

## ANALISIS BIAYA DAN PENDAPATAN OPERASIONAL SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT SKALA KOTA

Betty Susanti<sup>1\*</sup>, Larap Kemayan Estu<sup>1</sup>, Febrian Hadinata<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang  
*Corresponding Author:* bettysusanti0401@gmail.com

**ABSTRAK:** Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) merupakan salah satu infrastruktur dasar yang penyediaan dan operasionalnya harus memenuhi prinsip keberlanjutan, baik pada aspek lingkungan, sosial, maupun ekonomi. Penyediaan SPALD dalam skala yang besar sebagaimana pada SPALD terpusat skala perkotaan membutuhkan biaya yang sangat tinggi. Di berbagai kota di Indonesia, operasional SPALD demikian memiliki tingkat *idle* yang tinggi dikarenakan pendanaan operasional yang tidak memadai. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis biaya operasional SPALD terpusat skala perkotaan dengan studi kasus pada SPALD terpusat di Kota Palembang. Analisis biaya dilakukan menggunakan metode *present worth analysis*. Biaya yang dipertimbangkan meliputi biaya energi, biaya pengolahan lumpur tinja, biaya bahan kimia, biaya tenaga kerja, serta biaya pemeliharaan sistem; sedangkan variabel pendapatan hanya mempertimbangkan pendapatan dari retribusi pengguna SPALD yang ditinjau. Hasil perhitungan dan analisis mengindikasikan bahwa pendapatan yang diterima dari retribusi SPALD belum mampu menjaga keberlanjutan operasional SPALD terpusat, sebagaimana diindikasikan oleh *net present value* bernilai negatif. Dibutuhkan dukungan pendanaan operasional dari pemerintah daerah maupun pusat untuk mendukung operasional SPALD terpusat skala kota agar operasional sistem sanitasi tersebut dapat berjalan dengan lancar.

**Kata Kunci:** biaya operasional, Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat, skala kota

**ABSTRACT:** *The Domestic Wastewater Management System (SPALD) is one of the basic infrastructures whose provision and operation must meet the principles of sustainability, both in environmental, social and economic aspects. Provision of SPALD on a large scale as in urban scale centralized SPALD requires a very high cost. In many cities in Indonesia, such SPALD operations have a high idle rate due to inadequate operational funding. This research was conducted to analyze the operational costs of the urban-scale centralized SPALD with a case study on the centralized SPALD in Palembang City. Cost analysis was performed using the present worth analysis method. The costs considered include energy costs, sludge treatment costs, chemical costs, labor costs, and system maintenance costs; while the income variable only considers the income from the SPALD user charges reviewed. The results of calculations and analysis indicate that the revenue received from the SPALD retribution has not been able to maintain the sustainability of a centralized SPALD operation, as indicated by the negative net present value. Operational funding support from local and central governments is needed to support the city-scale centralized SPALD operations so that the sanitation system operations can run smoothly.*

**Keywords:** *operational costs, Centralized Domestic Wastewater Management System, city scale*

### PENDAHULUAN

Produksi air limbah domestik di Indonesia diperkirakan meningkat sebesar 2% pertahun dan tiap penduduk menghasilkan 100 liter air limbah per hari. Studi yang dilakukan oleh PUPR (2019) menunjukkan bahwa hingga saat ini, capaian akses air limbah domestik dengan akses layak hanya sebesar 74.85% dari

total populasi penduduk, sedangkan 16.07% populasi memiliki akses belum layak, dan 9.36% populasi penduduk tidak memiliki akses terhadap instalasi pengolahan air limbah sama sekali. Kondisi ini masih sangat jauh dari target *Sustainable Development Goals* 2030 dan RPJMN 2020-2024 Kementerian PUPR yang menargetkan bahwa tercapainya 90% akses sanitasi layak termasuk 20% akses sanitasi aman dan

tersedianya layanan sanitasi berkelanjutan di Kabupaten/Kota prioritas.

Berdasarkan PP No. 02/2018 tentang Standar Pelayanan Minimal untuk infrastruktur dasar masyarakat, penyediaan sistem pengelolaan air limbah domestik (SPAL-D) merupakan salah satu bentuk pelayanan dasar yang harus disediakan oleh pemerintah daerah dalam rangka memberikan akses sanitasi yang layak bagi masyarakat. Mengacu kepada Peraturan Menteri PUPR No. 4/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, pemenuhan pelayanan dasar tersebut dapat dilaksanakan dengan mewujudkan sistem pengolahan air limbah domestik secara terpusat maupun system pengolahan air limbah domestik setempat.

Penyediaan dan pengelolaan system pengolahan air limbah domestik terpusat hingga saat ini masih menemui banyak tantangan dan kendala, terutama terkait dengan tingginya biaya pembangunan dan terbatasnya kemampuan pemerintah daerah untuk melakukan operasi dan pemeliharaan SPALD-T itu sendiri (Siswati, 2017). Kajian yang dilakukan oleh Kearton (2013) juga menunjukkan bahwa terdapat kendala yang tinggi pada fase operasi dan pemeliharaan pada aset yang terbangun. Hal ini juga menyebabkan tingginya *idle capacity* dari SPALD-T yang telah dibangun di berbagai kota di Indonesia. Tingginya *idle capacity* ini memiliki korelasi dengan rendahnya nilai dana yang disediakan oleh pemerintah daerah bersangkutan dalam melakukan pengembangan jaringan dan operasi pemeliharaan, ketidakmampuan untuk menjaga keberlangsungan system, kurangnya partisipasi masyarakat untuk bergabung pada sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat skala kota, lemahnya pengawasan pemerintah daerah, serta kurangnya regulasi dan payung hukum untuk implementasi program pengelolaan IPAL itu sendiri, sebagaimana ditunjukkan dalam Kerstens (2015) dan Siswati (2017).

Kota Palembang menjadi salah satu kota di Indonesia yang sedang berbenah untuk menyediakan sistem pengelolaan air limbah domestik. Berdasarkan data Strategi Sanitasi Kota Palembang (2015) dinyatakan terdapat 49% warga Palembang yang melakukan praktik buang air besar sembarangan, 6% memiliki cubluk atau sejenisnya, 25% memiliki tangki septik, 14% dilayani oleh MCK atau MCK ++, 6% dilayani oleh IPAL Komunal, dan sisanya sebesar 1% dilayani oleh tangki septik komunal. Untuk mengejar ketertinggalan terhadap penyediaan system pengelolaan air limbah domestik, kota Palembang saat ini melaksanakan proyek pembangunan instalasi pengolahan air limbah. Proyek ini bertujuan untuk

mengatasi permasalahan pengelolaan air limbah domestik di kota Palembang.

Sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat skala perkotaan di Palembang beserta jaringannya ditargetkan dapat beroperasi pada tahun 2025. SPALD-T ini direncanakan terdiri dari 220 kilometer jaringan perpipaan air limbah yang akan melayani 665 hektar wilayah di pusat kota. Proyek penyediaan IPAL ini terdiri dari lima sub tangkapan sistem pengelolaan air limbah domestik dan diharapkan mampu melayani 21.700 sambungan rumah dan komersil. SPALD-T ini dirancang menggunakan beberapa pilihan teknologi yang tidak jamak digunakan di Indonesia. Pilihan teknologi tersebut antara lain penggunaan pipa bertekanan untuk menyalurkan air limbah dari stasiun pompa ke IPAL dan penggunaan *Trickling Filter Plant* untuk pengolahan air limbah itu sendiri. Berdasarkan Mara (2008), penggunaan pipa bertekanan pada air limbah umumnya dihindari pada jaringan air limbah karena membutuhkan energi dan biaya operasional yang tinggi.

Uraian di atas menunjukkan bahwa penyediaan SPALD-T skala perkotaan di Palembang ini membutuhkan biaya pembangunan, operasi, dan pemeliharaan yang sangat signifikan. Biaya operasional dan pemeliharaan ini nantinya akan dibebankan kepada masyarakat selaku pengguna SPAL, sehingga masyarakat akan dihadapkan pada tambahan pengeluaran berupa retribusi untuk penggunaan jaringan perpipaan air limbah domestik. Kemampuan membayar (*ability to pay*) dan kemauan membayar (*willingness to pay*) dari masyarakat akan menjadi tantangan utama bagi keberlangsungan operasional sistem pengolahan air limbah domestik terpusat skala perkotaan di kota Palembang.

Berdasarkan Siswati (2017) dan Kearton (2013), investasi pemerintah dalam penyediaan IPAL tidak mencapai tujuan berkelanjutan (*sustainability*) dikarenakan biaya penyediaan dan pengelolaan infrastruktur itu sendiri tidak sebanding dengan kemampuan dan kemauan membayar dari penggunanya. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kelayakan operasional terhadap SPAL domestik terpusat skala perkotaan di Kota Palembang agar pengelolaan infrastruktur ini nantinya berhasil dengan baik dan memberikan manfaat yang optimal bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai biaya operasional SPALD-T skala perkotaan dengan studi kasus pada SPALD-T di Kota Palembang, sebagai kajian awal untuk mengembangkan strategi yang tepat untuk meningkatkan kelayakan operasional SPALD-T skala perkotaan secara umum.

## TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat (SPALD-T) adalah fasilitas pengolahan air limbah domestik di luar persil dan menggunakan jaringan perpipaan untuk mengalirkan air limbah domestik dari persil tersebut untuk dialirkan menuju IPAL (Azizah, 2017). Ditinjau dari komponennya, SPALD-T memiliki tiga sub-sistem yaitu (1) sub-sistem pelayanan, (2) sub-sistem pengumpulan, dan (3) sub-sistem pengolahan terpusat. Sub-sistem pelayanan berada di pekarangan rumah yang menjadi tanggung jawab masyarakat dalam pengoperasian dan perawatannya. Berdasarkan cakupan pelayanannya, SPALD-T dibedakan menjadi tiga kategori (Kementerian PUPR, 2018) yaitu:

- a. Skala perkotaan, untuk mengelola air limbah domestik perkotaan dan/atau regional dengan minimal layanan 20.000 jiwa;
- b. Skala permukiman, untuk mengelola air limbah domestik dengan jumlah pelayanan dari 50 hingga 20.000 jiwa;
- c. Skala kawasan tertentu, untuk mengolah air limbah domestik yang bersumber dari kawasan komersial dan kawasan rumah susun.

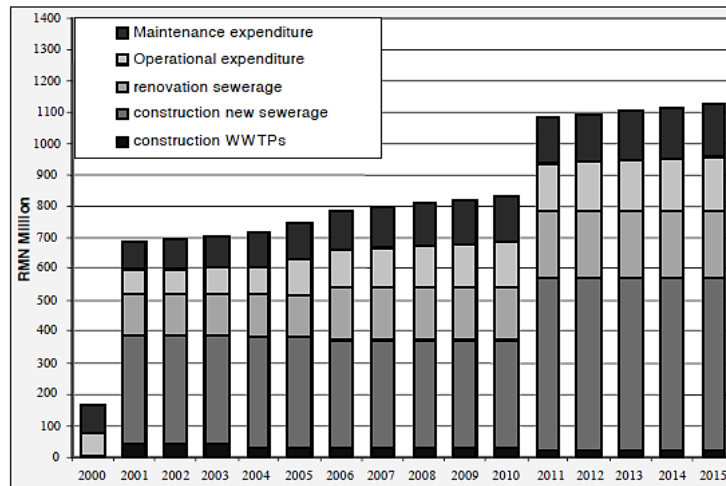
Kajian yang telah dilakukan oleh Siswati (2017) terhadap penyediaan dan pengelolaan system pengolahan air limbah domestik skala perkotaan menunjukkan adanya beberapa kendala, terutama terkait dengan tingginya biaya pembangunan dan terbatasnya

kemampuan pemerintah daerah untuk melakukan operasi dan pemeliharaan SPALD-T itu sendiri. Permasalahan lainnya ditunjukkan dalam Kearton (2013), yaitu tingginya kendala pada fase operasi dan pemeliharaan pada aset yang terbangun. Hal ini juga menyebabkan tingginya *idle capacity* dari SPALD-T yang telah dibangun, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1. Salah satu penyebab tingginya *idle capacity* ini adalah rendahnya ketersediaan dana untuk operasional dan pemeliharaan system (Kerstens, 2015 dan Siswati, 2017).

Kajian yang dilakukan oleh OECD (2004) menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan selama masa operasional dan pemeliharaan system jauh lebih tinggi dibandingkan dengan biaya untuk penyediaan system itu sendiri, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1. Analisis biaya terhadap penyediaan SPALD-T merupakan upaya yang dapat membantu memberikan gambaran mengenai kebutuhan biaya penyediaan infrastruktur ini serta memberikan gambaran mengenai kebutuhan biaya jangka panjang untuk operasional dan pemeliharaan system itu sendiri. Analisis ini penting untuk dilakukan agar penyediaan dan operasional system mencapai target keberlanjutan. Informasi mengenai besarnya biaya yang dibutuhkan dalam jangka waktu yang panjang, dapat membantu pengelola menetapkan skema pendanaan yang dapat mendukung keberhasilan operasional infrastruktur.

Tabel 1 Kapasitas terpakai dari SPALD-T di Indonesia

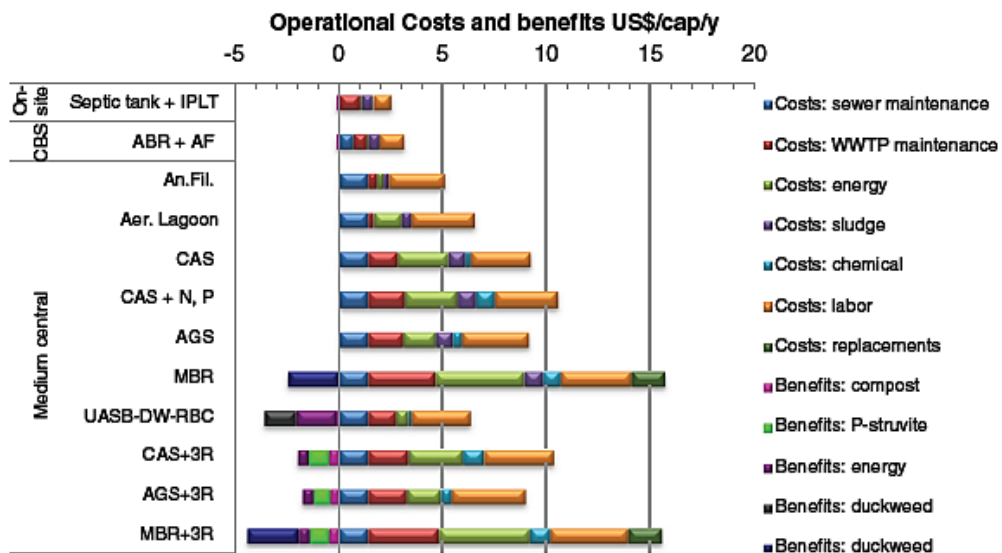
Kota	Jumlah Unit	Kapasitas Total (m <sup>3</sup> /hr)	Kapasitas Terpakai (m <sup>3</sup> /hr)	Jumlah Sambungan Rumah
Medan	1	10.000	8.192	20.480
Prapat	1	2.000	123	307
DKI Jakarta	1	38.880	1.041	2.602
Bandung	1	80.835	46.400	116.000
Cirebon	4	20.500	3.254	8.136
Yogyakarta	1	15.500	9.276	23.189
Surakarta	3	14.000	6.220	15.549
Bali	1	51.000	5.818	14.546
Banjarmasin	7	18.000	2.791	6.978
Balikpapan	1	800	830	2.076
Tangerang	1	2.700	480	1.200
Batam	1	2.852	120	300
Manado	1	2.000	40	100



Gambar 1 Perbandingan biaya selama masa layanan SPALD (OECD, 2004)

Berdasarkan Kerstens (2015), analisis biaya beserta benefit dari operasional SPALD melibatkan pertimbangan terhadap berbagai komponen sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2. Untuk mendukung operasional SPALD, perlu melibatkan partisipasi masyarakat pengguna system dalam bentuk retribusi (*user charge*). Retribusi ini diperoleh dari tariff yang secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu tariff rumah tangga dan tariff komersil. Tarif rumah tangga dibebankan kepada pelanggan rumah tangga (*household*), sedangkan tariff komersil dibebankan kepada pelanggan badan usaha maupun perkantoran.

Terdapat dua aspek yang berpengaruh kuat dalam menentukan besarnya tariff retribusi, yaitu kemauan membayar (*willingness to pay*) dan kemampuan membayar (*ability to pay*) dari pengguna infrastruktur. Kedua aspek tersebut harus dipertimbangkan dalam analisis biaya operasional SPALD yang ditinjau. Pada dasarnya, terdapat dua komponen pembentuk tariff dalam penyediaan SPALD, yaitu tariff yang hanya dibayarkan satu kali dan tariff yang harus dibayarkan berulang. Tarif yang hanya dibayarkan satu kali adalah berupa biaya pemasangan sambungan awal; sedangkan tariff yang dibayarkan berulang berupa biaya langganan yang biasanya dibayarkan setiap bulan.



Gambar 2 Komponen biaya dan benefit operasional SPALD-T (Kerstens, 2015)

## METODOLOGI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biaya operasional SPALD-T skala kota dengan studi kasus pada SPALD-T di Kota Palembang. Analisis biaya menggunakan metode *present worth analysis* dan menggunakan indikator *Net Present Value (NPV)*. Komponen biaya yang dipertimbangkan terdiri dari biaya pemeliharaan system, biaya energi, biaya pengolahan lumpur, biaya bahan kimia, dan biaya tenaga kerja. Pada penelitian ini, komponen benefit hanya mempertimbangkan besarnya *revenue* atau pendapatan operasional system yang berasal dari retribusi bulanan dari pelanggan SPALD-T.

Pendapatan operasional ini dibedakan untuk pelanggan komersil dan pelanggan rumah tangga. Besarnya tariff untuk pelanggan rumah tangga juga dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok pelanggan berpenghasilan rendah dan pelanggan berpenghasilan menengah ke atas.

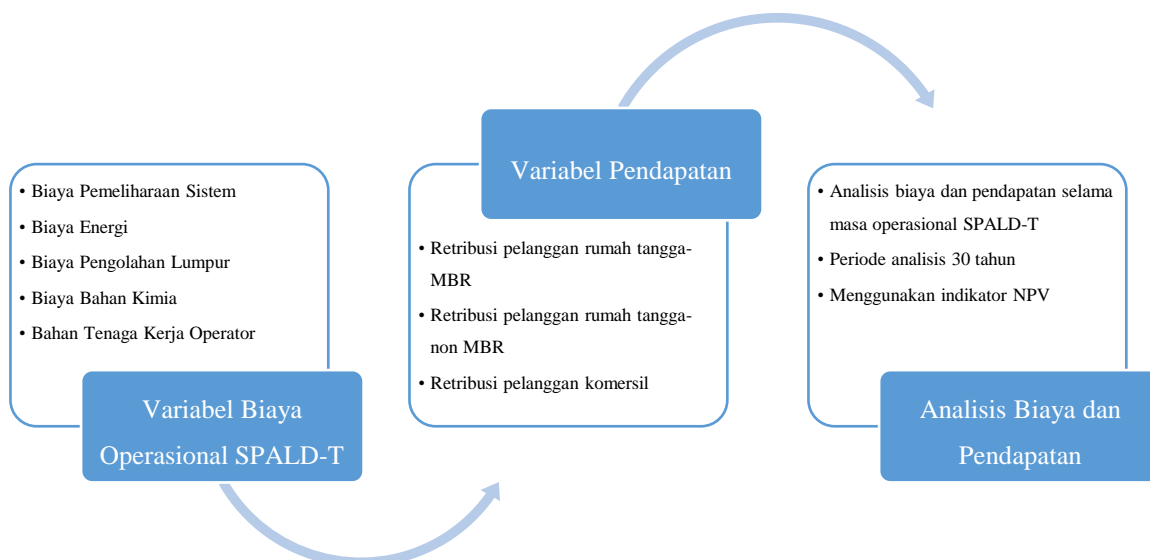
Data sekunder digunakan untuk menentukan besarnya biaya dan pendapatan operasional SPALD-T. Periode analisis biaya ditetapkan sejalan dengan usia layanan system, yaitu selama 30 tahun. Kerangka konseptual analisis biaya ditunjukkan pada Gambar 3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan studi kasus pada SPALD-T di Kota Palembang. Infrastruktur ini

dibangun menggunakan dana dari APBN dan dana hibah Australia. Penyediaan sambungan rumah menuju distribusi utama dibiayai menggunakan dana dari APBD Provinsi dan Kota Palembang. Penyediaan infrastruktur ini dilaksanakan secara bertahap. Pembangunan SPALD-T tahap-1 telah dilakukan dan ditargetkan mampu melayani 12.000 sambungan rumah. Pembangunan tahap-1 ini dilakukan di dua kecamatan, yaitu Ilir Timur I dan Bukit Kecil. Pengelolaan infrastruktur ini diserahkan kepada PDAM Tirta Musi Palembang. Analisis biaya dan pendapatan pada fase operasional system ini menggunakan data dan asumsi sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.

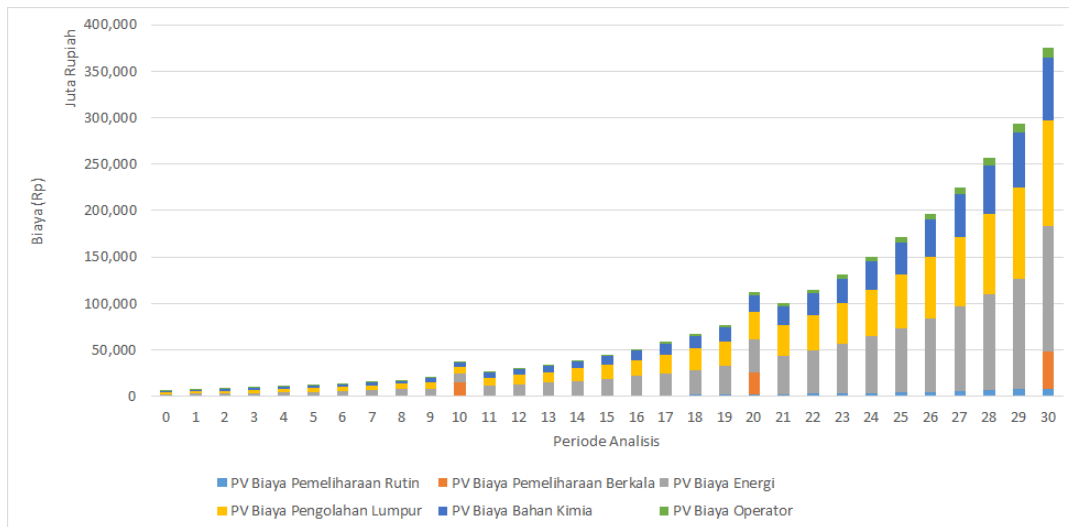
Data biaya dan pendapatan sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2 selanjutnya digunakan untuk memprediksi besarnya kebutuhan biaya operasional system selama usia layanan 30 tahun. Analisis menggunakan metode *present worth*. Hasil perhitungan biaya dari kegiatan operasional SPALD-T tersebut ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa komponen biaya yang terbesar dalam operasional SPALD-T ini terdapat pada komponen biaya energi, biaya pengolahan lumpur, dan biaya untuk bahan kimia. Hal ini sejalan dengan kajian yang telah ditunjukkan oleh Kerstens (2015). Tingginya biaya-biaya ini sangat terkait erat dengan penggunaan pipa bertekanan tinggi untuk menyalurkan air limbah dari stasiun pompa menuju ke IPAL serta penggunaan *trickling filter* untuk pengolahan limbah.



Gambar 3 Kerangka konseptual analisis

Tabel 2 Data dan asumsi biaya dan pendapatan operasional SPALD-T

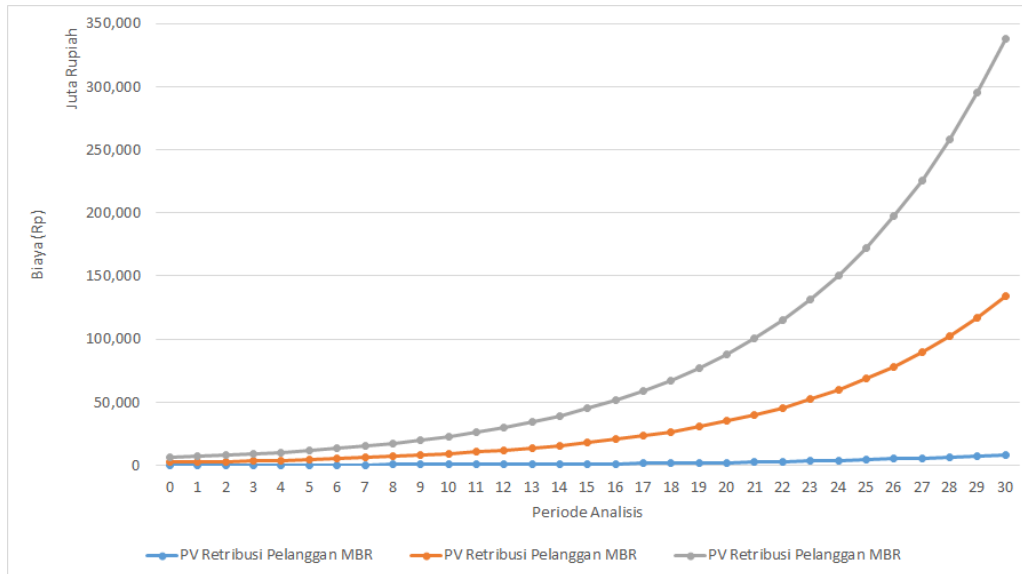
No	Aspek	Uraian	Sumber Data/Asumsi
1	Biaya pemeliharaan rutin sistem	Rp. 150 juta/tahun	Hasil wawancara (responden: staf PUPR)
2	Biaya pemeliharaan berkala system (setiap 10 tahun)	Rp. 10 Milliar	
3	Biaya energi	Rp. 200 juta/bulan	
4	Biaya pengolahan lumpur tinja	Rp. 2 Milliar/tahun	
5	Biaya bahan kimia	Rp. 1,2 Milliar/tahun	
6	Biaya tenaga kerja (operator)	Rp. 16 juta/bulan (4 orang @ 4 juta/bulan)	Hasil wawancara (responden: staf PDAM Tirta Musi)
7	Retribusi pelanggan rumah tangga (MBR)	Rp. 10.000/bulan	Hasil wawancara (responden: masyarakat)
8	Retribusi pelanggan rumah tangga (Non MBR)	Rp. 20.000/bulan	
9	Retribusi pelanggan komersil	Rp. 200.000/bulan	
10	Jumlah sambungan domestic (MBR dan Non MBR)	10.500 sambungan	Data teknis proyek SPALD-T
11	Jumlah sambungan MBR	12% dari total sambungan	Data BPS (persentase jumlah MBR)
12	Jumlah sambungan komersil	1.500 sambungan	Data teknis proyek SPALD-T
13	Tingkat suku bunga	4%	Suku bunga acuan BI
14	Kenaikan biaya dan retribusi	10% per tahun	Asumsi



Gambar 4 Analisis biaya operasional SPALD-T selama periode analisis

Operasional SPALD-T ini melibatkan kontribusi pengguna dalam bentuk retribusi. Besarnya kontribusi pengguna fasilitas infrastruktur ini ditunjukkan dalam Gambar 5. Perhitungan retribusi selama masa operasional SPALD-T mempertimbangkan retribusi dari pelanggan rumah tangga dan pelanggan komersil. Retribusi dari pelanggan rumah tangga dibedakan

menjadi pelanggan dengan status MBR dan pelanggan non-MBR. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kontribusi terbesar berpotensi dihasilkan dari retribusi pelanggan komersil. Meskipun jumlah pelanggan komersil jauh lebih rendah dibanding pelanggan rumah tangga non-MBR, namun retribusi dari pelanggan komersil memiliki besaran yang cukup signifikan.

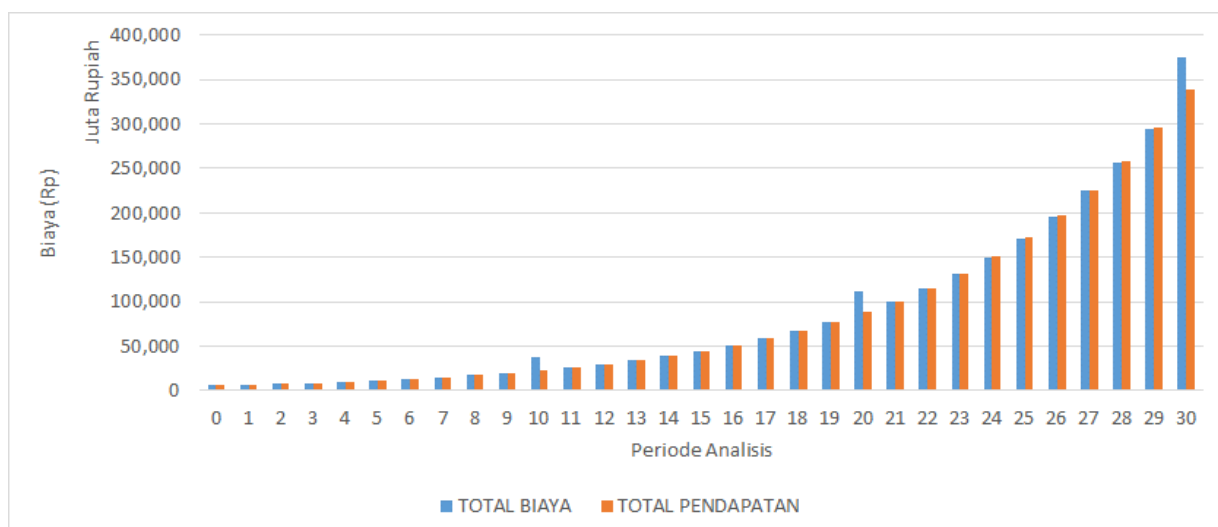


Gambar 5 Analisis pendapatan operasional SPALD-T selama periode analisis

Analisis lebih lanjut dilakukan untuk membandingkan besarnya biaya dan pendapatan operasional setiap tahun selama periode analisis, seperti ditunjukkan dalam Gambar 6. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendapatan dari operasional infrastruktur ini secara umum belum mampu menutupi biaya yang harus dikeluarkan untuk kegiatan operasionalnya. Kondisi ini terlihat jelas pada saat dibutuhkan kegiatan pemeliharaan berkala, sebagaimana diindikasikan pada tahun ke-10, tahun ke-20, dan tahun ke-30 dari periode analisis pada Gambar 3. Hasil perhitungan NPV juga menunjukkan nilai negatif, dimana total *present value* dari biaya sebesar

Rp. 2.708.519.721.602, sedangkan total *present value* dari pendapatan operasional adalah sebesar Rp. 2.642.233.481.596. Perhitungan NPV menunjukkan adanya kekurangan pendanaan sebesar Rp. 66.286.240.006 untuk mendukung operasional SPALD-T ini selama usia layanannya.

Berdasarkan data dan asumsi biaya serta pendapatan sebagaimana digunakan dalam perhitungan ini, dapat dinyatakan bahwa operasional SPALD-T di Kota Palembang saat ini masih membutuhkan tambahan pendanaan yang signifikan untuk mendukung keberlanjutan operasionalnya selama 30 tahun ke depan.



Gambar 6 Perbandingan total biaya dan total pendapatan dari operasional SPALD-T selama periode analisis

Sejalan dengan prinsip penyediaan infrastruktur dasar, penyediaan infrastruktur sanitasi ini membutuhkan dukungan pendanaan dari pemerintah daerah maupun pemerintah pusat. Peluang pendanaan lainnya adalah melalui pengelolaan dan pemanfaatan limbah yang dihasilkan SPALD-T menjadi kompos atau energi, sebagaimana ditunjukkan dalam Kerstens (2015). Selain itu, skema kerja sama antara pemerintah dengan badan usaha juga dapat digunakan untuk mendukung *sustainability* operasional SPALD-T, mengingat adanya potensi benefit yang dapat dihasilkan dari pengelolaan limbah infrastruktur ini secara komersil.

## PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa keberlanjutan operasional SPALD-T dipengaruhi oleh besarnya biaya dan pendapatan operasional system. Komponen biaya yang terbesar terdapat pada biaya untuk kebutuhan energi, pengolahan lumpur tinja, dan penggunaan bahan kimia untuk proses pengolahan limbah. Biaya pemeliharaan berkala dari system ini juga memiliki kontribusi yang besar selama usia layanan system. Tingginya biaya tersebut masih belum didukung oleh retribusi pelanggan yang memadai, sebagai satu-satunya pendapatan operasional system. Rendahnya pendapatan ini disebabkan oleh kecilnya nilai retribusi yang bersedia dibayarkan oleh pelanggan, mengingat masih rendahnya pemahaman dan kesediaan masyarakat untuk berpartisipasi dalam pengelolaan infrastruktur ini. Dibutuhkan dukungan pendanaan dari pemerintah atau skema pendanaan operasional alternatif agar infrastruktur ini dapat terus beroperasi secara berkelanjutan. Kajian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan skema pendanaan yang optimum dari pemerintah maupun potensi pendanaan alternative melalui kerja sama pemerintah dengan badan usaha dalam kegiatan operasional SPALD-T skala kota.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, C. A. (2017). Layanan Lumpur Tinja Terjadwal di Kecamatan Lowokwaru Kota Malang, Surabaya. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kearton, R. (2013). East Asia Pacific Region Urban Sanitation Review: Indonesia Country Study, <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/17614/838770FA0WP0P10Box0382116B00PUBLIC0.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kementerian PUPR. (2018). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T.
- Kerstens, S., Leusbrock, I. & Zeeman, G. (2015). Feasibility analysis of wastewater and solid waste systems for application in Indonesia. *Science of the Total Environment*, Issue 530-531, pp. 53-65.
- Mara, D. & Broome, J. (2008). Sewerage: a Return to Basics to Benefit the Poor. *Municipal Engineer*, 161(ME4), pp. 231-237.
- OECD. (2004). Financing Strategy of the Urban Wastewater in Selected Municipalities of the Sichuan Province in China, <https://www.oecd.org/env/outreach/2408767.pdf>
- Siswati, M., Syafrudin & Sriyana, (2017). Uji Kriteria Manajemen dalam Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 23(1), pp. 77-90.