

**IMPLEMENTASI INFRASTRUKTUR TEKNOLOGI
BROADBAND DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS TEKNO
EKONOMI
(STUDI KASUS PADA PEMERINTAH PROVINSI JAWA
BARAT)**

***IMPLEMENTATION OF BROADBAND TECHNOLOGY
INFRASTRUCTURE USING TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS
(A CASE STUDY AT THE GOVERNMENT OF WEST JAVA
PROVINCE)***

Richard A. Rambung¹, Ryan Johan Sembiring², Indra Surjati³, Albert Mandagi⁴

Universitas Trisakti, Jakarta

¹richardrambung@trisakti.ac.id ²ryanjohansembiring@yahoo.com

³indra@trisakti.ac.id ⁴albertmandagi@trisakti.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai ekonomis dari implementasi pemilihan teknologi *fixed-WIMAX* (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) dan *fiber-optic* disesuaikan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur *broadband* milik Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan menggunakan Analisis Tekno-Ekonomi. Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan antara nilai investasi teknologi *broadband* dibandingkan nilai asumsi *revenue* pada *government user* maupun *non-government user*, terlihat bahwa nilai *capital expenditure* (CAPEX) untuk investasi teknologi *fixed-WIMAX* dan teknologi *fiber-optic* adalah US \$13,900,660 dan US \$18,297,880 sedangkan untuk nilai *operational expenditure* (OPEX) adalah US \$8,459,280 dan US \$1,646,530. Dengan demikian, dapat disimpulkan untuk investasi jangka panjang, akan lebih menguntungkan investasi dengan menggunakan teknologi *fiber-optic*. Hasil perhitungan nilai *Net Present Value* (NPV) untuk implementasi teknologi *fixed-wimax* dan teknologi *fiber-optic* pada proyeksi selama lima tahun adalah sebesar US \$14,744,520 dan US \$22,918,470, sehingga dapat disimpulkan bahwa proyek investasi ini layak untuk dilaksanakan. Walaupun demikian, akan lebih menguntungkan investasi dengan menggunakan teknologi *fiber-optic*. Jika ditinjau dari hasil perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR) baik untuk implementasi teknologi *fixed-wimax* maupun teknologi *fiber-optic* memberikan hasil yang sama, yaitu 30,6%, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua implementasi tersebut layak untuk dilaksanakan.

Kata kunci: Jawa Barat, *fixed-WIMAX*, *fiber-optic*, tekno-ekonomi.

Abstract

This research is to identify the economic value of implementing fixed-WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) technology and customized fiber-optic technology in the development planning of broadband infrastructure owned by the government of West Java Province. This research is descriptive, and using Techno Economic Analysis. The result shows ratio of the values of technology investments to the value of revenue assumption in government user or non-government user. It is seen that the capital expenditure (CAPEX) value for technology investment of fixed-WIMAX and fiber-optic are US\$13,900,660 and US\$18,297,880. Meanwhile,

the operational expenditure (OPEX) value are US\$8,459,280 and US\$1,646,530. The Net Present Value (NPV) for fixed-WIMAX and fiber-optic technology implementation projected for five years is US\$14744,52 and US\$22,918,470. It can be concluded that investment project is feasible, but fiber-optic technology investment is more profitable. If a review based on Internal Rate of Return (IRR) calculation shows that fixed-WIMAX or fiber-optic technology implementation gives the same value, which is 30.6%, it can be concluded that both implementations are feasible.

Keywords: West Java, fixed-WIMAX, fiber-optic, techno-economic.

Tanggal Terima Naskah : 14 Desember 2016

Tanggal Persetujuan Naskah : 19 Februari 2016

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kebutuhan teknologi informasi dan komunikasi sejak tahun 1990-an hingga saat ini semakin besar, terutama kebutuhan terhadap koneksi internet yang digunakan untuk mempercepat proses pengiriman data dan informasi dari daerah ke pusat oleh lembaga-lembaga pemerintahan dalam rangka meningkatkan efisiensi dan kinerja. Namun di sisi lain, layanan internet yang masih amat sulit diakses menjadi pemikiran utama pemerintah untuk membangun infrastruktur jaringan data yang dimiliki oleh pemerintah yang dapat menghubungkan seluruh lembaga pemerintah, baik di kota maupun yang berada di daerah lainnya, yang akan digunakan untuk menjalankan aktivitas pemerintahan dan pelayanan kepada masyarakat [1], [2].

Telkomsel merupakan anak perusahaan dari Telkom Indonesia dan salah satu perintis layanan telekomunikasi di Indonesia. Selain menyediakan layanan perangkat komunikasi *Global System for Mobile communications* (GSM) melalui anak perusahaannya, Telkom Indonesia juga menyediakan layanan telepon tetap (*fixed-phone*) dan internet. Untuk ke depannya Telkom Indonesia berencana untuk menggelar layanan *Long Term Evolution* (LTE), bekerja sama dengan pemerintah daerah di seluruh Indonesia. Provinsi Jawa Barat merupakan daerah penyokong Ibu Kota, dimana hampir seluruh kegiatan perekonomian di Ibu Kota juga berdampak langsung kepada provinsi Jawa Barat. Kegiatan perekonomian di Ibu Kota yang merupakan sentral perekonomian di Indonesia, dimana hampir 80% transaksi ekonomi dilakukan di Kota Jakarta juga memberikan potensi kepada provinsi Jawa Barat untuk meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD). Agar kondisi tersebut terealisasi, maka dibangun infrastruktur jaringan data *broadband* milik pemerintah daerah provinsi Jawa Barat. Pada tahap pertama dibangun menggunakan teknologi *fiber-optic* yang menghubungkan kota-kota besar di provinsi Jawa Barat. Sebuah infrastruktur yang sangat *highly-reliable*, *highly-available*, dan *high-speed* yang mengkonsolidasi kebutuhan konektivitas dari seluruh instansi dalam pemerintahan provinsi, menghubungkan tidak hanya kantor di kota-kota besar di Provinsi Jawa Barat tetapi juga akan mencakup ke pelosok pedesaan yang ada di provinsi Jawa Barat untuk menunjang seluruh kegiatan dan aktivitas pemerintahan [3].

Untuk membangun infrastruktur *broadband* tersebut memang tidak bisa dilakukan secara instan dan sekaligus, tapi dibagi ke dalam beberapa fase. Dari hasil observasi, saat ini tersedia pemilihan teknologi, yaitu menggunakan *fixed-WIMAX* dan tetap menggunakan jaringan *fiber-optic* disesuaikan dengan profil geografis wilayah provinsi Jawa Barat dengan membaginya ke dalam *area urban* dan *sub-urban* di perkotaan dan daerah-daerah pelosok [3].

Analisis Tekno-Ekonomi adalah suatu metode teori analisis untuk menggabungkan analisis aspek teknik implementasi suatu teknologi dengan nilai ekonomisnya. Pemilihan implementasi teknologi dalam perencanaan pembangunan infrastruktur *broadband* ke depan adalah dengan menggunakan teknologi *fixed-WIMAX*

dan *fiber-optic* disesuaikan dengan profil geografis provinsi Jawa Barat. Dalam hal ini, Analisis Tekno Ekonomi dapat digunakan sebagai bahan rujukan pemilihan teknologi yang tepat dilihat dari nilai ekonomisnya dalam perencanaan pembangunan infrastruktur *broadband* Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat [2],[4],[5],[6],[7],[8].

2. INFRASTRUKTUR *BROADBAND* DI PROVINSI JAWA BARAT

Penyedia layanan yang umumnya menggunakan infrastruktur *broadband* milik Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat adalah akses internet, Vo-IP, *video conference*, dan program aplikasi Pemerintah Daerah. Dari hasil observasi yang merupakan ringkasan mengenai *throughput* dan *Quality of Service* (QoS) dari layanan yang ada terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Ringkasan *Throughput* dan *Quality of Service* (QoS) penyediaan layanan

<i>Services</i>	<i>Throughput</i>	<i>QoS Required</i>
<i>Web Browsing</i>	< 1Mbps	<i>Best Effort</i>
<i>Chat Application</i>	< 100kbps	<i>Fair</i>
Vo-IP	< 100kbps	<i>Good</i>
<i>Video Conference</i>	100kbps...10Mbps	<i>Good...Excellent</i>
Aplikasi Pemerintah Daerah	500kbps...20Mbps	<i>Excellent</i>

Cakupan *area* layanan dengan menggunakan infrastruktur *broadband* milik Pemerintah Daerah meliputi semua wilayah Provinsi Jawa Barat sesuai dengan profil geografisnya, yang dibagi ke dalam daerah-daerah *urban* dan *sub-urban* di ibukota provinsi dan kabupaten/kota lainnya. Area-area tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Cakupan area layanan di Provinsi Jawa Barat

Area	Nama
Ibukota Provinsi	Bandung
Kabupaten	Bandung, Bandung Barat, Bekasi, Bogor, Ciamis, Cianjur, Cirebon, Garut, Indramayu, Karawang, Kuningan, Majalengka, Pangandaran, Purwakarta, Subang, Sukabumi, Sumedang, Tasikmalaya
Kota	Bandung, Banjar, Bekasi, Bogor, Cimahi, Cirebon, Depok, Sukabumi, Tasikmalaya

Dari hasil observasi didapat informasi data yang menggambarkan potensi pasar yang dapat dilakukan penetrasi, terutama untuk mendukung kegiatan Pemerintah Daerah dalam pembangunan infrastruktur *broadband* Pemerintah Daerah, seperti yang tertera pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Informasi potensi pasar dan jumlah perkiraan pengguna layanan *Broadband* Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat

Deskripsi	Keterangan
Total Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Barat	43.053.732 Jiwa
Jumlah Penduduk di daerah perkotaan (<i>urban</i>)	28.282.915 jiwa (65,69%)
Jumlah Penduduk di daerah selain perkotaan (<i>sub-urban</i>)	14.770.817 jiwa (34,31%)
Jumlah potensial <i>government user</i> (pengguna internet) untuk setiap kabupaten/kota	11.755 <i>user</i> (0,002%)
Jumlah potensial <i>non-government user</i> (pengguna internet) untuk setiap kabupaten/kota	9.136.000 <i>user</i> (21,22%)

Kalkulasi trafik layanan dapat dihitung dari ekspektasi penggunaan layanan *broadband* sesuai target pasar yang dituju sesuai dengan segmentasi dan profil geografisnya, yaitu:

- a. Seluruh Pegawai Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat, baik yang bekerja di ibukota provinsi maupun di kabupaten/kota lainnya sekitar 11.755 pegawai
- b. Beberapa Badan Usaha Milik Negera (BUMN)
- c. Beberapa organisasi *Non-Governmental* (NGO)
- d. Beberapa sekolah dan universitas.
- e. Masyarakat umum

Dari target pasar tersebut dapat dibuat perhitungan kalkulasi trafik layanan untuk pengguna pegawai negeri (*government users*) dan lainnya (*non-government users*). Dengan menggunakan asumsi sesuai dari hasil observasi dimana perimbangan jumlah pegawai Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat, yaitu 75% berada di ibukota provinsi dan sisanya sebesar 25% berada di kabupaten/kota lainnya, maka dapat dibuat perhitungan, sebagai berikut:

- a. Di kota Bandung, Ibukota, jumlah pengguna adalah sebesar 75% x 11.755 orang, yaitu 8.816 pengguna.
- b. Di kabupaten/kota lainnya, jumlah pengguna adalah sebesar 25% x 11.755 orang, yaitu 2.938 pengguna.

Jika rata-rata pengguna menggunakan minimal 384 kbps untuk melakukan aktivitas *internet browsing*, maka diperlukan *bandwidth* minimal pada saat *peak time* (*online* bersamaan) dengan jumlah *user* sebanyak 11.755 *user* selama 25 hari kerja, maka Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat memerlukan minimal *bandwidth* sebesar 576 Mbps. Untuk mendukung *non-government users* diperlukan minimal total kebutuhan *bandwidth*, yaitu 3,5 Gbps. Untuk mendukung layanan 3G, seperti *Vo-IP*, *video conference*, dan lainnya, maka minimal rata-rata penggunaan adalah 1 Mbps, berarti total *bandwidth* yang dibutuhkan adalah 9,1 Gbps.

2.1 Teknologi *Fixed-WIMAX*

WIMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) merupakan salah satu teknologi nirkabel untuk akses *broadband*, seringkali disebut “*WI-FI on steroids*”. Pada *Wimax*, jaringan data dipancarkan secara nirkabel, namun memiliki wilayah cakupan (*coverage area*) yang jauh lebih luas, dengan biaya yang relatif lebih murah dibanding teknologi kabel. IEEE 802.16d, seperti terlihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Karakteristik Teknologi *Fixed-wimax* dibandingkan dengan Teknologi WIFI

	WiFi 802.11g	WIMAX 802.16d
<i>Approximate max reach (dependent on many factors)</i>	100 meters	8 km
<i>Maximum throughput</i>	54 Mbps	75 Mbps (20 MHz band)
<i>Typical Frequency bands</i>	2.4 GHz	2-11 GHz
<i>Application</i>	<i>Wireless LAN</i>	<i>Fixed Wireless Broadband (eg-DSL alternative)</i>

Terlihat dari karakteristik teknologi *fixed-WIMAX*, Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat mempertimbangkan untuk menggunakan teknologi ini yang digunakan pada frekuensi standar Eropa pada 3,5 Ghz, yang memiliki *coverage area* dengan radius maksimum 8 km per BTS (*Base Transceiver Station*). Kondisi ini cocok digunakan pada dataran rendah dengan area yang luas, seperti di kota Bandung dan kota-kota besar lainnya di wilayah Provinsi Jawa Barat [7],[8].

2.2 Teknologi *Fiber-Optic*

Salah satu teknologi yang menjadi pertimbangan Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat dalam membangun dan mengembangkan infrastruktur *broadband* adalah dengan menggunakan teknologi *fiber-optic*. Teknologi ini menggunakan kabel serat optik yang mentransmisikan data melalui cahaya. Dari sisi harga, *fiber-optic* adalah jenis kabel yang mahal dibandingkan dengan jenis kabel lainnya, namun memiliki jangkauan yang lebih jauh, mulai dari 200 meter hingga ratusan kilometer. Selain itu, *fiber-optic* memiliki daya tahan tinggi terhadap interferensi gelombang elektromagnetik dan dapat digunakan pada teknologi akses *broadband* dengan kecepatan tinggi yang lebih baik dibandingkan teknologi *wireless* lain yang ada pada saat ini. Karakteristik teknologi ini yang menjadi pertimbangan Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat saat ini untuk menjadi pilihan teknologi alternatif selain penggunaan teknologi *fixed-wimax*.

Perbandingan karakteristik Teknologi *Fiber-optic* dibandingkan dengan Teknologi *Fixed-wimax* dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Karakteristik Teknologi *Fiber-optic* dibandingkan dengan Teknologi *Fixed-wimax*

	WIMAX 802.16d	<i>Fiber-optic</i>
<i>Approximate max reach (dependent on many factors)</i>	8 km	<i>From 200 meters up to hundreds kilometers</i>
<i>Maximum throughput</i>	75 Mbps (20 MHz band)	100 Mbps
<i>Typical Frequency bands</i>	2-11 GHz	-
<i>Application</i>	<i>Fixed Wireless Broadband (eg-DSL alternative)</i>	<i>Fixed Cable LAN/WAN</i>

Terlihat dari karakteristik teknologi *fiber-optic*, Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat mempertimbangkan penggunaan teknologi ini untuk menjangkau area-area distrik lain yang terpisahkan jarak puluhan sampai ratusan kilometer dari pusat kota/ibukota (*capital*), dimana teknologi ini memberikan beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh teknologi lain walaupun berbiaya yang cukup besar [2],[4].

Penggunaan kedua teknologi tersebut, baik *fixed-wimax* maupun *fiber-optic*, baik yang telah diimplementasikan maupun yang sedang dalam perencanaan dalam rangka pembangunan dan pengembangan infrastruktur *broadband* lebih lanjut oleh Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat telah menggunakan konfigurasi jaringan yang juga banyak digunakan di negara-negara Asia dan Eropa lainnya [1],[2],[4],[5],[6],[7],[8].

3. ANALISIS TEKNO EKONOMI

Perhitungan nilai ekonomis dalam analisis tekno ekonomi dari implementasi teknologi *fixed-WIMAX* dan *fiber-optic* pada infrastruktur *broadband* Pemerintah Provinsi Jawa Barat merupakan perbandingan antara nilai investasi yang dibutuhkan, termasuk di dalamnya investasi instalasi dan pemeliharaan perangkat keras, dengan nilai asumsi *revenue* yang akan dihasilkan. Walaupun nilai asumsi *revenue* tidak bisa dilihat dari hasil pemasukan penjualan jasa, karena layanan *broadband* yang disediakan Pemerintah Provinsi Jawa Barat saat ini masih gratis dan lebih ditujukan untuk mendukung kegiatan pemerintahan. Walaupun demikian *revenue* dapat dilihat dari seberapa besar efisiensi penggunaan layanan *broadband* atau disebut penggunaan *bandwidth*, termasuk di dalamnya aktivitas *browsing internet*, *video conference*, dan Vo-IP yang digunakan. Pengelompokan penggunaan *bandwidth* ini dibagi ke dalam

penggunaan *bandwidth government users* per lokasi kantor pemerintahan (*government office*) dan penggunaan *bandwidth non-government users* per area, termasuk ibukota provinsi (*capital*) dan kabupaten/kota ditinjau dari profil geografisnya (*urban* dan *sub-urban*).

Untuk mendukung aktivitas pemerintahan, Pemerintah Provinsi Jawa Barat berinisiatif untuk membangun infrastruktur *broadband*, dimana nantinya layanan *broadband* dapat digunakan oleh *government users* dalam menjalankan aktivitas kerja sehari-hari. Rata-rata penggunaan *bandwidth* oleh *government users* per *government office* Pemerintah Provinsi Jawa Barat, yaitu total sebesar 309 Mbps. Dengan asumsi biaya sewa *bandwidth* per bulan jika diselenggarakan oleh operator swasta, maka pemerintah harus mengeluarkan biaya sekitar US \$ 90,900/bulan atau US \$ 1,090,800/tahun. Nilai ini jauh dari perkiraan semula dari asumsi minimal *bandwidth* adalah sebesar 384 kbps/*user* dikalikan jumlah *user* sebesar 11.755 *user*, sehingga dihasilkan minimal total *bandwidth broadband* sebesar 576 Mbp. Jika diasumsikan dalam biaya maka diperoleh biaya sebesar US \$172,800/bulan atau US \$2,073,600/tahun. Hal ini berarti bahwa efisiensi penggunaan *bandwidth* hanya sebesar 53%. Jadi asumsi *revenue* dari *government users* adalah hanya mampu melakukan biaya efisiensi sebesar US \$ 1,090,800/tahun dari perkiraan awal sebesar US \$2,073,000/tahun. Teknologi *fixed-WIMAX* dikenal dengan penerapan teknologi *broadband* dengan biaya instalasi dan pembelian perangkat yang cukup murah per *base station*. Namun, teknologi ini memiliki kelemahan dalam daya jangkauan yang terbatas sesuai dengan profil teknologinya, dimana area cakupan hanya seluas radius 8 km per *base station*. Oleh karena itu, diperlukan banyak *base station* untuk pemanfaatannya, pengadaan *Subscriber Station* atau CPE (*Customer Premises Equipment*) di setiap pengguna atau *access point* [2],[4],[5],[6],[7],[8].

3.1 Perhitungan CAPEX dan OPEX Implementasi *Fixed-Wimax*

Dari hasil observasi diperoleh data perhitungan CAPEX (investasi) dan OPEX (biaya operasional) untuk *fixed-wimax* sebagai berikut: Total CAPEX untuk teknologi *fixed-wimax* adalah sebesar US \$13,900,660, yang terbagi ke dalam 13 *area* cakupan layanan (*coverage area*). Biaya operasional (OPEX) meliputi biaya *engineering, construction, installation and commisioning* sebesar US \$2,459,700 dan biaya *service level agreement period* sebesar US \$5,999,580 sehingga total OPEX adalah sebesar US \$8,459,28. Total keseluruhan CAPEX dan OPEX yang dilakukan dalam dua fase, adalah sebesar US \$22,359,940. [3],[9].

3.2 Perhitungan CAPEX dan OPEX Implementasi *Fiber-Optic*

Teknologi *fiber-optic* dikenal dengan penerapan teknologi *broadband* yang dapat menjangkau ratusan kilometer. Teknologi ini dapat membawa *bandwidth* maksimal sampai 100 Mbps/*line*, sehingga dikenal sebagai teknologi *broadband* yang cukup efektif untuk menghubungkan area-area yang jauh. Teknologi ini memiliki daya tahan terhadap perubahan cuaca. Berikut ini adalah hasil observasi perhitungan CAPEX dan OPEX untuk implementasi teknologi *fiber-optic*: Total CAPEX untuk teknologi *fiber-optic* adalah sebesar US \$18,297,880 yang terbagi ke dalam 13 *area* cakupan layanan (*coverage area*), biaya investasi (CAPEX) ditambah biaya *engineering, construction, installation and commisioning* sebesar US \$1,646,530 yang dianggap sebagai biaya operasional (OPEX), sehingga total keseluruhan CAPEX dan OPEX adalah US \$19,944,410 [3],[9].

Setelah dilakukan identifikasi terhadap *revenue* serta CAPEX dan OPEX dari kedua teknologi tersebut, baik *fixed-Wimax* maupun *fiber-optic*, dapat dihitung biaya ekonomis ke depan, terutama untuk menentukan pemilihan teknologi *broadband*. Perhitungan Nilai Ekonomis meliputi perhitungan *Net Present Value* (NPV) dan *Internal*

Rate of Return (IRR), sedangkan untuk perhitungan *Probability Ratio* (PR), *Pay Back Period* (PBP) dan *Break Even Point* (BEP) tidak dilakukan karena pembangunan dan pengembangan infrastruktur *broadband* Pemerintah Provinsi Jawa Barat tidak bersifat komersil atau mencari *profit*, perhitungan nilai ekonomis hanya digunakan untuk menentukan kelayakan (*feasible*) dalam pemilihan teknologi yang akan digunakan [3],[9].

Net Present Value adalah kriteria investasi yang banyak digunakan dalam mengukur apakah suatu proyek *feasible* atau tidak. Perhitungan NPV merupakan *net benefit* yang telah didiskon dengan *discount factor*. Untuk menghitung NPV di dalam sebuah proyek, maka diperlukan komponen biaya investasi, biaya operasional dan pemeliharaan, serta perkiraan *benefit* yang akan didapat dari proyek tersebut.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(Bt-Ct)}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

- t = umur proyek
- i = tingkat bunga
- Bt = *benefit* (manfaat proyek dalam tahun t)
- Ct = *cost* (biaya proyek) pada tahun t

Dari rumus tersebut, dapat diuraikan sebagai berikut: nilai(t) adalah umur proyek dimana Pemerintah Provinsi Jawa Barat melakukan investasi infrastruktur umumnya memproyeksikan selama lima tahun ke depan sebelum ada pembenahan dan restrukturisasi kembali. Sementara untuk nilai (i) mengambil tingkat suku bunga dari Bank Indonesia, yaitu sebesar 12%. Nilai *benefit* (Bt) atau manfaat bisa diambil dari nilai *revenue* investasi implementasi teknologi, baik *fixed-WIMAX* maupun *fiber-optic* yang dilihat per-tahun, dimana total *revenue* dari penggunaan *bandwidth* oleh *government users* dan *non-government users* adalah sebesar US \$20,730,000/tahun ditambah US \$ 36,692,210/tahun sehingga jumlahnya sebesar US \$57,422,210/tahun. Biaya proyek (Ct) dapat dilihat dari biaya investasi (CAPEX) yang dikeluarkan Pemerintah Provinsi Jawa Barat dalam membangun infrastruktur *broadband*-nya, baik menggunakan teknologi *fixed-WIMAX* maupun *fiber-optic* [3],[9].

Nilai NPV yang didapat dibagi ke dalam area cakupan layanan (*coverage area*) wilayah Provinsi Jawa Barat untuk proyeksi selama lima tahun diperoleh hasil sebagai berikut: untuk implementasi teknologi *fixed-WIMAX* adalah sebesar US \$14,744,520 sedangkan untuk implementasi teknologi *fiber-optic* adalah sebesar US \$22,918,470. Jika melihat nilai NPV, kesimpulan yang dapat diambil adalah kedua implementasi tersebut layak untuk dilaksanakan, tetapi investasi dengan menggunakan teknologi *fiber-optic* lebih menguntungkan [3],[9].

Ukuran kedua dari perhitungan kriteria investasi adalah *Internal Rate of Return* (IRR), yang merupakan suatu tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV sama dengan 0 (nol). Dengan demikian suatu proyek bisa dikatakan *feasible* jika nilai IRR-nya berada di atas *discount factor* yang ada. Untuk menentukan besarnya nilai IRR harus dihitung nilai NPV1 dan nilai NPV2 dimana metode yang biasa digunakan adalah dengan menentukan *discount factor* kedua secara acak. Ketentuannya adalah jika nilai NPV1 dengan *discount factor* yang ada telah menunjukkan angka positif, maka *discount factor* yang kedua harus lebih besar dari yang pertama, dan sebaliknya jika nilai NPV1-nya menunjukkan angka negatif, maka *discount factor* yang keduanya harus lebih kecil.[8].

Pada perhitungan IRR, untuk nilai NPV2 akan menggunakan *discount factor* secara acak di angka 24%, karena nilai NPV2 telah menggunakan *discount factor* sebesar 12% sesuai dengan suku bunga Bank Indonesia.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1) \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

i_1 = Bunga Terendah

i_2 = Bunga Tertinggi

NPV_1 = Nilai NPV pada Bunga Terendah

NPV_2 = Nilai NPV pada Bunga Tertinggi

Dari hasil perhitungan, baik implementasi teknologi *fixed-wimax* maupun *fiber-optic* memberikan hasil IRR yang sama, yaitu 30,6%. Jadi dengan menggunakan perhitungan IRR, baik implementasi teknologi *fixed-WIMAX* maupun *fiber-optic* pada infrastruktur *broadband* Pemerintah Provinsi Jawa Barat adalah layak untuk dilaksanakan [3],[9].

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil perhitungan nilai ekonomis dengan menggunakan analisis tekno ekonomi dari implementasi teknologi *fixed-WIMAX* dan *fiber-optic* pada infrastruktur *broadband* Pemerintah Provinsi Jawa Barat, dengan melihat nilai CAPEX dan OPEX, untuk investasi jangka panjang akan lebih menguntungkan jika investasi dengan menggunakan teknologi *fiber-optic*.
- b. Jika melihat nilai NPV, kedua implementasi tersebut layak untuk dilaksanakan, tetapi investasi dengan menggunakan teknologi *fiber-optic* lebih menguntungkan.
- c. Hasil perhitungan, baik implementasi teknologi *fixed-WIMAX* maupun *fiber-optic*, memberikan hasil IRR yang sama, yaitu 30,6%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa baik implementasi teknologi *fixed-WIMAX* maupun *fiber-optic* adalah layak untuk dilaksanakan.

REFERENSI

- [1]. Chanclou, P., Belfqih, Z., Charbonnier, B. et al. 2008. "Access network evolution: optical fibre to the subscribers and impact on the metropolitan and home networks" *Comptes Rendus Physique*, vol. 9, no. 9-10, pp. 935–946, 2008.
- [2]. Ghazisaidi, N., Maier, M. 2009. "Fiber – Wireless Access Networks: A Survey". *IEEE Communication Magazine*, Feb. 2009.
- [3]. Web Resmi Pemerintah Propinsi Jawa Barat, <http://www.jabarprov.go.id>.
- [4]. Forzati, M., Mattsson, C. 2014. "Technical and economic analysis of fibre- based broadband technologies in Stockholm FTTH vs. FTTB", *Acreo Swedish ICT Promemoria*, 20 October 2014.
- [5]. Olsen, B. T., Katsianis, D., Varoutas, D. et al. 2006. "Techno economic evaluation of the major telecommunication investment options for european players". *IEEE Network*, vol. 20, no. 4, pp. 6–15.
- [6]. Pereira, J.P., Ferreira, P. 2009. "Access networks for mobility: a techno-economic model for broadband access technologies. *Proceedings of the 5th International Conference on Testbeds and Research Infrastructures for the Development of Networks and Communities and Workshops (TridentCom '09)*, Washington, DC, USA, April 2009.
- [7]. Prasad, R., Velez, F. J. 2010. *WiMAX Networks: Techno-Economic Vision and Challenges*. 1st ed. New York, USA: Springer.
- [8]. Smura, T. 2006. "Competitive Potential of WiMAX in the Broadband Access Market: A Techno-Economic Analysis". Helsinki University of Technology.
- [9]. Sullivan, W. G., Wicks, E. M., Koelling, C. P. 2015. *Engineering Economy*. 16th Edition. Pearson.