

Analisa Tekno-Ekonomi Terkait Perancangan 5G New Radio Di Pegunungan Bintang Papua

1st Elsa Diah Ayu Nurfadillah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia

elsadiah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Fannush Shofi Akbar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia

fannushakbar@telkomuniversity.ac.id

3rd Arrizky Ayu Faradila Purnama
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia

kyafara@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pemerataan jaringan 5G diperlukan untuk pemerataan ekonomi di Indonesia. Perancangan 5G yang dilakukan menggunakan teknik *coverage* dan *capacity*. Dari perhitungan dan simulasi perancangan teknik *coverage* didapatkan hasil 220 gNodeB dan 22 *backhaul*. Sedangkan pada teknik *capacity* didapatkan hasil 25 gNodeB dan 5 *backhaul*. Oleh karena itu, dalam analisis kelayakan ekonomi teknik *capacity* lebih menguntungkan dibandingkan teknik *coverage*. Berdasarkan struktur biaya teknik *capacity* terdapat perhitungan *Capital Expenditure* (CAPEX) dengan investasi awal Rp 89.552.860.011,00, biaya *Operational Expenditure* (OPEX) selama 5 tahun, dan *Revenue* berdasarkan ARPU serta *market user*. Pada analisis secara ekonomi menghasilkan nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 70.519.539.083,50, nilai *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 44%, nilai *Payback Periode* (PP) modal kembali dalam 3,19 tahun, nilai *Profitability Index* (PI) sebesar 1,30, nilai *Return On Investment* (ROI) positif dan nilai *Accounting Rate Of Return* (ARR) 33%.

Kata Kunci — Tekno-Ekonomi, 5G NR (New Radio), IRR, NPV

I. PENDAHULUAN

Dalam sistem pengelolaan IoT berbasis *smart farming* dibutuhkan teknologi yang tinggi agar dapat menjangkau secara luas perkebunan dan penambangan. Luas perkebunan di pegunungan Bintang mencapai 679 hektar khusus wilayah yang ditanami kopi [1], sehingga untuk meningkatkan hasil panen dapat menggunakan sistem IOT berbasis *smart farming*. Luas wilayah tambang di Pegunungan Bintang 29.613 ha dengan hasil tambang berupa tembaga, emas, perak, besi, seng, nikel, dan kromit [2]. Pemanfaatan IOT berbasis *smart farming* dengan teknologi tinggi dapat digunakan oleh penambang dalam pengelolaan internal. Perancangan jaringan 5G dapat mendukung teknologi IOT berbasis *smart farming* dengan 3 *keys requirements* 5G. Salah satu 3 *keys requirements* 5G berdasarkan International Mobile Telecommunications (IMT -2020) yaitu mMTC (*Massive Machine Type Communications*) dengan *spektrum efficiency* dengan kinerja tinggi sebesar 30 bps/Hz dalam menggunakan jaringan 5G. mMTC dimanfaatkan untuk melayani sejumlah sensor IOT dalam jumlah banyak dan cocok digunakan pada frekuensi *low band* hingga *middle band* [3].

Letak Pegunungan Bintang secara geografis memiliki batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Jayapura dan Kabupaten Keerom, disebelah timur

berbatasan dengan Negara Papua Nugini, disebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Boven Digoel, dan disebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Yahukimo [1]. Jumlah penduduk di Kabupaten Pegunungan Bintang pada tahun 2021 yaitu 78.178 jiwa dengan jumlah penduduk laki – laki sebesar 42.272 jiwa dan jumlah penduduk perempuan sebesar 35.906 jiwa [1]. Persebaran kepadatan penduduk di Pegunungan Bintang yang paling padat berada di subdistrik Oksibil dan jumlah fasilitas pendidikan terbanyak berada di subdistrik Oksibil [1]. Kurangnya pemerataan pelayanan umum menyebabkan kurangnya pemerataan pembangunan infrastruktur.

II. KAJIAN TEORI

A. 5G New Radio

5G merupakan revolusi dalam standar teknologi seluler yang dikenal sebagai IMT 2020. 5G dirancang untuk memenuhi kebutuhan industri telekomunikasi dengan pertumbuhan data yang besar dan konektivitas yang lebih cepat, terutama untuk mendukung perangkat berbasis IoT. Dengan system IOT miliaran perangkat untuk terhubung secara efisien, sesuai dengan kebutuhan inovasi di masa depan. Terdapat tiga skenario penggunaan utama pada 5G yaitu mMTC (*Massive Machine Type Communications*), URLLC (*Ultra-Reliable Low Latency Communications*), dan eMBB (*Enhanced Mobile Broadband*). Setiap skenario memiliki perbedaan dalam hal bandwidth, latency, tingkat data, dan kepadatan perangkat yang didukung, untuk memenuhi kebutuhan aplikasi yang berbeda-beda [3].

B. Perkiraan Jumlah Pengguna Seluler

Perkiraan jumlah pengguna 5G NR dan *backhaul* dapat digunakan untuk menganalisa secara ekonomi dengan memprediksi jumlah pelanggan melalui metode *bass model* dengan rumus 2.1 sebagai berikut [4].

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

Keterangan :

N (t) : Prediksi pengguna di pasar pada waktu t

M : Volume pasar

p : nilai inovasi, $p \geq 0$

q : nilai imitasi, $q \leq 0$

C. Penentuan Struktur Biaya

C.1. *Capital Expenditure* (CAPEX)

CAPEX merupakan pengeluaran utama untuk pembiayaan proyek yang digunakan untuk biaya modal awal. Parameter CAPEX meliputi biaya pembangunan *base station* (BScost), biaya instalasi pangkalan (BSinst), dan biaya material dalam implementasi jaringan seluler 5G NR.

C.2. *Operationnal Expenditure* (CAPEX)

OPEX merupakan pengeluaran utama untuk pembiayaan proyek yang digunakan untuk biaya modal awal. Parameter CAPEX meliputi biaya pembangunan *base station* (BScost), biaya instalasi pangkalan (BSinst), dan biaya material dalam implementasi jaringan seluler 5G NR.

C.3. *Revenue*

Revenue merupakan pendapatan kotor sebelum dipotong pajak. *Revenue* dapat digunakan untuk mengetahui keuntungan beberapa tahun kedepan dari persentase *interest* yang ditentukan.

D. Analisa Tekno Ekonomi

D.1. *Net Present Value* (NPV)

Jika $NPV > 0$ proyek tersebut menguntungkan dan layak untuk dijalankan, jika $NPV = 0$ perusahaan tidak mengalami keuntungan atau kerugian, dan jika $NPV < 0$, proyek tersebut tidak menguntungkan dan tidak layak untuk dijalankan [5].

D.2. *Internal Rate Of Return* (IRR)

Jika nilai yang dihasilkan dari perhitungan $IRR \geq I$ maka perencanaan tersebut untung, namun jika nilai $IRR < I$ maka perencanaan tersebut tidak menguntungkan [5].

D.3. *Payback Period* (PP)

Payback period adalah metode yang digunakan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan agar nilai investasi kembali (balik modal).

D.4. *Profitability Index* (PI)

Profitability Index adalah rasio manfaat terhadap biaya dari suatu proyek. PI mengukur rasio antara nilai sekarang dari arus kas bersih di masa mendatang dengan arus kas keluar awal.

D.5. *Return On Investment* (ROI)

Tingkat pengembalian atas aset menunjukkan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan laba bagi pemegang saham biasa dengan seluruh aset yang dimilikinya.

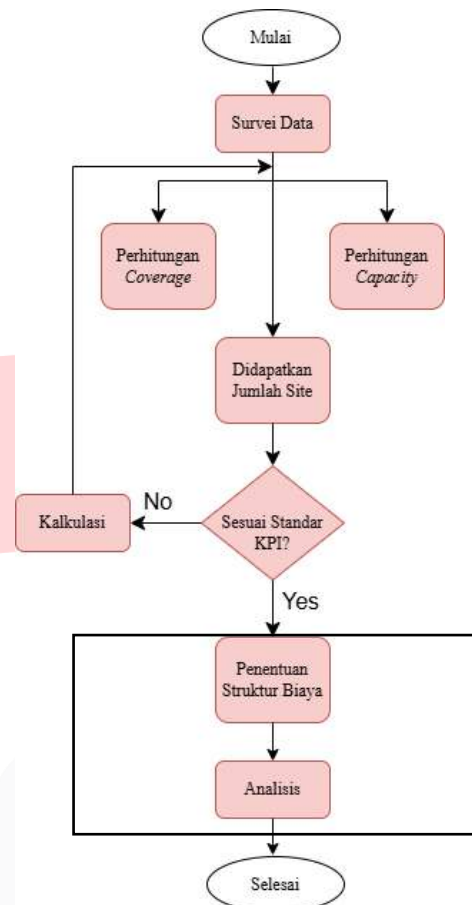
D.6. *Accounting Rate Of Return* (ARR)

ARR adalah presentase laba tahunan dari investasi berdasarkan modal awal. ARR digunakan untuk mengetahui presentase keuntungan dari sebuah investasi proyek dari laba bersih setelah pajak dibandingkan dengan rata – rata dari investasi.

III. METODE

Dalam analisis tekno ekonomi perancangan jaringan dibutuhkan pengetahuan mengenai proses dalam desain seluler dan desain *backhaul* serta kontribusi dalam pengerjaan hingga mendapatkan parameter – parameter yang

diinginkan. Proses perancangan seluler menggunakan aplikasi Atoll, untuk menentukan jumlah gNodeB. Berikut grafik pada Gambar 1.



GAMBAR 1

(FLOWCHART TEKNO-EKONOMI)

Dalam penentuan struktur biaya termasuk capex, opex, dan *revenue*. Lalu dianalisis dengan NPV, IRR, PP, PI, ROI, dan ARR.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan jumlah pengguna seluler diambil dari acuan jumlah penduduk wilayah Kabupaten Pegunungan Bintang Papua tahun 2020, 2021, 2022, 2023, dan 2024. Perkiraan jumlah pengguna seluler digunakan untuk memperkirakan pengguna seluler 5 tahun kedepan hingga tahun 2029. Metode yang digunakan dalam memperkirakan jumlah pengguna seluler yaitu metode *bass model*. Negara yang memiliki topografis mirip negara Indonesia yaitu negara Singapura yang telah menerapkan jaringan 5G. Berikut Tabel 1. Penambahan jumlah pengguna seluler dihitung dari awal tahun perancangan yakni 2024.

TABEL 1
(PREDIKSI PENGGUNA 5G)

Year	Target of Market User	Total of 5G users
N (0) - 2024		156.952*
N (1) - 2025	4.893	161.845
N (2) - 2026	11.412	173.257
N (3) - 2027	19.855	193.112
N (4) - 2028	30.401	223.513

N (5) - 2029	42.996	266.509
--------------	--------	---------

Jumlah pengguna 5G berdasarkan jumlah pengguna 4G tahun 2024 (*).

A. Perhitungan Struktur Biaya

Perhitungan struktur biaya merupakan perencanaan biaya yang akan dialokasikan dalam implementasi pembangunan jaringan seluler 5G NR dan *backhaul* di Pegunungan Bintang Papua. Perencanaan biaya termasuk perhitungan pendapatan hingga perhitungan investasi 5 tahun kedepan.

A.1. Revenue

Sebelum menentukan nilai investasi CAPEX dan OPEX perlu diprediksikan nilai pendapatan dari ARPU atau *Average Revenue Per User* dari buku laporan tahunan perusahaan telekomunikasi. Menurut laporan tahunan Telkomsel 2022 [6], rata rata pendapatan layanan jaringan 5G NR tiap bulan sebesar Rp 44.000,00 per perangkat. Berikut Tabel 2 perhitungan ARPU dengan jumlah prediksi pengguna seluler di Pegunungan Bintang.

TABEL 2
(PREDIKSI REVENUE BERDASARKAN ARPU)

Year	Total of 5G users	ARPU per tahun
N (0) - 2024		
N (1) - 2025	161.845	Rp 85.454.160.000,00
N (2) - 2026	173.257	Rp 91.479.696.000,00
N (3) - 2027	193.112	Rp 101.963.136.000,00
N (4) - 2028	223.513	Rp 118.014.864.000,00
N (5) - 2029	266.509	Rp 140.716.752.000,00

A.2. Capital Expenditure (CAPEX)

Biaya modal awal sesuai dengan jumlah gNodeB yang didapatkan dalam perancangan seluler. Dalam perhitungan *coverage* didapatkan jumlah gNodeB 220 gNodeB dan 22 *backhaul*, pada perhitungan *capacity* didapatkan jumlah 25 gNodeB dan 5 *backhaul*. Berikut Tabel 3 rincian biaya modal yang di investasikan.

TABEL 2
(CAPEX COVERAGE DAN CAPACITY)

List Of CAPEX	Coverage Calculation Cost	Capacity Calculation Cost
BBU	Rp 111.772.261.260,00	Rp 12.701.393.325,00
RRU	Rp 25.850.961.655,20	Rp 2.937.609.279,00
Antenna	Rp 18.021.857.040,00	Rp 2.047.938.300,00
Combiner	Rp 103.617.914,40	Rp 11.774.763,00

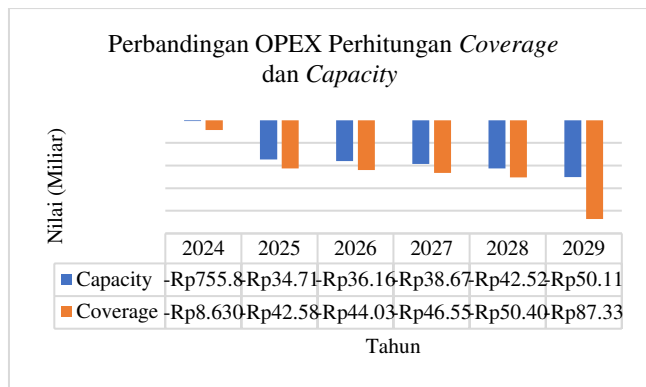
Additional Rectifier	Rp 61.395.770.832,00	Rp 6.976.792.140,00
Supporting Material Installation	Rp 167.813.128.665,60	Rp 19.069.673.712,00
Installation Equipments	Rp 403.107.570.729,60	Rp 45.807.678.492,00
Total CAPEX Cost	Rp 788.065.168.096,80	Rp 89.552.860.011,00

A.3. Operational Expenditure (OPEX)

Berikut rincian pengeluaran tahun pertama dari tahun 2024 hingga tahun 2029 pada Tabel 4 dan perbandingan pada grafik Gambar 3.

TABEL 3
(OPEX COVERAGE DAN CAPACITY)

Biaya Tetap	Coverage Calculation Cost	Capacity Calculation Cost
List Komponen OPEX	(First Year)	(First Year)
BHP USO	Rp 4.272.708.000,00	Rp 4.272.708.000,00
BHP Telekomunikasi	Rp 1.709.083.200,00	Rp 1.709.083.200,00
BHP Frekuensi 2300 MHZ	Rp 13.450.000.000,00	Rp 13.450.000.000,00
Operational and Maintenance	Rp 8.545.416.000,00	Rp 8.545.416.000,00
Marketing and advertisement	Rp 5.981.791.200,00	Rp 5.981.791.200,00
FO Rent Backhaul Cost per year	Rp 887.040.000,00	Rp 201.600.000,00
Dark Fiber Rent Cost per year	Rp 27.703.128,00	Rp 27.703.128,00
Power Consumption	Rp 8.238.717.300,00	Rp 937.802.000,00
Total OPEX	Rp 43.112.458.828,00	Rp 35.126.103.528,00



GAMBAR 2

(GRAFIK OPEX COVERAGE DAN CAPACITY)

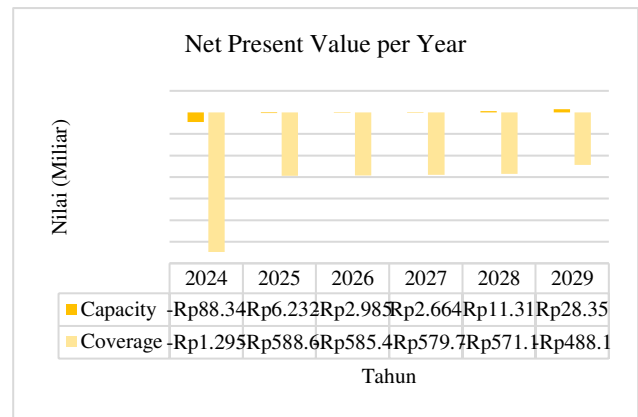
BHP *Universal Service Obligation* (BHP USO) dan BHP Telekomunikasi berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2026 Tentang Petunjuk Pelaksanaan Tarif Atas Penerimaan Negara Bukan Pajak Dari Pungutan Biaya Hak Penyelenggara Telekomunikasi Dan Kontribusi Kewajiban Pelayanan Universal Pasal 3 mengenai besaran BHP Telekomunikasi sebesar 0,50% dari pendapatan kotor penyelenggara telekomunikasi [7]. Berdasarkan peraturan perundang-undangan tersebut besaran BHP USO sebesar 1,25% dari pendapatan kotor penyelenggara telekomunikasi. BHP USO dan BHP telekomunikasi dibayarkan per tahun selama periode investasi berjalan. Besaran pembayaran BHP Frekuensi 2300 Mhz sebesar Rp 13.450.000.000,00 per tahun [8].

Sewa *backhaul* dan sewa fiber optik termasuk program pemerintah dan program Badan Aksesibilitas Telekomunikasi Dan Informatika (BAKTI Komdigi) pada proyek 16 wilayah provinsi Papua. Sehingga dalam perancangan ini menggunakan nilai harga berdasarkan proyek yang sedang berlangsung. Harga sewa per *backhaul* yaitu Rp 40.320.000 per tahun dan harga sewa fiber optik Rp 27.703.128,00 per tahun. *Power Consumption* merupakan biaya listrik yang dikeluarkan dari komponen CAPEX BBU, RRU dan *backhaul* dengan harga Rp 1.267.300,00 per 20 watt [9].

B. Analisis Kelayakan Ekonomi

B.1. Net Present Value (NPV)

Nilai NPV keseluruhan dari tahun ke 0 hingga tahun ke 5 pada perhitungan *coverage* sebesar - Rp 536.437.725.156,99. Sedangkan pada perhitungan *capacity* nilai NPV keseluruhan dari tahun ke 0 hingga tahun ke 5 sebesar Rp 70.519.539.083,50. Dari kedua perhitungan tersebut nilai pengembalian yang diharapkan yaitu 15%. Oleh karena itu, berdasarkan analisa NPV perhitungan *capacity* layak diimplementasikan secara ekonomi karena nilai NPV positif.



GAMBAR 3

(GRAFIK NPV)

Gambar 3 grafik menunjukkan perbandingan NPV hasil perhitungan *coverage* dengan 220 gNodeB dan perhitungan *capacity* dengan 25 gNodeB.

B.2. Internal Rate Of Return (IRR)

Nilai IRR menguntungkan apabila nilai IRR lebih dari 0. Dalam proyek perancangan jaringan seluler 5G NR dan *backhaul* nilai IRR perhitungan *coverage* tidak diketahui karena nilai dari komponen perhitungan *net cash flow* tahun ke 0 nilainya minus sangat besar melebihi kumulatif *net cash flow* tahun ke 1 hingga tahun ke 5 sehingga nilai IRR pada perhitungan *coverage* tidak menguntungkan. Sedangkan nilai IRR perhitungan *capacity* hasil yang didapatkan sebesar 44%. Oleh karena itu, proyek implementasi jaringan seluler 5G NR dan *backhaul* di Pegunungan Bintang Papua menguntungkan.

B.3. Payback Period (PP)

Pada perhitungan *coverage* nilai kumulatif *net cash flow* tahun ke 0 hingga tahun ke 5 nilainya negatif sehingga dalam periode 5 tahun modal tidak dapat kembali, oleh karena itu proyek implementasi jaringan 5G NR dan *backhaul* pada perhitungan *coverage* tidak menguntungkan untuk dijalankan selama 5 tahun. Pada perhitungan *capacity* nilai kumulatif *net cash flow* positif pada tahun ke 3 dan nilai fraction raw tahun ke tiga 0,19, sehingga nilai BEP = 0 membutuhkan waktu 3,19 tahun agar modal dapat kembali. Oleh karena itu, dalam proyek implementasi jaringan seluler 5G NR dan *backhaul* di Pegunungan Bintang Papua selama 5 tahun akan menguntungkan dengan menerapkan perhitungan *capacity* sebagai acuan karena nilai modal akan kembali dalam jangka waktu 3,19 tahun.

B.4. Profitability Index (PI)

Pada perhitungan *coverage* nilai PI sama dengan 0,40 artinya nilai *present value* pemasukan lebih kecil daripada nilai *present value* pengeluaran, sehingga proyek implementasi jaringan seluler 5G NR dan *backhaul* pada perhitungan *coverage* tidak menguntungkan karena nilai PI kurang dari 1. Pada perhitungan *capacity* nilai PI sama dengan 1,30 artinya nilai *present value* pemasukan lebih besar daripada nilai *present value* pengeluaran, sehingga proyek implementasi jaringan seluler 5G NR dan *backhaul* pada perhitungan *coverage* menguntungkan karena nilai PI lebih dari 1.

B.5. Return On Investment (ROI)

Dalam perhitungan ROI dibutuhkan perhitungan *net cash flow* dan total investasi awal. Nilai ROI akan menguntungkan apabila lebih dari 1. Nilai ROI dari perhitungan *coverage* hasilnya positif ditahun ke 2 hingga tahun ke 5 artinya implementasi jaringan seluler 5G dan backhaul di Pegunungan Bintang Papua layak dijalankan. Nilai ROI dari perhitungan *capacity* hasilnya positif lebih dari 1 ditahun ke 2 hingga tahun ke 5, sehingga implementasi jaringan seluler 5G dan backhaul di Pegunungan Bintang Papua layak dijalankan.

B.6. Accounting Rate Of Return (ARR)

Dalam perhitungan ARR dibutuhkan perhitungan rata-rata *net cash flow* dan total investasi awal. Nilai ARR akan menguntungkan apabila lebih dari 1. Nilai rata – rata ARR dari perhitungan *coverage* hasilnya -10% artinya implementasi jaringan seluler 5G dan backhaul di Pegunungan Bintang Papua tidak layak dijalankan. Nilai rata – rata ARR dari perhitungan *capacity* sebesar 33% sehingga implementasi jaringan seluler 5G dan backhaul di Pegunungan Bintang Papua layak dijalankan.

V. KESIMPULAN

Secara ekonomi, nilai investasi perancangan jaringan seluler perhitungan *coverage* sebesar Rp 788.065.168.096,80 dan investasi jaringan seluler perhitungan *capacity* sebesar Rp 89.552.860.011,00. Sumber *revenue* pada perhitungan *coverage* dan perhitungan *capacity* dari ARPU sebesar Rp 44.000,00 per bulan. Pada perhitungan *capacity* berdasarkan analisa ekonomi sangat layak untuk diimplementasikan di Pegunungan Bintang Papua, karena nilai NPV positif sebesar Rp 70.519.539.083,50 dengan pengembalian bunga 44% serta modal dapat kembali dalam jangka waktu 3,19 tahun dengan profitability index 1,30, nilai presentase *return of investment* positif pada tahun ke 1 dengan presentase laba sebesar 44% dan rata – rata presentase laba tahun ke 0 hingga tahun ke 5 sebesar 33%.

REFERENSI

- [1] BPS, “Kabupaten Pegunungan Bintang Dalam Angka 2022.” Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <http://pegununganbintangkab.bps.go.id/publication/2022/02/25/487405fbb1dc0ea5225b244d/kabupaten-pegunungan-bintang-dalam-angka-2022.html>
- [2] B. Nasir, *Pembangunan Kawasan Perbatasan*. 2019. [Online]. Available: [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf)
- [3] A. Wulandari, T. Supriyanto, A. H. Mayanti, and R. Nugroho, “Perancangan Private 5G Network Kawasan Industrial Jababeka untuk Mendukung Revolusi Industri 4 . 0,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.* 2022 – *Tek. Telekomun. Peranc.*, pp. 110–115, 2022.
- [4] M. I. Nashiruddin, P. Rahmawati, M. A. Nugraha, and D. Suherman, “Sensitivity Options of 5G 700 MHz Network Deployment in Urban Models: A Simulation for Emerging Countries,” *J. Commun.*, vol. 19, no. 5, pp. 255–265, 2024, doi: 10.12720/jcm.19.5.255-265.
- [5] T. Yuwanto, “Analisis Tekno Ekonomi Biaya Capex dan Opex Implementasi Jaringan Long Term Evolution Area Banten,” *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.22441/incomtech.v8i1.2142.
- [6] Telkomsel, “Buku laporan tahunan 2022 TELKOMSEL,” Telkomsel.
- [7] Kominfo, “Peraturan Menteri Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2016,” 2016permen17. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRAT_EGI_MELESTARI
- [8] S. Ariyanti, “Perbandingan Biaya Jaringan dan Kelayakan Teknologi LTE pada Frekuensi 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, & 2300 MHz untuk Mendukung Rencana Pita Lebar di Indonesia,” *Bul. Pos dan Telekomun.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–16, 2019, doi: 10.17933/bpostel.2019.170101.
- [9] M. I. Nashiruddin, M. A. Nugraha, P. Rahmawati, A. T. Hanuranto, and A. Hikmaturokhman, “Techno-Economic Assessment of 5G NSA Deployment for Metropolitan Area: A Greenfield Operator Scenario,” *J. Commun.*, vol. 17, no. 12, pp. 1009–1022, 2022, doi: 10.12720/jcm.17.12.1009-1022.