

**PERENCANAAN TRANSMISI *MICROWAVE LINK*
ANTARA SUBULUSSALAM DAN SIMEULUE
MENGUNAKAN TEKNOLOGI SDH**

SKRIPSI

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

Oleh:
RINDI PANDARAN
183112700240072



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2024**

**PERENCANAAN TRANSMISI *MICROWAVE LINK*
ANTARA SUBULUSSALAM DAN SIMEULUE
MENGUNAKAN TEKNOLOGI SDH**

Oleh:
RINDI PANDARAN
183112700240072



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Perencanaan Transmisi *Microwave Link* Antara Subulussalam dan Simeulue Menggunakan Teknologi SDH”

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 31 Agustus 2024



Rindi Pandaran)

183112700240072

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“PERENCANAAN TRANSMISI *MICROWAVE LINK* ANTARA SUBULUSSALAM DAN SIMEULUE MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SDH”

dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diajukan sebagai skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.

Jakarta, 31 Agustus 2024



Nama : Rindi Pandaran
NIM : 183112700240072

Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,



(Ir. Rianto Nugroho, M.T.)
NID.0104050734

(Endang Retno Nugroho, S.Si., M.Si.)
NID.0104050735



UNIVERSITAS NASIONAL

Ketua Jurusan



(Ir. Idris Kusuma, M.T.)
NID. 0102990618

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Rindi Pandaran
NPM : 183112700240072
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : **PERENCANAAN TRANSMISI *MICROWAVE LINK* ANTARA
SUBULUSSALAM DAN SIMEULUE MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI SDH**

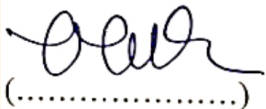
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Pembimbing I : Ir. Rianto Nugroho, M.T.



(.....)

Pembimbing II : Endang Retno Nugroho, S.Si., M.Si.



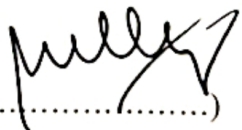
(.....)

Penguji I : Ir. Idris Kusuma, M.T.



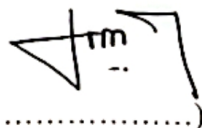
(.....)

Penguji II : Ir. Ruliyanto, S.T, M.T., Ph.D.



(.....)

Penguji III : Novi Azman, S.T, M.T., Ph.D.



(.....)

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 31 Agustus 2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Rianto Nugroho, M.T. dan Ibu Endang Retno Nugroho, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Ir. Rianto Nugroho, M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan empati yang luar biasa untuk mengarahkan dan membantu saya menyelesaikan kuliah ini;
3. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan;
4. Orang tua dan keluarga besar saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Seluruh teman saya, baik di pekerjaan maupun perkuliahan yang menemani, mendukung, dan melengkapi kebutuhan saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Terakhir diri saya sendiri yang senantiasa semangat dan tidak mudah menyerah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 31 Agustus 2024

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rindi Pandaran
NPM : 183112700240072
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Sains
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Perencanaan Transmisi *Microwave Link* Antara Subulussalam dan Simeulue Menggunakan Teknologi SDH”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta
Pada tanggal: 31 Agustus 2024
Yang menyatakan



Rindi Pandaran

ABSTRAK

Rindi Pandaran, “Perencanaan Transmisi Microwave Link Antara Subulussalam dan Simeulue Menggunakan Teknologi SDH”, Program S1 Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Rianto Nugroho, M.T., dan Endang Retno Nugroho, S.Si., M.Si., 31 Agustus 2024, 79 halaman + xii halaman.

Kabupaten Simeulue merupakan hasil pemekaran dari Aceh Barat sejak tahun 1999, berada di sebelah barat daya Provinsi Aceh, dengan luas daerah keseluruhan 1.838,10 km². Populasi penduduk berjumlah 97.118 jiwa dan kepadatan penduduk 53 jiwa/ km². Terletak terpisah dari pusat kota besar dengan daerah perairan yang mengelilingi Kabupaten Simeulue. Karena kondisi geografisnya, Kabupaten Simeulue menghasilkan banyak objek wisata dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya. Kepadatan penduduk yang cukup tinggi dan potensi kekayaan alam dan wisata yang dimiliki tidak sebanding dengan kemudahan akses komunikasi di Kabupaten Simeulue. Kendala serah terima informasi masih sering dialami oleh masyarakat Kabupaten Simeulue.

Sarana komunikasi yang beroperasi saat ini masih terbatas pada *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) dan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) yang hanya tersedia pada jalur Gunungsitoli - Sinabang. Dengan keterbatasan kapasitas dan biaya sewa yang mahal, maka untuk memenuhi kebutuhan komunikasi utama (*link backbone*) di Simeulue dibutuhkan alternatif pembangunan infrastruktur komunikasi lain. Dengan pertimbangan efektivitas dan efisiensi, maka dipilih sistem *microwave link*. Sistem ini merambat pada propagasi *Line of Sight (LOS)* yang tidak memerlukan media kabel untuk merambatkan sinyal informasi. Syarat utama dalam transmisi *microwave* adalah kondisi LOS. Sistem ini bekerja dengan teknologi SDH dengan kapasitas STM-1. Hal ini karena SDH mudah dalam teknik *multiplexing* dan *demultiplexing*, peningkatan kapasitas, *flexible*, dapat mentransfer sinyal *broadband*, dan mudah dalam pembangunan dan pemeliharaan.

Sebelum membangun infrastruktur komunikasi dengan *microwave link*, maka dibutuhkan perencanaan untuk mengetahui apakah *link* memenuhi persyaratan LOS dan memenuhi standar ITU-R untuk beroperasi. Dari hasil perencanaan jaringan komunikasi Subulussalam - Simeulue dibutuhkan 3 hop yaitu; Subulussalam - Singkil dengan jarak 25,35 km didapatkan nilai *availability* sebesar 0,99997346, Singkil - Tuangku dengan jarak 80,55 km didapatkan nilai *availability* sebesar 0,99958433 dan Tuangku - Sinabang (Simeulue) dengan jarak 90,77 km didapatkan nilai *availability* sebesar 0,999713416. Ketiga *link hop* memenuhi nilai standar *availability* yang ditentukan oleh ITU-R yaitu $\geq 0,999552$, sehingga perencanaan jaringan *microwave* Subulussalam - Simeulue layak untuk diimplementasikan.

Kata kunci: transmisi, *microwave link*, *line of sight*, SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*).

ABSTRACT

Rindi Pandaran, "Microwave Network Transmission Planning Between Subulussalam and Simeulue Using SDH Technology", Undergraduate Programme, Faculty of Engineering and Science, National University, under guidance of Ir. Rianto Nugroho, M.T., and Endang Retno Nugroho, S.Si., M.Si., 31st August 2024, 79 pages + xii pages.

Simeulue Regency is in the southwest of Aceh Province, was formed because of the division of West Aceh in 1999. It has a total area of 1.838,10 km². The population is 97.118, with a population density of 53 persons per km². Simeulue Regency is located away from main urban centers and surrounded by sea. Because of its geographical location, Simeulue Regency produces many tourist attractions, and the natural wealth contained therein. The high population density and the potential for natural wealth and tourism are not proportional to the ease of access to communication in Simeulue Regency. Obstacles to the handover of information are still often experienced by the people of the Simeulue Regency.

The current communication facilities are still limited to Very Small Aperture Terminal (VSAT) and Sea Cable Communications System (SKKL) which is only available on the Gunungsitoli - Sinabang line. With limited capacity and expensive lease costs, to meet the needs of the main communication (backbone link) in Simeulue, alternative communication infrastructure development is needed. With consideration of effectiveness and efficiency, a microwave link system was chosen. This system propagates at Line of Sight (LOS) propagation which does not require cable media to propagate information signals. The main requirement in microwave transmission is LOS conditions. This system works with SDH technology with STM-1 capacity. It is important because SDH is easy in multiplexing and demultiplexing techniques, increasing capacity, flexibility, can transfer broadband signals, and is easy to build and maintain.

Before building a communication infrastructure with microwave links, planning is needed to determine whether the link fulfills the LOS requirements and meets the ITU-R standards for operation. Based on the results of the Subulussalam - Simeulue communication network planning, 3 hops are needed, namely Subulussalam - Singkil with 25,35 km of distance with an availability value of 0,99997346, Singkil - Tuangku with 80,55 km of distance with an availability value of 0,99997346, and Tuangku - Sinabang (Simeulue) with 90,77 km of distance with an availability value of 0,999713416. Furthermore, the three link hops fulfill the availability standard value determined by ITU-R which is $\geq 0,999552$, so that the Subulussalam - Simeulue microwave network planning is feasible to be implemented.

Keywords: transmission, microwave link, line of sight, SDH (Synchronous Digital Hierarchy).

DAFTAR ISI

PERENCANAAN TRANSMISI <i>MICROWAVE LINK</i> ANTARA SUBULUSSALAM DAN SIMEULUE	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penyelesaian	3
BAB 2 LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Komunikasi <i>Microwave</i>	4
2.2 Propagasi Gelombang	4
2.2.1 Koordinat Lokasi	5
2.2.2 <i>Path Profile</i>	5
2.2.3 <i>Fresnel Zone</i>	5
2.2.4 Koreksi Ketinggian	6
2.2.5 <i>High Clearance</i>	6
2.3 <i>Link Budget</i>	7
2.3.1 <i>Received Signal Level</i>	7
2.3.2 <i>Free Space Loss</i>	7
2.3.3 Redaman Transmisi ($L_{transmisi}$)	8
2.3.4 Redaman Atmosfer (L_{atm})	9
2.3.5 Redaman Hujan (L_{rain})	9
2.3.6 <i>Gain Antena</i>	10
2.3.7 <i>Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)</i>	10
2.4 <i>Fading</i>	11
2.4.1 <i>Flat Fading</i>	12
2.4.2 <i>Frequency Selective Fading</i>	12
2.4.3 <i>Fading Margin</i>	12
2.5 Probabilitas <i>Outage</i>	12
2.5.1 Probabilitas Total <i>Outage</i> Untuk Sistem Tanpa Teknik <i>Diversity</i>	13
2.5.2 Perhitungan <i>Geoclimatic Factor</i>	14
2.5.3 Probabilitas <i>Outage</i> Sistem Menggunakan Teknik <i>Diversity</i>	16
2.5.4 Probabilitas <i>Outage</i> Perangkat <i>Microwave</i>	17
2.6 <i>Synchronous Digital Hierarchy (SDH)</i>	18
2.6.1 Arsitektur Jaringan <i>Synchronous Digital Hierarchy (SDH)</i>	18
2.6.2 <i>Synchronous Digital Hierarchy Frequency Assignment</i>	19

2.7	<i>Antena Parabolic</i>	21
2.8	<i>Quadrature Amplitude Modulation (QAM)</i>	21
2.9	<i>Software Pathloss</i>	22
2.10	Kajian Pustaka.....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN		26
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	26
3.2	Alat dan Bahan.....	26
3.3	Perancangan Penelitian	26
3.3.1	Diagram Alir Perancangan Penelitian	26
3.3.2	Analisis Perancangan <i>Microwave Link</i>	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Kalkulasi <i>Microwave Link Site</i> Subulussalam - Singkil	35
4.1.1	Pembuatan <i>Path Profile Microwave Link Site</i> Subulussalam – Singkil.....	35
4.1.2	Kalkulasi <i>Link Budget Microwave Link Site</i> Subulussalam – Singkil	38
4.1.3	Kalkulasi Probabilitas <i>Total Outage</i> Tanpa Menggunakan Teknik <i>Diversity</i>	41
4.2	Kalkulasi <i>Microwave Link Site</i> Singkil – Tuangku.....	46
4.2.1	Pembuatan <i>Path Profile Microwave Link Site</i> Singkil – Tuangku.....	46
4.2.2	Kalkulasi <i>Link Budget Microwave Link Site</i> Singkil – Tuangku	49
4.2.3	Kalkulasi Probabilitas <i>Total Outage</i> Tanpa Menggunakan Teknik <i>Diversity</i>	52
4.2.4	Kalkulasi Probabilitas <i>Total Outage</i> Menggunakan Teknik <i>Diversity</i>	55
4.3	Kalkulasi <i>Microwave Link Site</i> Tuangku – Sinabang (Simeulue).....	60
4.3.1	Pembuatan <i>Path Profile Microwave Link Site</i> Tuangku – Sinabang (Simeulue).....	60
4.3.2	Kalkulasi <i>Link Budget Microwave Link Site</i> Tuangku – Sinabang (Simeulue)	64
4.3.3	Kalkulasi Probabilitas <i>Total Outage</i> Tanpa Menggunakan Teknik <i>Diversity</i>	67
4.3.4	Kalkulasi Probabilitas <i>Total Outage</i> Menggunakan Teknik <i>Diversity</i>	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		76
DAFTAR PUSTAKA		78

