



**ANALISIS TEKNO EKONOMI JARINGAN 5G
FREKUENSI 700 MHZ DAN 3,5 GHZ MENGGUNAKAN
*COVERAGE PLANNING - LINE OF SIGHT (LOS)***

TESIS

**Oleh
Intan Budi Harjayanti
55421120003**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2025**



**ANALISIS TEKNO EKONOMI JARINGAN 5G
FREKUENSI 700 MHZ DAN 3,5 GHZ MENGGUNAKAN
*COVERAGE PLANNING - LINE OF SIGHT (LOS)***

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Pascasarjana
Program Magister Teknik Elektro**

Oleh

Intan Budi Harjayanti

55421120003

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

ABSTRAK

Perkembangan teknologi selular yang pesat memberikan kemudahan dalam mengakses internet dan layanan data. Berdasarkan survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) tahun 2024, dari total 278,7 Juta jiwa terdapat 221 juta jiwa yang merupakan pengguna internet dengan tingkat penetrasi mencapai 79,5%. Pemerataan akses digital menjadi fokus utama transformasi nasional, namun implementasi jaringan 5G di Indonesia masih terkonsentrasi di wilayah perkotaan. Sehingga penelitian ini bertujuan merancang jaringan 5G di Kabupaten Banyumas menggunakan pendekatan simulasi teknis dengan *software* Atoll. Perancangan dilakukan dengan metode *coverage planning* dan analisis kelayakan tekno ekonomi menggunakan dua frekuensi, yaitu 700 MHz dan 3,5 GHz.

Pada hasil penelitian gNodeB yang dibutuhkan adalah 30 gNodeB untuk frekuensi 700 MHz dan 72 gNodeB digunakan pada frekuensi 3500 MHz. Rata-rata nilai SS-RSRP pada frekuensi 700 MHz adalah -110,45 dBm (kategori buruk). Sedangkan pada frekuensi 3500 Mhz sebesar -96.15 dBm (kategori normal). Cakupan wilayah dengan kategori normal–*excellent* mencapai 42% untuk frekuensi 700 MHz dan 78% untuk frekuensi 3,5 GHz. Nilai rata-rata SS-SINR yang dihasilkan adalah sebesar 4,13 dB untuk frekuensi 700 MHz dan 5,23 dB pada frekuensi 3,5 GHz. Dimana keduanya masuk dalam kategori normal. Luas area kategori normal–*excellent* adalah 67% pada frekuensi 700 MHz dan untuk frekuensi 3,5 GHz adalah seluas 78% dari total wilayah perencanaan.

Berdasarkan kelayakan Tekno Ekonomi, nilai CAPEX adalah Rp 163.365.926.636,21 untuk frekuensi 700 MHz dan Rp 392.078.223.926,91 untuk frekuensi 3,5 GHz. Nilai OPEX pada tahun pertama mencapai Rp 112.881.149.101,02 untuk frekuensi 700 MHz dan Rp 181.675.663.742,69 pada frekuensi 3,5 GHz. Nilai *net present value* (NPV) pada frekuensi 700 MHz bernilai negatif pada dua tahun awal perencanaan, namun berubah menjadi positif mulai tahun ketiga. Pada frekuensi 3,5 GHz NPV tiga tahun pertama perencanaan bernilai negatif namun pada dua tahun terakhir nilai NPV bernilai positif. Nilai *Internal Rate of Return* (IRR) yang dihasilkan adalah 68% untuk frekuensi 700 MHz dan 22% untuk frekuensi 3,5 GHz. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua frekuensi layak diimplementasikan, dengan 3,5 GHz unggul dalam kualitas layanan, sedangkan 700 MHz menawarkan periode pengembalian investasi lebih cepat.

Kata Kunci: *Coverage planning*, CAPEX, *Internal Rate of Return* (IRR), OPEX, *Net Present Value* (NPV), *software* Atoll, SS – RSRP, SS – SINR.

ABSTRACT

The continuous advancement of cellular technology has significantly enhanced accessibility to the internet and data services. According to the 2024 survey conducted by the Indonesian Internet Service Providers Association (APJII), Indonesia has approximately 221 million internet users out of a total population of 278,7 million, resulting in a penetration rate of 79,5%. Although equitable digital access remains a primary objective of national transformation initiatives, the deployment of 5G networks in Indonesia is still predominantly concentrated in urban areas. This study focuses on designing a 5G network in Banyumas Regency by utilizing a technical simulation approach through Atoll software. The network planning includes coverage analysis and a techno-economic feasibility analysis for two frequency bands: 700 MHz and 3,5 GHz.

Simulation results reveal that 30 gNodeBs are required for the 700 MHz band, whereas 72 gNodeBs are necessary for the 3,5 GHz band. The average SS-RSRP for the 700 MHz band is -110.45 dBm (classified as poor), while the 3.5 GHz band records -96.15 dBm (classified as normal). The proportion of the coverage area within the normal–excellent category is 42% for 700 MHz and 78% for 3,5 GHz. The average SS-SINR is 4,13 dB for 700 MHz and 5,23 dB for 3,5 GHz, both of which are categorized as normal.

Based on the techno-economic assessment, the capital expenditure (CAPEX) amounts to IDR 163.365.926.636,21 for the 700 MHz band and IDR 392.078.223.926,91 for the 3,5 GHz band. First-year operational expenditure (OPEX) is estimated at IDR 112.881.149.101,02 for 700 MHz and IDR 181.675.663.742,69 for 3,5 GHz. The net present value (NPV) for 700 MHz is negative in the initial two years but becomes positive from the third year onward. Conversely, for 3.5 GHz, the NPV is negative during the first three years but turns positive in the final two years. The internal rate of return (IRR) is calculated at 68% for 700 MHz and 22% for 3,5 GHz. These findings suggest that both frequencies are viable for implementation, with 3,5 GHz providing superior service quality, while 700 MHz offers a faster investment payback period.

Keyword: Coverage planning, CAPEX, Internal Rate of Return (IRR), OPEX, Net Present Value (NPV), software Atoll, SS – RSRP, SS – SINR

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Intan Budi Harjayanti
NIM : 55421120003
Program : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Analisis Tekno Ekonomi Jaringan 5G Frekuensi 700 MHz dan 3,5 GHz
menggunakan *Coverage Planning - Line of Sight* (Los)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Strata S2 pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T., M.T., I.P.U.,
Asean-Eng., APEC-Eng.
NIDN : 0312118206
Ketua Penguji : Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D.
NIDN : 0320057603
Anggota Penguji : Galang Persada Nurani Hakim, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN : 0304128502



Jakarta, 19 Agustus 2025

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro



Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T., M.T.,
I.P.U., Asean-Eng., APEC-Eng.

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

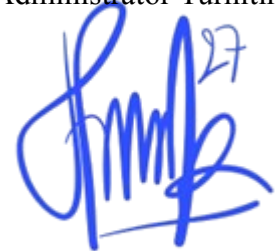
Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **INTAN BUDI HARJAYANTI**
NIM : **55421120003**
Program Studi : **Magister Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **ANALISIS TEKNO EKONOMI JARINGAN 5G
FREKUENSI 700 MHZ DAN 3,5 GHZ
MENGUNAKAN COVERAGE PLANNING - LINE
OF SIGHT (LOS)**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 21 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **19 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 21 Agustus 2025

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Analisis Tekno Ekonomi Jaringan 5G Frekuensi 700 MHz dan 3,5 GHz
menggunakan Coverage Planning - Line of Sight (Los)
Nama : Intan Budi Harjayanti
NIM : 55421120003
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Keamanan Jaringan
Tanggal : 21 Agustus 2025

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 21 Agustus 2025



Intan Budi Harjayanti

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan barokah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Analisis Tekno Ekonomi Jaringan 5G Frekuensi 700 MHz dan 3,5 GHz menggunakan *Coverage Planning - Line of Sight (LoS)*”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Dalam proses penyusunan laporan tesis ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan syukur dan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan segala nikmat dan karunia-Nya kepada penulis,
2. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
3. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik,
4. Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto., S.T., M.T., IPU., Asean-Eng., APEC-Eng selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro sekaligus Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini,
5. Bapak Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D. dan Galang Persada Nurani Hakim, ST, MT., Ph.D selaku Dosen Penguji tesis yang telah memberikan masukan dan arahan untuk penyempurnaan terkait penelitian ini,
6. Kedua orangtua dan keluarga yang tiada henti-hentinya berdo'a, memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini,
7. Teristimewa Suami yang dengan penuh kesabaran selalu memberikan dukungan moral dan motivasi,
8. Seluruh Dosen Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis,
9. Melinda Br Ginting selaku *partner* ngulik dan support system handal dalam menyelesaikan penelitian ini,
10. Pustakawan Telkom University Kampus Purwokerto (Rachma, Wiwus, Indah dan Hanu) yang mendukung dalam pencarian referensi dan data penelitian,

11. Rekan-rekan Magister Teknik Elektro Angkatan 30 yang selalu membantu dan saling berbagi ilmu serta dukungannya,
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Jakarta, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	v
PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.2 Teknologi 5G	8
2.3 Arsitektur 5G New Radio (NR)	8
2.4 Spektrum Frekuensi	9
2.5 Perancangan Jaringan	10
2.5.1 Link Budget	11
2.5.2 Model Propagasi	13
2.6 Analisis Tekno Ekonomi	14
2.7 Atoll	16
2.8 Radio Key Performance Indicator (KPI) Parameter	17
BAB III	18
3.1 Kerangka Kerja Penelitian	18

3.2	Deskripsi Wilayah Perencanaan	19
3.3	Perancangan Jaringan	19
3.3.1	<i>Link Budget</i>	20
3.3.2	<i>Model Propagasi</i>	23
3.4	Perhitungan Tekno Ekonomi	25
3.4.1	<i>Capital Expenditure</i>	26
3.4.2	<i>Operational Expenditure</i>	27
3.4.3	<i>Revenue</i>	28
3.4.4	Analisis Tekno Ekonomi	28
BAB IV		29
4.1	Analisis Hasil Perhitungan	29
4.2	Analisis Hasil Simulasi	30
4.3	Analisis Kelayakan Teknis.....	38
4.4	Analisis Hasil Tekno Ekonomi	39
BAB V		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur 5G Non Stand Alone (NSA) dan Stand Alone (SA)[14].....	9
Gambar 2.2 Faktor yang berpengaruh pada link budget 5G NR[16]	11
Gambar 2.3 Ilustrasi sistem untuk perhitungan d_{3D} dan d_{2D}	13
Gambar 2.4 Tampilan awal aplikasi atoll.....	16
Gambar 3.1 Kerangka kerja penelitian	18
Gambar 3.2 Peta wilayah Banyumas	19
Gambar 3.3 Coverage Planning.....	20
Gambar 3.4 Alur Perencanaan Tekno Ekonomi	26
Gambar 4.1 Hasil simulasi coverage atau SS-RSRP pada frekuensi 700 MHz	30
Gambar 4.2 Hasil simulasi coverage atau SS-RSRP pada frekuensi 3,5 GHz.....	30
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Quality atau SS-SINR frekuensi 700 MHz	31
Gambar 4.4 Hasil Simulasi Quality atau SS-SINR frekuensi 3,5 GHz.....	31
Gambar 4.5 Coverage area frekuensi 700 MHz setelah dilakukan optimasi.....	33
Gambar 4.6 Coverage area frekuensi 3,5 GHz setelah dilakukan optimasi	34
Gambar 4.7 Histogram persentase sebaran nilai SS-RSRP pada frekuensi 700 MHz ...	35
Gambar 4.8 Histogram persentase sebaran nilai SS-RSRP pada frekuensi 3,5 GHz.....	35
Gambar 4.9 Nilai SS-SINR setelah dilakukan optimasi pada frekuensi 700 MHz	36
Gambar 4.10 Nilai SS-SINR setelah dilakukan optimasi pada frekuensi 3,5 GHz.....	36
Gambar 4.11 Histogram persentase sebaran nilai SS-SINR pada frekuensi 700 MHz..	38
Gambar 4.12 Histogram persentase sebaran nilai SS-SINR pada frekuensi 3,5 GHz....	38
Gambar 4.13 Grafik Pertumbuhan Pengguna 5G.....	39
Gambar 4.14 Grafik biaya OPEX tahun 2024 – 2029.....	43
Gambar 4.15 Grafik Cashflow.....	45
Gambar 4.16 Grafik NPV Per Tahun	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Literatur [9], [10], [11], [12], [13]	6
Tabel 2.2 Rentang frekuensi Pertama (FR1) pada 5G NR	10
Tabel 2.3 Jumlah Resource Block untuk Medium Frequency Band[18]	12
Tabel 2.4 Rentang Nilai SS-SINR[21]	17
Tabel 2.5 Rentang Nilai SS-RSRP[21]	17
Tabel 3.1 Parameter link budget frekuensi 700 MHz dan 3,5 GHz [17], [21], [23], [24]	20
Tabel 3.2 Bandwidth dan resource block yang digunakan.....	22
Tabel 3.3 Total User 5G 2024 - 2029	25
Tabel 3.4 Komponen CAPEX per gNodeB frekuensi 700 MHz.....	26
Tabel 3.5 Komponen CAPEX per gNodeB frekuensi 3,5 GHz	27
Tabel 3.6 Komponen Biaya OPEX frekuensi 700 MHz	27
Tabel 3.7 Komponen Biaya OPEX frekuensi 3,5 GHz	28
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan berdasarkan coverage planning.....	29
Tabel 4.2 Hasil Simulasi SS-RSRP berdasarkan perhitungan coverage planning	32
Tabel 4.3 Hasil Simulasi SS-SINR berdasarkan perhitungan coverage planning.....	32
Tabel 4.4 Perbandingan jumlah gNodeB.....	33
Tabel 4.5 Perbandingan nilai SS-RSRP dari hasil optimasi.....	34
Tabel 4.6 Perbandingan nilai SS-SINR dari hasil optimasi	37
Tabel 4.7 Revenue per Tahun.....	40
Tabel 4.8 Total CAPEX untuk Frekuensi 700 MHz	41
Tabel 4.9 Total CAPEX untuk Frekuensi 3,5 GHz	41
Tabel 4.10 Perhitungan OPEX Tahun Pertama	42
Tabel 4.11 Cashflow pada frekuensi 700 MHz	44
Tabel 4.12 Cashflow pada frekuensi 3,5 GHz.....	44