

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA 32 *SLOTTED WAVEGUIDE* PADA FREKUENSI 2,4 GHz

Muhammad Putra / 0322081

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

JL. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH No. 65, Bandung 40164, Indonesia,

Email : mpdtruth@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan teknologi komunikasi semakin meningkat dan berkembang, sehingga banyak muncul teknologi yang baru seperti teknologi tanpa menggunakan media kabel yang sering disebut dengan sistem komunikasi *wireless*. Komunikasi *wireless* tidak terlepas dari perangkat yang mampu mengubah energi dalam medium pemandu ke ruang bebas (udara). Perangkat tersebut dinamakan antena. Antena bekerja sebagai alat untuk mengirim atau menerima energi dan mengoptimalkan energi peradiasi pada arah tertentu.

Pada tugas akhir ini, antena 32 *Slotted Waveguide* yang dirancang beroperasi pada frekuensi 2400 MHz memiliki beberapa aplikasi seperti Wi-Fi yang dibuat beroperasi pada frekuensi W-LAN 2,4 GHz yang masih mempunyai $VSWR \leq 2,378$. Bagi pengguna yang ingin menjalankan teknologi di atas, pada perangkat terminalnya diperlukan suatu perangkat antena yang bisa beroperasi pada frekuensi operasi aplikasi tersebut.

Antena yang dirancang untuk *bandwidth* yang sempit (*narrowband*). Metode pencatutan yang digunakan yaitu pencatutan dengan *feeding canonical*. Simulasi dilakukan dengan bantuan *software* SuperNEC 2.9, sehingga didapatkan desain yang tepat agar bisa beroperasi pada daerah frekuensi kerja yang diinginkan. Parameter yang dianalisis meliputi: $VSWR$, impedansi, *return loss*, pola radiasi, gain, dan polarisasi yang dilihat dari segi simulasi *software* maupun dengan pengukuran langsung setelah prototipenya dibuat. Semua analisis dan data pengukuran yang valid bisa diharapkan untuk menghasilkan suatu bentuk konfigurasi antena 32 *Slotted Waveguide* yang mempunyai wilayah frekuensi *microwave* 2,4 GHz.

Dalam realisasi tugas akhir ini diperoleh *bandwidth* sebesar 8,190% pada *range* frekuensi uji 2300-2500 MHz dalam batasan $VSWR \leq 2,378$. Pola radiasi hasil pengukuran adalah omnidireksional horisontal dan polarisasi berbentuk linear vertikal.

Kata Kunci : 32 *Slotted Waveguide*, *Feeding Canonical*

DESIGN AND REALIZATION OF 32 SLOTTED WAVEGUIDE ANTENNA ON FREQUENCY 2.4 GHz

Muhammad Putra / 0322081

Department of Electrical Engineering, Faculty of Techniques, Maranatha Christian University,
Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH No. 65, Bandung 40164, Indonesia,

Email : mpdtruth@gmail.com

ABSTRACT

The development of communications technology increasingly and evolved, so many new technologies emerged, such as technology without using the media cable is often referred to as a wireless communication system. Wireless communication can not be separated from the device that is able to change the energy in the medium of a guide to free space (air). The device is called an antenna. The antenna worked as a tool to send or receive energy and to optimize the radiating energy in a certain direction.

In this final project, the 32 Slotted Waveguide antenna that will be designed to operate at frequency 2400 MHz and has several applications such as Wi-Fi are made to operate at a frequency, W-LAN 2.4 GHz that still have a $VSWR \leq 2.378$. For a user who wants to run on top of technology, the terminal device needed an antenna device which can operate at the operating frequency of the application.

Antenna that will be designed to have narrow bandwidth. Rationing method used is to feeding canonical rationing. Simulations performed with the aid of SuperNEC 2.9 software, which can be drawn about the appropriate design to be able to operate at the desired frequency area of work. Parameters to be analyzed include: VSWR, impedance, return loss, radiation patterns, gain, and polarization in terms of simulation software as well as by direct measurement after the prototype was made. All data analysis and valid measurement could then be expected to produce a form of 32 Slotted Waveguide antenna configuration having microwave frequency 2.4GHz region.

In this final realization obtained bandwidth equal to 8,190% in the tested frequency range 2300-2500 MHz in terms of $VSWR \leq 2.378$. Radiation pattern measurements are Horizontal omnidirectional and it's polarization is vertical linear.

Keywords: *32 Slotted Waveguide, Feeding Canonical.*

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISTILAH	viii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	2
I.3 Tujuan	2
I.4 Rumusan Masalah	2
I.5 Batasan Masalah	3
I.6 Metodologi Penelitian	3
I.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASASAN TEORI	
II.1 Pendahuluan Antena	6
II.2 Daerah Antena	6
II.3 Dasar Antena	8
II.3.1. Daftar Istilah-Istilah Antena	8
II.3.1.1 Impedansi masukan dan Impedansi Intrinsik ..	8
II.3.1.2 Frekuensi	11
II.3.1.2.1 Perbedaan Frekuensi Rendah dengan Frekuensi Tinggi	14
II.3.1.3 Medan Elektromagnetik	17
II.3.1.3.1 Medan Listrik	17

II.3.1.3.2 Medan Magnet.....	18
II.3.1.4 VSWR.....	20
II.3.1.4.1 Spesifikasi VSWR.....	21
II.3.1.5 <i>Return Loss</i>	24
II.3.1.6 <i>Bandwidth</i>	24
II.3.1.7 Direktivitas dan Gain.....	25
II.3.1.8 Pola Radiasi.....	26
II.3.1.9 <i>Beamwidth</i>	29
II.3.1.10 <i>Sidelobes</i>	29
II.3.1.11 Nulls.....	29
II.3.1.12 Polarisasi.....	30
II.3.1.13 Polarisasi <i>Mismatch</i>	31
II.3.1.14 Perbandingan <i>Front-to-back</i>	31
II.3.1.15 S-Parameter.....	32
II.3.1.16 Efisiensi Antena	33
II.3.1.17 Bilangan Gelombang	35
II.3.1.18 <i>Wavevector</i>	35
II.3.1.19 Permittivitas.....	36
II.3.1.20 Permeabilitas.....	37
II.3.1.21 Kepadatan Fluks Listrik	39
II.3.1.22 <i>Dummy Load</i>	40
II.4 Tipe Antena	40
II.4.1 Antena <i>Ground plane</i> 1/4 Panjang Gelombang.....	42
II.4.2 <i>Monopole</i>	43
II.4.3 <i>Dipole</i> Pendek dan <i>Dipole</i> Panjang	45
II.5 Saluran Transmisi	54
II.5.1 Pemandu atau Bumbung Gelombang.....	54
II.5.1.1 Pengantar <i>Waveguide</i>	55
II.5.1.2 Matematika Analisis <i>Waveguide</i>	58
II.5.1.3 Analisis Bidang <i>Waveguide</i> (Medan TE).....	59
II.5.1.4 Analisis Bidang <i>Waveguide</i> (Medan TM).....	70

II.5.2	Kabel.....	73
II.6	Konektor dan Adapter.....	76
II.6.1	Memilih Konektor yang Tepat	79
II.7	Antena Slot.....	81
II.7.1	Metode Pemodelan Analisis Antena 32 <i>Slotted Waveguide</i>	95
II.7.2	Metode Pemodelan Solusi Kompleks.....	96
II.7.3	Teknik Pencatuan Antena	96
II.7.4	Teknik Pencatuan <i>Canonical</i>	97
II.7.5	Teknik Pencatuan <i>Slotted Waveguide</i>	98
 BAB III PERANCANGAN, SIMULASI DAN REALISASI ANTENA		
III.1	Perancangan Antena 32 <i>Slotted Waveguide Canonical Feeder</i>	104
III.2	Spesifikasi Antena.....	106
III.3	Perhitungan Dimensi Antena <i>Waveguide</i>	108
III.3.1	Dimensi Bumbung Gelombang	108
III.3.2	Perhitungan Besarnya Slot.....	110
III.3.3	Perhitungan Offset Bumbung Gelombang.....	110
III.3.4	Dimensi <i>Grounplane</i>	111
III.3.5	Dimensi <i>Feeder</i>	111
III.4	Simulator Super NEC 2.9.....	116
III.5	Perancangan Antena 32 <i>Slotted Waveguide</i> pada Super NEC 2.9	117
 BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN		
IV.1	Pengukuran Antena.....	122
IV.2	Alat Ukur yang Digunakan.....	122
IV.3	Hasil Pengukuran Dimensi Antena.....	123
IV.3.1	Analisis Hasil Pengukuran Dimensi Antena.....	125
IV.4	Pengukuran VSWR, <i>Bandwidth</i> , Impedansi, dan <i>Return Loss</i>	125

IV.4.1	Prosedur Pengukuran	126
IV.4.2	Hasil Pengukuran.....	127
IV.4.2.1	Hasil Pengukuran SWR dan <i>Bandwidth</i>	128
IV.4.2.2	Hasil Pengukuran Impedansi.....	131
IV.4.2.3	Hasil Pengukuran <i>Return Loss Log Magnitude</i>	134
IV.4.3	Analisis Hasil Pengukuran.....	135
IV.5	Pengukuran Pola Radiasi Antena.....	136
IV.5.1	Prosedur Pengukuran	137
IV.5.2	Hasil Pengukuran.....	138
IV.5.3	Analisis Hasil Pengukuran.....	139
IV.6	Pengukuran Gain Antena	139
IV.6.1	Prosedur Pengukuran	140
IV.6.2	Hasil Pengukuran.....	141
IV.6.3	Analisis Hasil Pengukuran.....	142
IV.7	Pengukuran Polarisasi Antena.....	143
IV.7.1	Prosedur Pengukuran	143
IV.7.2	Hasil Pengukuran.....	144
IV.7.3	Analisis Hasil Pengukuran.....	144
IV.8	Perbandingan Hasil Simulasi Parameter Antena dengan Hasil Pengukuran.....	147
IV.9	Aplikasi Antena 32 Slotted Waveguide pada Jaringan Wireless 2,4 GHz	149
IV.9.1	Aplikasi Antena Sebagai Antena Pemancar.....	154
IV.9.2	Aplikasi Antena Sebagai Penerima dan Pemancar	167
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
V.1	Kesimpulan.....	170
V.2	Saran.....	171
DAFTAR PUSTAKA.....		173

LAMPIRAN A	SPESIFIKASI DAN UKURAN SECARA UMUM ANTENA 32 SLOT PABRIKAN SEBAGAI PERBANDINGAN(SUMBER: WWW.BESTPARTNER.BIZ).....	A-1
LAMPIRAN B	SPESIFIKASI DAN UKURAN ANTENA SECARA DETAIL ANTENA 32 <i>SLOTTED WAVEGUIDE</i> SEBAGAI PERBANDINGAN (SUMBER: ORGANISASI RADIO AMATIR)...	B-1
LAMPIRAN C	SPESIFIKASI DAN ANTENA HASIL PENGUJIAN ANTENA <i>SLOTTED WAVEGUIDE</i> SEBAGAI PERBANDINGAN (SUMBER: <i>WWW.TREVORMARSHAL.COM</i>)....	C-1
LAMPIRAN D	GAMBAR SKETSA PEMBUATAN ANTENA 32 SLOT WAVEGUIDE (<i>HOME BREW</i>).....	D-1
LAMPIRAN E	INSTALASI <i>SOFTWARE SNEC 2.9</i>	E-1
LAMPIRAN F	CARA MENGGUNAKAN <i>SOFTWARE SNEC 2.9</i>	F-1
LAMPIRAN G	DOKUMENTASI HASIL PERANCANGAN.....	G-1
LAMPIRAN H	DOKUMENTASI HASIL PENGUKURAN.....	H-1
LAMPIRAN I	SPESIFIKASI <i>ACCESS POINT TP-LINK TL-WA901ND</i> YANG DIPAKAI.....	I-1
LAMPIRAN J	SPESIFIKASI <i>WIRELESS ROUTER 2,4 GHz LINKSYS WRT-54 GL</i> YANG DIPAKAI.....	J-1
LAMPIRAN K	<i>DATA SHEET</i> KONEKTOR YANG DIPAKAI ...	K-1
LAMPIRAN L	PEMILIHAN DARI BERBAGAI MACAM <i>LINE FEEDER</i> YANG TEPAT UNTUK PENGGUNAAN SALURAN TRANSMISI BUMBUNG GELOMBANG (<i>WAVEGUIDE</i>) PADA FREKUENSI 2,4 GHz.....	L-1
LAMPIRAN M	DATA SHEET ALAT UKUR.....	M-1
LAMPIRAN N	SMITH CHART.....	N-1

LAMPIRAN O	ALOKASI KANAL.....	O-1
LAMPIRAN P	JALUR LOSS	P-1
LAMPIRAN Q	PRINSIP KERJA DASAR BUMBUNG GELOMBANG (Sumber : H. Hayt, William, A. Buck, John H, 2007, <i>Elektromagnetika</i>, Edisi Ketujuh Penerbit Airlangga.).....	Q-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penilaian Kualitas SWR.....	24
Tabel 2.2	Tabel Permeabilitas Relatif.....	39
Tabel 2.3	Tabel Karakteristik dari 2 Bentuk Bubungan Gelombang....	57
Tabel 2.4	Frekuensi <i>cutoff</i> untuk Mode TEMn dalam <i>Waveguide X-band Rectangular</i>	71
Tabel 2.5	Frekuensi <i>cutoff</i> untuk Mode TEMn dalam <i>Waveguide X-band Rectangular</i>	74
Tabel 2.6	Tabel Kabel <i>Coax</i>	77
Tabel 3.1	Jarak Antar Slot dari Titik Pusat Masing-Masing.....	111
Tabel 4.1	Perbandingan Dimensi Antena Hasil Simulasi Terhadap Hasil Pengukuran.....	125
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran VSWR.....	129
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Impedansi.....	133
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i>	135
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran <i>Field Strength</i> Antena Referensi (antena <i>Horn</i>) Disetiap Frekuensi Uji.....	141
Tabel 4.6	Hasil Pengukuran <i>Gain</i> dengan Menggunakan Antena <i>Horn</i> 12 dBi sebagai Antena Referensi.....	142
Tabel 4.7	Perbandingan Antara Pola Radiasi Simulasi dengan Pengukuran.....	146
Tabel 4.8	Perbandingan Nilai Parameter Antena Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran	148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah Medan Antena.....	5
Gambar 2.2	Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	12
Gambar 2.3	Sebuah Gelombang Sinusoidal di Plot sebagai Fungsi dari Posisi	13
Gambar 2.4	Sebuah Gelombang Sinusoidal di Plot sebagai Fungsi Waktu..	13
Gambar 2.5	Sirkuit Model Antena Terhubung ke Sumber Tegangan.....	15
Gambar 2.6	Sirkuit Model Antena untuk Frekuensi Tinggi	16
Gambar 2.7	Medan Listrik	19
Gambar 2.8	Bidang-H yang Terkait dengan Arus Statis.....	19
Gambar 2.9	Garis-H Medan Magnit yang Terkait dengan <i>Dipole</i> Megnetik.....	20
Gambar 2.10	Grafik VSWR.....	21
Gambar 2.11	Contoh Plot dari 5 VSWR Antena vs Frekuensi	22
Gambar 2.12	Spesifikasi VSWR dan Kurva VSWR.....	23
Gambar 2.13	Contoh Sebuah Plot <i>Rectangular</i> Pola Radiasi Yagi	27
Gambar 2.14	Contoh Sebuah Plot Kutub dari Antena Yagi yang Sama.....	28
Gambar 2.15	Contoh Gambar Plot Logaritmik.....	29
Gambar 2.16	Gelombang Listrik Saling Tegak Lurus Terhadap Gelombang Magnet yang Kedua Diantaranya Saling Tegak Lurus Terhadap Arah Propagasi.....	31
Gambar 2.17	Gambaran S-Parameter.....	33
Gambar 2.18	Grafik dari S-Parameter.....	34
Gambar 2.19	Indeks Kerapatan Fluks pada Bumbung Gelombang.....	41
Gambar 2.20	Antena <i>Ground Plane</i> Seperempat Panjang Gelombang	44
Gambar 2.21	<i>Monopole</i> Atas PEC (a), dan Sumber Setara dalam Ruang Bebas (b)	44
Gambar 2.22	Antena <i>dipole</i> Pendek, Panjang L	46
Gambar 2.23	Distribusi Sepanjang Antena <i>Dipole</i> Pendek	47
Gambar 2.24	Distribusi Terbatas pada Panjang Antena <i>Dipole</i>	50

Gambar 2.25	Impedansi Masukan sebagai Fungsi dari Panjang (L) dari Sebuah Antena <i>Dipole</i>	51
Gambar 2.26	Normalisasi Radiasi Antena <i>Dipole</i> Pola untuk Panjang Tertentu	52
Gambar 2.27	Normalisasi Pola Radiasi 3D untuk Antena <i>Dipole</i> 1-Panjang Gelombang	53
Gambar 2.28	Normalisasi Pola Radiasi 3D untuk Antena 1,5-Panjang Gelombang	54
Gambar 2.29	Direktivitas Antena <i>Dipole</i> sebagai Fungsi dari Panjang <i>Dipole</i>	54
Gambar 2.30	Dimensi X, Y, dan Z dari Sebuah Pandu Gelombang <i>Rectangular</i>	56
Gambar 2.31	Penampang dari <i>Waveguide</i> dengan Dimensi Panjang a dan Dimensi Pendek b	59
Gambar 2.32	Geometri untuk Analisis <i>Waveguide</i>	61
Gambar 2.33	Kabel <i>Coax</i> dengan Jaket, Pelindung, Dielektrik, dan Konduktor Inti / Tengah	75
Gambar 2.34	Sebuah <i>Adapter Barrel</i> Tipe N <i>Female</i>	80
Gambar 2.35	Slot Antena Persegi Panjang dengan Dimensi a dan b	82
Gambar 2.36	Antena (kiri) Antena Slot, (kanan) Antena <i>Dipole</i>	82
Gambar 2.37	Rongga Pendukung Antena Slot	85
Gambar 2.38	S ₁₁ Sebagai Fungsi dari Frekuensi untuk Antena Slot dengan Rongga Pendukung	85
Gambar 2.39	Bidang-H (xy plane). Sudut yang Diukur dari Sumbu-x Terhadap Sumbu-y	86
Gambar 2.40	Bidang-E (xz plane). Sudut yang Diukur dari Sumbu-z (untuk x-axis)	87
Gambar 2.41	Dasar Geometri dari Antena <i>Waveguide Slotted</i>	88
Gambar 2.42	<i>Waveguide</i> dengan Slot Tipis Berpusat Vertikal	90
Gambar 2.43	Horisontal Slot pada <i>Waveguide</i>	90
Gambar 2.44	Slot Diputar Diatas Permukaan Antena <i>Waveguide</i>	91

Gambar 2.45	Geometri dari Antena <i>Waveguide Slotted</i> Paling Umum	91
Gambar 2.46	Sirkuit Model Antena <i>Waveguide Slotted</i>	92
Gambar 2.47	Sirkuit <i>Waveguide Slotted</i> Menggunakan Model Transformasi Seperempat Panjang Gelombang	92
Gambar 2.48	Antena <i>Waveguide Slotted</i> Dicatu oleh Feed Koaksial	93
Gambar 2.49	Grafik Parameter-S Antena <i>Waveguide Slotted</i>	94
Gambar 2.50	Pola Radiasi 3D untuk <i>Waveguide Slotted</i>	95
Gambar 2.51	<i>Coupling</i> Sinyal dalam Bumbung Gelombang Persegi	98
Gambar 2.52	Antena Slot Tampak Samping dan Depan	102
Gambar 3.1	Diagram Alir Proses Pengerjaan Antena 32 <i>Slotted Waveguide</i>	105
Gambar 3.2	Sketsa Perhitungan Antena 32 <i>Slotted Waveguide</i> di Atas Kertas	108
Gambar 3.3	Potongan-Potongan yang Digunakan untuk Reflektor Atas dan Bawah	112
Gambar 3.4	Letak Titik Catu Antena Slot	113
Gambar 3.5	Dimensi Antena 32 <i>Slotted Waveguide</i>	114
Gambar 3.6	Gambar Hasil Realisasi 32 <i>Slotted Waveguide</i>	114
Gambar 3.7	Gambar dari Hasil Perhitungan Jarak <i>Slotted Waveguide</i>	116
Gambar 3.8	VSWR Antena Hasil Simulasi	117
Gambar 3.9	Gain Antena Hasil Simulasi	117
Gambar 3.10	Pola Radiasi Bidang Azimuth.....	117
Gambar 3.11	Pola Radiasi Bidang Elevasi	118
Gambar 3.12	Impedansi Antena Hasil Simulasi	119
Gambar 3.13	Prototipe Antena 32 <i>Slotted Waveguide Canonical</i>	120
Gambar 4.1	Konfigurasi Pengukuran pada <i>Network Analyzer</i>	121
Gambar 4.2	Grafik Hasil Pengukuran VSWR pada Saat Menggunakan Tutup	128
Gambar 4.3	Grafik Hasil Pengukuran VSWR pada Saat Tidak Menggunakan Tutup	129
Gambar 4.4	Grafik Hasil Pengukuran Impedansi pada Saat Menggunakan Tutup.....	131

Gambar 4.5	Grafik Hasil Pengukuran Impedansi pada Saat Tidak Menggunakan Tutup	132
Gambar 4.6	Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> pada Saat Menggunakan Tutup	134
Gambar 4.7	Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> pada Saat Tidak Menggunakan Tutup	134
Gambar 4.8	Konfigurasi Pengukuran Pola Radiasi	137
Gambar 4.9	(a) Pola Radiasi dengan Tutup	138
Gambar 4.9	(b) Pola Radiasi dengan Tutup dibuka	139
Gambar 4.9	(c) Konfigurasi Pengukuran Gain	140
Gambar 4.10	(a) Konfigurasi Pengukuran Polarisasi	143
Gambar 4.10	(b) Hasil Pengukuran Polarisasi	144
Gambar 4.11	Tampilan Besar Sinyal yang Diterima Sebesar 3 Bar <i>Client</i> Berada pada Gedung TU IT Lantai Dasar.....	150
Gambar 4.12	Tampilan Status <i>Access Point</i>	151
Gambar 4.13	Tampilan Menggunakan Menu <i>Default Ping</i> dari MS-Dos.....	151
Gambar 4.14	Tampilan Status Dari <i>Access Point</i> Tidak Tertampil Posisi <i>Client</i> pada <i>Food Court</i>	152
Gambar 4.15	Tampilan <i>Wireless Monitor</i> dari Sinyal <i>Wireless Router Linksys</i> Posisi <i>Client</i> pada GSG	153
Gambar 4.16	Tampilan <i>Wireless Monitor</i> dari Sinyal <i>Wireless Router Linksys</i> yang Diterima	154
Gambar 4.17	Tampilan Kecepatan Access Menu <i>Default Ping</i> pada MS-Dos	154
Gambar 4.18	Posisi Letak Antena <i>Access Point</i>	155
Gambar 4.19	Tampilan <i>Bit Rate</i> pada Gedung Fakultas Kedokteran Lantai 4	156
Gambar 4.20	Tampilan Waktu <i>Access</i> pada Gedung Fakultas Kedokteran Lantai 4	156
Gambar 4.21	Tampilan Menu Login pada <i>Access Point</i>	157
Gambar 4.22	Tampilan Status pada <i>Acess Point</i>	157

Gambar 4.23	Status Koneksi Berkurang dengan Bit Rate 1.0 Mbps	158
Gambar 4.24	Tampilan Bar Kuat Sinyal <i>Access Point</i> pada Laptop Sebesar 4 bar	158
Gambar 4.25	<i>Wireless Setting Access Point</i>	159
Gambar 4.26	Kecepatan Transfer Naik dari 1 Mbps ke 11 Mbps	160
Gambar 4.27	Tampilan Kekuatan Sinyal Status Bar Sebesar 4 Bar Posisi <i>Client</i> pada Gedung C-403	161
Gambar 4.28	Tampilan Kecepatan Access dengan Menggunakan Fasilitas Default Ping dari Ms-Dos	161
Gambar 4.29	Tampilan Status Bar Sebesar 4 Bar Posisi <i>Client</i> pada Gedung C-403.....	162
Gambar 4.30	Tampilan Kecepatan <i>Access</i> Menggunakan Fasilitas Ping pada Ms-Dos	163
Gambar 4.31	Tampilan <i>Bit Rate</i> Mencapai 18 Mbps pada Gedung C-403....	163
Gambar 4.32	Tampilan Status dari Kekuatan Sinyal dalam 4 Bar	164
Gambar 4.33	Tampilan <i>Bit Rate</i> Sebesar 18 Mbps Posisi <i>Client</i> pada Gedung C-401.....	165
Gambar 4.34	Tampilan Kecepatan Access Menggunakan <i>Default</i> Ping pada Ms-Dos	165
Gambar 4.35	Jaringan <i>Wireless</i> yang Tertangkap Oleh Laptop.....	166
Gambar 4.36	Tampilan Kecepatan Access Menggunakan Fasilitas Ping di Gedung C.....	167
Gambar 4.37	Posisi Laptop dari Gedung C ke Antena <i>Access Point</i>	167
Gambar 4.38	<i>Setting Access Point</i>	168
Gambar 4.39	<i>Throughput Monitoring</i> Pertama	169
Gambar 4.40	<i>Throughput Monitoring</i> Kedua	169