

## BAB IV ANALISIS IMPLEMENTASI JARINGAN AKSES FTTx

### 4.1 ANALISIS KONDISI LINGKUNGAN MAKRO

Untuk melihat kondisi lingkungan makro, maka perlu diperhatikan beberapa aspek pendukung yang berpengaruh dalam keberlanjutan bisnis telekomunikasi di Indonesia. Aspek-aspek yang akan kami bahas meliputi aspek politik dan regulasi, aspek ekonomi dan demografi, aspek sosial dan budaya serta aspek teknologi

#### 4.1.1 Aspek Ekonomi dan Demografi

Secara umum, perekonomian Indonesia tahun 2009 telah mampu melewati tahun penuh tantangan dengan capaian yang cukup baik. Meskipun melambat dibandingkan dengan tahun 2008, pertumbuhan ekonomi tahun 2009 dapat mencapai 4.5%, tertinggi ketiga di dunia setelah China dan India.

Pada triwulan I 2009, stabilitas pasar keuangan dan makroekonomi juga semakin membaik sampai dengan akhir 2009. Hal ini tercermin pada berbagai indikator sektor keuangan seperti Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), imbal hasil (yield), SUN dan nilai tukar yang membaik. Sementara itu, inflasi juga tercatat rendah 2.78%, terendah dalam satu dekade terakhir. Berbagai capaian positif yang mampu diraih perekonomian Indonesia pada 2009 telah semakin menguatkan optimisme akan berlanjutnya proses perbaikan kondisi perekonomian ke depannya.

Berkaitan dengan implementasi teknologi baru dalam hal ini adalah jaringan optic FTTx penting kiranya diperhatikan beberapa hal berkaitan dengan (i) daya beli konsumen, sebagai indikator yang dapat digunakan untuk melihat potensi pasar dan preferensinya terhadap berbagai pilihan teknologi akses yang tersedia; (ii) cost of money yang direpresentasikan oleh nilai tukar rupiah dan suku bunga, sebagai indikator untuk melihat besaran biaya dan resiko investasi yang akan ditanggung oleh operator. Gambaran keterkaitan hal-hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Keterkaitan aspek ekonomis dan demografi dalam rencana implementasi teknologi jaringan fiber optik FTTx

Dengan melihat kondisi daya beli masyarakat yang pada umumnya masih sangat terbatas, serta sensitive terhadap harga, maka produk-produk yang bersifat menghemat pengeluaran namun memiliki manfaat fungsional yang lebih baik dan beragam, akan tetap memiliki pasar yang besar (*huge market*). Oleh karena itu, jika produk dan layanan yang berbasis teknologi fiber optic FTTx dapat menawarkan harga yang terjangkau dengan kualitas yang lebih baik dan dengan service yang beragam, maka prospek bisnis FTTx masih sangat terbuka lebar. Dengan kondisi seperti ini, bisnis FTTx dapat (i) menciptakan pasar baru, yang belum tersentuh layanan eksisting, (ii) merebut pasar eksisting, yang merasa tidak puas dengan layanan yang sudah ada dan siap melakukan *churn*, jika ada tawaran yang lebih baik dari layanan yang baru

Dari sisi operator, aspek nilai tukar rupiah dan tingkat suku bunga, harus mendapat perhatian, karena akan mempengaruhi besarnya *capital expenditure* dan *cost of capital*. Hal ini selanjutnya akan berdampak pada perhitungan harga pokok penjualan (*cost of goods sold*), yang pada gilirannya akan mempengaruhi skala ekonomis, *payback periode* dan tingkat keuntungan yang akan diperoleh operator. Dengan kondisi nilai tukar dan tingkat suku bunga yang ada sekarang, maka teknologi yang relatif murah namun dengan kemampuan yang baik, sangat berpeluang untuk mensubsitusi teknologi yang relatif lebih mahal. Dengan demikian, teknologi FTTx sebenarnya memiliki momentum yang tepat untuk masuk ke pasar nasional, mengingat nilai tukar rupiah dan suku bunga yang sudah

relative stabil dan terkendali. Dengan kondisi seperti ini perencanaan investasi dapat dilakukan dengan lebih akurat, sehingga resiko bisnis menjadi lebih terkalkulasi

Indikator ekonomi lainnya, bukan berarti tidak penting, namun semuanya harus dilihat dalam konteks pengaruhnya pada daya beli dan *cost of capital*, yang sangat berdampak pada sisi *demand* dan sisi *supply* dari teknologi FTTx. Secara umum, indikator ekonomi lainnya sudah menunjukkan tanda-tanda stabil, bahkan mengalami pertumbuhan. Hal ini ditunjukkan dengan membaiknya semua determinan indikator ekonomi, yaitu : *GDP Growth Rate*, *Inflation Rate*, Bunga Pinjaman dan Bunga Deposito. Hal ini tentunya akan menjadi modal untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan lapangan kerja, peningkatan standard hidup masyarakat, peningkatan cadangan devisa negara pada tahun-tahun berikutnya yang pada akhirnya juga akan memberikan dampak positif bagi pertumbuhan pendapatan jasa telekomunikasi.

#### 4.1.2 Aspek Sosial dan Budaya

Pertimbangan aspek sosial yang penting berkaitan dengan implementasi jaringan fiber optic FTTx adalah (i) nilai-nilai masyarakat dalam mengakui dan mengadopsi keanekaragaman; (ii) nilai-nilai masyarakat untuk mau mencoba hal-hal yang baru; dan (iii) nilai-nilai masyarakat terhadap pengakuan pentingnya informasi. Hal ini selanjutnya akan berdampak ada adanya kebutuhan, keinginan, harapan dan motivasi yang beragam terhadap jasa telekomunikasi. Gambaran keterkaitan hal-hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Keterkaitan aspek sosial dan budaya dalam rencana implementasi teknologi jaringan fiber optik FTTx

Sejak gelombang reformasi digulirkan pada tahun 1998, kondisi dan tatanan sosial masyarakat Indonesia sedikit demi sedikit mengalami pergeseran. Keseragaman dan kemapanan yang sempat menjadi nilai-nilai dominan di masyarakat mulai pudar dan tergantikan sedikit demi sedikit dengan pengakuan terhadap keanekaragaman dan *heterogenitas*. Kondisi ini merupakan hal yang sangat kondusif untuk menawarkan beraneka ragam produk, mengingat munculnya berbagai ceruk pasar (*market niche*) yang tercipta akibat terbentuknya berbagai perilaku masyarakat yang berbeda dalam mengkomsumsi produk

Selain itu, dengan semakin tingginya tingkat pendidikan masyarakat yang disertai dengan meningkatnya kemampuan membandingkan dan mengevaluasi suatu produk, pada saat ini masyarakat semakin berani mencoba hal-hal yang baru. Keberanian untuk mencoba hal-hal yang baru terutama dominant muncul dikalangan generasi yang lebih muda. Generasi muda ini cenderung bersikap lebih terbuka, berani mengambil resiko, dan ingin tampil beda. Oleh karena itu, implementasi jaringan fiber optic FTTx, sebagai tawaran baru bagi masyarakat, punya peluang untuk segera diadopsi, jika mampu dikomunikasikan dengan tepat dan baik

Aspek sosial lainnya yang cukup mendukung peningkatan kebutuhan jasa telekomunikasi masyarakat adalah adanya pengakuan terhadap pentingnya informasi dalam mendukung kegiatan mereka sehari-hari. Di kalangan generasi

yang lebih muda dan yang relative terdidik, kebutuhan informasi sudah sangat meningkat baik secara intensitas maupun keragamannya. Informasi yang terkini tidak hanya diperlukan dalam pekerjaan, namun juga diperlukan untuk mendukung kegiatan sosial dan kemasyarakatan. Oleh karena itu, dengan implementasi teknologi FTTx yang dapat meningkatkan kapasitas jaringan, layanan dan konten dalam industri telekomunikasi, memiliki peluang yang cukup terbuka untuk turut memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut

#### 4.1.3 Aspek Teknologi

Teknologi yang akan berpengaruh adalah teknologi yang mampu memberikan kondisi : (i) lebih murah dalam penggunaan input (*cheaper*) ; (ii) lebih cepat dalam proses utilisasi (*faster*); (iii) lebih baik dalam kinerja dan hasil (*better*). Trend teknologi telekomunikasi dunia yang didominasi perkembangan teknologi broadband dan internet serta multimedia yang bersifat interaktif, merupakan sinyal bahwa Indonesia pun harus segera memberikan perhatian yang lebih besar pada pengembangan teknologi tersebut. Indonesia sebagai negara pembeli dan pengguna teknologi (bukan pembuat dan pengembang teknologi) memang tidak dapat mandiri terhadap perkembangan teknologi dunia. Jika supply dan supportnya ingin tetap tersedia, maka Indonesia harus mengikuti teknologi yang ada, dengan tempo dan irama yang sama. Hal ini harus dilakukan dengan perhitungan ekonomi, sehingga pemanfaatan teknologi dapat dilakukan secara *cost effective* dan *efficient*

#### 4.1.4 Resume Kondisi Lingkungan Makro

Jika seluruh tinjauan yang dipaparkan di atas diresumekan maka dapat dikatakan bahwa kondisi lingkungan makro, yang mendukung bisnis telekomunikasi di Indonesia cukup atraktif, karena keempat elemennya memiliki kondisi yang mendukung. Artinya, jika ada upaya untuk mengimplementasikan teknologi fiber optic FTTx di Indonesia, maka tidak ada *handycap* yang cukup berarti dari lingkungan bisnis yang ada sekarang ini. Gambaran kondisinya seperti yang dapat diilustrasikan pada gambar 4-3



Gambar 4.3 Resume kondisi lingkungan makro

Kondisi lingkungan makro bisnis telekomunikasi secara umum menunjukkan kondisi yang masih atraktif, dalam arti masih menjanjikan profitabilitas dan tingkat pengembalian yang baik. Ada beberapa hal yang membuat implementasi teknologi fiber optic FTTx ini tetap atraktif, antara lain :

- (i) Industri ini *high regulated*, eksistensinya mendapat perhatian pemerintah dan tidak sembarang perusahaan dapat masuk
- (ii) Permintaannya menyangkut kebutuhan orang akan interaksi sosial dan informasi, sehingga masih terkait *basic need*, dengan demikian menjadi *relatif inelastic demand*;
- (iii) Secara psikologis telekomunikasi adalah indikator kemajuan individu, kelompok, bahkan negara, sehingga sangat diminati konsumen untuk mengekspresikan modernitas

Secara spesifik untuk implementasi teknologi fiber optic FTTx, perlu dilihat posisi teknologi FTTx dalam kerangka struktur industri bisnis teknologi akses. Dengan melihat faktor-faktor utama yang mempengaruhi attractiveness atau daya

tarik suatu industri meliputi ancaman pendatang baru dan produk substitusi, posisi tawar pelanggan dan pemasok, serta persaingan internal diantara operator, diketahui bahwa teknologi FTTx cukup atraktif.

a. Ancaman Pendatang Baru

Bagi operator yang berencana melakukan pengelaran jaringan fiber optic FTTx, maka ancaman pendatang baru untuk kegiatan ini adalah *moderate*. Ancaman pendatang baru merupakan ancaman yang serius, karena meskipun teknologi ini merupakan teknologi yang relatif baru di implementasikan di Indonesia, namun investasi yang dibutuhkan tidak terlalu tinggi, sehingga *entry barriernya* menjadi relative lebih ringan. Jadi secara keseluruhan ancaman pendatang baru dapat dikategorikan *moderate* karena : (a) Regulator membuka peluang besar bagi semua operator untuk bersaing secara terbuka dan bebas dengan mengacu pada licensi pengoperasian yang sudah diberikan kepada sejumlah operator. Dalam hal ini jika regulator tidak pernah membatasi jumlah operator yang ingin bermain dalam bisnis ini, maka ancaman pendatang baru akan sangat tinggi; (b) Sesuai karakteristik sistem, industri ini tidak memerlukan modal yang tinggi sejak awal pembangunan. *Pay as you grow* atau investasi bertahap sesuai pertumbuhan *demand* menjadi salah satu keunggulan teknologi ini. Dengan demikian kepemilikan modal, tidak akan menjadi kendala bagi operator yang akan memasuki bisnis ini; (c) *Economic of scale* dalam bisnis ini bisa dikatakan relative rendah karena biaya produksi atau perangkat akan menjadi rendah jika digunakan untuk melayani banyak pelanggan. Artinya pada tingkat jumlah pelanggan yang tidak terlalu banyakpun dapat dihasilkan biaya yang efisien. Jadi tidak sulit bagi pendatang baru untuk dapat *survive* dalam pengelaran jaringan fiber optic FTTx, meskipun jumlah pelangganya tidak terlalu banyak. *Economies of scale* adalah jumlah pelanggan minimum pelanggan yang diperlukan operator untuk beroperasi secara efisien. Dengan kata lain, pada jumlah pelanggan tertentu, akan terjadi penurunan *unit cost* sampai pada titik yang efisien. *Economies of scale* akan tercapai bila diperoleh tingkat kuantitas pelanggan yang berpengaruh pada penurunan *unit cost* (d) Meski *entry barrier* sangat kecil namun dari sisi pemasaran pendatang baru harus memiliki dominasi dalam *distribution channel*

dan membangun *customer relationship* yang kuat dalam menghadapi *incumbent* atau operator eksisting. Calon pelanggan akan lebih cenderung menggunakan layanan operator yang telah *mature* karena reputasi sebagai perusahaan yang berpengalaman. Untuk memperoleh *market share*, paling tidak pendatang baru harus memberikan layanan dengan *benefit* yang cukup variatif dibanding *incumbent* seperti tarif yang lebih murah maupun fitur layanan yang lebih baik. Hal ini dapat menjadi kendala bagi pendatang dalam menggelar jaringan fiber optic FTTx.

#### b. Ancaman Produk Substitusi

Ancaman produk substitusi untuk bisnis ini rendah. Teknologi eksisting berbasis kabel seperti teknologi ADSL dan HFC hanya bisa memberikan sebagian dari layanan yang bisa diberikan oleh jaringan fiber optic FTTx. Ancaman produk substitusi ini bisa menjadi tinggi apabila positioning FTTx sama dengan produk-produk tersebut, namun ancaman ini juga bisa menjadi rendah apabila positioning FTTx bisa diarahkan secara tepat. Jika jaringan fiber optic FTTx digunakan sebagai komplemen ADSL, maka positioning FTTx dapat dikatakan lemah yang berarti ancaman substitusi tinggi. Tetapi untuk positioning lain dimana positioning FTTx sebagai akses jaringan utama sedangkan jaringan distribusi menggunakan ADSL maka positioning FTTx boleh dikatakan kuat.

#### c. Posisi Tawar Pelanggan

Posisi tawar pelanggan boleh dikatakan *moderate*, karena pelanggan dihadapkan pada banyak alternatif jaringan akses yang disediakan oleh operator untuk menyediakan layanan. Untuk itu aspek yang sangat menentukan dalam mengatasi persaingan pada sisi ini adalah melakukan perencanaan yang *comprehensive* agar performansi produk dan layanan bisa bersaing atau bahkan lebih baik dari competitor, disamping penetapan harga yang lebih *moderat*

#### d. Posisi Tawar Pemasok

Dengan dipilihnya teknologi GPON FTTx di Indonesia dimana *interoperability* dijadikan syarat wajib, maka posisi tawar pemasok untuk produk FTTx *moderate*,

karena terdapat banyak vendor yang menyediakan perangkat splitter maupun ONT (Optical Network Terminal) pada industri ini. Disamping ini karena sistem GPON FTTx mengadopsi standard ITU-T, maka performansi sistem antar vendor pun akan sama. Hal ini sesuai dengan hukum industri dimana persaingan dari banyak pemain pada suatu industri tertentu berdampak pada kualitas perangkat dan pada ujungnya layanan industri tersebut akan menjadi lebih baik. Akibatnya selain diuntungkan karena kualitas produk maupun layanan yang lebih baik, operator maupun customer diuntungkan dengan banyaknya pilihan

#### e. Persaingan

Persaingan internal pada industri ini adalah moderate, dikarenakan banyaknya operator dan *demand* yang tinggi yang cenderung tumbuh sejalan indikator ekonomi serta sector riil yang turut membaik. Meskipun secara produk tidak terdiferensiasi, namun untuk mempertahankan posisinya dalam persaingan, setiap operator dapat melakukan *diferensiasi* pada aspek pelayanan.

## 4.2 EVALUASI TEKNOLOGI JARINGAN OPTIK FTTx

### 4.2.1 Pemilihan tipe arsitektur jaringan FTTx

Mengacu pada uraian yang terdapat pada bagian 2.2 berkaitan dengan arsitektur jaringan akses fiber optic dimana terdapat dua tipe arsitektur yaitu tipe arsitektur jaringan aktif serta tipe arsitektur jaringan pasif. Kedua tipe jaringan tersebut secara garis besar terlihat sangat mirip. Evaluasi masing-masing tipe arsitektur didasari atas beberapa persepsi yang kami temui berdasarkan pengalaman implementasi serta diskusi dengan beberapa team implementator operator.

Beberapa persepsi umum yang muncul berkaitan dengan desain serta implementasi kabel optik di jaringan akses adalah :

1. Penggunaan perangkat aktif menjadikan kehandalan berkurang dibanding jaringan berbasis PON
2. System PON tidak memerlukan set top box untuk layanan Video
3. System PON memberikan Bandwitdh yang melimpah

#### 4. PON mempunyai market share yang lebih dominan dibandingkan dengan Jaringan Aktif

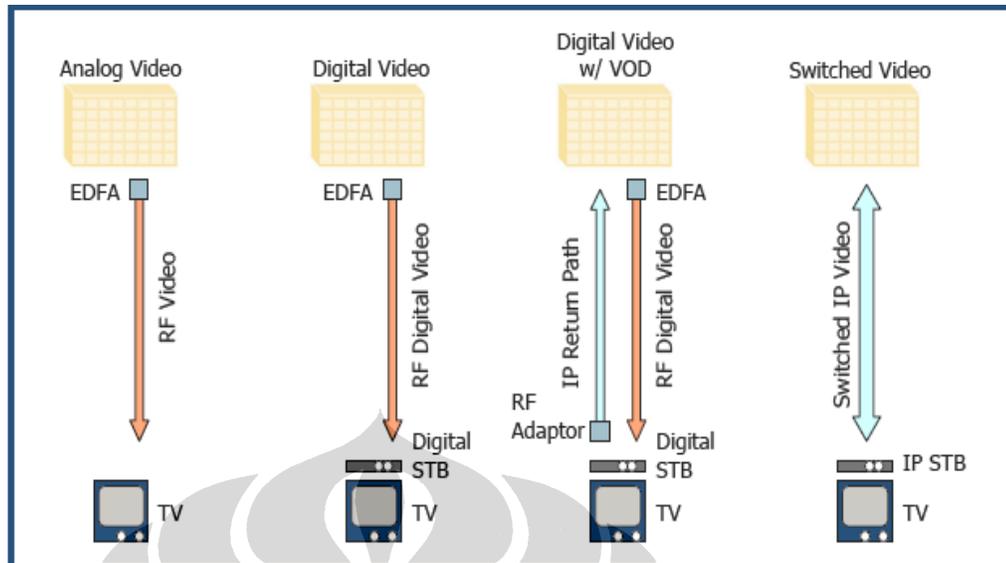
Kami akan melakukan evaluasi dengan mengambil beberapa sumber data sekunder, untuk menjawab beberapa persepsi umum diatas.

##### *a. Penggunaan perangkat aktif menjadikan kehandalan berkurang dibanding jaringan berbasis PON*

Perkembangan dua teknologi pendukung jaringan aktif yaitu penetapan standard IEEE 802.3ah Ethernet in the First Mile (EFM) dan penemuan metode pengiriman Ethernet dengan menggunakan satu core fiber menjadi pendukung utama teknologi jaringan aktif menjadi lebih kompetitif secara teknologi. Sebelum penemuan ini, Active Ethernet Solution memerlukan 2 (dua) core fiber optic ke setiap pelanggan (satu untuk transmit dan satu untuk receive). Ketika harga fiber masih mahal, issue ini masih relevan, tetapi dengan perkembangan teknologi ini dan harga fiber yang semakin murah maka issue ini menjadi tidak relevan lagi. Berkaitan dengan issue penggunaan perangkat outdoor, dengan standarisasi EFM maka perangkat ethernet yang digunakan sudah mendukung kondisi yang ekstrem dan bukan menjadi kendala lagi ketika dipasang di outdoor.

##### *b. System PON tidak memerlukan set top box untuk layanan Video*

PON mendukung layanan video dengan menggunakan metode EDFA (*Erbium Dopped Fiber Amplifier*), dimana mengirimkan signal RF melalui panjang gelombang yang berbeda kearah perangkat pelanggan.



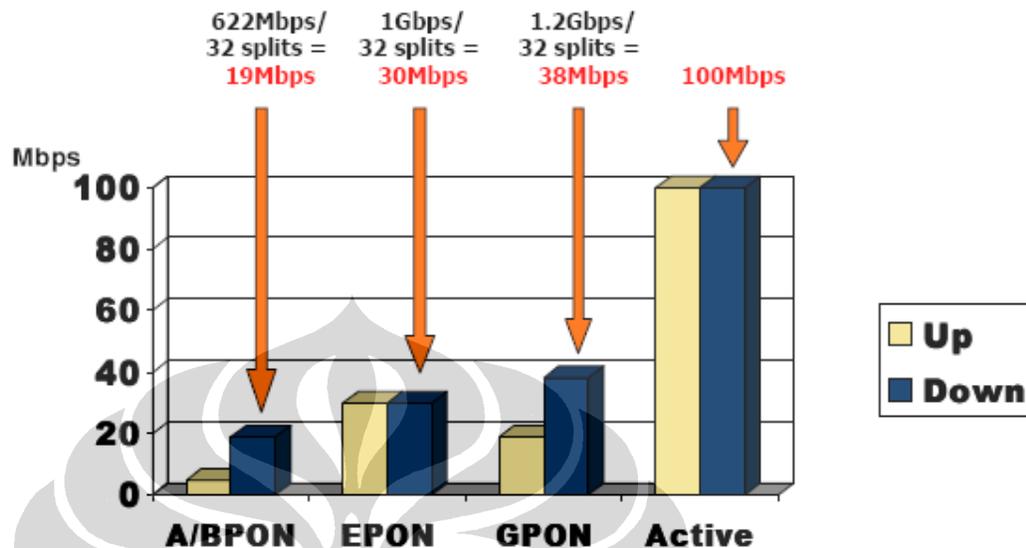
Gambar 4-4 : Beberapa alternatif pengembangan layanan Video [20]

Jika signal analog yang dikirimkan ke arah pelanggan, maka signal ini akan diteruskan ke pesawat televisi tanpa memerlukan set to box lagi seperti terlihat pada gambar 4-4, dengan kualitas gambar dan suara sama dengan penerimaan layanan TV analog saat ini. Jika signal digital yang dikirimkan ke arah pelanggan, maka diperlukan set top box tambahan untuk melakukan fungsi *descramble signal* untuk selanjutnya diteruskan ke pesawat televisi.

c. *System PON memberikan Bandwidth yang besar*

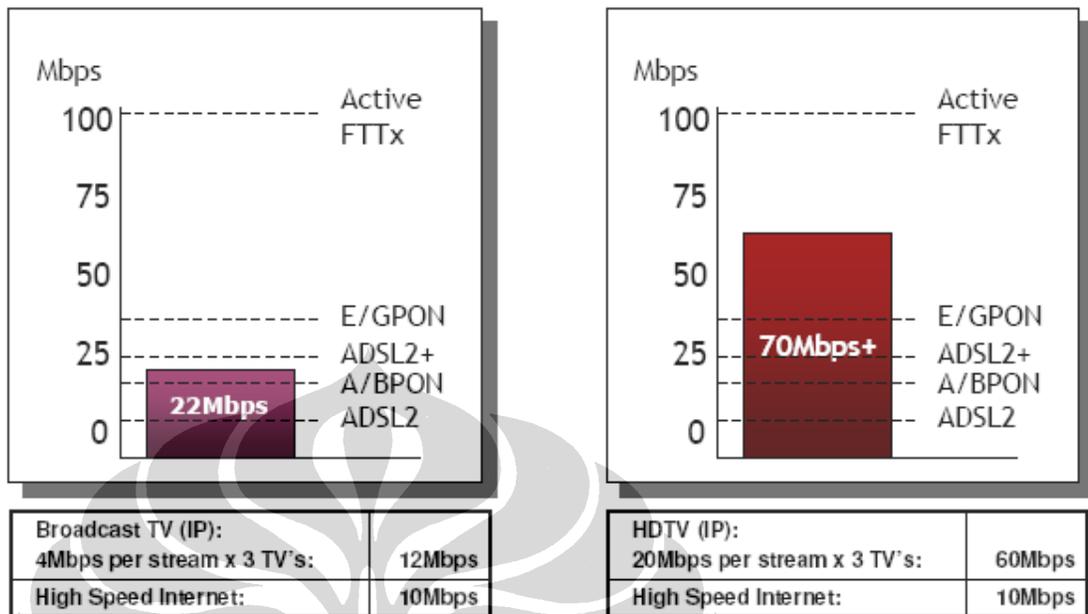
Untuk menentukan berapa besar bandwidth yang dibutuhkan oleh pelanggan, operator harus melakukan evaluasi terlebih dahulu berapa besar bandwidth yang dibutuhkan untuk mendeliver layanan yang akan diberikan. Karena kapasitas dan jarak menjadi batasan dalam pengembangan infrastruktur optik, maka perlu diperhatikan perangkat yang akan dipasang untuk menghandle *bandwidth* yang dibutuhkan tersebut

Tabel 4-1 : Perbandingan Bandwidth untuk setiap Teknologi [20]



Dari Tabel 4-1 dapat dilihat bahwa perbedaan teknologi akan berpengaruh pada level bandwidth yang tersedia baik untuk upstream ataupun downstream. Sebagai contoh penggunaan teknologi APON dan BPON dimana mendeliver 622 Mbps downstream, asumsi displit kearah 32 pelanggan maka setiap pelanggan akan tersedia bandwidth sebesar 19 Mbps. Untuk upstream dimana tersedia bandwidth layanan sebesar 155 Mbps dimana diasumsikan displit kearah 32 pelanggan maka setiap pelanggan akan tersedia bandwidth sebesar 5 Mbps. Untuk teknologi EPON menyediakan bandwidth 1 Gbps downstream dan upstream, dengan asumsi sama di split kearah 32 pelanggan sehingga tersedia 31 Mbps *bi-directional* bandwidth ke setiap pelanggan. Teknologi GPON adalah teknologi PON terbaru dimana mendeliver 1.2 Gbps downstream, asumsi displit kearah 32 pelanggan maka setiap pelanggan akan tersedia bandwidth sebesar 37 Mbps. Untuk upstream dimana tersedia bandwidth layanan sebesar 622 Mbps dimana diasumsikan displit kearah 32 pelanggan maka setiap pelanggan akan tersedia bandwidth sebesar 19 Mbps

Sebagai pembanding teknologi aktif Ethernet menyediakan bandwidth *dedicated bi-directional* ke arah pelanggan sebesar 10/100/1000 Mbps. Representasi perbandingan terlihat pada gambar 4-5

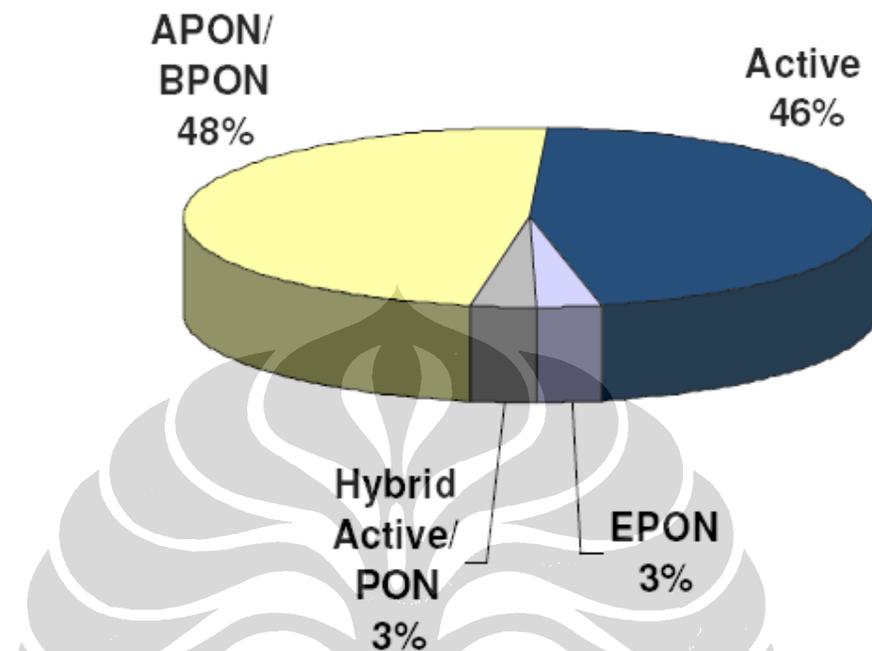


Gambar 4-5 : Layanan FTTx Perumahan : Saat ini vs yang akan datang [20]

d. *PON mempunyai market share yang lebih dominan dibandingkan dengan Jaringan Aktif*

Mengacu pada data yang disampaikan oleh *Render, Vanderslice & Associates* pada bulan oktober tahun 2003, sebuah perusahaan research yang focus pada penelitian FTTx market, menyebutkan bahwa data actual pengembangan jaringan FTTx mendekati sama antara penggunaan PON dengan tipe arsitektur aktif dimana perbandingannya adalah 48% dan 46%, hasil detailnya mengacu pada tabel 4-2 berikut :

Tabel 4-2 Prosentase jumlah pelanggan jaringan aktif vs jaringan pasif



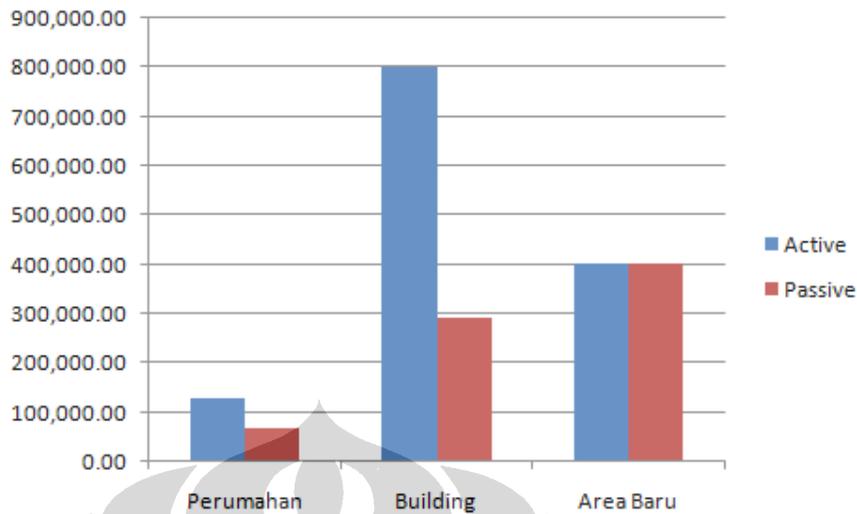
Dari keempat penjelasan diatas dapat kita ambil kesimpulan bahwa arsitektur jaringan pasif dan aktif, adalah sebuah teknologi yang sudah mature dan dapat digunakan sebagai solusi bagi operator dalam mendeliver konvergen layanan ke pelanggan.

Faktor-faktor yang disebutkan diatas adalah aspek klarifikasi teknis yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tipe arsitektur jaringan FTTx. Faktor lainnya yang tidak kalah pentingnya dalam penentuan diimplementasikan atau tidaknya tipe arsitektur tersebut adalah biaya. Untuk lebih menyederhanakan perbandingan maka diambil asumsi bahwa perhitungan hanya melibatkan total biaya perangkat dan biaya support saja. Parameter lain yang akan diperhitungkan adalah asumsi jumlah pelanggan serta jarak pelanggan ke OLT. Untuk melakukan perhitungan tersebut beberapa asumsi

Secara lebih detail kami juga melakukan perbandingan untuk masing-masing tipe arsitektur dengan hasil terlihat seperti pada tabel 4-3 dan 4.4.

- Harga Perangkat :
  - Perangkat
    - GPON OLT = \$ 1800,
    - Modem Optic (Sisi sentral) = \$ 250 (per pelanggan)
    - GPON ONT = \$ 100 (per pelanggan)
    - Modem Optic (Sisi Customer) = \$ 100 (per pelanggan)
  - Harga Splitter 1: 32 = \$ 1800
  - Biaya Support per m = \$ 5
- Jarak OLT ke pelanggan :
  - Perumahan = 2500 m
  - Building = 1500 m
  - Market Baru = 4000 m
- Jumlah pelanggan :
  - Perumahan = 10 pelanggan
  - Building = 100 pelanggan
  - Market baru = 2 pelanggan

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung biaya investasi pengelaran jaringan baru dengan menggunakan tipe arsitektur aktif dan pasif. Hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 4-6 dibawah.



Gambar 4-6 : Perhitungan biaya investasi pasif dan aktif FTTx

Dari gambar diatas terlihat bahwa investasi untuk arsitektur jaringan pasif FTTx sangat efektif untuk seluruh tipe area dan jumlah pelanggan kecuali untuk area market baru dimana jumlah pelanggan kecil disarankan untuk menggunakan jaringan aktif FTTx. Jaringan aktif FTTx juga akan digunakan sebagai satu-satunya opsi sekiranya masalah jarak tidak bisa dicapai dengan menggunakan jaringan pasif FTTx.

Beberapa hal tambahan yang perlu diperhatikan dalam rangka pemilihan arsitektur jaringan aktif dan pasif FTTx seperti terlihat pada tabel 4-3 berikut.

Tabel 4-3 : Perbandingan tipe arsitektur aktif dan pasif

	Pasif FTTx	Aktif FTTx
<b>Kapasitas Transmisi (DS/US)</b>	DS : 2.5 Gb, US : 1.2 Gb	DS : 1 Gbps, US : 1 Gbps
<b>Maksimum Jumlah Pelanggan per sistem</b>	64	1
<b>Typical kebutuhan per pelanggan</b>	40 Mbps	100 Mbps
<b>Jumlah interface optic</b>	Kepadatan interface FO di sisi CO kecil, kepadatan interface FO di sisi pelanggan tinggi	Kepadatan interface di sisi CO tinggi ( 1 : 1 )
<b>Support Layanan TV</b>	IP TV, Cable TV (support broadcast)	IP TV
<b>Flexibilitas</b>	Rendah, Upgrade di sisi OLT akan berpengaruh pada seluruh sisi ONT yang terkoneksi	Tinggi, dieliminir per pelanggan
<b>Reliability</b>	Rendah, kerusakan di sisi OLT akan berpengaruh pada seluruh ONT yang terkoneksi	Tinggi, dieliminir per pelanggan
<b>Diagnosis error dalam infrastruktur</b>	Komplek	Simple

Kami mencatat ada empat pertanyaan mendasar yang perlu diklarifikasi sebagai data lanjutan yang diperlukan untuk menghitung biaya investasi secara lebih mendetail. Pertanyaan tersebut adalah :

1. *Apakah area yang akan dilayani adalah area baru yang belum ada infrastrukturnya atau pengembangan dari network existing?*

Untuk area yang baru dibangun seperti kawasan bisnis, kampus atau perumahan baru, biaya instalasi fiber optic dan copper relative sama, sehingga sebagian besar operator akan memilih menggunakan fiber optic. Jika operator memilih menggunakan arsitektur PON, maka perlu kehati-hatian dalam pendesainannya, untuk memaksimalkan biaya investasi. Kondisi ini disebabkan jumlah pelanggan belum begitu banyak, biaya investasinya per pelanggannya

menjadi tinggi serta return of investmennya menjadi lama. Untuk beberapa operator mereka akan memilih menggunakan arsitektur star dengan pertimbangan cost serta kemudahan dalam berintegrasi.

2. *Berapa banyak legacy service yang akan diintegrasikan?*

Hanya konfigurasi star yang memungkinkan operator untuk untuk mendeliver infrastruktur legacy akses dan menambahkan fiber yang terkoneksi ke existing remote terminal / node dengan tambahan investasi yang paling kecil.

3. *Apakah infrastruktur akan dikembangkan secara bertahap atau akan sekaligus?*

Beberapa operator mempunyai rencana jangka pendek dengan memanfaatkan infrastruktur copper dan rencana jangka panjang dengan pengeluaran infrastruktur fiber optic. Arsitektur PON mendukung pengembangan secara bertahap meskipun perlu diperhatikan minimum jumlah pelanggan serta kondisi geografis dari pelanggan.

4. *Apa service yang akan dideliver saat ini dan saat yang akan datang dan bagaimana korelasinya dengan bandwidth yang dibutuhkan?*

Trend yang terjadi saat ini ada kecenderungan peningkatan kebutuhan bandwidth di sisi pelanggan untuk keperluan layanan video on demand, interactive gaming dan HDTV. Arsitektur jaringan harus direncanakan sedemikian rupa untuk mengantisipasi kebutuhan ini dan memastikan bahwa infrastruktur jaringan akses dapat mensupport kebutuhan akan bandwidth yang lebar. Mengacu pada tabel 2-1 dapat dilihat gambaran estimasi kebutuhan pelanggan serta korelasinya atas kebutuhan bandwidth

#### 4.2.2 Evaluasi teknologi GPON FTTx dan EPON FTTx

Faktor utama yang perlu diperhatikan dalam penentuan pengaruh biaya dalam pengeluaran FTTx adalah pemahaman mengenai karakteristik teknologi PON. Karakteristik teknologi PON yang perlu diperhatikan adalah bandwidth PON,

bandwidth efficiency dan rasio split. Tabel berikut menunjukkan perbedaan performansi dan operasional antara EPON dan GPON.

Tabel 4-4 : Perbandingan teknologi

	<b>IEEE 802.3ah (EPON)</b>	<b>ITU-T G.984 (GPON)</b>
<b>Downstream</b>	1250 Mbps	2500 or 1250 Mbps
<b>Upstream</b>	1250 Mbps	1250 or 622 Mbps
<b>Split ratio</b>	1:32	1:32, 1:64, (1:128 planned)
<b>Downstream Efficiency</b>	~72% as a result of: 8B/10B encoding (20%) Overhead & Preamble (8%)	~92% as a result of: NRZ scrambling (no encoding) Overhead (8%)
<b>Revenue BW</b>	900 Mbps	2300 Mbps
<b>OAM&amp;P</b>	OAM is optional and minimally supports: failure indication, loop-back and link monitoring to the ONT. Provisioning and services are out of scope.	OMCI is mandatory. Full FCAPS on ONT and services.
<b>Security</b>	None specified. AES used by various vendors.	AES is part of the standard.
<b>Network Protection</b>	None specified.	Optional 50 mS switching time.
<b>TDM transport</b>	Circuit Emulation over Ethernet (ITU-T Y.1413 or MEF or IETF)	Native via GEM or Circuit Emulation over Ethernet (ITU-T Y.1413 or MEF or IETF)
<b>Interoperability</b>	None specified	FSAN and ITU-T

Dari table 4-4 diatas terlihat bahwa GPON memiliki beberapa keunggulan untuk diimplementasikan di operator diantaranya adalah O&M, interoperability dan security, seluruh feature ini sangat dibutuhkan oleh operator dalam menunjang implementasi dan operasionalisasi layanan.

Faktor-faktor yang disebutkan diatas adalah aspek teknis yang perlu diperhatikan dalam mendukung layanan implementasi FTTx. Faktor lainnya yang tidak kalah pentingnya dalam penentuan diimplementasikan atau tidaknya teknologi FTTx adalah biaya. Untuk lebih menyederhanakan perbandingan maka diambil asumsi bahwa perhitungan hanya melibatkan total biaya perangkat untuk implementasi jaringan FTTx. Parameter lain yang akan diperhitungkan adalah asumsi jumlah pelanggan serta asumsi bandwidth yang dibutuhkan oleh masing-masing pelanggan, sedangkan biaya OSP diperlakukan sama meskipun menggunakan split rasio yang berbeda. Untuk melakukan perhitungan tersebut beberapa asumsi digunakan yaitu :

- Harga Perangkat :
  - GEPON OLT = GPON OLT = \$ 1800
  - GEPON ONT = GPON ONT = \$ 100 (per pelanggan)
- Jumlah pelanggan :
  - Horizontal Building : 10.000 pelanggan
  - Vertical Building : 400 pelanggan
- Bandwidth yang digunakan :
  - Pelanggan konvensional data : 64 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps, 5 Mbps
  - Pelanggan triple-play : 10 Mbps, 20 Mbps, 30 Mbps, 40 Mbps, 50 Mbps, 60 Mbps, 70 Mbps, 80 Mbps, 90 Mbps, 100 Mbps

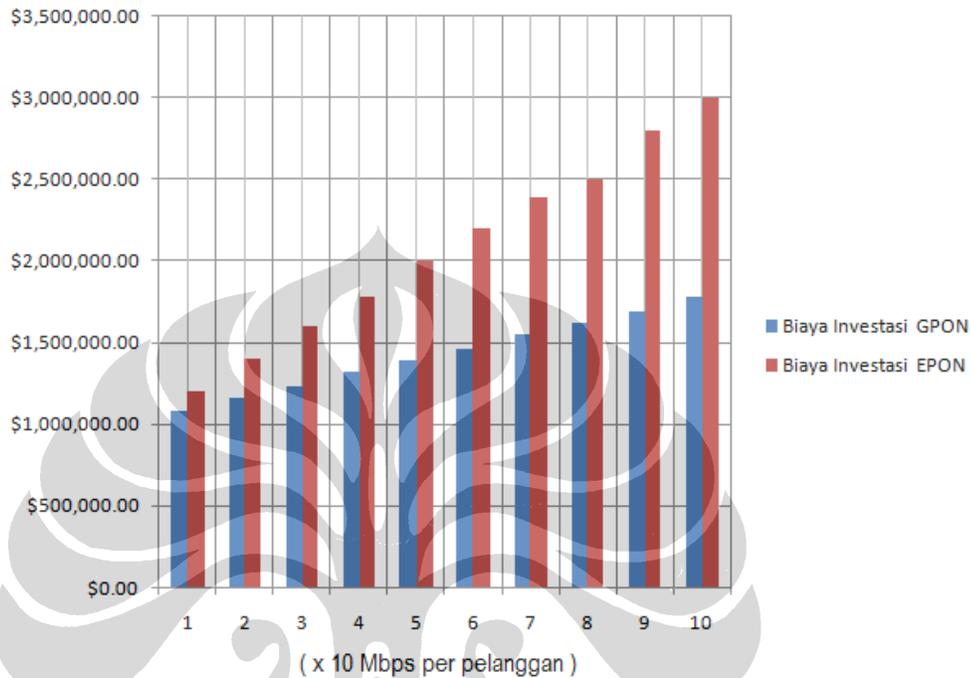
#### 4.2.2.1 Hasil perhitungan daerah horizontal building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung jumlah OLT yang diperlukan dalam implementasi FTTx berbasis EPON maupun GPON untuk mendeliver layanan di daerah horizontal building dengan pelanggan triple play. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5-6.

Tabel 4-5 : Jumlah kebutuhan OLT untuk daerah horizontal building dengan pelanggan triple play

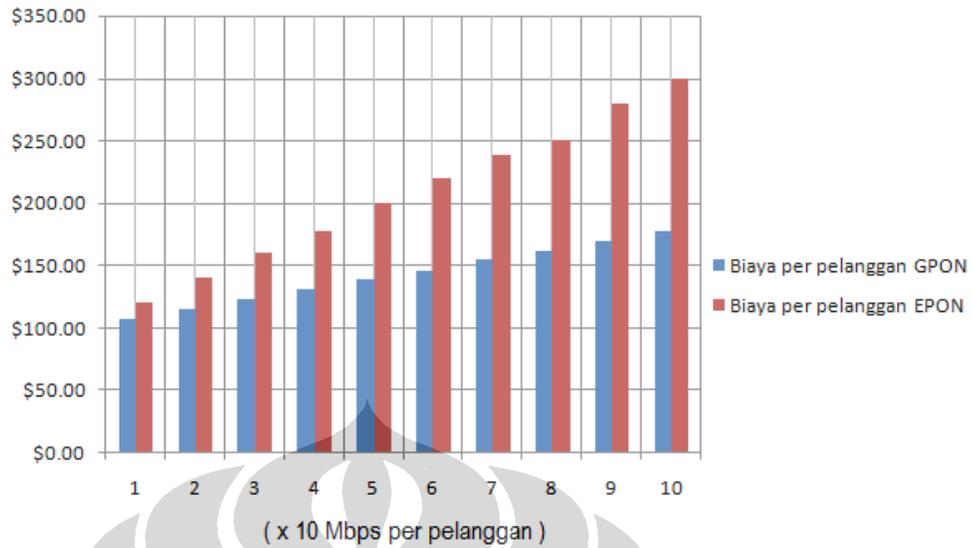
No	Kebutuhan per pelanggan (Mbps)	Kebutuhan OLT		Rasio
		GPON	EPON	
1	10.00	44	112	2.545454545
2	20.00	87	223	2.563218391
3	30.00	130	334	2.569230769
4	40.00	176	435	2.471590909
5	50.00	218	556	2.550458716
6	60.00	257	667	2.595330739
7	70.00	304	770	2.532894737
8	80.00	345	834	2.417391304
9	90.00	385	1000	2.597402597
10	100.00	435	1112	2.556321839

Gambar 4.7 menunjukkan hasil perhitungan biaya investasi yang dibutuhkan untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan triple play untuk daerah horizontal building



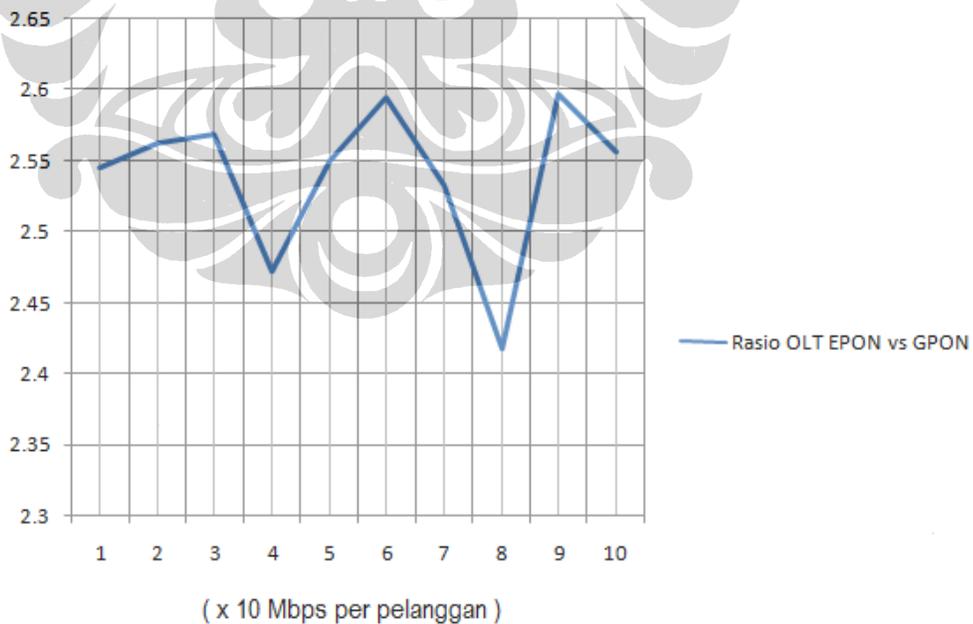
Gambar 4.7 Total Biaya Investasi EPON vs GPON (Horisontal building, Triple Play)

Gambar 4.8 menunjukkan hasil perhitungan pembebanan biaya per pelanggan untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan triple play untuk daerah horizontal building



Gambar 4.8 : Biaya Per Pelanggan EPON vs GPON (Horisontal building, Triple Play)

Gambar 4.9 menunjukkan hasil perhitungan rasio OLT untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan triple play untuk area horizontal building



Gambar 4.9 Rasio OLT EPON vs GPON (Horisontal building, Triple Play)

Dari ketiga tabel diatas, dapat disampaikan beberapa hal :

- Untuk horizontal building dengan jumlah pelanggan 10.000 pelanggan dengan karakteristik range bandwidth yang dibutuhkan diangka 10 Mbps, 20 Mbps, 30 Mbps, 40 Mbps, 50 Mbps, 60 Mbps, 70 Mbps, 80 Mbps, 90 Mbps dan 100 Mbps, maka teknologi FTTx berbasis GPON lebih efisien dibandingkan dengan EPON baik secara nilai investasi total maupun pembebanan biaya per pelanggannya

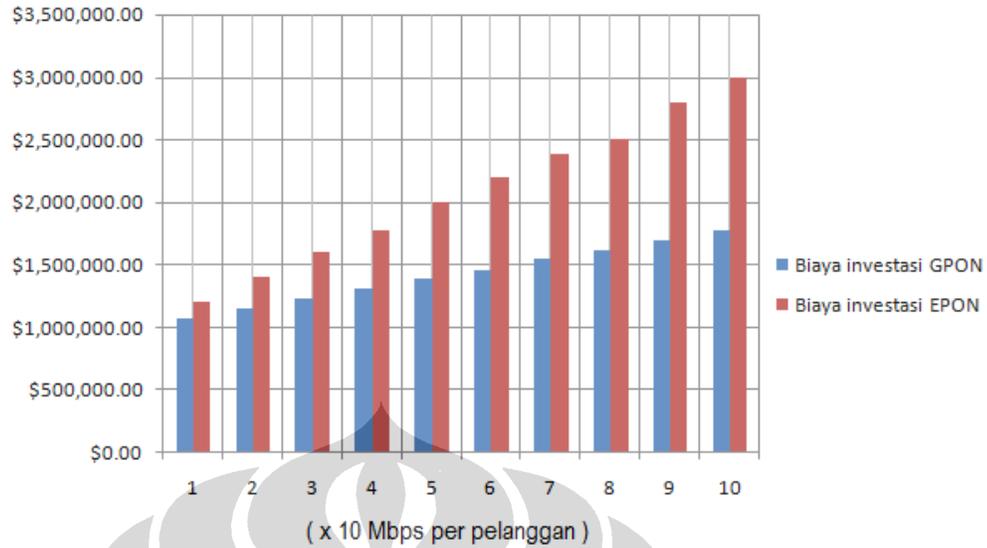
#### 4.2.2.2 Hasil perhitungan daerah vertikal building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung jumlah OLT yang diperlukan dalam implementasi FTTx berbasis EPON maupun GPON untuk daerah vertical building dengan pelanggan triple play. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4-7.

Tabel 4-6 : Jumlah kebutuhan OLT untuk daerah vertical building dengan pelanggan triple play

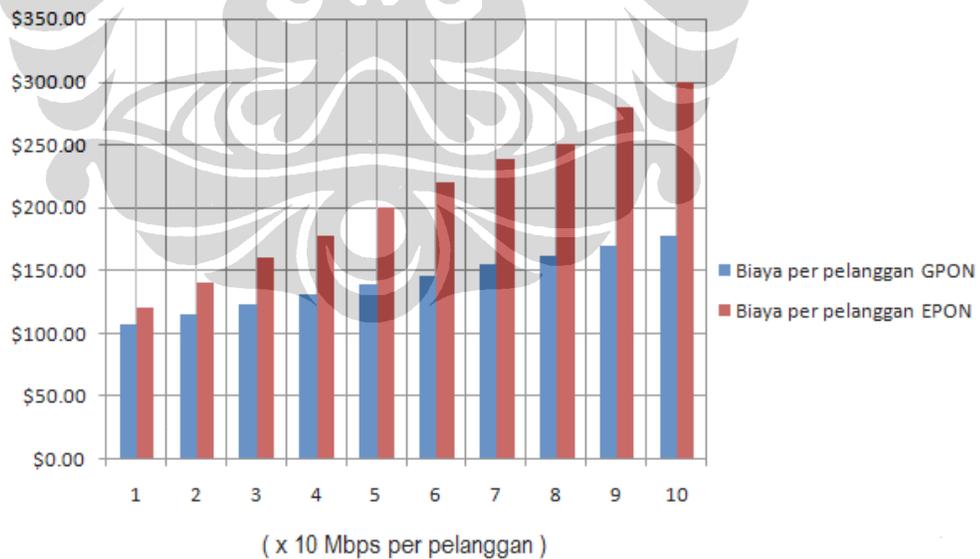
No	Kebutuhan per pelanggan (Mbps)	Kebutuhan OLT		Rasio
		GPON	EPON	
1	10.00	2	5	2.5
2	20.00	4	9	2.25
3	30.00	6	14	2.333333333
4	40.00	7	18	2.571428571
5	50.00	9	23	2.555555556
6	60.00	11	27	2.454545455
7	70.00	13	31	2.384615385
8	80.00	14	34	2.428571429
9	90.00	16	40	2.5
10	100.00	18	45	2.5

Gambar 4.10 menunjukkan hasil perhitungan biaya investasi yang dibutuhkan untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan triple play untuk daerah vertical building.



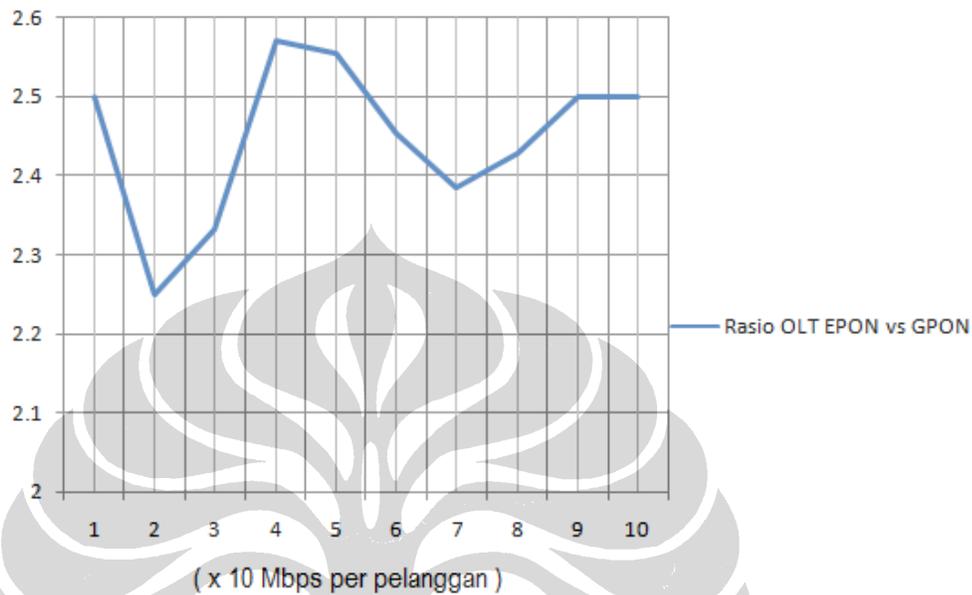
Gambar 4.10 Total Biaya Investasi EPON vs GPON (Vertical building, Triple Play)

Gambar 4.11 menunjukkan hasil perhitungan pembebanan biaya per pelanggan untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan triple play untuk daerah vertical building.



Gambar 4.11 Biaya Per Pelanggan EPON vs GPON (Vertical building, Triple Play)

Gambar 4.12 menunjukkan hasil perhitungan rasio OLT untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan triple play untuk daerah vertical building



Gambar 4.12 Rasio OLT EPON vs GPON (Vertical building, Triple Play)

Dari ketiga tabel diatas, dapat disampaikan beberapa hal :

- Untuk daerah vertical building dengan jumlah pelanggan 400 pelanggan dengan karakteristik range bandwidth yang dibutuhkan diangka 10 Mbps, 20 Mbps, 30 Mbps, 40 Mbps, 50 Mbps, 60 Mbps, 70 Mbps, 80 Mbps, 90 Mbps dan 100 Mbps, maka teknologi FTTx berbasis GPON lebih efisien dibandingkan dengan EPON baik secara nilai investasi total maupun pembebanan biaya per pelanggannya

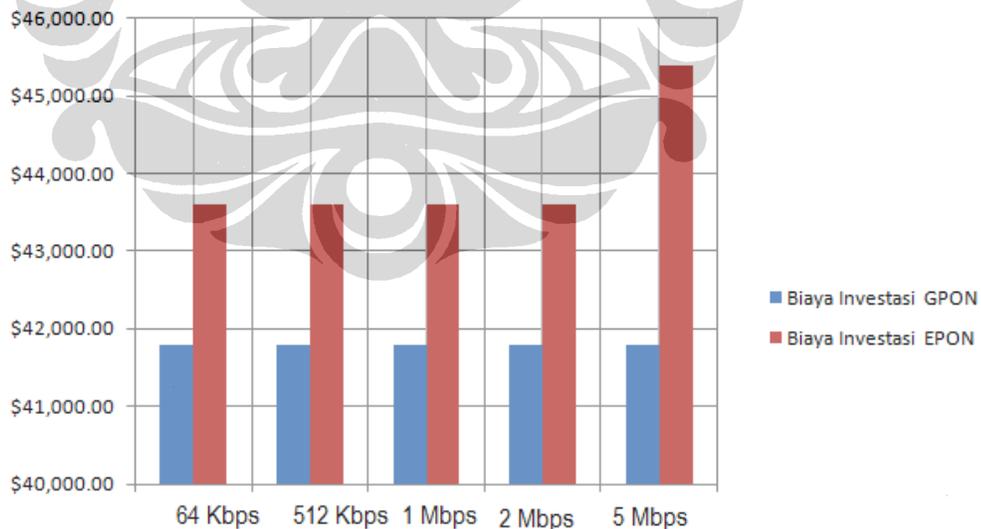
4.2.2.3 Hasil perhitungan daerah vertical building dengan pelanggan konvensional data

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung jumlah OLT yang diperlukan dalam implementasi FTTx berbasis EPON maupun GPON untuk daerah vertical building dengan pelanggan konvensional data. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4-8.

Tabel 4-7 : Jumlah kebutuhan OLT untuk daerah vertical building dengan pelanggan konvensional data

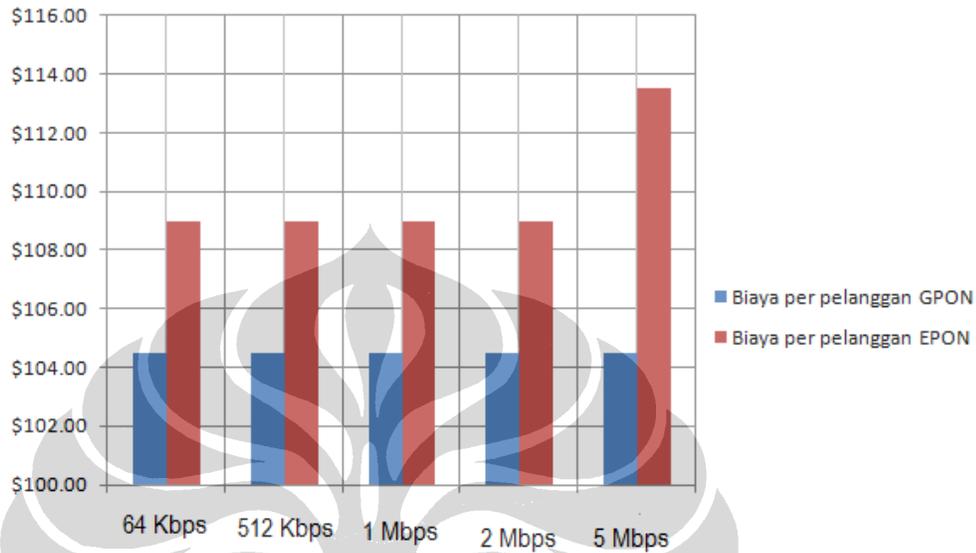
No	Kebutuhan per pelanggan (Mbps)	Kebutuhan OLT		Rasio
		GPON	EPON	
1	0.064	1	2	2
2	0.512	1	2	2
3	1.000	1	2	2
4	2.000	1	2	2
5	5.000	1	3	3

Gambar 4.13 menunjukkan hasil perhitungan biaya investasi yang dibutuhkan untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan konvensional data untuk daerah vertical building.



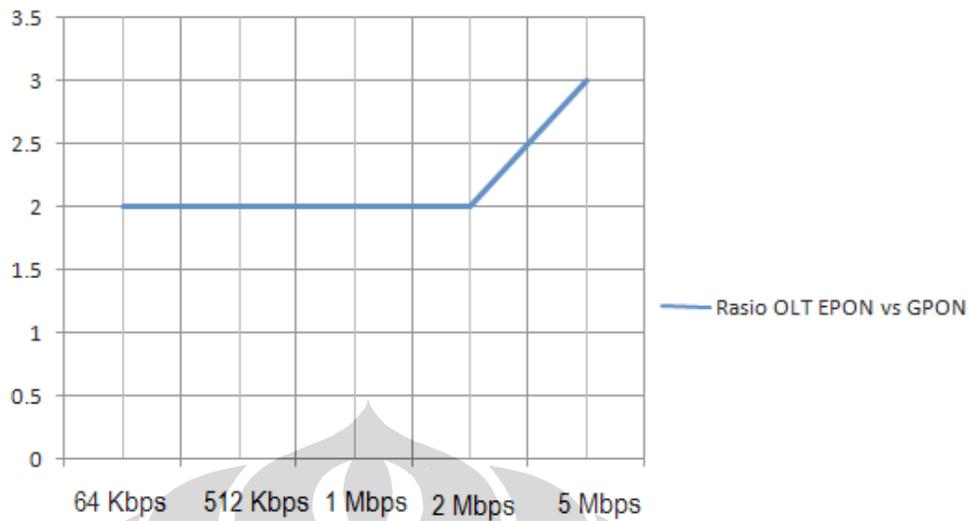
Gambar 4.13 Total Biaya Investasi EPON vs GPON (Vertical building, Konvensional data)

Gambar 4.14 menunjukkan hasil perhitungan pembebanan biaya per pelanggan untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan konvensional data untuk daerah vertical building



Gambar 4.14 Biaya Per Pelanggan EPON vs GPON (Vertical Building, Konvensional data)

Gambar 4.15 menunjukkan hasil perhitungan rasio OLT untuk mendukung implementasi teknologi FTTx berbasis EPON dan GPON, dengan layanan konvensional data untuk daerah vertical building.



Gambar 4.15 Rasio OLT EPON vs GPON (Vertical building, Konvensional data)

Dari ketiga tabel diatas, dapat disampaikan beberapa hal :

- Untuk daerah vertical building dengan jumlah pelanggan 400 pelanggan dengan karakteristik range bandwidth yang dibutuhkan diangka 10 Mbps, 20 Mbps, 30 Mbps, 40 Mbps, 50 Mbps, 60 Mbps, 70 Mbps, 80 Mbps, 90 Mbps dan 100 Mbps, maka teknologi FTTx berbasis GPON lebih efisien dibandingkan dengan EPON baik secara nilai investasi total maupun pembebanan biaya per pelanggannya

#### 4.2.3 Resume hasil perhitungan biaya

Dengan mengacu pada hal-hal yang telah disampaikan pada bagian 4.2.2.1, 4.2.2.2 dan 4.2.2.3 maka dapat disampaikan beberapa hal :

- Dengan memperhatikan jumlah pelanggan (dalam hal ini adalah 10.000 pelanggan untuk daerah horizontal building dan 400 pelanggan untuk daerah vertical building), dengan range bandwidth yang dibutuhkan mulai dari 64 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps, 5 Mbps, 10 Mbps, 20 Mbps, 30 Mbps, 40 Mbps, 50 Mbps, 60 Mbps, 70 Mbps, 80 Mbps, 90 Mbps dan 100 Mbps, maka teknologi FTTx berbasis GPON lebih efisien dibandingkan

dengan EPON baik secara nilai investasi total maupun pembebanan biaya per pelanggannya

- Efisiensi pada GPON disebabkan karena support split rasio yang lebih tinggi, rate downstream yang lebih tinggi serta efisiensi bandwidth yang lebih besar
- Efisiensi jumlah OLT GPON berimbang pada efisiensi ruangan yang diperlukan untuk instalasi perangkat, konsumsi yang dibutuhkan serta jumlah material pendukung yang diperlukan
- Untuk teknologi FTTx berbasis GPON, dengan menggunakan perhitungan jumlah pelanggan 400, serta kebutuhan bandwidth mulai dari 64 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps, 5 Mbps terdapat nilai investasi yang sama. Dengan kondisi ini sangat disarankan bahwa implementasi FTTx berbasis GPON digunakan untuk layanan dengan bandwidth besar (lebih dari 5 Mbps per pelanggan)

Selain hal tersebut diatas, kami menyarankan penggunaan GPON FTTx dengan beberapa pertimbangan teknis berikut sebagai penegasan dari apa yang sudah dituliskan dalam tabel 4-4 diatas.

- GPON berbasis standar seri ITU-T G.984 merupakan evolusi dari B-PON dan GEPON berevolusi dari standar IEEE 802.3ah yang berusaha fokus pada *ethernet services*
- ONU GPON mampu mengakomodasi *legacy network (TDM based)* seperti E1 sedangkan ONU GEPON hanya based on ethernet. Artinya GPON menggunakan *integrated pseudowire* sedangkan GEPON harus menggunakan tambahan pseudowire box.
- Frame GPON adalah GEM (*GPON Encapsulation Method*) dan frame GEPON adalah ethernet.
- Split GPON sudah mampu 64 split sedangkan GEPON baru mampu 32 split

- GPON sudah menstandarkan *interoperability* ONU dan OLT yang berbeda sedangkan GEPON masih menggunakan proprietary interface antara OLT dan ONU. Beberapa vendor GPON bahkan sudah *announce* bahwa mereka sudah melakukan *interoperability test* dengan sekian vendor.
- Downstream GPON sendiri mampu mencapai 2.5 Gbps sedangkan upstream adalah 1.25 Gbps (asimetrik) sedangkan GEPON simetris 1 Gbps upstream dan downstream.
- Link budget ODN GEPON minimum 26 dB sedangkan GPON sekitar 28 dB, walaupun physical reach yang diklaim keduanya adalah 20 km.

#### 4.3 ANALISA KELAYAKAN IMPLEMENTASI TEKNOLOGI JARINGAN AKSES FTTx

Analisa yang digunakan adalah perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Pay back period* (PBP) dan *Break even point* (BEP) .

Perhitungan ekonomis kami lakukan dengan menggunakan beberapa asumsi yang terdapat pada tabel 4-8, 4-9, 4-10 dan 4-11 berikut :

Tabel 4-8 : Asumsi biaya investasi

No	Item	Nominal	Quantity	Total
1	Harga OLT - ONT	\$400.00	1	\$400.00
2	Harga splitter	\$31.00	1	\$31.00
3	Harga FO			
	FO Outdoor	\$2.00	170	\$340.00
	FO Indoor	\$1.80	75	\$135.00
4	Jasa Pemasangan FO			
	FO Outdoor	\$3.50	170	\$595.00
	FO Indoor	\$2.00	75	\$150.00
5	Perijinan	\$10.00	1	\$10.00
6	Jasa Testing & Integrasi	\$10.00	1	\$10.00
7	<i>Total investasi</i>			
	Total investasi horisontal building			\$1,386.00
	Total Konfigurasi vertical building			\$736.00
8	Biaya Infrastruktur pendukung	\$693.00	1	\$693.00
9	<i>All in investasi</i>			
	All in investasi horisontal building			\$2,079.00
	All in investasi vertical building			\$1,429.00
10	Spare jumlah perangkat		10%	

Tabel 4-9 : Asumsi biaya operasional

No	Item	Nominal	Quantity	Total
1	Biaya SDM	\$300.00	3	\$900.00
2	Biaya Sewa Ruangan	\$200.00	1	\$200.00
3	Biaya Listrik, Air, ATK dll	\$150.00	1	\$150.00
4	Biaya Cadangan	\$150.00	1	\$150.00
	Biaya Operasional per bulan			\$1,400.00

Tabel 4-10 : Asumsi harga sewa bulanan triple play

Telepon	Internet	pay TV
\$6.00	\$30.00	\$20.00

Tabel 4-11 : Asumsi pertumbuhan pelanggan tahun ke-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	200	400	550	700	775	850	850	850	850

#### 4.3.1 Net Present Value (NPV)

*Net Present Value* (NPV) adalah kriteria investasi yang banyak digunakan dalam mengukur apakah suatu proyek *feasible* atau tidak. Perhitungan *Net Present Value* merupakan *net benefit* yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* (SOCC) sebagai discount factor.

Apabila perhitungan *net present value* lebih besar dari 0 (nol), maka dapat dikatakan bahwa investasi tersebut *feasible* untuk dilaksanakan dan jika *net present value* lebih kecil dari 0 (nol) maka investasi tersebut tidak layak untuk dilaksanakan.

##### 4.3.1.1 Hasil perhitungan daerah horizontal building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *net present value* untuk implementasi horizontal building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-12 : *Net Present Value* untuk horisontal building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Total Cost	Pendapatan	Net Benefit	D.F 18%	Present Value
0	\$228,690.00	\$0.00	\$228,690.00	\$0.00	-\$228,690.00	1	-\$228,690.00
1	\$228,690.00	\$16,800.00	\$245,490.00	\$72,200.00	-\$173,290.00	0.8475	-\$146,863.28
2	\$457,380.00	\$16,800.00	\$474,180.00	\$139,400.00	-\$334,780.00	0.7182	-\$240,439.00
3	\$343,035.00	\$16,800.00	\$359,835.00	\$278,800.00	-\$81,035.00	0.6086	-\$49,317.90
4	\$343,035.00	\$16,800.00	\$359,835.00	\$377,100.00	\$17,265.00	0.5158	\$8,905.29
5	\$171,517.50	\$16,800.00	\$188,317.50	\$477,900.00	\$289,582.50	0.4371	\$126,576.51
6	\$171,517.50	\$16,800.00	\$188,317.50	\$524,550.00	\$336,232.50	0.3704	\$124,540.52
7	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$574,950.00	\$558,150.00	0.3139	\$175,203.29
8	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.266	\$147,470.40
9	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.2255	\$125,017.20
10	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.1911	\$105,945.84
						NPV	\$148,348.87

Dari perhitungan *net present value* sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-12 , maka diperoleh nilai NPV > 0, sehingga investasi ini layak untuk dijalankan

#### 4.3.1.2 Hasil perhitungan daerah vertical building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *net present value* untuk implementasi vertical building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-13 : *Net Present Value* untuk vertical building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Total Cost	Pendapatan	Net Benefit	D.F 18%	Present Value
0	\$157,190.00	\$0.00	\$157,190.00	\$0.00	-\$157,190.00	1	-\$157,190.00
1	\$157,190.00	\$16,800.00	\$173,990.00	\$72,200.00	-\$101,790.00	0.8475	-\$86,267.03
2	\$314,380.00	\$16,800.00	\$331,180.00	\$139,400.00	-\$191,780.00	0.7182	-\$137,736.40
3	\$235,785.00	\$16,800.00	\$252,585.00	\$278,800.00	\$26,215.00	0.6086	\$15,954.45
4	\$235,785.00	\$16,800.00	\$252,585.00	\$377,100.00	\$124,515.00	0.5158	\$64,224.84
5	\$117,892.50	\$16,800.00	\$134,692.50	\$477,900.00	\$343,207.50	0.4371	\$150,016.00
6	\$117,892.50	\$16,800.00	\$134,692.50	\$524,550.00	\$389,857.50	0.3704	\$144,403.22
7	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$574,950.00	\$558,150.00	0.3139	\$175,203.29
8	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.266	\$147,470.40
9	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.2255	\$125,017.20
10	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.1911	\$105,945.84
						NPV	\$547,041.81

Dari perhitungan net present value sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-13 , maka diperoleh nilai NPV > 0, sehingga investasi ini layak untuk dijalankan

#### 4.3.2 *Internal Rate of Return (IRR)*

*Internal Rate of Return (IRR)* adalah suatu tingkat discount rate yang menghasilkan *net present value* sama dengan 0 (nol). Dengan demikian apabila hasil perhitungan IRR lebih besar dari *Social Opportunity Cost of Capital (SOCC)*, dikatakan proyek tersebut *feasible*, bila sama dengan SOCC berarti pulang pokok dan dibawah SOCC proyek tersebut tidak *feasible*.

##### 4.3.2.1 Hasil perhitungan daerah horizontal building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *Internal Rate of Return* untuk implementasi horizontal building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-14 : *Internal Rate of Return* untuk horisontal building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Total Cost	Pendapatan	Net Benefit	D.F 18%	Present Value	DF 24%	Present Value
0	\$228,690.00	\$0.00	\$228,690.00	\$0.00	-\$228,690.00	1	-\$228,690.00	1.0000	-228,690.00
1	\$228,690.00	\$16,800.00	\$245,490.00	\$72,200.00	-\$173,290.00	0.8475	-\$146,863.28	0.8065	-139,758.39
2	\$457,380.00	\$16,800.00	\$474,180.00	\$139,400.00	-\$334,780.00	0.7182	-\$240,439.00	0.6504	-217,740.91
3	\$343,035.00	\$16,800.00	\$359,835.00	\$278,800.00	-\$81,035.00	0.6086	-\$49,317.90	0.5245	-42,502.86
4	\$343,035.00	\$16,800.00	\$359,835.00	\$377,100.00	\$17,265.00	0.5158	\$8,905.29	0.4230	7,303.10
5	\$171,517.50	\$16,800.00	\$188,317.50	\$477,900.00	\$289,582.50	0.4371	\$126,576.51	0.3411	98,776.59
6	\$171,517.50	\$16,800.00	\$188,317.50	\$524,550.00	\$336,232.50	0.3704	\$124,540.52	0.2751	92,497.56
7	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$574,950.00	\$558,150.00	0.3139	\$175,203.29	0.2218	123,797.67
8	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.266	\$147,470.40	0.1789	99,182.16
9	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.2255	\$125,017.20	0.1443	79,999.92
10	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.1911	\$105,945.84	0.1164	64,532.16
						NPV	\$148,348.87		-62,603.00
a	NPV1 / (NPV1 - NPV2)								0.70
b	i2 - i1								0.06
	a x b								0.04
	<b>IRR</b>								<b>22.00%</b>

Dari perhitungan *Internal Rate of Return* sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-14 , maka diperoleh nilai  $IRR > SOCC$ , sehingga investasi ini layak untuk dijalankan

#### 4.3.2.2 Hasil perhitungan daerah vertical building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *Internal Rate of Return* untuk implementasi vertical building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-15 : *Internal Rate of Return* untuk vertical building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Total Cost	Pendapatan	Net Benefit	D.F 18%	Present Value	DF 24%	Present Value
0	\$157,190.00	\$0.00	\$157,190.00	\$0.00	-\$157,190.00	1	-\$157,190.00	1.0000	-157,190.00
1	\$157,190.00	\$16,800.00	\$173,990.00	\$72,200.00	-\$101,790.00	0.8475	-\$86,267.03	0.8065	-82,093.64
2	\$314,380.00	\$16,800.00	\$331,180.00	\$139,400.00	-\$191,780.00	0.7182	-\$137,736.40	0.6504	-124,733.71
3	\$235,785.00	\$16,800.00	\$252,585.00	\$278,800.00	\$26,215.00	0.6086	\$15,954.45	0.5245	13,749.77
4	\$235,785.00	\$16,800.00	\$252,585.00	\$377,100.00	\$124,515.00	0.5158	\$64,224.84	0.4230	52,669.85
5	\$117,892.50	\$16,800.00	\$134,692.50	\$477,900.00	\$343,207.50	0.4371	\$150,016.00	0.3411	117,068.08
6	\$117,892.50	\$16,800.00	\$134,692.50	\$524,550.00	\$389,857.50	0.3704	\$144,403.22	0.2751	107,249.80
7	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$574,950.00	\$558,150.00	0.3139	\$175,203.29	0.2218	123,797.67
8	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.266	\$147,470.40	0.1789	99,182.16
9	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.2255	\$125,017.20	0.1443	79,999.92
10	\$0.00	\$16,800.00	\$16,800.00	\$571,200.00	\$554,400.00	0.1911	\$105,945.84	0.1164	64,532.16
						NPV	\$547,041.81		294,232.05
a	NPV1 / (NPV1 - NPV2)								2.16
b	i2 - i1								0.06
	a x b								0.13
	<b>IRR</b>								<b>31.00%</b>

Dari perhitungan *Internal Rate of Return* sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-15 , maka diperoleh nilai  $IRR > SOCC$ , sehingga investasi ini layak untuk dijalankan

### 4.3.3 Pay Back Period (PBP)

*Pay back period* (PBP) adalah jangka waktu tertentu yang menunjukkan terjadinya arus penerimaan (cash in flows) secara kumulatif sama dengan jumlah investasi dalam bentuk present value. Analisis pay back period dalam studi kelayakan perlu ditampilkan untuk mengetahui berapa lama investasi yang dikerjakan baru dapat mengembalikan biaya investasinya. Semakin cepat dalam pengembalian biaya investasinya, semakin baik investasi tersebut.

#### 4.3.3.1 Hasil perhitungan daerah horizontal building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *Pay back period* untuk implementasi horizontal building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-16 : *Pay back period* untuk horisontal building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Pendapatan	D.F 18%	Investasi	Operasional	Pendapatan
0	\$228,690.00	\$0.00	\$0.00	1	\$228,690.00	\$0.00	\$0.00
1	\$228,690.00	\$16,800.00	\$72,200.00	0.8475	\$193,814.78	\$14,238.00	\$61,189.50
2	\$457,380.00	\$16,800.00	\$139,400.00	0.7182	\$328,490.32	\$12,065.76	\$100,117.08
3	\$343,035.00	\$16,800.00	\$278,800.00	0.6086	\$208,771.10	\$10,224.48	\$169,677.68
4	\$343,035.00	\$16,800.00	\$377,100.00	0.5158	\$176,937.45	\$8,665.44	\$194,508.18
5	\$171,517.50	\$16,800.00	\$477,900.00	0.4371	\$74,970.30	\$7,343.28	\$208,890.09
6	\$171,517.50	\$16,800.00	\$524,550.00	0.3704	\$63,530.08	\$6,222.72	\$194,293.32
7	\$0.00	\$16,800.00	\$574,950.00	0.3139	\$0.00	\$5,273.52	\$180,476.81
8	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.266	\$0.00	\$4,468.80	\$151,939.20
9	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.2255	\$0.00	\$3,788.40	\$128,805.60
10	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.1911	\$0.00	\$3,210.48	\$109,156.32
a	0.11				\$1,275,204.03	\$75,500.88	\$1,499,053.78
PBP	8.11	Tahun					

Dari perhitungan *Pay Back Period* sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-16 , maka diperoleh nilai pay back period untuk investasi di horizontal building adalah 8.11 tahun.

#### 4.3.3.2 Hasil perhitungan daerah vertical building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *Pay Back Period* untuk implementasi vertical building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-17 : *Pay back period* untuk vertical building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Pendapatan	D.F 18%	Investasi	Operasional	Pendapatan
0	\$157,190.00	\$0.00	\$0.00	1	\$157,190.00	\$0.00	\$0.00
1	\$157,190.00	\$16,800.00	\$72,200.00	0.8475	\$133,218.53	\$14,238.00	\$61,189.50
2	\$314,380.00	\$16,800.00	\$139,400.00	0.7182	\$225,787.72	\$12,065.76	\$100,117.08
3	\$235,785.00	\$16,800.00	\$278,800.00	0.6086	\$143,498.75	\$10,224.48	\$169,677.68
4	\$235,785.00	\$16,800.00	\$377,100.00	0.5158	\$121,617.90	\$8,665.44	\$194,508.18
5	\$117,892.50	\$16,800.00	\$477,900.00	0.4371	\$51,530.81	\$7,343.28	\$208,890.09
6	\$117,892.50	\$16,800.00	\$524,550.00	0.3704	\$43,667.38	\$6,222.72	\$194,293.32
7	\$0.00	\$16,800.00	\$574,950.00	0.3139	\$0.00	\$5,273.52	\$180,476.81
8	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.266	\$0.00	\$4,468.80	\$151,939.20
9	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.2255	\$0.00	\$3,788.40	\$128,805.60
10	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.1911	\$0.00	\$3,210.48	\$109,156.32
					\$876,511.09	\$75,500.88	\$1,499,053.78
a	0.73						
PBP	5.73	Tahun					

Dari perhitungan *Pay Back Period* sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-17 , maka diperoleh nilai *pay back period* untuk investasi di horizontal building adalah 5.73 tahun.

#### 4.3.4 *Break Even Point* (BEP)

*Break even point* (BEP) adalah titik pulang pokok dimana total revenue = total cost. Dilihat dari jangka waktu pelaksanaan sebuah investasi, terjadinya titik pulang pokok atau  $TR = TC$  tergantung pada lama arus penerimaan sebuah investasi dapat menutupi segala biaya operasi dan pemeliharaan beserta biaya modal lainnya.

##### 4.3.4.1 Hasil perhitungan daerah horizontal building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *Break Even Point* untuk implementasi horizontal building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-18 : *Break even point* untuk horisontal building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Pendapatan	D.F 18%	Investasi	Operasional	Pendapatan
0	\$228,690.00	\$0.00	\$0.00	1	\$228,690.00	\$0.00	\$0.00
1	\$228,690.00	\$16,800.00	\$72,200.00	0.8475	\$193,814.78	\$14,238.00	\$61,189.50
2	\$457,380.00	\$16,800.00	\$139,400.00	0.7182	\$328,490.32	\$12,065.76	\$100,117.08
3	\$343,035.00	\$16,800.00	\$278,800.00	0.6086	\$208,771.10	\$10,224.48	\$169,677.68
4	\$343,035.00	\$16,800.00	\$377,100.00	0.5158	\$176,937.45	\$8,665.44	\$194,508.18
5	\$171,517.50	\$16,800.00	\$477,900.00	0.4371	\$74,970.30	\$7,343.28	\$208,890.09
6	\$171,517.50	\$16,800.00	\$524,550.00	0.3704	\$63,530.08	\$6,222.72	\$194,293.32
7	\$0.00	\$16,800.00	\$574,950.00	0.3139	\$0.00	\$5,273.52	\$180,476.81
8	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.266	\$0.00	\$4,468.80	\$151,939.20
9	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.2255	\$0.00	\$3,788.40	\$128,805.60
10	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.1911	\$0.00	\$3,210.48	\$109,156.32
					\$1,275,204.03	\$75,500.88	\$1,499,053.78
a	0.70						
PBP	8.70	Tahun					

Dari perhitungan *break even point* sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-18 , maka diperoleh nilai *break even point* untuk investasi di horizontal building adalah 8.7 tahun.

#### 4.3.4.2 Hasil perhitungan daerah vertical building dengan pelanggan triple play

Dengan menggunakan asumsi seperti yang telah disebutkan diatas, maka dapat dihitung *break even point* untuk implementasi vertical building dengan pelanggan *triple play*.

Tabel 4-19 : *Break even point* untuk vertical building

Thn	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Pendapatan	D.F 18%	Investasi	Operasional	Pendapatan
0	\$157,190.00	\$0.00	\$0.00	1	\$157,190.00	\$0.00	\$0.00
1	\$157,190.00	\$16,800.00	\$72,200.00	0.8475	\$133,218.53	\$14,238.00	\$61,189.50
2	\$314,380.00	\$16,800.00	\$139,400.00	0.7182	\$225,787.72	\$12,065.76	\$100,117.08
3	\$235,785.00	\$16,800.00	\$278,800.00	0.6086	\$143,498.75	\$10,224.48	\$169,677.68
4	\$235,785.00	\$16,800.00	\$377,100.00	0.5158	\$121,617.90	\$8,665.44	\$194,508.18
5	\$117,892.50	\$16,800.00	\$477,900.00	0.4371	\$51,530.81	\$7,343.28	\$208,890.09
6	\$117,892.50	\$16,800.00	\$524,550.00	0.3704	\$43,667.38	\$6,222.72	\$194,293.32
7	\$0.00	\$16,800.00	\$574,950.00	0.3139	\$0.00	\$5,273.52	\$180,476.81
8	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.266	\$0.00	\$4,468.80	\$151,939.20
9	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.2255	\$0.00	\$3,788.40	\$128,805.60
10	\$0.00	\$16,800.00	\$571,200.00	0.1911	\$0.00	\$3,210.48	\$109,156.32
					\$876,511.09	\$75,500.88	\$1,499,053.78
a	0.13						
BEP	6.13	Tahun					

Dari perhitungan *break even point* sesuai hasil yang ditunjukkan pada tabel 4-19 , maka diperoleh nilai *break even point* untuk investasi di horizontal building adalah 6.13 tahun.

#### 4.4 USULAN IMPLEMENTASI JARINGAN AKSES FTTx

Dengan mengacu pada beberapa data pendukung baik yang sudah disampaikan pada BAB II maupun BAB III dapat dirangkum beberapa hal penting seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 4-20 : Resume kondisi market

	Sumber	Kondisi Market	Periode	Pertumbuhan
Kebutuhan bandwidth	Tabel 2-1	Trend positif	2004 - 2008	500%
Trend jumlah pelanggan broadband di dunia	Gambar 3-1	Trend positif	Q1 2008 - Q1 2009	17.36%
Penggunaan teknologi FTTx di dunia	Gambar 3-9	Trend positif	Q1 2008 - Q1 2009	5.69%
Kapasitas terpasang telepon tetap	Tabel 4-1	Trend negatif	2008 - 2009	-2.90%
Telepon tetap wireless	Gambar 4-3	Trend positif	2007 - 2009	70%
Pemanfaatan jaringan telkom	Gambar 4-4	Trend Negatif	2009	56.70%
Telepon bergerak seluler	Tabel 4-2	Trend positif	2008 - 2009	13.30%
Pemanfaatan jaringan telkom	Gambar 4-6	Trend positif	2009	121.31%
Pertumbuhan pelanggan broadband kawasan asia pasific	Gambar 3-4	Trend positif	Q1 2008 - Q1 2009	7.00%
Pertumbuhan pelanggan pay TV	Tabel 4-7	Trend positif	2008 - 2009	28.57%
Pendapatan operasional telkom	Tabel 4-8	Trend negatif	2009	-26.35%

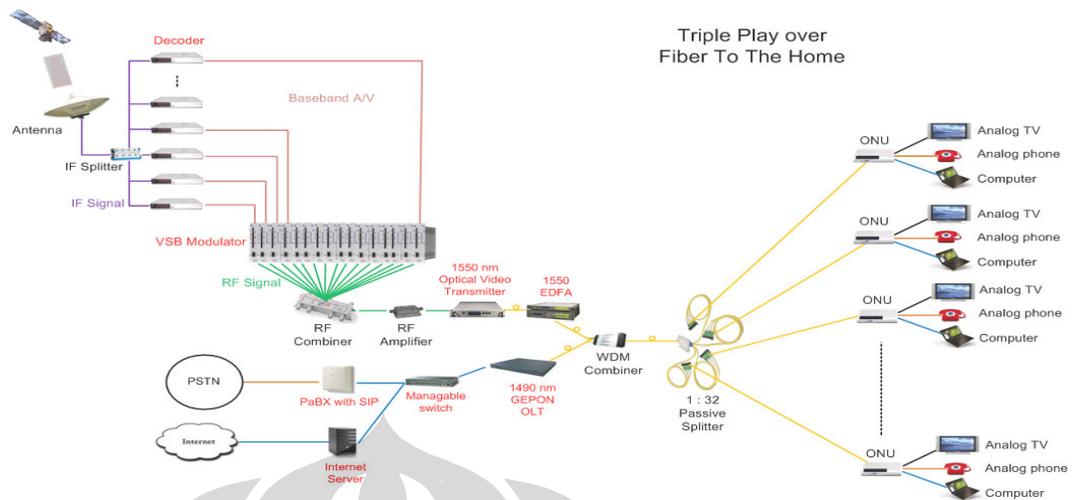
Dari tabel 4-20 diatas dapat ditarik beberapa hal :

- Trend pertumbuhan bandwidth layanan meningkat setiap tahunnya
- Untuk pasar global :
  - Jumlah pelanggan broadband meningkat
  - Penggunaan teknologi FTTx meningkat
- Untuk pasar nasional
  - Kapasitas terpasang telepon tetap menurun
  - Kapasitas terpasang telepon wireless meningkat dengan tingkat pemanfaatan jaringan mencapai 70%
  - Kapasitas terpasang telepon bergerak seluler meningkat dengan tingkat pemanfaatan jaringan mencapai 121.31%

- Pertumbuhan pelanggan pay TV meningkat
- Pertumbuhan pelanggan internet meningkat
- Pendapatan operator menunjukkan trend menurun dalam beberapa tahun terakhir

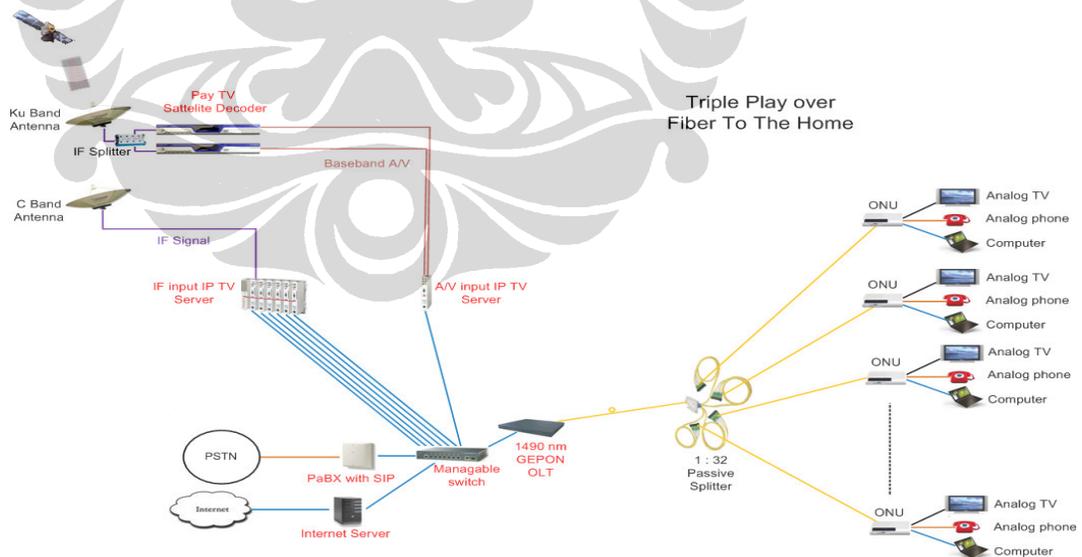
Dengan melihat kondisi diatas dengan mengabungkan dengan analisis yang dilakukan pada bagian 4-1 dimana kondisi lingkungan makro mendukung dan bagian 4-2 dimana teknologi GPON FTTx mempunyai nilai ekonomis terbaik, maka implementasi GPON FTTx layak untuk diterapkan. Titik berat yang harus ditekankan dalam implementasi ini GPON FTTx adalah :

- Layanan telepon tetap : tidak ada issue teknis, bisa dibundle sebagai layanan dasar. Pertimbangan kedepannya support untuk layanan VoIP
- Layanan Data / Internet : tersedia bandwidth yang besar, per customer bisa mendapatkan alokasi 10 Mbps yang cukup untuk menjalankan aplikasi interaktif
- Layanan Video : terdapat pangsa pasar yang besar dimana saat ini pelanggan pay TV baru mencapai 2% dari jumlah seluruh pemilik televisi di Indonesia. Layanan video / pay TV yang kami rekomendasikan menyangkut dua scenario :
  - Dengan memperkuat sinergi antar TELKOM group, untuk tahap awal kami merekomendasikan untuk menggunakan layanan televise berbasis RF digital untuk menjangkau layanan khususnya untuk area pelanggan vertical dan horizontal building. Menjadi catatan bahwa nilai tambah yang bisa dihasilkan dari konfigurasi ini belum optimal karena untuk aplikasi interaktif TV masih dalam layanan yang terbatas. Konfigurasi untuk layanan ini dapat kami usulkan dengan menggunakan konfigurasi dibawah :



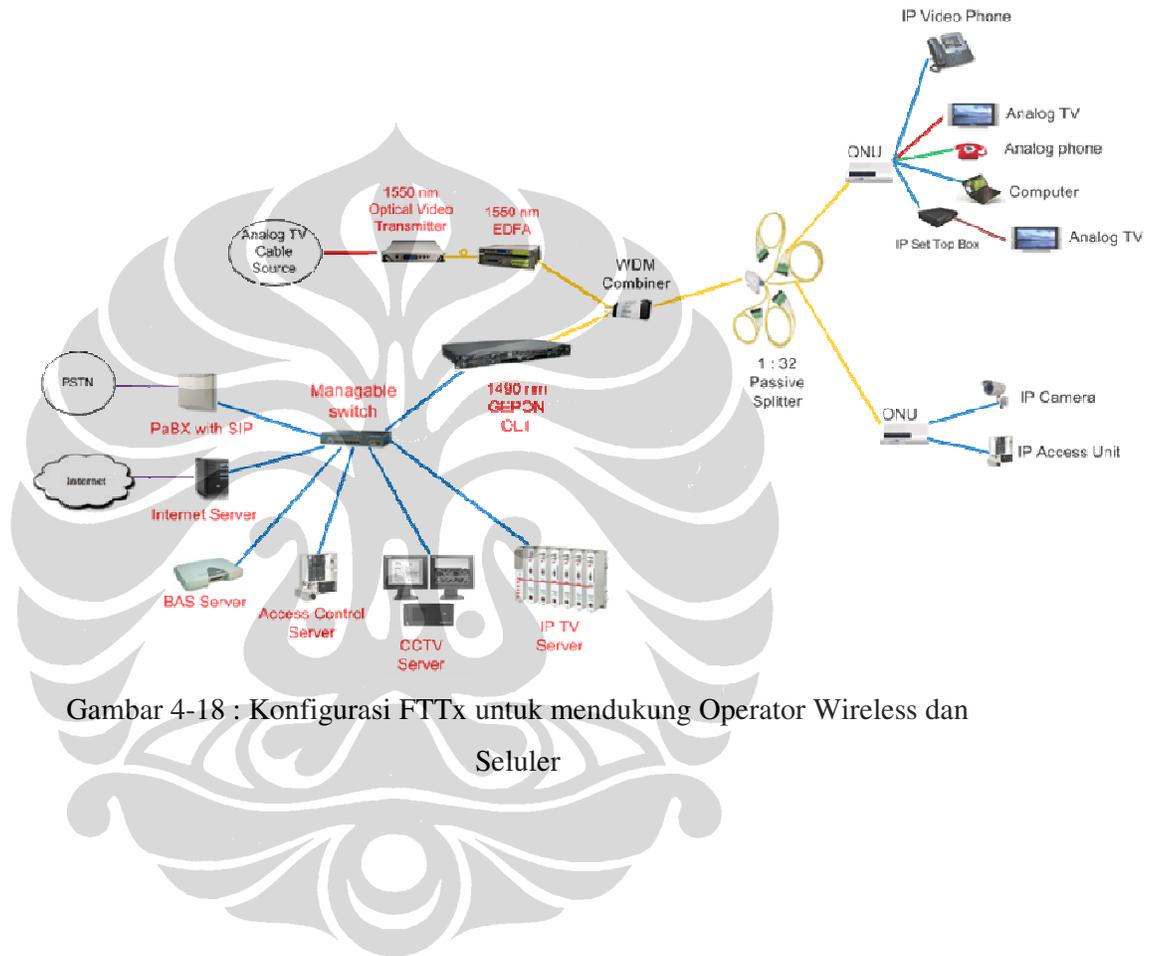
Gambar 4-16 : Konfigurasi FTTx untuk mendukung layanan broadcast

- o Untuk tahap selanjutnya dengan segmen layanan yang spesifik akan dideliver layanan IP TV. Beberapa catatan untuk saat ini infrastruktur yang dimiliki PT Telkom belum dalam kondisi siap secara komersial, tetapi customer harus segera dilayani, sehingga konfigurasi yang kami sampaikan sesuai dengan gambar 4-18 dapat dijalankan untuk tahap awal



Gambar 4-17 : Konfigurasi FTTx untuk mendukung layanan IP TV

- Sinergi dengan Operator tetap wireless dan operator telepon seluler : Salah satu kondisi utama yang dihadapi oleh operator berkaitan dengan peningkatan kualitas layanan untuk menjangkau diarea-area padat pelanggan seperti mall, pasar, sekolah, apartemen dll. Metode infrastruktur sharing kami tawarkan sesuai dengan gambar berikut



Gambar 4-18 : Konfigurasi FTTx untuk mendukung Operator Wireless dan Seluler