

**ANALISIS DAN PERANCANGAN TITIK LABUH
JARINGAN PALAPA RING DAN JARINGAN
EKSTENSI UNTUK PULAU PAPUA**

SKRIPSI

Oleh

AGUNG ISMOYO

04 03 03 0063



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**ANALISIS DAN PERANCANGAN TITIK LABUH
JARINGAN PALAPA RING DAN JARINGAN
EKSTENSI UNTUK PULAU PAPUA**

SKRIPSI

Oleh

AGUNG ISMOYO

04 03 03 0063



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS DAN PERANCANGAN TITIK LABUH JARINGAN PALAPA RING DAN JARINGAN EKSTENSI UNTUK PULAU PAPUA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 24 Juni 2008

Agung Ismoyo

NPM 04 03 03 0063

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

ANALISIS DAN PERANCANGAN TITIK LABUH JARINGAN PALAPA RING DAN JARINGAN EKSTENSI UNTUK PULAU PAPUA

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 24 Juni 2008

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan M. Eng

NIP 131 475 421

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada ALLAH SWT, Yang Maha Kuasa, sehingga tugas skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan M. Eng selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan.
2. Orang tua penulis yang telah memberikan doa dan dukungan moril maupun materil.
3. Seluruh teman penulis khususnya yang juga menempuh masa kuliah selama lima tahun (Sangky A, Habib P., Rahmat H, Husnul, M. Mabur, Abie Aryo D., Aldi Aditya, Dias Rifanza, dan lain-lain) yang telah memberikan iklim kompetisi sehingga membangkitkan semangat penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Errik, Radityo W., Erwan H., dan M. Arya, yang juga banyak memberikan dukungan moril dan semangat.
5. Rekan-rekan Elektro khususnya angkatan 2003, yang telah banyak membantu dan memberikan masukan – masukan yang sangat berharga.
6. Yunia R, yang telah banyak memberikan dukungan moril dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi ini.
7. Dan pada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, semoga tugas skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan sebagai sumber inspirasi untuk pengembangan dimasa yang akan datang.

Agung Ismoyo
NPM 04 03 03 0063
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan M. Eng

ANALISIS DAN PERANCANGAN TITIK LABUH JARINGAN PALAPA RING DAN JARINGAN EKSTENSI UNTUK PULAU PAPUA

ABSTRAK

Dalam rangka mewujudkan masyarakat Indonesia yang modern dan berbasis informasi, pemerintah bekerja sama dengan beberapa perusahaan telekomunikasi swasta menggelar mega-proyek pembangunan jaringan infrastruktur telekomunikasi berupa jaringan *backbone* serat optik berkecepatan tinggi yang dinamakan Palapa Ring. Tujuan Palapa Ring antara lain untuk mengurangi kesenjangan digital antara Indonesia Bagian Barat dengan Indonesia Bagian Timur serta menyediakan akses telekomunikasi bagi masyarakat dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan dan mengurangi kemiskinan. Pulau Papua, sebagai salah satu wilayah di IBT yang mengalami ketertinggalan teknologi informasi, menjadi salah satu sasaran utama dalam pembangunan jaringan tahap pertama.

Skripsi ini membahas tentang analisis dan perencanaan titik-titik labuh jaringan backbone serat optik di Pulau Papua serta lebih lanjut interkoneksi jaringan backbone ke setiap kabupaten melalui jaringan ekstensi. Parameter-parameter yang menjadi pertimbangan dalam penentuan titik labuh antara lain lokasi, keadaan alam dan pantai, jumlah dan kepadatan penduduk, teledensitas masyarakat setempat, dan lain-lain. Dalam perancangan jaringan ekstensi, parameter diatas ditambah lagi dengan proyeksi kapasitas jaringan yang dibutuhkan untuk beberapa tahun ke depan. Perancangan ini merekomendasikan konfigurasi titik labuh pada 13 kota pantai beserta analisa penempatannya yang tidak semuanya sama dengan rekomendasi KMI. Untuk proyeksi kebutuhan kapasitas, didapatkan angka kebutuhan kapasitas untuk masing-masing titik labuh sampai tahun 2020.

Kata Kunci : Palapa Ring, Titik Labuh, Papua, Jaringan Ekstensi

Agung Ismoyo
NPM 04 03 03 0063
Electrical Engineering Department

Counsellor
Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan M. Eng

**ANALYSIS AND DESIGN OF PALAPA RING LANDING POINT AND
EXTENSION NETWORK IN PAPUA**

ABSTRACT

In order to establish a modern, information based society of Indonesia, the government, supported by several private telecommunication companies, is launching a mega-project of telecommunication infrastructure network construction in the form of high-speed optical fibre backbone network, named the Palapa Ring Project. It is aimed to eliminate “digital divide” between Western and Eastern part of Indonesia through providing telecommunication access for the people. Such a community empowerment effort is expected to increase the people’s welfare and therefore to reduce poverty level. Papua island, as the largest island in western part of Indonesia with the most underdeveloped information technology will be primary selected for the first stage of construction.

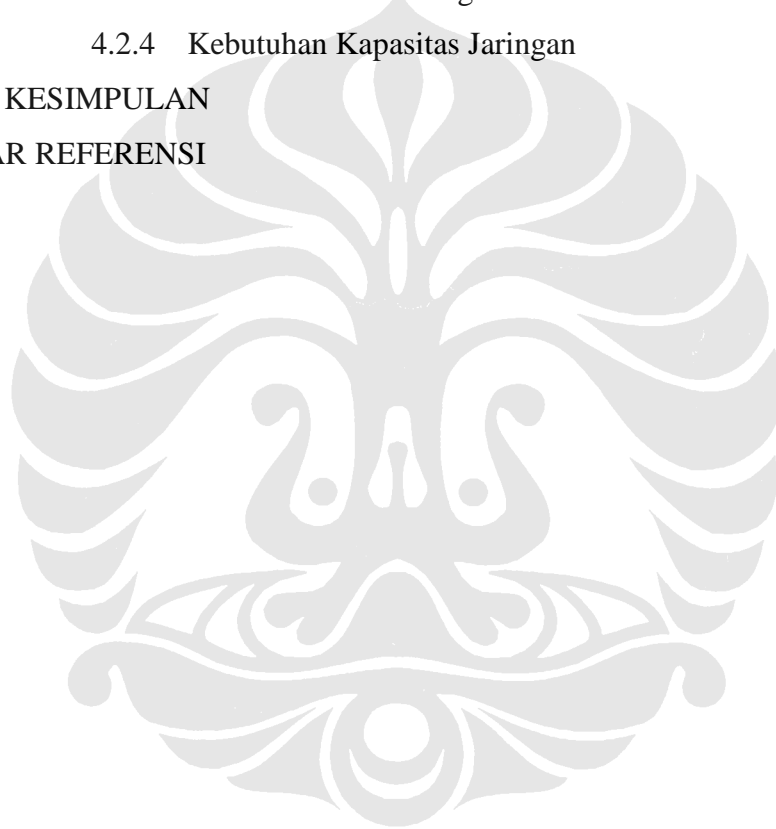
This thesis discusses about the analysis and design of the fiber optic backbone network landing points in Papua Island, as well as the interconnection of the backbone to each regencies through the extension networks. In determining the landing points, parameters to be put in consideration in are location, nature, population and density, teledensity, etc. In designing the extension networks the above mentioned parameters should be added with the projection of required capacity for several years to come. The design recommends landing point configuration on 13 cities, along with placement analysis which have several deviation compared to KMI recommendation. The required capacity projection recommends the number of required capacity for each landing point until the year 2020.

Keywords : Palapa Ring, Landing Point, Papua, Extension Network

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENULISAN	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN	2
BAB II JARINGAN CINCIN PALAPA	4
2.1 DEFINISI	4
2.2 SEJARAH	5
2.3 RENCANA PEMBANGUNAN	6
2.4 EKSPEKTASI DAN TUJUAN	7
BAB III KOMPONEN JARINGAN <i>BACKBONE</i> DAN JARINGAN EKSTENSI PALAPA RING	10
3.1 KABEL SERAT OPTIK BAWAH LAUT	10
3.1.1 Kabel Serat Optik	10
3.1.2 Titik Labuh	13
3.1.3 WDM – DWDM	15
3.2 KOMPONEN JARINGAN EKSTENSI	16
3.2.1 GSM 2G	16
3.2.2 3G WCDMA	17
3.2.3 WiMAX 802.16	19

BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN TITIK LABUH SERTA JARINGAN EKSTENSI	21
4.1 PENENTUAN LOKASI TITIK LABUH	21
4.1.1 Parameter Pertimbangan	21
4.1.2 Analisis Titik Labuh	23
4.2 PERANCANGAN JARINGAN EKSTENSI	29
4.2.1 Parameter Pertimbangan	30
4.2.2 Analisis Geografis Jaringan Ekstensi	31
4.2.3 Analisis Teknis Jaringan Ekstensi	34
4.2.4 Kebutuhan Kapasitas Jaringan	36
BAB V KESIMPULAN	44
DAFTAR REFERENSI	45

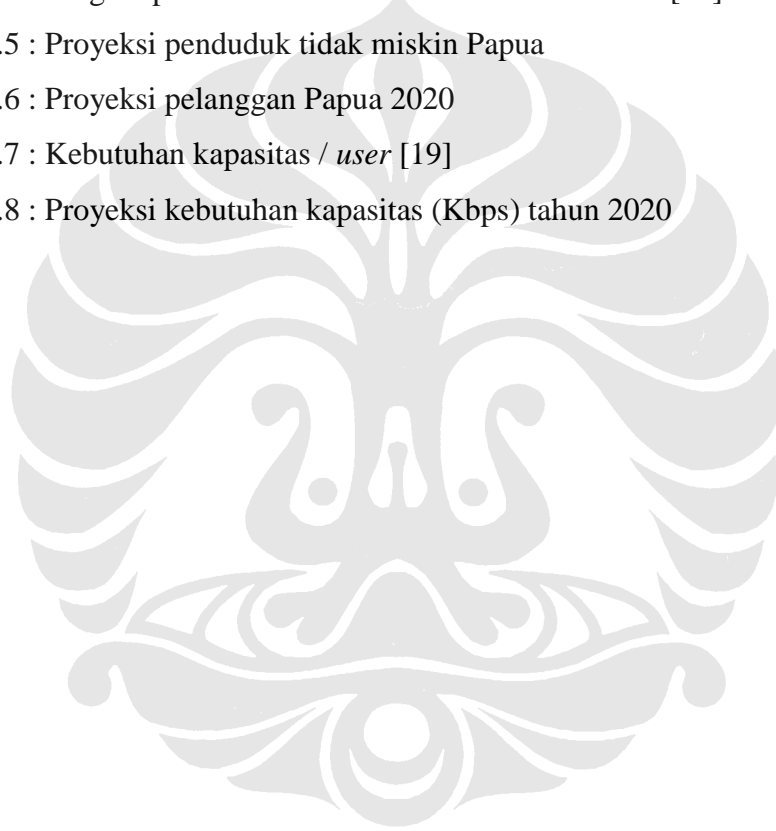


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : Skema Jaringan Cincin Palapa [1]	4
Gambar 2.2 : Patung Gajah Mada [4]	5
Gambar 2.3 : Rencana pembangunan tahap pertama [2]	7
Gambar 3.1 : Struktur dasar serat optik [7]	11
Gambar 3.2 : Serat optik single mode dan multi mode [7]	11
Gambar 3.3 : Penampang kabel serat optik bawah laut [8]	12
Gambar 3.4 : Perbandingan kapasitas CWDM dan DWDM [9]	15
Gambar 3.5 : Arsitektur jaringan GSM [11]	17
Gambar 3.6 : Evolusi 2G menuju 3G [12]	18
Gambar 3.7 : Contoh aplikasi WiMAX [13]	19
Gambar 4.1 : Contoh jaringan cincin [14]	22
Gambar 4.2 : Peta kawasan Papua.[15]	24
Gambar 4.3 : Konfigurasi jaringan Ring Papua	26
Gambar 4.4 : Konfigurasi KMI untuk Ring Papua [14]	27
Gambar 4.5 : Konsep jaringan ekstensi	29
Gambar 4.6 : Konfigurasi jaringan ekstensi Ring Timur [14]	31
Gambar 4.7 : Skema DWDM untuk pembagian kanal [14]	34
Gambar 4.8 : Skema DWDM untuk interkoneksi Ring Barat- Timur [14]	35

DAFTAR TABEL

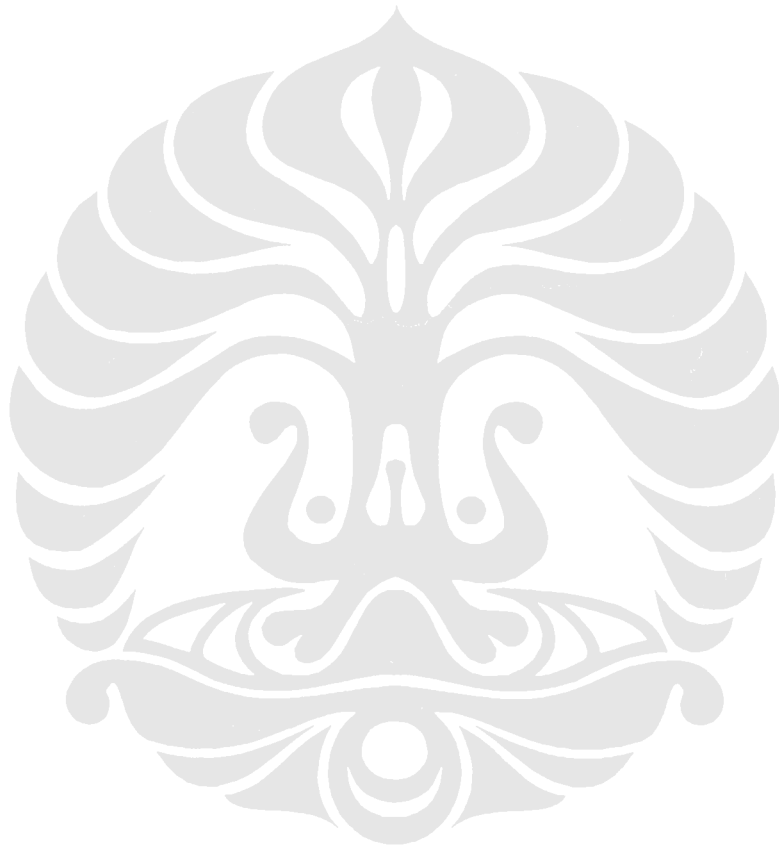
	Halaman
Tabel 2.1 : Pelanggan dan pengguna internet di Indonesia [6]	8
Tabel 3.1 : Perbandingan CWDM dengan DWDM [10]	16
Tabel 4.1 : Jumlah penduduk kabupaten / kota Papua 2005 [17]	25
Tabel 4.2 : Proyeksi populasi Papua	37
Tabel 4.3 : Persentase pelanggan Papua [19]	37
Tabel 4.4 : Tingkat penetrasi nasional untuk 2010 dan 2020 [19]	38
Tabel 4.5 : Proyeksi penduduk tidak miskin Papua	39
Tabel 4.6 : Proyeksi pelanggan Papua 2020	40
Tabel 4.7 : Kebutuhan kapasitas / <i>user</i> [19]	40
Tabel 4.8 : Proyeksi kebutuhan kapasitas (Kbps) tahun 2020	41



DAFTAR SINGKATAN

3GPP	<i>Third Generation Partnership Project</i>
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
ADSS	<i>All Dielectric Self Supporting Cable</i>
BSC	<i>Base Station Controller</i>
BSS	<i>Base Station Subsystem</i>
BTS	<i>Base Transceiver Station</i>
CEPT	<i>Conférence Européenne des Postes et Télécommunications</i>
CSON	Cincin Serat Optik Nasional
CWDM	<i>Coarse Wavelength Division Multiplexing</i>
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
DWDM	<i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>
HDPE	<i>High Density Polyethylene</i>
HLR	<i>Home Location Register</i>
IBB	Indonesia Bagian Barat
IBT	Indonesia Bagian Timur
KMI	Komite Manajemen Interim
MS	<i>Mobile Station</i>
MSC	<i>Mobile Switching Center</i>
NLOS	<i>Non Line Of Sight</i>
ONMS	<i>Open Network Management System</i>
OPGW	<i>Optical Ground Wire Cable</i>
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
SKKL	Sistem Komunikasi Kabel Laut
SMS	<i>Short Message Service</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i>

VLR	<i>Visitor Location Register</i>
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>
WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i>
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
WLL	<i>Wireless Local Loop</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara berbentuk kepulauan dimana terdapat ribuan pulau yang membentang jauh dari Sabang sampai Merauke. Secara geografis bentangan yang jauh tersebut bisa dianggap sebagai potensi wilayah yang besar, tapi juga bisa dianggap sebagai kendala jarak dan waktu. Untuk mengatasi kendala geografis ini, dibutuhkan suatu jaringan infrastruktur telekomunikasi yang dapat “memperkecil jarak” dan “mempersingkat waktu” serta menyatukan seluruh pulau-pulau di Indonesia.

Untuk memenuhi kebutuhan akan jaringan komunikasi yang memadai, maka Pemerintah mencanangkan suatu mega-proyek yang disebut dengan jaringan “Palapa Ring”. Jaringan Palapa Ring merupakan jaringan kabel serat optik berkapasitas tinggi (*broadband*) yang dibentangkan dibawah laut dan berfungsi sebagai penghubung (media) pengiriman data dan informasi di antara pulau-pulau di Indonesia. Lebih lanjut, jaringan ini bertujuan mengatasi kesenjangan informasi (*digital divide*) yang selama ini terjadi antara kawasan Indonesia Bagian Barat (IBB) dengan Indonesia Bagian Timur (IBT).

Dalam skema perencanaannya, jaringan kabel serat optik ini sebagian besar ialah kabel bawah laut (*submarine cable*) yang menjadi *backbone* dan menghubungkan pulau-pulau pada titik labuh (*landing point*) di setiap pulau, yang selanjutnya akan terhubung dengan jaringan-jaringan akses sehingga dapat mencapai setiap *user* di tingkat kabupaten. Perencanaan dari lokasi titik labuh maupun jaringan aksesnya mempertimbangkan berbagai parameter seperti faktor geografis, jumlah penduduk, kapasitas yang dibutuhkan, dan lain lain.

1.2 TUJUAN PENULISAN

Tujuan dari penulisan skripsi ini ialah untuk merancang dan menganalisis lokasi titik labuh jaringan Palapa Ring untuk daerah Indonesia Bagian Timur khususnya pada kawasan Papua serta interkoneksinya dengan jaringan ekstensi ke kabupaten-kabupaten dengan mempertimbangkan berbagai parameter yang berkaitan.

1.3 BATASAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas pada skripsi ini akan difokuskan pada pembahasan jaringan Palapa Ring secara umum berdasarkan pada Rencana Proyek, Tujuan, Analisis dan Perancangan titik labuh, serta jaringan ekstensi lanjutannya. Adapun wilayah yang dijadikan pusat perhatian adalah kawasan Papua, sebuah wilayah potensial di bagian timur Indonesia yang diharapkan akan tumbuh pesat dalam kurun waktu 20 tahun mendatang.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan pada skripsi ini ialah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, serta sistematika penulisan

BAB II JARINGAN CINCIN PALAPA

Pada bab ini akan diberikan teori umum mengenai Jaringan Cincin Palapa dari aspek sejarah perkembangan maupun tujuannya, serta dari aspek kendala yang mungkin akan dihadapi

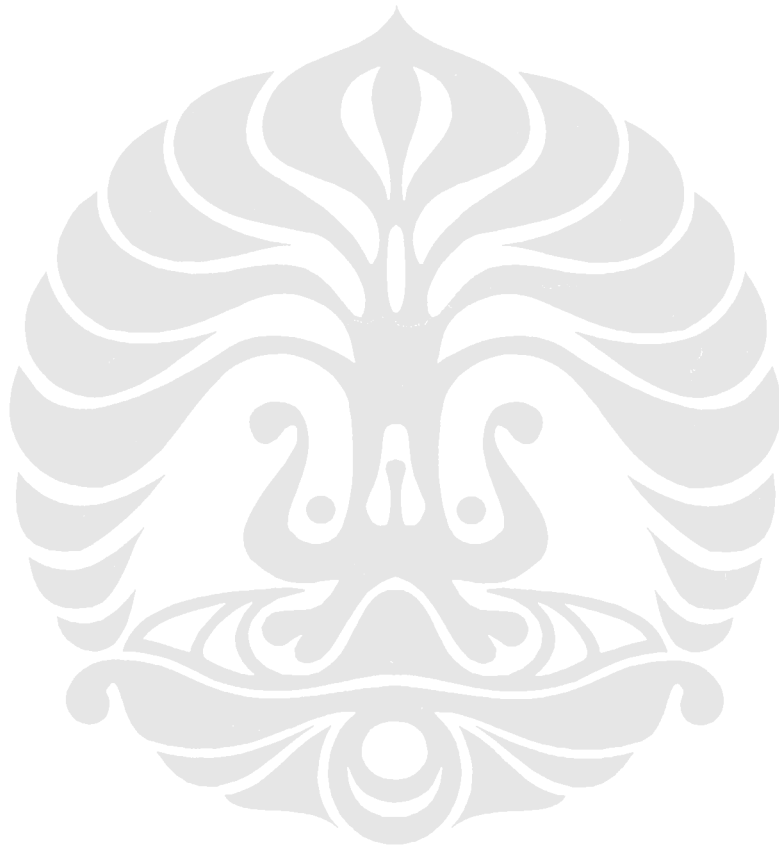
BAB III KOMPONEN JARINGAN *BACKBONE* DAN JARINGAN EKSTENSI PALAPA RING

Pada bab ini akan diberikan teori mengenai komponen-komponen jaringan Palapa Ring dari jaringan backbone hingga jaringan-jaringan ekstensinya.

BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN TITIK LABUH DAN JARINGAN EKSTENSI

Pada bab ini akan dijabarkan analisis skema titik labuh jaringan Palapa Ring pada kawasan Papua serta skema perancangan jaringan ekstensi pada setiap titik labuh hingga mencapai kabupaten

BAB V KESIMPULAN



BAB II

JARINGAN CINCIN PALAPA

2.1 DEFINISI

Jaringan Cincin Palapa (*Palapa Ring*) merupakan proyek pembangunan infrastruktur tulang punggung (*backbone*) bagi sistem telekomunikasi nasional Indonesia. Jaringan ini berupa kabel serat optik yang menghubungkan seluruh kepulauan di nusantara yang berbentuk cincin terintegrasi (*integrated ring shape*). Jaringan Cincin Palapa ini juga kadang disebut sebagai Jaringan Cincin Serat Optik Nasional (CSON).



Gambar 2.1 : Skema Jaringan Cincin Palapa [1]

Sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1, jaringan ini berupa tujuh cincin kecil yaitu yang mengelilingi Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Papua, dan Maluku serta satu *backhaul* yang menghubungkan ketujuh cincin tersebut. Panjang jaringan ini diperkirakan mencapai 35.280 km untuk kabel bawah laut (*undersea*) dan 21.807 km untuk kabel di darat (*inland*), menghubungkan 33 propinsi dan 460 kabupaten di Indonesia [2]. Jaringan ini juga akan terhubung dengan negara tetangga seperti Malaysia, Filipina, dan Australia.

2.2 SEJARAH

Nama “Palapa” diambil dari sebuah sumpah terkenal yang pernah diucapkan oleh Gajah Mada, seorang Mahapatih dari kerajaan Majapahit. Sumpah tersebut berbunyi : “*Sira Gajah Mada papatih amungkubumi tan ayun amukita palapa, sira Gajah Mada : Lamun huwus kalah nusantara ingsun amukti palapa, lamun kalah ring Gurun, ring Seram, Tanjungpura, ring Haru, ring Pahang, Dompo, ring Bali, Sunda, Palembang, Tumasik, samana ingsun amukti palapa*” yang artinya menyatakan bahwa dia (Gajah Mada) bersumpah tidak akan makan buah palapa (rempah-rempah) sebelum berhasil menyatukan seluruh Nusantara [3]. Sumpah yang tercatat dalam kitab *Pararaton* itu menjadi simbol bersatunya wilayah Nusantara.



Gambar 2.2 : Patung Gajah Mada [4]

Konsep penyatuan Nusantara yang terkandung dalam Sumpah Palapa inilah yang kemudian menjadi inspirasi jaringan Cincin Palapa. Indonesia yang merupakan negara yang terdiri atas beribu ribu pulau, membutuhkan suatu jaringan infrastruktur telekomunikasi untuk menghubungkan seluruh pulau tersebut. Jaringan ini kemudian akan difungsikan sebagai tulang punggung (*backbone*) telekomunikasi nasional.

Jaringan serat optik nasional ini sebenarnya sudah menjadi “dream project” sejak tahun 1997. Saat itu masih bernama “Nusantara-21” dan rencananya akan murni berasal dari dana pemerintah. Akan tetapi krisis ekonomi tahun 1998 yang melanda Indonesia membuat proyek tersebut tidak berjalan. Kemudian pada Januari 2005 pada ajang *Infrastructure Summit I*, wacana

pembangunan infrastruktur telekomunikasi kembali digelar. PT. Tiara Titian Telekomunikasi (TT-Tel) mengemukakan gagasan berupa Cincin Serat Optik Nasional (CSON), yang kemudian dikembangkan lebih lanjut menjadi bernama “*Palapa O2 Ring*”. Namun saat itu tidak ada investor yang tertarik, disebabkan namanya yang mirip dengan salah satu merek dagang produk telepon selular. Barulah pada forum *Indonesian Infrastructure Exhibition and Conference II* (IIEC-2) namanya diubah menjadi “*Palapa Ring Project*” [5].

Di Indonesia khususnya Indonesia Bagian Barat (IBB) sebenarnya sudah ada jaringan serat optik yang panjangnya kira kira 15.000 km, milik beberapa perusahaan seperti Telkom, Indosat, Excelcomindo Pratama, dan Comnet Plus dari PT PLN. Selain serat optik yang milik operator telekomunikasi, Perusahaan Gas Negara dan PT Kereta Api Indonesia juga memiliki jaringan serat optik yang selama ini tidak difungsikan sebagai sarana telekomunikasi. Banyak serat optik yang *idle capacity* atau tidak dimanfaatkan kelebihannya. Bahkan tata letaknya dapat dikatakan semrawut. Belum optimalnya pemanfaatan jaringan serat optik di kawasan IBB ini menjadi tugas tersendiri untuk menata dan mengintegrasikan semua jaringan serat optik tersebut ke dalam proyek Palapa Ring.

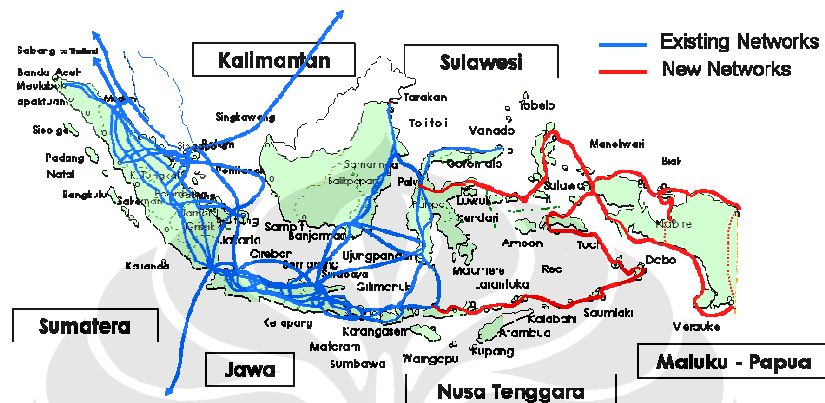
2.3 RENCANA PEMBANGUNAN

Jaringan Cincin Palapa ini dibuat dengan kabel serat optik berkapasitas besar (*broadband*) sebagai penunjang jaringan jaringan telekomunikasi yang telah ada sebelumnya. Menurut estimasi, bandwidth total untuk Jaringan Cincin Palapa ini berkisar antara 300 Gbps sampai 1000 Gbps. Selain internet, jaringan ini juga akan mendukung jaringan telekomunikasi tetap (*fixed*) dan seluler, serta siaran televisi.

Pola *integrated ring shape* yang digunakan dikatakan yang paling ideal untuk kepulauan Indonesia, sebab jika serat optik putus di satu tempat, masih ada jalur cadangan.

Pembangunan jaringan Palapa Ring ini dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu berdasarkan panjang kabel yang direncanakan untuk dibangun pada masing masing tahap. Tahap satu rencananya akan dimulai pada tahun 2008 dengan target panjang kabel kira kira 10.000 km. Pembangunan tahap satu juga diprioritaskan

pada kawasan Indonesia Bagian Timur (IBT) dikarenakan pada kawasan IBB sudah ada jaringan serat optik *existing* yang dimiliki berbagai perusahaan telekomunikasi. Gambar 2.3 menunjukkan peta pembangunan tahap 1 yaitu yang ditandai dengan garis merah. Secara keseluruhan, proyek Palapa Ring ini ditargetkan akan selesai dan beroperasi pada tahun 2011.



Gambar 2.3 : Rencana pembangunan tahap pertama [2]

2.4 EKSPEKTASI DAN TUJUAN

Ada beberapa tujuan yang ingin dicapai dari pembangunan jaringan Palapa Ring, yang secara garis besar menargetkan Indonesia sebagai *Information-Based Society* pada tahun 2025. Keberadaan jaringan ini memiliki tujuan utama untuk mendukung *Sovereignty* (kedaulatan negara) dan ketahanan nasional dengan melalui ketersediaan infrastruktur telekomunikasi, yang berkapasitas besar dan terpadu yang diharapkan dapat memberikan jaminan kualitas komunikasi yang berkualitas tinggi, aman, dan murah. Di samping itu, jaringan ini dapat mendukung pemerataan pembangunan dan pengembangan potensi ekonomi di wilayah dan juga dapat menunjang iklim kompetisi yang lebih sehat di bidang penyelenggaraan telekomunikasi.

Jaringan Palapa Ring ini terutama ditujukan untuk memberikan akses internet kepada siapa saja di Nusantara, sekaligus untuk mengatasi permasalahan tarif internet di Indonesia yang masih tergolong mahal. Tabel 2.1 menunjukkan jumlah pelanggan maupun pengguna internet di Indonesia.

Tabel 2.1 : Pelanggan dan pengguna internet di Indonesia [6]

Year	Subscriber	User
1998	134,000	512,000
1999	256,000	1,000,000
2000	400,000	1,900,000
2001	581,000	4,200,000
2002	667,002	4,500,000
2003	865,706	8,080,534
2004	1,087,428	11,226,143
2005	1,500,000	16,000,000
2006	6,000,000	20,000,000

Dari tabel di atas terlihat bahwa sampai tahun 2006, jumlah pengguna internet di Indonesia hanya mencapai kurang dari 10% dari total penduduk Indonesia. Kemudian jumlah pelanggan internet (*subscriber*) masih jauh lebih sedikit dari jumlah pengguna (*user*), hal ini disebabkan karena sebagian besar hanya mengakses internet dari warung internet (warnet) atau dari kantor.

Selain untuk internet, jaringan serat optik ini juga akan mendukung jaringan telekomunikasi lain seperti telepon baik tetap dan seluler, serta siaran televisi. Implementasi dari jaringan Palapa Ring ini akan dimanfaatkan antara lain untuk *e-government*, *tele-education*, *tele-medication*, dll.

Berkaitan dengan wilayah nusantara, pembangunan jaringan ini lebih diprioritaskan pada Indonesia Bagian Timur (IBT). Hal ini dikarenakan pada kawasan IBT belum tersedia infrastruktur telekomunikasi yang memadai. Kawasan IBT dinilai perlu diprioritaskan ketimbang wilayah di bagian barat, karena areanya belum terjangkau jaringan serat optik dan transmisi untuk menjangkaunya masih menggunakan satelit sehingga kapasitasnya terbatas. Kondisi kontur geografis IBT, yang merupakan kepulauan-kepulauan kecil dan tersebar secara dominan serta tingkat kebutuhan yang dinilai masih rendah, menyebabkan daerah ini kurang dilirik untuk pembangunan infrastruktur dengan anggaran raksasa. Selain itu, pembangunan ini diharapkan akan dapat memacu percepatan pengembangan potensi ekonomi wilayah.

Menurut Kepala Bagian Umum dan Humas Ditjen Postel, Gatot S. Dewa Broto, alasan secara umum dibangunnya jaringan Palapa Ring ialah :

1. Meningkatkan pembangunan ekonomi, kebudayaan dan masyarakat Indonesia, termasuk di daerah-daerah yang belum berkembang.
2. Mengurangi kesenjangan digital antar masyarakat di kota-kota kecil yang belum terbangun jaringan *broadband*.
3. Menawarkan berbagai peluang untuk berkompetisi dan kesempatan berbisnis di daerah-daerah yang belum berkembang.
4. Meningkatkan jumlah titik akses terhadap jaringan pita lebar, yang mencakup 440 kota/daerah, di mana setiap kota/daerah itu akan menjadi satu access point pada jaringan *broadband*.
5. Menyediakan layanan komunikasi publik dan pemerintahan yang efisien, aman dan berdaya jangkau luas, yang mencakup militer, kepolisian, meteorologi, pencegahan bencana, dan pelanggan korporat.
6. Mengurangi tarif dalam bertelekomunikasi dan mendorong pemanfaatan akses *broadband*.
7. Menyediakan kebutuhan masyarakat dalam bertelekomunikasi di masa kini dan di masa depan yang kemungkinan bergantung pada jaringan *broadband*.

BAB III

KOMPONEN JARINGAN *BACKBONE* DAN JARINGAN EKSTENSI PALAPA RING

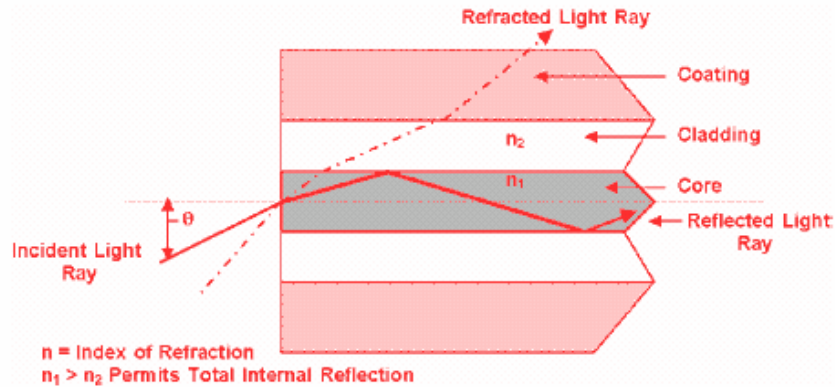
3.1 KABEL SERAT OPTIK BAWAH LAUT

Jaringan Palapa Ring pada intinya ialah jaringan kabel serat optik yang sebagian besar berada di bawah laut (*submarine cable*) yang menghubungkan pulau-pulau di Indonesia, atau disebut juga Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL). Titik labuh (*landing point*) ialah titik dimana kabel serat optik tersebut terhubung dengan jaringan ekstensi atau jaringan lokal seperti seluler, PSTN, WiMAX, dan lain lain.

3.1.1 Kabel Serat Optik

Komunikasi serat optik merupakan suatu metode telekomunikasi yang menggunakan cahaya (optik) sebagai mediumnya. Sinyal cahaya tersebut dikirimkan melalui serat optik. Komunikasi serat optik didasarkan pada fakta bahwa cahaya mampu mengirimkan informasi lebih cepat dan dapat menempuh jarak yang lebih jauh daripada sinyal listrik yang dikirim melalui konduktor. Inilah alasan mengapa kabel serat optik menjadi pilihan utama dalam komunikasi *wired*, baik untuk *backbone* maupun *end-user*.

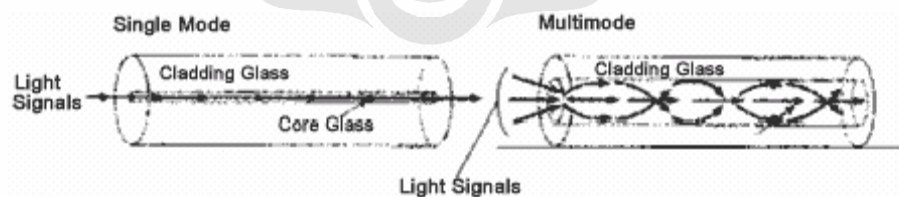
Di dalam kabel serat optik, cahaya yang dikirim akan mengalami pemantulan berkali-kali hingga mencapai tujuan. Pemantulan dimungkinkan dengan memilih bahan *cladding* yang memiliki indeks refraksi lebih rendah daripada bahan inti / *core*. Hal ini memungkinkan cahaya akan “mengalir” pada bagian inti dengan terpantul-pantul pada sisi dalam *cladding* dan seolah-olah seperti gelombang seperti Gambar 3.1



Gambar 3.1 : Struktur dasar serat optik [7]

Selanjutnya pada sisi luar cladding, diberi bahan coating sebagai pelindung eksternal seperti pada gambar di atas.

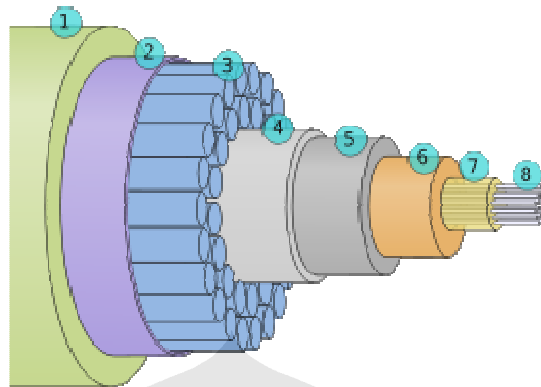
Kabel serat optik pada dasarnya dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu *single mode* dan *multi mode*. Kabel serat optik *multi mode* memiliki diameter core yang lebih lebar daripada *single mode*, dan memungkinkan lebih dari satu mode cahaya yang ditransmisikan sekaligus. Untuk kabel *single mode*, hanya ada satu mode cahaya yang dapat melewatinya untuk satu waktu. Kabel *single mode* memiliki kemampuan menghantar informasi yang lebih tinggi karena mampu menjaga integritas spektral maupun spatial dari sinyal cahaya yang ditransmisikan tersebut. Kabel *single mode* umumnya digunakan untuk transmisi jarak jauh dan untuk bandwidth yang lebih besar, sedangkan aplikasi kabel *multi mode* ialah untuk transmisi jarak pendek (kurang dari 2 km).



Gambar 3.2 : Serat optik single mode dan multi mode [7]

Kabel serat optik pertama yang dipasang di bawah laut ialah kabel telepon TAT-8 yang melintasi Samudra Atlantik pada tahun 1988. Hingga kini, telah banyak jaringan kabel serat optik bawah laut di seluruh dunia, menghubungkan

pulau, negara, bahkan antar benua. Sejak tahun 2003, semua benua di dunia telah terhubung dengan kabel bawah laut kecuali Antartika.



Gambar 3.3 : Penampang kabel serat optik bawah laut [8]

Kabel serat optik bawah laut, sebagaimana kabel komunikasi bawah laut lainnya, memiliki pelindung yang kuat untuk menahan tekanan dasar laut yang kuat serta gangguan-gangguan lain seperti gigitan hewan atau terkena jangkar kapal. Pada gambar 3.1 terdapat contoh struktur penampang kabel serat optik yang terdiri dari lapisan-lapisan :

1. Polietilen, umumnya HDPE (*High Density PolyEthylene*)
2. “Mylar” tape
3. Kawat baja
4. Lapisan aluminium
5. Polikarbonat
6. Silinder tembaga atau aluminium
7. Petroleum jelly
8. Serat optik

Kabel komunikasi bawah laut diletakkan dengan menggunakan kapal khusus yang dapat mengangkut gulungan kabel sepanjang ribuan kilometer, dikenal juga dengan sebutan *cable layer ship*. Kabel serat optik bawah laut memiliki komponen amplifier yang berfungsi menguatkan sinyal yang dikirim setiap kira-kira 40 kilometer. *Cable layer ship* tersebut harus berhati-hati saat

meletakkan kabel agar tidak merusak baik kabel maupun amplifier saat menyentuh dasar laut.

Pada awalnya, kabel bawah laut seringkali mengalami kerusakan akibat gigitan ikan hiu. Hal ini disebabkan oleh medan magnet yang dihasilkan amplifier rupanya menarik hiu-hiu. Salah satu pencegahan hal ini ialah dengan menguburkan kabel di bawah tanah di dasar laut.

Secara umum, perbedaan mendasar antara kabel serat optik darat (*land cable*) dengan kabel serat optik dasar laut antara lain :

- Jumlah serat optik dalam satu kabel lebih sedikit daripada kabel darat. Hal ini dikarenakan pada kabel darat, dapat digunakan banyak serat optik sebagai cadangan apabila perlu dilakukan peningkatan kapasitas. Pada kabel laut, jika dipasang banyak serat optik berarti membutuhkan banyak *amplifier*, dan biaya pemasangan maupun pemeliharaan *amplifier* cukup mahal.
- Membutuhkan perlindungan yang tinggi terhadap tekanan air, rembesan air, kerusakan akibat terkena jangkar kapal atau peralatan penangkap ikan dan juga gigitan hewan laut.

3.1.2 Titik Labuh

Titik labuh atau disebut juga *landing point*, ialah lokasi dimana kabel serat optik bawah laut akan terhubung ke darat dengan jaringan lokal yang ada pada tempat tersebut. Istilah *landing point* juga dapat digunakan untuk titik labuh bagi semua jenis kabel komunikasi maupun tenaga listrik bawah laut.

Dalam menentukan lokasi pantai sebagai titik labuh, harus mempertimbangkan faktor-faktor keamanan berikut :

- Lalu lintas kapal di daerah tersebut sedikit, untuk mencegah kerusakan kabel akibat jangkar kapal atau kegiatan pelabuhan lainnya.
- Pantai tidak terlalu terjal maupun berbatu, agar tidak merusak kabel saat pertama kali diletakkan, dan juga agar kabel dapat dikubur di pasir.
- Arus laut di lokasi tersebut tidak terlalu deras, agar tidak berpotensi menggeser kabel.

Umumnya ada dua jenis stasiun yang terletak pada titik labuh :

- Stasiun titik labuh kabel (*cable landing station*), diperlukan jika kabel serat optik membutuhkan daya listrik untuk *repeater* maupun *amplifier* bawah lautnya. Tegangan yang diberikan pada kabel bawah laut cukup tinggi, misalnya 3000 – 4000 volt untuk kabel TransAtlantik
- Stasiun terminasi kabel (*cable terminating station*), yaitu dimana kabel bawah laut terhubung dengan jaringan telekomunikasi di darat. Stasiun ini dapat menjadi satu dengan stasiun titik labuh kabel atau terpisah. Stasiun ini umumnya dibangun di area dengan kepadatan penduduk tinggi, yang membutuhkan jaringan telekomunikasi tersebut.

Pada rancangan proyek Palapa Ring, stasiun titik labuh akan berupa ruangan 10 X 10 meter yang dilengkapi batere sebagai sumber daya cadangan (*backup*), genset, *air conditioning*, sistem anti-kebakaran, dan lain-lain.

Selain dari stasiun, sebuah peralatan untuk percabangan kabel atau *submarine branching unit* juga diperlukan jika ingin membuat percabangan pada kabel bawah laut menjadi beberapa kabel ekstensi untuk melayani beberapa lokasi yang berbeda. Kabel serat optik dapat dibuat percabangan dengan beberapa cara :

- Membuat percabangan pada kabel serat optik secara fisik.
- Mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik, yang kemudian dibuat percabangan menggunakan *add-drop multiplexer* yang kemudian akan diubah kembali menjadi sinyal optik
- Menggunakan switch optik untuk memisahkan sinyal optik pada percabangan.

Adanya bangunan fisik sebagai stasiun pada titik labuh di pantai, selanjutnya harus mempertimbangkan resiko bencana pantai seperti tsunami yang dapat merusak bangunan-bangunan tersebut, sehingga lokasi maupun konstruksi harus direncanakan dengan matang.

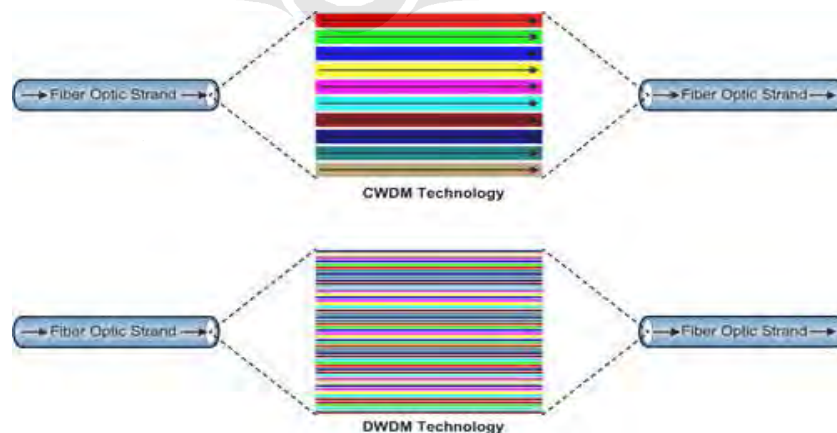
3.1.3 WDM – DWDM

WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) merupakan teknik melakukan *multiplexing* pada transmisi serat optik dengan tujuan meningkatkan kapasitas, sekaligus memungkinkan transfer data dua arah (*bidirectional*) pada satu kabel. Teknologi WDM pada dasarnya ialah memisahkan *carrier* sinyal serat optik berdasarkan panjang gelombang (warna). Pada dasarnya sama dengan FDM (*Frequency Division Multiplexing*), karena panjang gelombang juga proporsional dengan frekuensi, namun untuk sinyal optik umumnya digunakan istilah WDM.

WDM selanjutnya terbagi menjadi beberapa jenis yaitu :

- *Conventional* WDM
- *Coarse* WDM (CWDM)
- *Dense* WDM (DWDM)

DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) ialah teknik WDM yang bekerja pada kisaran panjang gelombang sekitar 1550 nanometer. Perbedaan yang paling mendasar antara CWDM dan DWDM terletak pada *channel spacing* (parameter jarak antar kanal) dan area operasi panjang gelombangnya (band frekuensi). CWDM memanfaatkan *channel spacing* 20 nm yang lebih memberi ruang kepada sistem untuk toleran terhadap dispersi. Hal ini berkaitan langsung dengan teknologi perangkat multiplex (terutama laser dan filter) yang akan diimplementasikan dalam sistem, dimana untuk *channel spacing* yang semakin presisi (DWDM = 0,2 nm s/d 1,2 nm) Laser dan filter yang digunakan akan semakin mahal.



Gambar 3.4 : Perbandingan kapasitas CWDM dan DWDM [9]

Tabel 3.1 : Perbandingan CWDM dengan DWDM [10]

No	Parameter	Coarse WDM	DWDM
1.	Channel Spacing	20 nm	0,2 nm s/d 1,2 nm
2.	Band Frekuensi	1290nm s/d 1610nm	1470nm s/d 1610nm
3.	Type Fiber Optimal	ITU-T G.652, G.653, G.655	ITU-T G.655
4.	Aplikasi	Point-to -point, chain, ring, mesh	Point-to -point, chain, ring, mesh
5.	Area implementasi optimal	Metro	Long Haul
6.	Size Perangkat	Smaller (Vs DWDM)	Bigger (Vs CWDM)
7.	OLA (Regenerator)	No	Yes
8.	Power Consumption	Lower (about 15%)	Higher
8.	Laser Device	Cheaper	Higher
10.	Filter	Lower (about 50%)	Higher

3.2 KOMPONEN JARINGAN EKSTENSI

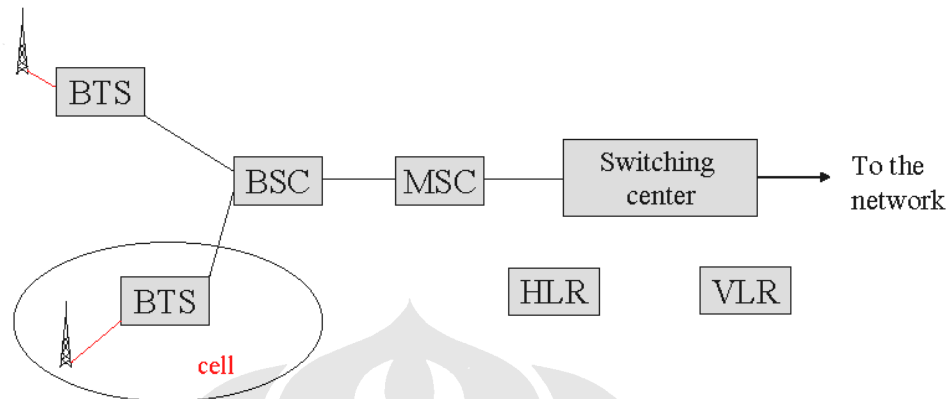
Setelah mencapai titik labuh pada *terminating station*, komunikasi serat optik selanjutnya akan terhubung dengan jaringan-jaringan komunikasi darat. Jaringan tersebut akan sepenuhnya dikelola oleh operator pada masing-masing lokasi. Selain dari PSTN, jaringan darat juga berupa jaringan nirkabel seperti GSM, 3G, dan WiMAX.

3.2.1 GSM 2G

Dengan jumlah pengguna sekitar 30 juta di Indonesia, teknologi GSM generasi kedua (2G) belum dapat dianggap teknologi yang ketinggalan jaman dan harus ditinggalkan, namun sebaliknya masih menjadi sumber penghasilan potensial bagi operator-operator seluler. Tersedianya jaringan, murah nya harga perangkat, serta belum adanya kebutuhan untuk komunikasi kecepatan tinggi merupakan beberapa faktor yang menyebabkan GSM 2G masih menjadi salah satu teknologi yang diminati.

GSM (*Groupe Special Mobile*) dikembangkan pertama kali pada tahun 1982 oleh CEPT (*Conférence Européenne des Postes et Télécommunications*) sebagai standar telekomunikasi seluler di Eropa, dengan tujuan untuk mengatasi kendala-kendala pada telekomunikasi analog generasi pertama (1G). Setelah itu, pada tahun 1992 GSM diperbaharui menjadi *Global System for Mobile Communication* dan kini digunakan di hampir seluruh dunia.

Arsitektur jaringan GSM pada dasarnya terdiri dari 3 subsistem utama, yaitu MS (*mobile station*), BSS (*base station subsystem*), dan NSS (*network station subsystem*). Lihat Gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3.5 : Arsitektur jaringan GSM [11]

Keterangan :

BTS = *Base Transceiver Station*

BSC = *Base Station Controller*

MSC = *Mobile Switching Center*

HLR = *Home Location Register*

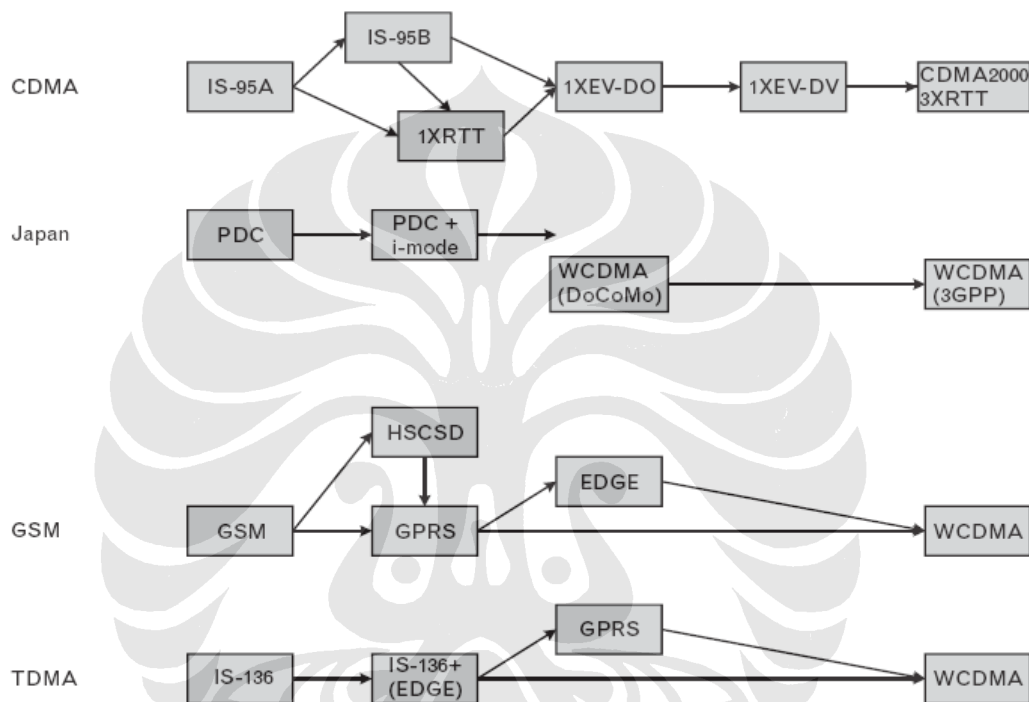
VLR = *Visitor Location Register*

3.2.2 3G WCDMA

Generasi ketiga dari telekomunikasi seluler ini telah menjadi trend di berbagai negara di dunia. Kecepatan transfer data yang tinggi memungkinkan berbagai aplikasi seperti *video streaming*, *multiplayer games*, *video conference*, dan lain-lain yang tak mungkin dilakukan oleh generasi sebelumnya. Di Indonesia sendiri, operator-operator seluler sudah mulai mengimplementasikan teknologi 3G pada jaringan mereka, dengan menawarkan konten-konten yang memikat. Peminatnya berasal dari berbagai golongan dan usia yang umumnya sudah bosan dengan layanan voice dan SMS saja, dan menginginkan aplikasi-aplikasi canggih yang ditawarkan oleh 3G, yang kebanyakan merupakan layanan *entertainment*. Dengan hadirnya jaringan Palapa Ring sebagai *backbone* antar pulau berkecepatan tinggi, maka kualitas dan area cakupan 3G di Indonesia pun akan semakin

ditingkatkan, sekaligus berpotensi mengurangi tarif dan menambah jumlah pelanggan.

Evolusi menuju ke teknologi komunikasi generasi ketiga ditandai dengan diimplementasikannya WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) sebagai *air-interface* yang paling populer. Evolusi dari teknologi 2G menuju 3G dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah :



Gambar 3.6 : Evolusi 2G menuju 3G [12]

Jika GSM 2G hanya didesain untuk menangani layanan komunikasi *voice* dengan seefisien mungkin, jaringan 3G UMTS sejak awal didesain untuk menangani layanan komunikasi jenis apapun. Dengan menggunakan WCDMA sebagai *air-interface*, keunggulan yang diperoleh tidak hanya fleksibilitas jenis layanan, namun juga

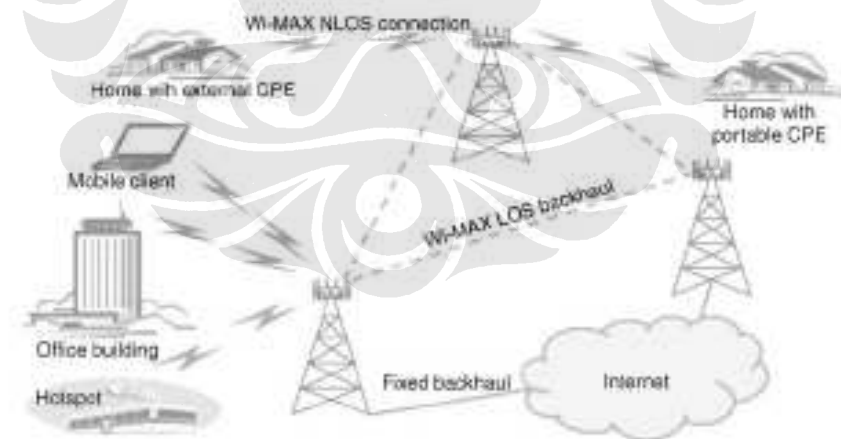
- *Bit-rate* yang tinggi, mencapai 10 Mbps (menurut 3GPP release 5 secara teoritis)
- *Delay* rendah, waktu pengiriman paket dibawah 200 ms
- Mendukung *seamless mobility*
- Diferensiasi QoS untuk efisiensi tinggi

- Kemampuan menangani layanan voice dan data sekaligus
- Dapat melakukan *interworking* dengan jaringan GSM / GPRS yang sudah ada

3.2.3 WiMAX 802.16

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) merupakan standar teknologi untuk komunikasi data *wireless* berkecepatan tinggi sebagai pengganti kabel dan DSL. Dibandingkan pendahulunya yaitu WiFi, WiMAX dapat mencapai jarak *coverage* yang lebih jauh, kecepatan transfer data yang lebih tinggi, serta mendukung kemampuan mobilitas. Pada daerah-daerah dimana belum terdapat jaringan kabel telepon atau internet, WiMAX dapat menjadi solusi alternatif untuk akses internet baik *indoor* maupun *outdoor*. Selain sebagai akses komunikasi “*last mile*”, WiMAX juga dapat diimplementasikan sebagai *backhaul* untuk jaringan WiFi maupun selular.

WiMAX dapat mengirimkan data dengan kecepatan hingga 70 Mbps dan mencapai jarak lingkup lebih dari 70 mil. Contoh aplikasi WiMAX dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut :



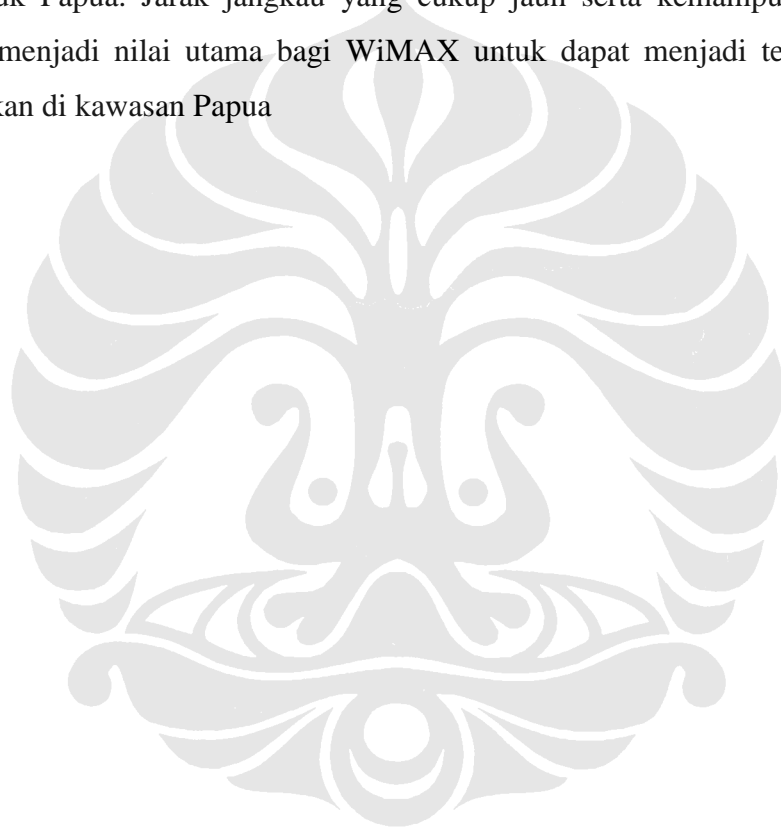
Gambar 3.7 : Contoh aplikasi WiMAX [13]

Keunggulan WiMAX dibandingkan WiFi antara lain :

- Jarak *coverage* yang lebih jauh

- Keamanan komunikasi lebih terjamin dengan enkripsi yang lebih kuat
- *Bandwidth* lebih besar serta simetris antara *uplink* dan *downlink*
- Mendukung komunikasi NLOS (*Non-Line of Sight*)

Jika kita melihat keadaan geografi Papua, wilayahnya yang sebagian besar merupakan perbukitan serta jarak antar kota yang cukup jauh menyebabkan sulitnya mengimplementasikan jaringan komunikasi kabel. Oleh karena itu WiMAX dapat menjadi alternatif yang potensial sebagai jaringan akses bagi penduduk Papua. Jarak jangkauan yang cukup jauh serta kemampuan mengatasi NLOS menjadi nilai utama bagi WiMAX untuk dapat menjadi teknologi yang diterapkan di kawasan Papua



BAB IV

ANALISIS DAN PERANCANGAN LOKASI TITIK LABUH SERTA JARINGAN EKSTENSI

4.1 PENENTUAN LOKASI TITIK LABUH

4.1.1 Parameter Pertimbangan

Dalam menentukan lokasi titik labuh kabel serat optik Palapa Ring, faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain :

- Lokasi kota titik labuh
- Jumlah dan kepadatan penduduk
- Teledensitas
- Faktor-faktor alam
- Dan lain-lain

Konsep dari Jaringan Palapa Ring, ialah dimana setiap pulau besar di Indonesia akan dihubungkan dengan kabel serat optik yang berbentuk "cincin", yaitu dimana "cincin" kabel serat optik mengelilingi pulau-pulau tersebut dan antara cincin satu dengan lainnya terhubung satu sama lain. "Cincin" kabel serat optik ini akan terhubung dengan jaringan darat pada titik-titik labuh di pantai, sehingga diperlukan titik labuh pada kota-kota di pinggir pantai di sekeliling pulau. Contoh sederhananya dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 : Contoh jaringan cincin [14]

Pada Gambar 4.1 terlihat contoh sederhana dari Pulau Sumatera yang dikelilingi oleh jaringan cincin serat optik. Garis merah ialah kabel serat optik. Titik-titik dimana kabel terhubung dengan pulau merupakan lokasi titik labuh kabel serat optik di pulau tersebut. Jaringan berbentuk cincin juga dimaksudkan agar apabila ada jalur yang rusak, maka masih ada jalur alternatif sehingga komunikasi tetap berjalan.

Dari segi kependudukan, kota yang akan dijadikan titik labuh juga sebaiknya merupakan kota yang ramai, sehingga pembangunan jaringan berkecepatan tinggi di tempat tersebut juga akan tepat sasaran. Hal ini juga mempertimbangkan teledensitas masyarakat di kota tersebut. Selain itu juga memperhatikan ada tidaknya fasilitas-fasilitas yang membutuhkan jaringan telekomunikasi seperti sekolah, universitas, pabrik, kantor, gedung pemerintah, dan lain lain.

Faktor fisik yang tak kalah penting ialah keadaan alam pantai yang akan menjadi lokasi titik labuh. Pantai tersebut sebaiknya merupakan pantai landai yang berpasir (bukan berbatu-batu) sehingga mengurangi resiko kerusakan kabel serat optik pada saat peletakkan. Keadaan arus laut sekitar pantai juga turut menjadi pertimbangan karena arus laut yang kencang dapat berpotensi menggeser

kabel. Umumnya lokasi pantai yang dipilih menjadi titik labuh juga merupakan pantai yang tidak memiliki pelabuhan yang ramai, dikarenakan adanya resiko kerusakan kabel akibat terkena jangkar kapal maupun aktivitas pelabuhan lainnya. Akan tetapi karena keterbatasan data mengenai keadaan alam kawasan Papua, maka pada skripsi ini, faktor alam bukan menjadi pertimbangan.

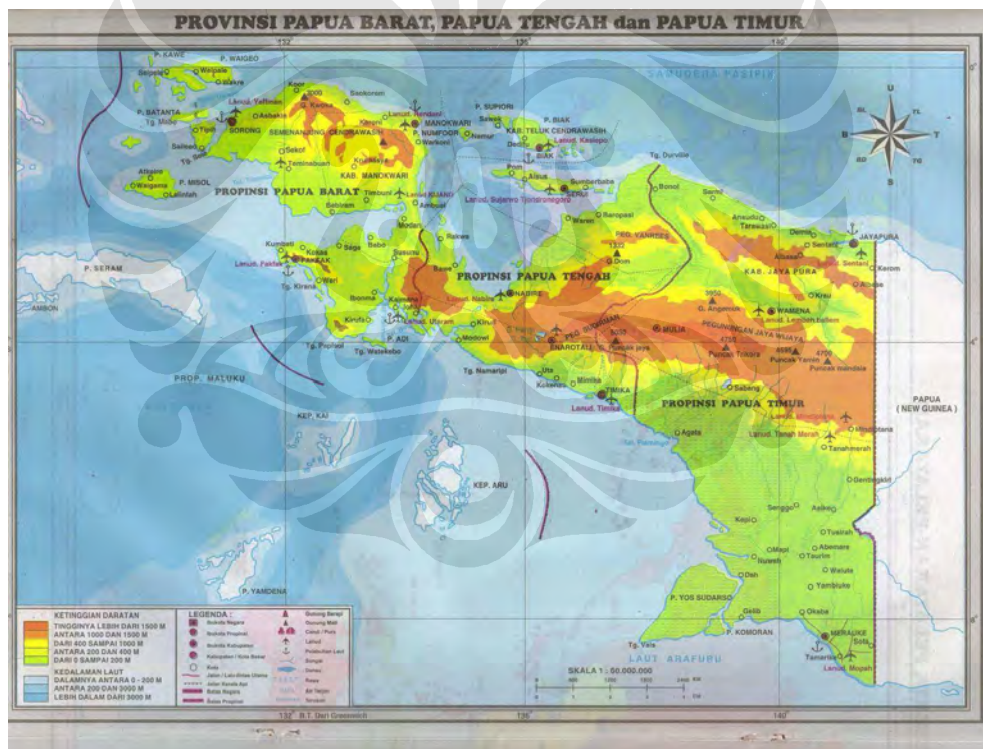
Selain dari faktor fisik, hambatan juga mungkin timbul dari faktor sosial budaya. Pada daerah-daerah tertentu, adat masyarakat kesukuan setempat kemungkinan melarang adanya pembangunan instalasi modern demi menjaga "kesucian" tanah leluhur mereka. Adanya bangunan seperti stasiun titik labuh, menara BTS, instalasi tenaga listrik, dan sebagainya berkemungkinan menimbulkan permasalahan sosial. Namun faktor kebudayaan ini juga tidak akan menjadi parameter pertimbangan dalam skripsi ini.

4.1.2 Analisis Titik Labuh

Berdasarkan parameter-parameter pada subbab sebelumnya, dari Gambar 4.2 pada pulau utama (Pulau Papua), dapat dilihat lokasi-lokasi yang potensial untuk dijadikan lokasi titik labuh karena tempatnya yang berada di pinggir pantai atau di dekat pantai. Kota-kota tersebut antara lain :

- Sorong
- Demia
- Tarawasi
- Manokwari
- Sarmi
- Jayapura
- Timika
- Nabire
- Fakfak
- Merauke
- Kaimana
- Agats
- Sarmi
- Ansudu
- Waren
- Rakwa
- Ambuai
- Warkoni
- Saokorem
- Koor
- Bebiram
- Modan
- Babo
- Saga
- Kokas
- Kumbati

- Kirufa
- Uta
- Kokenau
- Gelib
- Namur
- Biak
- Pom
- Dedifu
- Serui
- Bintuni
- Weru
- Modowi
- Mimika
- Dah
- Tamarike
- Sawek
- Sumberbaba
- Aisus
- Baropasi
- Teminabuan



Gambar 4.2 : Peta kawasan Papua.[15]

Selanjutnya, selain dari lokasi kota yang berada di dekat pantai, pertimbangan berikutnya ialah jumlah dan kepadatan penduduk, dengan maksud agar jaringan telekomunikasi lebih tepat sasaran. Salah satu hal yang tidak

diinginkan adalah pengadaan jaringan berkapasitas besar pada lokasi yang tidak benar-benar membutuhkan, tentunya akan menyebabkan pemborosan. Di antara kota-kota tersebut, tentunya kota yang memiliki kepadatan penduduk lebih tinggi dari kota-kota lainnya ialah kota-kota yang menjadi ibukota kabupaten, yaitu :

- Jayapura (Kabupaten Jayapura)
- Merauke (Kabupaten Merauke)
- Timika (Kabupaten Mimika)
- Fak Fak (Kabupaten Fak Fak)
- Biak (Kabupaten Biak Numfor)
- Sarmi (Kabupaten Sarmi)
- Waren (Kabupaten Waropen)
- Agats (Kabupaten Asmat)
- Kaimana (Kabupaten Kaimana)
- Serui (Kabupaten Yapen Waropen)
- Nabire (Kabupaten Nabire)
- Sorong (Kabupaten Sorong)
- Manokwari (Kabupaten Manokwari)

Catatan : khusus untuk Jayapura dan Sorong juga berstatus sebagai Kota

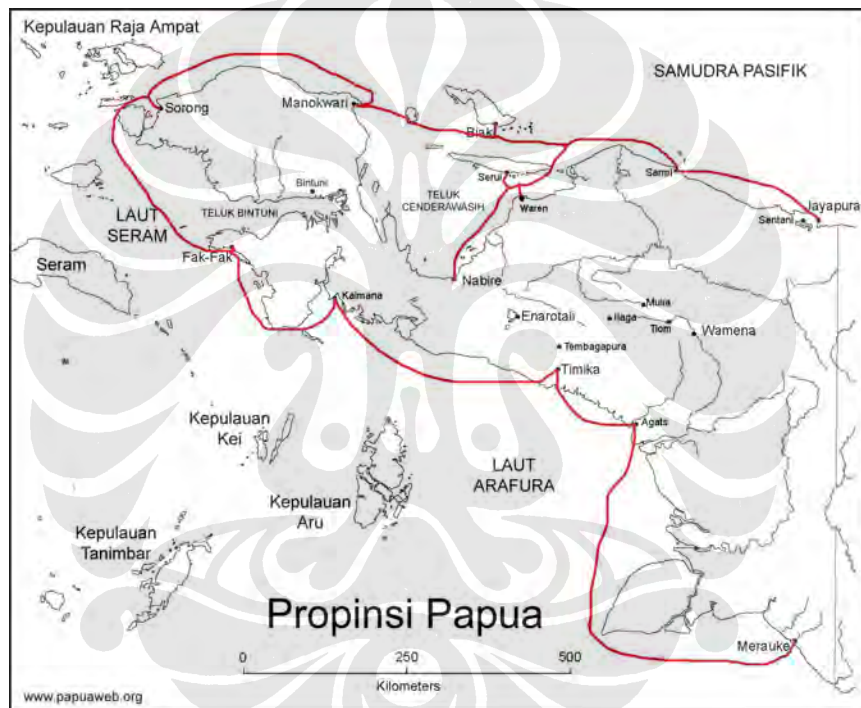
Tabel 4.1 berikut memperlihatkan jumlah penduduk setiap kabupaten pada tahun 2005 [17]

Tabel 4.1 : Jumlah penduduk kabupaten / kota Papua 2005 [17]

Kabupaten / Kota	Penduduk (2005)
<u>Kabupaten</u>	
Merauke	180.928
Asmat	71.413
Jayapura	116.980
Nabire	157.405
Fak Fak	61.160
Mimika	150.754
Sorong	74.234
Manokwari	167.035

Yapen Waropen	64.081
Biak Numfor	110.602
Waropen	24.003
Kaimana	34.115
Sarmi	47.712
<u>Kota</u>	
Jayapura	192.791
Sorong	204.875

Dengan pertimbangan lokasi-lokasi titik labuh di atas, maka jalur kabel serat optik dan titik-titik labuhnya dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini :

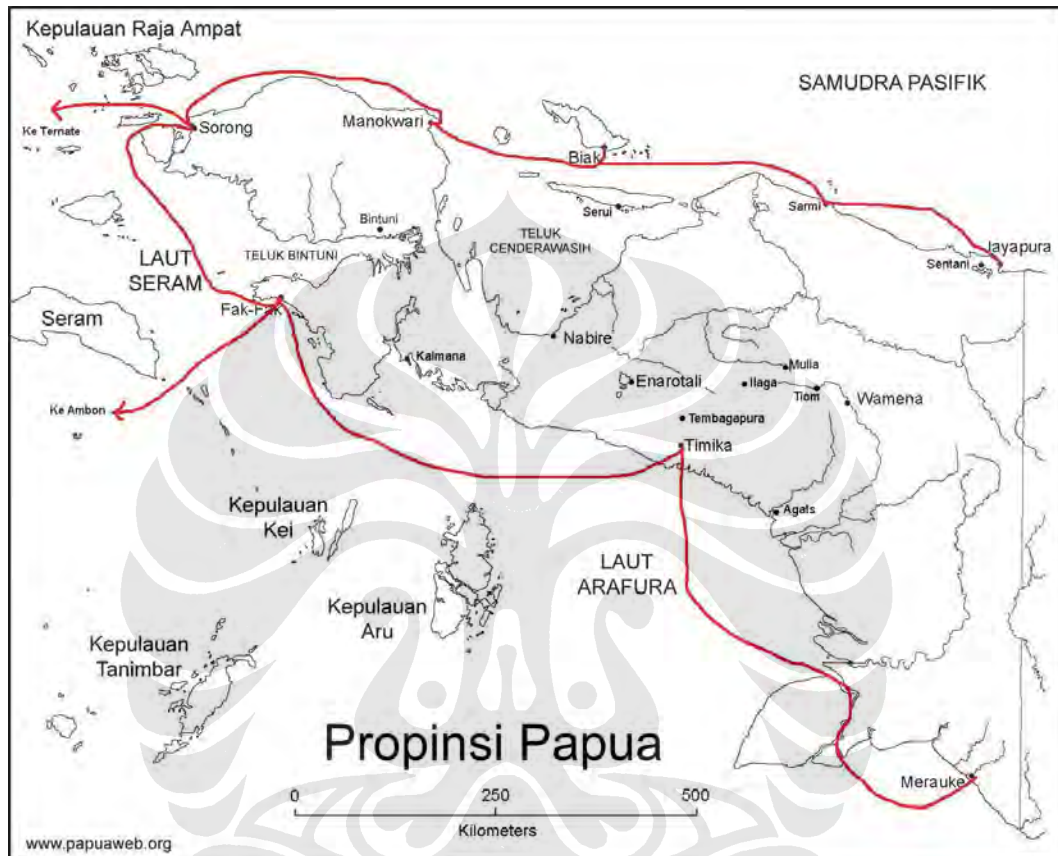


Gambar 4.3 : Konfigurasi jaringan Ring Papua

Dari Gambar 4.3 terlihat bahwa jalur kabel serat optik tidak membentuk ”cincin” penuh, melainkan berhenti di Jayapura untuk jalur Utara dan Merauke untuk jalur Selatan. Hal ini dikarenakan Papua berbatasan dengan negara Papua Nugini di sebelah Timur, sehingga cincin serat optik tidak perlu mengitari seluruh pulau. Oleh karena itu Ring Papua juga disebut sebagai ”Tail Ring”. Selain dari pulau utama, pulau kecil di kawasan Papua juga terhubung dengan *backbone*, yaitu melalui Biak dan Serui. Hal ini dikarenakan jaringan Palapa Ring tidak

hanya menghubungkan pulau-pulau besar, namun juga pulau-pulau kecil seperti Bali dan Kepulauan Maluku.

Selanjutnya, rancangan konfigurasi di atas akan dibandingkan dengan rancangan konfigurasi dari KMI (Komite Manajemen Interim) Palapa Ring yaitu sebagai berikut (Lihat Gambar 4.4) :



Gambar 4.4 : Konfigurasi KMI untuk Ring Papua [14]

Dari konfigurasi KMI tersebut, terlihat beberapa perbedaan dengan rancangan yang diusulkan penulis sebelumnya, yaitu lokasi titik labuh yang lebih sedikit. Lokasi-lokasi titik labuh yang digunakan pada konfigurasi KMI ini ialah :

- Sorong
- Manokwari
- Biak
- Sarmi
- Jayapura
- Fak Fak

- Timika
- Merauke

Dengan kata lain, lokasi-lokasi yang tidak digunakan sebagai titik labuh pada konfigurasi KMI adalah :

- Agats
- Kaimana
- Serui
- Nabire
- Waren

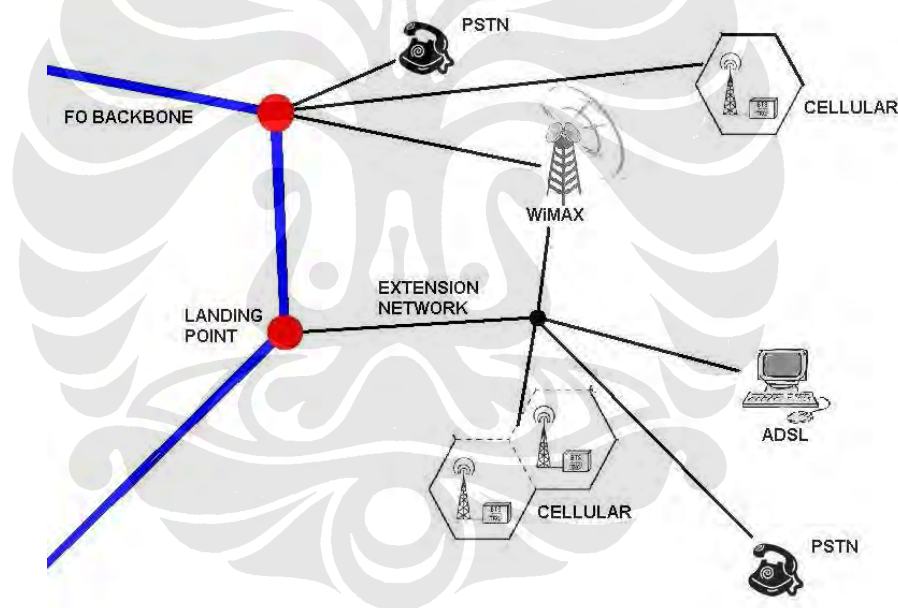
Jika dianalisis satu persatu, maka kemungkinan penyebab lokasi-lokasi tersebut tidak dijadikan sebagai lokasi titik labuh pada konfigurasi KMI antara lain :

- Untuk Agats, Kaimana, Serui, dan Waren : Kota-kota tersebut merupakan daerah yang bukan merupakan daerah dengan jumlah penduduk yang sedikit. Waren misalnya, merupakan ibukota Kabupaten Waropen dengan total penduduk Kabupaten hanya 24.003 jiwa (2005). Bandingkan dengan Kabupaten Mimika sebanyak 150.754 jiwa.
- Untuk Serui, selain dari jumlah penduduk yang sedikit, lokasi ini juga sangat berdekatan dengan titik labuh Biak. Karena itulah Serui tidak perlu dijadikan sebagai titik labuh karena dapat dihubungkan melalui jaringan ekstensi dengan Biak. Hal ini untuk menghemat biaya pembangunan jaringan *backbone* itu sendiri.
- Untuk Nabire, lokasi ini merupakan daerah dengan jumlah penduduk yang cukup banyak. Akan tetapi dilihat dari posisi, kota Nabire berada cukup jauh di dalam Teluk Cendrawasih. Jika Nabire juga dijadikan sebagai titik labuh, maka jalur kabel serat optik akan menempuh jarak yang cukup jauh. Sebagai alternatif, jalur kabel dirancang "memotong" Teluk Cendrawasih dengan melalui titik labuh Biak. Daerah Nabire untuk selanjutnya dapat terhubung melalui jaringan ekstensi karena kedekatannya dengan titik labuh Manokwari.

Pada Gambar 4.4 juga terlihat bahwa jaringan Ring Papua terhubung dengan Ring lain yaitu pada titik labuh Sorong terhubung dengan Ternate, dan pada titik labuh FakFak terhubung dengan Ambon.

4.2 PERANCANGAN JARINGAN EKSTENSI

Salah satu tujuan dari pembangunan infrastruktur Palapa Ring ialah untuk membangun jaringan *backbone* yang dapat menghubungkan seluruh wilayah di Indonesia sampai ke tingkat Kabupaten. Oleh karena itu jaringan kabel serat optik bawah laut selanjutnya dihubungkan dengan jaringan ekstensi untuk menjangkau setiap kabupaten dan kota di wilayah yang bersangkutan. User pada akhirnya dapat menikmati jaringan telekomunikasi ini melalui jaringan akses tersebut. Konsep sederhana dari jaringan ekstensi dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut :



Gambar 4.5 : Konsep jaringan ekstensi

Pada Gambar 4.5 diatas, garis biru merupakan kabel jaringan *backbone*, titik merah merupakan kota titik labuh, jaringan ekstensi ditandai dengan garis hitam. Jaringan ekstensi ini sebagian besar merupakan jaringan darat, walaupun ada juga sebagian jaringan ekstensi yang melewati laut. Selain melalui titik labuh, jaringan ekstensi juga dapat merupakan percabangan langsung dari jaringan *backbone*. Jaringan ekstensi dapat berupa kabel maupun nirkabel. Dalam

rancangan megaprojek Palapa Ring, jaringan ekstensi inilah yang akan menjadi tanggung jawab dari operator-operator yang ambil bagian dalam proyek Palapa Ring ini.

Berdasarkan nota kesepahaman Palapa Ring, perusahaan-perusahaan operator yang turut ambil bagian dalam proyek Ring Timur antara lain :

- PT. Bakrie Telecom, Tbk
- PT. Excelcomindo Pratama, Tbk
- PT. Indosat, Tbk
- PT. Infokom Elektrindo
- PT. Powertek Utama Internusa
- PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk
- PT. Macca System Infocom

4.2.1 Parameter Pertimbangan

Dalam mendesain jaringan ekstensi dari Palapa Ring, perlu memperhatikan berbagai faktor antara lain :

- Lokasi tujuan
- Jumlah dan kepadatan penduduk
- Teledensitas
- Keadaan alam
- Trend teknologi
- Jenis / Golongan konsumen
- Daya beli masyarakat
- Kapasitas jaringan
- Dan lain lain

Jaringan ekstensi pada dasarnya merupakan kelanjutan dari titik labuh kabel bawah laut. Oleh karena itu, pembangunan jaringan ekstensi dimulai dari titik labuh menuju kota dan desa di sekitar titik labuh tersebut. Pada konfigurasi Ring Papua ini, titik-titik labuh merupakan ibukota Kabupaten, oleh karena itu secara sederhana dapat dikatakan bahwa kota-kota lain yang berada pada

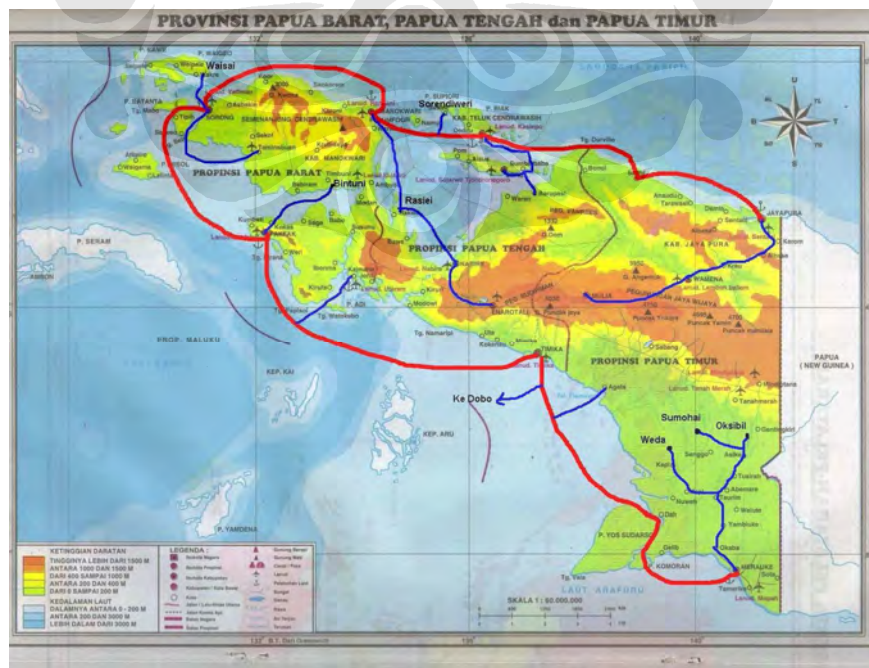
kabupaten yang sama dapat dihubungkan ke jaringan *backbone* melalui titik labuh tersebut.

Sama halnya seperti menentukan lokasi titik labuh, jaringan ekstensi juga diusahakan mendekati ideal baik secara teknis maupun ekonomis. Jika daerah tersebut merupakan daerah yang sepi penduduk, maka pembangunan jaringan telekomunikasi berkapasitas besar pada daerah tersebut hanya akan menghabiskan biaya. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah teledensitas masyarakat serta daya beli masyarakat, untuk menghindari implementasi teknologi yang terlalu mahal bagi masyarakat setempat. Jenis konsumen apakah perorangan maupun perusahaan juga turut dipertimbangkan.

Dari segi keadaan alam, hal ini akan mempengaruhi konfigurasi jaringan serta jenis teknologi yang digunakan. Apabila wilayahnya merupakan wilayah yang sulit dilalui oleh kabel, maka sebagai alternatif dapat dibangun jaringan nirkabel. Jika menggunakan jaringan nirkabel, kedekatannya dengan lokasi lain tentunya turut mempengaruhi alokasi frekuensi agar tidak terjadi interferensi.

4.2.2 Analisis Geografis Jaringan Ekstensi

Berdasarkan konfigurasi jaringan Ring Timur, jaringan ekstensi utama dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut



Gambar 4.6 : Konfigurasi jaringan ekstensi Ring Timur [14]

Dari Gambar 4.6 tersebut, garis-garis biru merupakan jaringan ekstensi sebagai kelanjutan dari jaringan *backbone* utama. Keterangan penjelasan :

- Dari titik labuh Sorong, terdapat jaringan ekstensi menuju Waisai di Pulau Waigeo, dan Teminabuan di sebelah Selatan
- Dari titik labuh FakFak, terdapat jaringan ekstensi menuju Bintuni di Selat Bintuni
- Dari jalur kabel FakFak menuju Timika, terdapat percabangan jalur ekstensi menuju Kaimana
- Dari jalur kabel Timika menuju Merauke, terdapat percabangan menuju Agats serta Dobo di Kepulauan Aru
- Dari titik labuh Manokwari, terdapat jaringan ekstensi menuju Rasiei, dilanjutkan ke Nabire dan diteruskan melalui jaringan darat ke kota-kota yang berdekatan, dan berakhir di Enarotali
- Dari jalur kabel Manokwari menuju Biak, terdapat percabangan menuju Sorendiwari di Pulau Supiori
- Dari titik labuh Biak, terdapat jaringan ekstensi menuju Serui di Pulau Yapen, dan juga Botawa di Kabupaten Waropen
- Dari titik labuh Jayapura, dilanjutkan melalui jaringan darat menuju kota-kota yang berdekatan, melewati Wamena, dan berakhir di Mulia
- Dari titik labuh Merauke, dilanjutkan melalui jaringan darat ke kota-kota di sepanjang Kabupaten Merauke, Pegunungan Bintang, Yahukimo, Mappi, dan Boven Digoel. Jaringan berakhir di kota Oksibil, Sumohai, dan Weda

Jika melihat kembali lokasi-lokasi potensial titik labuh pada subbab 4.1.2, terdapat beberapa kota yang terkait. Kota-kota ini, walaupun cukup potensial untuk menjadi titik labuh, berdasarkan konfigurasi Palapa Ring tidak dijadikan titik labuh untuk jaringan utama, melainkan titik labuh untuk jaringan ekstensi. Lokasi tersebut antara lain :

- Nabire, ibukota Kabupaten Nabire
- Agats, ibukota Kabupaten Asmat
- Kaimana, ibukota Kabupaten Kaimana

- Serui. Ibukota Kabupaten Yapen Waropen

Terhubungnya kota-kota di atas dengan jaringan ekstensi telah menjawab permasalahan mengapa lokasi tersebut tidak dijadikan titik labuh untuk jaringan *backbone*. Selain dari kota-kota besar di atas, kota-kota pinggir pantai lainnya turut dijadikan titik labuh bagi jaringan ekstensi laut. Kota-kota tersebut merupakan "perwakilan" dari setiap kabupaten, sesuai dengan tujuan jaringan Palapa Ring yang akan menghubungkan setiap kabupaten, yakni antara lain :

- Teminabuan, Kabupaten Sorong Selatan
- Waisai, Kabupaten Raja Ampat
- Bintuni, Kabupaten Teluk Bintuni
- Botawa, Kabupaten Waropen
- Rasiei, Kabupaten Teluk Wondama
- Dobo, Kepulauan Aru (Wilayah Maluku)

Selain dari jaringan ekstensi melalui laut, terdapat pula jaringan ekstensi melalui darat sebagai kelanjutan dari titik labuh. Jaringan ini antara lain terdapat pada titik labuh Nabire, Jayapura, dan Merauke. Jika kita melihat lebih lanjut, adanya jaringan ekstensi ini menghubungkan kabupaten-kabupaten antara lain :

- Pada titik labuh Jayapura, menghubungkan Kabupaten Jayapura, Keerom, Jayawijaya, Puncak Jaya, dan Tolikara. Kota yang terhubung langsung ialah Waris (Kabupaten Keerom), Karubaga (Kabupaten Tolikara), Wamena (Kabupaten Jayawijaya), dan Mulia (Kabupaten Puncak Jaya)
- Pada titik labuh Nabire, menghubungkan Kabupaten Nabire dan Paniai, yaitu pada kota Enarotali (ibukota Kabupaten Paniai)
- Pada titik labuh Merauke, menghubungkan kota-kota sepanjang kabupaten Merauke, Mappi, Pegunungan Bintang, Yahukimo, dan Boven Digoel. Kota-kota yang terhubung langsung antara lain Oksibil (Kabupaten Pegunungan Bintang), Sumohai (Kabupaten Yahukimo), dan Weda (Kabupaten Mappi)

Dengan adanya jaringan ekstensi yang telah dijelaskan di atas, maka semua kabupaten di kawasan Papua telah terhubung dengan jaringan Palapa Ring.

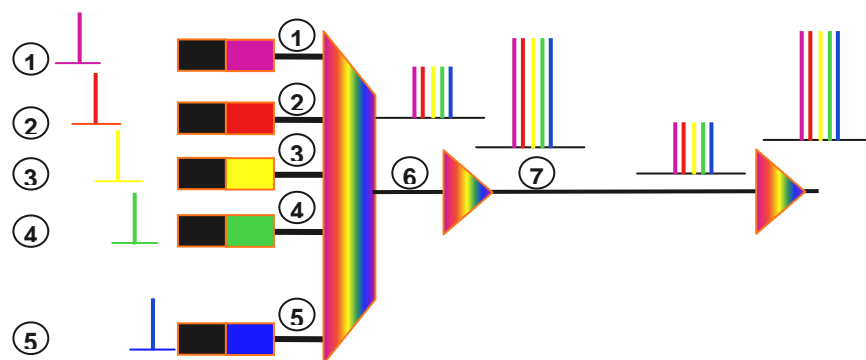
4.2.3 Analisis Teknis Jaringan Ekstensi

Pada titik-titik percabangan antara jaringan *backbone* dengan jaringan ekstensi, akan digunakan segmen dark-fiber pada kabel utama. Dark fiber dalam hal ini merupakan bagian serat optik yang tidak terpakai, sehingga bagian lainnya dapat digunakan untuk transfer data pada jaringan *backbone*. Selain itu, bagian dark fiber juga dapat digunakan sebagai penambah kapasitas apabila *demand* terhadap *bandwidth* mulai meningkat. Disebut "dark" dikarenakan tidak ada sinyal cahaya yang ditransmisikan.

Permasalahan yang mungkin timbul ialah segmen *dark-fiber* belum tentu mencukupi untuk kebutuhan kapasitas semua operator, oleh karena itu digunakan teknik WDM / DWDM untuk menambah kapasitas dark-fiber yang digunakan. Adanya DWDM memungkinkan multiplexing antara 40 sampai 80 panjang gelombang dengan *spacing* 50 GHz. Perkembangan terbaru dari DWDM memungkinkan hingga 128 panjang gelombang dengan *spacing* 25 GHz.

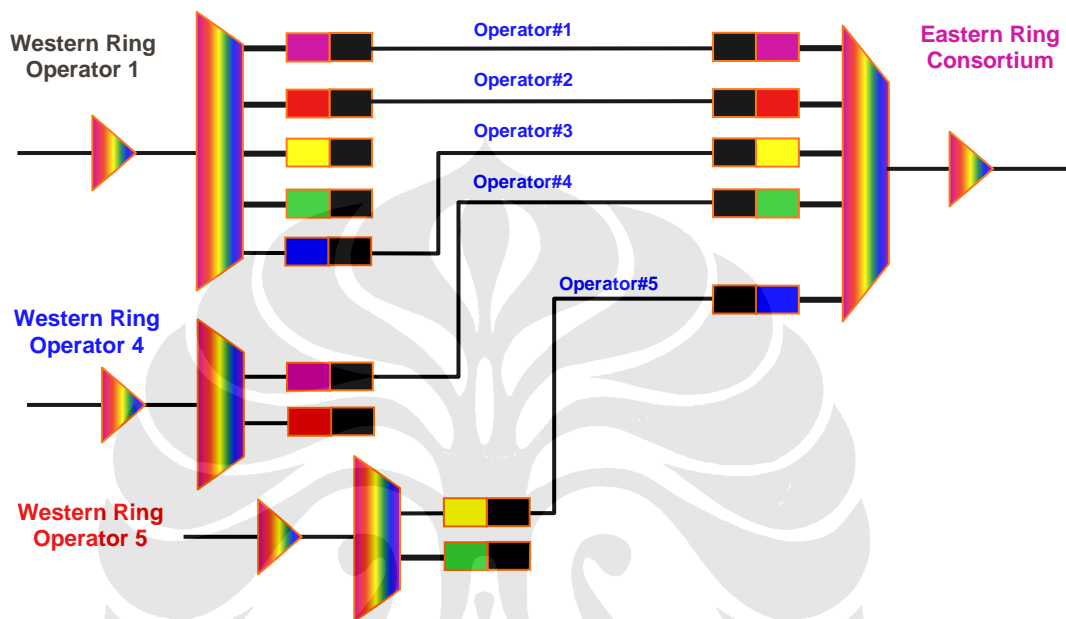
Manfaat DWDM bagi jaringan Palapa Ring :

- Kemampuan transmisi informasi jarak jauh tanpa error
- Dapat ditingkatkan kapasitasnya manakala diperlukan
- Fleksibel dalam hal *interface transport*
- Dapat dimonitor melalui ONMS (*Open Network Management System*)



Gambar 4.7 : Skema DWDM untuk pembagian kanal [14]

Gambar 4.7 di atas menunjukkan skema sederhana penggunaan DWDM untuk membagi jaringan serat optik kepada beberapa operator. Selain dari penggunaannya untuk multiplexing pada jaringan Ring Timur, DWDM juga digunakan pada interkoneksi antara Ring Barat dengan Ring Timur, sebagaimana Gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8 : Skema DWDM untuk interkoneksi Ring Barat- Timur [14]

Pada Gambar 4.8 dapat terlihat kegunaan DWDM untuk membagi serta menyatukan kembali beberapa jalur yang dimiliki masing-masing operator menjadi satu jalur serat optik, dengan demikian setiap operator yang beroperasi di jaringan baik di Ring Timur maupun Ring Barat dapat menggunakan jalur *backbone* yang sama tanpa harus membangun jalur baru.

Selain dari penggunaan dark-fiber dan DWDM, alternatif jaringan ekstensi ke kabupaten-kabupaten juga dapat ”menumpang” jaringan listrik PLN yang telah ada. Teknik-teknik yang dapat digunakan antara lain ialah OPGW (*Optical Ground Wire Cable*), ADSS (*All Dielectric Self Supporting Cable*), serta kabel serat optik yang ”dililitkan” kepada kabel listrik. Dengan catatan metode-metode ini hanya untuk jaringan ekstensi di darat.

OPGW merupakan kabel dimana sekaligus terdapat konduktor untuk transmisi daya listrik, serta serat optik untuk transmisi informasi. Serat optik sendiri dapat berfungsi sebagai insulator untuk melindungi konduktor dari gangguan luar. Keunggulan OPGW ialah lebih murah daripada memasang kabel serat optik baru, namun kelemahannya ialah transmisi listrik harus diputus saat pemasangan kabel OPGW tersebut.

Sebagai alternatif dari OPGW, dapat digunakan ADSS. Kabel ADSS serupa serupa dengan OPGW, hanya saja dalam pemasangannya tidak perlu menginterupsi transmisi daya listrik yang sedang berjalan. Akan tetapi kelemahannya ialah keterbatasan panjang kabel (maksimum 700 meter)

Alternatif ketiga ialah kabel serat optik "dililitkan" pada seputar kabel listrik. Metode ini juga tidak membutuhkan pemutusan transmisi listrik pada saat instalasi, lebih murah daripada OPGW dan juga dapat diimplementasikan pada transmisi tegangan tinggi diatas 150 kV.

4.2.4 Kebutuhan Kapasitas Jaringan

Dalam menentukan kapasitas jaringan yang dibutuhkan, parameter yang perlu dipertimbangkan ialah jumlah penduduk (*user*), teledensitas, serta proyeksi pertumbuhan penduduk di masa depan. Jaringan yang akan akan dibangun tentunya akan dipakai hingga beberapa tahun ke depan, oleh karena itu perhitungan kapasitas bukan didasarkan kepada jumlah permintaan di masa sekarang, melainkan turut memperhitungkan sekian tahun ke depan.

Dengan asumsi pertumbuhan penduduk Papua rata-rata sebesar 2.66%, tabel populasi kawasan Papua beserta proyeksinya hingga tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.2 berdasarkan rumus 4.1 [18] :

$$P_t = P \times (1 + r)^t \dots\dots\dots (4.1)$$

- Dimana
- P = Populasi sekarang
 - P_t = Populasi setelah t tahun
 - r = laju pertumbuhan penduduk pertahun

Tabel 4.2 : Proyeksi populasi Papua

Kabupaten / Kota	Populasi			
	2005	2010	2015	2020
Merauke	180,928	206,306	235,244	268,241
Jayawijaya	230,463	262,789	299,650	341,680
Jayapura	116,980	133,388	152,098	173,433
Nabire	157,405	179,484	204,659	233,366
Yapen Waropen	64,081	73,069	83,319	95,005
Biak Numfor	110,602	126,116	143,806	163,977
Paniai	102,902	117,336	133,794	152,561
Puncak Jaya	97,176	110,807	126,349	144,071
Mimika	150,754	171,900	196,011	223,505
Boven Digoel	40,629	46,328	52,826	60,236
Mappi	72,375	82,527	94,103	107,302
Asmat	71,413	81,430	92,852	105,876
Yahukimo	112,156	127,888	145,826	166,281
Pegunungan Bintang	55,725	63,541	72,454	82,617
Tolikara	54,899	62,599	71,380	81,392
Sarmi	47,712	54,404	62,035	70,737
Keerom	49,428	56,361	64,267	73,281
Waropen	24,003	27,370	31,209	35,586
Supiori	12,632	14,404	16,424	18,728
Kota Jayapura	192,791	219,833	250,668	285,829
Fak-Fak	61,160	69,739	79,521	90,675
Kaimana	34,115	38,900	44,357	50,578
Teluk Wondama	31,881	36,353	41,452	47,266
Teluk Bintuni	41,756	47,613	54,291	61,907
Manokwari	167,035	190,464	217,180	247,643
Sorong Selatan	55,398	63,168	72,029	82,132
Sorong	74,234	84,647	96,520	110,058
Raja Ampat	30,981	35,327	40,282	45,932
Kota Sorong	204,875	233,612	266,380	303,744
Total	2,646,489	3,017,702	3,440,984	3,923,639

Berdasarkan data statistik dari referensi, persentase pelanggan terhadap seluruh populasi untuk layanan PSTN / WLL (*Wireless Local Loop*), GSM 2G, 3G, serta pelanggan internet di kawasan Papua dapat dilihat pada Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 : Persentase pelanggan Papua [19]

Layanan	Persentase (2005)	Persentase (2007)
PSTN / WLL	5.8	8
GSM	10	28
3G	0	0
Total Pelanggan Internet	1.2	1.2

Pelanggan <i>NarrowBand</i>	1.2	1.2
Pelanggan <i>BroadBand</i>	0	0

Sedangkan untuk proyeksi ke depan, persentase yang diprediksikan oleh Tim *Palapa Ring Projects* adalah pada Tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 : Tingkat penetrasi nasional untuk 2010 dan 2020 [19]

Layanan	2010	2020
PSTN + WLL	50 % of non-poor population	90 % of non-poor population
GSM	40 % of population	45 % of population
3G	10 % of population	50% of population
Fix Narrowband Subscriber	8 % of non-poor population	0 % of non-poor population
Fix Broadband Subscriber	2 % of non-poor population	50 % of non-poor population

Dari data tersebut, beberapa hal yang patut dicermati antara lain :

- Perhitungan pelanggan jaringan tetap (Fix) ialah berdasarkan populasi yang tidak miskin atau bukan pengangguran.
- Persentase pengguna GSM diprediksikan mencapai 40% pada tahun 2010, namun pada tahun 2020 hanya mengalami peningkatan sebesar 5%. Hal ini dimungkinkan karena migrasi pengguna GSM ke 3G
- Pelanggan internet *narrowband* pada tahun 2020 diprediksikan menjadi nol, karena akan migrasi ke jaringan *broadband*. Sedangkan untuk pelanggan *broadband* sendiri akan mengalami kenaikan pesat

Untuk menghitung “*Non-poor population*” di setiap kabupaten, maka parameter yang perlu diketahui adalah jumlah penduduk yang tidak miskin atau bukan pengangguran berdasarkan persentase penduduk tidak miskin Papua tahun 2007 sebesar 65% (*Tim Palapa Ring Projects*). Jika persentase ini diasumsikan konstan hingga 2020, maka dapat dilakukan perhitungan populasi tidak miskin pada Tabel 4.5 berikut dengan rumus 4.2 :

$$N_p = P \times 65\% \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana $N_p = \text{Non-poor population}$
 $P = \text{Total population}$

Tabel 4.5 : Proyeksi penduduk tidak miskin Papua

Kabupaten / Kota	2010		2020	
	Total	Non-poor	Total	Non-poor
Merauke	206,306	134,099	268,241	174,356
Jayawijaya	262,789	170,813	341,680	222,092
Jayapura	133,388	86,702	173,433	112,731
Nabire	179,484	116,664	233,366	151,688
Yapen Waropen	73,069	47,495	95,005	61,753
Biak Numfor	126,116	81,975	163,977	106,585
Paniai	117,336	76,268	152,561	99,164
Puncak Jaya	110,807	72,024	144,071	93,646
Mimika	171,900	111,735	223,505	145,278
Boven Digoel	46,328	30,113	60,236	39,153
Mappi	82,527	53,642	107,302	69,746
Asmat	81,430	52,929	105,876	68,819
Yahukimo Pegunungan Bintang	127,888	83,127	166,281	108,082
Bintang	63,541	41,302	82,617	53,701
Tolikara	62,599	40,690	81,392	52,905
Sarmi	54,404	35,363	70,737	45,979
Keerom	56,361	36,635	73,281	47,633
Waropen	27,370	17,790	35,586	23,131
Supiori	14,404	9,362	18,728	12,173
Jayapura	219,833	142,892	285,829	185,789
Fak-Fak	69,739	45,330	90,675	58,939
Kaimana	38,900	25,285	50,578	32,876
Teluk Wondama	36,353	23,629	47,266	30,723
Teluk Bintuni	47,613	30,948	61,907	40,239
Manokwari	190,464	123,802	247,643	160,968
Sorong Selatan	63,168	41,060	82,132	53,386
Sorong	84,647	55,020	110,058	71,538
Raja Ampat	35,327	22,962	45,932	29,856
Sorong	233,612	151,848	303,744	197,434
Total	3,017,702	1,961,506	3,923,639	2,550,365

Dengan demikian dapat diproyeksikan pengguna PSTN / WLL, GSM, 3G, serta Internet *Narrowband / Broadband* untuk tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.6 :

Tabel 4.6 : Proyeksi pelanggan Papua 2020

Kabupaten / Kota	2020				
	PSTN / WLL	GSM	3G	NB	BB
Merauke	156,921	120,708	134,120	0	87,178
Jayawijaya	199,883	153,756	170,840	0	111,046
Jayapura	101,458	78,045	86,716	0	56,366
Nabire	136,519	105,015	116,683	0	75,844
Yapen Waropen	55,578	42,752	47,503	0	30,877
Biak Numfor	95,926	73,789	81,988	0	53,292
Paniai	89,248	68,652	76,280	0	49,582
Puncak Jaya	84,282	64,832	72,036	0	46,823
Mimika	130,751	100,577	111,753	0	72,639
Boven Digoel	35,238	27,106	30,118	0	19,577
Mappi	62,772	48,286	53,651	0	34,873
Asmat	61,937	47,644	52,938	0	34,410
Yahukimo	97,274	74,826	83,140	0	54,041
Pegunungan Bintang	48,331	37,178	41,308	0	26,850
Tolikara	47,614	36,627	40,696	0	26,452
Sarmi	41,381	31,832	35,368	0	22,990
Keerom	42,869	32,976	36,641	0	23,816
Waropen	20,818	16,014	17,793	0	11,566
Supiori	10,956	8,428	9,364	0	6,087
Jayapura	167,210	128,623	142,914	0	92,894
Fak-Fak	53,045	40,804	45,337	0	29,469
Kaimana	29,588	22,760	25,289	0	16,438
Teluk Wondama	27,651	21,270	23,633	0	15,362
Teluk Bintuni	36,215	27,858	30,953	0	20,120
Manokwari	144,871	111,439	123,822	0	80,484
Sorong Selatan	48,047	36,959	41,066	0	26,693
Sorong	64,384	49,526	55,029	0	35,769
Raja Ampat	26,870	20,669	22,966	0	14,928
Sorong	177,690	136,685	151,872	0	98,717
Total	2,295,329	1,765,637	1,961,819	0	1,275,183

Sedangkan untuk perhitungan kapasitas yang dibutuhkan, Tim *Palapa Ring Projects* menggunakan asumsi sebagai berikut (Kbps / user) pada Tabel 4.7 :

Tabel 4.7 : Kebutuhan kapasitas / user [9]

Layanan	2010	2020
PSTN / WLL	0.37	0.52
GSM	0.15	0.11

3G	0.004	0.4
<i>Fix Narrowband subscriber</i>	0.24	0.79
<i>Fix Broadband subscriber</i>	24.9	243.6

Catatan :

- PSTN / WLL dalam hal ini mencakup layanan *voice* dan VoIP
- Internet melalui PSTN (56 Kbps) termasuk ke *Fix Narrowband*
- *Fix Broadband* mencakup layanan ADSL dan WiMAX
- Perhitungan kapasitas didasarkan oleh perhitungan rata-rata lalu lintas data harian

Dengan menggabungkan Tabel 4.6 dan 4.7, maka akan didapatkan proyeksi kebutuhan kapasitas jaringan untuk setiap kabupaten pada tahun 2020 dalam Kbps pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 : Proyeksi kebutuhan kapasitas (Kbps) tahun 2020

Kabupaten / Kota	PSTN / WLL	GSM	3G	NB	BB	TOTAL
Merauke	81,599	62,768	53,648	0	21,236,617	21,434,632
Jayawijaya	103,939	79,953	68,336	0	27,050,840	27,303,068
Jayapura	52,758	40,583	34,687	0	13,730,652	13,858,680
Nabire	70,990	54,608	46,673	0	18,475,579	18,647,850
Yapen Waropen	28,901	22,231	19,001	0	7,521,576	7,591,709
Biak Numfor	49,882	38,371	32,795	0	12,982,027	13,103,075
Paniai	46,409	35,699	30,512	0	12,078,232	12,190,852
Puncak Jaya	43,827	33,713	28,814	0	11,406,136	11,512,490
Mimika	67,990	52,300	44,701	0	17,694,911	17,859,903
Boven Digoel	18,324	14,095	12,047	0	4,768,872	4,813,338
Mappi	32,641	25,109	21,460	0	8,495,093	8,574,303
Asmat	32,207	24,775	21,175	0	8,382,177	8,460,334
Yahukimo	50,583	38,910	33,256	0	13,164,430	13,287,178
Pegunungan						
Bintang	25,132	19,332	16,523	0	6,540,781	6,601,769
Tolikara	24,760	19,046	16,278	0	6,443,829	6,503,912
Sarmi	21,518	16,552	14,147	0	5,600,247	5,652,465
Keerom	22,292	17,148	14,656	0	5,801,664	5,855,760
Waropen	10,825	8,327	7,117	0	2,817,378	2,843,648
Supiori	5,697	4,382	3,746	0	1,482,694	1,496,519
Kota Jayapura	86,949	66,884	57,166	0	22,629,049	22,840,048
Fak-Fak	27,583	21,218	18,135	0	7,178,720	7,245,656
Kaimana	15,386	11,835	10,116	0	4,004,284	4,041,621
Teluk Wondama	14,378	11,060	9,453	0	3,742,066	3,776,958
Teluk Bintuni	18,832	14,486	12,381	0	4,901,155	4,946,854

Manokwari	75,333	57,949	49,529	0	19,605,911	19,788,721
Sorong Selatan	24,985	19,219	16,426	0	6,502,399	6,563,029
Sorong	33,480	25,754	22,012	0	8,713,295	8,794,540
Raja Ampat	13,972	10,748	9,186	0	3,636,428	3,670,335
Kota Sorong	92,399	71,076	60,749	0	24,047,421	24,271,645
Total	1,193,571	918,131	784,728	0	310,634,463	313,530,893

Dengan mengacu kembali kepada konfigurasi jaringan pada subbab 4.1, maka dapat diprediksi kebutuhan kapasitas untuk setiap titik labuh jaringan *backbone* yaitu sebagai berikut, berdasarkan daerah tujuan dari masing-masing titik labuh :

- Titik labuh Sorong melayani Kota Sorong, Kabupaten Sorong, Sorong Selatan, dan Raja Ampat
- Titik labuh Manokwari melayani kabupaten Manokwari, Teluk Wondama, Nabire, dan Paniai
- Titik labuh Jayapura melayani Kota Jayapura, Kabupaten Jayapura, Keerom, Jayawijaya, Puncak Jaya, dan Tolikara
- Titik labuh FakFak melayani kabupaten FakFak dan Teluk Bintuni
- Titik labuh Kaimana melayani kabupaten Kaimana
- Titik labuh Timika melayani kabupaten Mimika
- Titik labuh Agats melayani kabupaten Asmat
- Titik labuh Merauke melayani kabupaten Merauke, Pegunungan Bintang, Yahukimo, Mappi, dan Boven Digoel
- Titik labuh Sorendiweri melayani kabupaten Supiori
- Titik labuh Biak melayani kabupaten Biak Numfor, Yapen Waropen, dan Waropen.
- Titik labuh Sarmi melayani Kabupaten Sarmi

Dengan acuan tersebut, maka dapat dihitung proyeksi kebutuhan kapasitas untuk setiap titik labuh pada tahun 2020, dimana kebutuhan kapasitas dihitung dari penjumlahan kebutuhan kapasitas masing-masing kabupaten yang dilayaninya.

- Titik labuh Sorong = 43,299,549 Kbps atau 43.3 Gbps
- Titik labuh Manokwari = 54,404,382 Kbps atau 54.4 Gbps
- Titik labuh Jayapura = 87,873,958 Kbps atau 87.9 Gbps

- Titik labuh FakFak = 12,192,511 Kbps atau 12.1 Gbps
- Titik labuh Kaimana = 4,041,621 Kbps atau 4 Gbps
- Titik labuh Timika = 17,859,903 Kbps atau 17.9 Gbps
- Titik labuh Agats = 8,460,334 Kbps atau 8.5 Gbps
- Titik labuh Merauke = 54,711,220 Kbps atau 54.7 Gbps
- Titik labuh Sorendiweri = 1,496,519 Kbps atau 1.5 Gbps
- Titik labuh Biak = 23,538,431 Kbps atau 23.5 Gbps

Dari data tersebut, nampak bahwa kebutuhan kapasitas yang paling besar ialah 87.9 Gbps di titik labuh Jayapura. Oleh karena itu, jaringan *backbone* yang digunakan sebaiknya memiliki kapasitas minimal 90 Gbps. Sedangkan titik labuh utama yang paling sedikit kebutuhan kapasitasnya ialah FakFak yaitu sebesar 12.1 Gbps. Untuk titik labuh jaringan ekstensi langsung, yang paling besar ialah Agats (8.5 Gbps) dan yang paling kecil ialah Sorendiweri sebesar 1.5 Gbps.

Faktor-faktor yang kemungkinan dapat menimbulkan kesalahan perhitungan antara lain :

- Data statistik referensi yang belum tentu benar-benar akurat
- Asumsi proyeksi masa depan yang digunakan belum tentu akurat
- Beberapa asumsi menggunakan parameter berdasarkan keseluruhan wilayah Indonesia (pukul rata), hal ini belum tentu tepat jika diterapkan pada wilayah Papua
- Persentase penduduk tidak miskin (*non-poor population*) diasumsikan tetap, padahal tujuan dari pembangunan infrastruktur intinya ialah meningkatkan kesejahteraan (mengurangi kemiskinan)
- Perhitungan hanya didasarkan pada pengguna individual / rumah tangga, belum memperhitungkan kebutuhan komersial, institusi pemerintah, sarana umum, dan lain-lain.

BAB V

KESIMPULAN

- Dalam menentukan lokasi titik labuh, beberapa faktor yang perlu diperhatikan ialah faktor geografis, keadaan alam, jumlah dan kepadatan penduduk, dan teledensitas.
- Konfigurasi KMI Palapa Ring menetapkan 8 kota titik labuh jaringan *backbone*, yaitu Sorong, Jayapura, Merauke, FakFak, Timika, Sarmi, Biak, dan Manokwari, serta titik labuh jaringan ekstensi pada kota Waisai, Teminabuan, Sorendiwari, Bintuni, Kaimana, Agats, Enarotali, Rasiei, Nabire, Serui, Botawa, Wamena, Mulia, Oksibil, Sumohai, Weda, Karubaga, dan Warsi. Dengan demikian keseluruhan 27 kabupaten serta 2 kota di Papua telah terhubung, sehingga konfigurasi ini dapat dikatakan telah memenuhi tujuan Palapa Ring.
- Jaringan ekstensi berupa percabangan langsung dari jaringan *backbone* yaitu di Sorendiwari, Agats, dan Kaimana. Juga berupa kelanjutan dari titik labuh utama yaitu di Sorong, FakFak, Jayapura, Merauke, dan Manokwari.
- Dengan menggunakan data statistik populasi masing-masing kabupaten serta tingkat pertumbuhan penduduk rata-rata, dapat diproyeksikan jumlah populasi hingga tahun 2020. Selanjutnya dengan mencari proporsi penduduk tidak miskin dari keseluruhan populasi serta memperkirakan penetrasi teknologi komunikasi untuk masa depan, dapat diperkirakan kebutuhan kapasitas jaringan untuk masing-masing kabupaten hingga tahun 2020.
- Dengan menyesuaikan setiap titik labuh dengan kabupaten-kabupaten yang termasuk wilayah cakupannya, dapat diperoleh perhitungan kebutuhan kapasitas bagi setiap titik labuh, dimana angka kebutuhan kapasitas terbesar ialah pada titik labuh Jayapura sebesar 87.9 Gbps, Oleh karena itu jaringan *backbone* yang digunakan sebaiknya memiliki kapasitas minimal 90 Gbps.

DAFTAR REFERENSI

- [1] “—”, “*Information Memorandum : Palapa Rings Project*”. Komite Kebijakan Percepatan Penyediaan Infrastruktur, 2006
- [2] Basuki Yusuf Iskandar, “*Palapa Ring : Towards Indonesia-Connected*”. Ditjen Postel, 2007
- [3] “—”, “*Gajah Mada*”. Diakses Maret 2008, dari Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Gajah_Mada
- [4] “—”, “*Gajah Mada Portrait*”, Diakses April 2008, dari Britannica Student Encyclopedia, <http://student.britannica.com/eb/art-10906/Terra-cotta-head-identified-as-Gajah-Mada-in-the-Trawulan>
- [5] Agung Dwi Cahyadi, “*Dengan Palapa Menjangkau Dunia*”, Diakses Februari 2008, dari Teknopreneur Magazine, <http://www.teknopreneur.com/rubrikasi.php?categoryid=1&id=46&x=1&y=5>
- [6] Donny B.U., Rapin Mudiardjo, “*Digital Review Asia-Pacific Indonesia Chapter*”, ICT Watch, 2006
- [7] Michela R. Iery, “*Fiber Optic Technology*”, The International Engineering Consortium, 2004
- [8] “—”, “*Submarine Communications Cable*”. Diakses Mei 2008, dari Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Submarine_communications_cable
- [9] Jimmy Kyriannis, “*High Performance and Optical Networks*”, New York University, 2008

- [10] Gilang Andika, dkk, “*Teknologi WDM Pada Serat Optik*”, Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2006
- [11] D. Vanhoenacker-Janvier, “*GSM System*”, Microwave Laboratory, University College London, 2003
- [12] Harri Holma, Antti Toskala, “*WCDMA For UMTS : Radio Access For Third Generation Mobile Communications, Third Edition*”. John Wiley and Sons, 2004
- [13] “—”, “*What is WiMAX ?*”. Diakses Mei 2008, dari Palo Wireless.
http://www.palowireless.com/i802_16/wimax.asp
- [14] “—”, “*Palapa Ring Architecture*”, Departemen Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2007
- [15] Website Pemerintah Provinsi Papua, diakses April 2008.
<http://www.papua.go.id>
- [16] Arief Hamdani Gunawan, “*Optical Fiber in Undersea System*”, PT Telkom, 2005
- [17] Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, diakses April 2008.
<http://www.bps.go.id/~irja>
- [18] Data Statistik Indonesia, diakses April 2008. <http://www.datastatistik-indonesia.com>
- [19] Dominique Baron, “*Palapa Ring Project : National Indonesian Demand and Traffic Forecast 2010 – 2020 & Feasibility Study per Project*”, World Bank, 2007

- [20] “—“, “*Cable Landing Point*”. Diakses Mei 2008, dari Wikipedia,
http://en.wikipedia.org/wiki/Cable_landing_point
- [21] “—“, “*Perkembangan Proyek Palapa Ring*”, Komite Manajemen Interim,
2007
- [22] “—“, “*Wavelength Division Multiplexing*”, Diakses Mei 2008, dari
Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength-division_multiplexing

