

Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat di Indonesia

Cathrine Gabriela Bakkara dan Alfian Purnomo

Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: alfianpurnomo@gmail.com

Abstrak—Air limbah domestik ialah air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Idealnya air limbah tersebut harus diolah sebelum dibuang ke badan air agar memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016. Namun, kenyataannya seringkali air limbah domestik tidak diolah terlebih dahulu karena belum diketahui teknologi pengolahan yang sesuai dengan karakteristik air limbah domestik yang dihasilkan sehingga badan air menjadi tercemar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikumpulkan data kualitas air limbah domestik di berbagai kab/kota di Indonesia kemudian membaginya menjadi 3 (tiga) kategori kualitas yaitu air limbah domestik dengan kadar pencemar rendah, sedang, dan tinggi. Dari setiap kategori kadar pencemar air limbah domestik dapat di rekomendasikan jenis-jenis teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dengan mempertimbangkan kemampuan teknologi untuk meremoval bahan pencemar di dalamnya. Selain itu, turut mempertimbangkan kebutuhan lahan, biaya investasi serta biaya operasionalnya. Dari data kualitas air limbah domestik di 59 kab/kota di Indonesia, air limbah domestik dengan kadar pencemar rendah direkomendasikan menggunakan alternatif 1 dan 3. Apabila memiliki lahan yang cukup luas, dapat menggunakan alternatif 2 untuk mendapatkan effluent total coliform yang lebih baik. Untuk air limbah domestik dengan kadar pencemar sedang direkomendasikan diolah dengan alternatif 1 jika lahan yang tersedia terbatas. Apabila lahan yang tersedia cukup luas dapat menggunakan alternatif 5 untuk mendapatkan effluent total coliform yang lebih baik. Untuk air limbah domestik dengan kadar pencemar tinggi direkomendasikan dengan alternatif 1 jika lahan yang tersedia terbatas. Apabila lahan yang tersedia cukup luas dapat menggunakan alternatif 4 untuk mendapatkan effluent total coliform yang lebih baik.

Kata Kunci—Air Limbah Domestik, Baku Mutu, Karakteristik, Pengolahan Air Limbah.

I. PENDAHULUAN

AIR limbah merupakan air sisa dari kegiatan atau suatu usaha yang terbagi menjadi dua yaitu air limbah domestik dan non domestik. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Air limbah domestik terbagi menjadi dua yaitu kakus yang berasal dari septic tank dan non kakus yang berasal dari kegiatan rumah tangga. Sering kali air limbah domestik langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan lebih lanjut, padahal belum tentu air limbah tersebut sudah memenuhi baku mutu air limbah yang ditetapkan. Baku mutu air limbah ialah ukuran batas atau kadar unsur pencemar atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang ke dalam media air dan tanah dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Air limbah yang melebihi baku mutu dapat

Tabel 1.
Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Baku Mutu
pH	6-9
BOD	30 mg/L
COD	100 mg/L
TSS	30 mg/L
Minyak dan Lemak	5 mg/L
Amonia	10 mg/L
Total Coliform	3000/100 mL
Deterjen (MBAS)	200 µg /liter

mencemari lingkungan sekitar seperti badan air menjadi berwarna coklat dan mengeluarkan bau busuk, kematian pada ikan, hingga penyebaran sumber penyakit.

Untuk itu, diperlukan pengolahan agar air limbah domestik aman dilepas ke lingkungan dan dapat dimanfaatkan kembali sebagai bentuk efisiensi penggunaan air seperti digunakan untuk menyiram tanaman, mencuci kendaraan dan lainnya. Sistem pengelolaan air limbah domestik ialah serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik.

Dalam pelaksanaannya, sistem pengolahan air limbah domestik harus dipisah dengan saluran drainase paling lambat 10 (sepuluh) tahun untuk Kota Metropolitan dan Kota Besar serta 20 (dua puluh) tahun untuk Kota Sedang dan Kota Kecil.

Sebelum menentukan teknologi pengolahan yang tepat untuk air limbah domestik, perlu dilakukan analisis karakteristik air terlebih dahulu. Analisis karakteristik ini berguna untuk menentukan teknologi pengolahan apa saja yang dibutuhkan agar air buangan memenuhi baku mutu yang ditetapkan dan dapat dibuang ke badan air. Ketersediaan lahan, biaya operasional dan maintenance serta biaya investasi turut menjadi pertimbangan dalam pemilihan teknologi yang digunakan. Oleh karena itu, pada studi ini, penulis akan mengkaji sistem pengolahan air limbah domestik terpusat di Indonesia.

II. PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK

A. Dampak Air Limbah Domestik Tanpa Pengolahan

Dampak dari air limbah domestik yang tidak diolah ialah: (1) Kualitas air limbah domestik yang mengandung organik tinggi menyebabkan air tidak dapat disimpan dalam waktu lebih dari 24 jam. Bila penyimpanan lebih dari 24 jam akan menimbulkan bau yang tidak sedap. (2) Kualitas air limbah domestik yang mengandung sabun akan mempengaruhi alkalinitas tanah dan membunuh tanaman bila digunakan untuk menyiram tanaman. (3) Kualitas air yang buruk menjadi tempat perkembangan bibit penyakit sehingga air limbah domestik perlu diolah agar dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Tabel 2.
Data Kualitas Air Limbah Domestik di Berbagai Provinsi di Indonesia

Kab/Kota	pH	Parameter						
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	Amonia (mg/L)	Total Coliform (MPN/100 mL)	Deterjen (MBAS) (μ g/liter)
Kota Banda Aceh	7,08	56	157,7	16	0,1	0,864	1.100	-
Kota Banda Aceh	7,09	42,3	179,9	26	0,1	0,896	1.100	-
Kabupaten Aceh Besar	8	-	-	-	-	-	-	6,15
Kota Banda Aceh	7,18	40	-	-	0,2	1,26	1.100	-
Kota Medan	7	25	100	16,6	-	-	-	-
Kota Medan	6	75	180	60	15	-	-	3
Kota Medan	-	-	-	-	-	6,6	-	-
Kota Binjai	6,74	180,25	406,23	235	8,83	53	540	-
Tanjungpinang	-	80	-	37,77	31,33	-	-	7,71
Tanjungpinang	6	-	70	6,3	-	-	1100	-
Tanjungpinang	-	-	-	-	-	18,37	-	-
Tanjungpinang	-	128	-	54	23	-	-	5,08
Kabupaten Tabalong	7	167	469	209	-	-	1600	-
Kota Banjarmasin	7,09	20,4	-	38	11	0,87	16100	-
Kota Banjarmasin	7,03	10,1	54	41	14	0,69	-	-
Kota Banjarmasin	6,78	10	64	9	9	0,34	2800	-
Kota Banjarmasin	-	-	-	-	-	-	-	200
Tangerang Selatan	7,36	83,2	312	34	-	226	-	-
Tangerang	6,7	66	123	33	15	-	-	8,8
Tangerang	8,2	86	167	14	6	-	-	22
Kabupaten Serang	7,6	12,75	19,8	84	-	-	-	-
Jakarta Selatan	7,79	140,45	284,604	130	12,125	15,225	-	0,953
Jakarta	6,06	27,61	136,68	17	0,8	12,5	-	0,18
Jakarta Pusat	7,46	20,6	48,4	31,6	0,32	8,12	-	-
Jakarta Selatan	7,3	103	297	141	0,5	16,3	-	1,03
Bogor	6,91	495,39	-	48,33	7,39	-	-	4
Kabupaten Garut	6,92	389	627	115	-	-	-	-
Bekasi	8,5	558	867	238	-	-	-	0,12
Bogor	-	-	206,96	342	8	16,426	-	-
Depok	-	30	59	-	-	-	-	4,7
Depok	-	115	216	-	-	-	-	0,16
Kota Semarang	6,73	107	155	104	6,3	-	-	-
Kota Semarang	7,13	357	-	136	5,26	-	-	-
Kota Semarang	-	-	186	-	-	-	-	25
Kota Semarang	7,26	-	-	-	-	143	-	-
Surakarta	-	-	-	-	-	-	12000	-
Kabupaten Gunung Kidul	7,59	80,61	121,85	132	-	-	-	-
Kabupaten Bantul	7	484	154	672	-	38	-	-
Kabupaten Bantul	-	142	204	123	-	-	-	-
Sleman	6,08	175,2	254,6	262	13,4	-	-	-
Kabupaten Bantul	7,06	178	265	123	-	-	160000	2,66
Kabupaten Bantul	7,24	80	239	333	-	-	160000	1,81
Jombang	7,9	135,6	315,3	-	5,5	-	-	-
Sidoarjo	6,95	162	268	210	20	48,57	-	-
Surabaya	6,85	81,9	160	150	-	-	-	-
Probolinggo	7,52	11,01	-	12,2	1,08	-	-	-
Surabaya	7,7	7,8	17	24	1,9	-	240	0,028
Surabaya	6,9	5,25	22	19	1,9	-	210	0,034
Denpasar	7,58	169,83	-	93	0,65	19,5	-	0,34
Denpasar	8,03	178,2	379,7	34	6,3	1,043	-	-
Badung	-	-	-	-	-	-	11000	-
Denpasar	-	86,99	141,99	-	-	39,06	-	-
Palembang	6,21	95	147	163	5,8	3,6	-	-
Palembang	7,11	43	135,3	2	2,8	25,41	-	-
Pekanbaru	6,9	-	-	29	-	-	-	-
Kampar	6	15,8	25,8	-	-	-	239,88	-
Bontang	5,71	145	1495	141	26,6	1,14	2419,6	-
Kota Manado	-	30	100	30	-	-	50	-
Kota Tarakan	-	210,68	320	40	90,8	2,494	240000	-

B. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2011, baku mutu air limbah ialah ukuran batas atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang ke dalam sumber air dari suatu usaha atau kegiatan. Baku mutu yang digunakan mengacu tentang Baku Mutu Air Limbah dan Peraturan Daerah Surabaya Nomor 2 Tahun 2004 pada Tabel 1 [1-2].

C. Pengolahan Air Limbah Domestik

Menurut Penyelenggaraan sistem pengelolaan air limbah domestik, unit-unit pengolahan air limbah pada dasarnya dikategorikan ke dalam 3 proses pengolahan, yaitu pengolahan fisik, biologis, & pengolahan lumpur. Pengolahan fisik ialah proses penghilangan partikel diskrit, partikel mineral yang berat seperti pasir atau kerikil, koloid, partikel tersuspensi, hingga minyak dan lemak. Adapun unit-unit yang termasuk pengolahan fisik ialah sumur pengumpul,

Tabel 3.
Banyak Data Kualitas Air Limbah Domestik Tercemar Pada Setiap Parameter

Parameter	Jumlah Data
pH	0
BOD	35
COD	32
TSS	32
Minyak dan Lemak	21
Amoniak	13
Total Coliform	4
Deterjen	0

Tabel 4.
Nilai Kuartil Bawah (Q1), Kuartil Tengah (Q2) dan Kuartil Atas (Q3) Setiap Parameter

Kuartil	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	Amoniak (mg/L)	Total Coliform (MPN/100 mL)
Q1	81	157	45	7	17	11500
Q2	128	212	123	11	26	14050
Q3	178	314	186	18	51	88050

Tabel 5.
Nilai Rentang Kualitas Air Limbah Domestik Tercemar Pada Setiap Parameter

Air Limbah Tercemar	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	Amoniak (mg/L)	Total Coliform (MPN/100 mL)
Kadar rendah	30-81	100-157	30-45	5-7	10-17	3000-11500
Kadar sedang	82-128	158-212	46-123	8-11	18-26	11501-14050
Kadar tinggi	129-178	213-314	124-186	12-18	27-51	14051-88050

Tabel 6.
Nilai Parameter Berdasarkan Kadar Pencemar Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Air Limbah Domestik dengan Kadar Pencemar		
		Rendah	Sedang	Tinggi
BOD	mg/L	81	128	178
COD	mg/L	157	212	314
TSS	mg/L	45	123	186
Minyak dan Lemak	mg/L	7	11	18
Amoniak	mg/L	17	26	31
Total Coliform	MPN/mL	11500	14050	88050

bar screen, grit chamber, bak pengendap I dan clarifier. Pengolahan biologis merupakan pengolahan yang memanfaatkan bakteri untuk mengolah beban organik yang terkandung dalam air limbah domestik menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana sehingga aman untuk dibuang ke badan air.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Status Mutu Air Limbah Domestik di Berbagai Kab/Kota di Indonesia

Untuk mengetahui status mutu air limbah domestik di suatu daerah, dibutuhkan data kualitas air limbah domestik daerah tersebut. Tabel 2 ialah data kualitas air limbah domestik di berbagai provinsi di Indonesia. Dari data tersebut, akan ditentukan status mutu air limbah domestik di berbagai daerah di Indonesia dengan membandingkan data kualitas air yang dimiliki dengan baku mutu yang terdapat di Tabel 1. Apabila terdapat parameter yang memiliki nilai diatas baku mutu yang berlaku maka air limbah domestik yang dihasilkan dianggap tercemar. Dari 59 kab/kota pada Tabel 2, terdapat 49 kab/kota yang memiliki air limbah domestik yang tidak memenuhi baku mutu yang berlaku [1-3]. Hal ini dikarenakan masih minimnya pengolahan air limbah domestik sebelum dibuang ke badan air terdekat. Minimnya pengolahan ini terjadi karena berbagai alasan seperti belum diketahui kualitas air limbah domestik

pemukiman tersebut, belum adanya sosialisasi atau gerakan pemerintah setempat untuk menyadarkan dan mengajak masyarakat mengenai pentingnya membangun pengolahan air limbah domestik serta minimnya informasi masyarakat mengenai jenis-jenis teknologi pengolahan yang dapat dipilih.

B. Pengkategorian Kualitas Air Limbah Domestik

Penentuan rentang dari setiap kategori menggunakan kuartil yang merupakan pembagian kelompok data menjadi empat bagian yang sama besar sehingga terdapat tiga kuartil, yaitu kuartil bawah (Q1), tengah (Q2), dan atas (Q3). Adapun rumus untuk mencari posisi kuartil sebagai berikut:

$$\text{Kuartil Bawah (Q1)} = \frac{1}{4}(n + 1)$$

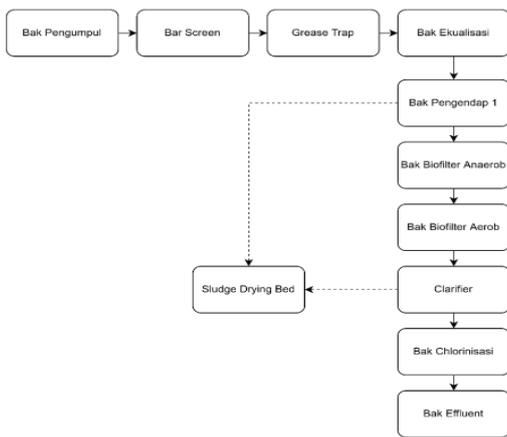
$$\text{Kuartil Tengah (Q2)} = \frac{1}{2}(n + 1)$$

$$\text{Kuartil Atas (Q3)} = \frac{3}{4}(n + 1)$$

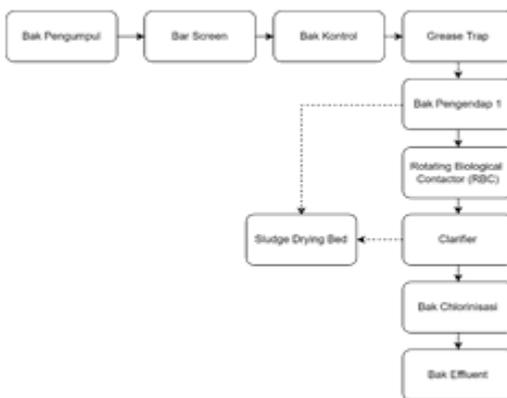
n = jumlah data air limbah domestik tercemar

Adapun banyak data kualitas air limbah domestik yang tercemar pada setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 3. Setelah diketahui posisi kuartil bawah, tengah, dan atas pada tiap parameter berdasarkan rumus nomor 1-3 dan banyak data pada Tabel 3, dapat ditentukan nilai kuartil pada tiap parameter. Adapun nilai kuartil bawah (Q1), kuartil tengah (Q2) dan kuartil atas (Q3) pada parameter lain dapat dilihat pada Tabel 4.

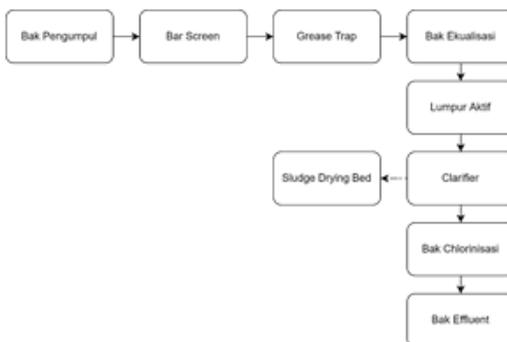
Selanjutnya, dapat ditentukan rentang dari setiap kategori



Gambar 1. Bagan alir alternatif 1.



Gambar 2. Bagan alir alternatif 2.

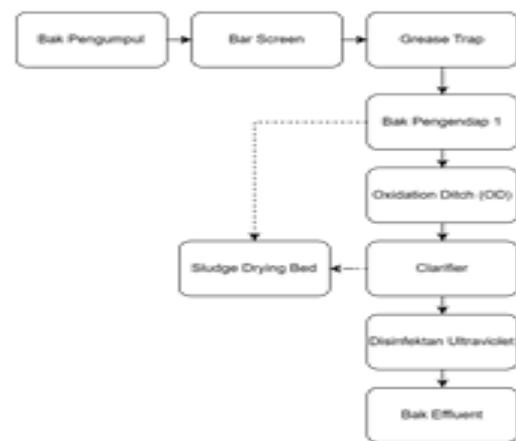


Gambar 3. Bagan alir alternatif 3.

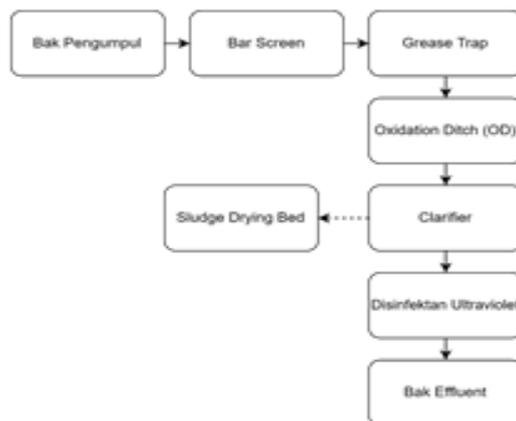
kada r air limbah domestik tercemar dengan menggunakan nilai kuartil yang telah didapatkan. Untuk air limbah domestik dengan pencemar kadar rendah memiliki rentang dari baku mutu hingga kuartil bawah (Q1), untuk air limbah domestik dengan kadar pencemar sedang memiliki rentang dari kuartil bawah (Q1) hingga kuartil tengah (Q2), sedangkan untuk air limbah domestik dengan kadar pencemar tinggi memiliki rentang dari kuartil tengah (Q2) hingga kuartil atas (Q3) [4]. Adapun rentang dari setiap kategori air limbah domestik tercemar pada setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 5.

C. Rekomendasi Rangkaian Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat Berdasarkan Kategori Kadar Pencemar Air Limbah Domestik

Dari setiap kategori kadar pencemar air limbah domestik dapat di rekomendasikan jenis-jenis teknologi yang sesuai dengan kebutuhan. Untuk mengetahui kemampuan removal



Gambar 4. Bagan alir alternatif 4.



Gambar 5. Bagan alir alternatif 5.

setiap teknologi maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rentang teratas dari setiap parameter. Adapun nilai setiap parameter yang digunakan untuk mengetahui removal dari setiap teknologi pada Tabel 6.

Pemilihan alternatif yang direkomendasikan berdasarkan kemampuan untuk meremoval bahan pencemar di dalamnya. Selain itu, turut mempertimbangkan kebutuhan lahan, biaya investasi serta biaya operasionalnya. Berdasarkan data removal diatas dan hasil perhitungan pada lampiran 1 maka, alternatif yang dapat digunakan pada studi literatur ini, yaitu

1) Alternatif 1

Proses pengolahan air limbah dengan sistem ini yaitu, seluruh air limbah yang berasal dari aktivitas masyarakat sehari-hari dialirkan masuk ke bak pengumpul (Gambar 1). Kemudian air akan melewati bar screen yang berfungsi untuk mencegah masuknya sampah atau benda berukuran besar, seperti botol plastik, daun, & lainnya ke dalam unit pengolahan air limbah. Jika sampah atau benda berukuran besar masuk dalam unit pengolahan maka akan mengakibatkan gangguan seperti timbulnya kerusakan atau penyumbatan (clogging) pada saluran [5]. Selanjutnya, air limbah akan masuk ke unit grease trap untuk memisahkan minyak dan lemak yang terdapat di dalam air limbah domestik. Setelah itu air limbah dialirkan ke bak ekualisasi yang berfungsi untuk mengatur debit air limbah serta menyeragamkan konsentrasi zat pencemarnya agar homogen sehingga proses pengolahan dapat berjalan dengan stabil [6]. Selanjutnya, dari bak ekualisasi air limbah dipompa ke bak pengendap awal. Hal ini dilakukan agar dapat mengendapkan

Tabel 7.
Keunggulan dan Kelemahan Alternatif Pengolahan Air Limbah Domestik

Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4	Alternatif 5
Kualitas Effluent	Baku mutu yang dihasilkan paling baik dibandingkan alternatif lain	Memenuhi baku mutu	Memenuhi baku mutu	Memenuhi baku mutu	Memenuhi baku mutu
Kebutuhan Lahan	1075 m ²	5168 m ²	2352 m ²	6351 m ²	6111 m ²
Maintenance & Operations	Biaya operasional rendah dan mudah dioperasikan	Operasi serta konstruksinya sederhana	Proses operasionalnya rumit	Biaya operasional dan pemeliharaan rendah	Biaya operasional dan pemeliharaan rendah
Biaya Investasi	Relatif mahal yaitu berkisar 350 juta	Relatif mahal yaitu berkisar 400 juta	Relatif mahal (lebih mahal dibandingkan alternatif 1)	Paling mahal dibandingkan alternatif lain	Relatif mahal namun lebih murah dibandingkan alternatif 4

partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain berfungsi sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur (sludge digestion) dan penampung lumpur [7].

Air hasil dari bak pengendap awal, dialirkan ke reaktor biofilter anaerob [8]. Pada reaktor biofilter anaerob terdapat dua buah ruangan. Ruangan- ruangan ini digunakan sebagai penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah. Penguraian zat - zat ini dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik. Air limpasan dari reaktor biofilter anaerob dialirkan ke reaktor biofilter aerob. Bak reaktor aerob diberikan aerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta untuk tumbuh dan menempelnya mikroorganisme pada permukaan media sehingga dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi, menyebabkan penghilangan efisiensi amonia meningkat.

Selanjutnya air dari bak aerob dialirkan ke bak pengendap akhir atau clarifier yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pengendapan material. Dalam bak pengendap akhir air limbah sebagian dipompa kembali ke bagian pintu pemasukan bak aerasi (bak aerob) dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan (over flow) dialirkan ke bak kontaklor untuk proses disinfeksi. Pada bak kontaklor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganisme patogen [6].

Air olahan/effluent setelah proses khlorinasi dapat ditampung di bak effluent atau langsung dibuang ke sungai atau saluran umum sedangkan lumpur hasil pengolahan yang berasal dari bak pengendap 1 dan clarifier dapat disalurkan ke sludge drying bed. Unit SDB (sludge drying bed) berfungsi untuk membantu proses pengeringan lumpur dengan penguapan alamiah oleh sinar matahari [9].

2) Alternatif 2

Air akan dialirkan masuk ke bak pengumpul dan melewati bar screen. Kemudian air akan melewati bak kontrol yang berfungsi untuk mengecek ada tiaknya sampah yang terlewat dari bar screen (Gambar 2). Selanjutnya, air limbah akan masuk ke unit grease trap setelah itu dialirkan ke bak pengendap awal. Kemudian air limbah akan masuk ke Rotating Biological Contactor (RBC) yang sering disebut sebagai proses bio-disc. Proses bio disc ini merupakan suatu teknologi pengolahan air limbah domestik dengan memanfaatkan mikroorganisme yang melekat pada suatu media.

Selanjutnya air dari RBC dialirkan ke bak clarifier dan bak kontaklor khlor untuk proses disinfeksi. Air olahan/effluent setelah proses khlorinasi dapat ditampung di bak effluent sedangkan lumpur hasil pengolahan yang berasal dari bak pengendap 1 dan clarifier dapat disalurkan ke sludge drying bed [9].

3) Alternatif 3

Air limbah dialirkan ke bak pengumpul kemudian akan melalui bar screen sebelum masuk ke unit grease trap (Gambar 3). Selanjutnya, air limbah akan masuk ke bak ekualisasi yang berfungsi untuk mengatur debit air limbah serta menyeragamkan konsentrasi zat pencemarnya agar homogen sehingga proses pengolahan dapat berjalan dengan stabil [6]. Air limbah tersebut kemudian dialirkan ke lumpur aktif yang merupakan salah satu teknologi pengolahan air limbah secara biologi. Lumpur aktif juga dapat diartikan menjadi seluruh lumpur yang tersuspensi dan diberi oksigen sehingga seluruh mikroorganisme aerobik yang ada dan melekat dengan lumpur menjadi sangat aktif.. Selanjutnya air dari unit lumpur aktif akan dialirkan ke bak pengendap akhir atau clarifier yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pengendapan material kemudian dialirkan ke bak kontaklor khlor untuk proses disinfeksi. Air olahan/effluent setelah proses khlorinasi dapat ditampung di bak effluent atau langsung dibuang ke sungai atau saluran umum sedangkan lumpur hasil pengolahan yang bersal dari clarifier dapat disalurkan ke sludge drying bed.

4) Alternatif 4

Parit oksidasi (Oxidation Ditch) merupakan unit pengolahan yang merupakan pengembangan metode pengolahan extended aeration (Gambar 4). Yang mana sistem pengolahan air limbah ini diterapkan pada saluran sirkular dengan ke dalaman 1 s/d 1.5 m, dibangun dengan pasangan batu. Oxidation ditch memiliki fungsi sebagai penurunan konsentrasi BOD, COD, & nutrien dalam air limbah domestik. Air limbah yang masuk dialirkan berputar mengikuti saluran sirkular. Saluran sirkular ini cukup panjang dengan tujuan agar terjadinya proses aerasi. Selanjutnya air dari unit oxidation ditch akan dialirkan ke bak pengendap akhir atau clarifier yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pengendapan material kemudian dialirkan ke bak disinfeksi. Pada bak disinfeksi ini air limbah akan dipaparkan sinar ultraviolet. Radiasi sinar ultra violet merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang yang lebih pendek yaitu spektrum antara 5 – 400 nm, yang dapat menyebabkan kematian pada mikroorganisme dan tidak

meninggalkan sisa radiasi sehingga tidak ada sisa bahan kimia desinfeksi pada air. Radiasi sinar ultraviolet dihasilkan oleh lampu merkuri yang ketika menembus dinding sel mikroorganisme akan merusak materi genetik sel tersebut sehingga sel tidak dapat bereproduksi [10].

5) Alternatif 5

Pengolahan pada alternatif ini mirip dengan alternatif 4, yang membedakan hanya tidak terdapat bak pengendap awal (Gambar 5). Hal ini dikarenakan pada air limbah dengan kadar pencemar yang lebih rendah atau pada pengkategorian air limbah di dalam studi ini, untuk parameter TSS dibawah 123 mg/L sudah cukup untuk diolah oleh alternatif ini.

Kelima alternatif pengolahan air limbah ini memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari kelima alternatif teknologi tersebut dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangannya, maka alternatif yang baik digunakan untuk air limbah domestik dengan kadar pencemar rendah yaitu alternatif 1 dan 3 dibandingkan tiga alternatif lainnya. Hal ini dikarenakan alternatif 1 dan 3 memiliki kadar removal yang lebih baik dan dilihat dari penggunaan lahan yang dibutuhkan dibawah 5000 m². Selain itu, biaya operasional serta perawatannya juga murah untuk alternatif 1. Namun, apabila memiliki lahan yang cukup luas dan biaya investasi yang dimiliki besar, direkomendasikan menggunakan alternatif 2 agar mendapatkan kualitas effluent yang lebih baik untuk parameter coliform dibandingkan alternatif 3. Berdasarkan tingkat kadar removalnya, alternatif teknologi yang digunakan dapat diurutkan menjadi alternatif 1 – 3 – 2 – 4 – 5.

Sedangkan berdasarkan kemampuan removal tiap alternatif, terdapat 3 (tiga) alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah dengan kadar pencemar sedang yaitu alternatif 1, 4 dan 5 agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Alternatif yang direkomendasikan digunakan ialah alternatif 1, dibandingkan dua alternatif lainnya. Hal ini dikarenakan alternatif 1 memiliki kadar removal yang lebih baik dan dilihat dari penggunaan lahan yang dibutuhkan dibawah 5000 m², biaya operasional serta perawatannya juga murah untuk alternatif 1. Namun, apabila memiliki lahan yang cukup luas, direkomendasikan menggunakan alternatif 5 agar mendapatkan kualitas effluent yang lebih baik untuk parameter coliform. Berdasarkan tingkat kadar removalnya, alternatif teknologi yang digunakan dapat diurutkan menjadi alternatif 1 – 4 – 5.

Kemudian berdasarkan kemampuan removal tiap alternatif, terdapat 2 (dua) alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah dengan kadar pencemar tinggi yaitu alternatif 1 dan 4 agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Dilihat dari kebutuhan lahan, kedua alternatif ini memiliki kebutuhan yang berbeda yaitu luasan alternatif 1 lebih kecil dari pada luasan lahan alternatif 4. Kedua alternatif ini memiliki kesamaan pada biaya investasi yaitu relatif mahal dan biaya operasional yang rendah. Dapat disimpulkan alternatif 1 lebih direkomendasikan apabila lahan yang dimiliki terbatas. Sedangkan alternatif 4 lebih direkomendasikan apabila memiliki lahan yang luas serta memiliki biaya investasi yang

besar.

IV. KESIMPULAN

Dari data air limbah domestik di 59 kab/kota di Indonesia, air limbah domestik dapat dikategorikan menjadi 3 (tiga) yaitu air limbah domestik dengan kadar pencemar rendah, sedang dan tinggi. Air limbah domestik dengan kadar pencemar rendah memiliki rentang BOD 30-81 mg/L, COD 100-157 mg/L, TSS 30-45 mg/L, minyak dan lemak 5-7 mg/L, amonia 10-17 mg/L, total coliform 3000-11500 MPN/100mL. Air limbah domestik dengan kadar pencemar sedang memiliki rentang BOD 82-128 mg/L, COD 158-212 mg/L, TSS 46-123 mg/L, minyak dan lemak 8-11 mg/L, amonia 18-26 mg/L, total coliform 1501-14050 MPN/100mL. Air limbah domestik dengan kadar pencemar tinggi memiliki rentang BOD 129-178 mg/L, COD 213-314 mg/L, TSS 124-186 mg/L, minyak dan lemak 12-18 mg/L, amonia 27-51 mg/L, total coliform 14051-88050 MPN/100mL.

Berdasarkan rentang tersebut, air limbah domestik dengan kadar pencemar rendah direkomendasikan diolah dengan alternatif 1 dengan rangkaian bak pengumpul – barscreen – grease trap – bak ekualisasi – bak pengendap 1 – bak biofilter anaerob – bak biofilter aerob – bak pengendap 2 – bak klorinasi – bak effluent – sludge drying bed dan alternatif 3 dengan rangkaian bak pengumpul – barscreen – grease trap – bak ekualisasi – lumpur aktif – bak pengendap – bak klorinasi – bak effluent – sludge drying bed apabila lahan yang tersedia terbatas. Apabila lahan yang tersedia cukup luas direkomendasikan menggunakan alternatif 2 dengan rangkaian bak pengumpul – barscreen – bak kontrol – grease trap – bak pengendap 1 – RBC – bak pengendap 2 – bak klorinasi – bak effluent – sludge drying bed untuk mendapatkan effluent total coliform yang lebih baik. Untuk air limbah domestik dengan kadar pencemar sedang direkomendasikan diolah dengan alternatif 1 jika lahan yang tersedia terbatas. Apabila lahan yang tersedia cukup luas dapat menggunakan alternatif 5 dengan rangkaian bak pengumpul – barscreen – grease trap – oxidation ditch – bak pengendap 2 – disinfeksi ultraviolet – bak effluent – sludge drying bed untuk mendapatkan effluent total coliform yang lebih baik. Untuk air limbah domestik dengan kadar pencemar tinggi direkomendasikan dengan alternatif 1 jika lahan yang tersedia terbatas. Apabila lahan yang tersedia cukup luas dapat menggunakan alternatif 4 dengan rangkaian bak pengumpul – barscreen – grease trap – bak pengendap 1 – oxidation ditch – bak pengendap 2 – disinfeksi ultraviolet – bak effluent – sludge drying bed untuk mendapatkan effluent total coliform yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemkot Surabaya, Peraturan Daerah Surabaya Nomor 2 Tahun 2004 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, 1st ed. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya, 2004.
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, 1st ed. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016.
- [3] C. Abdi, R. M. Khair, and T. S. Hanifa, "Perencanaan bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal domestik dengan proses Anaerobic Baffled Reactor (ABR) pada Asrama Pon-Pes Terpadu Nurul Musthofa di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan,"

- Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan), vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.20527/jukung.v5i1.6200.
- [4] R. T. Adisuasono, I. W. Wardana, and E. Sutrisno, "Penurunan Konsentrasi Amoniak dalam Limbah Cair Domestik dengan Teknologi Kolam (Pond)-Biofilm Menggunakan Media Biofilter Pipa PVC Sarang Tawon dan Bata Ringan," Universitas Diponegoro, 2014.
- [5] Y. V. Afandi, H. R. Sunoko, and K. Kismartini, "Status keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah domestik komunal berbasis masyarakat di Kota Probolinggo," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 11, no. 2, pp. 100–109, 2014.
- [6] Kementerian Kesehatan, *Seri Sanitasi Lingkungan Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*, 1st ed. Jakarta: Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan, 2011.
- [7] Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya, *Petunjuk Teknis Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Klinik*, 1st ed. Surabaya: Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya, 2019.
- [8] N. Fajriah, T. Alawiyah, and I. U. Wusko, "Analisis kadar surfaktan anionik (Deterjen) pada air Sungai Barito menggunakan Metode Spektrofotometri Visible," *J. Pharm. Care Sci.*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [9] G. D. Mega and W. Herumurti, "Evaluasi kinerja instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) Keputih, Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.15035.
- [10] R. L. Droste, *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*, 1st ed. New York: John Willey & Sons, 1997.