

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERFORMANSI “*WORLDWIDE
INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS*”
(WiMAX) ANTARA GEDUNG TMC DAN GEDUNG
P2F DI PUSPIPTEK SERPONG**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Guna memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Elektro Strata Satu (S1)**

Disusun oleh :

Nama : YUSEP MUSLIM

Nim : 04210013



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2010**

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat yang dilimpahkan, Penulis akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Performansi *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX) antara Gedung TMC dan Gedung P2F di PUSPIPTEK SERPONG”.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, tidak lepas dari bantuan dan bimbingan baik itu berupa moril maupun materil dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih penulis ditujukan kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung kepada :

1. Bapak Ir. Agus Sun Sugiarto, MT sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan ilmunya pada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
2. Bapak Ir. Herman, MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
3. Bapak Drs. Eko Budi Wahyono, MT sebagai Pembimbing Akademik di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
4. Ibu Ir. Nani Suryani, MT sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
5. Bapak M. Darsono, ST. MT sebagai Sekretaris jurusan Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
6. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Darma Persada yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berguna bagi Penulis.

7. Seluruh staff Akademis dan Karyawan Fakultas Teknik Elektro Universitas Darma Persada.
8. Bapak Heri, ST sebagai Koordinator Jaringan dan Komputer di PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Banten.
9. Istri dan Keluarga Besarku terutama kedua orangtua serta mertua yang selalu memberikan semangat dan dorongan kepada Penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. *Special thanks*, .adikku Yunus Khomaeni, Tete dan Aa Agus yang telah memberikan dukungan dan semangat untuk TA ini, sahabatku Rifky Oktavianus, teman-teman "SERDADU SEMUT" Gani (Bedu), Joko (Limbat), Paunk, Toank, dan anak-anak pagi Bayu, Sahrul, Budi, Surya dan seluruh antek 2003-2005 yang telah membantu Penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Keluarga Besar SANKEN Cabang Bekasi; Endang, Ratih, Kusnadi, Irul dan teknisi lainnya rekan-rekan di Technoe Mas; Yudi, Candra yang telah mendukung Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga amal dan kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis mendapat balasan rahmat dari Allah SWT. Penulis juga mohon maaf jika selama melaksanakan Tugas Akhir ini telah banyak melakukan kesalahan maupun mengganggu pekerjaan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan.

Akhir kata Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya, walaupun isinya masih jauh dari sempurna.

Penulis

YUSEP MUSLI M

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiv
BABI PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Pembahasan Masalah.....	2
1.4. Metode Penulisan.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II APLIKASI <i>WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS</i> (WiMAX)	
2.1. <i>Wireless</i> LAN.....	5
2.1.1. Standar <i>Wireless</i> LAN.....	5
2.1.2. Lapisan Fisik dan Topologi.....	6

2.2. WiFi (<i>Wireless Fidelity</i>).....	7
2.2.1. Standarisasi WiFi	7
2.2.2. <i>Access Point</i>	9
2.2.3. Teknik Modulasi pada WiFi	10
2.2.4. Sistem Keamanan WLAN	12
2.3. WiMAX	13
2.3.1. Prinsip Kerja Teknologi WiMAX.....	14
2.3.2. Konfigurasi umum Jaringan WiMAX	15
2.3.3. Standard WiMAX mempunyai Varian Standar IEEE802.16.....	17
2.3.4. Parameter-Parameter Standar IEEE 802.16d	18
2.3.5. Modulasi.....	19
2.3.6. Kelebihan Jaringan WiMAX.....	20
2.3.7. Jenis layanan yang disediakan WiMAX	21
2.4. Pengalokasian Frekuensi.....	24
2.5. Sektorisasi dan Antena.....	25
2.6. Performansi Sistem.....	26
2.6.1. <i>Power Budget</i>	26
2.6.1.1. <i>Loss Propagasi</i>	27
2.6.1.2. Perhitungan EIRP.....	30
2.6.1.3. Perhitungan RSL.....	30
2.6.2. Kualitas Sinyal Transmisi.....	31
2.6.2.1. <i>Fade Margin</i>	31

BAB III JARINGAN *WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS (WiMAX)* DI PUSPIPTEK SERPONG

3.1. Pengembangan Jaringan WiMAX di Kawasan PUSPIPTEK.....	32
3.1.1. Perangkat Sistem.....	33
3.1.1.1. <i>Internet Backbone</i>	33
3.1.1.2. <i>Base Station (BS)</i>	33
3.1.1.3. <i>Customer Premises Equipment (CPE)</i>	34
3.1.1.4. <i>Jaringan Network Management System</i>	35
3.1.1.5. <i>Power over Ethernet (PoE)</i>	36
3.1.1.6. <i>Ethernet Switch</i>	37
3.1.2. Instalasi BS WiMAX	37
3.2. Kondisi <i>Eksisting Coverage Area</i> WiMAX di Kawasan PUSPIPTEK	38
3.2.1. Penyebaran CPE.....	39
3.3. Metode Pengukuran	40
3.4. Data Spesifikasi Perangkat WiMAX di Gedung P2F.....	42

BAB IV ANALISIS PERFORMANSI *UPLINK DAN DOWNLINK*

4.1. Analisis Performansi Kondisi Saat Ini.....	43
4.2. Perhitungan <i>Power Budget</i>	43
4.2.1. Kualitas Jaringan Pada Saat <i>Uplink</i>	43
4.2.1.1. <i>Loss Propagasi</i>	44
4.2.1.2. Perhitungan EIRP.....	46
4.2.1.3. Perhitungan RSL.....	47
4.2.1.4. Perhitungan FM.....	47

4.2.2. Kualitas Transmisi Jaringan Pada Saat <i>Downlink</i>	48
4.2.2.1. <i>Loss Propagasi</i>	48
4.2.2.2. Perhitungan EIRP.....	51
4.2.2.3. Perhitungan RSL.....	51
4.2.2.4. Perhitungan FM.....	52
4.3. Penggantian perangkat WiMAX CPE di gedung P2F.....	53
4.3.1. Perangkat baru WiMAX CPE	53
4.3.2. <i>Customer Premises Equipment (CPE)</i>	53
4.4. Analisis dan Perhitungan <i>Power Budget</i>	54
4.4.1. Analisis <i>Power Budget</i> Pada Saat <i>Uplink</i>	55
4.4.1.1. <i>Loss Propagasi</i>	55
4.4.1.2. Perhitungan EIRP	58
4.4.1.3. Perhitungan RSL	58
4.4.1.4. Perhitungan FM	59
4.4.2. Analisis <i>Power Budget</i> Pada Saat <i>Downlink</i>	60
4.4.2.1. <i>Loss Propagasi</i>	60
4.4.2.2. Perhitungan EIRP	62
4.4.2.3. Perhitungan RSL	63
4.4.2.4. Perhitungan FM	63
BAB IV KESIMPULAN	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Teknik Modulasi FHSS
- Gambar 2.2 DSSS *Frequency Chanel in 2.4 GHz (IEEE 802.11)*
- Gambar 2.3 WiFi *IEEE 802.11 a*
- Gambar 2.4 802.16/HiperMAN - *Broadband Wireless Access in the Last Mile (Alvarion)*
- Gambar 2.5 Aliran Trafik pada WiMAX
- Gambar 2.6 Konfigurasi Umum Jaringan WiMAX
- Gambar 2.7 Konfigurasi Jaringan WiMAX untuk Aplikasi MAN
- Gambar 2.8 Radius Sel berdasar Skema Modulasi
- Gambar 2.9 *Backhaul* WiMAX.
- Gambar 2.10 *Backhaul Hotspot*
- Gambar 2.11 *Backhaul Seluler*
- Gambar 2.12 *Akses broadband* WiMAX
- Gambar 2.13 Layanan *Nomadic*
- Gambar 2.14 Layanan *Mobile*
- Gambar 2.15 Kondisi propagasi LOS dan NLOS
- Gambar 3.1 Arsitektur Pengembangan Jaringan WiMAX
- Gambar 3.2 TRGMAX-BS-ODU-33F yang terpasang di Menara TMC
- Gambar 3.3 TRGMAX-SS-ODU-33F
- Gambar 3.4 Arsitektur Jaringan NMS
- Gambar 3.5 *Power Over Ethernet.*
- Gambar 3.6 *Ethernet Switch WES 800*

Gambar 3.7 Konfigurasi Instalasi BS WiMAX

Gambar 3.8 Kondisi *Eksisting Coverage Area* WiMAX di Kawasan
Puspiptek

Gambar 3.9 Flow Chart Umum Penelitian

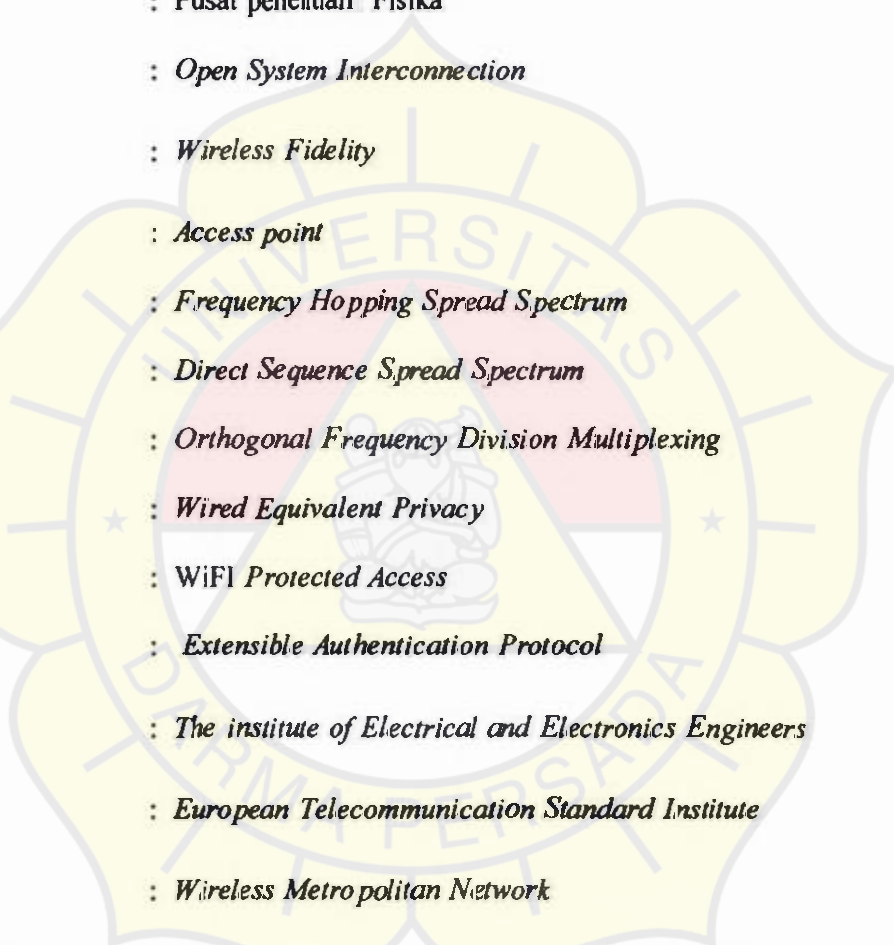
Gambar 4.1 *ALVARION-BMAX-CPE-ODU-PRO-SE*



DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Perbandingan WLAN dengan RF dan IR (*infrared*)
- Tabel 2.2 Standar IEEE 802.16 yang digunakan untuk jaringan WiMAX
- Tabel 2.3 Parameter Sistem IEEE.802.16d
- Tabel 2.4 Alokasi frekuensi WiMAX di beberapa negara
- Tabel 2.5 Antena untuk NLOS dan LOS
- Tabel 2.6 Parameter Model untuk Model Kanal IEEE 802.16
- Tabel 3.1 Data CPE digedung P2F
- Tabel 3.2 Data *Uplink* dan *downlink* Perangkat WiMAX saat ini di Gedung P2F
- Tabel 4.1 Parameter Model untuk Model Kanal IEEE 802.16
- Tabel 4.2 Data Spesifikasi *Uplink* dan *Downlink* Perangkat WiMAX di gedung P2F
- Tabel 4.3 Parameter Model untuk Model Kanal IEEE 802.16

DAFTAR SINGKATAN



WiMAX	: <i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
Wireless MAN	: <i>Metropolitan Area Network</i>
BWA	: <i>Broadband Wireless Access</i>
PUSPIPTEK	: <i>Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi</i>
P2F	: <i>Pusat penelitian Fisika</i>
OSI	: <i>Open System Interconnection</i>
WiFi	: <i>Wireless Fidelity</i>
AP	: <i>Access point</i>
FHSS	: <i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i>
DSSS	: <i>Direct Sequence Spread Spectrum</i>
OFDM	: <i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>
WEP	: <i>Wired Equivalent Privacy</i>
WPA	: <i>WiFi Protected Access</i>
EAP	: <i>Extensible Authentication Protocol</i>
IEEE	: <i>The institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ETSI	: <i>European Telecommunication Standard Institute</i>
WMAN	: <i>Wireless Metropolitan Network</i>
HiperMAN	: <i>High-Performance Radio Metropolitan Area Network</i>
ISP	: <i>Internet Service Provider</i>
PSTN	: <i>Public Switched Telephone Network</i>
LOS	: <i>Line of Sight</i>
Qos	: <i>Quality of Service</i>

NLOS	: <i>Non Line of Sight</i>
SNR	: <i>Signal to Noise Ratio</i>
RF	: <i>Radio Frequency</i>
SUI	: <i>Standford University Interim</i>
EIRP	: <i>Effecive Isotropic Radiated Power</i>
BER	: <i>Bit Error Rate</i>
FM	: <i>Fade Margin</i>
RSL	: <i>Receive Signal Level</i>
Transceiver	: <i>Transmitter-Receiver</i>
TDD	: <i>Time Division Duplexing</i>
NMS	: <i>Network Management System</i>
SNMP	: <i>Simple Network Management Protocol.</i>
PSE	: <i>Power Source Equipment</i>
PD	: <i>Power Device</i>
PoE	: <i>Power over Ethernet</i>
BS	: <i>Base Station</i>
SS	: <i>Subscriber Station</i>
CPE	: <i>Customer Premises Equipment</i>

ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini akan membahas tentang analisis performansi *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)*. Teknologi *wireless* pita lebar dengan standar IEEE.802.16d yang saat ini dikembangkan di PUSPIPTEK Serpong merupakan evolusi teknologi *Broadband Wireless* sebelum WiFi. Teknologi ini didesain untuk memenuhi NLOS (*Non Light of Sight*) dan menggunakan teknik modulasi adaptif seperti QPSK, BPSK, 16 QAM dan 64 QAM.

Analisis performansi *Uplink* dan *Downlink* antara gedung TMC dan Gedung pusat penelitian fisika (P2F) dilakukan karena kondisi kompleks Puspipstek cukup rimbun dengan pepohonan, oleh karena itu sinyal yang dikirim oleh BS (*downlink*) kadang-kadang tidak bisa diterima dengan baik oleh CPE/SS ke BS demikian juga sebaliknya sinyal yang dikirim kembali oleh CPE/SS ke BS (*Uplink*) kadang-kadang tidak bisa diterima secara baik oleh BS. Pada lokasi gedung penelitian fisika (P2F) Puspipstek Serpong yang berada pada *coverage* WiMAX TRG dimana tidak terjadi komunikasi dua arah.

Untuk mengatasi masalah yang terjadi pada lokasi gedung P2F Puspipstek Serpong diusulkan agar terjadi komunikasi dua arah, maka pada area tersebut perlu dianalisis dengan menggunakan perhitungan *power budget* yaitu untuk mengetahui nilai *Loss Propagasi*, *Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)*, *Receive Signal Level (RSL)* dan *Fade Margin (FM)*

Dari perhitungan tersebut .bisa diketahui ternyata kondisi saat ini nilai *Fade Margin*nya negatif, yaitu **-0,159 dBm** untuk *Uplink* dan untuk *Downlink* nilai *fade margin*nya negatif juga, yaitu **-0,419dBm** berarti untuk area gedung P2F dan gedung TMC tidak terjadi komunikasi dua arah.

Dari hasil analisis perhitungan *power budget* kondisi saat ini, WiMAX CPE/SS produk TRG pada gedung P2F dapat disimpulkan bahwa kualitas sinyal *Uplink* dan *Downlink* tidak terjadi komunikasi dua arah baik dari sisi BS maupun dari sisi CPE karena gainnya kecil dan *rx sensitivity* sebesar **-91 dBm**, sedangkan dengan cara menggantikan perangkat WiMAX CPE/SS baru produk *ALVARION* yang spesifikasinya hampir sama dengan perangkat WiMAX CPE/SS produk TRG gain lebih besar dan *rx sensitivity* sebesar **-98 dBm**

Dilakukan perhitungan *power budget* untuk mengetahui kualitas sinyal *Uplink* dan *Downlink* dari hasil perhitungan setelah penggantian perangkat nilai RSL yang didapat lebih kecil dibanding nilai *Rx sensitivity* sehingga bisa terjadi komunikasi dua arah dengan nilai *Fade Margin* **3, 841dBm** untuk *Uplink* dan nilai **0,581dBm** untuk *Downlink*.

Kondisi gedung Pusat Penelitian Fisika (P2F) PUSPIPTEK memiliki *loss* propagasi cukup besar sehingga diperlukan perangkat WiMAX dengan gain yang cukup besar juga dan penggantian perangkat WiMAX produk TRG CPE dengan perangkat WiMAX CPE produk *ALVARION* mampu mengatasi masalah yang terjadi dari sisi *Uplink* maupun *Downlink* bisa komunikasi dua arah.

BABI PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) sebagai teknologi terkini dalam dunia telekomunikasi bisa menjawab tantangan akan kebutuhan penyelenggaraan telekomunikasi yang luas dan murah. Namun WiMAX bukanlah apa-apa jika pengimplementasiannya tidak dibarengi dengan pembangunan sumber daya manusia yang sadar akan pemanfaatan teknologi dan pemeliharaan infrastrukturnya.

Standar 802.16 dikembangkan oleh IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) yang disebut *Wireless MAN (Metropolitan Area Network)* memberikan perspektif baru dalam mengakses internet dengan kecepatan tinggi tanpa tergantung pada jaringan kabel atau modem. WiMAX yang mengacu pada standar 802.16 dan bertugas menginterkoneksi berbagai standar teknis yang bersifat global menjadi satu kesatuan.

BWA (*Broadband Wireless Access*) standar yang saat ini umum diterima dan secara luas digunakan adalah standar yang dikeluarkan oleh IEEE. Standar IEEE 802.16 memberikan kemudahan dalam akses internet untuk area metropolitan dengan hanya mendirikan beberapa BS (*base station*) yang dapat mencakup jutaan *subscriber*.

Teknologi *wireless* yang sedang dikaji dan dikembangkan di PUSPIPTEK (Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) Serpong saat ini adalah teknologi akses *wireless* pita lebar dengan standar IEEE.802.16d atau lebih dikenal dengan nama WiMAX yang merupakan evolusi teknologi *broadband*

wireless sebelumnya WiFi. Teknologi ini didesain untuk memenuhi kondisi NLOS (*Non Line of Sight*) dan menggunakan teknik modulasi adaptif seperti QPSK, BPSK, 16 QAM, dan 64 QAM. Meskipun secara teori WiMAX bisa bekerja pada kondisi NLOS tetapi pada kenyataannya kondisi LOS akan lebih bagus performansinya untuk komunikasi BS & CPE/SS.

Kondisi kompleks PUSPIPTEK cukup rimbun dengan pepohonan, maka sinyal yang dikirim oleh BS (*downlink*) kadang-kadang tidak bisa diterima secara baik oleh CPE/SS, demikian juga sebaliknya sinyal yang dikirim kembali oleh CPE/SS ke BS (*uplink*) kadang-kadang tidak bisa diterima secara baik oleh BS. Lain halnya yang terjadi pada lokasi gedung pusat penelitian fisika (P2F) PUSPIPTEK Serpong yang berada pada *coverage* WiMAX TRG dimana tidak terjadi komunikasi dua arah.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah menganalisis performansi sinyal *Uplink* dan *Downlink* untuk jaringan WiMAX antara Gedung Pusat Penelitian Fisika (P2F) ke Gedung (TMC) PUSPIPTEK Serpong agar terjadi komunikasi dua arah.

1.3. Pembatasan Masalah

Penulis pada tugas akhir ini membatasi masalah yang akan dibahas pada beberapa hal, yaitu: permasalahan sinyal *Uplink* dan *Downlink* pada jaringan WiMAX antara BS & CPE/SS di Gedung Pusat penelitian Fisika (P2F) PUSPIPTEK Serpong.

1.4. Metode Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, Penulis menggunakan beberapa metode yang digunakan antara lain:

1. Metode Kepustakaan

Membahas secara tidak langsung yaitu dari buku-buku, diktat, internet yang berhubungan dengan masalah yang akan ditulis dan semua informasi yang mendukung hal tersebut.

2. Metode Lapangan

Mengadakan pengamatan atau observasi langsung dan sistematis mengenai materi-materi dan alat yang sedang dipelajari untuk mendapatkan data-data yang akurat.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi dalam lima bab yang secara garis besar isi dari setiap sub bab adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II APLIKASI *WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS* (WiMAX)

Bab ini berisi teori-teori yang menjelaskan konsep tentang jaringan akses *wireless* meliputi : deskripsi umum *Wireless LAN*, Teknologi WiFi, WiMAX, Pengalokasian Frekuensi, Sektorisasi Antenna dan Perhitungan performansi sistem.

BAB III **JARINGAN *WORLDWIDE INTEROPERABILITY for MICROWAVE ACCESS* (WiMAX) di PUSPIPTEK SERPONG**

Bab ini berisi konfigurasi jaringan trial, perangkat dan instalasinya, kondisi lapangan dan data *power budget* di Gedung Pusat penelitian Fisika (P2F) PUSPIPTEK Serpong.

BABIV **ANALISIS PERFORMANSI *UPLINK* DAN *DOWNLINK***

Bab ini akan menganalisis performansi sinyal *Uplink* dan *Downlink* untuk jaringan WiMAX di Gedung Pusat penelitian Fisika (P2F) PUSPIPTEK Serpong agar terjadi komunikasi dua arah antara BS dan CPE/SS

BAB V **KESIMPULAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil analisis bagaimana agar terjadi komunikasi dua arah antara BS dan CPE/SS di Gedung Pusat penelitian Fisika (P2F) PUSPIPTEK Serpong.