

ANALISIS KELAYAKAN PEMANFAATAN AIR LIMBAH SEBAGAI ALTERNATIF AIR BAKU AIR BERSIH

Kadek Diana Harmayani, Anak Agung Diah Parami Dewi, Anak Agung Ratu Ritaka

Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Udayana

Email : kdharmayani@yahoo.com

Abstrak: Badung Selatan yang meliputi Kuta dan Kuta Selatan merupakan industri pariwisata yang jumlah penduduknya banyak. Namun meningkatnya jumlah penduduk dan industri pariwisata tak didukung dengan pasokan air yang ada. PDAM Badung terus berupaya meningkatkan pasokan air baku dengan melakukan normalisasi yang salah satunya akan direncanakan dengan menggunakan air limbah yang telah diolah sebagai sumber air baku. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis teknis dan finansial pemanfaatan air limbah sebagai alternatif air baku air bersih. Metode yang digunakan dalam aspek teknis adalah metode simulasi dan analisis dengan program komputer serta eksperimen dengan pengujian di laboratorium, dan pada aspek finansial menggunakan metode kuantitatif yaitu perhitungan biaya-biaya, nilai manfaat dan metode evaluasi investasi selama 15 tahun. Hasil penelitian untuk aspek teknis menunjukkan air IPAL diasumsikan layak dan tetap dibuatkan kajian analisis perencanaan teknis untuk sistem jaringan pipa. Hasil evaluasi investasi menunjukkan layak secara finansial dari alternatif jalur rawa-rawa maupun jalan raya. Pemilihan jalur alternatif yang lebih direkomendasikan adalah melalui alternatif jalur jalan raya Tanah Kilap karena biaya yang diinvestasikan, pelaksanaan dan pemeliharannya relatif lebih terjangkau dengan nilai investasi yang tidak jauh berbeda dengan jalur rawa-rawa yaitu dengan nilai NPV : Rp 9.957.810.192, BCR : 1,2, IRR : 15,91%, PP : 12 Tahun, dan BEP pada tahun ke 7.

Kata kunci: Air Limbah, Air Baku, Sistem Jaringan Pipa, Tarif Harga Air, Evaluasi Investasi

ANALYSIS OF FEASIBILITY OF UTILIZATION OF WASTE WATER AS AN ALTERNATIVE RAW WATER OF CLEAN WATER

ABSTRACT

Abstract: *South Badung which covers Kuta and South Kuta is a tourism industry with a large population. However, the increase in population and tourism industry is not supported by existing water supplies. PDAM Badung continues to improve raw water supply by normalizing. Normalizing can be conducted in several methods. This study aims to examine technical and financial analysis regarding the feasibility of utilizing waste water as an alternative to raw water for clean water. The method used in the technical aspects is a simulation and analysis method with a computer program and experiments with testing in the laboratory, and in the financial aspects using quantitative methods, namely the calculation of costs, the value of benefits and investment evaluation methods for 15 years. The results of the research for the technical aspects show that WWTP water is assumed to be feasible and a study of technical planning analysis is made for the pipeline system. The investment evaluation results show financially feasible from alternative swamps and highways. The selection of alternative pathways that are more recommended is through the Tanah Kilap highway route alternative because the costs invested, implemented and maintained are relatively more affordable with investment values that are not much different from the swamp route with NPV value: Rp 9,957,810,192, BCR: 1 , 2, IRR: 15.91%, PP: 12 years, and BEP will be achieved in 7th year.*

Keywords: *Waste Water, Raw Water, Pipe Network System, Water Price Rates, Investment Evaluation.*

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok manusia yang semakin meningkat, baik untuk air minum, air bersih dan sanitasi, namun kontinuitas sumber daya air akan sulit berjalan apalagi saat musim kemarau. Sumber daya air selain merupakan sumber daya alam juga merupakan komponen ekosistem yang sangat penting bagi kehidupan manusia.

Berdasarkan berita harian Nusa Bali, yang sering kali dikeluhkan sampai saat ini adalah layanan air bersih yang dipasok oleh PDAM Tirta Mangutama Kabupaten Badung di wilayah Badung Selatan. Untuk mengatasinya, pihak PDAM terus berupaya memaksimalkan pelayanan, sehingga keluhan pelanggan teratasi. Direktur Utama PDAM Tirta Mangutama Kabupaten Badung saat di wawancara mengakui bahwa layanan selama ini sering mengalami kendala. Salah satu kendala yang dihadapi PDAM Badung adalah kurangnya asupan air baku. Dengan jumlah pasokan air yang ada saat ini, tak sebanding dengan kebutuhan air masyarakat (Anonim, 2018).

Badung Selatan yang meliputi Kuta dan Kuta Selatan merupakan industri pariwisata yang jumlah penduduknya banyak. Namun meningkatnya jumlah penduduk dan industri pariwisata tak didukung dengan pasokan air yang ada. Diungkapkan, PDAM akan terus berupaya meningkatkan pasokan air baku dengan melakukan normalisasi waduk muara Tukad Badung sebagai sumber air baku untuk PDAM Badung Selatan. Normalisasi ini tujuannya untuk menambah daya tampung air baku. Salah satu normalisasi yang akan direncanakan oleh pihak dari Pemerintah Kabupaten Badung saat mengadakan rapat dengan pihak PDAM Badung adalah menggunakan air limbah yang telah diolah sebagai sumber air baku dan berencana membuat codetan di Tukad Badung. Langkah ini diambil selain untuk menambah daya tampung air baku dan menanggulangi banjir, air Tukad Badung tidak terbuang ke laut dan aman diarahkan menuju IPA *Estuary DAM*. Dengan normalisasi ini diharapkan bisa memperdalam air Tukad Badung dan mampu meningkatkan daya tampung air baku.

Salah satu instansi atau lembaga yang melakukan pengolahan terhadap air limbah adalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berlokasi di Suwung, Denpasar

yang berfungsi membuang limbah biologis dan kimiawi dari air sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada aktivitas yang lain. Hasil olahan air limbah IPAL Suwung saat ini masih dialirkan ke hutan *Mangrove*, dimanfaatkan untuk menyiram tanaman dan dibuang ke laut. Rata-rata debit air limbah yang diolah oleh IPAL Suwung per bulannya mencapai antara 20.000 – 50.000 m³.

Melihat dari hasil olahan air limbah IPAL yang rata-rata debitnya cukup besar, akan sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai alternatif sumber air baku untuk IPA *Estuary DAM*, namun ada beberapa hal yang perlu dikaji, salah satunya adalah kajian dari aspek teknis dan finansial. Maka untuk membantu kontinuitas distribusi air bersih bagi masyarakat Badung Selatan, perlu dilakukan analisis teknis dan finansial mengenai kelayakan pemanfaatan air limbah sebagai alternatif air baku air bersih.

KAJIAN PUSTAKA

Menurut Siregar (2005), Instalasi Pengolahan Air Limbah adalah bangunan air yang berfungsi untuk mengolah air buangan yang berasal dari kegiatan domestik. Air limbah yang berasal dari buangan domestik umumnya mengandung senyawa pencemar organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis. Air limbah yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang apabila dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis dapat mengganggu proses pengolahannya, sehingga perlu dilakukan pengolahan awal secara kimia-fisika, selanjutnya air olahannya dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah. Hasil dari olahan air limbah dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal antara lain untuk menyiram tanaman dan sumber air baku untuk diolah kembali menjadi air bersih dengan menyesuaikan standar kualitas air baku.

Studi Kelayakan

Studi kelayakan (feasibility study) adalah suatu studi atau pengkajian suatu usulan proyek atau gagasan usaha apabila dilaksanakan dapat berjalan dan berkembang sesuai dengan tujuannya atau tidak. Menurut Ibrahim (1998), studi kelayakan (feasibility study) adalah kegiatan untuk menilai sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh dalam

melaksanakan suatu kegiatan usaha atau proyek dan merupakan bahan pertimbangan dalam mengambil suatu keputusan, apakah menerima atau menolak dari suatu gagasan usaha/ proyek yang direncanakan.

Tujuan studi kelayakan adalah mengadakan penilaian terhadap suatu gagasan usaha atau proyek. Penilaian tersebut kemudian dianalisis dan dievaluasi atau dibandingkan dengan yang baik atau dengan yang ideal termasuk dibandingkan dengan tujuan yang hendak dicapai, persyaratan yang baik serta standar yang seharusnya. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016 tentang penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, studi kelayakan pengembangan SPAM merupakan suatu studi untuk mengetahui tingkat kelayakan usulan pembangunan sistem penyediaan air minum di suatu wilayah pelayanan ditinjau dari aspek kelayakan teknis, lingkungan, sosial, budaya, ekonomi, kelembagaan, dan finansial.

Studi kelayakan pengembangan SPAM wajib disusun berdasarkan:

Rencana induk pengembangan SPAM yang telah ditetapkan.

1. Hasil kajian kelayakan teknis, lingkungan, sosial, budaya, ekonomi, kelembagaan, dan finansial.
2. Kajian sumber pembiayaan.

Muatan Studi Kelayakan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.27/PRT/M/2016, Muatan studi kelayakan adalah dasar-dasar yang harus disusun atau dikaji dalam studi kelayakan yang antara lainnya adalah :

1. Aspek Teknis Teknologis

Pengkajian kelayakan aspek teknis teknologis didapatkan dari pemilihan alternatif yang disajikan oleh tim teknis dan dipilih berdasarkan kriteria alternatif yang terbaik. Alternatif terpilih adalah alternatif yang terbaik ditinjau dari beberapa aspek yang dipengaruhi lokasi daerah perencanaan, meliputi:

- 1) Potensi Sumber Air, yang dalam penelitian ini adalah pengukuran debit sumber air pada IPAL.
- 2) Demografi, yang dalam penelitian ini PDAM Badung yang terlayani keperluan air baku dari IPAL.

3) Kebutuhan Air Bersih, yang dalam penelitian ini adalah kebutuhan air baku untuk PDAM Badung.

4) Operasional dan Pelayanan, yang dalam penelitian ini adalah operasional dan pemeliharaan pipa.

5) Konsep Desain Sistem, yang dalam penelitian ini adalah sistem jaringan pipa untuk air baku.

6) Sistem dan Kebutuhan Lainnya, yang dalam penelitian ini adalah sistem transmisi yang terdapat aksesoris pipa dan bangunan pelengkap pipa.

Suatu kegiatan dianggap layak secara teknis teknologis apabila terdapat teknologi yang tersedia untuk membangun SPAM.

2. Aspek Finansial

Pengkajian kelayakan aspek finansial ditentukan dari rencana anggaran biaya, biaya operasional dan pemeliharaan jaringan pipa, tarif harga air, biaya tidak langsung, biaya tahunan dan evaluasi investasi yang meliputi NPV, BCR, PBP, IRR, analisis sensitivitas dan BEP yang tujuan dari pengkajiannya adalah untuk mendapatkan keuntungan finansial terbaik bagi penyelenggaraan dalam jangka waktu tertentu (Giatman, 2006).

Sasaran dari analisa keuangan ini untuk mengetahui apakah kegiatan yang akan dilaksanakan ini dari segi keuangan dinilai layak, dalam arti mempunyai dana yang cukup untuk membiayai pengoperasian seluruh fasilitas yang ada, dan dapat membayar kembali seluruh pinjaman beserta bunganya bila menggunakan dana pinjaman.

METODE

Studi ini termasuk jenis studi literatur. Studi literatur yaitu mengumpulkan data dengan membaca dan mempelajari teori-teori dan literatur yang berkaitan dengan sistem jaringan pipa dan sumber air baku. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode kuantitatif. Pada metode ini, data yang berkaitan dengan penelitian berasal dari buku dan jurnal penelitian.

Dimulai dari perumusan masalah kurangnya sumber air baku, kondisi dari hasil olahan air IPAL, tujuan penelitian, dan tinjauan pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, kemudian dilakukan survei pendahuluan untuk

mengetahui kondisi nyata yang terjadi pada IPAL dan pada badan air Tukad Badung, kemudian menguji kualitas air pada IPAL dan pada badan air Tukad Badung, kemudian menentukan jalur sistem jaringan pipa melalui pengumpulan data sekunder yaitu peta citra satelit *Google Earth* dengan dua jalur alternatif yaitu melalui rawa-rawa (hutan *Mangrove*) dan jalan raya Tanah Kilap serta data-data lain yang dibutuhkan dalam merencanakan sistem jaringan pipa seperti data jaringan pipa, data satuan harga, data suku bunga dan data standar tarif air minum PDAM Badung.

Tahapan akhir yaitu melakukan pengolahan dan analisis data menggunakan *software* (program komputer) yaitu Epanet yang digunakan untuk merancang sistem jaringan pipa transmisi dari IPAL Suwung ke badan air Tukad Badung dan *Microsoft Excel* untuk menghitung biaya modal yang penulis asumsikan diinvestasikan oleh Investor Swasta, biaya tahunan selama 15 tahun yang meliputi biaya operasional dan pemeliharaan jaringan pipa yang penulis asumsikan dikeluarkan oleh IPAL Suwung, nilai manfaat dari harga jual air IPAL Suwung dan pendapatan Investor Swasta bersama IPAL Suwung selama 15 tahun, aliran kas (*cash flow*) dan evaluasi investasi selama 15 tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kelayakan Teknis

Analisis kelayakan teknis akan membahas mengenai hasil uji kualitas air, pengukuran debit sumber air, dan perencanaan sistem jaringan pipa. Kualitas air bersih mengacu pada Permenkes (Kementerian Kesehatan, 1990).

Hasil pemeriksaan air menunjukkan beberapa parameter air dari IPAL Suwung belum memenuhi syarat., namun IPAL Suwung dapat diasumsikan layak secara teknis tetapi perlu peningkatan pada pengolahannya.

Kajian untuk perencanaan teknis mengenai sistem jaringan pipa akan tetap direncanakan, karena ada teknologi yang tersedia untuk membangun sistem penyediaan air baku dan kelancaran distribusi air bersih bagi masyarakat Badung.

Debit sumber air diukur dari rata-rata hasil data debit air hasil olahan IPAL Suwung yang diuraikan dalam Tabel 1. Adapun perhitungan sumber debit yang direncanakan adalah 80% dari data debit air hasil olahan IPAL Suwung sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata debit} = \frac{(352,09 + 320,34) \times 80\%}{2} = 269 \text{ liter/detik}$$

Awal dari perencanaan sistem jaringan pipa adalah data topografi dari keluaran air hasil olahan IPAL Suwung menuju ke badan air Tukad Badung yang dibuatkan jalur alternatif melalui rawa-rawa (hutan *Mangrove*) dan jalan raya Tanah Kilap dengan peta citra satelit *Google Earth*. Sistem jaringan pipa ini direncanakan dengan program Epanet yang salurannya terbuka yang suatu saat akan ditutup karena pengaruh dari curah hujan yang besar sehingga tidak terjadi banjir di badan air Tukad Badung dan air tidak terbuang ke laut.

1. Alternatif Jalur melalui Rawa-Rawa (Hutan Mangrove)

Rawa-rawa merupakan salah satu alternatif jalur jaringan pipa yang dapat dilalui air hasil olahan IPAL Suwung menuju ke badan air Tukad Badung. Jalur jaringan pipa melalui rawa-rawa terlihat seperti Gambar 1.

2. Alternatif Jalur melalui Rawa-Rawa (Hutan Mangrove)

Rawa-rawa merupakan salah satu alternatif jalur jaringan pipa yang dapat dilalui air hasil olahan IPAL Suwung menuju ke badan air Tukad Badung. Jalur jaringan pipa melalui rawa-rawa terlihat seperti Gambar 1.

Tabel 1. Data Debit Air Hasil Olahan IPAL Suwung Denpasar

No	Bulan	Debit (liter/detik)		
		Rata-Rata	Maksimum	Minimum
1	Januari	352.09	623.71	148.27
2	Februari	320.34	491.16	150.69

Sumber : IPAL Suwung Denpasar

3. Alternatif Jalur melalui Rawa-Rawa (Hutan Mangrove)

Rawa-rawa merupakan salah satu alternatif jalur jaringan pipa yang dapat dilalui air hasil olahan IPAL Suwung menuju ke badan air Tukad Badung. Jalur jaringan pipa melalui rawa-rawa terlihat seperti Gambar 1.

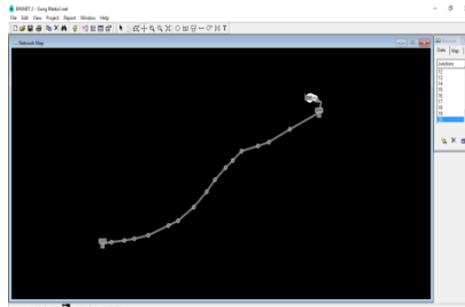
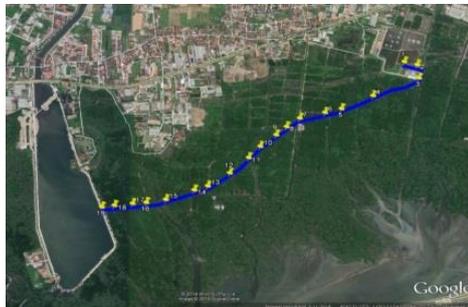
Selanjutnya menentukan panjang pipa sesuai interval dan diameter pipa, lalu dilakukan analisis yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Keterangan tabel 1 :

1. Pipa yang direncanakan adalah dengan diameter 400 mm (16“) dan kekasaran permukaan pipa adalah 100 mm.

2. Debit air yang mengalir dari pompa pada pipa 1 dan pipa 2 akan terefisiensi sesuai analisis pada Epanet menjadi 251,50 liter/detik dengan kecepatan 2 m/s. Setelah pipa 2, direncanakan sebuah reservoir dengan sifat air yang mengalir dari hulu ke hilir sehingga debitnya tetap mengalir 124,25 liter/detik dengan kecepatan 0,99 m/s.

Kehilangan tekanan dan faktor gesekan yang diperoleh dari analisis pada pipa 1 dan 2 adalah 14,2 m/km dan 0,028, setelah itu menjadi 3,85 m/km dan 0,031.



Gambar 1. Model Jaringan Pipa Jalur Rawa-Rawa (Hutan Mangrove) dengan Epanet

Tabel 2. Analisis Hidrolika Jaringan Pipa Jalur Rawa-Rawa

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 1	80	400	100	251,50	2,00	14,2	0,028
Pipe 2	120	400	100	251,50	2,00	14,2	0,028
Pipe 3	300	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 4	200	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 5	100	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 6	150	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 7	100	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 8	80	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 9	120	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 10	100	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 11	150	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 12	160	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 13	90	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 14	150	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 15	100	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 16	100	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 17	100	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031
Pipe 18	80	400	100	124,25	0,99	3,85	0,031

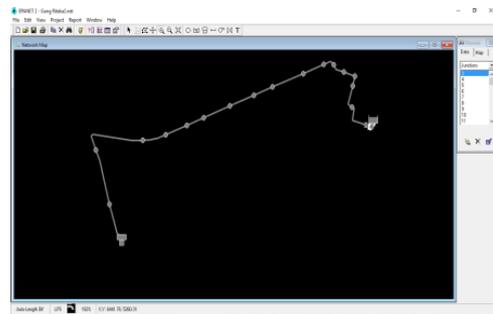
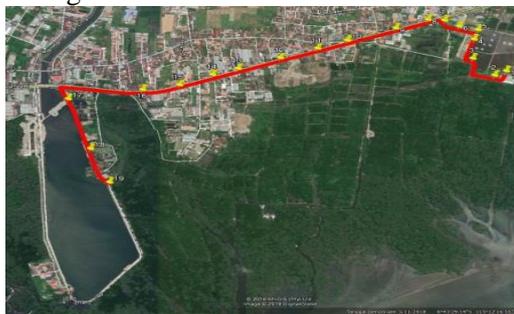
4. Alternatif Jalur melalui Jalan Raya Tanah Kilap

Jalan raya juga merupakan salah satu alternatif yang biasanya digunakan sebagai jalur jaringan pipa yang juga dapat dilalui air hasil olahan IPAL Suwung menuju ke badan air Tukad Badung. Jalur jaringan pipa melalui jalan raya dapat dilihat pada Gambar 2.

Selanjutnya menentukan panjang pipa sesuai interval dan diameter pipa, lalu dilakukan analisis yang hasilnya pada Tabel 2.

1. Pipa yang direncanakan adalah dengan diameter 500 mm (20⁴), kekasaran permukaan pipa adalah 100 mm.
2. Debit air yang mengalir dari pompa ke seluruh pipa akan terefisiensi sesuai analisis pada Epanet menjadi 230,08 liter/detik dengan kecepatan 1,17 m/s. yang dari awal pengukuran debit sumber air adalah 269 liter/detik. Sifat air melalui jalur jalan raya adalah konstan.
3. Kehilangan tekanan dan faktor gesekan dari analisis seluruh pipa adalah 4,06 m/km dan 0,029.

Keterangan Tabel 2 :



Gambar 2. Model Jaringan Pipa Jalur Jalan Raya Tanah Kilap dengan Epanet

Tabel 2. Analisis Hidrolika Jaringan Pipa Jalur Jalan Raya

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pump 1				230,08			
Pipe 2	200	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 3	148	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 4	70	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 5	85	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 6	75	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 7	105	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 8	58	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 9	237	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 10	150	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 11	190	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 12	200	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 13	130	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 14	170	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 15	170	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 16	490	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 17	340	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 18	250	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029
Pipe 19	82	500	100	230,08	1,17	4,06	0,029

Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial akan membahas mengenai biaya modal (biaya langsung dan biaya tidak langsung) yang penulis asumsikan dikeluarkan oleh investor, biaya tahunan meliputi biaya operasional dan pemeliharaan jaringan pipa yang penulis asumsikan dikeluarkan oleh IPAL Suwung, nilai manfaat dari harga jual air IPAL Suwung dan pendapatan per tahun investor bersama IPAL Suwung, pajak, aliran kas (*cash flow*) dan evaluasi investasi dengan umur 15 tahun dan suku bunga korporasi sebesar 9,48% dari kredit BPD Bali.

1. Biaya Modal

Biaya modal pada penelitian ini penulis asumsikan dikeluarkan oleh Investor Swasta. Biaya modal terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung konstruksi sistem jaringan pipa dari IPAL Suwung ke badan air Tukad Badung direncanakan masing-masing dari alternatif jalur yaitu melalui rawa-rawa dan jalan raya. Seluruh uraian material, uraian pekerjaan, volume dan harga satuan mengacu Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) PDAM Badung Tahun 2018. Berikut hasil dari perhitungannya :

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Jalur Rawa-Rawa = Rp 21.931.853.000

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Jalur Jalan Raya = Rp 20.253.856.500

Penelitian ini juga dihitung biaya tidak langsung yang merupakan biaya yang terkait dengan besaran volume komponen fisik hasil akhir proyek, akan tetapi memiliki kontribusi terhadap penyelesaian kegiatan proyek. Perhitungan biaya tidak langsung mengacu pada Peraturan Menteri PUPR Ditjen Cipta Karya Tahun 2017 tentang Panduan Pendampingan Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan Berbasis Masyarakat.

Hasil perhitungan dari biaya tidak langsung diperoleh sebagai berikut :

Biaya Tidak Langsung Jalur Rawa-Rawa = Rp 2.741.481.626

Biaya Tidak Langsung Jalur Jalan Raya = Rp 2.531.732.056

Hasil dari perhitungan biaya langsung dan biaya tidak langsung dapat menentukan biaya modal tahunan dengan asumsi dari penulis

menggunakan bunga menurun sebesar 9,48% berdasarkan suku bunga kredit bank di Bali. Maka jumlah biaya modal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Biaya Modal Jalur Rawa-Rawa

No.	Uraian Biaya	Total Biaya
1.	Biaya Langsung	Rp 21.931.853.000
2.	Biaya Tidak Langsung	Rp 2.741.481.626
Jumlah Biaya Modal :		Rp 24.673.334.630
Jumlah Biaya Modal + PPN 10% :		Rp 27.140.668.093

Jumlah biaya modal yang diinvestasikan oleh Investor Swasta untuk jalur rawa-rawa adalah sebesar Rp 27.140.668.093. Biaya awal modal tahunan Investor Swasta tahun 2019 atau tahun ke 0 adalah : Rp 2.261.722.341 / tahun.

Tabel 4. Jumlah Biaya Modal Jalur Jalan Raya

No.	Uraian Biaya	Total Biaya
1.	Biaya Langsung	Rp 20.253.856.450
2.	Biaya Tidak Langsung	Rp 2.531.732.056
Jumlah Biaya Modal		Rp 22.785.588.506
Jumlah Biaya Modal + PPN 10% :		Rp 25.064.147.357

Tabel 4 menunjukkan jumlah biaya modal yang diinvestasikan oleh Investor Swasta untuk jalur jalan raya adalah sebesar Rp 25.064.147.357. Biaya awal modal tahunan Investor Swasta tahun 2019 atau tahun ke 0 adalah : Rp 2.088.678.946 / tahun.

2. Biaya Tahunan

Penelitian ini juga dihitung biaya tahunan yang dikeluarkan oleh Investor Swasta bersama IPAL Suwung setelah proyek dibangun selama umur investasi dan mulai dimanfaatkan. Perhitungan biaya tahunan adalah perkalian *discount rate* dengan biaya awal modal tahun ke 0 sampai 15 tahun kemudian dijumlahkan dengan biaya operasional dan pemeliharaan sistem jaringan pipa yang mengacu pada Peraturan Menteri PUPR Ditjen Cipta Karya Tahun 2017 dengan inflasi naik 20% untuk Tahun 2019.

Biaya Operasional dan Pemeliharaan Jaringan Pipa Jalur Rawa-Rawa = Rp 111.590.400

Biaya Operasional dan Pemeliharaan Jaringan Pipa Jalur Jalan Raya = Rp 109.790.400

Tabel 5 menunjukkan biaya tahunan yang dikeluarkan Investor Swasta adalah biaya modal untuk jalur rawa-rawa yaitu sebesar Rp 38.027.258.729, dan biaya operasional dan pemeliharaan jaringan pipa yang dikeluarkan oleh IPAL Suwung untuk jalur rawa-rawa adalah sebesar Rp 3.545.503.941. Tabel 6 Menunjukkan biaya tahunan yang dikeluarkan Investor Swasta adalah biaya modal untuk jalur jalan raya yaitu sebesar Rp 35.117.809.668, dan biaya operasional dan

pemeliharaan jaringan pipa yang dikeluarkan oleh IPAL Suwung untuk jalur jalan raya adalah sebesar Rp 3.488.313.474.

3. Nilai Manfaat

Nilai manfaat yang dianalisis adalah harga jual air olahan IPAL Suwung dan pendapatan per tahun Investor Swasta bersama IPAL Suwung. Seluruh uraian

Tabel 5. Total Biaya Tahunan Jaringan Pipa Jalur Rawa-Rawa

Tahun	Jumlah Bunga	Biaya Modal	Biaya OP	Total Biaya Tahunan
2019		Rp 2.261.722.341	-	Rp 2.261.722.341
2020	Rp 214.411.278	Rp 2.476.133.619	Rp 111.590.400	Rp 2.587.724.019
2021	Rp 195.845.157	Rp 2.457.567.498	Rp 122.749.440	Rp 2.580.316.938
2022	Rp 178.886.698	Rp 2.440.609.039	Rp 135.024.384	Rp 2.575.633.423
2023	Rp 163.396.692	Rp 2.425.119.033	Rp 148.526.822	Rp 2.573.645.855
2024	Rp 149.247.983	Rp 2.410.970.324	Rp 163.379.505	Rp 2.574.349.829
2025	Rp 136.324.427	Rp 2.398.046.768	Rp 179.717.455	Rp 2.577.764.223
2026	Rp 124.519.937	Rp 2.386.242.278	Rp 197.689.201	Rp 2.583.931.479
2027	Rp 113.737.612	Rp 2.375.459.953	Rp 217.458.121	Rp 2.592.918.073
2028	Rp 103.888.940	Rp 2.365.611.281	Rp 239.203.933	Rp 2.604.815.214
2029	Rp 94.893.076	Rp 2.356.615.418	Rp 263.124.326	Rp 2.619.739.744
2030	Rp 86.676.175	Rp 2.348.398.516	Rp 289.436.759	Rp 2.637.835.275
2031	Rp 79.170.785	Rp 2.340.893.126	Rp 318.380.434	Rp 2.659.273.560
2032	Rp 72.315.295	Rp 2.334.037.636	Rp 350.218.478	Rp 2.684.256.114
2033	Rp 66.053.430	Rp 2.327.775.771	Rp 385.240.326	Rp 2.713.016.096
2034	Rp 60.333.787	Rp 2.322.056.128	Rp 423.764.358	Rp 2.745.820.486
Jumlah :		Rp 38.027.258.729	Rp 3.545.503.941	Rp 41.572.762.670

Tabel 6 Total Biaya Tahunan Jaringan Pipa Jalur Jalan Raya

Tahun	Jumlah Bunga	Biaya Modal	Biaya OP	Total Biaya Tahunan
2019		Rp 2.088.678.946	-	Rp 2.088.678.946
2020	Rp 198.006.764	Rp 2.286.685.711	Rp 109.790.400	Rp 2.396.476.111
2021	Rp 180.861.129	Rp 2.269.540.076	Rp 120.769.440	Rp 2.390.309.516
2022	Rp 165.200.154	Rp 2.253.879.101	Rp 132.846.384	Rp 2.386.725.485
2023	Rp 150.895.282	Rp 2.239.574.228	Rp 146.131.022	Rp 2.385.705.251
2024	Rp 137.829.085	Rp 2.226.508.031	Rp 160.744.125	Rp 2.387.252.156
2025	Rp 125.894.304	Rp 2.214.573.251	Rp 176.818.537	Rp 2.391.391.788
2026	Rp 114.992.971	Rp 2.203.671.917	Rp 194.500.391	Rp 2.398.172.308
2027	Rp 105.035.596	Rp 2.193.714.543	Rp 213.950.430	Rp 2.407.664.973
2028	Rp 95.940.442	Rp 2.184.619.389	Rp 235.345.473	Rp 2.419.964.862
2029	Rp 87.632.848	Rp 2.176.311.795	Rp 258.880.020	Rp 2.435.191.815
2030	Rp 80.044.619	Rp 2.168.723.565	Rp 284.768.022	Rp 2.453.491.587
2031	Rp 73.113.462	Rp 2.161.792.409	Rp 313.244.824	Rp 2.475.037.233
2032	Rp 66.782.483	Rp 2.155.461.429	Rp 344.569.307	Rp 2.500.030.736
2033	Rp 60.999.710	Rp 2.149.678.657	Rp 379.026.238	Rp 2.528.704.894
2034	Rp 55.717.675	Rp 2.144.396.621	Rp 416.928.861	Rp 2.561.325.483
Jumlah :		Rp 35.117.809.668	Rp 3.488.313.474	Rp 38.606.123.142

pekerjaan dan satuan untuk perhitungan harga jual air dan pendapatan per tahun dihitung berdasarkan acuan dari Permen PUPR Ditjen Cipta Karya Tahun 2017.

Harga Jual Air Alternatif Jalur Rawa-Rawa = Rp 3.956/m³

Harga Jual Air Alternatif Jalur Jalan Raya = Rp 3.658/m³

Pendapatan per tahun dihitung dari hasil perkalian volume penjualan air IPAL per tahun dengan harga jual air per m³/tahun. Penulis asumsikan untuk inflasi volume penjualan air IPAL Suwung naik 5% per tahun dan inflasi harga air naik 10% per tahun. Berikut perhitungan volume penjualan air IPAL Suwung :

Volume penjualan air IPAL / bulan = 23.247,45 m³

Volume penjualan air IPAL / tahun = 18.597,96 m³ x 12 = 223.175,52 m³/tahun

Penulis mengasumsikan untuk pendapatan per tahun disepakati bahwa Investor Swasta mendapatkan 85% dan IPAL Suwung mendapatkan 15% dari penjualan air olahan IPAL. Pendapatan yang diterima adalah pendapatan setelah pajak. Berikut adalah total

dari hasil perhitungan pendapatan per tahun sebelum pajak :

Total Pendapatan Per Tahun Alternatif Jalur Rawa-Rawa = Rp 54.705.211.150

Total Pendapatan Per Tahun Alternatif Jalur Jalan Raya = Rp 50.587.430.557

4. Pajak

Pajak yang dikenakan untuk biaya modal dari konstruksi sistem jaringan pipa adalah pajak pertambahan nilai (PPN) dengan tarif 10% sesuai Undang-Undang No. 18 Tahun 1999 tentang jasa konstruksi. Sedangkan pajak yang dikenakan untuk pendapatan setiap tahunnya adalah PPh (Pajak Penghasilan) dengan tarif 4% sesuai Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 2008 tentang jasa konstruksi.

5. Aliran Kas (Cash Flow)

Aliran kas (*cash flow*) berfungsi untuk mengetahui letak posisi keuangan dari pengeluaran dan pendapatan serta pajak penghasilan yang dikenakan pada waktu tertentu, apakah dalam kondisi baik atau tidak. Aliran kas untuk jalur rawa rawa dan jakur jalan raya dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Aliran Kas (*Cash Flow*) IPAL Suwung Jalur Rawa-Rawa

Tahun	Aliran kas sebelum pajak			PPh (4% x Pendapatan)	Aliran Kas setelah Pajak
	Pengeluaran	Pendapatan	NCF		
a	b	c	d = c - b	e	f = d - e
2019	Rp 2.261.722.341	Rp -	-Rp 2.261.722.341	Rp -	-Rp 2.261.722.341
2020	Rp 2.587.724.019	Rp 1.103.473.219	-Rp 1.484.250.800	Rp 44.138.929	-Rp 1.528.389.729
2021	Rp 2.580.316.938	Rp 1.274.511.568	-Rp 1.305.805.371	Rp 50.980.463	-Rp 1.356.785.833
2022	Rp 2.575.633.423	Rp 1.472.060.861	-Rp 1.103.572.563	Rp 58.882.434	-Rp 1.162.454.997
2023	Rp 2.573.645.855	Rp 1.700.230.294	-Rp 873.415.561	Rp 68.009.212	-Rp 941.424.773
2024	Rp 2.574.349.829	Rp 1.963.765.989	-Rp 610.583.839	Rp 78.550.640	-Rp 689.134.479
2025	Rp 2.577.764.223	Rp 2.268.149.718	-Rp 309.614.506	Rp 90.725.989	-Rp 400.340.494
2026	Rp 2.583.931.479	Rp 2.619.712.924	Rp 35.781.445	Rp 104.788.517	-Rp 69.007.072
2027	Rp 2.592.918.073	Rp 3.025.768.427	Rp 432.850.354	Rp 121.030.737	Rp 311.819.617
2028	Rp 2.604.815.214	Rp 3.494.762.534	Rp 889.947.320	Rp 139.790.501	Rp 750.156.818
2029	Rp 2.619.739.744	Rp 4.036.450.726	Rp 1.416.710.983	Rp 161.458.029	Rp 1.255.252.954
2030	Rp 2.637.835.275	Rp 4.662.100.589	Rp 2.024.265.314	Rp 186.484.024	Rp 1.837.781.291
2031	Rp 2.659.273.560	Rp 5.384.726.180	Rp 2.725.452.620	Rp 215.389.047	Rp 2.510.063.573
2032	Rp 2.684.256.114	Rp 6.219.358.738	Rp 3.535.102.624	Rp 248.774.350	Rp 3.286.328.275
2033	Rp 2.713.016.096	Rp 7.183.359.342	Rp 4.470.343.246	Rp 287.334.374	Rp 4.183.008.872
2034	Rp 2.745.820.486	Rp 8.296.780.041	Rp 5.550.959.555	Rp 331.871.202	Rp 5.219.088.353

Tabel 8. Aliran Kas (*Cash Flow*) IPAL Suwung Jalur Jalan Raya

Tahun	Aliran kas sebelum pajak			PPH (4% x Pendapatan)	Aliran Kas setelah Pajak
	Pengeluaran	Pendapatan	NCF		
a	b	c	d = c - b	f	g = d - f
2019	Rp 2.088.678.946	Rp -	-Rp 2.088.678.946	Rp -	-Rp 2.088.678.946
2020	Rp 2.396.476.111	Rp 1.020.412.382	-Rp 1.376.063.728	Rp 40.816.495	-Rp 1.416.880.224
2021	Rp 2.390.309.516	Rp 1.178.576.301	-Rp 1.211.733.214	Rp 47.143.052	-Rp 1.258.876.266
2022	Rp 2.386.725.485	Rp 1.361.255.628	-Rp 1.025.469.857	Rp 54.450.225	-Rp 1.079.920.082
2023	Rp 2.385.705.251	Rp 1.572.250.250	-Rp 813.455.000	Rp 62.890.010	-Rp 876.345.010
2024	Rp 2.387.252.156	Rp 1.815.949.039	-Rp 571.303.116	Rp 72.637.962	-Rp 643.941.078
2025	Rp 2.391.391.788	Rp 2.097.421.140	-Rp 293.970.648	Rp 83.896.846	-Rp 377.867.493
2026	Rp 2.398.172.308	Rp 2.422.521.417	Rp 24.349.109	Rp 96.900.857	-Rp 72.551.748
2027	Rp 2.407.664.973	Rp 2.798.012.237	Rp 390.347.264	Rp 111.920.489	Rp 278.426.774
2028	Rp 2.419.964.862	Rp 3.231.704.133	Rp 811.739.272	Rp 129.268.165	Rp 682.471.106
2029	Rp 2.435.191.815	Rp 3.732.618.274	Rp 1.297.426.459	Rp 149.304.731	Rp 1.148.121.728
2030	Rp 2.453.491.587	Rp 4.311.174.106	Rp 1.857.682.519	Rp 172.446.964	Rp 1.685.235.555
2031	Rp 2.475.037.233	Rp 4.979.406.093	Rp 2.504.368.860	Rp 199.176.244	Rp 2.305.192.616
2032	Rp 2.500.030.736	Rp 5.751.214.037	Rp 3.251.183.301	Rp 230.048.561	Rp 3.021.134.740
2033	Rp 2.528.704.894	Rp 6.642.652.213	Rp 4.113.947.319	Rp 265.706.089	Rp 3.848.241.230
2034	Rp 2.561.325.483	Rp 7.672.263.306	Rp 5.110.937.823	Rp 306.890.532	Rp 4.804.047.291

Dari hasil analisis maka pendapatan untuk Investor Swasta dan IPAL Suwung masing-masing alternatif jalur adalah :

Pendapatan 85% Investor Swasta Jalur Rawa-Rawa = Rp 44.639.452.298

Pendapatan Investor Setelah Biaya Modal Jalur Rawa-Rawa = Rp 6.612.193.569

Pendapatan 15% IPAL Suwung Jalur Rawa-Rawa = Rp 7.877.550.406

Pendapatan IPAL Setelah Biaya OP Jalur Rawa-Rawa = Rp 4.332.046.464

Pendapatan 85% Investor Swasta Jalur Jalan Raya = Rp 41.279.343.334

Pendapatan Investor Setelah Biaya Modal Jalur Jalan Raya = Rp 6.161.533.667

Pendapatan 15% IPAL Suwung Jalur Jalan Raya = Rp 7.284.590.000

Pendapatan IPAL Setelah Biaya OP Jalur Jalan Raya = Rp 3.796.276.526

6. Evaluasi Investasi

Evaluasi investasi diperlukan untuk menjelaskan apakah kegiatan (proyek) investasi tersebut akan menjanjikan suatu keuntungan (profit) dalam jangka panjang atau tidak. Berikut adalah hasil dari perhitungan beberapa metode dalam mengevaluasi kelayakan investasi yang umum digunakan.

1. *Net Present Value (NPV) Alternatif Jalur Rawa-Rawa* = Rp 10.944.240.034 > 0 yang artinya investasi **layak** secara finansial karena syarat dari NPV adalah NPV > 0.

2. *Benefit Cost Ratio (BCR) Alternatif Jalur Rawa-Rawa* = 1,2. Nilai B/C 1,2 dinyatakan investasi **layak** secara finansial karena syarat dari BCR adalah jika B/C ≥ 1.

3. *Internal Rate of Return (IRR) Alternatif Jalur Rawa-Rawa* = 16,20% > MARR = 9,48% (Layak)

4. *Payback Period (PBP) Alternatif Jalur Rawa-Rawa* = 12 Tahun

5. *Break Event Point (BEP) Alternatif Jalur Rawa-Rawa* = Titik impas (Break Event Point) PV Pendapatan = PV Pengeluaran adalah pada tahun ke 7 yaitu dengan nilai > Rp 2.000.000.000.

6. *Net Present Value (NPV) Alternatif Jalur Jalan Raya* = Rp 9.957.810.192 > 0 yang artinya investasi **layak** secara finansial karena syarat dari NPV adalah NPV > 0.

7. *Benefit Cost Ratio (BCR) Alternatif Jalur Jalan Raya* = 1,2. Nilai B/C 1,2 dinyatakan investasi **layak** secara finansial karena syarat dari BCR adalah jika B/C ≥ 1

8. *Internal Rate of Return (IRR) Alternatif Jalur Jalan Raya* = 15,91% > MARR = 9,48% (Layak)

9. *Payback Period (PBP) Alternatif Jalur Jalan Raya* = 12 Tahun

10. *Break Event Point (BEP) Alternatif Jalur Jalan Raya* = Titik impas (Break Event Point) PV Pendapatan = PV Pengeluaran

adalah pada tahun ke 7 yaitu dengan nilai > Rp 2.000.000.000.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pemeriksaan air menunjukkan air olahan IPAL Suwung diasumsikan layak secara teknis untuk dijadikan air baku untuk air bersih, namun perlu ada peningkatan pada pengolahannya, dan tetap dikaji perencanaan teknis mengenai sistem jaringan pipa.
2. Hasil evaluasi investasi dari alternatif jalur rawa-rawa maupun jalan raya layak secara finansial, karena pada seluruh metode evaluasi seperti NPV, BCR, IRR, PP dan BEP sesuai syarat yang ditentukan.
3. Pemilihan jalur alternatif yang menurut penulis lebih direkomendasikan adalah melalui alternatif jalur jalan raya Tanah Kilap karena biaya yang diinvestasikan dan pemeliharaannya relatif lebih terjangkau dengan nilai evaluasi investasi yang tidak jauh berbeda dengan jalur rawa-rawa yaitu dengan nilai NPV = Rp 9.957.810.192, BCR = 1,2, IRR = 15,91%, PP = 12 Tahun, dan BEP = setelah tahun ke 7.

Saran

Saran yang dapat disampaikan penulis adalah sebagai berikut :

1. Perlu ditingkatkan pengolahan pada air IPAL Suwung sehingga kualitas air memenuhi syarat sepenuhnya sebagai air baku untuk diolah menjadi air bersih.
2. Perlu dikaji terkait aspek-aspek lainnya yang termasuk dalam studi kelayakan untuk sistem penyediaan air baku untuk air bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. *PDAM Badung Akui Kurangnya Air Baku*. Nusa Bali, Mangupura
- Giatman. 2006. *Ekonomi Teknik*. Rajawali Pers. Jakarta
- Ibrahim. 1998. *Studi Kelayakan Bisnis*. Rineka Cipta. Jakarta
- Kementerian Kesehatan. 1990. *Persyaratan Kualitas Air Bersih*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat. 2016. *Peraturan Menteri PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang*

Studi Kelayakan SPAM. Jakarta.

Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat Ditjen Cipta Karya. 2017. *Panduan Pendampingan Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan Berbasis Masyarakat*. Jakarta.

PDAM Badung. 2018. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) PDAM Badung Tahun 2018*. Mangupura, Badung

Pemerintah Indonesia. 1999. *Undang-Undang No. 18 Tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi*. Jakarta.

Pemerintah Indonesia. 2004. *Undang-Undang No. 5 Tahun 2004 tentang Jasa Konstruksi*. Jakarta

Siregar, A. S. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Kanisius. Yogyakarta