

Prarancangan IPAL Komunal Padukuhan Baran, Kapenawon Pundong, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Design of Communal WWTP in Baran, Pundong Sub-district, Bantul, Yogyakarta

Nur Iswanto^{1*)}, Larasati Nanda Lakaoni¹⁾, Dewi Eviane¹⁾, Silviani¹⁾

¹⁾ Prodi Magister Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta

^{*)} Corresponding Author: nur_iswanto@yahoo.com

ABSTRAK

Padukuhan Baran terletak di Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, DIY belum memiliki fasilitas pengolahan limbah cair khususnya *grey water*. Limbah cair domestik langsung menuju ke persawahan dan perkebunan, menimbulkan bau yang tidak sedap serta menjadi sarang nyamuk. Teknologi yang akan diusulkan untuk mengolah limbah cair adalah kombinasi antara dua sistem *anaerobic* yaitu *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Anaerobic Filter*. Parameter yang dianalisis adalah COD, BOD, TDS, minyak dan lemak, serta deterjen. Estimasi debit limbah cair domestik 42 m³/hari dan volume puncak 1,75 m³/jam. Berdasarkan perhitungan efluen yang keluar dari IPAL telah sesuai dengan Perda DIY Nomor 7 tahun 2016 tentang Standar Baku Mutu Air Limbah sehingga aliran airnya dapat dialirkan ke sungai secara langsung dan dimanfaatkan, misalnya, untuk pengairan sawah dan perkebunan warga sekitar. Estimasi biaya yang dibutuhkan untuk membangun IPAL di Padukuhan Baran adalah Rp 125.170.000.

Kata Kunci: *Limbah cair Domestik, Anaerobic Baffled Reactor, Anaerobic Filter*

ABSTRACT

Padukuhan Baran is located in Pundong District, Bantul Regency, DIY has currently no waste water treatment facility, particularly for grey water. Domestic wastewater goes directly to the rice fields and cropping area that generates unpleasant odors and becomes mosquitoes nest. It was proposed that the combination of two anaerobic systems to be installed in Padukuhan Baran to treat wastewater, which were Anaerobic Baffled Reactor and Anaerobic Filter. The parameters used in this study were COD, BOD, TDS, oil and fat, as well as detergent content. The estimate wastewater flow rate is 42 m³/day, with the the peak flow of 1.75 m³/hour. It was also predicted that the WWTP effluent would meet the standards stipulated in Provincial Decree Number 7 of 2016 regarding waste water standard and therefore the effluent could be directly discharged to the adjacent river for further utilisation, such as irrigating rice fields and other crops. The estimate cost required to build municipal WWTP for Padukuhan Baran is Rp 125,170,000.

Keywords: *Padukuhan Baran, Domestic Wastewater, Anaerobic Baffled Reactor, Anaerobic Filter*

PENDAHULUAN

Grey water termasuk limbah cair non-kakus yang berasal dari aktivitas rumah tangga yaitu dari bekas air mandi, air cucian pakaian, dan bekas cucian piring. Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) biasanya digunakan sebagai penduga kandungan pencemar bahan organik yang dapat menurunkan konsentrasi oksigen di dalam air sekaligus menentukan kualitas limbah

cair. Semakin tinggi nilai BOD dan COD, maka kualitas air buangan semakin buruk (Andika, 2020). Selain itu, beberapa indikator kimia dan fisika yang terkandung di dalam limbah cair juga perlu dianalisis yaitu minyak, lemak, deterjen, serta *Total Dissolved Solid* (TDS) karena berbahaya bagi lingkungan (Nuraini dkk, 2019).

Warga Padukuhan Baran umumnya masih memiliki pemahaman yang terbatas tentang pengolahan limbah cair domestik. Limpasan limbah cair domestik langsung dibuang begitu saja dengan mengandalkan permeabilitas tanah atau dialirkan ke parit terdekat. Parit ini langsung menuju ke persawahan dan perkebunan tebu milik warga sekitar. Limbah cair domestik yang tergenang membuat warga merasa tidak nyaman karena menimbulkan bau yang tidak sedap dan menjadi sarang nyamuk.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan desain instalasi pengolahan limbah cair domestik yang sesuai dengan jumlah penduduk di Padukuhan Baran khususnya agar limbah *grey water* dari pemukiman warga memenuhi standar baku mutu sebelum dibuang ke badan air. Diharapkan instalasi pengolahan limbah dapat digunakan hingga 10 tahun. Hasil pengolahan limbah cair domestik *grey water* juga diharapkan dapat memenuhi syarat golongan I baku mutu limbah cair untuk keperluan pertanian dan perkebunan.

BAHAN DAN METODE

Baku Mutu Limbah Cair Domestik

Baku mutu limbah cair domestik adalah jumlah atau batas unsur bahan pencemar yang tenggang berada di dalam limbah cair yang akan dibuang ke sumber atau badan air. Tabel 1 berisi tentang ambang batas baku mutu limbah cair domestik untuk IPAL Komunal sesuai dengan Perda DIY nomor 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Domestik Komunal (*grey water*)

Parameter	Ambang Batas Maksimum
BOD	30 mg/L
COD	100 mg/L
TDS	2000 mg/L
Minyak dan Lemak Total	5 mg/L
pH	6-9
Deterjen	5 mg/L
Total Coliform	3000 MPN/100 ml
Debit	100 Liter/orang/hari

Sumber: Peraturan Daerah DIY nomor 7 tahun 2016

BOD adalah parameter yang paling banyak digunakan dalam menguji kualitas limbah cair domestik dan air permukaan. Besaran BOD menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang ada di dalam air. Semakin tinggi BOD, semakin tercemar air. COD merupakan jumlah kebutuhan oksigen didalam air untuk penguraian unsur pencemar secara kimiawi. Kandungan BOD dan COD limbah cair domestik umumnya pada kisaran masing-masing 100-300 mg/L dan 160-500 mg/L (Soedjono, 2010). TDS adalah *total dissolved solids*

yang merupakan padatan terlarut di dalam air limbah. Kontaminan air limbah juga bisa dalam bentuk padatan terlarut yang diukur di dalam TDS ini. Minyak dan lemak merupakan pencemar cair, tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri, relatif stabil, dan banyak ditemukan di perairan tetapi tidak terlarut dalam air. Deterjen adalah pembersih yang banyak digunakan sehari-hari di rumah tangga, rumah sakit, restoran, maupun hotel untuk menghilangkan tanah, minyak, dan lemak.

Perhitungan Debit Limbah Cair

Perhitungan debit limbah cair dilakukan dengan mengetahui terlebih dahulu jumlah penduduk, volume pemakaian air bersih tiap penduduk, serta limbah cair domestik yang dihasilkan dari pemakaian air bersih. Debit limbah cair yang diperoleh selanjutnya akan dipakai sebagai *design capacity* fasilitas IPAL Komunal yang akan dirancang.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Kapasitas IPAL Komunal yang akan didesain tentunya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam jangka waktu yang cukup panjang di masa yang akan datang sesuai dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk menggunakan persamaan geometri (1).

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : P_n = Proyeksi jumlah penduduk untuk tahun yang direncanakan; P_o = Jumlah penduduk pada tahun awal; r = Persentase pertumbuhan penduduk; n = Jumlah tahun yang direncanakan

Estimasi Pemakaian Air Bersih

Pada umumnya penggunaan air bersih di daerah pedesaan berada pada kisaran 60-100 Liter/orang/hari. Angka pemakaian air bersih yang digunakan dalam desain IPAL Komunal untuk Pedukuhan Baran adalah 100 Liter/orang/hari, dimana air bersih digunakan untuk mandi dan sisanya untuk keperluan yang lain (Permen PUPR nomor 4 tahun 2017). Kebutuhan air bersih total selanjutnya dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan (2).

$$Q_{\text{air Bersih}} = P \times 100 \text{ L/orang/hari} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan : $Q_{\text{air Bersih}}$ = Debit pemakaian air bersih (m^3/detik);
 P = Jumlah penduduk (orang)

Debit Limbah Cair Domestik

Volume limbah cair yang dibuang sebagai *grey water* diasumsikan sebesar 80% dari volume air bersih yang digunakan (Permen PUPR nomor 4 tahun 2017). Volume total limbah cair yang harus diolah sekaligus menjadi kapasitas IPAL yang akan didesain menggunakan Persamaan (3).

$$Q_{\text{limbah cair}} = (Q_{\text{air Bersih}} \times 80\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan : $Q_{\text{limbah cair}}$ = Debit limbah cair (m^3/detik); $Q_{\text{air bersih}}$ = Debit air bersih (m^3/detik)

Volume Limbah Cair Jam Puncak

Dalam menentukan dimensi bak pengolahan debit maksimum juga perlu diketahui. Berikut rumus (4) yang digunakan untuk menghitung total limbah cair maksimum.

$$LCJp = (Jp (\%) \times Q_{\text{limbah cair}}) + Q_{\text{limbah cair}} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan : LCJp = Limbah cair jam puncak (m³/detik); Jp = Jam puncak;
Q_{limbah air} = Debit produksi limbah cair (m³/detik)

Pemilihan Teknologi Pengolahan Limbah cair Domestik

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan teknologi pengolahan limbah cair yaitu debit, tingkat pencemaran, ketersediaan lahan, biaya investasi, biaya operasional dan pemeliharaan, produksi lumpur, serta *removal efficiency*. Limbah cair domestik yang dihasilkan oleh kegiatan penduduk di Padukuhan Baran harus diolah hingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah DIY nomor 7 tahun 2016.

Proses pengolahan secara biologis menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan polutan yang ada di dalam air seperti BOD dan COD baik pada kondisi memerlukan oksigen (*aerobic*) maupun tidak memerlukan oksigen (*anaerobic*). Proses *anaerobic* dapat menurunkan kandungan BOD hingga 90% dan akan sangat efektif jika diterapkan bagi IPAL Dukuh Baran. Pengoperasian sistem ini juga tidak membutuhkan biaya yang mahal.

Unit pengolahan secara biologi seperti *Anaerobic Baffled Reactor*(ABR), *Anaerobic Filter* (AF), *Rotating Biological Contactor* (RBC), dan *Activated Sludge* (AS) memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan. ABR tidak membutuhkan lahan yang luas dan biaya konstruksinya juga relatif rendah karena tidak menggunakan komponen kelistrikan dan mekanikal. Kekurangannya adalah pengolahan tambahan seperti filtrasi masih sering diperlukan. AF juga tidak membutuhkan lahan yang luas serta tidak menimbulkan bau, namun risiko penyumbatan di media filter cukup besar sehingga filter perlu dibersihkan atau diganti secara rutin. RBC mampu menyisihkan BOD sebesar 90-95%, namun perlu biaya yang relatif tinggi karena menggunakan peralatan mekanikal dan kelistrikan. Penyisihan BOD dan COD menggunakan AS cukup tinggi, tetapi membutuhkan lahan yang luas, menghasilkan lumpur yang banyak, serta biaya investasi dan operasional yang tinggi karena menggunakan pompa dan blower.

Teknologi pengolahan yang dipilih dalam perencanaan pengolahan limbah domestik di Padukuhan Baran adalah ABR dan AF karena teknologi tersebut minim dalam penggunaan komponen mekanikal dan elektrikal serta pengoperasiannya yang mudah. Peran masyarakat dalam pemeliharaan dan pengoperasian IPAL juga berpengaruh terhadap kinerja IPAL agar dapat berjalan dan berfungsi secara berkelanjutan (Kurnianingtyas, 2020). Menurut Diavid dkk (2018), teknologi AF dapat menurunkan kadar COD sebesar 56-78%. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa teknologi AF dapat menurunkan kadar COD sebesar 36,29%-78,33% dan kandungan BOD sebesar 47,42%-72,93% (Handayani dkk, 2020). Penelitian Kholif (2020) menunjukkan ABR dapat menurunkan BOD dan COD sebesar 95%. Kombinasi kedua teknologi ini dalam pengolahan limbah cukup efisien (Ahmad, 2015).

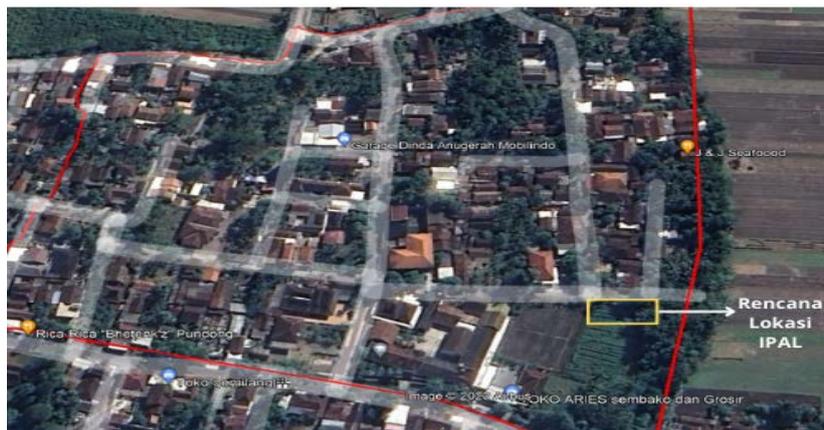
Biaya Investasi

Rencana investasi pembangunan IPAL Komunal terdiri dari biaya yang dibutuhkan untuk persiapan, pengadaan alat, pengadaan material, biaya konstruksi serta upah pekerja. Biaya tidak termasuk pembebasan lahan karena lokasi yang akan dipergunakan merupakan tanah milik desa. Estimasi biaya konstruksi dibuat berdasarkan volume pekerjaan dan nilai harga satuan pekerjaan (HSP) Kabupaten Bantul 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi

Lokasi pembangunan IPAL Komunal Padukuhan Baran yang diusulkan terletak di zona UTM 49S dengan koordinat $07^{\circ}48'LS$ dan $110^{\circ}23'BT$ yang merupakan lahan kosong yang tidak terawat. Limbah cair yang berasal dari rumah-rumah warga akan mengalir ke *grease trap* melalui saluran-saluran yang ada. Kemudian dari *grease trap* limbah cair akan mengalir ke bak ekualisasi lalu dipompa menuju ke ABR dan secara gravitasi akan mengalir menuju AF. Lokasi perencanaan berukuran $36\text{ m} \times 6\text{ m}$ dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perencanaan Lokasi Pembangunan IPAL Komunal

Sampel Limbah Cair

Metode *sampling* yang dilakukan adalah *composite time sampling* dan *integrated place sampling* dengan titik *sampling* adalah 10 rumah di masing-masing di 3 RT, atau total sebanyak 30 rumah. Di dalam *composite time sampling*, limbah cair dari 10 rumah di tiap RT diambil di pagi, siang dan sore hari dan kemudian dicampur membentuk 1 *composite time sample*, sehingga akan diperoleh 3 *composite time sample* untuk 3 RT. Sampel-sample tersebut kemudian dianalisis. Selanjutnya di dalam *integrated place sampling*, limbah cair dari 30 rumah di 3 RT diambil dalam waktu yang bersamaan di pagi hari, siang hari dan sore. Masing-masing 30 sampel di pagi, siang dan sore hari tersebut kemudian dicampur membentuk 3 *integrated place sample*. Hasil analisis terhadap 6 *composite sampel* limbah cair domestik di Padukuhan Baran dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Sampel Limbah Cair Padukuhan Baran

Sampel	BOD	COD	TDS	Minyak dan Lemak	Deterjen
--------	-----	-----	-----	------------------	----------

	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1	200,06	1206,58	2110	1,33	1,53
2	199,58	873,69	1195	4,66	2,74
3	158,81	588,40	1059	28,00	1,2
4	191,59	719,58	766	72,66	4,81
5	86,47	194,22	803	3,33	4,32
6	197,94	1388,22	1953	18,33	1,73
Rata-rata	172,40	828,44	1314,33	21,39	2,73

Teknologi IPAL Padukuhan Baran

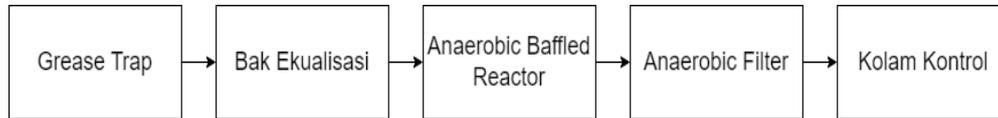
Limbah cair domestik di Padukuhan Baran memiliki BOD rata-rata 172,40 mg/L. Berdasarkan Tabel 3, diperoleh rasio COD/BOD sebesar 4,8 dimana rasio ini mendekati angka maksimum 5 (Mangkoedihardjo, 2010), sehingga limbah domestik cair di Padukuhan Baran akan lebih optimal bila diolah secara biologi (Affan, 2017). Selain itu, agar efluen dapat memenuhi baku mutu yaitu kandungan BOD sebesar 30 mg/L dan berdasarkan estimasi *removal efficiency*, maka kombinasi teknologi ABR dan AF diusulkan untuk diterapkan. ABR dan AF mengolah limbah cair secara *anaerobic* sehingga tidak memerlukan biaya pembangunan yang mahal serta biaya operasionalnya juga relatif murah. Teknologi ini hanya memerlukan 1 buah pompa untuk mengalirkan limbah cair dari bak ekualisasi menuju ABR dan tidak membutuhkan *skill* operasional dan *maintenance* yang tinggi. Kombinasi ABR dan AF cukup efisien menurunkan kadar COD dan BOD hingga mencapai 95% (Kholif, 2020). Dengan BOD *inlet* sebesar 172,40 mg/L maka berdasarkan perhitungan, BOD efluen akan dapat memenuhi baku mutu. Selain itu, kemampuan dan kesiapan masyarakat yang berada di daerah pedesaan juga turut menjadi bahan pertimbangan dalam mengoperasikan IPAL. Pengoperasian teknologi yang mudah dipahami masyarakat akan berpengaruh terhadap kinerja IPAL secara berkelanjutan (Kurnianingtyas, 2020).

Debit Limbah cair

Debit limbah cair komunal dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan pemakaian air bersih tiap penduduk. Jumlah penduduk di 3 RT Padukuhan Baran adalah 525 jiwa. Padukuhan Baran termasuk kategori pedesaan dengan jumlah penduduk kurang dari 1.000 jiwa, sehingga penggunaan air bersih rata-rata tiap penduduk dalam perhitungan desain IPAL diasumsikan sebesar 100 Liter/orang/hari (Badan Standarisasi Nasional, 2015), atau penggunaan air bersih total sebesar 52,5 m³/hari. Berdasarkan ketentuan PUPR (2016), limbah cair *grey water* yang dihasilkan jumlahnya 70-80% dari pemakaian air bersih. Dalam perhitungan, diasumsikan sebesar 80% dari air bersih akan menjadi *grey water*, sehingga kapasitas IPAL Komunal yang dirancang sebesar 42 m³/hari. Sedangkan 20% dari air bersih yang digunakan akan menjadi *black water*, terikut bersama limbah tinja. Warga di Pedukuhan Baran semuanya memiliki fasilitas kakus sehingga *black water* terpisah dari *grey water*.

Dimensi Unit IPAL Komunal

Blok diagram proses pengolahan *grey water* untuk Padukuhan Baran dilihat pada Gambar 2. Seluruh bangunan IPAL Komunal direncanakan menggunakan material konstruksi beton.



Gambar 2. Diagram Alir IPAL Komunal

Ringkasan hasil perhitungan untuk masing-masing alat akan ditampilkan sebagai berikut.

Grease Trap

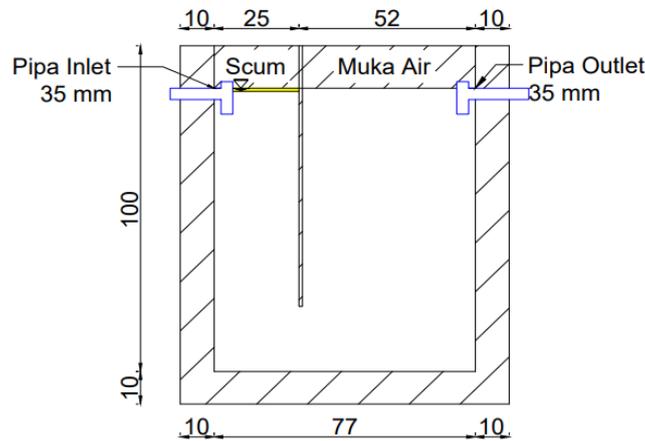
Grease Trap berfungsi memisahkan air dari minyak dan lemak serta padatan yang ikut terbangun bersama *grey water*. Pada bak ini tidak terjadi penurunan BOD, COD, dan TDS (Sari, 2022). Dalam desain IPAL Komunal ini, hasil perhitungan kapasitas dan dimensi bak *grease trap* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi *Grease Trap*

Kriteria	Nilai	Satuan
Debit rata-rata	42	m ³ /hari
Jumlah Kompartemen	2	buah
HRT	20	menit
Volume	0,6	m ³
Panjang	0,77	m
Lebar	0,77	m
Kedalaman	1	m

Keterangan: HRT = *hydraulic retention time*

Berdasarkan Tabel 4, *grease trap* akan terdiri dari dua kompartemen dengan waktu tinggal (*hydraulic retention time*) total 20 menit. Perhitungan menggunakan waktu tinggal maksimum dari rentang yang direkomendasikan untuk mengantisipasi jam puncak sekaligus sebagai *over design* alat. Gambar skematik *grease trap* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skematik Grease Trap

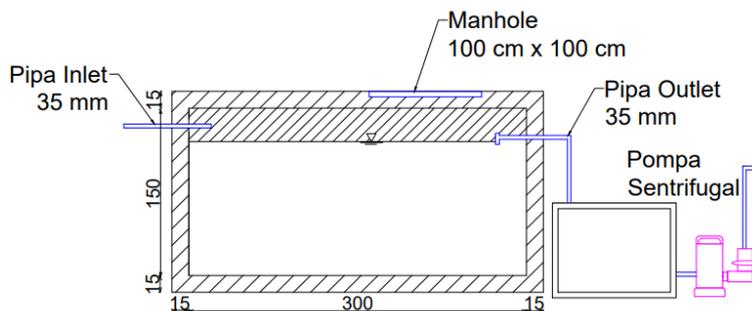
Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi berfungsi untuk menyetabilkan aliran limbah cair yang masuk ke dalam IPAL Komunal agar proses pengolahan berjalan dengan stabil. Bak ini dilengkapi pompa untuk mengalirkan limbah cair untuk menuju ke bak pengolahan selanjutnya. Perhitungan dimensi bak ekualisasi dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan gambar bak ekualisasi dapat dilihat pada Gambar 4. Waktu tinggal yang direkomendasikan di bak ekualisasi adalah 4-8 jam (Dimara, 2020), sehingga untuk mengantisipasi jam puncak, waktu tinggal yang digunakan adalah 8 jam.

Tabel 5. Spesifikasi Bak Ekualisasi

Kriteria	Nilai	Satuan
Debit rata-rata	42	m ³ /hari
HRT	8	jam
Volume	14	m ³
Panjang	3	m
Lebar	3	m
Kedalaman	1,5	m

Keterangan: HRT = *hydraulic retention time*



Gambar 4. Skema Bak Ekualisasi

Anaerobic Baffled Reactor

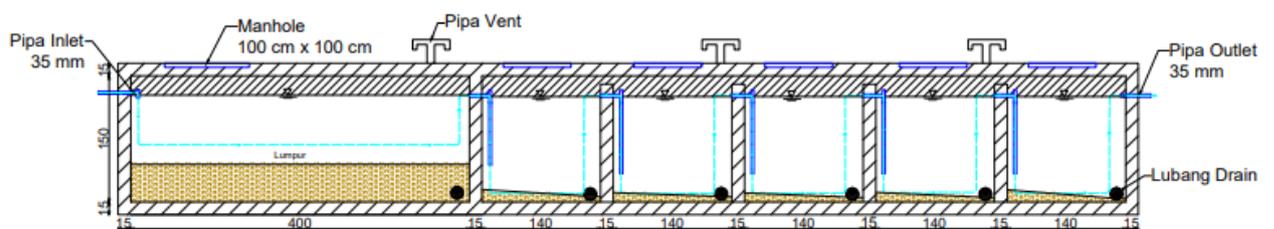
ABR terdiri dari 2 bagian utama, yakni bak pengendap dan 5 kompartemen. Bak pengendap berfungsi untuk menghilangkan dan mengendapkan kotoran yang ada

dalam limbah cair, sedangkan kompartemen merupakan bagian dimana terjadi peruraian senyawa-senyawa limbah secara anaerobik. Waktu tinggal yang direncanakan adalah 12 jam. Kompartemen terdiri dari sekat-sekat yang berfungsi untuk membantu pengadukan agar terjadi kontak antara limbah cair dengan biomassa. Kapasitas dan dimensi ABR dapat dilihat pada Tabel 6 Gambar 5.

Tabel 6. Spesifikasi ABR

Kriteria	Nilai	Satuan
Debit rata-rata	42	m ³ /hari
Jumlah Kompartemen	5	buah
HRT	12	jam
Volume	21	m ³
Panjang	7	m
Lebar	2	m
Kedalaman	1,5	m

Keterangan: HRT = *hydraulic retention time*



Gambar 5. Skema Anaerobic Baffled Reactor

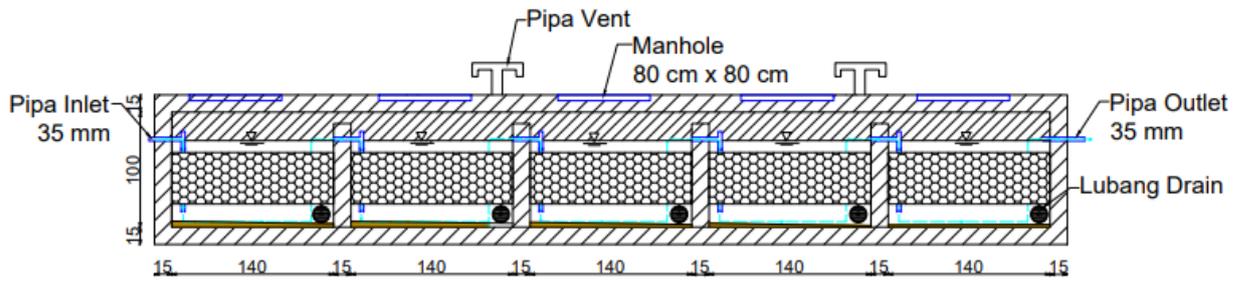
Anaerobic Filter

Anaerobic Filter terdiri dari kompartemen yang dipisahkan oleh sekat-sekat dan diisi media filter berbentuk sarang tawon. Peruraian zat organik terlarut dan tersuspensi dalam limbah cair terjadi selama kontak antara limbah cair dengan media filter sehingga terjadi penurunan zat organik (PUPR, 2018). Jumlah kompartemen yang direncanakan sebanyak 5 dengan waktu tinggal selama 8 jam (Sasse, 1998). Porositas media yang digunakan sebesar 98% (Affan, 2017). Rangkuman spesifikasi AF dapat dilihat pada Tabel 7 sedangkan Gambar 6. menampilkan gambar skematik AF.

Tabel 7. Spesifikasi Anaerobic Filter

Kriteria	Nilai	Satuan
Debit rata-rata	42	m ³ /hari
Jumlah Kompartemen	5	buah
HRT	8	jam
Volume	14	m ³
Panjang	7	m
Lebar	2	m
Kedalaman	1	m

Keterangan; HRT = *hydraulic retention time*

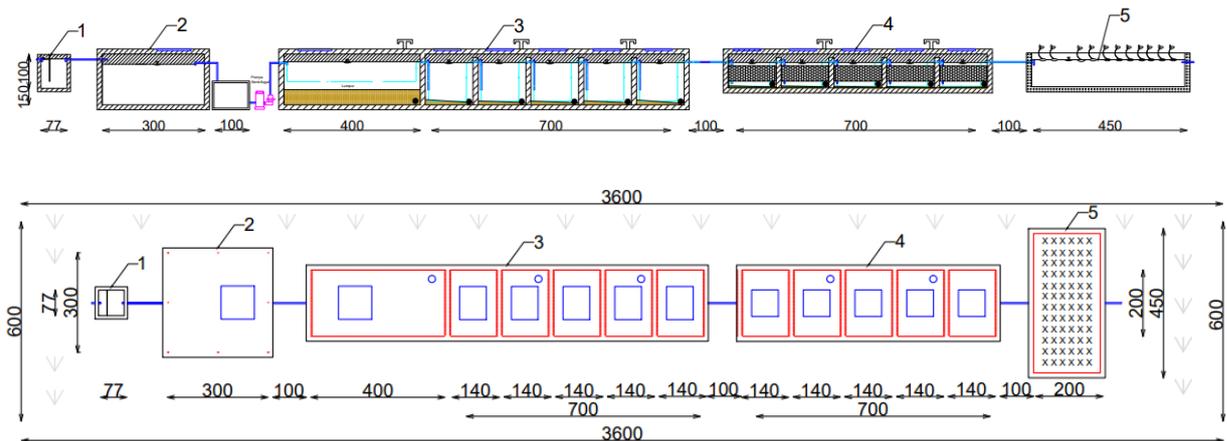


Gambar 6. Skema Anaerobic Filter

Kolam Kontrol

Kolam kontrol merupakan unit terakhir dari pengolahan limbah cair yang berfungsi untuk memastikan efluen hasil pengolahan kandungan pencemarnya sudah turun dan memenuhi baku mutu. Kolam kontrol yang direncanakan memiliki panjang 4,5 meter, lebar 2 meter dan kedalaman 1 meter dengan waktu tinggal minimal 2 jam (Ratnawati, 2014). Pada kolam kontrol ini terdapat pipa sepanjang 1 meter dan galian tanah berupa parit yang menuju ke perkebunan dan persawahan warga sebagai saluran keluar untuk mengantisipasi *overflow*. Kolam kontrol tidak menggunakan beton, hanya berupa galian tanah yang ditanami tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai biofilter yang mampu menurunkan kadar BOD dan COD. Menurut Rukmi (2013) di bagian akar *E. crassipes* terdapat banyak mikroba rhizosfera yang memiliki daya adsorpsi yang besar untuk menyerap dan mengakumulasi berbagai zat pencemar. Tanaman *E. crassipes* memiliki daya penyerapan zat organik dalam bentuk ion dari pemecahan mikroorganisme dan membebaskan oksigen sehingga dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi mikroorganisme pengurai.

Gambar skematik dari unit IPAL Komunal yang dirancang bagi Padukuhan Baran dapat dilihat pada Gambar 7. Lahan untuk membangun instalasi tersedia berupa lahan kosong milik Desa.



Keterangan : 1 = Grease Trap; 2 = Bak Ekualisasi; 3= ABR; 4 = AF; 5 = Kolam Kontrol

Gambar 7. Site Plan IPAL Komunal Padukuhan Baran Tampak Samping dan Tampak Atas

Efluen Masing-Masing Unit Pengolahan

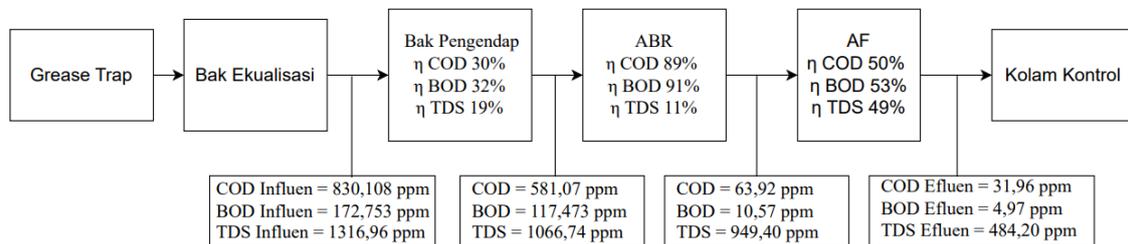
Perhitungan efisiensi penyisihan dilakukan menggunakan grafik Sasse (1998). Estimasi

efisiensi penyisihan (*removal efficiency*) dari masing-masing alat dapat dilihat pada Tabel 8. *Removal Efficiency* menunjukkan kemampuan unit pengolahan untuk menghilangkan zat-zat pencemar yang terdapat di dalam *grey water*.

Tabel 8. Efisiensi Penyisihan

Unit	η COD (%)	η BOD (%)	η TDS (%)
Bak Pengendap	30	32	19
ABR	89	91	11
AF	52	55	47

Berdasarkan Tabel 8, unit ABR memiliki tingkat efisiensi yang tinggi yaitu 91%. Hal tersebut dikarenakan limbah cair yang mengalir melewati sekat-sekat akan berkontak dengan biomassa yang mengandung bakteri-bakteri pengurai secara intensif. Estimasi kandungan COD, BOD dan TDS di dalam efluen IPAL berturut-turut sebesar 30,69 mg/L, 4,67 mg/L, dan 503,19 mg/L sehingga memenuhi baku mutu limbah cair pada Golongan I (Tabel 1) dan dapat dialirkan ke area persawahan dan perkebunan di sekitar Padukuhan Baran. Hasil perhitungan estimasi efisiensi penyisihan di masing-masing alat selanjutnya dapat digunakan untuk membuat *quantitative block diagram* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8. *Removal Efficiency* dari seluruh proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 9. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi zat-zat pencemar di dalam efluen telah memenuhi standar baku mutu atau sesuai dengan peraturan yang berlaku.



Gambar 8. Kualitas Efluen Masing-Masing Unit Pengolah

Tabel 9. Estimasi Kualitas Effluent IPAL

Parameter	Influen (mg/L)	Efluen (mg/L)	Perda DIY 7/2016 (mg/L)	Keterangan
COD	830,11	31,69	100	Memenuhi
BOD	172,75	4,97	30	Memenuhi
TDS	1316,96	484,20	2000	Memenuhi

Biaya Investasi

IPAL Komunal yang diusulkan untuk dibangun menggunakan beton K225 kelas 2 atau fc 18,68 Mpa sesuai dengan SNI DT 91-008-2007. Pipa yang digunakan adalah pipa PVC kelas B yang sesuai dengan SNI 06-0162-1987. Estimasi biaya total yang dibutuhkan untuk membangun IPAL di Padukuhan Baran sebesar Rp 125.170.000.

SIMPULAN

1. Estimasi debit limbah cair domestik di Padukuhan Baran sebesar 42 m³/hari, dengan volume puncak sebesar 1,75 m³/jam.
2. Berdasarkan perhitungan, efluen yang keluar dari IPAL komunal akan memenuhi baku mutu limbah cair pada Perda DIY nomor 7 tahun 2016 tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair.
3. Estimasi biaya investasi pembangunan IPAL Komunal Pedukuhan Baran sebesar Rp 125.170.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Afghanistan, E.D. 2009. *Grease Trap Design*. United State: US Army Corps of Engineers
- Ahmad, Y.E. 2015. Kajian Kinerja IPAL Komunal dan Peran Serta Masyarakat Pada Pembangunan IPAL SANIMAS USRI. Tesis: Universitas Gadjah Mada.
- Almira, V.R. 2018. Perencanaan Pengolahan Instalasi Limbah cair (IPAL) Komunal Limbah cair Batik dari Industri Kecil Menengah di Kota Pekalongan. Tesis: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Amin, C.A.A. 2020. Perencanaan dan Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan Limbah cair Domestik Terpusat Untuk Kawasan ULM Banjarbaru. JTAM Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat. Vol. 3, No. 2, hal. 31-46.
- Andika, B. 2020. Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Limbah cair di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. Vol. 2, No. 1, hal. 14-22.
- Assidiqy, A.M. 2017. Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Limbah cair Domestik Dengan Proses *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Anaerobic Filter* Pada Hotel Bintang 5 Surabaya. Skripsi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ayu, W.F. 2021. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah cair (IPAL) Domestik Dengan Metode *Constructed Wetland* di Perumahan Bumi Permai 1 Kabupaten Serang. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam*. Vol. 4, No. 2, hal. 130-141.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. Penanganan Kepentingan Lingkungan. Bayhaqi, D.A. 2020. Perencanaan Instalasi Pengolah Limbah cair Komunal Domestik Dengan Unit *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* Di Desa Mojosari Kecamatan Kauman Kabupaten Tulungagung. Skripsi: Teknologi Nasional Malang.
- Binilang, F.M.A. 2016. Perencanaan Sistem Pengolahan Limbah cair Domestik di Kelurahan Istiqal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 4, No. 3, hal 211- 223.
- Bintara, A.A. 2022. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah cair Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati. *Jurnal Teknik Sipil Giratory UPGRIS*. Vol. 3, No. 2, hal. 21-29.

- Bodik, I. 1999. The Application of Anaerobic Filter for Municipal Wastewater Treatment. *Shem Papers*. Vol. 54, No. 3, hal 159-164.
- Budi, M.R. 2018. Perbandingan Estimasi Anggaran Biaya dan Schedule Proyek Pembangunan Rumah Sakit Al Huda Banyuwangi Menggunakan Metode SNI dan Metode BOW. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. Vol. 3, No. 2, hal. 27-35.
- Busyairi, M. 2020. Efektivitas Pengolahan Limbah cair Domestik *Grey Water* Dengan Proses Biofilter *Anaerob* dan Biofilter *Aerob* (Studi Kasus: IPAL INBIS Permata Bunda, Bontang). *Serambi Engineering*. Vol. 5, No. 4, hal. 1306-1312.
- Dengo, V.A. 2020. Perencanaan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) Sebagai Unit Pengolahan Limbah cair Peternakan Babi di Desa Rambunan Kecamatan Sonder Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 8, No. 4, hal. 601- 606.
- Dewi, A.P. 2020. Perencanaan Sistem Penyaluran dan Instalasi Pengolahan Limbah cair Domestik di Kelurahan Rangkah Kecamatan Tambaksari Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 9, No 2, hal. 85- 90.
- Diavid, G. 2018. Evaluasi Kelayakan Kinerja Sistem Instalasi Pengolah Limbah cair Domestik: Studi Kasus di Kabupaten Sleman. *Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN)*, hal. 43–52.
- Dimara, C.F.Y. 2020. Perencanaan Sistem Jaringan Pengolahan Limbah cair Domestik di Kelurahan Banjer Ling V Kecamatan Tikala. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 8, No. 3, hal. 431-442.
- Firmansyah, Y.R. 2016. Perbandingan Desain IPAL *Anaerobic Biofilter* dengan *Rotating Biological Contactor* untuk Limbah Cair Tekstil di Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 5. No. 2
- Foxon, dkk. 2006. *Evaluation of The Anaerobic Baffled Reactor for Sanitation in Dense Peri Urban Settlements*. Final Report To The Water Research Commision.
- Gulo,W. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT Grasindo.
- Hadi, J. 2021. Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Limbah cair Industri Rumahan di Tlogo Indah Kota Malang dengan Proses *Anaerobic Filter* (AF). Skripsi: Universitas Islam Malang.
- Handayani, N. 2020. Full Scale Application of Integrated Upflow Anaerobic Filter (UAF) - Constructed Wetland (CWs) in Small Scale Batik Industry Wastewater Treatment. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol. 11, No. 1, hal. 27–35.
- Hifzhani, F. 2017. Efektifitas Sistem RBC Pada IPAL Pekapuran Raya PD. PAL Banjarmasin Terhadap Penurunan Kadar BOD. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. 14, No. 2, hal. 513-518.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Limbah cair Domestik Terpusat (SPALD-

T).

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. Sistem Pengelolaan Limbah cair Domestik – Terpusat Skala Permukiman.
- Kholif, M. Al. 2020. Kombinasi Teknologi Filtrasi dan *Anaerobic Baffled Reaktor (ABR)* Untuk Mengolah Limbah cair Domestik. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Vol. 15, No. 2, hal. 19-24.
- Kunianingtyas, E. 2020. Kajian Kinerja Sistem Instalasi Pengolahan Limbah cair (IPAL) Komunal Studi Kasus: IPAL Komunal Kalisong Kelurahan Sembung Kecamatan Tulungagung Kabupaten Temanggung, Jawa Timur. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol. 5, No. 1, hal. 62-70.e
- Manariotis, D.I. 2010. *Handbook of Environmental Engineering*. Yung-Tse: Springer Science.
- Mangkoedihardjo, Sarwoko dan Ganjar Samudro. 2010. Review on BOD, COD and BOD/COD Ratio. *a Triangle Zone For Toxic, Biodegradable, and Stable Levels*.
- Metcalf & Eddy. 2014. *Wastewater Engineering. Treatment and Resource Recovery*: McGraw-Hill Education.
- Nanga, K. 2017. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL) Kelurahan Lemahputro dan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo. Skripsi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nugroho, R. 2018. Analisis Kinerja Instalasi Pengolahan Limbah cair Domestik Studi Kasus PT. United Can. Co. Ltd. *Jurnal Air Indonesia*. Vol. 6, No. 2, hal. 149-158.
- Nuraini, dkk. 2019. Penentuan Nilai BOD Dan COD Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik Atk Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*. Vol. 7, No. 02, hal. 10-15.
- Nurdiansyah. 2021. Pengukuran Kesiapan Pengguna Aplikasi *Face to Face* Polsek Semboro Menggunakan Metode TRI (*Technology Readiness Index*). *Prosiding SENASTINDO AAU*. Vol. 3, hal 135-144.
- Peraturan Daerah Provinsi D.I. Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Limbah cair.
- Perwali Kota Yogyakarta Nomor 21 tahun 2023 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi dan Jasa Lainnya.
- Pillay, S. 2006. *Microbiological Studies of Anaerobic Baffled Reactor*. *South African National Research Foundation*. University of Kwazulu-Natal.
- Praditya, R.A. 2016. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah cair Komunal di Kampung Seni Nitiprayan, Desa Ngestiharjo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Skripsi: Universitas Islam Indonesia.
- Purnawan, dkk. 2019. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah cair (IPAL) Domestik (*Grey water*) Di UPT Rusunawa Graha Bina Harapan Kota Yogyakarta DI’.

Jurnal Teknologi. Vol. 12, No. 2, hal. 130-136.

Purnawatiningrum, O. 2018. Gambaran Instalasi Pengolahan Limbah cair Domestik Komunal Di Kelurahan Simokerto Kecamatan Simokerto Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. 10, No. 2, hal 243-253.