

## POTENSI PENGGUNAAN IPAL DAN SPAH UNTUK MENGHEMAT PENGGUNAAN AIR PDAM PADA MAL

Diana Christina Harijanto<sup>1</sup>, Vittorio Kurniawan<sup>2</sup>, dan Wati Asriningsih Pranoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta  
*diana.325190035@stu.untar.ac.id*

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*vkurniawan@ft.untar.ac.id*

<sup>3</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*watip@ft.untar.ac.id*

Masuk: 11-07-2023, revisi: 24-07-2023, diterima untuk diterbitkan: 31-07-2023

### ABSTRACT

*A shopping centre produces domestic wastewater every day. This domestic wastewater consists of blackwater (toilet) wastewater and greywater (household) wastewater. Wastewater generated by the industry is managed by a domestic Wastewater Treatment Plant (WWTP) system. This study was conducted to find the potential of WWTP and Rainwater Harvesting System to reduce water use in the area. Mal can save up to  $\pm 76,95\%$  PDAM's usage if the wastewater is used for all needs, they can save  $\pm 22,64\%$  PDAM's usage if the wastewater is used only for restroom and gardening needs, and they can save  $\pm 0,53\%$  PDAM's usage if the wastewater is used only for gardening needs. Mal can save up to  $\pm 33,27\%$  PDAM's usage if the rainwater that's used comes from the roof and the parking lot. They can save  $\pm 19,51\%$  PDAM's usage if the rainwater only comes from the roof (existing). Based on analysis results and researches that'd been done, if the shopping centre wants to maximize the probability of the wastewater usage to save up PDAM's usage, a demolition of the plumbing system needs to be done, so that the new plumbing system can be built afterwards.*

*Keywords: Domestic WWTP, wastewater, blackwater, greywater, rainwater harvesting system*

### ABSTRAK

Suatu pusat perbelanjaan menghasilkan air limbah domestik setiap harinya. Air limbah domestik ini terdiri dari air limbah kakus dan air limbah non kakus. Air limbah yang dihasilkan dikelola dengan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari potensi IPAL dan Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAH) untuk mengurangi penggunaan air dari Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PDAM). Mal dapat menghemat pemakaian air PDAM sebesar  $\pm 76,95\%$  bila air IPAL digunakan untuk seluruh kebutuhan air gedung, sebesar  $\pm 22,64\%$  bila air IPAL digunakan untuk kebutuhan toilet dan penyiraman tanaman, dan sebesar  $\pm 0,53\%$  bila air IPAL digunakan hanya untuk kebutuhan penyiraman tanaman. Untuk SPAH, mal dapat menghemat pemakaian air PDAM sebesar  $\pm 33,27\%$  bila air hujan dari atap dan tempat parkir digunakan. Bila air hujan yang digunakan hanya dari atap (eksisting), maka penghematan yang terjadi hanya sebesar  $\pm 19,51\%$ . Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan yang sudah dilakukan, bila mal ingin memaksimalkan penggunaan air IPAL untuk menghemat penggunaan air PDAM, mal perlu membongkar sistem plumbing eksisting agar dapat dibuat sistem plumbing rencana.

Kata kunci: IPAL domestik, air limbah, limbah kakus limbah non kakus, SPAH

### 1. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya zaman, masalah lingkungan semakin lama semakin besar. Masalah lingkungan merupakan masalah alami, namun dikarenakan peningkatan jumlah penduduk maka masalah lingkungan bukan lagi masalah alami. Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan sampah dan limbah bertambah. Berdasarkan publikasi yang diterbitkan oleh Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Tangerang yaitu Statistik Kependudukan Kabupaten Tangerang Tahun 2020, dinyatakan bahwa permukiman semakin padat di kabupaten Tangerang ini, di mana pada tahun 2018 sampai tahun 2020 terus meningkat kepadatannya dan laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2019 adalah sebesar 1,04% dan pada tahun 2020 sebesar 5,86% atau meningkat sebesar 328.945 jiwa bila dibandingkan tahun 2018 (tahun dasar).

Menurut Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor : 04/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal

dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Air limbah terdiri dari air limbah non kakus (*grey water*) dan air limbah kakus (*black water*).

Penerapan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) diharapkan dapat mendukung penghematan penggunaan air PDAM. Namun sebelum digunakan kembali, air limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu untuk menjamin kualitasnya agar tidak mengganggu lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Studi kasus dilakukan terhadap Apartemen Samasta Mahata Margonda yang terletak di Depok, Indonesia. Riset menunjukkan bahwa penggunaan air hasil produksi IPAL dapat menghemat sekitar 56% dari total kebutuhan air bersih. (Puspitasari, et al., 2022).

Guna mengatasi permasalahan kebutuhan air bersih dan kekurangan air untuk kehidupan masyarakat, dibutuhkan cara-cara yang efektif dan efisien. Salah satu caranya adalah dengan cara membuat sistem permanen air hujan dari lingkup domestik, dengan memanfaatkan tingginya curah hujan yang turun (Silvia & Safriani, 2018). Selain untuk penghematan air PDAM, penerapan sistem IPAL dan Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAH) diperhitungkan efektivitasnya untuk membuktikan bahwa dengan IPAL dan SPAH ini dapat mendukung penghematan penggunaan air PDAM.

### **Air Limbah Domestik**

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari suatu usaha atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Bentuk dari air limbah domestik ini dapat berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi, dan juga dapur (*grey water*) (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, 2017).

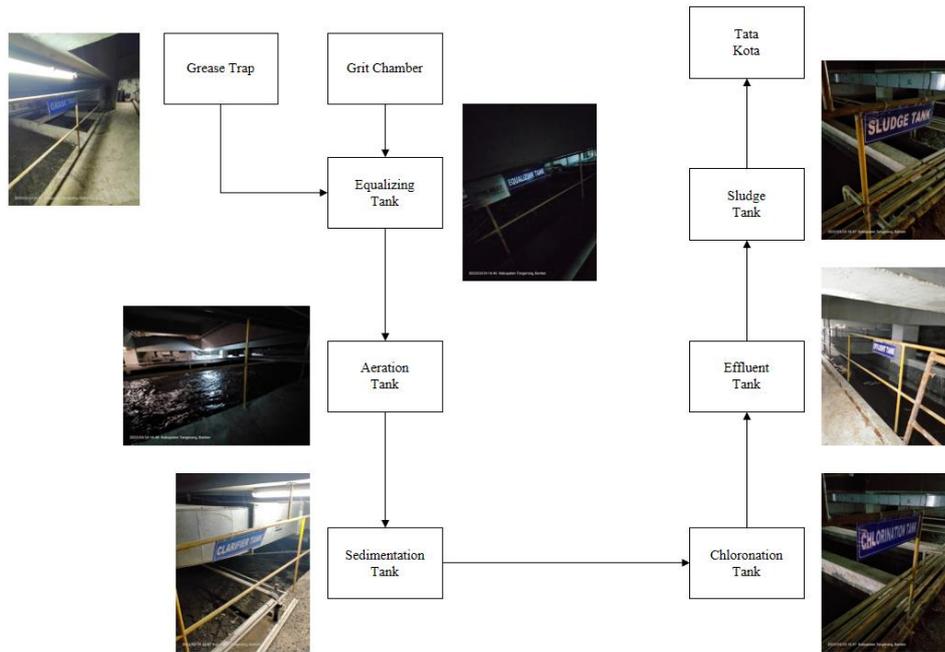
Menurut Sasongko (2014), limbah domestik dibagi dalam dua kelompok yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik berasal dari kotoran (tinja), sisa sayuran dan makanan, sedangkan limbah anorganik dapat berupa kertas, plastik, bahan-bahan kimia yang diakibatkan oleh penggunaan sampo, sabun, deterjen dan penggunaan bahan kimia lainnya. Limbah organik umumnya dapat terurai oleh mikroba dalam lingkungan. Sedangkan, limbah anorganik lebih sulit diuraikan sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan sekitar.

### **Baku Mutu Air Limbah**

Menurut Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah domestik yang dihasilkan dari skala rumah tangga dan usaha dan/atau kegiatan berpotensi mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke media lingkungan.

### **Teknologi Pengolahan Air Limbah**

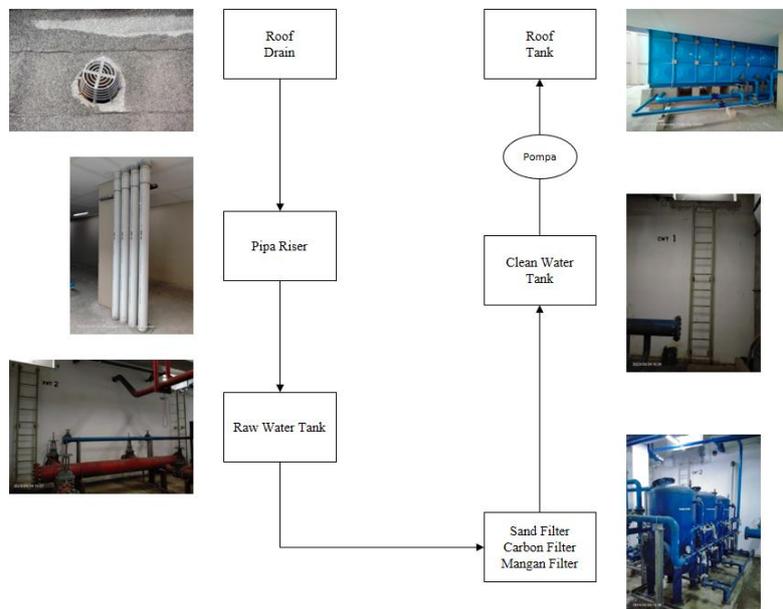
Limbah cair yang berasal dari kegiatan industri ataupun domestik perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran drainase kota ataupun sebelum digunakan kembali oleh gedung. Pengolahan limbah bertujuan agar air yang akan dibuang ke saluran drainase kota ataupun yang akan digunakan kembali tidak mengandung zat-zat berbahaya yang akan membahayakan lingkungan dan kelangsungan hidup. Alur sistem pengolahan limbah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur Sistem IPAL Eksisting

### Sistem Pemanenan Air Hujan (SPA)

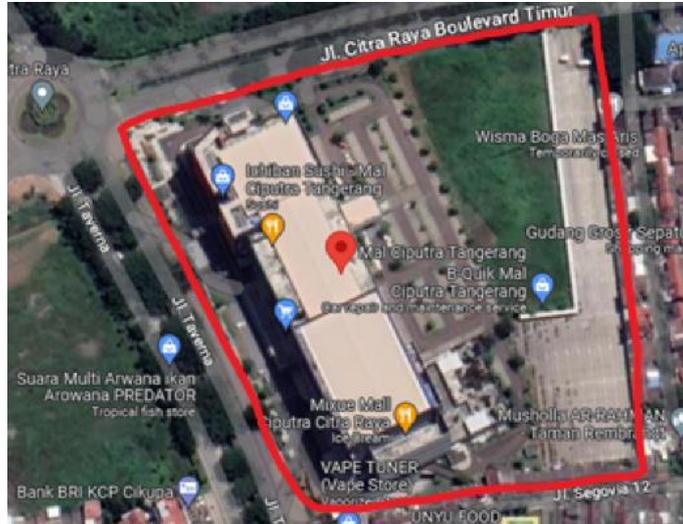
Sistem PAH umumnya terdiri dari beberapa sistem yaitu; tempat menangkap hujan (*collection area*), saluran air hujan yang mengalirkan air hujan dari tempat penangkapan ke tangki hujan, ke tangki penyimpanan (*conveyance*), *filter*, *reservoir (storage tank)*, saluran pembuangan, dan pompa (Fayez A. Abdulla, A. W. Al-Shareef, 2009). Alur sistem pengolahan air hujan eksisting dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Alur Sistem PAH Eksisting

## 2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian mengenai IPAL dan SPAH dilakukan pada Mal di Tangerang. Mal ini terletak di Jl. Citra Raya Boulevard No. 01, Ciakar, Kec. Panongan, Kabupaten Tangerang, Banten 15710. Mal di Tangerang sebagai lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

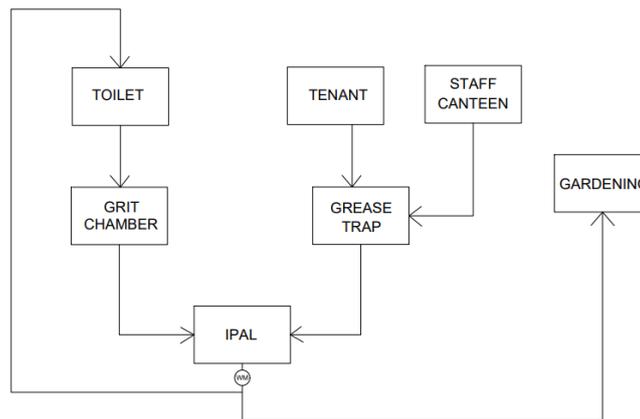


Gambar 3 Lokasi Penelitian (Google Maps, 2023)

Data-data yang dikumpulkan berupa kapasitas IPAL dan SPAH, mutu air produksi IPAL dan SPAH, volume air hasil produksi IPAL dan SPAH, volume penggunaan air PDAM, sistem jaringan yang diterapkan, sumber limbah, dan luas bangunan (peta/denah gedung). Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan metode penelitian kuantitatif di mana dalam metode penelitian kuantitatif akan dilakukan metode survei dan metode eksperimen.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gedung mal, air limbah berasal dari toilet, *tenant*, ruang janitor, kantin karyawan, dan *Air Handling Unit* (AHU). Untuk air limbah yang berasal dari *tenant* akan masuk ke dalam *grease trap*, kemudian akan disalurkan ke IPAL. Untuk air limbah yang berasal dari toilet, ruang janitor, dan AHU akan diteruskan ke *sewage pit pump* lalu dipompakan kembali ke sistem IPAL seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Usulan Alur Sistem IPAL

Penggunaan air di Mal di Tangerang untuk penyiraman tanaman, sanitasi bangunan, kebutuhan manusia, *cooling tower*, dan AHU. Untuk penyiraman tanaman dilakukan secara manual menggunakan selang air.

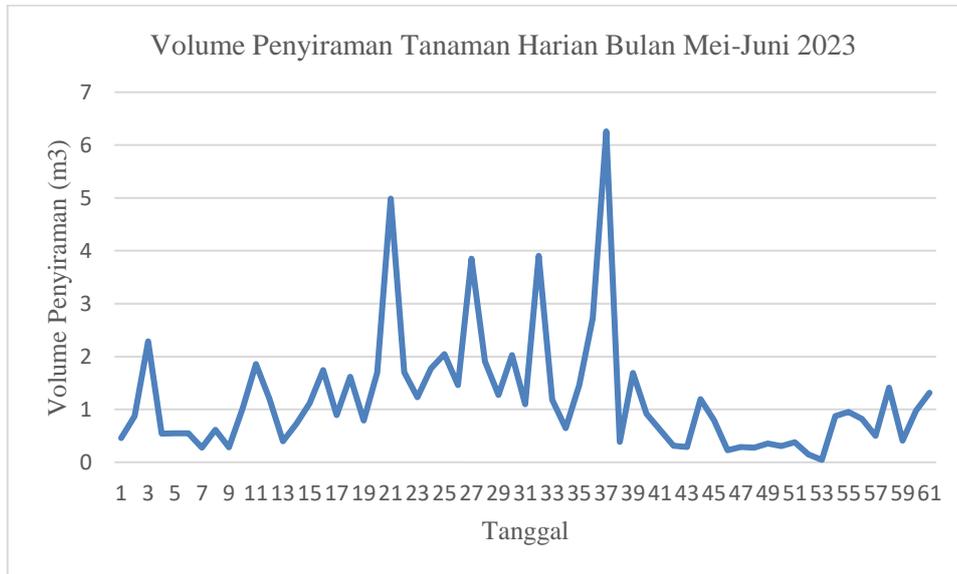
Penyiraman manual untuk tanaman pada Mal di Tangerang dilakukan pada *Ground Floor* (GF), lantai 2, dan lantai 3.

Pada GF terdapat 6 keran air aktif, pada lantai 2 terdapat 2 keran air aktif, dan pada lantai 3 terdapat 2 keran air aktif.

Volume penggunaan air untuk penyiraman tanaman dapat diketahui dengan memasang *watermeter* pada masing-masing keran pada GF. Untuk lantai 2 dan 3, dikarenakan lantai 2 dan 3 masing-masing memiliki luas area yang kurang lebih sama seperti yang disirami oleh keran 5 pada GF, maka dari itu diasumsikan volume air penyiraman tanaman lantai 2 dan 3 sama seperti volume air yang tercatat di *watermeter* keran 5.

Volume penggunaan air harian untuk penyiraman tanaman bulan Mei dan Juni 2023 dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada sumbu X, angka 1 sampai 30 adalah jumlah hari pada bulan Mei (terdapat 30 hari pada bulan Mei), dan angka 31 sampai 61 adalah jumlah hari pada bulan Juni (terdapat 31 hari pada bulan Juni).



Gambar 5 Grafik Penggunaan Air Penyiraman Tanaman Harian Bulan Mei dan Juni 2023

Berdasarkan pengamatan penyiraman yang sudah dilakukan selama 2 bulan, diperoleh 2 hasil yang berbeda. Hasil tersebut kemudian dirata-ratakan untuk mendapat hasil yang lebih akurat. Perinciannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Penyiraman Manual Bulan Mei dan Juni 2023

Lantai	Volume Penyiraman (m <sup>3</sup> )	
	Mei	Juni
<i>Ground Floor</i>	38,50	25,48
Lantai 2	2,16	3,09
Lantai 3	2,16	3,09
Total	42,81	31,66
Rata-rata/hari	1,38	1,06

$$\text{Total penyiraman air harian} = \frac{1,38 + 1,06}{2} = 1,22$$

Diperoleh rata-rata total penggunaan air harian adalah 1,22 m<sup>3</sup>/hari.

Sanitasi bangunan mal dilakukan dengan pembersihan lantai atau pel. Pel dilakukan satu kali dalam sehari pada pagi hari namun dilakukan satu kali penggantian air, di mana dalam satu kali pel menggunakan air sebanyak 60 liter/lantai. Perincian pel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Volume Penggunaan Air untuk Kebutuhan Sanitasi Bangunan

Penggunaan	Kebutuhan/lantai	Volume Harian (m <sup>3</sup> /hari)	Volume Bulanan (m <sup>3</sup> /bulan)
Pel	60 L/lt	0,36	10,8

Data jumlah pengunjung dan volume kebutuhan air yang digunakan adalah data dari Januari 2021 – Juni 2023 dengan alasan agar terlihat peningkatannya dari tahun ke tahun, dikarenakan pada tahun 2021 wabah *covid-19* dapat dikatakan masih tinggi, sehingga dari data-data yang diperoleh dapat dilihat perkembangan dari 2 masa tersebut, yaitu saat wabah *covid-19* masih tinggi hingga sudah cukup membaik pada tahun 2023.

Jumlah pengunjung tahun 2021, 2022, dan 2023 dapat dilihat pada Gambar 6. Untuk perincian kebutuhan air gedung tahun 2021, 2022, dan 2023 dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 6 Grafik Jumlah Pengunjung pada Mal di Tangerang pada Januari 2021 – Juni 2023

Tabel 3 Perincian Kebutuhan Air Mal di Tangerang (Januari 2021 – Juni 2023)

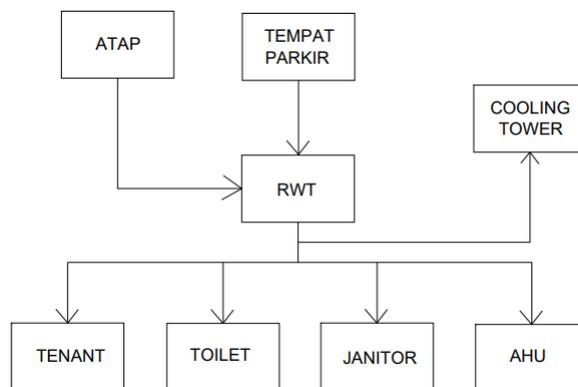
Tahun	Kebutuhan Air	Harian (m <sup>3</sup> /hari)	Bulanan (m <sup>3</sup> /bulan)
2021	Sanitasi Bangunan	0,36	10,80
	Irigasi Tanaman	1,22	36,55
	Cooling Tower	64,59	1937,61
	AHU	12,92	387,52
	Total	79,09	2372,48
	Toilet	44,08	1322,40
	Tenant	78,43	2352,78
	Total (dengan manusia)	201,59	6047,66
2022	Sanitasi Bangunan	0,36	10,80
	Irigasi Tanaman	1,22	36,55
	Cooling Tower	74,58	2237,28
	AHU	14,92	447,46

Lanjutan Tabel 3 Perincian Kebutuhan Air Mal di Tangerang (Januari 2021 – Juni 2023)

Tahun	Kebutuhan Air	Harian (m <sup>3</sup> /hari)	Bulanan (m <sup>3</sup> /bulan)
2023	Total	91,07	2732,09
	Toilet	64,97	1949,04
	Tenant	103,03	3090,98
	Total (dengan manusia)	259,07	7772,10
	Sanitasi Bangunan	0,36	10,80
	Irigasi Tanaman	1,22	36,55
	Cooling Tower	96,81	2904,27
	AHU	19,36	580,85
	Total	117,75	3532,47
	Toilet	56,10	1683,03
	Tenant	85,04	2551,16
	Total (dengan manusia)	258,89	7766,66

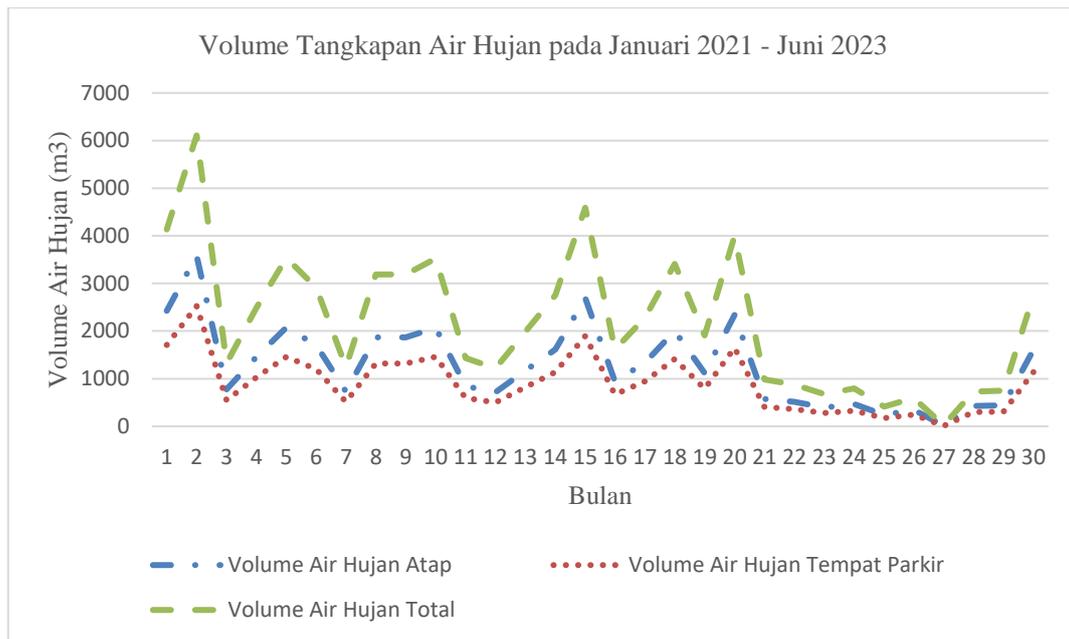
Berdasarkan data aktual yang dimiliki, dapat diperoleh kebutuhan air/orang/hari setelah dicari rata-ratanya adalah sebesar 13,26 liter untuk tahun 2021, sebesar 13,31 liter untuk tahun 2022, dan sebesar 8,74 liter untuk tahun 2023.

Untuk Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAH), terdapat 2 area tangkapan (*catchment area*) pada mal, yaitu atap (eksisting) dan tempat parkir. Usulan alur sistem PAH dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Usulan Alur Sistem PAH

Data volume tangkapan air hujan dari atap dan tempat parkir dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Volume Tangkapan Air Hujan pada Januari 2021 - Juni 2023

Contoh perhitungan:

Volume air hujan pada bulan Juni 2023 adalah:

$$V \text{ Atap} = A \times C \times X_r$$

$$A \text{ Atap} = 10277,01 \text{ m}^2$$

$$C \text{ Atap} = 0,7$$

$$V \text{ Atap} = 10277,01 \text{ m}^2 \times 0,7 \times 0,007463 \text{ m} \times 30 \text{ hari}$$

$$V \text{ Atap} = 1610,716 \text{ m}^3$$

$$V \text{ Tempat Parkir} = A \times C \times X_r$$

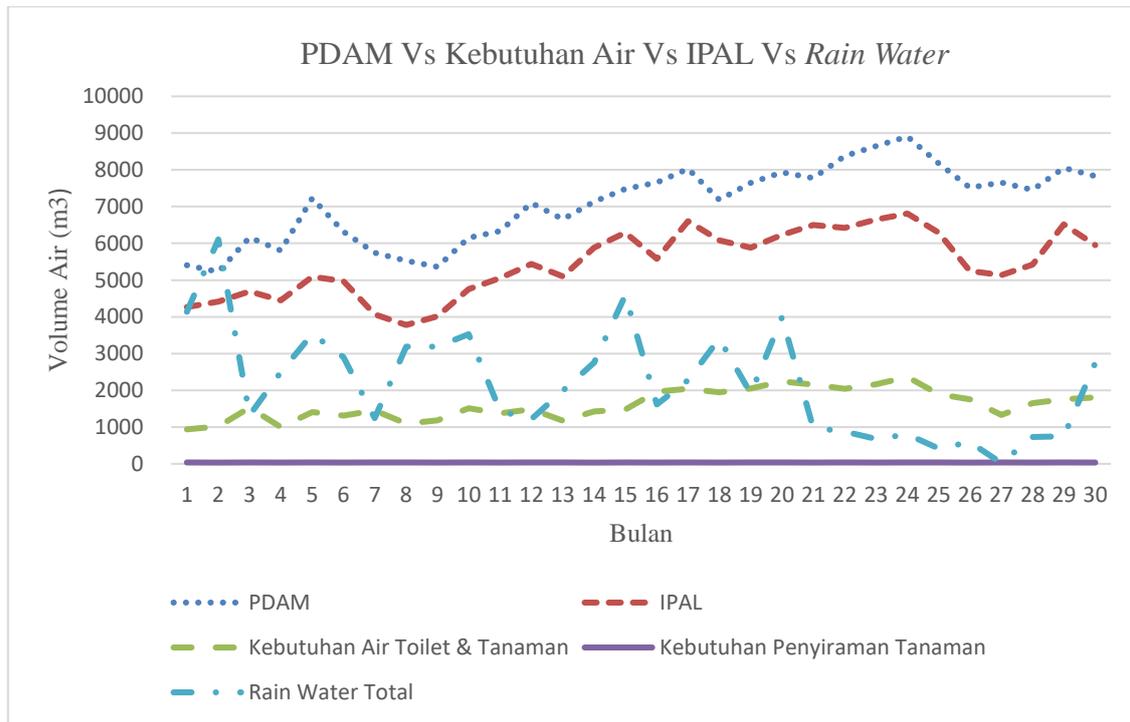
$$A \text{ Tempat Parkir} = 10145,11 \text{ m}^2$$

$$C \text{ Tempat Parkir} = 0,5$$

$$V \text{ Tempat Parkir} = 10145,11 \text{ m}^2 \times 0,5 \times 0,007463 \text{ m} \times 30 \text{ hari}$$

$$V \text{ Tempat Parkir} = 1135,745 \text{ m}^3$$

Pada Gambar 9, dapat dilihat volume penggunaan PDAM, kebutuhan air untuk toilet dan penyiraman tanaman, kebutuhan air hanya untuk penyiraman tanaman, IPAL, dan *Rain Water Total*.



Gambar 9 Grafik Perbandingan Air Hasil Produksi IPAL dan *Rain Water Total* dengan Penggunaan air PDAM dan Kebutuhan Air

Analisis efektivitas penggunaan IPAL dilakukan untuk melihat apakah dengan adanya IPAL dapat bermanfaat secara maksimal atau tidak dalam penggunaan sehari-harinya. Untuk Gambar 10, efektivitas air IPAL dibagi menjadi 3 skenario rencana, yaitu skenario (1) untuk seluruh kebutuhan air, skenario (2) untuk toilet dan tanaman, dan skenario (3) hanya untuk tanaman. Untuk Gambar 11, efektivitas air hujan dibagi menjadi 2, yaitu eksisting (hanya atap) dan rencana (atap dan tempat parkir).

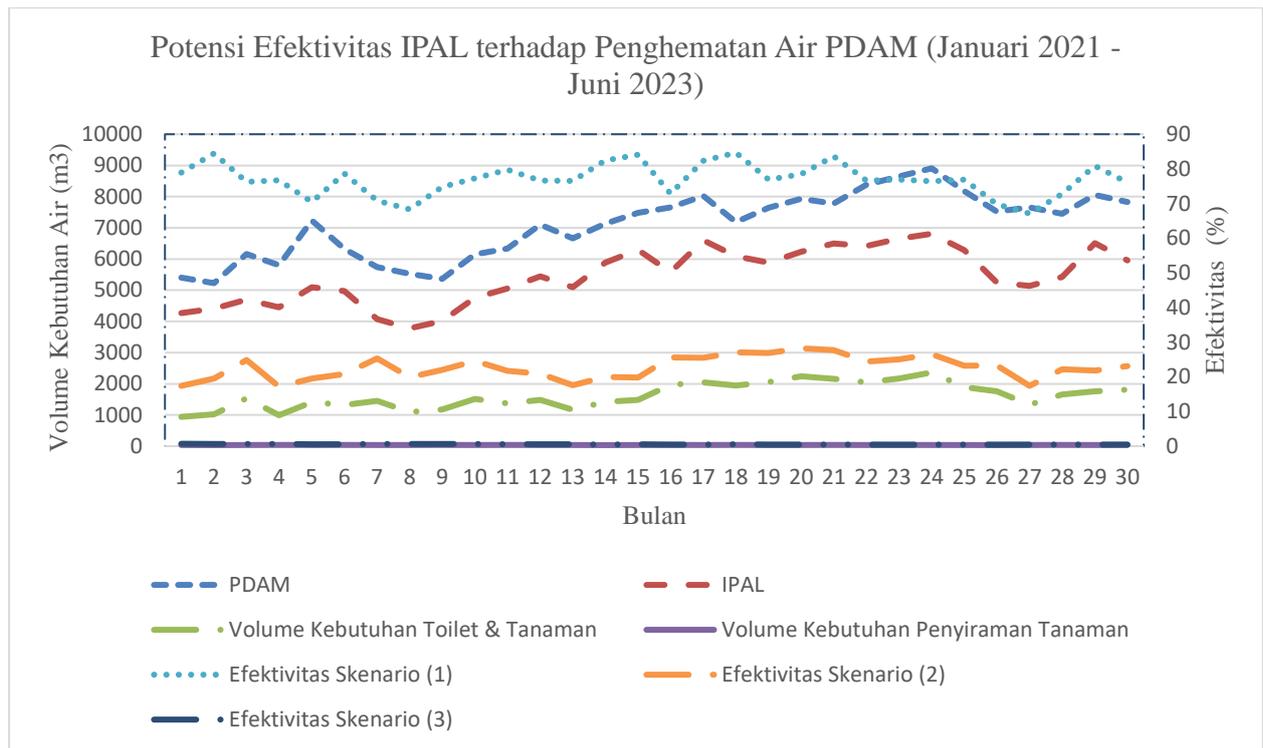
Perhitungan efektivitas dilakukan dengan rumus:

$$\text{Efektivitas} = \frac{V_a}{V_b} \times 100\%$$

Di mana:

$V_a$  : Volume air IPAL dan/atau SPAH

$V_b$  : Volume air PDAM



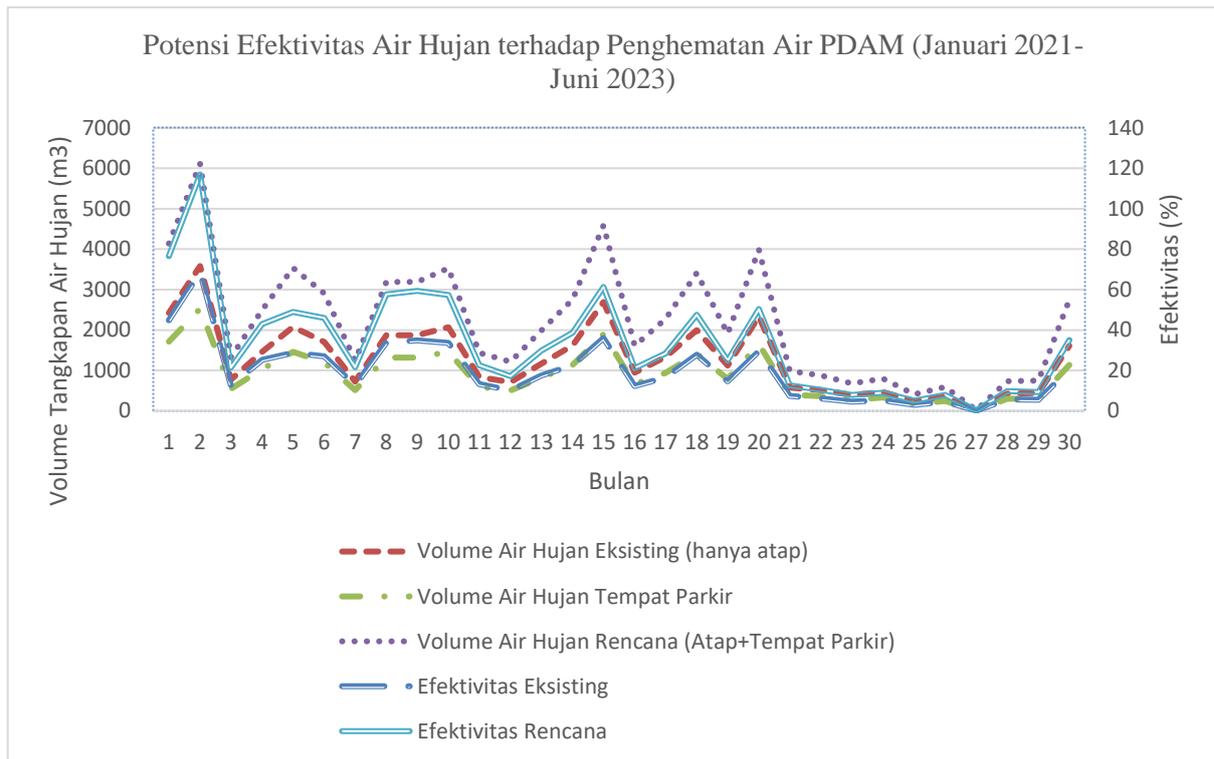
Gambar 10 Potensi Efektivitas IPAL terhadap Penghematan Air PDAM (Januari 2021-Juni 2023)

Berdasarkan data bulan Juni 2023, volume air PDAM yang tercatat adalah 7826 m<sup>3</sup> dan volume air hasil produksi IPAL adalah 5952 m<sup>3</sup>. Untuk skenario (1) seluruh air hasil produksi IPAL akan digunakan untuk seluruh kebutuhan air gedung, untuk skenario (2) volume air yang dibutuhkan untuk kebutuhan toilet dan tanaman adalah sebanyak 1810,8 m<sup>3</sup>, dan untuk skenario (3) volume air yang dibutuhkan untuk kebutuhan penyiraman tanaman adalah sebanyak 36,55 m<sup>3</sup>. Sehingga dapat diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas skenario (1)} &= \frac{5952 \text{ m}^3}{7826 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 76,05\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas skenario (2)} &= \frac{1810,8 \text{ m}^3}{7826 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 23,14\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas skenario (3)} &= \frac{36,55 \text{ m}^3}{7826 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 0,47\% \end{aligned}$$



Gambar 11 Potensi Efektivitas Air Hujan terhadap Penghematan Air PDAM (Januari 2021-Juni 2023)

Berdasarkan data bulan Juni 2023, volume air PDAM yang tercatat adalah 7826 m<sup>3</sup>, volume tangkapan air hujan eksisting (hanya atap) adalah 1610,72 m<sup>3</sup>, volume tangkapan air hujan pada tempat parkir adalah 1135,75 m<sup>3</sup>, dan volume tangkapan air hujan rencana (atap dan tempat parkir) adalah 2746,46 m<sup>3</sup>. Sehingga dapat diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas eksisting} &= \frac{1610,72 \text{ m}^3}{7826 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 20,58\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas rencana} &= \frac{2746,46 \text{ m}^3}{7826 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 35,09\% \end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN (DAN SARAN)

Jika air hasil produksi IPAL dari Januari 2021 sampai Juni 2023 digunakan untuk seluruh kebutuhan air gedung, diperoleh efektivitas sebesar ±76,95%. Apabila air hasil produksi hanya digunakan untuk kebutuhan air toilet dan penyiraman tanaman diperoleh efektivitas sebesar ±22,64%. Sedangkan jika hanya digunakan untuk kebutuhan penyiraman tanaman efektivitasnya adalah sebesar ±0,53%. Efektivitas rencana pemanfaatan air hasil produksi IPAL dapat dikatakan cukup baik karena kondisi saat ini (eksisting), air hasil produksi IPAL dibuang secara cuma-cuma ke Tata Kota.

Jika semua air hasil produksi SPAH (dari atap dan tempat parkir) dari Januari 2021 sampai Juni 2023 digunakan untuk seluruh kebutuhan air gedung, efektivitasnya adalah sebesar ±33,27%. Efektivitas rencana pemanfaatan air produksi SPAH dapat dikatakan cukup baik karena kondisi saat ini (eksisting), air hasil produksi SPAH (hanya dari atap) hanya mampu menghasilkan efektivitas sebesar ±19,51%.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa efektivitas air hasil produksi IPAL dan SPAH dapat dimanfaatkan secara maksimal jika keduanya digunakan untuk seluruh kebutuhan air gedung mal (terdapat beberapa skenario untuk menyesuaikan kebutuhan dan/atau keinginan pihak mal), karena air IPAL dan SPAH keduanya telah lulus kelas 2 baku mutu air, di mana kedua air tersebut dapat digunakan untuk kebutuhan manusia sehari-hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulla, F. A., & Al-Shareef, A. W. (2009). *Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan*. *Jordan University of Science & Technology*. 13.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Tangerang. (2020). Statistik Kependudukan Kabupaten Tangerang Tahun 2020. 10.
- Kevin. (2022). Evaluasi Efektivitas dan Optimasi Penggunaan IPAL Domestik Untuk Mengurangi Penggunaan Air PDAM. Universitas Tarumanagara. 84.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, (2016).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 04/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, (2017).
- Puspitasari, P. A., Saptomo, S. K., & Febrita, J. (2022). Perancangan *Sewage Treatment Plant* (STP) sebagai Implementasi Aspek *Green Building* pada Apartemen Samasta Mahata Margonda Depok. Institut Pertanian Bogor. 10.
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali oleh Masyarakat di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. Universitas Diponegoro. 11.
- Silvia, C. S., & Safriani, M. (2018). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik *Rainwater Harvesting* Untuk Kebutuhan Domestik. Universitas Teuku Umar. 12.
- Yolanda. (2022). Studi Efektivitas dan Optimasi terhadap Penerapan IPAL sebagai Upaya Penghematan Air PDAM pada *JB Tower*. Universitas Tarumanagara. 120.