

SKRIPSI

**PERENCANAAN DAN ANALISIS *FRONTHAUL MICROWAVE*
MENGUNAKAN SPEKTRUM FREKUENSI 71 GHZ UNTUK
RADIO ACCESS NETWORK DENGAN METODE *DRIVE TEST*
4G LTE DI KOTA PURWOKERTO**

***PLANNING AND ANALYSYS OF FRONTHAUL MICROWAVE
USING SPECTRUM FREQUENCY 71 GHZ FOR RADIO
ACCESS NETWORK WITH DRIVE TEST METHOD 4G LTE IN
PURWOKERTO CITY***



Disusun oleh

FIRMANSYAH PANDU WIBAWA

15101049

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

2019

**PERENCANAAN DAN ANALISIS *FRONTHAUL MICROWAVE*
MENGUNAKAN SPEKTRUM FREKUENSI 71 GHZ UNTUK
RADIO ACCESS NETWORK DENGAN METODE *DRIVE TEST*
4G LTE DI KOTA PURWOKERTO**

***PLANNING AND ANALYSYS OF FRONTHAUL MICROWAVE
USING SPECTRUM FREQUENCY 71 GHZ FOR RADIO
ACCESS NETWORK WITH DRIVE TEST METHOD 4G LTE IN
PURWOKERTO CITY***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2019**

Disusun oleh :

**FIRMANSYAH PANDU WIBAWA
15101049**

DOSEN PEMBIMBING

**Ade Wahyudin, S.T., M.T.,
Muntaqo Alfin Amanaf, S.ST., M. T.**

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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**PERENCANAAN DAN ANALISIS FRONTHAUL MICROWAVE
MENGUNAKAN SPEKTRUM FREKUENSI 71 GHZ UNTUK
RADIO ACCESS NETWORK DENGAN METODE DRIVE TEST
4G LTE DI KOTA PURWOKERTO**

**PLANNING AND ANALYSIS OF FRONTHAUL MICROWAVE
USING SPECTRUM FREQUENCY 71 GHZ FOR RADIO
ACCESS NETWORK WITH DRIVE TEST METHOD 4G LTE IN
PURWOKERTO CITY**

Disusun oleh
FIRMANSYAH PANDU WIBAWA
15101049

Telah dipertanggungjawabkan dihadapan Tim Penguji pada tanggal 6 Februari
2019

Pembimbing Utama : ADE WAHYUDIN, ST., M.T
NIDN. 0627128502

Pembimbing Pendamping : MUNTAQO ALFIN AMANAF, S.ST., M.T
NIDN. 0607129002

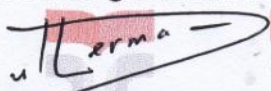
Penguji 1 : KHOIRUN NI'AMAH, S.T., M.T
NIDN.0619129301

Penguji 2 : SOLICHAH LARASATI, S.T., M.T
NIDN.0617069301






Mengetahui,
POH Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto


DODI ZULHERMAN, S.T., M.T
NIDN.0617078703

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **Firmansyah Pandu Wibawa** menyatakan bahwa skripsi dengan judul **"PERENCANAAN DAN ANALISIS *FRONTHAUL MICROWAVE* MENGGUNAKAN SPEKTRUM FREKUENSI 71 GHZ UNTUK *RADIO ACCESS NETWORK* DENGAN METODE *DRIVE TEST 4G LTE* DI KOTA PURWOKERTO "** adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 28 Januari 2019
Yang menyatakan,



(Firmansyah Pandu Wibawa)

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul **“PERENCANAAN DAN ANALISIS FRONTHAUL MICROWAVE MENGGUNAKAN SPEKTRUM FREKUENSI 71 GHZ UNTUK RADIO ACCESS NETWORK DENGAN METODE DRIVE TEST 4G LTE DI KOTA PURWOKERTO”**

Penyusunan laporan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) di program studi S1 Teknik Telekomunikasi pada fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokero. Dalam penyusunan laporan Skripsi ini banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal, baik berupa dukungan moriil maupun materiil. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam – dalamnya kepada :

1. Keluarga yang selalu memberikan motivasi dan memberikan vitamin kepada penulis sehingga skripisi ini dapat selesai.
2. Bapak Ade Wahyudin, S.T., M.T.. selaku pembimbing I.
3. Bapak Muntaqo Alfin Amanaf, S.ST., M.T. selaku pembimbing II.
4. Ibu Norma Amalia., S.T., M.Eng. ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
5. Bapak Dr. Ali Rohman., M.Si. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
7. Bapak Rafi selaku staff Supervisor RTPO dan Bapak Adit selaku *Technical Support* PT. Telkomsel Purwokerto yang telah memberikan data untuk mengerjakan penelitian ini.
8. Grup Research Hexacomm yang telah menjadi tempat belajar dalam dunia seluler.
9. Pejuang Semeru yang telah memberikan waktu untuk melaksanakan refreshing.

10. Semua teman kelas SI TT03 B 2015 yang telah memberikan semangat dan sebagai keluarga baru selama masa perkuliahan.
11. Angkatan 15 Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
12. Juwi Nanda Sinulingga yang telah membantu dalam belajar dan memberikan motivasi dalam pengerjaan.
13. Punakawan dan Voorman yang telah memberikan semangat.
14. Ghina Mutirachma A.Md yang telah memberikan motivasi, semangat dan memberikan pencerahan dalam penulisan ini.
15. Ajun Wicaksana dan Evan Sigit Kurniawan sebagai partner pengerjaan skripsi.
16. Achmad Fadhlhan Septian sebagai partner pengambilan data skripsi dan memberikan masukan.
17. Mas Ndaru, Mas Rahmat dan Pak Ir PT Alita Praya Mitra yang telah memberikan ilmu dan tempat belajar transmisi microwave.

Purwokerto, 28 Januari 2018

(Firmansyah Pandu Wibawa)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN.....	3
1.5 MANFAAT	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 KAJIAN PUSTAKA	5
2.2 DASAR TEORI.....	8
2.2.1 Long Term Evolution (LTE).....	8
2.2.2 <i>Fronthaul</i>	10
2.2.3 <i>Backhaul</i>	13
2.2.4 Transmisi <i>Microwave</i>	14
2.2.5 Topologi Jaringan.....	16
2.2.6 Propagasi Gelombang Radio.....	17
2.2.7 Mekanisme Dasar Propagasi Gelombang Elektromagnetik.....	17
2.2.8 Komponen <i>Link Microwave</i>	18
2.3 PERENCANAAN RADIO AKSES NETWORK (RAN).....	19
2.3.1 Perhitungan Berdasarkan <i>Coverage</i>	19

2.3.2	Perhitungan Berdasarkan <i>Capacity</i>	23
2.4	PERHITUNGAN <i>LINE OF SIGHT</i> (LOS)	26
2.4.1	Tinggi Antena.....	27
2.4.2	<i>Clearance</i>	28
2.4.3	Kelengkungan Bumi.....	29
2.4.4	<i>Fresnel Zone</i>	30
2.4.5	Ketinggian Bebas <i>Obstacle</i>	30
2.4.6	Faktor K	31
2.5	Perhitungan <i>Link Budget Microwave</i>	31
2.5.1	Jalur Transmisi <i>Microwave</i>	31
2.5.2	Gain Antena	32
2.5.3	<i>Free Space Loss</i> (FSL).....	32
2.5.4	<i>Fading Margin</i> (FM).....	33
2.5.5	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i> (EIRP).....	33
2.5.6	<i>Isotropic Received Level</i> (IRL)	34
2.5.7	<i>Reveived Signal Level</i> (RSL)	34
2.5.8	<i>Availability</i>	34
2.5.9	Faktor Redaman Hujan	35
2.6	Drive Test (DT)	37
2.6.1	Pengertian <i>Drive Test</i> (DT).....	37
2.6.2	Parameter Yang Digunakan Untuk Analisis	38
BAB 3	METODE PENELITIAN	40
3.1	ALAT YANG DIGUNAKAN	40
3.2	ALUR PENELITIAN	41
3.3	WILAYAH PERENCANAAN	43
3.3.1	Profil Kota Purwokerto	43
3.3.2	Perencanaan Wilayah <i>Link Fronthaul</i>	45
3.3.3	Kondisi <i>Site Existing</i> di Purwokerto	46
3.3.4	Perencanaan <i>Site Hop</i>	47
3.4	DESAIN LINK <i>FRONTHAUL</i>	49
3.5	PENENTUAN FREKUENSI <i>MICROWAVE POINT TO POINT</i>	50
3.6	Penentuan Topologi <i>Link Fronthaul</i>	50

3.7	PEMILIHAN PERANGKAT	51
3.7.1	Spesifikasi Perangkat Radio <i>Microwave</i>	51
3.7.2	Spesifikasi Perangkat Antena <i>Microwave</i>	52
3.8	SIMULASI PERANCANGAN JARINGAN	52
3.8.1	Perancangan <i>Radio Akses Network</i> (RAN) LTE.....	52
3.8.2	Perancangan Simulasi Pathloss 5.0.....	56
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1	PARAMETER EKSPERIMEN	60
4.2	ANALISA HASIL PERANCANGAN <i>RADIO AKSES NETWORK</i> ..	60
4.2.1	<i>Planning By Coverage</i>	60
4.2.2	<i>Planning By Capacity</i>	83
4.3	ANALISA HASIL PERENCANAAN <i>LINK FRONTHAUL</i> <i>MICROWAVE</i> 71 GHZ	99
4.3.1	Analisis Perhitungan <i>Link Budget</i>	99
4.3.2	Analisis Parameter <i>Receive Signal Level</i> (RSL), <i>Annual Multipath</i> <i>Availability</i> dan <i>Annual Rain Availability</i>	114
4.3.3	Analisis Kapasitas <i>Link Fronthaul</i>	117
BAB 5	PENUTUP	118
5.1	KESIMPULAN	118
5.2	SARAN.....	119
	DAFTAR PUSTAKA	121
	LAMPIRAN.....	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur LTE/SAE.....	8
Gambar 2.2 Alokasi Frekuensi LTE di Indonesia.....	10
Gambar 2.3 <i>Fronthaul</i>	11
Gambar 2.4 C-RAN Jaringan Seluler LTE	11
Gambar 2.5 Perbandingan <i>Microwave</i> dengan Fiber Optik <i>Fronthaul</i>	12
Gambar 2.6 <i>Backhaul</i>	13
Gambar 2.7 Transmisi <i>Microwave</i>	15
Gambar 2.8 Topologi Jaringan.....	16
Gambar 2.9 Link <i>Microwave</i>	18
Gambar 2.10 Kondisi <i>Line Of Sight</i>	27
Gambar 2.11 Ilustrasi Tinggi Antena.....	27
Gambar 2.12 <i>Ground Clearance</i>	28
Gambar 2.13 Faktor Kelengkungan Bumi	29
Gambar 2.14 Faktor K.....	31
Gambar 2.15 Proses Melakukan <i>Drive Test</i>	37
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Proses Pengerjaan	41
Gambar 3.2 Peta Kota Purwokerto.....	43
Gambar 3.3 Peta Jalan Kota Purwokerto	44
Gambar 3.4 Hasil <i>Drive Test</i> RSRP	45
Gambar 3.5 Lokasi <i>Bad coverage</i> di Kota Purwokerto	45
Gambar 3.6 Site Existing 4G LTE di Purwokerto	46
Gambar 3.7 Perencanaan <i>Site Hop</i>	47
Gambar 3.8 Desain <i>Link Fronthaul Microwave</i>	49
Gambar 3.9 Topologi <i>Star Fronthaul Microwave</i>	51
Gambar 3.10 Pengaturan <i>Template</i> LTE.....	53
Gambar 3.11 <i>Import Map</i>	53
Gambar 3.12 Pengaturan Frekuensi 1800 Mhz.....	54
Gambar 3.13 Pengaturan <i>Station Template</i>	54
Gambar 3.14 <i>Import Site Existing</i>	55
Gambar 3.15 Hasil <i>Import Site Existing</i>	55

Gambar 3.16 Tampilan Awal Pathloss 5.0.....	56
Gambar 3.17 Set GIS Configure	56
Gambar 3.18 Data SRTM	57
Gambar 3.19 Memasukan Data <i>Site</i>	57
Gambar 3.20 Perencanaan <i>Link Fronthaul</i> 1	58
Gambar 3.21 Perencanaan <i>Link Fronthaul</i> 2	58
Gambar 3.22 Perencanaan <i>Link Fronthaul</i> 3	59
Gambar 4.1 Hasil Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Utara <i>Before New Site</i>	66
Gambar 4.2 Histogram Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Utara <i>Before New Site</i> <i>Site</i>	66
Gambar 4.3 Hasil Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Utara <i>After New Site</i>	67
Gambar 4.4 Histogram Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Utara <i>After New Site</i> <i>Site</i>	67
Gambar 4.5 Hasil Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Barat <i>Before New Site</i>	68
Gambar 4.6 Histogram Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Barat <i>After New Site</i> <i>Site</i>	68
Gambar 4.7 Hasil Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Barat <i>After New Site</i>	69
Gambar 4.8 Histogram Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Barat <i>After New Site</i> <i>Site</i>	69
Gambar 4.9 Hasil Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Selatan <i>Before New Site</i> <i>Site</i>	70
Gambar 4.10 Histogram Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Selatan <i>Before New Site</i> <i>New Site</i>	71
Gambar 4.11 Hasil Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Selatan <i>After New Site</i>	71
Gambar 4.12 Histogram Simulasi RSRP Kecamatan Purwokerto Selatan <i>After New Site</i> <i>New Site</i>	72
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Before dan After RSRP <i>New Site</i> Untuk <i>Link Fronthaul</i>	73

Gambar 4.14 Hasil Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Utara <i>Before New Site</i>	75
Gambar 4.15 Histogram Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Utara <i>Before New Site</i>	75
Gambar 4.16 Hasil Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Utara <i>After New Site</i>	76
Gambar 4.17 Histogram Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Utara <i>After New Site</i>	76
Gambar 4.18 Hasil Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Barat <i>Before New Site</i>	77
Gambar 4.19 Histogram Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Barat <i>Before Fronthaul</i>	77
Gambar 4.20 Hasil Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Barat <i>After New Site</i>	78
Gambar 4.21 Histogram Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Barat <i>After New Site</i>	78
Gambar 4.22 Hasil Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Selatan <i>Before New Site</i>	79
Gambar 4.23 Histogram Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Selatan <i>Before New Site</i>	80
Gambar 4.24 Hasil Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Selatan <i>After New Site</i>	81
Gambar 4.25 Histogram Simulasi CINR Kecamatan Purwokerto Selatan <i>After New Site</i>	81
Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Before dan After CINR New Site Untuk Link <i>Fronthaul</i>	82
Gambar 4.27 Simulasi User Connected Kecamatan Purwokerto Utara <i>Before New Site Untuk Link Fronthaul</i>	93
Gambar 4.28 Simulasi <i>User Connected</i> Kecamatan Purwokerto Utara Dengan <i>Fronthaul</i>	93
Gambar 4.29 Result <i>User Connected</i> dan <i>Throughput After New Site</i> Purwokerto Utara.....	93

Gambar 4.30 Simulasi <i>User Connected</i> Kecamatan Purwokerto Barat <i>Before</i> <i>New Site Untuk Link Fronthaul</i>	94
Gambar 4.31 Simulasi <i>User Connected</i> Kecamatan Purwokerto Barat <i>After New</i> <i>Site Untuk Link Fronthaul</i>	95
Gambar 4.32 <i>Result User Connected</i> dan <i>Throughput After New Site</i> Purwokerto Barat	95
Gambar 4.33 Simulasi <i>User Connected</i> Kecamatan Purwokerto Selatan <i>Before</i> <i>New Site Untuk Link Fronthaul</i>	96
Gambar 4.34 Simulasi <i>User Connected</i> Kecamatan Purwokerto Selatan Dengan <i>Fronthaul</i>	97
Gambar 4.35 <i>Result User Connected</i> dan <i>Throughput After New Site</i> Purwokerto Selatan	97
Gambar 4.36 Hasil Simulasi Hop 1 Site Bobosan – Site 1 Beji	109
Gambar 4.37 Perbandingan RSL Saat Tidak Hujan dan Saat Terjadi Hujan	116
Gambar 4.38 Perbandingan <i>Annual Multipath Availability</i> dan <i>Annual Rain</i> <i>Availability</i>	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Microwave Band Frequency</i>	15
Tabel 2.2 Minimum AWGN (<i>Additive White Gaussian Noise</i>)	25
Tabel 2.3 Koefisien Redaman Hujan	36
Tabel 2.4 LTE Metrics Indicator RSRP	38
Tabel 2.5 LTE Metrics Indicator RSSI.....	38
Tabel 2.6 LTE Metrics Indicator RSRQ.....	39
Tabel 2.7 LTE Metrics Indicator CINR.....	39
Tabel 3.1 Data Penduduk Kota Purwokerto Tahun 2017	44
Tabel 3.2 Titik-Titik Bad Coverage Di Kota Purwokerto	46
Tabel 3.3 Site Existing Yang di Gunakan Untuk Membuat Link <i>Fronthaul</i>	47
Tabel 3.4 Perencanaan Site Hop 1	48
Tabel 3.5 Perencanaan Site Hop 2	48
Tabel 3.6 Perencanaan Site Hop 3	48
Tabel 3.7 Penggunaan Pita Frekuensi <i>Microwave Point to Point</i>	50
Tabel 3.8 Spesifikasi Perangkat Radio <i>Microwave</i>	51
Tabel 3.9 Spesifikasi Perangkat Antena <i>Microwave</i>	52
Tabel 4.1 Perhitungan Tabel <i>Link Budget Arah Downlink</i>	61
Tabel 4.2 Hasil Parameter Sub Urban.....	64
Tabel 4.3 Nilai Key Performance Indicator RSRP	65
Tabel 4.4 Nilai Key Performance Indicator CINR	75
Tabel 4.5 Jumlah Usia Produktif Kecamatan Purwokerto Utara	84
Tabel 4.6 Jumlah Usia Produktif Kecamatan Purwokerto Barat	84
Tabel 4.7 Jumlah Usia Produktif Kecamatan Purwokerto Selatan	84
Tabel 4.8 Laju Pertumbuhan Penduduk dari Tahun 2012 - 2017	85
Tabel 4.9 Total <i>User Number</i> Tahun 2022	86
Tabel 4.10 <i>User Behavior</i> Sub Urban	87
Tabel 4.11 Parameter Untuk Menghitung <i>Single User Throughput</i>	87

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan <i>Throughput Per Session</i>	88
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan <i>Single User Throughput</i>	89
Tabel 4.14 Hasil Simulasi <i>User Connected</i> dan <i>Throughput Before</i> dan <i>After</i> Ditambahkan <i>New Site</i> Untuk <i>Link Fronthaul</i>	98
Tabel 4.15 Report Site Bobosan – Site 1 Beji.....	100
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Link Budget Perencanaan Fronthaul <i>Microwave</i> 71 Ghz	109
Tabel 4.17 Hasil Simulasi Perencanaan <i>Fronthaul Microwave</i> 71 Ghz	109
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan <i>Link Budget</i> Perencanaan <i>Fronthaul Microwave</i> 71 Ghz	112
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Redaman Hujan dan IRL.....	112
Tabel 4.20 Hasil Simulasi Perencanaan <i>Fronthaul Microwave</i> 71 Ghz.....	113
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan dan Simulasi Paramterer <i>Receive Signal Level</i> (RSL), <i>Annual Multipath Availability</i> , <i>Annual Rain Availability</i> ...	114