

Analisa Kelayakan Capital Budgeting Jaringan Backbone Kabel Serat Optik Palapa Ring (Studi Kasus: Palapa Ring Barat)

Nurwan Reza Fachrurrozi

PT. Mora Telematika Indonesia
nurwan.reza@moratelindo.co.id

Abstrak

Dalam rangka masyarakat Indonesia yang modern dan berbasis informasi, pemerintah bekerjasama dengan beberapa perusahaan telekomunikasi swasta menggelar mega-proyek pembangunan jaringan infrastruktur telekomunikasi berupa jaringan backbone kabel serat optik berkecepatan tinggi yang dinamakan Palapa Ring. Tujuan Palapa Ring antara lain untuk mengurangi kesenjangan digital antara Indonesia Bagian Barat & Indonesia Bagian Timur serta menyediakan akses telekomunikasi bagi masyarakat dengan tujuan pemerataan akses informasi untuk meningkatkan kesejahteraan dan mengurangi kemiskinan. Dalam perancangan jaringan ekstensi, parameter diatas ditambah lagi dengan proyeksi kapasitas jaringan yang dibutuhkan untuk beberapa tahun kedepan. Landing Stations ini terdiri dari 12 Kota Pantai beserta analisa penempatannya yang tidak semuanya sama dengan rekomendasi KMI. Untuk proyeksi kebutuhan kapasitas, didapatkan angka kebutuhan kapasitas untuk masing-masing Landing Stations sampai tahun 2033. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kelayakan dari rencana investasi yang akan dilaksanakan PT. XXX. Rencana investasi ini berupa pembangunan proyek Palapa Ring Barat dengan total investasi sebesar Rp. 1,000,000,000,000 dengan tingkat bunga sebesar 18% & 30%. Dengan alat analisis Payback Period, Discounted Payback Period, Net Present Value, dan Internal Rate of Return. Tiga alat analisis tersebut dipakai juga oleh PT. XXX untuk mengukur layak atau tidaknya proyek tersebut. Dari hasil analisis dan rencana proyek Palapa Ring Barat diperoleh Payback Period (PP) 3 tahun 1 bulan dan Discounted Payback Period 4 tahun 5 bulan dari target PT. XXX yaitu 15 tahun, Net Present Value (NPV) Rp. 1,392,644,795,000 dari target yang di tentukan PT. XXX yang hasilnya positif, Internal Rate of Return (IRR) 35 % dari 18 % & 30 % yang di targetkan oleh PT. XXX. Dan juga didapatkan hasil Subsidi KPBU dari pemerintah Rp. 1,490,772,000,000 dengan rincian simulasi pembayaran selama 15 Tahun dengan Interest 0 % sebesar Rp. 99,384,800,000 / Tahun.

Keywords : Public Private Partnership; Palapa Ring; Landing Stations; Tekno Ekonomi; Analisis Kelayakan Investasi

DOI: 10.22441/incomtech.v9i2.6472

1. PENDAHULUAN

Telah terdbit Peraturan Presiden (Perpres) No. 3 Tahun 2016 tentang PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK NASIONAL. Selain itu, telah tersedia pula Perjanjian Kerjasama antara Menteri Komunikasi dan Informatika Indonesia dengan PT Palapa Ring Barat Nomor: 284.M. KOMINFO/HK.03.02/02/2016 – NOMOR: 002/PRB/PD-DIR/II/2016, tanggal 29 Februari 2016 tentang. Dengan demikian proses Pembangunan dan Pengelolaan Jaringan Tulang Punggung Serat Optik Palapa Ring Paket Barat segera dapat diwujudkan.

Pemerintah Indonesia mencanangkan suatu mega proyek yang disebut dengan jaringan “Palapa Ring”. Jaringan Palapa Ring merupakan jaringan kabel serat optik berkapasitas tinggi (broadband) yang di bentangkan di bawah laut dan berfungsi sebagai penghubung (media) pengiriman data dan informasi di antara pulau-pulau di indonesia.

Penetrasi Internet Glogal yang membutuhkan akses yang cepat dan handal Khususnya Wilayah Barat adanya pemerataan akses informasi dan kesenjangan pada Pulau Sumatera, Kalimantan Barat dengan Gugusan Pulau – Pulau Sekitarnya

1.2 Permasalahan dan Pembatasan Masalah

1.2.1 Permasalahan

Beberapa permasalahan yang muncul adalah, sebagai berikut:

1. Besarnya kebutuhan kapasitas bandwidth di setiap Landing
2. Point pada Jaringan Palapa Ring Barat?
3. Besarnya kapasitas total *backbone* dan pengaruh investasi dari Penyelenggaraan backbone terutama link pada Jaringan Palapa Ring Barat melalui darat dan laut?
4. Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut di atas penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut:
 - (a) Bagaimana kelayakan investasi pada proyek Palapa Ring Barat dikaji dengan metode NPV?
 - (b) Bagaimana kelayakan investasi pada proyek Palapa Ring Barat dikaji dengan metode IRR?
 - (c) Bagaimana kelayakan investasi pada proyek Palapa Ring Barat dikaji dengan metode Payback Period?

1.2.2 Pembatasan Masalah

Dalam melakukan penyusunan data Tesis, perlu adanya pembatasan masalah, penelitian ini dititik beratkan pada Jaringan Backbone Kabel Serat Optik Palapa Ring Barat yang merupakan dari bagian Jaringan Palapa Ring

di Indonesia. Hal tersebut juga diupayakan agar memberikan penjelasan untuk tidak menyimpang dalam topik pembahasan dan lebih terarah, sehingga diperlukan batasan-batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Objek yang akan dilakukan adalah pada Jaringan Telekomunikasi dengan ruas Jaringan Backbone Kabel Serat Optik Palapa Ring Barat dengan mencari bentuk skema pembiayaan yang akan digunakan sehingga proyek tersebut dapat terealisasi.
2. Analisis perhitungan dilakukan menggunakan Metode Penilaian Investasi untuk mengetahui tingkat pendapatan, Net Present Value (NPV), Internal Rate Return (IRR) & Payback Period (PBP).

Pembatasan masalah penelitian pada Jaringan Palapa Ring Barat yang terdiri dari 12 Landing Point & 3 Segmen Kabel jaringan SKKL yaitu: Jaringan SKKL Palapa Ring Barat yang menggunakan kabel serat optik ini akan memiliki 12 Landing point. Ke-12 Landing point dimaksud adalah: Dumai, Bengkalis, Pekanbaru, Bukit Batu Siak, Tebing Tinggi, Tj. Balai Karimun, Tj. Bemban Batam, Tarempa, Ranai, Singkawang, Sekanah Lingga, Kuala Tungkal Jambi. Untuk ke 3 Segmen Kabel Jaringan SKKL yaitu:

1. Segmen Kabel I: *Dumai–Bengkalis–Siak-Tebing Tinggi-Tj. Balai Karimun*
2. Segmen Kabel II: *Tj. Bemban – Tarempa – Ranai – Singkawang*
3. Segmen Kabel III: *Tj. Bemban - Daik Lingga - Kuala Tungkal*

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan gambaran latar belakang dan permasalahan & batasan masalah di atas maka dapat disusun rumusan masalah yang digunakan sebagai petunjuk dalam melaksanakan penelitian, yaitu:

- a. Menganalisa lokasi Landing Point Jaringan Palapa Ring untuk daerah Indonesia Bagian Barat khususnya pada kawasan Sumatera, Kalimantan serta interkoneksinya dengan jaringan ekstensi ke kabupaten - kabupaten dengan mempertimbangkan berbagai parameter yang berkaitan.
- b. Menganalisa Kapasitas Trafik Backhaul & Trafik Operator (T-sel, Isat, XI) terhadap pemenuhan kapasitas jaringan backbone Palapa Ring Barat.
- c. Menganalisa apakah layak atau tidaknya rencana investasi pada proyek palapa Ring Barat dengan metode NPV, IRR, Payback Period.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Cincin Palapa

2.1.1 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 1 Skema Jaringan Cincin Palapa [11]

Sebagaimana terlihat pada Gambar 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 [12]. Jaringan ini juga akan terhubung dengan negara tetangga seperti Malaysia, Filipina, dan Australia.

2.1.2 Sejarah

Nama “Palapa” diambil dari sebuah sumpah terkenal yang pernah diucapkan oleh Gajah Mada, seorang Mahapatih dari kerajaan Majapahit, sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Sumpah tersebut berbunyi: “Sira Gajah Mada papatih amungkubumi tan ayun amukita palapa, sira Gajah Mada: Lamun huwus kalah nusantara insun amukti palapa, lamun kalah ring Gurun, ring Seram, Tanjungpura, ring Haru, ring Pahang, Dompo, ring Bali, Sunda, Palembang, Tumasik, samana insun amukti palapa” yang artinya menyatakan bahwa dia (Gajah Mada) bersumpah tidak akan makan buah palapa (rempah-rempah) sebelum berhasil menyatukan seluruh Nusantara [13]. Sumpah yang tercatat dalam kitab Pararaton itu menjadi simbol bersatunya wilayah Nusantara.



Gambar 2 Patung Gajah Mada [14]

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” [15]. 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.

2.1.3 Rencana Pembangunan

Jaringan Cincin Palapa ini dibuat dengan kabel serat optik berkapasitas besar (broadband) sebagai penunjang 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 3 bagian Palapa Ring Barat, Palapa Ring Tengah dan Palapa Ring Timur, yaitu berdasarkan panjang kabel yang direncanakan untuk dibangun pada masing masing bagian. Secara keseluruhan, proyek Palapa Ring Ini ditargetkan akan selesai diakhir tahun 2018.

2.1.4 Ekspetasi 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.

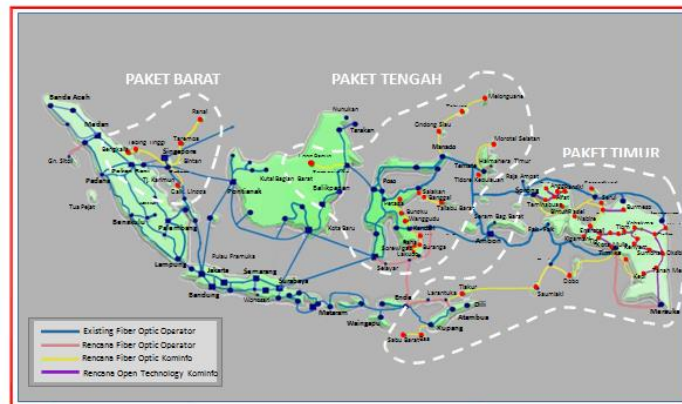
2.2 Kerjasama Pemerintah Swasta (KPS/KPBU)

Keterlibatan sektor swasta bukan hal yang baru mulai dibicarakan dalam suatu penyelenggaraan negara karena beberapa negara seperti halnya Inggris, Kanada, Amerika, Perancis, dan beberapa Negara bagian lainnya telah menerapkan penyertaan modal swasta dalam penyelenggaraan beberapa infrastruktur yang mereka bangun. Penyertaan kerjasama pihak swasta biasa dikenal sebagai bentuk Kerjasama Pemerintah Swasta (KPS) atau Public Private Partnership (PPP). Tidak ada definisi yang pasti mengenai (KPS). Salah satu defines KPS Adalah Kemitraan antara sector public (Negara) dan sector swasta (Private). Dalam perencanaan, pembiayaan, pembangunan, design proyek-proyek bagi penyediaan public [6].

2.3 Proyek Penyelenggaraan Jaringan Backbone Kabel Serat Optik Palapa Ring Barat

Proyek Palapa Ring merupakan proyek pengembangan jaringan telekomunikasi ke seluruh kabupaten / kota dengan menggunakan Sistem Komunikasi Kabel Laut (“SKKL”) dan Sistem komunikasi Serat Optik (“SKSO”). Dari total 514 kabupaten/kota (“KK”) di seluruh Indonesia, saat ini terdapat 457 KK yang telah dan akan terjangkau dengan jaringan telekomunikasi SKKL dan SKSO. Pembangunan serat optik 457 KK tersebut merupakan komitmen operator telekomunikasi selama kurun waktu 2007–2015 dengan target terselesaikan pada tahun 2017. Sebagian besar jaringan serat optik yang telah dibangun tersebut

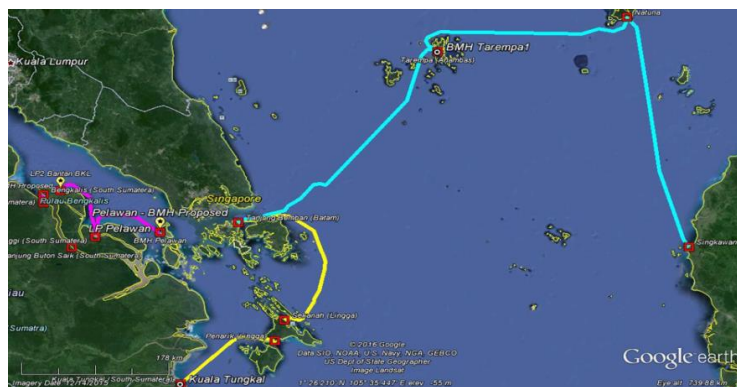
terfokus pada daerah-daerah kota besar dengan potensi komersial yang memadai. Sedangkan sisanya sebanyak 57 KK merupakan daerah terpencil dengan kontur geografis yang sulit dan potensi pengguna yang relatif kecil. Pembangunan jaringan serat optik dimaksudkan sebagai tulang punggung (backbone) bagi sistem telekomunikasi nasional. Proyek juga merupakan proyek nasional yang telah tercantum dalam RPJMN 2015-2019, dimana disebutkan bahwa 100% kabupaten/kota di Indonesia harus memiliki jaringan telekomunikasi. Diharapkan akses dan layanan telekomunikasi tersebut dapat semaksimal mungkin menghubungkan seluruh kabupaten/kota termasuk di wilayah timur Indonesia dengan sistem yang terintegrasi ke dalam jaringan backbone serat optik nasional. Gambar 3 menyajikan peta rencana Proyek.



Gambar 3 Peta Rencana Proyek [16]

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Analisa Perancangan Titik Labuh, Analisa Teknis Jaringan Ekstensi untuk menghitung lokasi titik labuh dan kapasitas bandwidth yang dibutuhkan juga cost and benefit analysis untuk menghitung potensi nilai ekonomi pada Palapa Ring Barat. Gambar 4 menyajikan peta rencana submarine Proyek Palapa Ring Barat.



Gambar 4 Peta Rencana Submarine Proyek Palapa Ring Barat [17].

3.1 OSP Fiber Optic Palapa Ring Barat

Untuk Untuk segment Submarine dan Inland pada Palapa Ring Barat dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. OSP – Submarine Link dan Panjang Kabel Serat Optik Palapa Ring Barat [17].

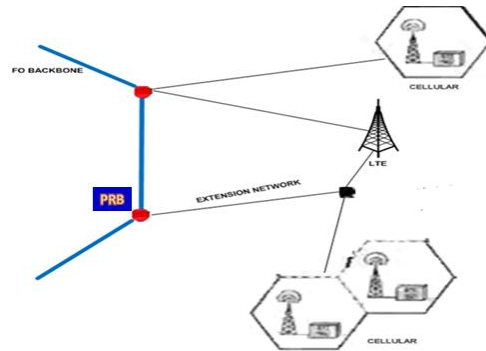
No	Nama Segment		Jarak (KM)	Keterangan	CAPEX
	From	To			
1	Bukit Batu 1	Bengkalis	8.34	Submarine	Invest
2	Bengkalis	Bukit Batu 2	8.34	Submarine	Invest
3	Bantan Bengkalis	Tebing Tinggi	74.94	Submarine	Invest
4	Tebing Tinggi	Pelawan Karimun	81.57	Submarine	Invest
5	Tj. Bemban	Tarempa	268.96	Submarine	Invest
6	Tarempa	Natuna	209.39	Submarine	Invest
7	Natuna	Singkawang	244.89	Submarine	Invest
8	Tj. Bemban	Daik Lingga	185.45	Submarine	Invest
9	Daik Lingga	Kuala Tungkal	105.09	Submarine	Invest
Total (KM)			1186.96 KM		

Tabel 2. OSP - Jarak Penggelaran Kabel Optik Darat (Inland) [17].

No	Nama Segment		Jarak (KM)	Keterangan	CAPEX
	From	To			
1	NOC Dumai	BMH Bukit Batu	62	Inland	Invest
	Bengkalis Batu	NOC Bengkalis	2	Inland	Invest
2	NOC Bengkalis	BMH Bukit Batu	2	Inland	Invest
	BMH Bukit Batu	NOC Siak	71	Inland	Invest
3	NOC Bengkalis	BMH Bantan	19	Inland	Invest
	BMH Bantan	NOC Tebing Tinggi	2 x 4	Inland	Invest
4	BMH Pelawan	NOC Karimun	19	Inland	Invest
5	NOC Tj. Bembam	BMH Tj. Bembam	2 x 1	Inland	Invest
6	BMH Tarempa	NOC Tarempa	2 x 1	Inland	Invest
7	BMH Natuna	NOC Ranai	2 x 35	Inland	Invest
8	BMH Singkawang	NOC Singkawang	15	Inland	Invest
9	BMH Sekanah	NOC Daik Lingga	38	Inland	Invest
10	NOC Daik Lingga	BMH Penarik	23	Inland	Invest
11	BMH Kuala Tungkal	NOC Kuala Tungkal	4	Inland	Invest
Total (KM)			335 KM		

3.2 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 5.



Gambar 5 Ilustrasi Jaringan Broadband LTE [33][34].

3.3 Data Populasi Potensial Penduduk

Data populasi yang digunakan diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS). Data populasi potensial yaitu data penduduk menurut Kabupaten / Kota. Berikut data populasi daerah menurut Sensus 2010 Kabupaten Riau, Kepri, Jambi (Kuala Tungkal), Kalimantan Barat (Singkawang) pada Palapa Ring Barat :

Tabel 3. Jumlah Penduduk Kabupaten Riau, Kepri, Jambi (Kuala Tungkal), Kalimantan Barat (Singkawang) 2010-2015 (Jiwa)

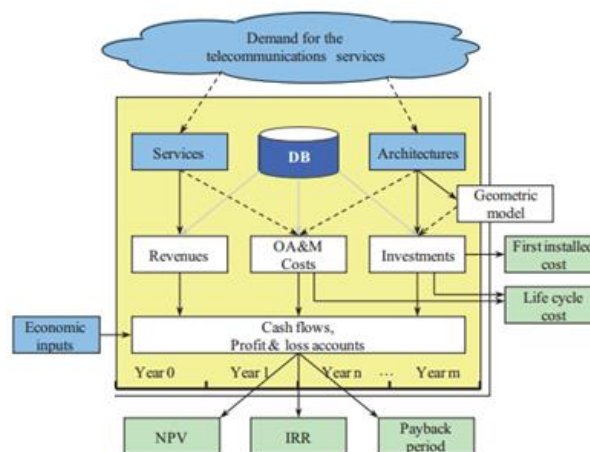
Kabupaten / Kota	Jumlah Penduduk 2015 (Jiwa)
Kuantan Singingi	314276
Indragiri Hulu	409431
Indragiri Hilir	703734
Pelalawan	396990
Siak	440841
Kampar	793005
Rokan Hulu	592278
Bengkalis	543987
Rokan Hilir	644680
Meranti	181095
Kota Pekanbaru	1038118
Kota Dumai	285967
Karimun	225298
Bintan	153020
Natuna	74520
Lingga	88591
Anambas	40414
Batam	1188985
Tanjung Pinang	202215
Kuala Tungkal	310914
Singkawang	207601
Pontianak	607618
TOTAL	9443578

(Sumber: BPS 2010-2015)

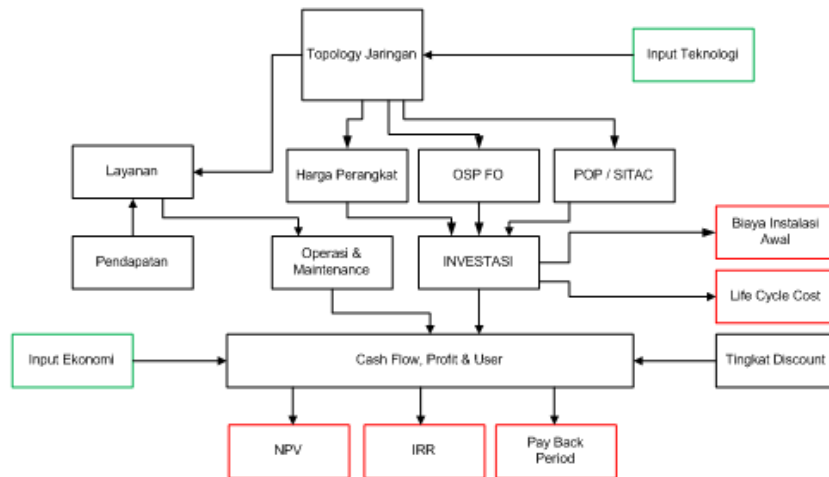
3.4 Model Tekno Ekonomi

Model tekno ekonomi yang digunakan pada Tesis ini adalah cost and benefit analysis. Model ini dipilih karena cukup memberikan tuntunan umum dan menyeluruh untuk mengidentifikasi masukan mempertimbangkan beberapa parameter masukan seperti CAPEX, OPEX, Revenue, Sedangkan keluaran dari fungsi model ini antara lain NPV, IRR, Payback Period. Model ini juga cukup komprehensif karena sudah memberikan semua parameter dasar perhitungan NPV dan sudah memenuhi syarat cukup jenis parameter yang digunakan dalam analisa tekno ekonomi karena sudah memasukkan unsur ekonomi dan teknik. Model tekno ekonomi sering digunakan oleh ITU – D yaitu menganalisa dampak ekonomis dari rencana penerapan suatu platform jaringan baru di negara berkembang.

Sejak 2004 model ini digunakan oleh program R&D negara-negara eropa yang dikenal dengan program techno economic of integrated communication system and service (ECOSYS). Metode analisis yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode analisis Tekno Ekonomi dimana menganalisis implementasi teknologi yang digunakan terhadap nilai ekonomis dari implementasi teknologi tersebut. Khusus untuk analisa implementasi jaringan broadband fiber optik juga sudah digunakan sejak 1990-an yang diprakasai oleh Negara-negara uni eropa (EU) dengan beberapa proyek seperti optimized architecture for multimedia networks and services (optimum) yang menghasilkan program riset ACTS (FP4) dan techno economic of IP optimized network and services (TONIC). Metodologi yang dikembangkan proyek Eropa tersebut dapat dianalisis menjadi 3 aspek penting dalam tekno ekonomi yaitu : input yang diperlukan hasil output yang didapatkan dari analisis penilaian realibilitas hasil yang didapatkan terhadap resiko yang dimiliki yaitu penggunaan teknologi dan investasi.



Gambar 6 Metodologi Tekno Ekonomi Uni Eropa [30].



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian Tekno Ekonomi [7].

Pada Gambar 7 diagram alir tersebut terdapat beberapa data yang diperlukan seperti investasi awal implementasi layanan target market pendapatan tingkat diskon dan topologi Jaringan dan output yang akan didapat NPV IRR Payback Period dan BEP dari investasi tersebut.

4. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pada dasarnya setiap perusahaan pasti mempunyai tujuan di dalam aktivitas investasi yang dilakukannya. Tujuan ini merupakan pedoman ke arah mana aktivitas perusahaan dan hasil apa yang hendak dicapai perusahaan yang bersangkutan. Dengan merencanakan investasi ini diharapkan dapat memperoleh keuntungan yang diinginkan perusahaan. Sebelum merencanakan rencana tersebut, maka perlu adanya suatu penilaian untuk menilai apakah rencana itu layak untuk dilaksanakan atau tidak. Dalam menilai kelayakan rencana ini peneliti melihat dari segi aspek Geografis, Teknologi dan Ekonomi Keuangan s. Semua data yang diambil menggunakan data PT. XXX sebagai nilai dasarnya proyek pembangunan Palapa Ring Barat 2018.

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 8.



Gambar 8 Contoh Jaringan Cincin [20].

Pada Gambar 8 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 Sumatera

& Kalimantan beserta gugusan pulau, maka pada thesis 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 thesis ini.

4.1.2 Analisa Titik Labuh

Berdasarkan parameter-parameter pada subbab sebelumnya, dari Gambar 9 pada Riau, Kepulauan Riau, Kuala Tungkal, Singkawang, Pontianak dapat dilihat lokasi - lokasi yang potensial untuk dijadikan lokasi titik labuh karena tempatnya yang berada di pinggir pantai atau di dekat pantai, 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:

Provinsi Riau:

- Kabupaten Kuantan Singingi, Kabupaten Indragiri Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Siak, Kabupaten Kampar, Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Kepulauan Meranti, Kota Pekanbaru, Kota Dumai.

Provinsi Kepulauan Riau:

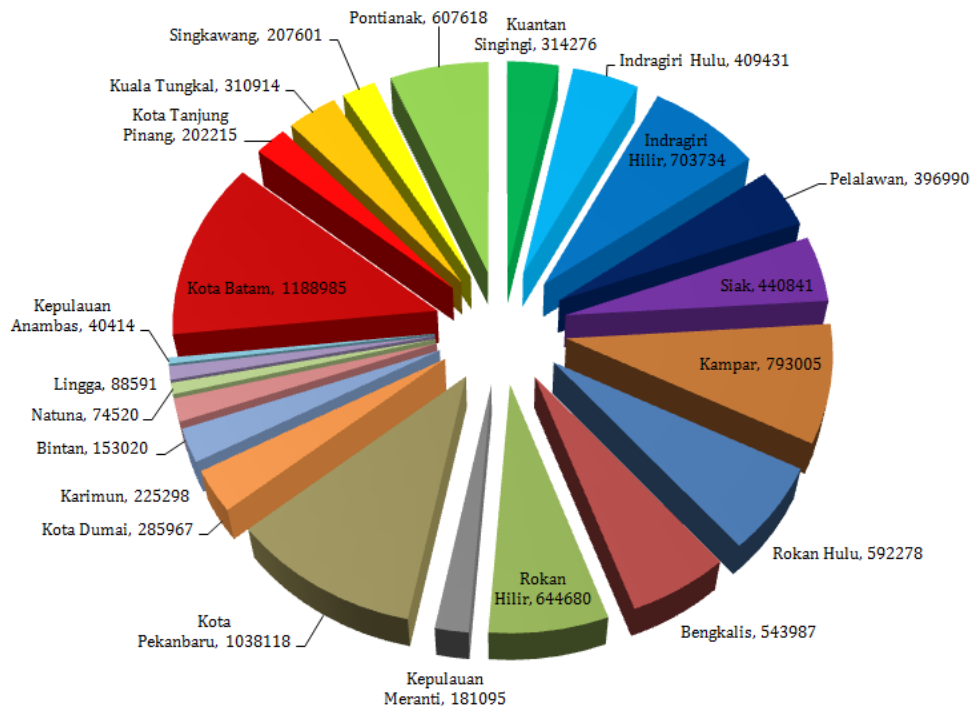
- Kabupaten Karimun, Kabupaten Bintan, Kabupaten Natuna, Kabupaten Lingga, Kabupaten Kepulauan Anambas, Kabupaten Kota Batam, Kabupaten Kota Tanjung Pinang

Provinsi Jambi:

- Kabupaten Tanjab Barat (Kuala Tungkal)

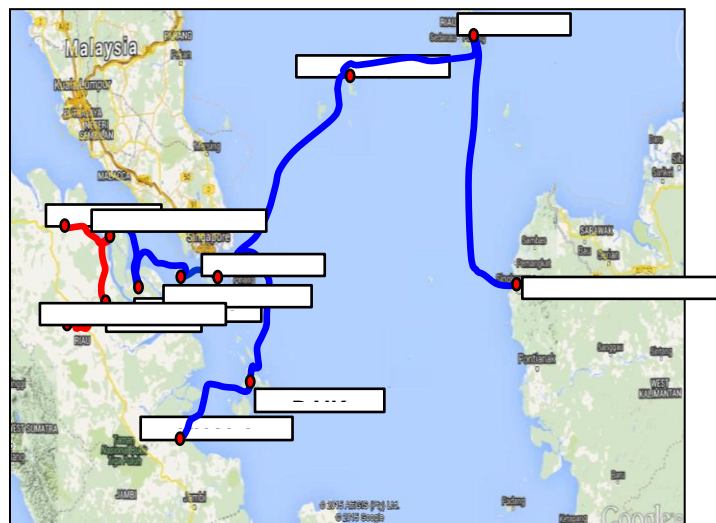
Provinsi Kalimantan Barat:

- Kabupaten Singkawang, Kabupaten Pontianak

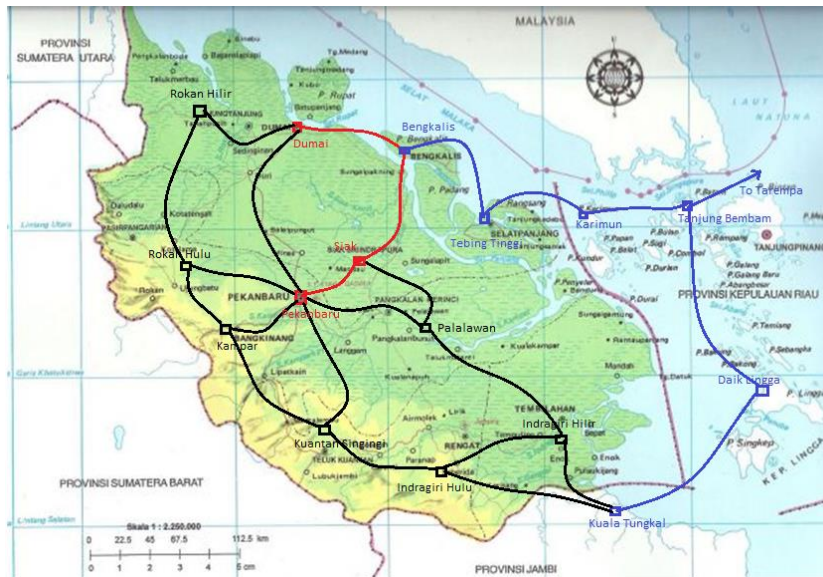


Gambar 9 Grafik Jumlah Penduduk Kabupaten Riau, Kepri, Jambi (Kuala Tungkal), Kalimantan Barat (Singkawang & Pontianak) 2010-2015 (Jiwa)

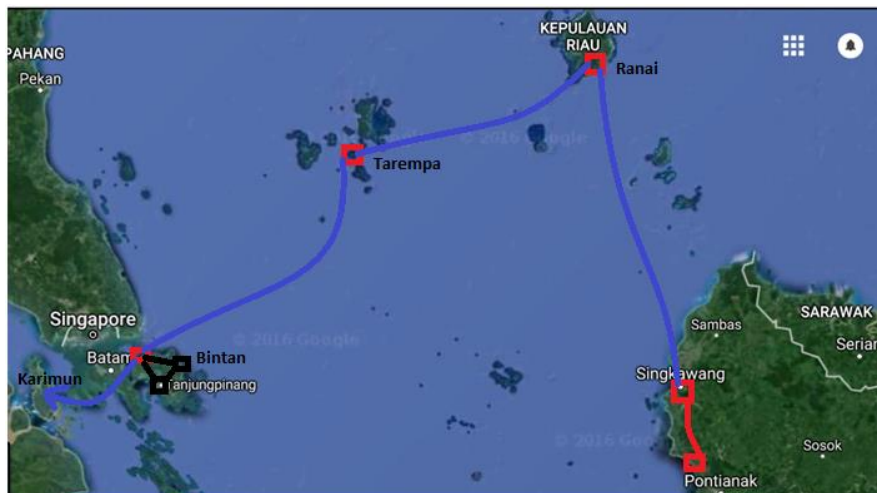
Dengan pertimbangan lokasi-lokasi titik labuh di atas, maka jalur kabel serat optik dan titik-titik labuhnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Konfigurasi Jaringan Titik Labuh Palapa Ring Barat [17].



Gambar 11 Konfigurasi KMI untuk Riau, Jambi, Kepulauan Riau [17].



Gambar 12 Konfigurasi KMI untuk Kepulauan Riau & Singkawang, Pontianak [17].

Dari konfigurasi KMI tersebut Gambar 11 & Gambar 12, 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:

- Riau: Dumai, Bengkalis, Tebing Tinggi – Meranti, Siak, Pekanbaru
- Kepulauan Riau: Karimun, Tanjung-Bembam Batam, Daik Lingga, Tarempa, Ranai (Natuna)
- Jambi: Tanjung Jabung Barat - Kuala Tungkal
- Kalimantan Barat: Singkawang

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

- Riau: Rokan Hilir, Rokan Hulu, Palalawan, Kuantan Singingi, Kampar, Indragiri Hilir, Indragiri Hulu
- Kepulauan Riau: Bintan, Tanjung Pinang
- Kalimantan Barat: Pontianak

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

- Untuk Riau: Rokan Hilir, Rokan Hulu, Palalawan, Kuantan Singingi, Kampar, Indragiri Hilir, Indragiri Hulu: Kota–Kota tersebut berada cukup jauh dari tepi pantai dan Jumlah Penduduknya lebih sedikit dibandingkan pekanbaru. Misal Jika Kampar juga dijadikan sebagai titik labuh, maka jalur kabel serat optik akan menempuh jarak yang cukup jauh. Sebagai alternatif, jalur kabel dirancang ”memotong” pekanbaru dan siak dengan melalui titik labuh Bengkalis. Daerah Kampar untuk selanjutnya dapat terhubung melalui jaringan ekstensi karena kedekatannya dengan titik labuh Pekanbaru.
- Untuk Kepulauan Riau: Bintan dan Tanjung Pinang adalah kota di Kepulauan Riau, selain penduduknya sedikit lokasinya juga berdekatan dengan tanjung bambam (batam). Karena itulah Bintan dan Tanjung Pinang tidak dijadikan titik labuh karena dapat dihubungkan dengan ekstensi tanjung bambam (batam). Hal ini untuk menghemat biaya pembangunan jaringan backbone itu sendiri.

Pada Gambar 12 juga terlihat bahwa jaringan Ring Riau terhubung dengan Ring lain yaitu pada titik labuh Tebing Tinggi-Meranti terhubung dengan Karimun (Kepulauan Riau). Pada Gambar 11 juga terlihat bahwa jaringan Ring Kepulauan Riau terhubung dengan Ring lain yaitu pada titik labuh Daik Lingga (Kepulauan Riau) terhubung dengan Ring lain yaitu pada titik labuh Kuala Tungkal (Jambi). Selain itu Pada Gambar 13. juga terlihat bahwa jaringan Ring Kepulauan Riau terhubung dengan Ring lain yaitu pada titik labuh Ranai (Natuna) (Kepulauan Riau) terhubung dengan Ring lain yaitu pada titik labuh Singkawang (Kalimantan Barat).

4.2 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 Riau, Kepri, Kuala Tungkal, Singkawang menurut laju pertumbuhan sesuai sensus penduduk 2010 dimana tabel populasi kawasan Riau, Kepri, Kuala Tungkal (Jambi) dan Singkawang, Pontianak (KalBar) beserta proyeksinya hingga tahun 2033 dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berdasarkan Persamaan 1:

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

Dimana P = Populasi sekarang

P_t = Populasi setelah t tahun

r = laju pertumbuhan penduduk pertahun

Untuk proyeksi kedepan, persentase yang diprediksikan oleh Tim *Palapa Ring Projects* adalah pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Penetrasi Nasional untuk tahun 2010 & 2020 [22]

Layanan	2010	2020
Fix Broadband Subscribers	2% of non-poor population	50% of non-poor population

(Sumber: World Bank Report Part II Backbone projects-sequence-packaging and_ incentive 2011-10-04)

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 tahun 2016 sebesar Riau 92,02% [23], Kepri 94,16% [24], Jambi 91,63% [25], Kalbar 92,00% [26]. Jika persentase ini diasumsikan konstan hingga 2020, maka dapat dilakukan perhitungan populasi tidak miskin pada Tabel 4 berikut dengan Persamaan (2):

$$\text{Riau} \rightarrow N_p = P \times 92,02 \quad (2)$$

$$\text{Kepri} \rightarrow N_p = P \times 94,16 \quad (3)$$

$$\text{Jambi} \rightarrow N_p = P \times 91,63 \quad (4)$$

$$\text{Kalbar} \rightarrow N_p = P \times 92,00 \quad (5)$$

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

$P = \text{Total population}$

Tabel 5. Kebutuhan kapasitas / user [22].

Layanan	2010	2020
Fix Broadband subscriber	24.9	243.8

(Sumber: World Bank Report Part II Backbone projects-sequence-packaging and_ incentive 2011-10-04)

Tabel 6. Proyeksi Total Kebutuhan Kapasitas Core Pelanggan Broadband Palapa Ring Barat 2018-2025

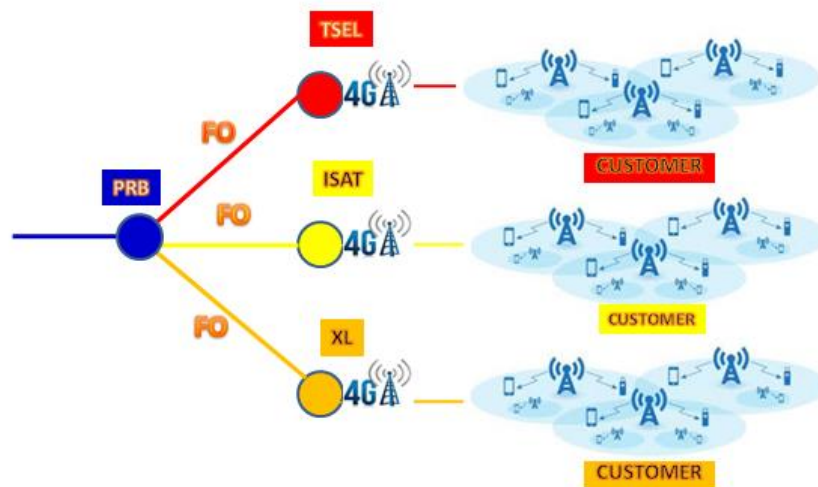
Provinsi	Kabupaten/Kota	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Riau	Kuantan Singingi	2 *	2 *	4 *	5 *	5 *	5 *	5 *	5 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hulu	2 *	2 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	7 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hilir	3 *	3 *	9 *	9 *	9 *	9 *	9 *	9 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Pelalawan	2 *	2 *	6 *	7 *	7 *	8 *	8 *	9 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Siak	2 *	2 *	6 *	7 *	7 *	7 *	7 *	8 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Riau	Kampar	1 *	1 *	11 *	12 *	12 *	12 *	13 *	13 *
		STM-4	STM-4	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Rokan Hulu	3 *	3 *	9 *	9 *	10 *	10 *	11 *	11 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Bengkalis	2 *	2 *	7 *	8 *	8 *	8 *	8 *	8 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Rokan Hilir	3 *	3 *	9 *	10 *	10 *	10 *	11 *	11 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Meranti	1 *	1 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Kepulauan Riau	Pekanbaru	1 *	1 *	14 *	15 *	15 *	16 *	16 *	17 *
		STM-4	STM-4	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Dumai	1 *	1 *	4 *	4 *	4 *	5 *	5 *	5 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Karimun	1 *	1 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	4 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Bintan	1 *	1 *	2 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Natuna	1 *	1 *	1 *	1 *	2 *	2 *	3 *	2 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Kepulauan Riau	Lingga	1 *	1 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Anambas	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Batam	2 *	2 *	20 *	21 *	22 *	24 *	26 *	28 *
		STM-4	STM-4	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Jambi	Tanjung Pinang	1 *	1 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Kalimantan Barat	Kuala Tungkal	1 *	2 *	4 *	5 *	5 *	5 *	5 *	5 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Singkawang	1 *	1 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Kalimantan Barat	Pontianak	2 *	2 *	7 *	7 *	7 *	7 *	7 *	7 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64

Tabel 7. Proyeksi Total Kebutuhan Kapasitas Core Pelanggan Broadband Palapa Ring Barat 2026-2033

Provinsi	Kabupaten/Kota	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Riau	Kuantan Singingi	5 *	5 *	5 *	5 *	5 *	6 *	6 *	6 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hulu	7 *	7 *	7 *	8 *	8 *	8 *	8 *	9 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hilir	9 *	9 *	9 *	10 *	10 *	10 *	10 *	10 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Pelalawan	9 *	10 *	10 *	11 *	12 *	12 *	13 *	14 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Siak	8 *	8 *	9 *	9 *	9 *	10 *	10 *	11 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Kampar	14 *	14 *	15 *	15 *	16 *	16 *	17 *	18 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Rokan Hulu	12 *	13 *	14 *	14 *	15 *	16 *	17 *	17 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Bengkalis	8 *	9 *	9 *	9 *	9 *	10 *	10 *	10 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Rokan Hilir	11 *	12 *	12 *	13 *	13 *	14 *	14 *	15 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Meranti	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Pekanbaru	18 *	18 *	19 *	20 *	20 *	21 *	22 *	23 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Dumai	5 *	5 *	5 *	5 *	6 *	6 *	6 *	6 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Kepulauan Riau	Karimun	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Bintan	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Natuna	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Lingga	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *	2 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Anambas	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *	1 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Batam	30 *	32 *	34 *	37 *	40 *	43 *	46 *	48 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Tanjung Pinang	3 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Jambi	Kuala Tungkal	5 *	5 *	5 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Kalimantan Barat	Singkawang	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Pontianak	7 *	8 *	8 *	8 *	8 *	8 *	8 *	8 *
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	

Dari data tersebut, nampak bahwa kebutuhan kapasitas yang paling besar ialah 489703 Mbps = 478 Gbps, Kapasitas core = 48 * STM-64 di titik labuh Kota Batam. Oleh karena itu, jaringan backbone yang digunakan sebaiknya memiliki kapasitas minimal 100 Gbps. Sedangkan titik labuh utama yang paling sedikit kebutuhan kapasitasnya ialah Titik Labuh Kepulauan Anambas (Tarempa) yaitu sebesar 6743 Mbps = 6,58 Gbps, Kapasitas Core = 1 * STM-64. Untuk titik labuh jaringan ekstensi langsung, yang paling besar ialah Kampar 176750 Mbps = 172.60 Gbps, Kapasitas Core = 18 * STM-64 dan yang paling kecil ialah Bintan sebesar 26678 Mbps = 26,05 Gbps, Kapasitas Core sebesar 3 * STM-64.

Sedangkan Kapasitas Total Yang Diperlukan Pada Operator Tsel, Isat & XI dapat dihitung sebagai terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Skenario Perhitungan Traffic (TSEL, ISAT, XL) dalam 1 Kota [31][32].

Tabel 8. Proyeksi Total Kebutuhan Kapasitas Core End User TSEL, ISAT, XL – N*STM (2018-2033)

Provinsi	Kabupaten/Kota	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Riau	Kuantan Singingi	3 *	3 *	4 *	4 *	4 *	5 *	6 *	6 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hulu	3 *	3 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hilir	3 *	4 *	8 *	9 *	9 *	9 *	10 *	10 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Pelalawan	3 *	3 *	6 *	6 *	7 *	8 *	8 *	8 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Siak	3 *	3 *	6 *	6 *	6 *	7 *	7 *	8 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Kampar	4 *	4 *	10 *	11 *	11 *	11 *	11 *	12 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Rokan Hulu	3 *	3 *	9 *	10 *	10 *	10 *	10 *	11 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Kepulauan Riau	Bengkalis	3 *	3 *	7 *	7 *	8 *	8 *	8 *	8 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Rokan Hilir	3 *	5 *	9 *	10 *	10 *	10 *	10 *	10 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Meranti	3 *	3 *	7 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Pekanbaru	4 *	4 *	13 *	14 *	14 *	15 *	15 *	16 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Dumai	3 *	3 *	4 *	4 *	4 *	4 *	5 *	6 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Karimun	3 *	3 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Bintan	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Natuna	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	
	STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Lingga	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	
	STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Anambas	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	
	STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Batam	6 *	6 *	17 *	18 *	21 *	22 *	23 *	24 *	
	STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Tanjung Pinang	3 *	3 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	
	STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Jambi	Kuala Tungkal	3 *	3 *	4 *	4 *	5 *	5 *	6 *	6 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Kalimantan Barat	Singkawang	3 *	3 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *
		STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Pontianak	3 *	3 *	7 *	7 *	7 *	7 *	7 *	7 *
	STM-1	STM-1	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	

Tabel 9. Proyeksi Total Kebutuhan Kapasitas Core End User TSEL, ISAT, XL – N*STM (2018-2033)

Provinsi	Kabupaten/Kota	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Riau	Kuantan Singingi	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hulu	7 *	7 *	7 *	8 *	8 *	8 *	8 *	9 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Indragiri Hilir	10 *	10 *	10 *	10 *	10 *	10 *	10 *	10 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Pelalawan	10 *	10 *	10 *	10 *	11 *	11 *	12 *	13 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Siak	8 *	8 *	8 *	9 *	10 *	10 *	10 *	10 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Kampar	13 *	13 *	14 *	14 *	15 *	15 *	16 *	17 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
	Rokan Hulu	11 *	11 *	13 *	13 *	14 *	15 *	15 *	16 *
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Bengkalis	8 *	9 *	9 *	10 *	10 *	10 *	10 *	10 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Rokan Hilir	11 *	11 *	11 *	12 *	13 *	13 *	13 *	14 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Meranti	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	4 *	4 *	4 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Pekanbaru	17 *	17 *	17 *	18 *	18 *	19 *	21 *	21 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Dumai	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Karimun	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Bintan	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Natuna	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Kepulauan Riau	Lingga	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
	Anambas	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Batam	27 *	28 *	30 *	33 *	35 *	38 *	41 *	42 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Tanjung Pinang	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Jambi	Kuala Tungkal	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	6 *	
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
Kalimantan Barat	Singkawang	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	4 *	
		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	
	Pontianak	7 *	8 *	8 *	8 *	8 *	8 *	8 *	
	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	STM-64	

4.5 Payback Period (PP)

Metode ini dipergunakan untuk mengetahui berapa lama tingkat pengembalian investasi, apabila waktu yang diperlukan lebih pendek atau sama dengan yang disyaratkan, maka proyek dapat diterima. Hal ini dikarenakan semakin cepat waktu pengembalian maka akan semakin kecil risikonya, sebaliknya apabila lebih panjang dari yang disyaratkan maka proyek ditolak atau tidak layak. Untuk menghitung payback period yaitu dengan membagi total biaya investasi dengan arus kas bersih. Dengan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa metode ini sangat sederhana dan lebih mengutamakan investasi yang menghasilkan aliran kas [28] seperti ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Payback Period (PP)

Tahun	Procced (Rp)	Sisa Investasi (Rp)
1	41,826,000,000	(958,174,000,000)
2	458,850,000,000	(499,324,000,000)
3	466,050,000,000	(33,274,000,000)
4	487,650,000,000	454,376,000,000
5	505,650,000,000	960,026,000,000
6	523,650,000,000	1,483,676,000,000
7	548,850,000,000	2,032,526,000,000
8	581,250,000,000	2,613,776,000,000
9	685,800,000,000	3,299,576,000,000
10	703,800,000,000	4,003,376,000,000
11	732,600,000,000	4,735,976,000,000
12	757,800,000,000	5,493,776,000,000
13	779,400,000,000	6,273,176,000,000
14	804,600,000,000	7,077,776,000,000
15	826,200,000,000	7,903,976,000,000

- Asumsi Faktor Investasi Asumasi : - Depreciation 8 Tahun Investasi,
 - COGS = 10 % Revenue,
 - OPEX 10 % Revenue, - Interest 18 % LOAN (CAPEX), - TAX = 25 %
 - Asumsi Harga Sewa Leased Line : - 1 STM-1 = 170 JT, 1 STM-4 = 250 JT, 1 STM-16 = 300 JT,
 - 1STM-64 = 500 JT
- Payback Period (PP) adalah 3 tahun 1 bulan

4.6 Discounted Payback Period (DPP)

Tabel 11. Discounted Payback Period (DPP)

Tahun	Procced (Rp)	DF 18 %	PV dari Procced	Discounted Dari Payback Period
1	41,826,000,000	0.8475	35,447,535,000	(964,552,465,000)
2	458,850,000,000	0.7182	329,546,070,000	(635,006,395,000)
3	466,050,000,000	0.6086	283,638,030,000	(351,368,365,000)
4	487,650,000,000	0.5158	251,529,870,000	(99,838,495,000)
5	505,650,000,000	0.4371	221,019,615,000	121,181,120,000
6	523,650,000,000	0.3704	193,959,960,000	315,141,080,000
7	548,850,000,000	0.3139	172,284,015,000	487,425,095,000
8	581,250,000,000	0.2660	154,612,500,000	642,037,595,000
9	685,800,000,000	0.2255	154,647,900,000	796,685,495,000
10	703,800,000,000	0.1911	134,496,180,000	931,181,675,000
11	732,600,000,000	0.1619	118,607,940,000	1,049,789,615,000
12	757,800,000,000	0.1372	103,970,160,000	1,153,759,775,000
13	779,400,000,000	0.1163	90,644,220,000	1,244,403,995,000
14	804,600,000,000	0.0985	79,253,100,000	1,323,657,095,000
15	826,200,000,000	0.0835	68,987,700,000	1,392,644,795,000

- Asumsi Faktor Investasi Asumasi : - Depreciation 8 Tahun Investasi,
- COGS = 10 % Revenue,
- OPEX 10 % Revenue, - Interest 18 % LOAN (CAPEX), - TAX = 25 %
- Asumsi Harga Sewa Leased Line : - 1 STM-1 = 170 JT, 1 STM-4 = 250 JT, 1 STM-16 = 300 JT,
- 1STM-64 = 500 JT

Payback Period (PP) adalah 4 tahun 5 bulan

4.7 Net Present Value (NPV)

Dari perumusan masalah yang akan di bahas, PT. XXX pada tahun 2018 merencanakan suatu investasi untuk melanjutkan proyek yang telah dikerjakan yaitu di Palapa Ring Barat dengan nilai investasi sebesar Rp. 6.56 Billion dan mempunyai *discount rate* sebesar 18%. Jangka waktu untuk merencanakan investasinya adalah 15 tahun ke depan. Analisis NPV dilakukan dengan menghitung *present value* keseluruhan operasi *cash flow*. Dan jika hasilnya positif maka secara finansial proyek investasi dianggap menguntungkan (layak) dan sebaliknya jika hasilnya negatif maka tidak menguntungkan (tidak layak) [28].

Tabel 12. Perhitungan Net Present Value (NPV)

Tahun	Procced (Rp)	DF (18%)	PV dari Procceds (Rp)
0	-1,000,000,000,000	1	-1,000,000,000,000
1	41,826,000,000	0.8475	35,447,535,000
2	458,850,000,000	0.7182	329,546,070,000
3	466,050,000,000	0.6086	283,638,030,000
4	487,650,000,000	0.5158	251,529,870,000
5	505,650,000,000	0.4371	221,019,615,000
6	523,650,000,000	0.3704	193,959,960,000
7	548,850,000,000	0.3139	172,284,015,000
8	581,250,000,000	0.2660	154,612,500,000
9	685,800,000,000	0.2255	154,647,900,000
10	703,800,000,000	0.1911	134,496,180,000
11	732,600,000,000	0.1619	118,607,940,000
12	757,800,000,000	0.1372	103,970,160,000
13	779,400,000,000	0.1163	90,644,220,000
14	804,600,000,000	0.0985	79,253,100,000
15	826,200,000,000	0.0835	68,987,700,000
PV Dari Procced			2,392,644,795,000
PV Dari Outlay			-1,000,000,000,000
NPV			1,392,644,795,000

- Asumsi Faktor Investasi Asumasi : - Depreciation 8 Tahun Investasi,
 - COGS = 10 % Revenue,
 - OPEX 10 % Revenue, - Interest 18 % LOAN (CAPEX), - TAX = 25 %
 - Asumsi Harga Sewa Leased Line : - 1 STM-1 = 170 JT, 1 STM-4 = 250 JT, 1 STM-16 = 300 JT,
 - 1STM-64 = 500 JT
- Net Present Value (NPV) = Rp. 1,392,644,795,000

4.8 Internal Rate of Return (IRR)

Metode ini memperhatikan time value of money dan arus kas setelah payback period. Perhitungan metode ini dilakukan dengan menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan- penerimaan kas bersih dimasa mendatang. Kemudian apabila tingkat biayanya lebih besar dari pada tingkat bunga yang ditetapkan yaitu 18% & 30 % maka investasinya dapat dikatakan menguntungkan atau layak untuk dijalannya proyek ini. Metode ini dipakai untuk menghitung besarnya nilai tingkat suku bunga [28]. Perhitungan IRR dapat ditunjukkan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Perhitungan Internal Rate of Return (IRR)

Tahun	Procced (Rp)	Factor PV (18%)		Factor PV (30%)	
		DF	PV	DF	PV
1	41,826,000,000	0.8475	35,447,535,000	0.7692	32172559200
2	458,850,000,000	0.7182	329,546,070,000	0.5917	271501545000
3	466,050,000,000	0.6086	283,638,030,000	0.4552	212145960000
4	487,650,000,000	0.5158	251,529,870,000	0.2693	131324145000
5	505,650,000,000	0.4371	221,019,615,000	0.2072	104770680000
6	523,650,000,000	0.3704	193,959,960,000	0.1594	83469810000
7	548,850,000,000	0.3139	172,284,015,000	0.1226	67289010000
8	581,250,000,000	0.266	154,612,500,000	0.0943	54811875000
9	685,800,000,000	0.2255	154,647,900,000	0.0725	49720500000
10	703,800,000,000	0.1911	134,496,180,000	0.0558	39272040000
11	732,600,000,000	0.1619	118,607,940,000	0.0429	31428540000
12	757,800,000,000	0.1372	103,970,160,000	0.033	25007400000
13	779,400,000,000	0.1163	90,644,220,000	0.0254	19796760000
14	804,600,000,000	0.0985	79,253,100,000	0.0195	15689700000
15	826,200,000,000	0.0835	68,987,700,000	0.3501	289252620000
PV Dari Procced		2,392,644,795,000		1,427,653,144,200	
PV Dari Outlay		1,000,000,000,000		1,000,000,000,000	
NPV		1,392,644,795,000		427,653,144,200	

- Asumsi Faktor Investasi Asumasi : - Depreciation 8 Tahun Investasi,
 - COGS = 10 % Revenue,
 - OPEX 10 % Revenue, - Interest 18 %
 % LOAN (CAPEX), - TAX = 25 %
 - Asumsi Harga Sewa Leased Line : - 1 STM-1 = 170 JT, 1 STM-4 = 250 JT, 1 STM-16 = 300 JT,
 - 1STM-64 = 500 JT
 Internal Rate of Return (IRR) = 35 %

4.9 Hasil Kelayakan Perhitungan Investasi

Tabel 14. Hasil Perhitungan Kelayakan Investasi

No	Alat Ukur	Standart PRB	Hasil Pengukuran	Status
1	Payback Period	15 Tahun	3 Tahun 1 Bulan	Layak
2	Discounted Payback Period	15 Tahun	4 Tahun 5 Bulan	Layak
3	Net Present Value	Positif > 0	Rp. 1,392,644,795,000	Layak
4	Internal Rate Return	18% - 30%	35 %	Layak

Tabel 15. Hasil Perhitungan Kelayakan Investasi

Tahun	Sisa Investasi	Subsidi KPBU
1 2019	Rp. (958,174,000,000)	Rp. 958,174,000,000
2 2020	Rp. (499,324,000,000)	Rp. 499,324,000,000
3 2021	Rp. (33,274,000,000)	Rp. 33,274,000,000
Total	Rp. (1,490,772,000,000)	Rp. 1,490,772,000,000

Tabel 16. Hasil Perhitungan Kelayakan Investasi

Rincian Simulasi	Perhitungan
Total Subsidi	Rp. 1,490,772,000,000
Interest	0 %
Tenor (15 Tahun)	180 Bulan
Angsuran Pokok / Bulan	Rp. 8,696,170,000
Angsuran Pokok / Tahun	Rp. 99,384,800,000

5. KESIMPULAN

Pembangunan Jaringan Backbone Palapa Ring Barat ini cukup berpotensi dalam hal investasi dan Layak untuk dilaksanakan dengan melihat analisa NPV, IRR, Payback Period dan Discounted Payback Period dalam kurun waktu 15 Tahun. Pembangunan melalui Submarine dan Inland yaitu Palapa Ring Barat didapat nilai *IRR* 35 % dengan discount rate 18 % -30% = 35 % dimana *Payback Period (PP)* 3 Tahun 1 Bulan & Discounted Payback Period 4 Tahun 5 Bulan. *NPV* dalam 15 Tahun Rp. 1,392,644,795,000. Penetapan Asumsi Harga Sewa Leased Line sangat mempengaruhi nilai NPV, IRR, Payback Period, Discounted Payback Period. Total Perhitungan Subsidi Rp. 1,490,772,000,000 yang dibayarkan oleh Pemerintah ke KPBU dengan cara diangsur selama 15 Tahun dengan Interest 0%. Hasil dari rincian simulasi subsidi adalah Angsuran Pokok Perbulan Rp. 8,696,170,000 dan Angsuran Pokok Pertahun Rp. 99,384,800,000

REFERENCES

- [1] D. Ucuk & M. Iwan Wahyuddin. 2009. "Perancangan Jaringan Komunikasi Serat Optik Untuk Proyek Cincin Palapa, Studi Kasus: Backbone Jaringan Kabel Serat Optik Wilayah Surabaya."
- [2] F. Dahunsi. 2015. Broadband Infrastructure Using Fiber Optic: The State of Things in a Developing Economy.
- [3] J. Given/ 2010. Take Your Partners: Public private Interplay in Australian And New Zealand Plans for Next Generation Broadband.Telecommunications Policy. **34**, 9 540–549.
- [4] A. Gumaste, et al. 2009. On the State and Guiding Principles of Broadband In India. IEEE Communications Magazine. **47**, 8.
- [5] B. Jerman-Blazic. 2008. Techno-economic Analysis And empirical study of Network Broadband Investment: The Case of Backbone Upgrading. Information Systems Frontiers. **10**, 1, 103–110.
- [6] M. I. Rosaidin. 2011. Optimasi Skema Kerjasama Pemerintah Swasta dalam Pembangunan Jalan Tol Studi Kasus: Jalan Tol Bandara Juanda-Tanjung Perak. Diss. Tesis, Universitas Indonesia.
- [7] K. Fandi. 2011. "Studi Kasus Penyediaan Layanan Backbone Jakarta - Singapura melalui Jalur Darat & Laut Di Indonesia Dengan Menggunakan Metode Tekno Ekonomi."
- [8] R. A. Brealey, et al. 2012. Principles of corporate finance. Tata McGraw-Hill Education.
- [9] K. Jakfar. 2012. Studi Kelayakan Bisnis. Edisi Revisi. Kencana Preñada Media Grup. Jakarta. B. Brigham & H. Houston. 2009. Fundamental of Financial Management (Dasar-Dasar Manajemen Keuangan, buku 1 edisi 10), Penerbit Jakarta Salemba Empat.
- [10] Information Memorandum: Palapa Rings Project. 2006. Komite Percepatan Penyediaan Infrastruktur.
- [11] B. Y. Iskandar, 2007. "Palapa Ring: Towards Indonesia-Connected". Ditjen Postel.

- [12] “—”, “Gajah Mada”. Diakses Maret 2017, dari Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Gajah_Mada
- [13] “—”, “Gajah Mada Portrait”, Diakses April 2017, dari Britannica Student Encyclopedia, <http://student.britannica.com/eb/art-10906/Terra-cotta-head-identified-as-Gajah-Mada-in-the-Trawulan>.
- [14] A. D. Cahyadi, 2017. “Dengan Palapa Menjangkau Dunia”, Diakses Maret 2017, dari Teknopreneur Magazine, <http://www.teknopreneur.com/rubrikasi.php?categoryid=1&id=46&x=1&y=5>
- [15] P. Badan et al., 2015. “Adendum Dokumen Pelelangan/Dokumen Permintaan Proposal (Request For Proposal / RFP),” no. November.
- [16] Palapa Ring, 2017. “Dokumen Teknis Palapa Ring Barat,” **1**, 9.
- [17] D. Systems, ITU- T G.654. 2010. “Telecommunication Standardization Sector Of ITU,”
- [18] D. Systems, ITU- T G.652. 2009. “Telecommunication Standardization Sector Of ITU,”
- A. Ismoyo, 2008. “Analisis & Perancangan Titik Labuh Jaringan Palapa Ring & Jaringan Ekstensi Untuk Pulau Papua, Agung Ismoyo, FTUI ”.
- [19] Palapa Ring Architecture, 2007. Departemen Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.
- [20] W. Bank, 2010. “World Bank Study of Recommended Broadband Strategy in Indonesia Issues and Options for Government Consideration,” pp. 1–133.
- [21] P. Tingkat and K. Di, 2016. “Tingkat Kemiskinan Riau Maret 2016 Jumlah & Persentase Penduduk Miskin Riau pada Maret 2016 adalah 515,40 ribu atau,” **35**, 1–5.
- [22] G. Kemiskinan, 2017. “Profil Kemiskinan Di Provinsi Kepulauan Riau,” **7**, 1–5.
- [23] B. Makanan and M. Jadi, 2017. “Profil Kemiskinan Di Provinsi Jambi September 2016,” **5**. 1–5.
- [24] T. Kemiskinan, P. Kalimantan, & B. September, 2017. “BPS provinsi Kalimantan Barat,” no. **5**, 1–6.
- [25] Katib, Iyad, and Deep Medhi. 2009. "A Network Optimization Model for Multi-layer IP/MPLS over OTN/DWDM Networks." IPOM.
- [26] H. S. Nugroho, 2012. “Analisis Kelayakan Investasi Capital Budgeting Tarakan-Tanjung Selor PT. Telkom Bandung) Hendri Setyo,” 1–17.
- [27] Chi, Ronghua, Xianqin Li, and Xiaohan Sun. 2015. "Optimized amplification scheme in unrepeated DWDM system over 325 KM G. 652 fiber." Optical Communications and Networks (ICOON), 2015 14th International Conference on. IEEE.
- [28] IST-TONIC, E. U. I. S. T. Techno-economics of IP Optimised Networks & Services. IST-2000-25172. Available at <http://www-nrc.nokia.com/tonic>.
- [29] I. F. Akyildiz, F. David, M. Gutierrez-Estevez, and Elias Chavarria Reyes. 2010. "The evolution to 4G cellular systems: LTE-Advanced." Physical communication **3**, 4, 217-244.
- [30] R. Karthikeyan and S. Prakasam. 2013. "Analyzing Applications of Radio over Fiber (ROF) for Mobile Network." International Journal of Computer Science & Communication (IJCSC) **4**, 2, 89-92.
- [31] H. Hendraningrat, D. Kusuma, et al. 2011. "Refarming of frequency 700 MHz analysis for long term evolution (LTE) in Indonesia using link budget calculation." Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2011 International Conference on. IEEE.
- [32] D. Setiawan, D. Sirat, and D. Gunawan. 2012. "Feasibility of LTE 700 MHz digital dividend for broadband development acceleration in rural areas." Journal of ICT Research and Applications **6**, 1, 21-42.
- [33] Deore, Abhijeet, et al. 2012. "Total cost of ownership of WDM and switching architectures for next-generation 100Gb/s networks." IEEE Communications Magazine **50**, 11.
- [34] J. Roesse, et al. 2010. "Optical transport network evolving with 100 gigabit Ethernet evolving with 100 gigabit ethernet [100 gigabit ethernet transport]." IEEE Communications Magazine **48**, 3.