \times 1 - OH^{(j)}) \quad (2.12)$$

Demand Traffic

Demand traffic ini akan melakukan perhitungan kepadatan pengguna jaringan per kilometer dalam area penelitian. agar mengetahui kebutuhan lalu lintas, maka penelitian ini menggunakan persamaan rumus 2.13 sebagai berikut [4]:

$$G(t) = \rho \frac{8}{N_{dh} \cdot N_{md}} \cdot \varphi(t) \cdot D_K \quad (2,13)$$

User Data rate

Perhitungan *user data rate* digunakan untuk mengetahui kecepatan data jaringan pada wilayah penelitian. Perhitungan *user data rate* seperti persamaan rumus (2.14) dibawah ini :

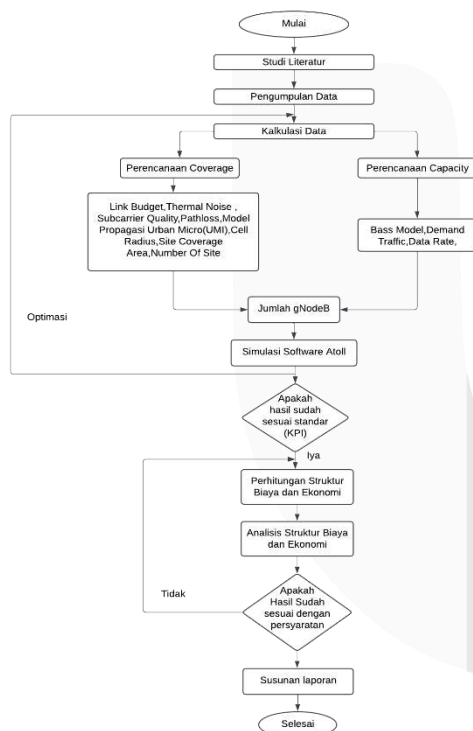
$$\text{User Data Rate} = \frac{G(t)}{\rho} \times 1000 \quad (2.14)$$

Perhitungan site gNodeB

Capacity Perhitungan gNodeB *Capacity* dilakukan agar pada penelitian ini mengetahui berapa banyak jumlah site yang dibutuhkan pada lokasi penelitian sehingga dalam perhitungan jumlah site gNodeB *capacity* dapat dilakukan seperti persamaan rumus (2,15) dibawah ini:

$$\text{Site gNodeB} = \frac{G(t)}{\text{Average Site Capacity}} \quad (2.15)$$

III. METODE



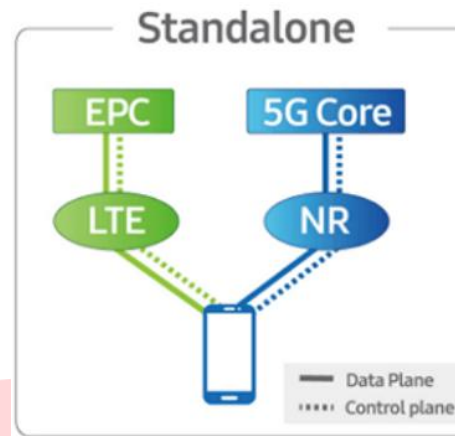
GAMBAR 1
(PERENCANAAN JARINGAN)

A. Perencanaan jaringan 5G

iii. Kalkulasi Coverage

Perencanaan berdasarkan *coverage* adalah sebuah metode perencanaan jaringan seluler yang digunakan untuk memastikan jaringan tersebut dapat memberikan layanan/*signal* pada seluruh area atau perencanaan suatu

jaringan yang dilihat berdasarkan luas cakupan dalam satu *cell* yang berasal dari gNodeB.



GAMBAR 2
(STANDALONE)

iv. Kalkulasi Capacity

Perencanaan *capacity* akan memperhitungkan efisiensi dari jaringan agar Perencanaan *capacity* akan memperhitungkan efisiensi dari jaringan agar menghasilkan sebuah informasi mengenai sumber daya seperti yang diharapkan.

a. Struktur Biaya

v. CAPEX (Capital Expenditure)

Perancangan jaringan 5G yang akan dilakukan di Ibu Kota Nusantara terdapat biaya CAPEX yang meliputi biaya pemasangan perangkat *site* gNodeB, biaya instalasi, dan juga biaya *license* gNodeB.

vi. OPEX (Operational Expenditure)

Biaya OPEX dalam perancangan jaringan 5G yang akan dilakukan di Ibu Kota Nusantara terdapat beberapa komponen biaya seperti biaya *Operational & Maintenance*, biaya pemasaran, biaya *interconnection*, biaya pemasaran, biaya listrik, air, gas dan biaya hak pengguna frekuensi.

vii. REVENUE

Perhitungan *Revenue* pada penelitian ini dilakukan agar mengetahui banyaknya biaya atau keuntungan dalam satu periode yang akan berjalan. Hasil dari *Revenue* seluruh kegiatan yang sudah dilakukan akan dicatat dalam laporan keuangan pada proyek atau bisnis yang akan di jalankan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Ekonomi

Setelah melakukan perhitungan pada perencanaan jaringan 5G *New Radio* di Ibu kota Nusantara dan membandingkan sinyal terbaik yang telah didapatkan pada perhitungan *coverage* dan *capacity*, sinyal terbaik didapatkan pada perhitungan *Coverage* sebanyak 200 *site*. Untuk menghitung biaya ekonomi terdapat masukan parameter investasi *Capital Expenditure* (CAPEX), *Operational Expenditure* (OPEX), dan *Revenue* untuk *output* yang digunakan yaitu nilai dari *Net Present Value* (NPV) dan *Payback Period* (PP) untuk mengukur tingkat investasi yang dilakukan.

i. Perhitungan CAPEX

Pada perhitungan CAPEX ini akan dilakukan perhitungan keseluruhan dari biaya pembangunan *base station* (BS Cost), *Instalasi base station* (BS Inst), biaya pembangunan backhaul transmisi (BHL), dan biaya lisensi (SP License). Pada tabel 4.6 adalah biaya infrastruktur jaringan 5G yang akan digunakan sebagai investasi modal

TOTAL	Rp.710.215.386
-------	----------------

ii. Perhitungan OPEX

Dalam perancangan infrastruktur jaringan 5G di wilayah Ibu Kota Nusantara tentunya terdapat biaya OPEX yang dimana OPEX ini merupakan biaya operasional dan perawatan serta biaya tersebut dikeluarkan secara berulang selama jaringan itu masih beroperasi.

Total	Rp. 875.424.660.021.67
-------	------------------------

iii. Perhitungan Revenue

Revenue ini merupakan pendapatan rata-rata pengguna atau ARPU, pendapatan tersebut dapat dihasilkan dari pengguna seluler. dari perhitungan yang sudah dilakukan terdapat seperti pada gambar merupakan biaya *Revenue* yang didapatkan dari tahun 2025 – 2030 *Revenue* yang diperoleh dari satu pengguna dalam satu bulan adalah Rp. 450.000. sehingga *revenue* yang didapatkan dalam satu tahun dari tiap penggunaannya sebesar Rp. 5.400.000.

V. KESIMPULAN

Adapun beberapa kesimpulan dapat disimpulkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian dilakukan di 9 wilayah perencanaan Ibu Kota Nusantara yang memiliki luas sebesar 725,47 KM², perancangan jaringan seluler 5G *New Radio* frekuensi 26 Ghz dengan menggunakan propagasi *Urban Micro* untuk mengetahui jumlah *site* pada lokasi penelitian dengan menggunakan *software* Atoll. Sehingga pada perancangan ini pada perencanaan *Coverage* mendapatkan hasil 200 *Site* dan perencanaan *Capacity* sebelum optimasi mendapatkan hasil 27 *site* dan setelah optimasi mendapatkan hasil 80 *site*, pada perencanaan *Coverage* untuk level signal SS-RSRP -56.04 dBm, SS-SINR 29,99 dB, dan *Throughput* 270,363.43 kbps. Untuk perencanaan *Capacity* sebelum optimasi untuk level *signal* SS-RSRP -69.15 dBm, SS-SINR 32.05 dB, *Throughput* 273,275.51 kbps, untuk perencanaan *capacity* setelah optimasi untuk level *signal* SS-RSRP -62.92 dBm, SS-SINR 31.35 dB, *Throughput* 272,608.09 kbps

2. Input yang digunakan pada perhitungan ekonomi meliputi biaya Capex, Opex, dan Revenue dan untuk hasilnya yang berupa analisis ekonomi untuk menentukan kelayakan investasi apakah investasi layak/tidak dari hasil NPV, IRR, ROI, PP, dan PI. Dengan modal awal Capex yang digunakan dalam pembangunan jaringan 5G di IKN sebesar -Rp 710.215.386.000. Untuk Opex tahun awal -Rp. 875.424.660.021.67 . untuk nilai IRR mendapatkan hasil 10% hal ini menunjukkan pembangunan jaringan 5G bisa dikatakan layak untuk dilanjutkan, sebab nilai IRR menunjukkan hasil positif dan lebih besar dari nilai suku bunga yang ditetapkan.

REFERENSI

- [1] Perpres, "Lampiran Salinan Perpres Nomor 63 Tahun 2022 (BAB III)," perpres. [Online]. Available: file:///C:/Users/user/Downloads/4. Lampiran Salinan Perpres Nomor 63 Tahun 2022 (BAB III) (5).pdf
- [2] Muhammad Dzacky Hidayatulloh, "PERKEMBANGAN TEKNOLOGI 5G", [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Hidayatulloh/publication/348281531_Perkembangan_Teknologi_5G/links/5ff657daa6fdccdb837289c/Perkembangan-Teknologi-5G.pdf
- [3] "Letak Ibu Kota Baru Indonesia Bernama Nusantara, Ini Detail Lokasinya." [Online]. Available: <https://www.ikn.go.id/letak-ibu-kota-baru-indonesia-bernama-nusantara-ini-detail-lokasinya>
- [4] 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*, no. October 2020, pp. 205–210, 2020, doi: 10.1109/ICIEE49813.2020.9277451.
- [5] 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>
- [6] F. Febriyandi and I. Krisnadi, "Rekomendasi ITU Pada Alokasi Spektrum 5G di Indonesia," *Bul. Pos dan Telekomun.*, pp. 1–6, 2019.