

# Kinerja Instalasi Sistem Pengelolaan Air Limbah Terpusat Komunal di Area Urban

Mohamad Rangga Sururi<sup>1</sup>, Mochammad Reihan Dastin Ramadhan<sup>1\*</sup>, Fakhri Jannatan Harits Sungkar<sup>1</sup>, dan Etih Hartati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung, email : [muhammadraihandastin@gmail.com](mailto:muhammadraihandastin@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada dua SPALDT komunal, yaitu Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan di Kota Cimahi. Balumbang Kulon melayani 56 sambungan rumah (SR) dan 1 sekolah, sedangkan Balumbang Wetan melayani 72 SR, menggunakan jaringan pipa PVC berdiameter 150 mm dan IPAL sistem anaerobik-aerobik. Penelitian mencakup evaluasi parameter hidrolis jaringan (kecepatan aliran, debit, dan tinggi muka air dalam pipa) serta analisis kualitas efluen yang dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Menteri LHK Nomor 68 Tahun 2016. Parameter yang dianalisis meliputi pH, TSS, amonia, BOD, COD, minyak dan lemak, serta total coliform. Hasil menunjukkan bahwa kecepatan aliran maksimum terjadi pada pagi hari, yaitu 0,45 m/detik di Balumbang Kulon dan 0,61 m/detik di Balumbang Wetan, dengan faktor puncak masing-masing 6,97 dan 5,02. Tinggi aliran dalam pipa mencapai kedalaman berenang (5 cm) hanya pada jam puncak, mengindikasikan diameter pipa relatif lebih besar dari kebutuhan aktual. Dari sisi kualitas efluen, meskipun pH memenuhi baku mutu, sebagian besar parameter pencemar utama masih melebihi standar yang berlaku. Secara keseluruhan, IPAL anaerobik-aerobik yang digunakan belum mampu menghasilkan efluen yang memenuhi baku mutu air limbah domestik secara menyeluruh.

**Kata kunci:** SPALDT, Hidrolis, Pipa, Faktor Puncak, IPAL Domestik

## ABSTRACT

This study was conducted on two communal SPALDTs, namely Balumbang Kulon and Balumbang Wetan in Cimahi City. Balumbang Kulon serves 56 house connections (SR) and 1 school, while Balumbang Wetan serves 72 SR, using a 150 mm diameter PVC pipe network and an anaerobic-aerobic IPAL system. The study included an evaluation of network hydraulic parameters (flow velocity, discharge, and water level in the pipes) and an analysis of effluent quality compared to the quality standards of Minister of Environment and Forestry Regulation No. 68 of 2016. The parameters analyzed included pH, TSS, ammonia, BOD, COD, oil and grease, and total coliforms. The results showed that the maximum flow velocity occurred in the morning, namely 0.45 m/second in Balumbang Kulon and 0.61 m/second in Balumbang Wetan, with peak factors of 6.97 and 5.02, respectively. The flow height in the pipe reached swimming depth (5 cm) only at peak hours, indicating that the pipe diameter was relatively larger than the actual requirement. In terms of effluent quality, although the pH met the quality standards, most of the main pollutant parameters still exceeded the applicable standards. Overall, the anaerobic-aerobic WWTP used was not yet able to produce effluent that fully met domestic wastewater quality standards.

**Keywords:** Hydraulic, Pipe, Peak Factor, Domestic Wastewater Treatment Plant

**Citation:** Sururi, M. R., Ramadhan, M. R. D., Sungkar, F. J. H., dan Hartati, E. (2026). Kinerja Instalasi Sistem Pengelolaan Air Limbah Terpusat Komunal di Area Urban. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(1), 27-39, doi:10.14710/jil.24.1.27-39

## 1. PENDAHULUAN

Air limbah rumah tangga adalah sisa atau bekas air yang dibuang berasal dari rumah tangga yang mengandung zat berbahaya untuk kesehatan makhluk hidup dan lingkungan (Lumunon dkk., 2021). Khususnya pada kadar COD (*Chemical Oxygen*

*Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*) yang tinggi dan dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia, merusak kehidupan biota perairan, serta menimbulkan bau, kekeruhan, dan pencemaran air (Rahmadanti dkk,

2023). Selain itu parameter lain seperti BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dengan kadar yang tinggi dibuang tanpa pengolahan, bakteri akan mengonsumsi oksigen terlarut untuk menguraikan bahan organik sehingga menurunkan kadar oksigen di perairan, menurunkan kualitas air, dan berpotensi menyebabkan kematian biota akuatik (Anggraini, 2022). Lebih dari itu, air limbah yang tidak diolah tersebut berpotensi mencemari sumber air melalui kontaminasi mikroorganisme patogen penyebab penyakit seperti diare dan kolera, serta menurunkan kadar oksigen terlarut pada perairan sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem dan menyebabkan kematian biota perairan (Rachmayadi & Sururi, 2024).

Oleh karena itu, penerapan sistem pengolahan air limbah domestik menjadi sangat penting dalam pengelolaan sanitasi lingkungan. Sistem ini merupakan teknologi yang dirancang untuk mengolah air limbah domestik secara efektif sebelum dibuang ke badan air, sehingga dapat meminimalkan dampak pencemaran (Duma dkk., 2022), terutama di wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi.

Kelurahan Cipageran terletak di Kecamatan Cimahi Utara dan merupakan kelurahan dengan wilayah terluas di kecamatan tersebut, yaitu sekitar 6,71 km<sup>2</sup>. Kelurahan Cipageran memiliki populasi sebanyak 53.212 jiwa dengan kepadatan penduduk mencapai 7,931 (BPS Kota Cimahi, 2023) jiwa per km<sup>2</sup>. Berdasarkan data Rencana Induk Pengelolaan Air Limbah Domestik tahun 2020 sebanyak 36,86% penduduk di Kota Cimahi belum memiliki sarana pengelolaan air limbah domestik yang layak (Sururi dkk, 2023), hal tersebut sejalan dengan temuan dalam Buku Rencana Kerja Masyarakat (RKM) RW 05 Kelurahan Cipageran yang menyebutkan bahwa sebagian masyarakat RW 05 RT 02 dan RT 04 Kelurahan Cipageran melakukan pembuangan limbah *grey water* dan *black water* ke sungai melalui pipa PVC yang tersambung pada kloset dan *floor drain*.

Upaya untuk mencapai *Open Defecation Free* (ODF) pada Tahun 2023 dilakukan dengan pembangunan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik terpusat (SPALDT) yang bersifat komunal. SPALDT menjadi kunci utama dalam pengelolaan limbah domestik, karena mampu mengolah air limbah dari aktivitas rumah tangga menjadi lebih aman sebelum dibuang ke badan air penerima. Upaya ini dapat mencegah pencemaran yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem (Hajar dkk., 2017). Pemerintah Kota Cimahi berupaya meningkatkan akses sanitasi bagi masyarakat dengan membangun SPALDT komunal melalui program Dana Alokasi Khusus (DAK) bidang infrastruktur, khususnya pada sub-bidang sanitasi. Salah satu penerapan program ini di Kelurahan Cipageran adalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balumbang Kulon dan IPAL Balumbang Wetan, yang dirancang untuk mengolah air limbah domestik secara efektif.

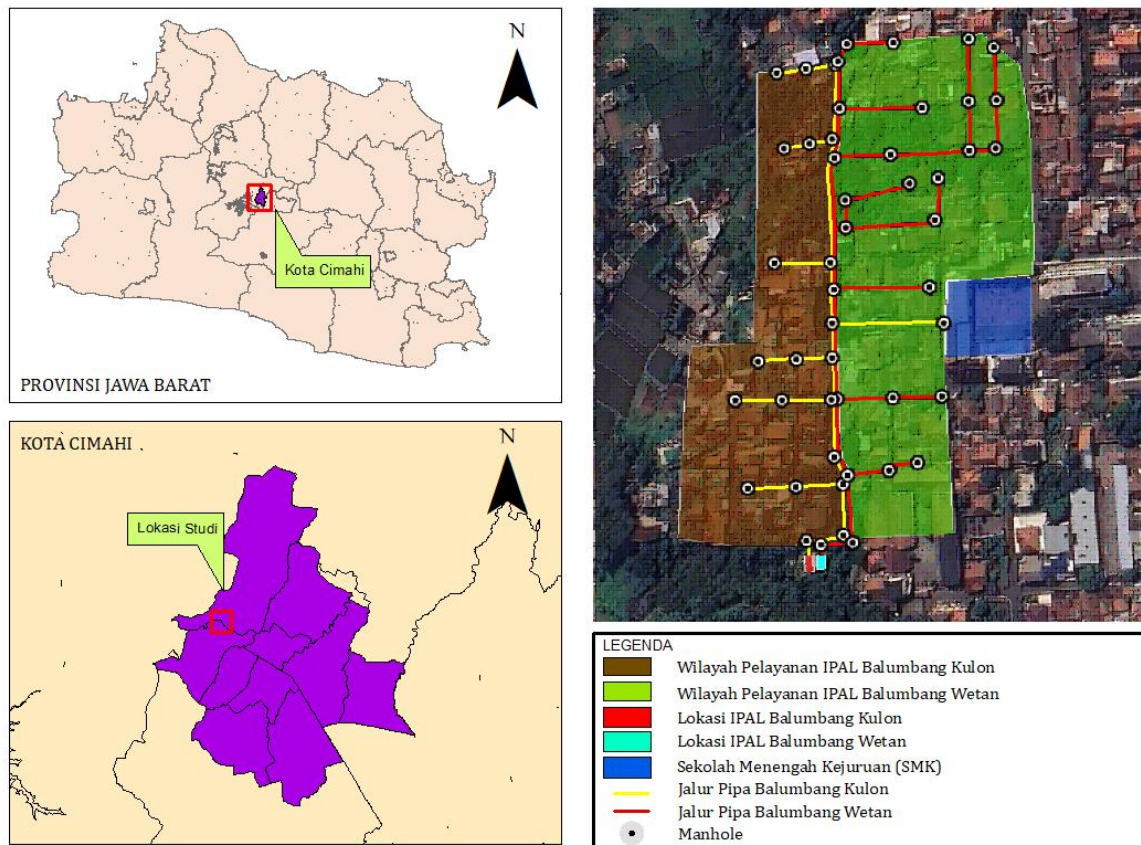
Berdasarkan data kualitas air limbah yang diperoleh dari Dinas Perumahan Kawasan Pemukiman (DPKP), kualitas air limbah yang dihasilkan dari pengolahan IPAL Domestik Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan belum memenuhi baku mutu air limbah domestik yaitu PerMenLH No. 11 Tahun 2025 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Kondisi ini jika dibiarkan akan mencemari badan air penerima, walaupun tentunya lebih baik jika dibandingkan kondisi *Open Defecation*. Berdasarkan hasil peninjauan kondisi eksisting SPALDT Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan Kelurahan Cipageran terdapat sampah-sampah plastik yang masuk ke dalam sistem. Sampah yang berada didalam bak pengolahan IPAL bisa menghambat proses pengolahan, menyumbat saluran, meningkatkan beban pada sistem mekanis, dan menurunkan efisiensi pengolahan secara keseluruhan (Lumunon dkk., 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan evaluasi kinerja dua IPAL, yaitu IPAL Balumbang Kulon dan IPAL Balumbang Wetan. Evaluasi dilakukan melalui analisis parameter hidraulik yang meliputi kecepatan aliran, debit, kedalaman aliran, dan faktor puncak pada saluran air limbah. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji kondisi eksisting serta waktu penahanan (*detention time*) dan pengaruhnya terhadap efisiensi penyisihan polutan pada IPAL yang telah dibangun yakni IPAL Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi bagi pengelola dalam meningkatkan pola operasional IPAL serta kinerja dari IPAL Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Kota Cimahi Jawa Barat memiliki kepadatan rata-rata di Tahun 2024 sebesar 14.110,25 jiwa/km<sup>2</sup>, menempatkan kota ini sebagai salah satu kota terpadat di Jawa Barat (DLH Provinsi Jawa Barat, 2025). SPALDT yang diteliti berada di Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan Kelurahan Cipageran, Kecamatan Cimahi Utara. IPAL Balumbang Kulon melayani 56 sambungan rumah dan satu sekolah, sementara IPAL Balumbang Wetan melayani 72 sambungan rumah di RW 05, tepatnya pada RT 02 dan RT 04, Kelurahan Cipageran, Kota Cimahi. Gambar lokasi studi dan area pelayanan disajikan pada Gambar 1. Mayoritas masyarakat yang menjadi pengguna layanan IPAL Balumbang Kulon bekerja sebagai buruh bangunan, buruh pabrik, dan pedagang, dengan sebagian kecil lainnya berprofesi sebagai pegawai negeri maupun pegawai swasta serta terdapat satu SMK dengan jumlah siswa sebanyak 432 orang yang terkoneksi ke SPALDT komunal. Sementara itu, masyarakat yang dilayani oleh IPAL Balumbang Wetan sebagian besar berprofesi sebagai pegawai negeri dan pegawai swasta.



**Gambar 1.** Lokasi Studi dan Area Pelayanan IPAL Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan

**Tabel 1.** Elevasi, Slope dan Panjang Pipa Eksisting Pada Dua *Manhole* Terakhir IPAL

IPAL	Titik <i>manhole</i>		Elevasi (mdpl)		Slope	Panjang pipa (m)	Diameter pipa (mm)	Sambungan
	Awal	Akhir	Awal	Akhir				
Balumbang Wetan	MH A	MH B	758	757	2%	2,5	150	72 SR
Balumbang Kulon	MH C	MH D	756	755	1,40%	6,4	150	56 SR +1 SMK

Sumber : Hasil pengukuran, 2024

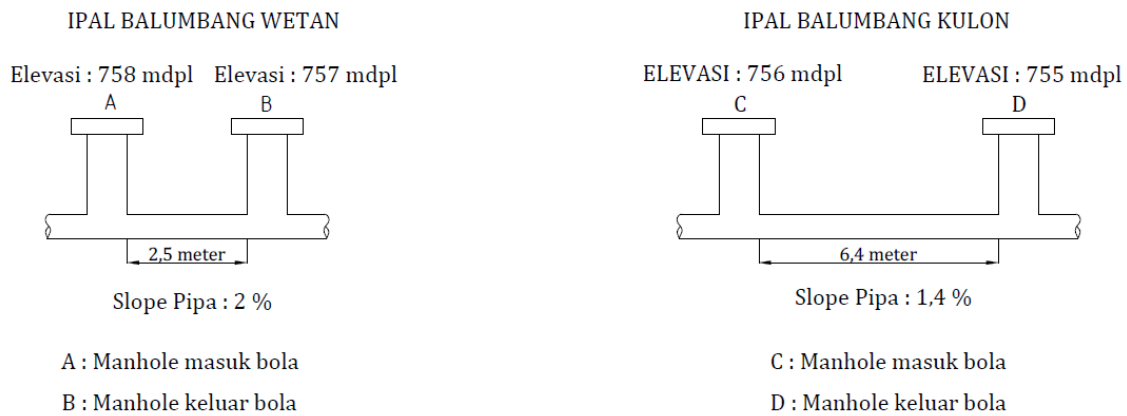
## 2.2. Pengukuran Parameter Hidrolis Sistem Penyaluran SPALDT Komunal

Parameter hidrolis yang diukur pada sistem penyaluran di SPALDT adalah kecepatan aliran air limbah ( $v$ ), kedalaman air limbah dalam pipa ( $d$ ) dan akhirnya data tersebut dapat digunakan untuk menentukan debit aliran limbah dalam pipa ( $Q$ ). Metode pengukuran parameter hidrolis dilakukan berdasarkan penelitian terdahulu, dilakukan pada 2 *manhole* terakhir pada jaringan pipa SPALDT sebelum masuk ke dalam inlet masing-masing IPAL (Sururi, dkk., 2023). Metode pengukuran sederhana ini menggunakan penggaris meteran untuk panjang pipa serta kedalaman aliran ( $d$ ), dan *stoptwatch* untuk mengukur waktu. Parameter tersebut digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran dalam pipa pada periode waktu 05.00–17.00 WIB dengan menghanyutkan benda terapung, seperti bola

pingpong dari awal segmen hingga akhir segmen pipa.

Seperti diinformasikan detail pada Tabel 1, pipa yang digunakan pada jaringan pipa pada kedua SPALDT komunal adalah PVC dengan diameter 6 inch atau 150 mm. Pengukuran kecepatan dilakukan pada dua *manhole* terakhir yang masuk ke IPAL dengan panjang 6,4 m di SPALDT Balumbang Kulon, dan 2,5 m di Balumbang Wetan. Tabel 1 menunjukkan informasi terkait elevasi, slope, jarak pipa dan jumlah sambungan rumah yang terlayani, sedangkan untuk gambaran *manhole* segmen akhir disajikan pada Gambar 2.

Walaupun SMK terletak di wilayah Balumbang Wetan (Gambar 1), namun karena jumlah sambungan yang besar pada SPALDT komunal di wilayah tersebut, menyebabkan sambungan SMK dihubungkan ke SPALDT Balumbang kulon (Tabel 1).



**Gambar 2.** Area Pelayanan dan Lokasi IPAL Balumbang Wetan dan Balumbang Kulon

Untuk mendapatkan nilai debit ( $Q$ ), maka nilai  $d/D$  terukur diplotkan terhadap sumbu  $Y$  pada *hydraulics element graph*, kemudian ditarik garis horizontal hingga memotong pada variabel *velocity constant* untuk mendapatkan nilai  $V_p/V_f$  dan ditarik garis kembali hingga memotong pada variabel *discharge constant* untuk mendapat nilai  $Q_p/Q_f$ . Rasio  $Q_p/Q_f$  digunakan untuk menghitung  $Q_{full}$ . Pada Grafik Nomogram Manning, hubungkan titik nilai  $S$  dengan titik nilai  $n$  hingga membentuk garis yang memotong garis *turning line*. Selanjutnya, tarik garis dari titik nilai  $Q_{full}$  ke titik yang memotong *turning line*. Dari sini, nilai  $D$  dapat diperoleh pada garis  $D$ , dan nilai  $v$  pada garis  $v$ . Nilai  $V_p$  kemudian dihitung dengan mengolah rasio kecepatan menggunakan nilai kecepatan yang diperoleh dari Grafik Nomogram Manning (D. C. Karya, 2018).

Langkah selanjutnya adalah menentukan faktor puncak pada series data debit terukur dari SPALDT pada periode tersebut. Faktor puncak (*peak factor*) dihitung untuk menganalisis pengaruh total jumlah pelayanan terhadap faktor puncak, sehingga dapat ditentukan diameter pipa yang tepat (Sururi dkk, 2023). Perhitungan faktor puncak dilakukan pada titik pengambilan sampel yang telah ditentukan menggunakan rumus berikut :

$$Pfi = \frac{Qj}{Qav}$$

$Pfi$  adalah Faktor puncak, sedangkan  $Qj$  adalah Debit puncak/jam, dan  $Qav$  adalah debit rata-rata terukur.

### 2.3. Perhitungan Waktu Detensi di IPAL

IPAL yang digunakan pada SPALDT Balumbang kulon dan wetan menggunakan sistem pengolahan anaerobik-aerobik. Waktu detensi merupakan waktu tinggal yang diperlukan selama waktu kontak air limbah dan mikroorganisme pada unit proses pengolahan air limbah. Waktu detensi menjadi penting pada IPAL karena memberikan waktu yang cukup untuk mikroorganisme mendegradasi polutan pada air limbah (Dayanti & Herlina, 2018). Perhitungan waktu tinggal atau waktu detensi eksisting dapat dihitung dengan cara membagi volume bak IPAL dengan  $Q$  inlet (Candra dkk., 2023). Waktu detensi dihitung dan dibandingkan dengan

kriteria desain. Perhitungan waktu detensi dilakukan pada setiap unit IPAL menggunakan rumus berikut :

$$Tdi = \frac{V}{Qi}$$

Persamaan di atas menunjukkan waktu detensi akan menjadi variabel yang dinamis karena debit yang masuk ( $Qi$ ) akan bervariasi setiap jamnya, sementara  $V$  adalah Volume Unit IPAL ( $m^3$ ). Volume air limbah pada penelitian ini didasarkan pada ketinggian air dan lumpur yang diukur pada saat penelitian.

### 2.4. Analisis kinerja IPAL

Analisis kualitas air limbah domestik dilakukan dengan mengobservasi proses operasional yang dilakukan serta membandingkan kualitas air limbah olahan IPAL Balumbang Kulon dengan baku mutu air limbah domestik yang tercantum dalam PerMenLH No. 11 Tahun 2025, dan PerMenLHK No. 68 Tahun 2016 yang pada saat penelitian dilaksanakan masih berlaku. Selain observasi dilakukan juga wawancara dengan operator mengenai operasional serta permasalahan pada setiap IPAL. Parameter kunci yang terdapat pada PerMen tersebut merupakan parameter yang harus dipenuhi dari hasil olahan IPAL agar air limbah tidak mencemari badan air penerima. Parameter pH berdasarkan baku mutu efluen pada rentang netral yaitu 6-9, karena jika pH terlalu tinggi atau rendah maka air efluen akan bersifat toksik bagi badan air penerima (Morrison dkk., 2001). Parameter pH merupakan salah satu parameter *physicochemical* penting yang memengaruhi reaksi biokimia dalam sistem air limbah (Odjadjare & Okoh, 2010). *Total suspended solid* (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah partikel padat yang terdapat dalam larutan air, yang ukurannya cukup besar untuk melewati filter pori 0,45 mikrometer (Fadillatur Ro'in & Aini Dahalan, 2024), TSS pada PerMen dibatasi hingga 30 mg/L. Partikel-partikel penyusun TSS umumnya lebih kecil dibandingkan sedimen, seperti partikel tanah liat, bahan organik tertentu, dan sel mikroorganisme (Sari dkk., 2017). TSS dalam air limbah terdiri atas senyawa organik maupun anorganik, parameter ini berhubungan dengan kekeruhan mencegah penetrasi sinar matahari kedalam air (Tchobanoglous dkk., 2003).

*Biochemical oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) merupakan parameter yang mengindikasikan kandungan senyawa organik dalam air limbah, peneliti terdahulu mengelompokkan sebagai labilitas organik (Sururi dkk., 2021). BOD merupakan bagian organik yang dapat didegradasi melalui proses biokimia yang dilakukan oleh mikroorganisme (Tchobanoglous dkk., 2003), sementara COD mengukur keseluruhan senyawa organik yang dapat didegradasi oleh oksidator kuat secara kimia (Tchobanoglous dkk., 2003). BOD pada PerMen dibatasi hanya 30 mg/L, sementara COD dibatasi sebesar 100 mg/L. Proses degradasi BOD dan COD didalam air limbah akan membutuhkan oksigen sehingga dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut di badan air penerima (Padila, 2022). Amoniak (NH<sub>3</sub>) adalah senyawa nitrogen yang dapat berubah menjadi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (amonium) pada pH rendah. Amoniak dibatasi pada standard efluen air limbah domestik sebesar 10 mg/L. Senyawa ini berasal dari tinja, urine, serta hasil penguraian zat organik secara mikrobiologis yang bersumber dari limbah industri, limbah domestik, atau air alami (Said & Syabani, 2014). Minyak dan lemak merupakan senyawa yang dapat mencemari perairan, sehingga konsentrasinya perlu dibatasi karena berat jenis minyak lebih rendah daripada air, minyak cenderung membentuk lapisan tipis di permukaan air (Andreozzi dkk., 2000). Baku mutu minyak dan lemak pada standar dibatasi 5 mg/L. Bakteri *coliform* merupakan parameter biologis yang harus diukur, berperan sebagai indikator keberadaan bakteri patogen dan memiliki ketahanan tinggi terhadap desinfektan. Nilai *total coliform* dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air, karena jumlahnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran. Semakin rendah kandungan *coliform*, semakin baik kualitas air tersebut (Sari & Sutrisno, 2018). Analisis untuk efisiensi pengolahan IPAL akan dievaluasi berdasarkan persentase penyisihan parameter yang dihitung dari kualitas inlet dan outlet IPAL tersebut, dengan rumus:

$$Ep = \frac{(\text{Parameter Inlet} - \text{Parameter Outlet})}{\text{Parameter Inlet}} \times 100\%$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

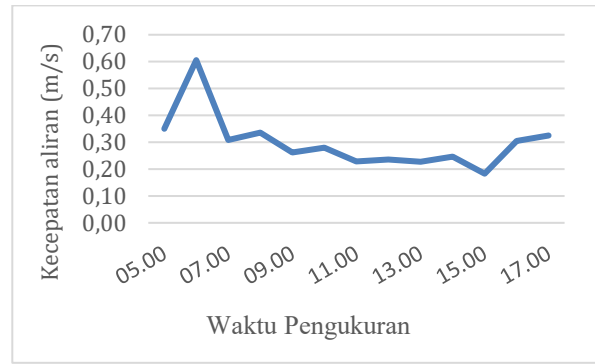
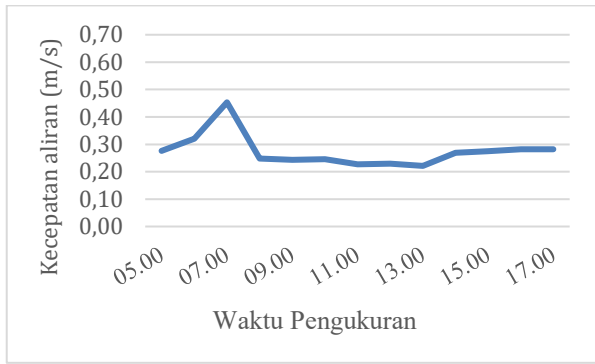
#### 3.1. Analisis Parameter Hidrolis pada Sistem Penyaluran SPALDT

Gambar 3 menunjukkan kecepatan aliran tertinggi dan terendah pada IPAL Balumbang Kulon terjadi pada pagi hari pukul 07.00 dan 13.00 secara berurutan. Sementara kecepatan aliran pada saat puncak dan minimum di lokasi ini secara berurutan mencapai 0,45 m/s dan 0,22 m/s. Sementara di IPAL Balumbang Wetan kecepatan aliran tertinggi terjadi lebih pagi yaitu pukul 06.00 WIB dengan kecepatan mencapai 0,61 m/s, dan kecepatan terendah terjadi di jam 15.00 dengan kecepatan 0,18 m/s. Kemiringan saluran memengaruhi kecepatan aliran air, semakin

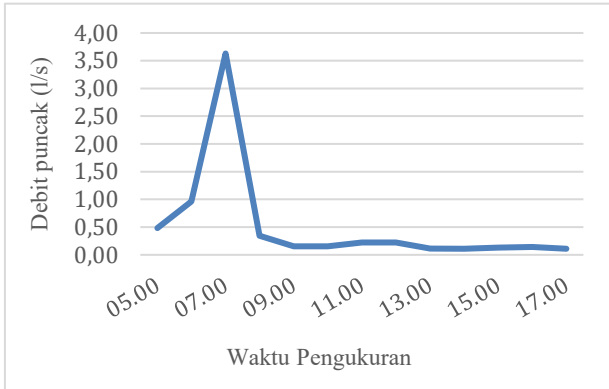
curam kemiringannya, maka aliran air akan semakin cepat, dan sebaliknya, jika kemiringan semakin landai, maka laju aliran air akan menurun (Fasdarsyah, 2017). Kecepatan aliran di Balumbang Kulon yang lebih rendah dibandingkan Balumbang Wetan, dikarenakan kemiringan pipa di Balumbang Kulon hanya 1,4% sementara nilai di Balumbang Wetan mencapai 2%.

Berdasarkan hasil pengukuran, debit puncak pada SPALDT Balumbang Kulon dan Wetan terjadi pada waktu yang berbeda walau tidak terlalu jauh, debit puncak Balumbang Kulon terjadi satu jam lebih lambat karena pada umumnya berprofesi di bidang swasta dan tidak memiliki jam kerja pagi, sementara di Balumbang Wetan terjadi lebih pagi karena pada umumnya merupakan pegawai kantor. Lebih rendahnya SR di Balumbang Kulon (56 SR), namun dengan adanya koneksi ke SMK yang beroperasi sepanjang hari, maka debit di SPALDT ini lebih tinggi jika dibandingkan SPALDT Balumbang Wetan (72 SR). Debit puncak dan minimum di Balumbang Kulon mencapai 3,63 L/s dan 0,11 L/s, sementara di Balumbang Wetan hanya 2,85 L/s pada saat puncak dan 0,09 L/s pada saat minimum. Hasil pengukuran debit disajikan pada Gambar 4.

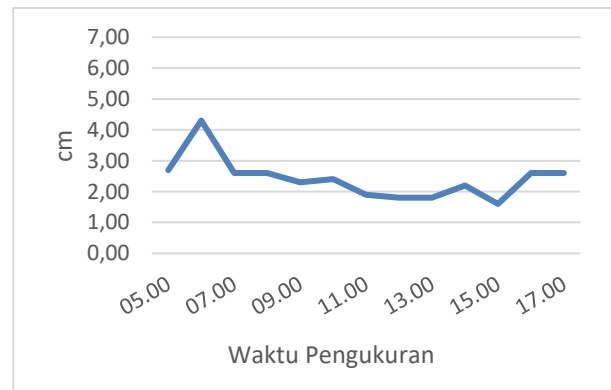
Parameter hidrolis yang selanjutnya dibahas adalah kedalaman air dalam pipa. Kedalaman aliran tertinggi pada IPAL Balumbang Kulon terjadi pada jam 07.00 yaitu 6,3 cm, dan untuk nilai kedalaman aliran terendah yaitu pada siang hari yaitu pada pukul 13.00 yaitu 1,5 cm. Sementara pada IPAL Balumbang Wetan kedalaman aliran tertinggi terjadi pada jam 06.00 yaitu 4,3 cm, untuk nilai kedalaman aliran terendah yaitu pada siang hari yaitu pada pukul 15.00 yaitu 1,6 cm. Pada SPALDT Balumbang Kulon hanya pada saat puncak memenuhi kedalaman minimum sebesar 5 cm sebagai tinggi berenang (Dirjen Cipta Karya, 2018) namun di SPALDT Balumbang wetan walaupun jumlah koneksi SR lebih besar, debit dan kecepatan lebih besar namun ketinggian berenang saat peak hanya mencapai 4,3 cm, hal ini karena nilai kemiringan pipa pada IPAL Balumbang Wetan lebih besar dibanding Balumbang Kulon. Temuan ini menguatkan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem komunal dengan diameter pipa 150 mm kedalaman berenang hanya tercapai pada saat puncak (Sururi dkk, 2023). Dirjen Cipta Karya (2018) telah menyarankan kecepatan aliran minimum yang harus dicapai dalam sistem perpipaan adalah 0,6 m/s, sedangkan kedalaman air limbah di pipa saluran pembuangan minimal 5 cm untuk mencegah endapan tinja di dalam pipa. Menghindari kondisi tersebut (Mara & Broome, 2008), menyarankan untuk sistem komunal dengan layanan kecil dan debit minimum 1,5 l/s seperti sistem *cluster off-site* di Kota Cimahi, pipa berdiameter 100 mm akan menjadi ukuran pipa yang paling sesuai. Hasil pengukuran kedalaman aliran tersaji pada Gambar 5.



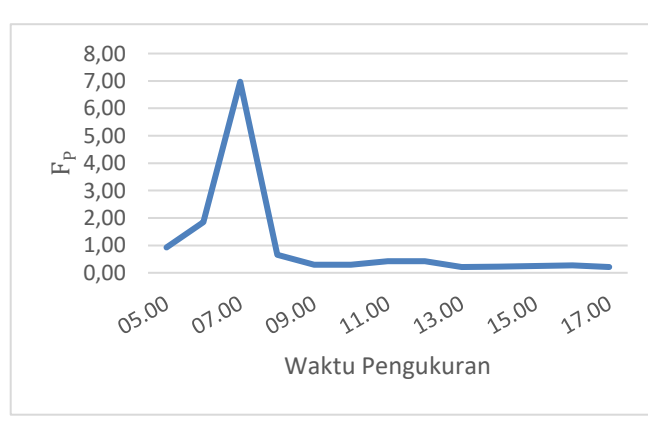
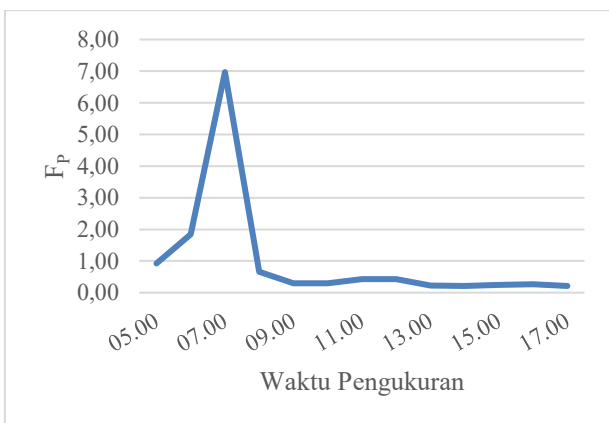
**Gambar 3.** Grafik Perhitungan Kecepatan Aliran pada (a) IPAL Balumbang Kulon dan (b) IPAL Balumbang Wetan



**Gambar 4.** Grafik Debit Puncak Pada (a) IPAL Balumbang Kulon dan (b) IPAL Balumbang Wetan



**Gambar 5.** Grafik Perhitungan Kedalaman Aliran Pada (a) IPAL Balumbang Kulon dan (b) IPAL Balumbang Wetan



**Gambar 6.** Grafik Faktor Puncak pada (a) IPAL Balumbang Kulon dan (b) IPAL Balumbang Wetan

*Peak Factor* didefinisikan sebagai rasio antara aliran tertinggi pada suatu waktu dengan kondisi aliran rata-rata (Imam & Elnakar, 2014). Faktor ini sangat mempengaruhi perancangan berbagai komponen sistem SPALDT sehingga sistem tersebut akan berkelanjutan untuk jangka waktu yang lama (Imam & Elnakar, 2014). Hasil penelitian sebelumnya oleh (Sururi, dkk., 2023) menunjukkan bahwa faktor puncak akan sangat menentukan dimensi optimum jaringan pipa pada SPALDT, dan dimensi unit yang berfungsi merata-ratakan debit. Faktor puncak setiap jam pengamatan disajikan pada Gambar 6.

Nilai faktor puncak pada IPAL Balumbang Kulon sebesar 6,97, nilai tersebut lebih besar daripada IPAL Balumbang Wetan yang memiliki nilai faktor puncak hanya 5,02. Berdasarkan persamaan faktor puncak, secara teoritis jumlah sambungan rumah berpengaruh terhadap nilai faktor tersebut, semakin sedikit jumlah sambungan rumah, maka faktor puncak akan semakin tinggi (Imam & Elnakar, 2014). Sehingga nilai faktor puncak di Balumbang Kulon ( 56 SR), lebih tinggi dibandingkan dengan Balumbang Wetan (72 SR). Hasil ini menguatkan studi terdahulu bahwa puncak harian aliran limbah cenderung menurun seiring dengan meningkatnya jumlah sambungan rumah yang terhubung ke sistem (Sururi dkk, 2023). Berdasarkan analisis parameter hidrolis yang meliputi kecepatan aliran, debit, kedalaman aliran, dan faktor puncak, kinerja sistem penyaluran SPALDT di kedua lokasi belum sepenuhnya memenuhi kriteria desain teknis. Pada IPAL Balumbang Kulon, kecepatan puncak (0,45 m/s) masih di bawah standar 0,6 m/s dan kedalaman minimum 5 cm hanya tercapai saat debit puncak, sehingga berpotensi menimbulkan sedimentasi pada periode debit rendah dan memerlukan pemeliharaan rutin.

Sedangkan IPAL Balumbang Wetan, meskipun kecepatan mendekati kriteria, kedalaman aliran tidak mencapai 5 cm bahkan saat puncak, menunjukkan potensi pengendapan akibat aliran dangkal. Nilai

faktor puncak yang relatif tinggi di kedua lokasi menandakan fluktuasi debit yang besar dan berpotensi menimbulkan beban kejutan pada unit pengolahan. Secara keseluruhan, kondisi ini menunjukkan sistem masih beroperasi, namun belum optimal secara hidraulik dan memerlukan evaluasi teknis lanjutan.

Pada saat kecepatan minimum dan kedalaman berenang tidak terlampaui, terutama jika ventilasi kurang karena reaksi fecal atau padatan lain yang kandas dalam pipa akan menghasilkan gas yang harus dikeluarkan dari sistem perpipaan. Selain itu, pada kecepatan yang jauh melebihi jam puncak, maka proses degradasi polutan sepanjang perjalanan dalam pipa akan berkurang dan meningkatkan beban pengolahan. Penelitian sebelumnya menyatakan pada pipa komunal sepanjang 250 m, pada saat peak hanya mampu menurunkan COD hingga 2%, sementara pada saat non peak hingga 10% (Sururi dkk,2023).

### 3.2. Analisis Kondisi Unit Pengolahan IPAL Balumbang Kulon & IPAL Balumbang Wetan

#### 3.2.1. Unit Bak Pengendap Awal

Berdasarkan hasil observasi lapangan, bak pengendap awal IPAL di Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan dipenuhi oleh lumpur dan sampah. Menurut Lumunon et al., (2021) bahwa hanyutan sampah yang berada didalam bak pengolahan IPAL bisa menghambat proses pengolahan, sampah tersebut dapat menyumbat saluran, meningkatkan beban pada sistem mekanis, dan menurunkan efisiensi pengolahan secara keseluruhan. Berikut ini merupakan kondisi bak pengendap awal IPAL domestik Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan tersaji pada Gambar 7.

Pada bak pengendap awal IPAL Balumbang Wetan lebih banyak terjadi pengendapan lumpur dibanding pada IPAL Balumbang Kulon. Pengendapan lumpur pada IPAL Balumbang Wetan dapat terjadi karena waktu detensi unit bak pengendap awal terlalu lama (Tabel 2).



(a)



(b)

**Gambar 7.** Kondisi Bak Pengendap Awal pada (a) IPAL Balumbang Kulon dan (b) IPAL Balumbang Wetan

Sumber: Hasil Dokumentasi

### 3.2.2. Unit Bak Aerobik Filter

Kondisi eksisting bak *biofilter* aerobik dengan media sarang tawon terdapat sampah plastik yang dapat menurunkan efisiensi pengolahan pada bak *biofilter* aerobik tersebut serta terdapat media sarang tawon yang terangkat ke permukaan bak, untuk kondisi lumpur pada bak aerobik hanya sedikit lumpur yang ada pada unit tersebut. Untuk penggunaan *blower* pada unit biofilter aerobik di IPAL Balumbang Kulon beroperasi selama 24 jam nonstop. Berikut ini merupakan kondisi bak Aerobik Biofiltr IPAL domestik Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan tersaji pada Gambar 8.

### 3.2.3. Unit Bak Anaerobik Filter

Unit bak anaerobik yang berada di IPAL domestik Balumbang kulon dan Balumbang Wetan menggunakan 2 jenis media yang berbeda yaitu media sarang tawon dan media arang. Kondisi unit biofilter anaerobik dengan media sarang tawon terdapat sampah yang masuk ke dalam unit bak anaerobik filter, adanya sampah pada bak anaerobik filter dan lumpur yang mengendap pada bak dapat menghambat pengolahan air limbah, khususnya penurunan efisiensi dalam menyisihkan parameter pencemar, seperti TSS, BOD, COD, minyak lemak dan total coliform. Berikut ini merupakan kondisi anaerobik biofilter dengan media sarang tawon IPAL domestik Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan tersaji pada Gambar 9, dan unit anaerobik biofilter dengan media arang tersaji pada Gambar 10.



(a)



(b)

**Gambar 8.** Kondisi Bak Aerobik Biofilter pada (a) IPAL Balumbang Kulon dan (b) IPAL Balumbang Wetan  
*Sumber: Hasil Dokumentasi, 2024*



(a)



(b)

**Gambar 9.** Kondisi Bak Anaerobik Biofilter Media Sarang Tawon pada (a) IPAL Balumbang Kulon (b) IPAL Balumbang Wetan

*Sumber: Hasil Dokumentasi, 2024*



**Gambar 10.** Kondisi Bak Anaerobik Biofilter Media Arang pada (a) IPAL Balumbang Kulon dan (b) IPAL Balumbang Wetan  
 Sumber: Hasil Dokumentasi, 2024

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Waktu Detensi dan Efisiensi Penyisihan Pada IPAL Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan

IPAL	Efisiensi Penyisihan Parameter		Waktu Detensi (Jam)			Kriteria Desain Waktu Detensi (Jam)		
	Parameter	Efisiensi Penyisihan (%)	Bak Pengendap Awal	Anaerobik Filter	Aerobik Filter	Bak Pengendap Awal	Anaerobik Filter	Aerobik Filter
Balumbang kulon	BOD	61						
	COD	73						
	TSS	97						
	Amonia	52	2,2	3,3	3,3			
	Minyak & Lemak	47				1,5-2,5 (Direktur Jendral Cipta Karya, 2018)	6-8 (Nugroho & Said, 2011)	6-8 (Nugroho & Said, 2011)
	Total Coliform	9						
Balumbang Wetan	BOD	66						
	COD	79						
	TSS	76						
	Amonia	35	6,3	9,5	9,5			
	Minyak & Lemak	89						
	Total Coliform	18						

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan wawancara dengan Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan, terdapat masalah pada media arang yaitu terangkatnya media arang permukaan karena adanya pemasangan pompa untuk mengalirkan air ke unit pengolahan lanjutan, agar media arang tidak tersedot oleh pompa maka dari itu media arang di angkat ke permukaan lalu di pasang beton penghalang, tetapi media arang tidak di tempatkan kembali didasar bak biofilter anaerobik dan pengolahan lanjutan tersebut sudah tidak beroperasi kembali. Terangkatnya media arang permukaan menyebabkan penurunan efisiensi dalam menyisihkan parameter pencemar, seperti TSS, BOD, COD, minyak lemak, dan *total coliform*.

### 3.2. Analisis Waktu Detensi IPAL Balumbang Kulon & IPAL Balumbang Wetan

Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) merupakan fasilitas yang dirancang untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, seperti air bekas mandi, mencuci, dan limbah dapur. Tujuan utama IPALD adalah mengurangi kandungan zat pencemar dalam air limbah sehingga aman untuk dilepas kembali ke

lingkungan atau dimanfaatkan kembali sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (Iskandar dkk., 2016). Waktu detensi pada IPAL memiliki peran krusial karena menentukan kecukupan waktu bagi mikroorganisme untuk menguraikan polutan dalam air limbah. Nilai waktu tinggal eksisting dihitung dengan membagi volume efektif bak IPAL terhadap debit masuk ( $Q$  inlet) yang mana diketahui bahwa nilai volume pada IPAL Balumbang Kulon sebesar  $18 \text{ m}^3$  dengan nilai  $Q$  inlet sebesar  $0,00277 \text{ m}^3/\text{s}$  dan untuk nilai volume pada IPAL Balumbang Wetan sebesar  $18 \text{ m}^3$  dengan nilai  $Q$  inlet sebesar  $0,000787 \text{ m}^3/\text{s}$ . Berikut ini merupakan hasil perhitungan waktu detensi pada setiap unit pengolahan IPAL Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan serta efisiensi penyisihan pada parameter pencemar dari masing-masing IPAL yang disajikan pada Tabel 2.

Waktu detensi dapat mempengaruhi efisiensi penyisihan yang terjadi pada setiap IPAL. Semakin lama waktu detensi maka semakin besar waktu kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang berada pada unit pengolahan, waktu kontak yang lebih lama dalam proses pengolahan air limbah akan meningkatkan efektivitas penguraian, karena mikroorganisme yang menempel pada media

menghasilkan enzim yang mampu memecah zat kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana. Dengan demikian, semakin panjang interaksi antara air limbah dan mikroorganisme, semakin besar pula jumlah bahan organik yang dapat diuraikan menjadi senyawa sederhana (Al Kholif dkk., 2022) tetapi apabila waktu detensi melebihi kriteria desain atau berlangsung lebih lama, maka akan terjadi proses pengendapan lumpur di dalam unit (Wulandari dkk., 2023), sedangkan waktu detensi lebih sedikit dari kriteria desain, maka perlu dilakukan pengurangan kecepatan aliran masuk atau penambahan volume unit agar waktu detensi dapat diperpanjang (Wulandari dkk., 2023).

Unit bak pengendap awal yang berada di IPAL Balumbang Kulon memiliki waktu detensi yang memenuhi kriteria desain tetapi untuk unit anaerobik dan aerobik filter memiliki waktu detensi yang kurang dari kriteria desain sehingga perlu dilakukan penyesuaian kecepatan aliran air limbah yang masuk kedalam IPAL atau volume bak yang perlu diperbesar sehingga waktu detensi lebih lama.

Seluruh unit pada IPAL Balumbang Wetan melebihi kriteria desain yang berlaku, sehingga terjadi pengendapan lumpur yang berlebihan. Pengendapan lumpur yang berlebihan dapat menurunkan efektivitas penyisihan pada unit pengolahan IPAL, oleh karena itu lumpur pada IPAL perlu dilakukan penyedotan secara berkala yaitu setiap 3 tahun sekali (Petunjuk Teknis Sanimas, 2022). Berdasarkan pembahasan kondisi eksisting pada Tabel 2, maka permasalahan Pada IPAL disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada IPAL Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan tidak dilakukan penyedotan lumpur secara berkala dan perilaku masyarakat yang masih membuang sampah ke toilet.

**3.3. Analisis Kualitas Air limbah IPAL Domestik Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan**

Analisis kualitas air limbah domestik bertujuan untuk memastikan bahwa air limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan dan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah, analisis kualitas air limbah pada IPAL perlu dilakukan di inlet maupun outlet secara harian dan periodik yaitu minimal satu bulan sekali untuk mengetahui kualitas air limbah domestik yang dihasilkan serta memperbaiki dengan segera apabila terdapat ketidaksesuaian pada sistem IPAL (Sulistia dkk., 2019).

Standar baku mutu air limbah yang digunakan mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan no 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 11 Tahun 2025 Tentang Baku Mutu Air Limbah dan Standar Teknologi Pengolahan Air Limbah Untuk Air Limbah Domestik. Tabel 4 merupakan perbandingan antara kualitas air limbah domestik inlet dan outlet IPAL Balumbang Kulon serta Balumbang Wetan.

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan efisiensi penyisihan dan penyisihan yang diharapkan agar parameter memenuhi baku mutu pada gambar untuk IPAL Balumbang Kulon dan IPAL Balumbang Wetan.

**Tabel 3.** Permasalahan Pada Tiap Unit IPAL

NO	IPAL	Unit IPAL	Permasalahan IPAL	
			Teknis	Non Teknis
1	Balumbang Kulon	Bak Pengendap Awal	-	Terdapat sampah dan penumpukan lumpur
		Anaerobik Biofilter (Media Sarang Tawon)	Tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi karena dimensi bak terlalu kecil	Terdapat sampah dan penumpukan lumpur
		Aerobik Biofilter (Media Sarang Tawon)	Tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi karena dimensi bak terlalu kecil	Terangkatnya sebagian media sarang tawon permukaan dan terdapat media yang terlepas
		Anaerobik Biofilter (Media Arang)	Tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi karena dimensi bak terlalu kecil	Media yang berada di bak tersebut terangkat ke permukaan
2	Balumbang Wetan	Bak Pengendap Awal	Tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi karena dimensi bak terlalu besar	Terdapat sampah dan penumpukan lumpur
		Anaerobik Biofilter (Media Sarang Tawon)	Tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi karena dimensi bak terlalu besar	Terdapat sampah plastik dan penumpukan lumpur
		Aerobik Biofilter (Media Sarang Tawon)	Tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi karena dimensi bak terlalu besar	Terdapat sedikit sampah plastik, sebagian media sarang tawon terangkat permukaan dan terdapat media yang terlepas
		Anaerobik Biofilter (Media Arang)	Tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi karena dimensi bak terlalu besar	Terdapat penumpukan lumpur dan terdapat media yang terlepas

Sumber : Hasil Analisis 2025

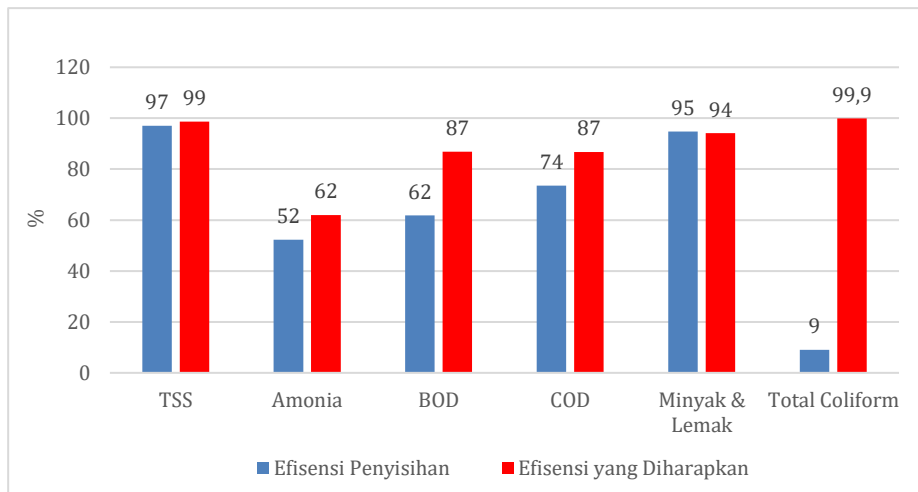
Efisiensi penyisihan aktual parameter pencemar IPAL Balumbang Kulon yaitu hanya 1 parameter yang mencapai atau melebihi efisiensi penyisihan yang diharapkan yaitu parameter minyak dan lemak. Penyisihan parameter aktual yang paling mendekati efisiensi penyisihan yang diharapkan adalah

penyisihan parameter TSS dengan selisih 2 persen, sedangkan Penyisihan parameter aktual yang paling tidak mendekati efisiensi penyisihan yang diharapkan adalah penyisihan parameter total coliform dengan selisih 90,9 persen.

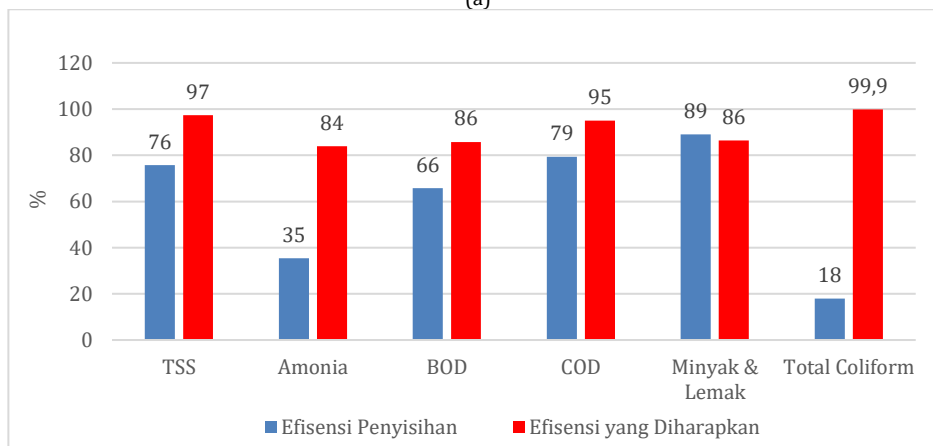
**Tabel 4.** Perbandingan Kualitas Air Limbah Domestik IPAL dengan Baku Mutu

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran Inlet		Hasil Pengukuran Outlet		Baku Mutu (PermenLHK 68 Tahun 2016)		Baku Mutu (PermenLH no 11 Tahun 2025)	
		Balumbang Kulon	Balumbang wetan	Balumbang Kulon	Balumbang wetan	Baku mutu	keterangan	Baku mutu	keterangan
Ph	-	6,9	6,9	7,54	7,36	6 – 9	Memenuhi	6 – 9	Memenuhi
TSS	mg/L	3.600	1.887	108	459	30	Tidak Memenuhi	50	Tidak Memenuhi
Amonia	mg/L	110	192	52,5	124	10	Memenuhi	20	Memenuhi
BOD	mg/L	380	350	145	120	30	Tidak Memenuhi	50	Tidak Memenuhi
COD	mg/L	755	1.000	200	207	100	Memenuhi	100	Memenuhi
Minyak & lemak	mg/L	169	73,6	8,94	8,05	5	Tidak Memenuhi	10	Memenuhi
Total Coliform	CFU/100 mL	1,15 x 10 <sup>6</sup>	1,2 x 10 <sup>6</sup>	1,05 x 10 <sup>6</sup>	9,8 x 10 <sup>5</sup>	3.000	Tidak Memenuhi	1.000	Tidak Memenuhi

Sumber: Dinas Perumahan Kawasan Permukiman, 2024



(a)



(b)

**Gambar 11.** Grafik Efisiensi Pengolahan di IPAL (A) Balumbang Kulon (B) Balumbang Wetan dan Persen Penyisihan yang Diharapkan Agar Parameter Memenuhi Baku Mutu

Efisiensi penyisihan aktual parameter pencemar IPAL Balumbang Wetan yaitu hanya 1 parameter yang mencapai atau melebihi efisiensi penyisihan yang diharapkan yaitu parameter minyak dan lemak. Penyisihan parameter aktual yang paling mendekati efisiensi penyisihan yang diharapkan adalah penyisihan parameter COD dengan selisih 16 persen sedangkan penyisihan parameter aktual yang paling tidak mendekati efisiensi penyisihan yang diharapkan adalah penyisihan parameter total coliform dengan selisih 81,9 persen.

Efisiensi penyisihan parameter pencemar pada IPAL Balumbang Kulon dan Balumbang Wetan yang belum mencapai efisiensi penyisihan yang diharapkan. Ketidaktercapaian efisiensi tersebut dikarenakan unit aerobik dan anaerobik biofilter tidak memenuhi kriteria desain waktu detensi. Selain dari segi waktu detensi, permasalahan non teknis juga berpengaruh pada efisiensi penyisihan seperti tumpukan lumpur dan sampah.

Efisiensi penyisihan dari kedua IPAL tersebut juga dipengaruhi oleh kondisi parameter hidrolis pada masing-masing IPAL yang akan mempengaruhi waktu detensi pada unit pengolahan. Waktu detensi yang kurang dari kriteria desain akan mengurangi waktu kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang berada pada bak dengan jenis pengolahan biologi sehingga penyisihan parameter pencemar pada air limbah oleh mikroorganisme tidak maksimal. Sedangkan jika waktu detensi yang melebihi kriteria maka akan terjadi pengendapan lumpur secara berlebih, lumpur yang menumpuk pada unit IPAL dapat mengurangi waktu detensi, serta mengganggu proses kinerja mikroorganisme dalam menyisihkan parameter pencemar.

IPAL komunal dengan waktu detensi yang kurang dari kriteria desain dapat dibuat memenuhi dengan pengaturan kecepatan aliran yang masuk ke IPAL atau volume bak yang perlu diperbesar sehingga waktu detensi lebih lama (Wulandari dkk., 2023). Sementara IPAL komunal dengan waktu detensi melebihi kriteria desain dapat ditanggulangi dengan penambahan sambungan rumah dan penyedotan lumpur sesuai jadwal.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan debit puncak di jaringan perpipaan SPALDT komunal terjadi pada pagi hari. Namun secara rinci studi menunjukkan jam puncak setiap SPALDT bisa berbeda tergantung pola penggunaan air masyarakat yang dipengaruhi oleh jenis pekerjaan pengguna. Pengguna SPALDT komunal Balumbang Kulon yang umumnya berprofesi sebagai buruh, jam puncak terjadi pada pagi hari pukul 07.00 WIB, sementara di SPALDT komunal Balumbang Wetan pengguna berprofesi sebagai pegawai, maka jam puncak terjadi lebih pagi yaitu pukul 06.00 WIB.

Studi ini juga menunjukkan kecepatan dan debit pada SPALDT komunal sangat dipengaruhi oleh slope

pipa dan jumlah SR. Kedalaman berenang pada pipa 150 mm yang terpasang hanya tercapai pada jam puncak. Hal tersebut mengindikasikan diameter terpasang masih terlalu besar dan dianjurkan dipasang pipa dengan diameter 100 mm. Hasil perbandingan faktor puncak menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah penduduk yang terlayani, maka semakin rendah faktor puncaknya. Hasil analisis kualitas air limbah di IPAL Balumbang Kulon berdasarkan PerMenLHK No. 68 Tahun 2016, hanya parameter pH yang memenuhi baku mutu, sedangkan pada PerMenLH No.11 Tahun 2025 parameter pH serta minyak dan lemak yang memenuhi baku mutu pada kedua IPAL. Kinerja IPAL dipengaruhi oleh kecepatan aliran yang akan mempengaruhi waktu detensi pada IPAL terutama pada unit pengolahan biologis serta perilaku masyarakat dan pola operasional yang dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., & Wesen, P. (2015). Pengolahan air limbah domestik menggunakan biofilter anaerob bermedia plastik (bioball). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55–66.
- Andreozzi, R., Caprio, V., Insola, A., Marotta, R., & Sanchirico, R. (2000). Advanced oxidation processes for the treatment of mineral oil-contaminated wastewaters. *Water Research*, 34(2), 620–628.
- Barat, D. P. J. (2025). *Laporan Utama Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Cimahi*. 2(1), 609.
- BPS Kota Cimahi. (2023). *Kecamatan Cimahi Utara dalam Angka*. <https://cimahikota.bps.go.id>
- Candra, E., Permatasari, R., & Kurniati, L. (2023). Studi Kelayakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Kawasan Bendung Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil LATERAL*, 1(1), 26–36. <https://doi.org/10.52333/lateral.v1i1.133>
- Dayanti, M. S., & Herlina, N. (2018). Studi Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Domestik Buatan Menggunakan Biofilter Aerob Tercecup dengan Media Bioring. *Dampak*, 15(1), 31–36.
- Duma, A. T., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. I. (2022). Evaluasi Kinerja dan Operasional Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Kelurahan Girian Indah Kecamatan Girian Kota Bitung. *Tekno*, 20, 797–808.
- Erbabley, B. Z., Bayau, E., Manikome, N., Erbabley, N. Y. G. F., & Suhry, H. C. (2024). Teknis Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Pembangunan Dabiloha Ta'aga Paca Cottage dan Restaurant. *Bakti: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 54–63.
- Fadillatur Ro'in, N., & Aini Dahalan, F. (2024). Characterization of domestic wastewater based on BOD, COD and TSS parameters. *Environmental and Toxicology Management*, 2, 16–23.
- Fasdarsyah, F. (2017). Analisis Karakteristik Sedimen Dasar Sungai Terhadap Parameter Kedalaman. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 91. <https://doi.org/10.29103/tj.v6i2.108>
- Hajar, L., Sudarno, S., & Oktawan, W. (2017). *Kajian Kinerja Unit-unit Pengolahan Ipal Domestik Terhadap Efisiensi Penyisihan Tss Dan Cod Pada Tipe Ipal Mck*

- Sururi, M. R., Ramadhan, M. R. D., Sungkar, F. J. H., dan Hartati, E. (2026). Kinerja Instalasi Sistem Pengelolaan Air Limbah Terpusat Komunal di Area Urban. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(1), 27-39, doi:10.14710/jil.24.1.27-39
- Plus Biodigester*. Diponegoro University.
- Imam, E. H., & Elnakar, H. Y. (2014). Design flow factors for sewerage systems in small arid communities. *Journal of Advanced Research*, 5(5), 537-542. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.06.011>
- Iskandar, S., Fransisca, I., Arianto, E., & Ruslan, A. (2016). Sistem pengelolaan air limbah domestik-terpusat skala permukiman. *Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Karya, D. C. (2018). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T. *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Karya, D. J. C. (2018). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat. Buku B Perencanaan Sub Sistem Pengolahan Terpusat. *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Lumunon, E. I., Riogilang, H., & Supit, C. J. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Kiniar Di Kota Tondano. *Tekno*, 19(77), 67-76. <https://ejournal.unsrat.ac.id>
- Mara, D., & Broome, J. (2008). Sewerage: a return to basics to benefit the poor. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*, 161(4), 231-237.
- Morrison, G., Fatoki, O. S., Persson, L., & Ekberg, A. (2001). Assessment of the impact of point source pollution from the Keiskammahoek Sewage Treatment Plant on the Keiskamma River-pH, electrical conductivity, oxygen-demanding substance (COD) and nutrients. *Water Sa*, 27(4), 475-480.
- Said, N. I., & Syabani, M. R. (2014). Penghilangan amoniak di dalam air limbah domestik dengan proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *Jurnal Air Indonesia*, 7(1).
- Said, N. I., & Tresnawaty, R. (2001). Penghilangan Amoniak Di Dalam Air Baku Air Minum Dengan Proses Biofilter Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, 2(1). <https://doi.org/10.29122/jtl.v2i1.194>
- Sari, K. L., As, Z. A., Hardiono, H., & others. (2017). Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) Secara Aerob. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 14(1), 449-458.
- Sari, R. A., Pribadi, A., Nurmaningsih, D. R., Nengse, S., & Yustrianti, Y. (2022). Design of Communal Wastewater Treatment Plant (Case Study in Depok Village, Trenggalek, East Java). *Konversi*, 11(2).
- Sari, S. F., & Sutrisno, J. (2018). Penurunan total Coliform pada air tanah menggunakan membran keramik. *Waktu: Jurnal Teknik UNIPA*, 16(1), 30-38.
- Sulistia, S., Septisya, A. C., & others. (2019). Analisis kualitas air limbah domestik perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1).
- Sururi, M. R., Dirgawati, M., Roosmini, D., & Notodarmodjo, S. (2021). Characterization of fluorescent dissolved Muhammad Al Kholif, Miftakhul Rohmah, Pungut, Indah Nurhayati, Djoko Adi Walujo, & Majid, D. (2022). Penurunan Beban Pencemaran Rumah Potong Hewan (Rph) Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 14(2), 100-113. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol14.iss2.art1>
- Nugroho, R., & Said, N. I. (2011). Perbaikan Kualitas Air Baku Perusahaan Air Minum (PAM) dengan Biofiltrasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(2), 121-129.
- Odjadjare, E. E. O., & Okoh, A. I. (2010). Physicochemical quality of an urban municipal wastewater effluent and its impact on the receiving environment. *Environmental monitoring and assessment*, 170(1), 383-394.
- Padila, A. D. (2022). *Efektivitas Saringan Bertekanan Untuk Mengolah Air Limbah Laboratorium Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS*. Poltekkes Tanjungkarang.
- Rachmayadi, F., & Sururi, M. R. (2024). Identifikasi Kinerja IPAL Komunal Domestik Terbangun Sebelum Tahun 2012 di Kota Besar Indonesia (Studi Kasus IPAL RW 17 Melong Kota Cimahi). *Jurnal Serambi Engineering*, 9(2), 8542-8553.
- Rahmadanti, T., Utami, A., Gomareuzzaman, M., Muryani, E., & Algary, T. A. (2023). Evaluasi Tingkat Pencemaran Air Tanahakibat Limbah Cair Industri Batik menggunakan Metode Indeks Pencemaran di Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian SATU BUMI (Vol. 5, No. 1)*. organic matter in an affected pollution raw water source using an excitation-emission matrix and parafac. *Environment and Natural Resources Journal*, 19(6), 459-467. <https://doi.org/10.32526/enrj/19/2021008>
- Sururi, M. R., Dirgawati, M., Wiliana, W., Fadlurrohman, F., Hardika, & Widiyati, N. (2023). Performance evaluation of domestic waste water treatment system in urban Indonesia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8(October), 100507. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2023.100507>
- Sururi, M. R., Dirgawati, M., Wiliana, W., & Widiawati, N. (2023). PENILAIAN KINERJA IPAL KOMUNAL TERBANGUN DI KOTA CIMAH. *CR JOURNAL (CREATIVE RESEARCH FOR WEST JAVA DEVELOPMENT)*, 9(1), 1-14.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., & others. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse*, Metcalf & Eddy Inc. *McGraw-Hill, Inc., New York*. doi, 10, 70418780.
- Utami Wulandari, R., Kokoh Haryo Putro, R., Pembangunan Nasional, U., & Timur, J. (2023). EVALUASI KAPASITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT (STUDI PADA RUMAH SAKIT X KOTA SURABAYA) Evaluation Of Hospital Wastewater Treatment Capacity (Study At X Hospital, Surabaya City). *Nusantara Hasana Journal*, 2(8), Page.