

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TEKNO EKONOMI UNTUK PERENCANAAN
JARINGAN 5G PADA FREKUENSI 2,1 GHZ DI AREA
SURABAYA**

***TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS FOR 5G NETWORK
PLANNING AT 2.1 GHZ FREQUENCY IN THE SURABAYA
AREA***



Disusun oleh

**MUHAMMAD SOFYAN AFFANDI
18101023**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

SKRIPSI

**ANALISIS TEKNO EKONOMI UNTUK PERENCANAAN
JARINGAN 5G PADA FREKUENSI 2,1 GHZ DI AREA
SURABAYA**

***TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS FOR 5G NETWORK PLANNING
AT 2.1 GHZ FREQUENCY IN THE SURABAYA AREA***



Disusun oleh

**MUHAMMAD SOFYAN AFFANDI
18101023**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

**ANALISIS TEKNO EKONOMI UNTUK PERENCANAAN
JARINGAN 5G PADA FREKUENSI 2,1 GHZ DI AREA
SURABAYA**

***TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS FOR 5G NETWORK PLANNING
AT 2.1 GHZ FREQUENCY IN THE SURABAYA AREA***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2024**

Disusun oleh

**MUHAMMAD SOFYAN AFFANDI
18101023**

DOSEN PEMBIMBING

**Solichah Larasari, S.T., M.T.
Khoirun Ni'amah, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**ANALISIS TEKNO EKONOMI UNTUK PERENCANAAN JARINGAN 5G
PADA FREKUENSI 2,1 GHZ DI AREA SURABAYA**

***TECHNO ECONOMIC ANALYSIS FOR 5G NETWORK PLANNING AT 2,1
GHZ FREQUENCY IN SURABAYA AREA***

Disusun oleh
MUHAMMAD SOFYAN AFFANDI
18101023

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Solichah Larasari, S.T., M.T.

NIDN. 0617069301

(*Solichah*)

Pembimbing Pendamping : Khoirun Ni'amah, S.T., M.T.

NIDN. 0619129301

(*Khoirun Ni'amah*)

Penguji

: 1. Reni Dyah Wahyuningrum, S.T., MT

NIDN. 0606079501

(*Reni Dyah Wahyuningrum*)

2. Zein Hanni Pradana, S.T., M.T.

NIDN. 0604039001

(*Zein Hanni Pradana*)

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Prasetyo Nugroho, S.T., M.T.

NIDN. 0603079201



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **Muhammad Sofyan Affandi**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**ANALISIS TEKNO EKONOMI UNTUK PERENCANAAN JARINGAN 5G PADA FREKUENSI 2,1GHZ DI AREA SURABAYA**” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung resiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 17 Januari 2024

Yang menyatakan,



(Muhammad Sofyan Affandi)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Tekno Ekonomi Untuk Perencanaan Jaringan 5G Pada Frekuensi 2,1 GHz Di Area Surabaya”.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan kasih sayang, semangat serta nasihat yang tiada henti.
2. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum S.Kom., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
3. Ibu Dr. Anggun Fitriani, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro.
4. Bapak Prasetya Yuliantoro, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
5. Ibu Solichah Larasari, S.T., M.T. selaku pembimbing I.
6. Ibu Khoirun Ni'amah, S.T., M.T. selaku pembimbing II.
7. Teman-teman yang telah memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis.

Purwokerto, 17 Januari 2024



(Muhammad Sofyan Affandi)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Perkembangan Teknologi 5G.....	7
2.2.2 Frekuensi Gelombang Milimeter (mmWave)	9
2.2.3 Persyaratan untuk 5G.....	10
2.2.4 Skenario Jasa dan Visi Teknologi 5G.....	11
2.2.5 Frequency Ranges 5G.....	14
2.2.6 Perancangan Jaringan.....	17
2.2.7 Radio Key Performance Indicator (KPI) Parameter	25
2.2.8 Tekno Ekonomi	26
2.2.9 Capital Expenditure (CAPEX)	26
2.2.10 Operational Expenditure (OPEX)	28

2.2.11	Indeks Harga Dasar Pita Frekuensi Radio.....	28
2.2.12	Net Present Value (NPV)	29
2.2.13	Internal Rate Of Return (IRR).....	30
2.2.14	<i>Growth Bass Models</i>	31
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Alat dan Bahan	31
3.2	<i>Flowchart</i> Analisis Tekno Ekonomi Perancangan 5G Frekuensi 2,1 Ghz Di Wilayah Surabaya.....	31
3.3	Deskripsi Wilayah Surabaya.....	34
3.4	<i>Link Budget</i>	37
3.5	Propagasi <i>Urban Macro</i> (UMa)	38
3.6	Perancangan Perhitungan Tekno Ekonomi.....	39
3.7	CAPEX.....	40
3.8	OPEX	41
3.9	<i>Cost Benefit Analysis</i>	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Perhitungan <i>Link Budget Downlink</i> dan <i>Uplink 5G</i>	44
4.2	Simulasi <i>Coverage Planning 5G</i>	49
4.2.1	Skenario 1 Downlink Outdoor-To-Outdoor (O2O) Dengan Kondisi Non Line Of Sight (NLOS)	49
4.2.2	Skenario 2 Uplink Outdoor-To-Outdoor (O2O) Dengan Kondisi Non-Line Of Sight (NLOS)	54
4.3	Perhitungan Kepadatan Penduduk Surabaya.....	58
4.4	Analisis <i>Cost Benefit</i>	62
4.4.1	Cost Benefit Skenario Moderat	63
4.4.2	Cost Benefit Skenario Optimis.....	77
4.4.3	Cost Benefit Skenario Pesimis	90
4.5	Perbandingan Keseluruhan Skenario Tekno Ekonomi	103
BAB V PENUTUP		106
5.1	Kesimpulan	106
5.2	Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA		108

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Visi Teknologi 5G
- Gambar 2.2 Faktor yang Mempengaruhi *Link Budget* pada 5G *New Radio* (NR)
- Gambar 2.3 Parameter *Growth Bass Model* untuk memperkirakan adopsi peluncuran penggunaan produk teknologi baru
- Gambar 3.1 *Flowchart* Analisis Tekno-Ekonomi Perancangan 5G Frekuensi 2,1 GHz Daerah Surabaya
- Gambar 3.2 Peta Wilayah Kecamatan Genteng, Surabaya
- Gambar 3.3 Diagram perancangan analisis investasi 5G
- Gambar 4.1 Skenario 1 Hasil *Design Area*
- Gambar 4.2 Hasil prediksi skenario 1 parameter SS-RSRP
- Gambar 4.3 Histogram Skenario 1 Parameter SS-RSRP
- Gambar 4.4 Hasil prediksi skenario 1 parameter SS-SINR
- Gambar 4.5 Histogram Skenario 1 Parameter SS-SINR
- Gambar 4.6 Skenario 2 *Design Area*
- Gambar 4.7 Hasil prediksi skenario 2 parameter SS-RSRP
- Gambar 4.8 Histogram Skenario 2 Parameter SS-RSRP
- Gambar 4.9 Skenario 2 Parameter SS-SINR
- Gambar 4.10 Histogram Skenario 2 Parameter SS-SINR
- Gambar 4.11 Revenue Indonesia Skenario Moderat
- Gambar 4.12 Revenue Surabaya Skenario Moderat
- Gambar 4.13 Proyeksi jumlah gNodeB
- Gambar 4.14 Proyeksi SDM Surabaya Skenario Moderat
- Gambar 4.15 Biaya Interkoneksi Surabaya Skenario Moderat
- Gambar 4.16 Biaya Pemasaran Surabaya Skenario Moderat
- Gambar 4.17 Biaya Administrasi Umum Surabaya Skenario Moderat
- Gambar 4.18 Biaya *Operational & Maintenance* Skenario Moderat

Gambar 4.19 BHP Frekuensi Surabaya Skenario Moderat
Gambar 4.20 Biaya Sewa *Site* Skenario Moderat
Gambar 4.21 Total Keseluruhan OPEX Skenario Moderat
Gambar 4.22 Grafik NPV *Cost Benefit* Skenario Moderat
Gambar 4.23 Grafik IRR *Cost Benefit* Skenario Moderat
Gambar 4.24 *Revenue* seluruh Indonesia Skenario Optimis
Gambar 4.25 *Revenue* Surabaya Skenario Optimis
Gambar 4.26 proyeksi Jumlah gNodeB
Gambar 4.27 Proyeksi SDM Surabaya Skenario Optimis
Gambar 4.28 Biaya Interkoneksi Surabaya Skenario Optimis
Gambar 4.29 Biaya Pemasaran Surabaya Skenario Optimis
Gambar 4.30 Biaya Administrasi Umum Surabaya Skenario Optimis
Gambar 4.31 Biaya *Operational & Maintenance* Skenario Optimis
Gambar 4.32 BHP Frekuensi Surabaya Skenario Optimis
Gambar 4.33 Biaya Sewa *Site* Skenario Optimis
Gambar 4.34 Total Keseluruhan OPEX Skenario Optimis
Gambar 4.35 Grafik NPV *Cost Benefit* Skenario Optimis
Gambar 4.36 Grafik IRR *Cost Benefit* Skenario Optimis
Gambar 4.37 *Revenue* seluruh Indonesia Skenario Pesimis
Gambar 4.38 *Revenue* Surabaya Skenario Pesimis
Gambar 4.39 proyeksi Jumlah gNodeB
Gambar 4.40 Proyeksi SDM Surabaya Skenario Pesimis
Gambar 4.41 Biaya Interkoneksi Surabaya Skenario Pesimis
Gambar 4.42 Biaya Pemasaran Surabaya Skenario Pesimis
Gambar 4.43 Biaya Administrasi Umum Surabaya Skenario Pesimis
Gambar 4.44 Biaya *Operational & Maintenance* Skenario Pesimis
Gambar 4.45 BHP Frekuensi Surabaya Skenario Pesimis
Gambar 4.46 Biaya Sewa *Site* Skenario Pesimis
Gambar 4.47 Total Keseluruhan OPEX Skenario Pesimis
Gambar 4.48 Grafik NPV *Cost Benefit* Skenario Pesimis

Gambar 4.49 Grafik IRR *Cost Benefit* Skenario Pesimis

Gambar 4.50 Perbandingan Keseluruhan NPV

Gambar 4.51 Perbandingan Keseluruhan IRR

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi <i>frequency ranges</i> 5G NR
Tabel 2.2	FR1 FDD (<i>Frequency Division Duplex</i>) for 5G-New Radio
Tabel 2.3	FR1 TDD (<i>Time Division Duplex</i>) <i>Frequency Bands</i> for 5G-New Radio
Tabel 2.4	FR1 <i>Supplementary Downlink Bands (SDL) & Supplementary Uplink Bands (SUL)</i> for 5G-New Radio
Tabel 2.5	5G NR <i>Frequency Bands</i> di FR2
Tabel 2.6	Kategori Nilai SS-RSRP
Tabel 2.7	Kategori Nilai SS-SINR
Tabel 2.8	Indeks Harga Dasar Pita Frekuensi
Tabel 3.1	Luas Wilayah Surabaya
Tabel 3.2	<i>Link Budget</i>
Tabel 3.3	Parameter Model Propagasi Uma
Tabel 3.4	Komponen CAPEX
Tabel 3.5	Komponen OPEX
Tabel 3.6	Biaya Sumber Daya Manusia (SDM)
Tabel 3.7	Biaya Interkoneksi
Tabel 3.8	Biaya Pemasaran
Tabel 3.9	Biaya <i>General & Administration</i>
Tabel 3.10	<i>Revenue</i> Seluruh Indonesia
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan <i>Link Budget</i> Skenario
Tabel 4.2	Hasil prediksi SS-RSRP Skenario 1
Tabel 4.3	Hasil prediksi SS-SINR Skenario 1
Tabel 4.4	Hasil prediksi SS-RSRP Skenario 2
Tabel 4.5	Hasil prediksi SS-SINR Skenario 2
Tabel 4.6	Asumsi Biaya Finansial Skenario Moderat
Tabel 4.7	Kepadatan Penduduk & Klasifikasi Kelompok Usia
Tabel 4.8	Jumlah pelanggan telkomsel umur 15-64 Tahun (2016-2020)

Tabel 4.9	<i>Traffic Prediction</i> Surabaya (2020-2030)
Tabel 4.10	Prediksi umlah pelanggan telkomsel selama 10 tahun kedepan
Tabel 4.11	Asumsi Biaya Finansial Skenario Moderat
Tabel 4.12	<i>Cost Benefit Analysis</i> Skenario Moderat
Tabel 4.13	Proyeksi Jumlah gNodeB
Tabel 4.14	Investasi Harga Jumlah gNodeB
Tabel 4.15	Asumsi Biaya Finansial Skenario Optimis
Tabel 4.16	<i>Cost Benefit Analysis</i> Skenario Optimis
Tabel 4.17	Proyeksi Jumlah gNodeB
Tabel 4.18	Investasi Harga Jumlah gNodeB
Tabel 4.19	Asumsi Biaya Finansial Skenario Pesimis
Tabel 4.20	<i>Cost Benefit Analysis</i> Skenario Pesimis
Tabel 4.21	Perbandingan Jumlah <i>site</i>
Tabel 4.22	Perbandingan Keseluruhan Skenario Ekonomi

DAFTAR SINGKATAN

RSRP : *Reference Signal Received Power*

RSRQ : *Reference signal Received Quality*

SINR : *Signal to Interference Noise Ratio*

BTS : *Base Transceiver Station*

dB : *decibel*

dBm : *decibel milliwatt*

ITU : *International Telecommunication Union*

NR : *New Radio*

UL : *Uplink*

DL : *Download*

O2O : *Outdoor to Outdoor*

NLOS : *Non-Line of Sight*