

ANALISIS TEKNO-EKONOMI RANCANGAN JARINGAN FTTH GPON DI DAERAH KABUPATEN JEMBRANA DAN TABANAN

Bayu Nugraha Putra¹, Nyoman Gunantara², IGAK Diafari Djuni³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

^{2,3}Dosen Program Studi, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali

¹mbayunugrahap@gmail.com, ²gunantara@unud.ac.id, ³igakdiafari@unud.ac.id

ABSTRAK

Dalam konteks implementasi jaringan serat optik, fungsi dari analisis tekno-ekonomi adalah untuk mengevaluasi biaya dan keuntungan dalam implementasi jaringan serat optik, serta untuk mengetahui kelayakan dan keberhasilan dari pendekatan yang akan dibandingkan dalam pembangunan dan pengoperasian jaringan tersebut. *Net present value* (NPV), dan *internal rate of return* (IRR) merupakan beberapa metode yang umum digunakan oleh investor untuk mengevaluasi potensi implementasi teknologi secara kuantitatif dan membuat keputusan berdasarkan informasi tentang apakah investasi layak dilakukan. Mempertimbangkan jumlah peminat dan ketersediaan *backbone* eksisting, pada Kabupaten Jembrana, *Plan Cluster* Gilimanuk menghasilkan NPV dan IRR berturut-turut sebesar Rp431,608,386 dan 24.27%, dengan periode impas 3 tahun 4 bulan. Sedangkan untuk Kabupaten Tabanan, *Plan Cluster* Marga menghasilkan NPV dan IRR berturut-turut sebesar Rp853,682,479 dan 35.83%, dengan periode impas 2 tahun 5 bulan.

Kata kunci : FTTH, peramalan, ARIMA, Prophet, Exponential smoothing, kelayakan bisnis, NPV, IRR

ABSTRACT

In the context of fiber optic network implementation, the function of techno-economic analysis is to evaluate the costs and benefits of implementing fiber optic networks, as well as to determine the feasibility and success of the approaches to be compared in building and operating the network. Net present value (NPV), and internal rate of return (IRR) are some of the methods commonly used by investors to quantitatively evaluate the potential for technology implementation and make informed decisions about whether the investment is worth making. Consider the number of interested parties and the availability of existing backbone network. In Jembrana Regency, the Gilimanuk cluster plan produces an NPV and IRR of IDR 431,608,386 and 24.27% respectively. Meanwhile, for Tabanan Regency, Plan Cluser Marga produces NPV and IRR of IDR 853,682,479 and 35.83% respectively.

Key Words : FTTH, forecasting, ARIMA, Prophet, exponential smoothing, economic feasibility, NPV, IRR

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi dan meningkatkan kebutuhan akan layanan komunikasi pada saat ini tidak hanya suara, melainkan ada data dan video. Untuk mendukung permintaan *bandwidth* yang semakin meningkat, diperlukan jaringan yang mampu memberikan unjuk kerja

dengan cepat dan stabil. Salah satu solusinya yaitu dengan menggunakan jaringan serat optik[12]. Serat optik adalah media transmisi berupa kabel yang terbuat dari kaca silika yang dapat digunakan untuk komunikasi dengan mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain pada jarak yang jauh.[17]

Keputusan final perusahaan penyedia layanan internet dalam melakukan investasi dalam penggunaan serat optik untuk menjangkau pelanggan yang lebih luas bergantung pada hasil analisis mengenai kemungkinan risiko-risiko bisnis yang akan dihadapi. Di satu sisi, penyedia layanan ingin menangkap peluang baru berkaitan dengan adanya tren peningkatan kebutuhan. Dan di sisi lain, penyedia layanan juga perlu menganalisis apakah implementasi teknologi ini merupakan salah satu solusi dari beberapa alternatif yang mungkin akan diambil sebagai pilihan investasi terbaik. Oleh karena itu, analisis kuantitatif perlu dilakukan untuk membandingkan performa investasi dalam implementasi sebuah teknologi, yang mana analisis ini disebut dengan tekno-ekonomi.

Dalam konteks implementasi jaringan serat optik, fungsi dari analisis tekno-ekonomi adalah untuk mengevaluasi biaya dan keuntungan dalam implementasi jaringan serat optik, serta untuk mengetahui kelayakan dan keberhasilan dari pendekatan yang akan dibandingkan dalam pembangunan dan pengoperasian jaringan tersebut. Analisis ini mempertimbangkan beberapa faktor antara lain biaya investasi dan operasional (*capital and operating cost*), potensi pendapatan (*revenue*), permintaan pasar, dan kelayakan teknis. Menurut Giatman (2006), *Net present value* (NPV) dan *internal rate of return* (IRR) merupakan beberapa metode yang umum digunakan oleh investor[18] atau perusahaan teknologi untuk mengevaluasi potensi implementasi teknologi secara kuantitatif dan membuat keputusan berdasarkan informasi tentang apakah investasi layak (*feasible*) dilakukan. NPV adalah metrik finansial untuk menghitung total arus kas yang sudah didiskontokan.[20] Sedangkan IRR adalah laju bunga yang membuat NPV sama dengan biaya proyek.[19] Kedua metode ini bisa menjadi alat yang berguna bagi perusahaan untuk mengambil keputusan implementasi teknologi FTTH dengan menghitung apakah keuntungan implementasi jaringan lebih besar dari biaya investasi awal dengan cara

membandingkan profitabilitas beberapa proyek. Sehingga, perusahaan yang menginvestasi dapat mendapatkan gambaran mengenai kelayakan bisnis dalam investasi sebuah teknologi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Teknoekonomi

Dalam konteks implementasi jaringan serat optik, fungsi dari analisis tekno-ekonomi adalah untuk mengevaluasi biaya dan keuntungan dalam implementasi jaringan serat optik, serta untuk mengetahui kelayakan dan keberhasilan dari pendekatan yang akan dibandingkan dalam pembangunan dan pengoperasian jaringan tersebut. Terdapat beberapa faktor kunci yang harus dipertimbangkan dalam analisis tekno-ekonomi dari sebuah implementasi jaringan serat optik. Faktor ini antara lain:

1. *Capital cost*
2. *Operating cost*
3. *Revenue* (pendapatan)
4. *Market demand* (permintaan pasar)
5. Kelayakan teknis

Tujuan analisis tekno-ekonomi ini adalah untuk melihat nilai ekonomi dari investasi sebuah teknologi sehingga perusahaan yang melakukan investasi dapat melihat kelayakan penerapan sebuah proyek secara kuantitatif untuk membuat keputusan berinvestasi. Dari *feasibility* ini dapat diketahui *rate of return* kapital dan keuntungan yang dihasilkan dari sebuah investasi, dimana hal ini dapat dijadikan untuk umpan balik bagi penetapan strategi perusahaan.

2.2 Forecasting

Forecasting pada deret waktu adalah metode peramalan dengan menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan dipikirkan dengan variabel waktu. Peramalan bisa digunakan organisasi atau institusi untuk perencanaan, formulasi langkah yang tepat untuk keputusan, baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang[1].

Tujuan analisis deret waktu adalah untuk meramalkan nilai untuk periode yang akan datang berdasarkan pola yang ada

pada periode sebelumnya[2]. *Forecasting* atau peramalan diharapkan menghasilkan ramalan optimal yang sebisa mungkin memiliki error yang kecil, karena setiap model peramalan pasti mempunyai kesalahan[3]. Setelah semua tahap dilakukan dan diperoleh *output* ramalan, maka hasil tersebut dibandingkan dengan data sebenarnya untuk memperoleh deviasi/kesalahan. Metode yang digunakan untuk menghitung kesalahan prediksi, antara lain:

1. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE dikalkulasikan dengan menghitung selisih absolut dari tiap titik pada sampel, membaginya dengan jumlah sampel, lalu mencari rata-rata dari persentase selisih tersebut, atau dapat diekspresikan dengan:

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|A-F|}{A}}{n} \times 100\% \quad (1)$$

dimana

A = nilai (angka) sebenarnya

F = nilai (angka) hasil peramalan

n = jumlah sampel

Menurut Swanson (2015), nilai MAPE 0% menunjukkan akurasi *forecast* yang sempurna, MAPE <5% menunjukkan hasil *forecast* cukup akurat sehingga dapat diterima, MAPE di atas 10%-25% menunjukkan akurasi yang rendah namun masih dapat diterima, dan MAPE >25% adalah nilai yang sangat rendah, dimana hasil ramalan tidak dapat diterima[4].

2. *Root Mean Square Error* (RMSE)

RMSE adalah deviasi standar dari residual (kesalahan prediksi). RMSE mempunyai skala yang sama dengan data. RMSE Persamaan umum RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{(F - A)^2} \quad (2)$$

dimana,

A = nilai sebenarnya

F = nilai hasil peramalan

2.2 **Capital Budgeting**

Capital budgeting adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kelayakan suatu proyek atau investasi modal dalam jangka panjang yang diharapkan akan menghasilkan keuntungan di masa datang[6]. Kasmir dan Jakfar (2007) menyatakan tujuan dilakukannya analisis kelayakan bisnis adalah[7]:

- Menghindari risiko kerugian di masa yang akan datang
- Memudahkan perencanaan
- Memudahkan pelaksanaan pekerjaan
- Memudahkan pengawasan agar jalannya usaha sesuai dengan rencana yang telah disusun
- Memudahkan pengendalian

Beberapa metode yang sering digunakan dalam studi kelayakan finansial sebuah proyek adalah *net present value*, *internal rate of return*, dan *payback period*.

2.2.1 **Net present value**

NPV merupakan selisih antara *present value* (nilai sekarang) dari investasi dan nilai sekarang dari masukan pendapatan di masa yang akan datang.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad (3)$$

dimana:

NPV = Nilai uang sekarang

CF_t = Kas per tahun pada periode t

r = *Discount rate*/laju bunga

n = Jumlah tahun

Melalui persamaan (3) dapat dilihat kriteria-kriteria yang digunakan sebuah proyek dapat dikatakan layak atau tidak. Jika NPV bernilai positif (NPV >0) maka proyek tersebut dinyatakan layak untuk diimplementasi.

2.2.2 **Internal Rate of Return**

IRR digunakan untuk memperoleh bunga tahunan dari sebuah investasi. Perhitungan IRR membutuhkan hasil perhitungan PV, yang bisa dihitung menggunakan persamaan umum berikut:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (r_2 - r_1) \quad (4)$$

2.2.3 **Discounted Payback Period**

DPP adalah periode yang diperlukan untuk menutup kembali biaya

kapital dengan menggunakan aliran kas. Persamaan untuk menghitung DPP adalah sebagai berikut:

$$DPP = X + \frac{Y}{Z} \quad (5)$$

dimana:

X = Periode tahun dimana CCF (*cumulative cash flow*) bernilai negatif

Y = Nilai CCF mutlak pada akhir periode X

Z = Nilai PV pada periode selanjutnya setelah periode X .

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan kantor PT PLN Iconplus Strategic Business Unit Bali dan Nusa Tenggara yang berlokasi di Jalan Gunung Mandalawangi no. 15 Pemecutan Klod, Denpasar Barat. Alur penelitian ini tercantum pada Gambar 1.

Langkah 1. Penetapan *planning area*

Penelitian ini diawali dengan pemetaan batas wilayah administratif PLN UP3 Bali Selatan dan UP3 Bali Utara. Pada daerah dalam PLN UP3 tersebut kemudian akan dipilih masing-masing 2 kecamatan dengan pertimbangan jarak dari PoP PLN Iconplus.

Langkah 2. Pengumpulan data jumlah penduduk

Data jumlah penduduk dapat diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) masing-masing Kabupaten.

Langkah 3. Proyeksi potensi pasar

Data jumlah penduduk yang telah diperoleh pada langkah sebelumnya akan dijadikan dasar untuk melakukan peramalan jumlah penduduk untuk tahun mendatang. Peramalan dilakukan dengan 3 model statistik yaitu ARIMA, Prophet, dan *exponential smoothing*.

Langkah 4. Perancangan desain *Plan Cluster* tahap awal

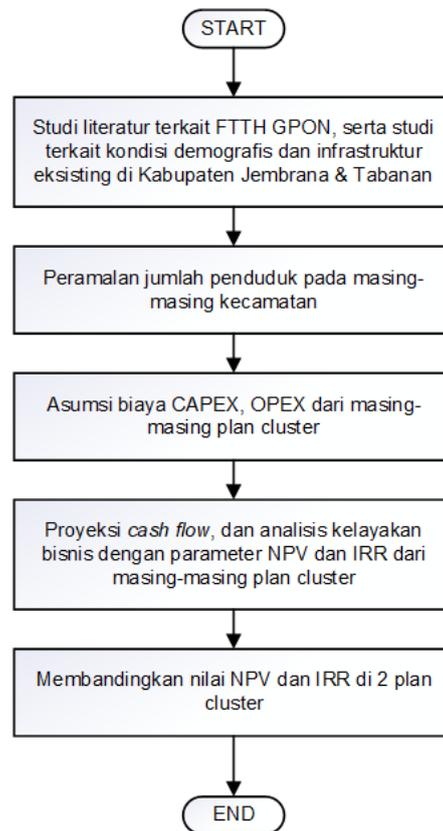
Pada *Plan Cluster* yang dipilih, akan dipetakan titik-titik rencana peletakan *splitter* akses (FAT), kabel optik, serta komponen fisik FTTH lainnya yang menghubungkannya ke OLT. Pemetaan *Plan Cluster* ini dibuat sehingga rencana anggaran biaya (RAB) untuk *Plan Cluster* tersebut dapat diketahui.

Langkah 5. Proyeksi *cash flow* dan *capital budgeting*

Proyeksi laba rugi didasari oleh jumlah calon pelanggan.[11] Sehingga, proyeksi laba-rugi kedepannya akan didasari oleh jumlah peminat pada masing-masing *Plan Cluster*. Setelah *cash flow* terangkum, maka NPV, IRR, dan DPP dapat diketahui.

Langkah 6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil langkah sebelumnya, seluruh hasil analisis *capital budgeting* akan dibandingkan dan *Plan Cluster* dengan nilai NPV dan IRR terbaik pada masing-masing kabupaten akan disimpulkan untuk dilakukan implementasi.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Planning Area*

Dalam menentukan lokasi rencana Pembangunan jaringan FTTH-GPON, berdasarkan target prioritas dari PT. PLN ICON Plus tahun 2022, menargetkan 2 wilayah kabupaten yang termasuk dalam

wilayah reorganisasi PLN yaitu UP3 Bali Selatan yang dikhususkan untuk kabupaten Tabanan dan UP3 Bali Utara yang dikhususkan untuk Kabupaten Jembrana, serta mempertimbangkan lokasi jaringan *backbone* eksisting pada masing-masing kabupaten tersebut, yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Batas-batas administratif Kabupaten Tabanan dan Jembrana dengan *overlay* PoP eksisting

Sehingga berdasarkan pertimbangan tersebut, pada Kabupaten Tabanan, ditetapkan 2 opsi kecamatan yang akan di bangun sebuah jaringan FTTH yaitu Kecamatan Marga dan Kecamatan Pupuan, sedangkan untuk Kabupaten Jembrana ditetapkan 2 opsi kecamatan yaitu Kecamatan Melaya dan Kecamatan Pekutatan.

4.2 Peramalan Jumlah Penduduk dan Proyeksi Jumlah Potensi Pasar

Berdasarkan publikasi jumlah penduduk per kecamatan oleh Badan Pusat Statistik, data jumlah penduduk terbaru dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data jumlah penduduk per kecamatan

| Tahun | Kecamatan | | | |
|-------|-----------|--------|--------|-----------|
| | Marga | Pupuan | Melaya | Pekutatan |
| 2010 | 40.50 | 38.46 | 50.57 | 25.67 |
| 2011 | 40.66 | 38.55 | 50.91 | 25.76 |
| 2012 | 40.88 | 38.63 | 51.25 | 25.88 |
| 2013 | 41.08 | 38.78 | 51.59 | 25.99 |
| 2014 | 41.28 | 38.83 | 51.94 | 26.16 |
| 2015 | 41.46 | 38.96 | 52.24 | 26.27 |
| 2016 | 41.67 | 39.04 | 52.54 | 26.40 |
| 2017 | 41.82 | 39.14 | 52.85 | 26.47 |
| 2018 | 42.03 | 39.24 | 53.17 | 26.61 |

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 2019 | 42.15 | 39.28 | 53.46 | 26.71 |
| 2020 | 42.34 | 39.37 | 53.72 | 26.82 |

4.2.1 Pengujian Deviasi Ramalan

Pengujian deviasi dilakukan untuk mengetahui kesalahan peramalan untuk masing-masing model statistik. Deviasi didapatkan dengan cara membandingkan hasil ramalan (*forecasted value*) dengan data sebenarnya (*actual value*). Hasil terbaik diperoleh jika 70-80% data digunakan sebagai *train set*, dan 20-30% lainnya digunakan sebagai *test set*. [5] Jadi, dari 11 *data point* jumlah penduduk yang tersedia, 8 *data point* pertama (2010 s.d. 2017) digunakan untuk melatih model (*train set*), dan 3 sisanya akan digunakan sebagai *test set*. Hasil pengujian tersebut terangkum pada Tabel 2, 3, dan 4 berikut, dengan rata-rata deviasinya pada Tabel 5.

Tabel 2. Rata-rata kesalahan ramalan model ARIMA

| Dataset | MAPE | RMSE |
|-----------|-------|--------|
| Pupuan | 0.25% | 0.1147 |
| Melaya | 0.15% | 0.0874 |
| Pekutatan | 0.97% | 0.2874 |
| Marga | 0.53% | 0.2536 |

Tabel 3. Rata-rata kesalahan ramalan model Prophet

| Dataset | MAPE | RMSE |
|-----------|-------|--------|
| Pupuan | 0.43% | 0.1837 |
| Melaya | 3.04% | 1.6904 |
| Pekutatan | 0.91% | 0.2425 |
| Marga | 0.95% | 0.4012 |

Tabel 4. Rata-rata kesalahan ramalan model *Exponential Smoothing*

| Dataset | MAPE | RMSE |
|-----------|-------|--------|
| Pupuan | 0.12% | 0.0535 |
| Melaya | 0.04% | 0.03 |
| Pekutatan | 0.15% | 0.0424 |
| Marga | 0.13% | 0.0695 |

Tabel 5. Rata-rata kesalahan ramalan ketiga model

| Model | MAPE | RMSE |
|----------------|-------|--------|
| ARIMA | 0.48% | 0.1858 |
| Prophet | 1.33% | 0.6294 |
| Exp. smoothing | 0.11% | 0.0489 |

Berdasarkan pengujian dengan cara membandingkan data *actual* versus *forecast* di atas, ketiga model menghasilkan MAPE kurang dari 5%, sehingga dapat diklasifikasikan dalam kategori peramalan yang cukup akurat[4]. Akan tetapi model *exponential smoothing* terbaik digunakan untuk peramalan penduduk, baik pada Kecamatan Marga, Pupuan, Melaya, maupun Pekutatan dikarenakan model ini menghasilkan kesalahan ramalan paling kecil dibandingkan dengan model ARIMA dan Prophet.

Sehingga, dapat disimpulkan peramalan penduduk pada tahun mendatang akan dilakukan dengan model *exponential smoothing*.

4.2.2 Peramalan Jumlah Penduduk

Menurut *economic life expectancy* dari perangkat yang digunakan, proyeksi jumlah penduduk dilakukan sepanjang 5 tahun kedepan.[8] Menggunakan model statistik *exponential smoothing*, Tabel 6 adalah hasil ramalan jumlah penduduk masing-masing Kecamatan s.d. Tahun 2028.

Tabel 6. Hasil peramalan jumlah penduduk masing-masing Kecamatan

| Tahun | Kabupaten | | | |
|-------|-----------|-------|-----------|--------|
| | Pupuan | Marga | Pekutatan | Melaya |
| 2024 | 39.77 | 43.09 | 27.31 | 54.77 |
| 2025 | 39.86 | 43.27 | 27.43 | 55.04 |
| 2026 | 39.95 | 43.46 | 27.55 | 55.30 |
| 2027 | 40.05 | 43.65 | 27.66 | 55.56 |
| 2028 | 40.14 | 43.83 | 27.78 | 55.83 |

4.2.3 Potensi Homepass

Sebelum dilakukannya implementasi, pada tahap awal idealnya dilakukan proyeksi potensi pasar terlebih dahulu untuk mengetahui gambaran kuantitatif mengenai *homepass* yang diekspektasi akan berlangganan jaringan *broadband* di daerah tersebut.

Menurut publikasi penetrasi akses *fixed broadband* oleh Kementerian Komunikasi dan Informasi, pergelaran akses *fixed broadband* tetap pada tahun 2017 mencapai 9,62% dari populasi.[9] Menerapkan persentase tersebut, jumlah potensi *homepass* pada masing-masing

kecamatan diekspektasi mencapai angka sebagai berikut:

Tabel 7. Potensi pasar FTTH pada 4 kecamatan

| Kabupaten | Kecamatan | Potensi Homepass |
|------------|-----------|------------------|
| Tabanan | Marga | 3.862 |
| | Pupuan | 4.217 |
| Bali Barat | Melaya | 5.370 |
| | Pekutatan | 2.672 |

Sehingga dari data pada Tabel 7, pasar untuk keempat kecamatan tersebut dinilai mendukung untuk dilakukannya implementasi jaringan FTTH. Dari keempat Kecamatan tersebut, akan dipetakan rencana *cluster* yang dinilai layak untuk dilakukan pembangunan infrastruktur FTTH menurut pertimbangan kerapatan penduduk, dengan tujuan antara lain:

- 1) Memaksimalkan daya sinyal terima pada perangkat pelanggan (*customer premises*). Hal ini disebabkan adanya atenuasi intrinsik dari serat optik itu sendiri, dimana atenuasi ini menyebabkan pelemahan sinyal terima (P_{Rx}). P_{Rx} yang rendah akan menyebabkan tingkat kesalahan bit/bit error rate (BER) yang tinggi[10], yang mana hal ini akan mempengaruhi keandalan jaringan. Intensitas daya pada serat optik umumnya diekspresikan dalam unit decibel-milliWatt (dBm), dimana semakin besar akan semakin baik. Sehingga, semakin pendek jarak kabel dari ujung ke ujung yang lain (*end-to-end*), level sinyal yang diterima akan semakin baik.
- 2) Meningkatkan efisiensi biaya. Hal ini dikarenakan biaya material dan jasa kabel seringkali merupakan pengeluaran terbesar dalam sebuah investasi jaringan serat optik.

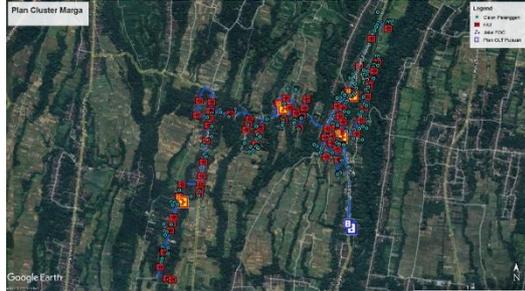
4.2.3 Potensi Homepass

Pada *Plan Cluster* yang dipilih, akan dipetakan titik-titik rencana peletakan splitter akses (FAT), kabel optik, serta komponen fisik FTTH lainnya yang menghubungkannya ke OLT. Pemetaan *Plan Cluster* ini bertujuan untuk membuat *bill*

of quantity (BoQ) sehingga rencana anggaran biaya (RAB) untuk *Plan Cluster* tersebut dapat diketahui. Rencana *cluster-cluster* dapat dilihat pada Gambar 3, 4, 5, dan 6.

A. Kabupaten Tabanan

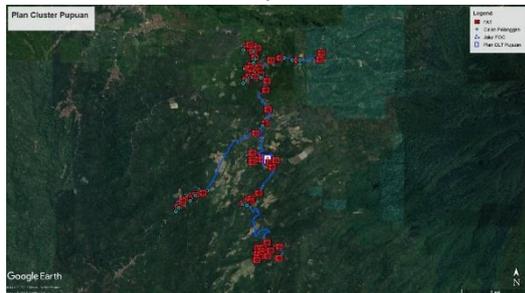
a. Kecamatan Marga: *Plan Cluster* Marga



Gambar 3. Desain *Plan Cluster* FTTH Marga

Total anggaran biaya *Plan Cluster* Marga: Rp913,981,000

b. Kecamatan Pupuan: *Plan Cluster* Pupuan



Gambar 4. Desain *Plan Cluster* FTTH Pupuan

Total anggaran biaya *Plan Cluster* Pupuan: Rp751,660,000

B. Kabupaten Jembrana

a. Kecamatan Melaya: *Plan Cluster* Gilimanuk



Gambar 5. Desain *Plan Cluster* FTTH Gilimanuk

Total anggaran biaya *Plan Cluster* Gilimanuk: Rp687,361,000

b. Kecamatan Pekutatan: *Plan Cluster* Pekutatan



Gambar 6. Desain *Plan Cluster* FTTH Pekutatan

Total anggaran biaya *Plan Cluster* Pekutatan: Rp789,710,000

4.3 Analisis Kelayakan Ekonomis

4.3.1 Proyeksi Laba-Rugi

A. Pendapatan (*Revenue*)

Jumlah pelanggan dalam analisis ekonomi implementasi jaringan FTTH diproyeksikan dari jumlah peminat[11, 12], dengan penambahan sebanyak dua pelanggan per bulan[12, 13]. Jumlah peminat pada masing-masing *Plan Cluster* dirangkum dalam Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah peminat sebagai acuan pelanggan awal

| Kabupaten | <i>Plan Cluster</i> | Jumlah Peminat |
|-----------|---------------------|----------------|
| Jembrana | Gilimanuk | 88 orang |
| | Pekutatan | 93 orang |
| Tabanan | Marga | 212 orang |
| | Pupuan | 70 orang |

Dari jumlah calon pelanggan tersebut, dengan asumsi seluruhnya memilih paket termurah yaitu 10Mbps, maka *revenue* kumulatif masing-masing *Plan Cluster* pada tahun ke-t terangkum pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9. *Revenue Plan Cluster* di Kabupaten Jembrana

| Thn t | Kab. Jembrana | |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| | <i>Plan Cluster</i> Gilimanuk | <i>Plan Cluster</i> Pekutatan |
| 1 | Rp223,344,000 | Rp234,624,000 |
| 2 | Rp277,488,000 | Rp288,768,000 |
| 3 | Rp331,632,000 | Rp342,912,000 |
| 4 | Rp385,776,000 | Rp397,056,000 |
| 5 | Rp439,920,000 | Rp451,200,000 |

Tabel 10. *Revenue Plan Cluster* di Kabupaten Tabanan

| Thn t | Kab. Tabanan | |
|-------|---------------------------|----------------------------|
| | <i>Plan Cluster Marga</i> | <i>Plan Cluster Pupuan</i> |
| 1 | Rp503,088,000 | Rp182,736,000 |
| 2 | Rp507,600,000 | Rp236,880,000 |
| 3 | Rp512,112,000 | Rp291,024,000 |
| 4 | Rp516,624,000 | Rp345,168,000 |
| 5 | Rp521,136,000 | Rp399,312,000 |

B. Biaya (*Costs*)

- Biaya Pengeluaran Modal (CAPEX) CAPEX (*Capital Expenditure*) ini biasanya dalam bentuk material yang dikeluarkan dalam jumlah yang cukup besar. Pada proyek ini, CAPEX dapat direpresentasi oleh rencana anggaran biaya (RAB) pembangunan *cluster* FTTH. Sehingga, CAPEX masing-masing *Plan Cluster* FTTH dapat dirangkum pada Tabel 11.

Tabel 11. Biaya Modal (CAPEX)

| Kabupaten | <i>Plan Cluster</i> | CAPEX |
|-----------|---------------------|---------------|
| Jembrana | Pekutatan | Rp687,361,000 |
| | Gilimanuk | Rp789,710,000 |
| Tabanan | Marga | Rp913,981,000 |
| | Pupuan | Rp751,660,000 |

- Biaya Operasional (OPEX)

Biaya operasional (*operational expenditure*) adalah biaya-biaya yang tidak berhubungan langsung dengan produk perusahaan tetapi berkaitan dengan aktivitas operasi perusahaan sehari-hari.[15] Rincian asumsi biaya operasional untuk masing-masing *Plan Cluster* adalah sebagai berikut:

1. Pemasaran produk (*marketing branding*) meliputi pencetakan banner, brosur, dan pemasaran digital total sebesar Rp1.600.000 per tahun.
2. Biaya gangguan ditentukan dari jumlah gangguan sebesar 8% dari total jumlah pelanggan per bulan, dengan biaya per gangguan sebesar Rp407.000.

3. Kelistrikan: diasumsikan dari konsumsi daya maksimum sesuai yang tercantum pada datasheet OLT Huawei MA5801-GP16, yaitu sebesar 0.14kW @Rp1,444.70 per kWh, sehingga Rp145,625/bulan.

Sehingga, OPEX masing-masing *Plan Cluster* dapat dilihat pada Tabel 12 dan 13.

Tabel 12. OPEX *Plan Cluster* di Kabupaten Jembrana

| Thn t | Kab. Jembrana | |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| | <i>Plan Cluster Gilimanuk</i> | <i>Plan Cluster Pekutatan</i> |
| 1 | Rp42,028,780 | Rp43,982,380 |
| 2 | Rp51,406,060 | Rp53,359,660 |
| 3 | Rp60,783,340 | Rp62,736,940 |
| 4 | Rp70,160,620 | Rp72,114,220 |
| 5 | Rp79,537,900 | Rp81,491,500 |

Tabel 13. OPEX *Plan Cluster* di Kabupaten Tabanan

| Thn t | Kab. Tabanan | |
|-------|---------------------------|----------------------------|
| | <i>Plan Cluster Marga</i> | <i>Plan Cluster Pupuan</i> |
| 1 | Rp90,478,060 | Rp34,995,820 |
| 2 | Rp91,259,500 | Rp44,373,100 |
| 3 | Rp92,040,940 | Rp53,750,380 |
| 4 | Rp92,822,380 | Rp63,127,660 |
| 5 | Rp93,603,820 | Rp72,504,940 |

C. Aliran Kas (*Cash flow*)

Perhitungan *cash flow* melibatkan biaya investasi (CAPEX) pada Tabel 11, biaya operasional (OPEX) pada Tabel 12 dan 13, serta pendapatan (*revenue*)[12] pada Tabel 9 dan 10. *Cash flow* 5 tahun kedepan terangkum pada Tabel 14, 15, 16, dan 17.:

Tabel 14. *Cash flow Plan Cluster* Pekutatan

| Thn t | Total Cost | Revenue | Cash flow |
|-------|---------------|--------------|---------------|
| 0 | Rp789,710,000 | Rp0 | Rp789,710,000 |
| 1 | Rp0 | Rp43,982,380 | Rp43,982,380 |
| 2 | Rp0 | Rp53,359,660 | Rp53,359,660 |
| 3 | Rp0 | Rp62,736,940 | Rp62,736,940 |
| 4 | Rp0 | Rp72,114,220 | Rp72,114,220 |
| 5 | Rp0 | Rp81,491,500 | Rp81,491,500 |

Tabel 15. *Cash flow Plan Cluster* Gilimanuk

| Thn t | Total Cost | Revenue | Cash flow |
|-------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | Rp687,361,000 | Rp0 | -Rp687,361,000 |
| 1 | Rp42,028,780 | Rp223,344,000 | Rp181,315,220 |
| 2 | Rp51,406,060 | Rp277,488,000 | Rp226,081,940 |
| 3 | Rp60,783,340 | Rp331,632,000 | Rp270,848,660 |
| 4 | Rp70,160,620 | Rp385,776,000 | Rp315,615,380 |
| 5 | Rp79,537,900 | Rp439,920,000 | Rp360,382,100 |

Tabel 16. *Cash flow Plan Cluster* Marga

| Thn t | Total Cost | Revenue | Cash flow |
|-------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | Rp913,981,000 | Rp0 | -Rp913,981,000 |
| 1 | Rp90,478,060 | Rp503,088,000 | Rp412,609,940 |
| 2 | Rp91,259,500 | Rp507,600,000 | Rp416,340,500 |
| 3 | Rp92,040,940 | Rp512,112,000 | Rp420,071,060 |
| 4 | Rp92,822,380 | Rp516,624,000 | Rp423,801,620 |
| 5 | Rp93,603,820 | Rp521,136,000 | Rp427,532,180 |

Tabel 17. *Cash flow Plan Cluster* Pupuan

| Thn t | Total Cost | Revenue | Cash flow |
|-------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | Rp751,660,000 | Rp0 | -Rp751,660,000 |
| 1 | Rp34,995,820 | Rp182,736,000 | Rp147,740,180 |
| 2 | Rp44,373,100 | Rp236,880,000 | Rp192,506,900 |
| 3 | Rp53,750,380 | Rp291,024,000 | Rp237,273,620 |
| 4 | Rp63,127,660 | Rp345,168,000 | Rp282,040,340 |
| 5 | Rp72,504,940 | Rp399,312,000 | Rp326,807,060 |

4.3.2 Capital Budgeting

Analisis *capital budgeting* merupakan suatu alat bantu bagi perusahaan untuk pengambilan keputusan dalam menentukan apakah suatu proyek investasi dapat dikatakan layak untuk dilaksanakan dilihat dari sudut pandang finansial. Terdapat berbagai parameter yang umum digunakan untuk mengetahui kelayakan finansial suatu proyek. Diantaranya yang digunakan oleh PT PLN Icon Plus SBU Bali Nusra adalah *Net Present Value* dan *Internal Rate of Return*.

A. NPV

Bank Indonesia sebagai bank sentral menetapkan *BI Rate* p.a. terbesar dari tahun 2019 s.d. 2023 sebesar 6%. *Discount factor* DF pada tahun ke-*t* kemudian dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$DF_t = \frac{1}{(1 + r)^t}$$

dimana *r* adalah *discount rate* dan *t* adalah periode tahun. Sehingga, *present value* masing-masing proyek adalah sebagai berikut:

Tabel 18. Perhitungan NPV *Plan Cluster* Pekutatan

| Thn t | CF | DF 6% | PV |
|-------|----------------|-------|----------------------|
| 0 | -Rp789,710,000 | 1.00 | -Rp789,710,000 |
| 1 | Rp190,641,620 | 0.94 | Rp179,850,585 |
| 2 | Rp235,408,340 | 0.89 | Rp209,512,585 |
| 3 | Rp280,175,060 | 0.84 | Rp235,240,383 |
| 4 | Rp324,941,780 | 0.79 | Rp257,384,325 |
| 5 | Rp369,708,500 | 0.75 | Rp276,267,698 |
| | NPV | | Rp368,545,576 |

Tabel 19. Perhitungan NPV *Plan Cluster* Gilimanuk

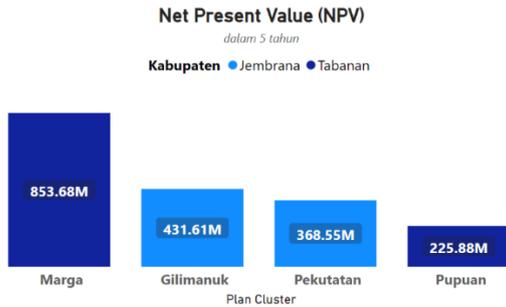
| Thn t | CF | DF 6% | PV |
|-------|----------------|-------|----------------------|
| 0 | -Rp687,361,000 | 1.00 | -Rp687,361,000 |
| 1 | Rp181,315,220 | 0.94 | Rp171,052,094 |
| 2 | Rp226,081,940 | 0.89 | Rp201,212,122 |
| 3 | Rp270,848,660 | 0.84 | Rp227,409,758 |
| 4 | Rp315,615,380 | 0.79 | Rp249,996,943 |
| 5 | Rp360,382,100 | 0.75 | Rp269,298,470 |
| | NPV | | Rp431,608,386 |

Tabel 20. Perhitungan NPV *Plan Cluster* Marga

| Thn t | CF | DF 6% | PV |
|-------|----------------|-------|----------------------|
| 0 | -Rp913,981,000 | 1.00 | -Rp913,981,000 |
| 1 | Rp412,609,940 | 0.94 | Rp389,254,660 |
| 2 | Rp416,340,500 | 0.89 | Rp370,541,563 |
| 3 | Rp420,071,060 | 0.84 | Rp352,699,762 |
| 4 | Rp423,801,620 | 0.79 | Rp335,690,578 |
| 5 | Rp427,532,180 | 0.75 | Rp319,476,916 |
| | NPV | | Rp853,682,479 |

Tabel 21. Perhitungan NPV *Plan Cluster* Pupuan

| Thn t | CF | DF 6% | PV |
|-------|----------------|-------|----------------------|
| 0 | -Rp751,660,000 | 1.00 | -Rp751,660,000 |
| 1 | Rp147,740,180 | 0.94 | Rp139,377,528 |
| 2 | Rp192,506,900 | 0.89 | Rp171,330,456 |
| 3 | Rp237,273,620 | 0.84 | Rp199,219,507 |
| 4 | Rp282,040,340 | 0.79 | Rp223,402,366 |
| 5 | Rp326,807,060 | 0.75 | Rp244,209,247 |
| | NPV | | Rp225,879,103 |



Gambar 7. Visualisasi NPV keempat *Plan Cluster*



Gambar 8. Visualisasi IRR keempat *Plan Cluster*

B. IRR

Perhitungan IRR bisa dilakukan dengan cara coba-coba (*trial dan error*)[16], atau dengan cara perhitungan aljabar.

- *Plan Cluster* Pekutatan

$$0 = \frac{-Rp789,710,000 + \frac{Rp190,641,620}{(1+R)} + \frac{Rp235,408,340}{(1+R)^2} + \frac{Rp280,175,060}{(1+R)^3} + \frac{Rp324,941,780}{(1+R)^4} + \frac{Rp369,708,500}{(1+R)^5}$$

$$R = 0.2 = \underline{20.00\%}$$

- *Plan Cluster* Gilimanuk

$$0 = \frac{-Rp687,361,000 + \frac{Rp181,315,220}{(1+R)} + \frac{Rp226,081,940}{(1+R)^2} + \frac{Rp270,848,660}{(1+R)^3} + \frac{Rp315,615,380}{(1+R)^4} + \frac{Rp360,382,100}{(1+R)^5}$$

$$R = 0.2427 = \underline{24.27\%}$$

- *Plan Cluster* Marga

$$0 = \frac{-Rp913,981,000 + \frac{Rp412,609,940}{(1+R)} + \frac{Rp416,340,500}{(1+R)^2} + \frac{Rp420,071,060}{(1+R)^3} + \frac{Rp423,801,620}{(1+R)^4} + \frac{Rp427,532,180}{(1+R)^5}$$

$$R = 0.3583 = \underline{35.83\%}$$

- *Plan Cluster* Pupuan

$$0 = \frac{-Rp751,660,000 + \frac{Rp147,740,180}{(1+R)} + \frac{Rp192,506,900}{(1+R)^2} + \frac{Rp237,273,620}{(1+R)^3} + \frac{Rp282,040,340}{(1+R)^4} + \frac{Rp326,807,060}{(1+R)^5}$$

$$R = 0.151 = \underline{15.10\%}$$

C. DPP

Menerapkan CCF (*cumulative discounted cash flow*) ke tabel 18, 19, 20, dan 21, DPP dapat dihitung dengan persamaan (5).

- *Plan Cluster* Pekutatan

$$DPP_{Pekutatan} = 3 + \frac{|-Rp165,106,448|}{Rp257,384,325}$$

$$= 3,64 \text{ tahun}$$

$$= \underline{3 \text{ tahun 8 bulan}}$$

- *Plan Cluster* Gilimanuk

$$DPP_{Gilimanuk} = 3 + \frac{|-Rp87,687,026|}{Rp249,996,943}$$

$$= 3,35 \text{ tahun}$$

$$= \underline{3 \text{ tahun 4 bulan}}$$

- *Plan Cluster* Marga

$$DPP_{Marga} = 2 + \frac{|-Rp154,184,777|}{Rp352,699,762}$$

$$= 2,44 \text{ tahun}$$

$$= \underline{2 \text{ tahun 5 bulan}}$$

- *Plan Cluster* Pupuan

$$DPP_{Pupuan} = 4 + \frac{|-Rp18,330,143|}{Rp244,209,247}$$

$$= 4,08 \text{ tahun}$$

$$= \underline{4 \text{ tahun 1 bulan}}$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil peramalan dan analisis kelayakan ekonomi, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari ketiga model peramalan yaitu ARIMA, Prophet, dan exponential smoothing, model terbaik yang dapat digunakan untuk meramal data deret waktu tahunan tanpa musim (*seasonality*) dari penduduk di Kecamatan Marga, Melaya, Pekutatan, dan Pupuan adalah model exponential smoothing, dengan rata-rata kesalahan

peramalan RMSE dan MAPE berturut-turut 0,0489 dan 0,11%.

2. Berdasarkan hasil peramalan data penduduk, pada tahun 2028, Kecamatan Marga mempunyai potensi pasar sebesar 3.862 *homepass*, Melaya sebesar 5.370 *homepass*, Pekutatan sebesar 2.672 *homepass*, dan Pupuan sebesar 4.217 *homepass*.
3. Berdasarkan hasil analisis feasibility ekonomi, seluruh *Plan Cluster* dinilai layak karena menghasilkan NPV positif (NPV>0). Namun *cluster* FTTH yang lebih dulu diimplementasikan untuk memaksimalkan return investasi adalah *Plan Cluster* Marga untuk Kabupaten Tabanan dengan NPV dan IRR berturut-turut sebesar Rp853,682,479 dan 35.83%, dan *Plan Cluster* Gilimanuk untuk Kabupaten Jembrana dengan NPV dan IRR berturut-turut sebesar Rp431,608,386 dan 24.27%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiawan W., Juniati E., Farida I. 2016. "The use of Triple Exponential Smoothing Method (Winter) in Forecasting Passenger of PT Kereta Api Indonesia with Optimization alpha, beta, and gamma Parameters". 2016 2nd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech). pp.198-202.
- [2] William W. S. Wei. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Pearson Addison Wesley.
- [3] Agnes, Lisnawati. 2012. Model Exponential Smoothing Holt-Winter dan Model SARIMA untuk Peramalan Tingkat Hunian Hotel di Propinsi DIY. *S1 thesis UNY*.
- [4] Swanson, David A. 2015. On the Relationship among Values of the Same Summary Measure of Error when it is used across Multiple Characteristics at the Same Point in Time: An Examination of MALPE and MAPE. *Review of Economics & Finance*. pp. 3.
- [5] Gholamy, A., Kreinovich, V., Kosheleva, O., (2018). Why 70/30 or 80/20 relation between training and testing sets : A pedagogical explanation. Departmental Technical Reports, (CS) 1–6.
- [6] Peterson P. P., Fabozzi F. J., 2002. *Capital Budgeting: Theory and Practice*. John Wiley & Sons.
- [7] Kasmir, Jakfar. 2012. *Studi Kelayakan Bisnis*. Jakarta: Kencana.
- [8] Budiyanto S., Silalahi L. M., Silaban F.A., Dewi R.K., Rahayu F. 2020. Techno-Economics on Implementation of FTTH Network for Broadband Services. 2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat), pp. 148-153.
- [9] Dwiardi A. R. et al. 2018. Studi Percepatan Penetrasi Akses Fixed Broadband: Potret Karakteristik Wilayah dan Profil Demand Masyarakat Terhadap Internet Fixed Broadband. *Puslitbang Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Komunikasi dan Informatika*.
- [10] Adiaty R. F., Kusumawardhani A., Setijono H. 2017. Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan-Kebalen. *Jurnal Teknik ITS*. pp. 6(2).
- [11] Dewi R. K. 2020. Teknko Ekonomi pada Implementasi Jaringan FTTH untuk Layanan Broadband. *Program Magister Teknik Elektro Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana*.
- [12] Utomo I. G. 2010. Analisa Implementasi Jaringan Akses FTTx untuk Mendukung Layanan Triple Play bagi Pelanggan PT Telekomunikasi Indonesia Tbk. *Program Pascasarjana Kekhususan Manajemen Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.

- [13] Zain U. A., Pratami D., Tripiawan W. 2018. Analisis Kelayakan Investasi Proyek Fiber to The Home i Kelurahan Ciseureuh Kecamatan Regol Kota Bandung.
- [14] Hery. 2014. Accouting Principles. Grasindo, Jakarta.
- [15] Jopie, Jusuf. 2006. Analisis Kredit untuk Account Officer. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [16] Warsika P. D. 2017. Analisis Pengaruh Tingkat Suku Bunga (Rate of Interest) berdasarkan Cashflow terhadap Investasi, pp. 22.
- [17] Hasanah. 2009. Revolusi Dunia Telekomunikasi dengan Serat Optik. JETC 4(1). pp. 613.
- [18] Giatman, M. 2006. Ekonomi Teknik. Jakarta: PT graja Grafindo Persada.
- [19] Hansen, M. 2003. Management Accounting. Ohio:Southampton Learning.
- [20] Sartono, A. 2005. Manajemen Keuangan dan Portofolio. Yogyakarta: Andi Offset.