

SKRIPSI

ANALISIS PERFORMANSI *SPOT-BEAMS* UNTUK *HIGH THROUGHPUT SATELLITE KU-BAND* APSTAR 5C

SPOT-BEAMS PERFORMANCE ANALYSIS FOR KU-BAND HIGH THROUGHPUT SATELLITE APSTAR 5C



Disusun Oleh

DYAH HAYU RETNOSARI WAHYUNINGTYAS

17101012

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

2021

SKRIPSI

ANALISIS PERFORMANSI *SPOT-BEAMS* UNTUK *HIGH THROUGHPUT SATELLITE KU-BAND* APSTAR 5C

SPOT-BEAMS PERFORMANCE ANALYSIS FOR KU-BAND HIGH THROUGHPUT SATELLITE APSTAR 5C



Disusun Oleh

DYAH HAYU RETNOSARI WAHYUNINGTYAS

17101012

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

2021

ANALISIS PERFORMANSI *SPOT-BEAMS* UNTUK *HIGH THROUGHPUT SATELLITE KU-BAND APSTAR 5C*

SPOT-BEAMS PERFORMANCE ANALYSIS FOR KU-BAND HIGH THROUGHPUT SATELLITE APSTAR 5C

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)**

Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto

2021

Disusun oleh

DYAH HAYU RETNOSARI WAHYUNINGTYAS

17101012

DOSEN PEMBIMBING

Imam Muhamadi PB,S.T.,M.T.

Petrus Kerowe Goran,S.T.,M.T.

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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMANSI SPOT-BEAMS UNTUK HIGH THROUGHPUT SATELLITE KU-BAND APSTAR 5C

SPOT-BEAMS PERFORMANCE ANALYSIS FOR KU-BAND HIGH THROUGHPUT SATELLITE APSTAR 5C

Disusun oleh
DYAH HAYU RETNOSARI WAHYUNINGTYAS
17101012

Telah dipertanggungjawabkan dihadapan Tim Penguji pada tanggal

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Imam Muhamadi P.B, S.T.,M.T. ()
NIDN. 0611056202
Pembimbing Pendamping : Petrus Kerowe Goran, S.T.,M.T. ()
NIDN. 0620018502
Penguji 1 : Muhammad Panji Kusuma Praja, S.T.,M.T. ()
NIDN. 0625029301
Penguji 2 : Prasetyo Yuliantoro, S.T.,M.T ()
NIDN. 0620079201

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng.
NIDN.0617068801

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, DYAH HAYU RETNOSARI WAHYUNINGTYAS, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS PERFORMANSI *SPOT-BEAMS* UNTUK *HIGH THROUGHPUT SATELLITE KU-BAND* APSTAR 5C” 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 etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 24 Februari 2021

Yang menyatakan,



(Dyah Hayu Retnosari Wahyuningtyas)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayahNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS PERFORMANSI *SPOT-BEAMS* UNTUK *HIGH THROUGHPUT SATELLITE KU-BAND* APSTAR 5C” dengan tepat waktu. Maksud dari penyusunan laporan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro (FTTE) Institut Teknologi Telkom Purwokerto (ITTP).

Dalam penyelesaian penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, motivasi, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada

1. Kepada Ibu Djumi Ariani, Bapak G Yoga M, Mas Bagus, Mas Wahyu, Adik Aning, Kak Yoan, dan Tasya, serta keluarga lain yang tidak dapat disebutkan satu-satu yang senantiasa mendukung baik secara moril, materil, dan dukungan lainnya selama penulis menjalani kuliah dari semester satu hingga akhirnya menyelesaikan laporan skripsi ini;
2. Bapak Imam Muhammadi Pradono Budi, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing 1 (satu) yang membimbing, membantu, memberi arahan, serta memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi ini;
3. Bapak Petrus Kerowe Goran S.T.,M.T selaku dosen pembimbing 2 (dua) yang membimbing, membantu, memberi arahan, serta memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi ini;
4. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T.,M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro serta Bapak Herryawan Pujiharsono, S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi;
5. Terimakasih kepada Bapak Iyof Zuhainif, Bapak Usep Suryana serta Ibu Luwi Adiwinati selaku pembimbing lapangan dari PT Telkom Satelit Indonesia yang telah banyak memberikan masukan dan saran serta ilmu yang banyak sekali mengenai judul yang saya ambil;

6. Teman-teman yang sama-sama berjuang untuk menyelesaikan skripsi, yang telah membantu penulis dalam memberikan arahan dan masukan dalam penulisan laporan skripsi ini;
7. Kakak-kakak tingkat yang juga membantu dalam memberikan ilmu, arahan, masukan serta wawasan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik dan benar;
8. Ahda Istiana Billa yang dari belum mulai masuk kuliah, sampe sekarang udah mau lulus, masih selalu membantu penulis, baik dalam hal tugas kuliah, saran-saran diluar perkuliahan, sampai dengan hal-hal lain yang tidak dapat disebutkan;
9. Sas Nurhidayati, yang selalu menemani penulis ketika yang lainnya mudik, serta menghibur penulis dalam kondisi apapun. Latifah ZN, Alfiany NS, Frida Salma, Fanur Hayati, yang selalu menemani penulis kemanapun;
10. Kepada Rifqi Fauzan sobat deadline saya dari sewaktu kuliah, Seminar Proposal, PKL, hingga Skripsi ini yang sama-sama berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini. Dan untuk teman baik saya yang tidak bisa disebutkan namanya, terimakasih sudah mendengarkan keluh kesah dan menemani saya selama ini;
11. Teman-teman perantauan, kelas S1TT05A dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang selama ini selalu bersama dengan penulis, dan selalu membantu penulis baik dalam hal perkuliahan maupun diluar perkuliahan;
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu menambah pengetahuan dan wawasan bagi yang membutuhkan.

Purwokerto,

(Dyah Hayu Retnosari Wahyuningtyas)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	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.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.2 DASAR TEORI.....	6
2.2.1 Alokasi Frekuensi.....	6
2.2.2 Frekuensi <i>Ku-Band</i>	7
2.2.3 <i>High Throughput Satellite</i>	8
2.2.3.1 Sistem Hts Berbasis <i>Ku-Band</i>	12
2.2.3.2 Dasar Infrastruktur Sistem Hts.....	14
2.2.3.3 Topologi Jaringan Star.....	14
2.2.3.4 Topologi Jaringan Mesh.....	15

2.2.4	<i>Spot Beams</i>	16
2.2.4.1	Warna Frekuensi.....	18
2.2.4.2	<i>Single Feed Per Beams</i> (SFB).....	19
2.2.4.3	<i>Multiple Feed Per Beams</i> (MFB).....	20
2.2.4.4	Total <i>Bandwidth</i> Yang Tersedia.....	21
2.2.4.5	Frekuensi <i>Re-Use</i>	21
2.2.4.6	<i>Bandwidth</i> Dan <i>Capacity</i> Yang Digunakan	22
2.2.4.7	Pengukuran Nilai <i>Power</i>	23
2.2.4.8	<i>Availability</i>	23
2.2.5	Perhitungan <i>Link Budget</i> Satelit	24
2.2.6	Sudut Elevasi Dan Azimuth	25
2.2.7	Menentukan Daerah Kemiringan (<i>Slant Range</i>) Stasiun Bumi Dengan Satelit.....	27
2.2.8	<i>Gain</i> , <i>Beamwidth</i> , Dan Daya Eirp.....	27
2.2.9	G/T (<i>Figure Of Merite</i>)	29
2.2.10	Penghitungan Sisi <i>Uplink</i>	29
2.2.11	Perhitungan Sisi <i>Downlink</i>	30
2.2.12	C/N Total, Eb/No, Dan <i>Bit Error Rate</i> (BER)	30
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		32
3.1	ALUR PENELITIAN	32
3.2	KOMPONEN DATA	34
3.2.1	<i>Spot-Beams</i>	34
3.2.2	Parameter Satelit APSTAR 5C.....	34
3.2.3	Parameter Stasiun Bumi Pengirim.....	36
3.2.4	Parameter Stasiun Bumi Penerima	37
3.3	PERHITUNGAN <i>SPOT-BEAMS</i>	38

3.4	PERHITUNGAN <i>LINK BUDGET</i> SATELIT	38
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		39
4.1	PARAMETER PENELITIAN.....	39
4.2	PERHITUNGAN <i>LINK BUDGET</i>	39
4.2.1	Perhitungan Sisi <i>Uplink</i>	39
4.2.1.1	Perhitungan Elevasi	40
4.2.1.2	Perhitungan <i>Azimuth</i>	41
4.2.1.3	Perhitungan <i>Slant Range</i>	41
4.2.1.4	Perhitungan <i>Free Space Loss</i>	42
4.2.1.5	Perhitungan <i>Gain</i> Antena	42
4.2.1.6	Perhitungan <i>Beamwidth</i> Antena	43
4.2.1.7	Perhitungan EIRP	43
4.2.1.8	Perhitungan Daya <i>Carrier Uplink</i>	44
4.2.2	Perhitungan Sisi <i>Downlink</i>	44
4.2.2.1	Perhitungan Elevasi	45
4.2.2.2	Perhitungan <i>Azimuth</i>	46
4.2.2.3	Perhitungan <i>Slant Range</i>	46
4.2.2.4	Perhitungan <i>Free Space Loss</i>	47
4.2.2.5	Perhitungan <i>Gain</i> Antena	47
4.2.2.6	Perhitungan <i>Beamwidth</i>	48
4.2.2.7	Perhitungan G/T (Figure Of Merite)	48
4.2.3	Perhitungan C/N, Eb/No, Dan BER	49
4.2.3.1	Perhitungan C/N	49
4.2.3.2	Perhitungan Eb/No	50
4.2.3.3	Perhitungan BER (<i>Bit Error Rate</i>)	51
4.3	PERHITUNGAN <i>LINK BUDGET</i> (SATMASTER).....	51

4.4	PERHITUNGAN <i>SPOT-BEAMS HIGH THROUGHPUT SATELLITE</i>	57
4.4.1	Perhitungan Total <i>Bandwidth</i> Yang Tersedia.....	58
4.4.2	Perhitungan Frekuensi <i>Re-Use</i>	58
4.4.3	Perhitungan <i>Bandwidth</i> Dan <i>Capacity</i> Yang Digunakan	58
4.4.3.1	Perhitungan <i>Beams</i> 2	59
4.4.3.2	Perhitungan <i>Beams</i> 8	65
4.4.3.3	Perhitungan <i>Beams</i> 11	71
4.4.4	Perhitungan <i>Power</i>	77
4.4.5	Perhitungan <i>Availability</i> Sistem Satelit HTS	79
4.5	HASIL ANALISIS	81
4.5.1	Analisis Perhitungan <i>Link Budget</i>	81
4.5.1.1	Analisis Perhitungan <i>Uplink</i>	81
4.5.1.2	Analisis Perhitungan <i>Downlink</i>	84
4.5.2	Analisis Performansi <i>Spot-Beams High Throughput Satellite</i>	85
4.5.2.1	Analisis Perhitungan <i>Spot-Beams</i>	85
4.5.2.2	Analisis Sistem Kerja <i>Spot-Beam High Throughput Satellite</i>	91
BAB 5 PENUTUP		95
5.1	KESIMPULAN	95
5.2	SARAN.....	96
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Aplikasi HTS [7]	10
Gambar 2.2 Perbandingan <i>high availability</i> servis CBR pada <i>Ku-band</i> dan <i>Ka-band</i> [7]	13
Gambar 2.3 Topologi Jaringan STAR [8]	15
Gambar 2.4 Topologi Jaringan MESH [8]	16
Gambar 2.5 <i>footprint spot beams</i> pada sistem HTS [7]	18
Gambar 2.6 Skema <i>spot beams</i> dengan 4 warna [7]	19
Gambar 2.7 Skema <i>spot beams</i> dengan 3 warna [7]	19
Gambar 2.8 Reflektor pada <i>Single Feed per Beams</i> [7]	20
Gambar 2.9 Reflektor pada <i>Multiple Feed per Beams</i> [7]	21
Gambar 2.10 Ketentuan kondisi sudut Azimuth	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> alur penelitian	32
Gambar 3.2 <i>Footprint Spot-beams</i> HTS APSTAR 5C [14]	35
Gambar 3.3 Posisi Stasiun Bumi Bogor	36
Gambar 3.4 Posisi Stasiun Penerima, Surabaya	37
Gambar 4.1 Parameter <i>Uplink</i>	52
Gambar 4.2 Parameter ASI <i>Uplink</i>	52
Gambar 4.3 Parameter <i>Downlink</i>	53
Gambar 4.4 Parameter ASI <i>Downlink</i>	54
Gambar 4.5 Parameter <i>Rain Model</i>	54
Gambar 4.6 Parameter Satelit APSTAR 5C	55
Gambar 4.7 Parameter <i>Carrier</i>	56
Gambar 4.8 <i>Coverage Area Beams 2</i>	59
Gambar 4.9 <i>Coverage Area Beams 8</i>	65
Gambar 4.10 Grafik Penggunaan <i>Bandwidth</i> pada Tiap <i>Beams</i>	86
Gambar 4.11 Grafik Presentase Penggunaan <i>Power</i> dan <i>Bandwidth</i>	90
Gambar 4.12 <i>Remote Reference Terminal Per Spot-beams</i>	92
Gambar 4.13 <i>Central Database System – Spot</i>	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Band</i> frekuensi [6].....	6
Tabel 2.2 Beberapa Aplikasi Penggunaan HTS [7]	11
Tabel 2.3 Perbandingan Performansi Frekuensi <i>Ku-band</i> dan <i>Ka-band</i> [7].....	13
Tabel 2.4 Ketentuan kondisi sudut azimuth.....	27
Tabel 2.5 Limit pada EIRP [6].....	28
Tabel 3.1 Spesifikasi Satelit APSTAR 5C [14]	35
Tabel 3.2 Parameter Staisun Bumi Pengirim, Bogor	36
Tabel 3.3 Parameter Stasiun Bumi Penerima, Surabaya.....	37
Tabel 4.1 Parameter Perhitungan <i>Uplink</i> , Bogor	40
Tabel 4.2 Parameter Perhitungan <i>Downlink</i> , Surabaya.....	45
Tabel 4.3 Parameter Perhitungan C/N, Eb/No, dan BER	49
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan SATMASTER Sisi <i>Uplink</i>	56
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan SATMASTER sisi <i>Downlink</i>	57
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan <i>Link Budget</i> Sisi <i>Uplink</i>	81
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan <i>Link Budget</i> Sisi <i>Downlink</i>	84
Tabel 4.8 <i>Capacity Per-Beams</i> (bps/Hz).....	88
Tabel 4.9 Presentase Penggunaan <i>Power</i> dan <i>Bandwidth</i>	89

DAFTAR SINGKATAN

ASI	=	<i>Adjacent Satellite Interface</i>
BER	=	<i>Bit Error Rate</i>
BFN	=	<i>Beams Forming Network</i>
Bn	=	<i>Noise Bandwidth</i>
Bw	=	<i>Bandwidth</i>
C/I	=	<i>Carrier-to-Interface</i>
C/N	=	<i>Carrier-to-Noise Ratio</i>
Eb/No	=	<i>Energy Bit to Noise Ratio</i>
EIRP	=	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i>
FEC	=	<i>Forward Error Correction</i>
FSL	=	<i>Free Space Loss</i>
FTTE	=	<i>Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro</i>
GEO	=	<i>Geosynchronous Earth Orbit</i>
GSO	=	<i>Geostationary Earth Orbit</i>
G/T	=	<i>Figure Of Merite</i>
HPA	=	<i>High Power Amplifier</i>
HTS	=	<i>High Throughput Satellite</i>
IBO	=	<i>Input Back Off</i>
ITU	=	<i>International Telecommunication Union</i>
LNB	=	<i>Low Noise Block</i>
MFB	=	<i>Multiple Feed per Beams</i>
OBO	=	<i>Output Back Off</i>
SB	=	<i>Stasiun Bumi</i>
SFB	=	<i>Single Feed per Beams</i>
VPN	=	<i>Virtual Private Network</i>
VSAT	=	<i>Very Small Aperture Terminal</i>