

## EVALUASI EFLUEN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK KOMUNAL UNTUK KEMUNGKINAN PEMAKAIAN SEBAGAI AIR DAUR ULANG

### *EVALUATION OF EFFLUENT COMMUNAL DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT FOR POSSIBLE USE AS RECLAIMED WATER*

**Fanny Kusumawati<sup>1</sup>, Emenda Sembiring<sup>2</sup>, dan Marisa Handajani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

<sup>2,3</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, FTSL, Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha No. 10 Bandung 40132

Email: <sup>1</sup>[fannykusumawati@gmail.com](mailto:fannykusumawati@gmail.com), <sup>2</sup>[emenda@ftsl.itb.ac.id](mailto:emenda@ftsl.itb.ac.id), dan <sup>3</sup>[m\\_handajani@yahoo.com](mailto:m_handajani@yahoo.com)

**Abstrak:** Terdapat tiga tujuan utama pemanfaatan air daur ulang yang dapat dipraktekkan pada tujuh objek studi IPAL komunal, yaitu untuk pertanian, perikanan, dan kebutuhan umum yang meliputi air pencucian kendaraan, penyiraman taman, air flushing toilet, dan suplai air pemadam kebakaran. Evaluasi terhadap performa dan kualitas efluen dari IPAL Cimanggung, Wangisagara, Bogor, Karawang, Cingised, Muara Baru, dan Pulo Gebang perlu dilakukan untuk mengetahui kelayakan sebagai sumber air daur ulang. Indonesia belum memiliki regulasi yang mengatur praktik air daur ulang, maka perlu disusun baku mutu air daur ulang yang akan digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi IPAL komunal. Proses penyusunan dilakukan dengan analisa konten terhadap standar internasional, baku mutu air daur ulang negara lain, dan NSPM penggunaan air bersih dan pengolahan air limbah yang berlaku di Indonesia sehingga tersusun *longlist* parameter. Lalu pembuatan kuesioner untuk memperoleh *shortlist* parameter, yang hasilnya divalidasi melalui FGD dengan mengundang pakar air daur ulang dari ITB, LIPI, Dinas KLH, Kementerian Pertanian, Diskimrum, dan Kementerian Pekerjaan Umum, hingga menghasilkan draft Acuan Baku Mutu Air Daur Ulang. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kualitas efluen IPAL Cingised dan Pulo Gebang sudah memenuhi acuan baku mutu air daur ulang hasil analisis dan dapat digunakan untuk tujuan pemanfaatan pertanian, perikanan dan kebutuhan umum. IPAL komunal lainnya perlu pengembangan terhadap sistemnya dengan pilihan rekomendasi teknologi yang diusulkan dari hasil analisis menggunakan metode *Simple Additive Weighting*: IPAL Cimanggung (1.Filtrasi), IPAL Wangisagara (1.Filtrasi, 2.Koagulasi flokulasi, 3.Adsorpsi, 4.RO), IPAL Bogor (1.Koagulasi flokulasi, 2.Adsorpsi, 3.RO), IPAL Karawang (1.Koagulasi flokulasi, 2.Adsorpsi, 3.RO), IPAL Muara Baru (1.Koagulasi flokulasi, 2.Adsorpsi, 3.RO).

**Kata kunci:** baku mutu, daur ulang, limbah domestik, IPAL komunal, pemilihan teknologi

**Abstract:** There are three main objectives for the use of reclaimed water which can be practiced on seven objects of communal WWTP studies, namely for agriculture, fisheries, and general use which include vehicle washing water, garden watering, toilet water wetting, and firefighting water supply. The performance and quality evaluation of Cimanggung, Wangisagara, Bogor, Karawang, Cingised, Muara Baru, and Pulo Gebang

WWTP were conducted to determine the feasibility of being a reclaimed water source. Indonesia has no regulations on reclamation water, it is necessary to establish reclamation water quality standards that will be used as a reference in evaluating communal WWTPs. The design process is carried out by analyzing content against international standards, reclamation water quality standards in other countries, and NSPM using clean water and wastewater treatment in Indonesia so that a longlist of parameters is compiled. Then the questionnaire was made to get a shortlist of parameters, the results were then validated through the FGD by inviting wastewater experts from ITB, LIPI, Ministry of Environment, Ministry of Agriculture, Diskimrum, and Ministry of Public Works, to produce Reference of Reclaimed Water Standard Quality. Evaluation results indicate that the effluent quality of the Cingised WWTP and Pulo Gebang meets the Reference of Reclaimed Water Standard Quality and can be used for agriculture, fisheries and general use. Other communal WWTPs require the development on its system with technology recommendations from result analysis using the Simple Additive method: IPAL Cimanggung (1. Filtration), IPAL Wangisagara (1. Filtration, 2. Coagulation-flocculation, 3. Adsorption, 4.RO), Bogor IPAL ( 1. Coagulation-flocculation, 2. Adsorption, 3.RO), Karawang Karawang (1. Coagulation-flocculation, 2. Adsorption, 3.RO), New WWTP Estuary (1. Coagulation-flocculation, 2. Adsorption, 3. RO).

**Keywords:** communal WWTP, domestic wastewater, quality standard, reclaimed water, technology selection.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat tidak disertai dengan upaya pelestarian lingkungan yang optimal, mengakibatkan penurunan daya dukung lingkungan termasuk penurunan ketersediaan sumber air bersih. Perlu dicari alternatif sumber air bersih, salah satunya dengan cara mendaur ulang air. Daur ulang air adalah upaya pemrosesan air buangan yang berasal dari rumah tangga, kelompok pengguna dalam jumlah besar dan penggunaan air lainnya sehingga dapat digunakan kembali sesuai keperluan (Yudistira, 2016). Terdapat tiga tujuan utama pemanfaatan air daur ulang yang dapat dipraktekkan pada IPAL komunal objek studi penelitian ini, yaitu untuk pertanian (Jeong, 2016), perikanan, dan kebutuhan umum yang meliputi air pencucian kendaraan, penyiraman taman, air flushing toilet (Zhu, 2018), dan suplai air pemadam kebakaran (Sramkova, 2018).

Pemerintah Indonesia membangun 94.545 buah IPAL komunal sebagai upaya untuk memaksimalkan pengolahan air limbah domestik di seluruh wilayah Indonesia melalui gerakan Sanimas dan Sabermas, pemilihan untuk lokasi pembangunan IPAL komunal berdasarkan klasifikasi daerah rawan sanitasi menurut Environment Health Risk Assessment (EHRA) dan buku putih kota serta kabupaten (PUPR, 2013). Beberapa diantaranya adalah

IPAL komunal pada Rusunawa Cingised, Muara Baru, dan Pulogebang untuk daerah perkotaan, sedangkan IPAL komunal pada daerah padat huni pedesaan ditemukan di daerah Cimanggung, Wangisagara kabupaten Bandung, Lija Bogor serta Desa Karawang, ketujuhnya menjadi objek studi pada penelitian ini.

Teknologi yang digunakan dan kapasitas olahan masing-masing IPAL komunal berbeda, tetapi pada umumnya efluen IPAL komunal diolah untuk memenuhi Permen LHK 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik lalu dibuang ke badan air (KLHK, 2016). Evaluasi terhadap performa dan kualitas efluen dari IPAL komunal dilakukan untuk mengetahui kelayakan sebagai sumber air daur ulang. Indonesia belum memiliki regulasi yang mengatur praktik air daur ulang, maka perlu disusun baku mutu air daur ulang yang akan digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi IPAL komunal. Selain itu ingin diketahui juga apabila dengan memberi tambahan pengolahan apakah memungkinkan efluennya dapat digunakan untuk tujuan pemanfaatan lain serta bagaimana kelayakannya secara ekonomi. Analisa kualitas dilihat dari pemenuhan efluen terhadap baku mutu air limbah domestik Permen KLHK no. 68 tahun 2016 dan baku mutu air daur ulang hasil analisis.

## **METODOLOGI**

### **Desain Kuesioner**

Untuk mengetahui peringkat parameter kualitas air limbah yang dinilai penting dalam menentukan syarat kualitas air daur ulang untuk tujuan pemanfaatan bagi pertanian, perikanan, dan kebutuhan umum, maka kuesioner disusun berdasarkan *longlist* parameter dalam bentuk tabel disertai pemilihan skala kepentingan Likert (Erwan et al. 2016; Ariva dan Ogi. 2013; Durriyah et al. 2016). *Longlist* dibuat dengan melakukan analisis konten terhadap Baku Mutu Air Daur Ulang yang berlaku secara internasional (WHO), Baku Mutu Air Daur Ulang negara lain, serta NSPM mengenai aturan penggunaan air bersih dan pengolahan air limbah yang berlaku di Indonesia, daftar acuan yang digunakan untuk analisis konten adalah sebagai berikut:

- a. WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater Volume 2 Wastewater use in agriculture
- b. Amerika Serikat – US EPA Guidelines for Water Reuse 2012
- c. Spanyol – Spanish Regulation for Water Reuse Royal Decree 1620/2007 of 7 Desember
- d. Singapura – Technical Guide for Greywater Recycling System, Sep 2014, PUB

- e. Uni Eropa - Water Reuse in EU-States: Necessity for Uniform Criteria to Mitigate Human and Environmental Risks by Nikolaos Paranychianakis
- f. Inggris – British Standard 8525-2 Standard for Treated Greywater Quality
- g. PP 82 Tahun 2001 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air h. Abu Dhabi – Reclaimed Wastewater Use Alternative and Quality Standards
- i. China - GB/T 18920-2002 The reuse of urban recycling water - Water quality standard for urban miscellaneous water consumption
- j. Jepang - Establishment of Guidelines For The Reuse of Treated Wastewater, Sewerage and Wastewater Management Department, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.
- k. WHO Eastern mediterranean - A Compendium of standards for wastewater reuse in the Eastern mediterranean Region
- l. Permen KLHK no 68 tahun 2016 Baku Mutu Air limbah Domestik
- m. PermenKes no 32 tahun 2017 Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua dan Pemandian Umum
- n. PP 82/2001 Kelas 4 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- o. Permentan 79/2013 Pedoman Kesesuaian Lahan pada Komoditas Tanaman Pangan p. PermenKP 75/2016 Pedoman Umum Pembesaran Ikan Budidaya

Untuk analisis penentuan nilai kadar maksimum yang diperbolehkan untuk setiap parameter kualitas air, maka dibuat tabulasi yang mencakup parameter kualitas air, nilai kadar maksimum yang diperbolehkan, dan negara pencetus masing-masing peraturan untuk setiap kategori tujuan pemanfaatan. Responden diminta memasukan nilai batas yang direkomendasikan untuk diadopsi oleh Indonesia beserta alasan pemilihannya. Target responden adalah para peserta undangan FGD, yaitu pakar air limbah pada instansi pemerintahan dan lembaga penelitian, seperti: LIPI, ITB, Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Dinas Perumahan dan Permukiman Provinsi Jawa Barat, Bappelitbang Kota Bandung, Bidang Mutu Dirjen Hortikultura Kementerian Pertanian, Dirjen Hortikultura, Kementerian Pertanian, Inspektor Lembaga Inspeksi IPAL, dan Puslitbang Permukiman. Kuesioner dibagikan sebelum pelaksanaan acara FGD, hasilnya dirangkum dan diolah menggunakan Microsoft Excel sehingga menjadi *shortlist* parameter.

### Tahapan *Focus Group Discussion* (FGD)

Output dari FGD adalah draft acuan Baku Mutu Air Daur Ulang untuk tujuan pemanfaatan: Pertanian (untuk tanaman yang tidak dikonsumsi dalam keadaan mentah), Perikanan, dan Kebutuhan Umum (untuk pencucian kendaraan, penyiraman taman, air flushing toilet, dan suplai air pemadam kebakaran). Draft acuan Baku Mutu Air Daur Ulang berisi parameter-parameter kualitas air yang dinilai penting beserta nilai kadar maksimum yang diperbolehkan, berupa nilai tunggal atau rentang.



**Gambar 1** Diagram alir tahapan penyusunan draft acuan baku mutu air daur ulang

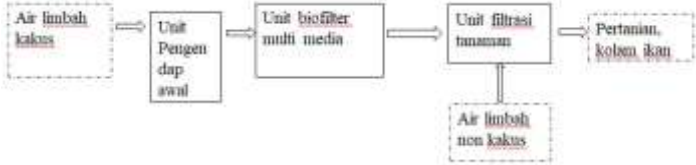
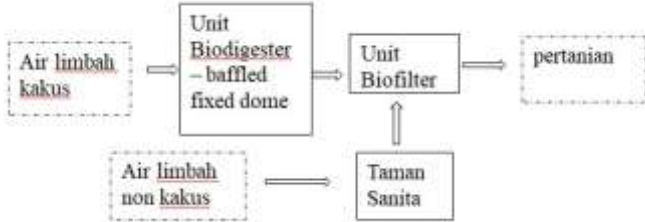
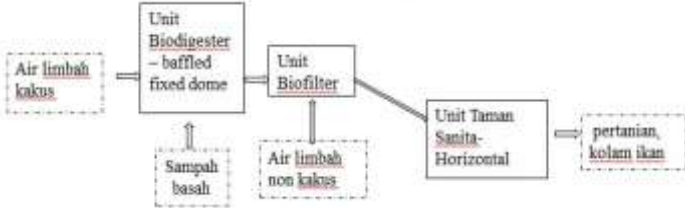

Sasaran pengguna Baku Mutu Air Daur Ulang: Pemilik IPAL komunal, baik itu masyarakat/ instansi / pemerintah/ lembaga / swasta yang ingin mengevaluasi efluen hasil pengolahan sistem IPAL-nya apakah memenuhi syarat secara kualitas untuk digunakan sebagai sumber air daur ulang untuk tujuan pemanfaatan: pertanian, perikanan, dan kebutuhan umum. Khusus untuk pemerintah, acuan ini dapat digunakan jika ingin melakukan pengembangan IPAL komunal/ Sanimas/ Sabermas dari yang semula efluennya dibuang ke badan air, menjadi digunakan sebagai air daur ulang.

FGD dilaksanakan pada Kamis, 22 November 2018 di Ruang Rapat, Puslitbang Permukiman, Jl. Panyawungan Cileunyi Wetan, Kab. Bandung dan dihadiri oleh 12 pakar air limbah dari 7 instansi. Pelaksanaan FGD dilakukan dengan tahapan sesuai **Gambar 1**.

## GAMBARAN UMUM LOKASI

Objek studi pada penelitian ini adalah 7 IPAL komunal pada **Tabel 1** yang dibangun berdasarkan klasifikasi daerah rawan sanitasi menurut Environment Health Risk Assessment (EHRA) dan buku putih kota serta kabupaten.

**Tabel 1** Daftar IPAL Komunal Lokasi Studi

No	Lokasi IPAL	Teknologi	Keterangan
1	Desa Sindang Pakuon, Kec. Cimanggung, Kab. Sumedang		Peruntukkan air daur ulang eksisting kolam ikan dan irigasi pertanian
		Kapasitas 50 KK	
2	Kp. Mande, di Desa Karya Makmur, Kec. Batu Jaya, Kab. Karawang (DAS Citarum)		Pertanian
		Kapasitas 100 KK	
3	Kp. Lija, Desa Sukaresmi, Kec. Megamendung, Kab. Bogor, Jawa Barat		Kolam ikan dan irigasi pertanian
		Kapasitas 50 KK	
4	Rusunawa Cingised, Bandung		Kolam Ikan
		Kapasitas 50 KK	

No	Lokasi IPAL	Teknologi	Keterangan
5	Desa Wangisagara, Kab. Bandung	<pre> graph LR     A[Air limbah kakus] --&gt; B[Unit Pengendap awal]     B --&gt; C[Unit Vermifilter]     C --&gt; D[Unit filtrasi tanaman]     E[Air limbah non kakus] --&gt; D     D --&gt; F[Pertanian]           </pre>	Pertanian
		Kapasitas 50 KK	
6	Rusunawa Muara Baru, Pluit, Jakarta	<pre> graph LR     A[Air limbah rumah tangga] --&gt; B[Unit Prapengolahan-grease trap-pengendap]     B --&gt; C[Unit biofilter multi media]     C --&gt; D[RBC]     D --&gt; E[Penyiraman tanaman]           </pre>	Penyiraman Tanaman
		Kapasitas 100 KK	
7	Rusunawa Pulogebang	<pre> graph LR     A[Air limbah rumah tangga] --&gt; B[Bak Pengumpul Bak Pengendap Bak Ekuilisasi]     B --&gt; C[Biofilter Anaerob Biofilter Aerob]     C --&gt; D[Bak Pengendap Akhir]     D --&gt; E[Tangki Membran]     E --&gt; F[Penyiraman tanaman Pencucian kendaraan]     G[Bak Chlorine] --&gt; H[Kolam Ikan]           </pre>	Penyiraman Tanaman, Pencucian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Efluen

Karakteristik efluen IPAL komunal didapat dari hasil pengujian laboratorium terbaru dan rekaman data uji lampau. Pengujian dilakukan terhadap parameter yang dianjurkan pada PermenLHK 68/2016, dengan hasil pada **Tabel 2**:

**Tabel 2** Hasil pengujian laboratorium terhadap efluen IPAL komunal

Parameter	TSS	pH	COD	BOD	Amoniak *(NH3- N)	Minyak dan lemak	Deterjen	Total Coliform	Nitrat (sebagai NO3)	Total Phospat (P)
IPAL Komunal	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	jml/100 mL	mg/L	mg/L
Cimanggung	19.00	7.42	82.86	15.00	4.36	*	*	*	11.75	*
Wangisagara	12.42	7.44	25.47	13.11	3.45	47.00	*	*	9.22	0.17
Bogor	27.58	7.02	113.37	78.88	*	*	*	*	*	*
Karawang	24.64	7.38	79.35	60.67	0.64	*	*	*	*	*
Cingised	7.75	7.43	63.04	23.12	4.30	2.00	*	1600	*	*
Muara Baru	7.17	7.50	71.57	36.36	2.94	25.87	34.2	*	*	*
Pulo Gebang	14.33	7.48	22.67	7.33	4.00	2.33	1.00	260	*	*

\*masih mengganggu hasil laboratorium

Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh bahwa nilai BOD pada IPAL Bogor, Karawang, dan Muara Baru melebihi dari batas yang diperbolehkan oleh PermenLHK 68/2016, sehingga perlu diterapkan tambahan teknologi untuk meningkatkan kualitas efluennya. Selain itu yang belum memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik adalah, nilai COD dari IPAL Bogor, minyak dan lemak pada IPAL Wangisagara dan Muara Baru.

### Penilaian Performa IPAL Komunal

Tingkat kinerja sebuah IPAL dapat dinilai melalui besaran efisiensi penyisihan BOD (Said, 2017). Nilai efisiensi penyisihan BOD untuk masing-masing IPAL komunal objek studi dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut.

**Tabel 3** Hasil perhitungan Efisiensi Penyisihan BOD

No	Nama IPAL	% Efisiensi rata-rata
1	Cimanggung	97.24
2	Wangisagara	94.98
3	Bogor	58.58
4	Karawang	87.61
5	Cingised	78.11
6	Muara Baru	82.75
7	Pulo Gebang	96.13

Dari **Tabel 3** terlihat bahwa IPAL komunal Cimanggung memiliki nilai efisiensi penyisihan BOD terbesar. IPAL Cimanggung menggunakan kombinasi biofilter, lahan basah buatan, dan saringan pasir lambat. Sedangkan IPAL komunal Bogor memiliki efisiensi penyisihan BOD terendah dengan nilai 58,58 %. Hal tersebut dikarenakan sistem IPAL merupakan kombinasi dengan biodigester, idealnya input biodigester dibatasi per hari maksimal sebesar 5 kg sampah. Pada prakteknya di lapangan, pengelola kesulitan untuk mengawasi jumlah sampah yang masuk selama 1x24 jam, sehingga ada kemungkinan input sampah yang masuk melebihi batas dari yang seharusnya sehingga mempengaruhi tingginya influen BOD.

**Tabel 4** Hasil Perhitungan OEE

No	IPAL	Quality Product	Availability	Performance	OEE	OEE (%)
1	Cimanggung	1.00	1.00	0.70	0.6988	69.88
2	Wangisagara	0.93	1.00	0.74	0.6948	69.48
3	Bogor	0.67	1.00	*	0.6667	66.67
4	Karawang	0.64	1.00	*	0.6429	64.29
5	Cingised	1.00	1.00	0.72	0.7216	72.16
6	Muara Baru	0.87	1.00	*	0.8667	86.67
7	Pulo Gebang	1.00	1.00	0.60	0.6028	60.28

\*belum dilakukan pengukuran debit



Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa secara garis besar tingkat OEE semua IPAL lokasi studi memiliki nilai  $> 60\%$ , hal tersebut berarti kinerja pengolahan dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk pengembangan. Diharapkan dengan penerapan rekomendasi teknologi yang diusulkan dapat meningkatkan kinerja IPAL sehingga mencapai OEE optimum.

## Hasil FGD

*Shortlist* berupa daftar peringkat 25 besar parameter kualitas air limbah yang perlu diperhatikan dalam penentuan kualitas air daur ulang diperoleh dari hasil pengolahan data kuesioner menggunakan software Microsoft Excel. *Shortlist* dan daftar masukan untuk kadar maksimum setiap parameter dibahas dan divalidasi melalui proses FGD, dengan hasil sebagai berikut:

- a. Karena sumber air yang digunakan berasal dari air limbah domestik, maka batasan parameter yang diperhitungkan hanya parameter yang ada pada karakteristik air limbah domestik sesuai Permen KLH 01/2010 Tata Laksana Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Air. Parameter air yang terdapat pada air limbah domestik yaitu TS, TDS, TSS, BOD, COD, total Nitrogen, Amoniak, Total Fosfor, Klorida, Sulfat, Alkalinitas, minyak dan lemak, total koliform, dan VOC.
- b. Sedangkan nilai ambang batas maksimum, ditentukan berupa rentang nilai, antara acuan air yang disarankan dengan maksimum nilai pada BMALD. Dengan aturan sebagai berikut:
  - Jika batas maksimum pada acuan kualitas air lebih ketat daripada BMALD maka kadar maksimum yang diperbolehkan diambil berupa nilai rentang.
  - Jika batas maksimum pada acuan kualitas air lebih rendah daripada BMALD, maka kadar maksimum yang diperbolehkan mengikuti nilai BMALD. Karena BMALD merupakan peraturan yang bersifat mengikat dan harus dipatuhi, artinya pelanggarnya dapat diberikan sanksi. Sedangkan peraturan kementerian yang digunakan sebagai acuan kualitas air untuk pertanian, perikanan dan higiene sanitasi merupakan peraturan pedoman, tidak bersifat mengikat dan tidak ada sanksi pada pelanggarnya. Peraturan tersebut dibuat untuk informasi kepada masyarakat, bahwa kualitas air yang baik untuk pertanian sebaiknya memiliki parameter dan kualitas sekian.

- Untuk kualitas efluen IPAL komunal yang parameternya melebihi nilai BMALD maka sebaiknya yang perlu dilakukan adalah perbaikan pengolahan IPAL dan tidak untuk didaur ulang.
- c. Untuk mengevaluasi pemenuhan kualitas efluen IPAL komunal untuk digunakan sebagai air daur ulang untuk tujuan pemanfaatan bagi pertanian, maka peraturan baku mutu yang harus dipenuhi adalah:
- Permen KLH 68/2016 mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik (BMALD),
  - PP 82/2001 Kelas 4 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air,
  - Permentan 79/2013 Pedoman Kesesuaian Lahan pada Komoditas Tanaman Pangan.
- Hasil analisis penyusunan acuan Baku mutu air daur ulang untuk Pertanian dapat dilihat pada **Tabel 5**.
- d. Untuk mengevaluasi pemenuhan kualitas efluen IPAL komunal untuk digunakan sebagai air daur ulang untuk tujuan pemanfaatan bagi perikanan maka digunakan acuan:
- Permen KLH 68/2016 mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik (BMALD),
  - PP 82/2001 Kelas 2 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air,
  - PermenKP 75/2016 Pedoman Umum Pembesaran Ikan Budidaya.
- Hasil analisis penyusunan acuan Baku mutu air daur ulang untuk Pertanian dapat dilihat pada **Tabel 5**.
- e. Untuk mengevaluasi pemenuhan kualitas efluen IPAL komunal untuk digunakan sebagai air daur ulang untuk tujuan pemanfaatan bagi kebutuhan umum maka digunakan acuan:
- Permen KLH 68/2016 mengenai Baku Mutu Air Limbah Domesti (BMALD),
  - PP 82/2001 Kelas 1 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air,
  - Permenkes 32/2017 Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi.
- Hasil analisis penyusunan acuan Baku mutu air daur ulang untuk Kebutuhan Umum dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5** Acuan baku mutu air daur ulang untuk pertanian, perikanan dan kebutuhan umum

Parameter Kualitas Air	Pertanian	Perikanan	Kebutuhan Umum
TDS	2000	150 - 1000	1000
TSS	30	30	30
BOD	12 - 30	3 - 30	2 - 30
COD	100	25 - 100	10 - 100
Amoniak	10	0.1 - 10	0.5 - 10
Nitrit	-	0.06 - 1	0.06 - 1
Nitrat	20	0.5 - 10	10
Total Fosfat sbg P	5	0.1 - 0.2	-
Alkalinitas	30 - 40	100 - 240	80-200
Minyak & Lemak	5	5	5
Total Koliform	3000	3000	3000
pH	4.5 - 9	6 - 9	6 - 9
Klorida	-	-	1
Sulfat	-	-	400
Kekeruhan	-	-	25
Kesadahan	-	-	500

### Hasil Analisis Pemilihan Alternatif Teknologi

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (Roccaro, 2018), diperoleh hasil untuk masing-masing alternatif teknologi seperti pada **Tabel 6**. Teknologi filtrasi atau saringan pasir lambat memiliki hasil penilaian tertinggi, dan RO memiliki peringkat terendah.

**Tabel 6** Peringkat alternatif teknologi hasil pembobotan

No	Teknologi Pengolahan	Nilai
1	Filtrasi	0.884362
2	Koagulasi-Flokulasi	0.862598
3	MF/UF	0.852496
4	Khlorinasi	0.844491
5	UV	0.822896
6	Wetland	0.819389
7	Adsorpsi	0.764473
8	Ozon	0.637073
9	RO	0.558473

## KESIMPULAN

1. Acuan baku mutu air daur ulang hasil analisis pemilihan yang didapat pada penelitian ini untuk mengevaluasi efluen IPAL komunal sebagai sumber air daur ulang dengan tujuan pemanfaatan bagi Pertanian adalah:  $\text{TDS} \leq 2000 \text{ mg/L}$ ,  $\text{TSS} \leq 30$ ,  $\text{BOD} 12 - 30$ ,  $\text{COD} \leq 100$ ,  $\text{Amoniak} \leq 100 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Nitrat} \leq 20$ ,  $\text{Total Fosfat sbg P} \leq 5 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Alkalinitas } 30 - 40$ ,  $\text{Minyak \& Lemak} \leq 5 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Total Koliform} \leq 3000 \text{ number/100 mL}$ , dan  $\text{pH } 4.5 - 9$ .
2. Acuan baku mutu air daur ulang hasil analisis pemilihan yang didapat pada penelitian ini untuk mengevaluasi efluen IPAL komunal sebagai sumber air daur ulang dengan tujuan pemanfaatan bagi Perikanan adalah:  $\text{TDS } 150 - 1000 \text{ mg/L}$ ,  $\text{TSS} \leq 30 \text{ mg/L}$ ,  $\text{BOD } 3 - 30$ ,  $\text{COD } 25 - 100$ ,  $\text{Amoniak } 0.1 - 10 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Nitrit } 0.06 - 1 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Nitrat } 0.5 - 10$ ,  $\text{Total Fosfat sbg P } 0.1 - 0.2$ ,  $\text{Alkalinitas } 100 - 240$ ,  $\text{Minyak \& Lemak} \leq 5 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Total Koliform} \leq 3000 \text{ number/100 mL}$ , dan  $\text{pH } 4.5 - 9$ .
3. Acuan baku mutu air daur ulang hasil analisis pemilihan yang didapat pada penelitian ini untuk mengevaluasi efluen IPAL komunal sebagai sumber air daur ulang dengan tujuan pemanfaatan bagi Kebutuhan umum adalah:  $\text{TDS} \leq 1000 \text{ mg/L}$ ,  $\text{TSS} \leq 30 \text{ mg/L}$ ,  $\text{BOD } 2 - 30$ ,  $\text{COD } 10 - 100$ ,  $\text{Amoniak } 0.5 - 10 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Nitrit } 0.06 - 1 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Nitrat} \leq 10 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Klorida} \leq 1 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Sulfat} \leq 400 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Alkalinitas } 80 - 200$ ,  $\text{Minyak \& Lemak} \leq 5 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Total Koliform } 50 - 3000 \text{ number/100 mL}$ ,  $\text{pH } 4.5 - 9$ ,  $\text{kekeruhan} \leq 24$ , dan  $\text{kesadahan} \leq 500$ .
4. Rekomendasi teknologi yang diusulkan untuk peningkatan kinerja masing-masing IPAL adalah, IPAL Cimanggung (1. Filtrasi), IPAL Wangisagara (1.Filtrasi, 2.Koagulasi flokulasi, 3.Adsorpsi, 4.RO), IPAL Bogor (1.Koagulasi flokulasi, 2.Adsorpsi, 3.RO), IPAL Karawang (1.Koagulasi flokulasi, 2.Adsorpsi, 3.RO), IPAL Muara Baru (1.Koagulasi flokulasi, 2.Adsorpsi, 3.RO).
5. IPAL Cingised dan Pulo Gebang sudah memenuhi acuan baku mutu air daur ulang hasil analisis, sehingga efluennya dapat langsung digunakan untuk tujuan pemanfaatan pertanian, perikanan dan kebutuhan umum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, F. N. (2016). Audit Teknologi Sistem Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Bandung: PT.
- Ariva, L., & Oginawati, K. (2013). IDENTIFIKASI DENSITY FIGURE DAN PENGENDALIAN VEKTOR DEMAM BERDARAH PADA KELURAHAN CICADAS BANDUNG. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 19(1), 55-63.
- Desalination*.

- Durriyyah, S., Soewondo, P., & Rahardyan, B. (2016). PENENTUAN TEKNOLOGI SANITASI DI KAWASAN SPESIFIK DAERAH KERING (STUDI KASUS DI KABUPATEN SUMBA BARAT DAYA NTT). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(1), 83-92.
- Elsevier*.
- Emerging Contaminants and Direct Potable Reuse. *Sciencedirect*, 9.
- Erwana, F., Dewi, K., & Rahardyan, B. (2016). KAJIAN DAMPAK PENAMBANGAN TIMAH INKONVENSIIONAL TERHADAP LINGKUNGAN DAN SOSIAL EKONOMI MASYARAKAT (STUDI KASUS: KABUPATEN BANGKA BARAT PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(2), 32-41.
- Folch, M. S. (2018). *Wastewater Treatment and Water Reuse*. Amsterdam: Elsevier.
- Jeong, H. H. (2016). Irrigation Water Quality Standards for Indirect Wastewater Reuse in Agriculture: A Contribution toward Sustainable Wastewater Reuse in South Korea. *MDPI*. Kiblat Buku Utama.
- KLHK, K. L. (2016). Peraturan Menteri no 68 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Jakarta, Indonesia.
- PUPR, K. P. (2013). Materi Bidang Air Limbah I. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Pertamanan dan Kegiatan Non-Potable. *Jom FTEKNIK*, 8.
- Roccaro, P. (2018). Treatment Processes for Municipal Wastewater Reclamation: The Challenges of
- Said, N. I. (2017). Daur Ulang Air Limbah untuk Air Minum. In *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori & Aplikasi* (p. 559). Jakarta: Erlangga.
- Sramkova, M. V. (2018). Experimental Verification of Tertiary Treatment Process in Achieving Effluent.
- Yudistira, N. A. (2016). Pemilihan Teknologi Daur Ulang Effluent Limbah Cair Rumah Sakit untuk
- Zhu, J. (2018). Feasibility of On Site Greywater Reuse for Toilet Flushing in China. *Water Reuse and*

