

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo

Tatsabila Noor Choliso dan Ipung Fitri Purwanti
Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: purwanti@enviro.its.ac.id

Abstrak—Tingginya hasil perikanan di Kab. Sidoarjo berbanding lurus dengan volume limbah perikanan yang dihasilkan dari pasar ikan. Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat dan cair. Sesuai PERMENKES No.17 tahun 2020 air limbah yang dibuang harus sesuai dengan baku mutu yang berlaku. Pada perencanaan ini digunakan baku mutu dari PERMEN LHK No. 5 tahun 2014 untuk baku mutu industri perikanan. Dalam perencanaan IPAL tersebut, dilakukan observasi dan analisis laboratorium serta beberapa sekunder penunjang. Kemudian dilakukan pengolahan data dan didapatkan hasil dari pengolahan data dan perencanaan yaitu Basic Design IPAL meliputi perhitungan desain, gambar desain, *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan, dan evaluasi dari sistem sanitasi pasar. Dengan rata-rata debit air limbah sebesar 29,22 m³/hari air limbah Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo memiliki karakteristik berwarna keruh kecokelatan dan berbau anyir. Air limbah mengandung beban organik BOD sebesar 984 mg/L dan COD sebesar 1835 mg/L, dengan konsentrasi total amonia 904,86 mg/L, kandungan TSS 322mg/L dan pH sebesar 7,35. Instalasi pengolahan air limbah direncanakan dengan 1 unit *grease trap*, 1 unit bak ekualisasi dengan *screen*, 1 unit *anaerobic baffled reactor* (ABR), 1 unit *biological aerobic filter* (ABF), 1 unit *clarifier*, dan 1 unit *constructed wetland*. Biaya yang dibutuhkan untuk konstruksi IPAL sebesar Rp318.900.000,00.

Kata Kunci— Air Limbah, IPAL, Pasar Ikan, Sidoarjo.

I. PENDAHULUAN

DEPO Pemasaran Ikan merupakan salah satu tempat perdagangan ikan di Kabupaten Sidoarjo yang di relokasi dari lokasi sebelumnya di Desa Gaban. Pada kegiatan jual beli ikan di sana muncul permasalahan antara lain berupa limbah padat dan cair yang berasal dari sisa pencucian ikan mengandung kadar TSS, TDS dan BOD yang tinggi. Limbah dari kegiatan pencucian ikan berupa air yang bercampur dengan darah dan kotoran ikan. Limbah cair berasal dari bekas pencucian ikan berwarna kecokelatan, keruh, dan berbau anyir. Selain itu limbah pencucian ikan juga mengandung bahan organik, lemak, dan nutrisi yang tinggi yang dapat mencemari lingkungan [1].

Sebelum dialirkan ke badan air terdekat, air limbah yang dihasilkan sudah harus memenuhi baku mutu terlebih dahulu. Pemerintah Indonesia telah mengatur pembuangan air limbah dari produksi pengolahan ikan ke lingkungan yang tertuang dalam Lampiran XIV Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan. Parameter yang terukur seperti BOD, COD, TSS, pH, Amonia, dan kadar minyak-lemak. Untuk memenuhi baku mutu air limbah, perlu dilakukan pengolahan air limbah terlebih dahulu.

Pengolahan dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan atau biologis. Pengolahan dilakukan dengan IPAL terpusat yang biasanya terdapat dua tahapan inti, yaitu pengolahan primer dan pengolahan sekunder. Pemilihan proses pengolahan air limbah didasarkan pada beberapa kriteria, seperti efisiensi pengolahan, lahan yang diperlukan, biaya yang dikeluarkan, dan lain sebagainya [2]. Maka dari itu, dilakukan perencanaan untuk pembangunan IPAL Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo agar air limbah yang dihasilkan aman dan tidak berbahaya untuk lingkungan serta pengunjung pasar.

II. METODE PERENCANAAN

A. Kerangka Perencanaan

Kegiatan perencanaan meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

1) Pengumpulan Data

Data yang diperlukan berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa, karakteristik dan kualitas air limbah, debit kebutuhan air bersih, debit air limbah yang dihasilkan, dan juga lokasi badan air yang didapatkan melalui pengamatan langsung dan pengambilan sampel secara langsung di lokasi terkait. Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada jam di mana beban air limbahnya dalam keadaan minimal (10.00 WIB), rata-rata (06.00–09.00 WIB), dan *peak* (05.30 WIB dan 09.30 WIB) dan juga di hari yang mana pasar lebih ramai seperti akhir pekan. Pengambilan sampel dilakukan pada satu titik sampling, yaitu diujung saluran pembuangan menuju ke sungai. Penentuan titik sampel dilakukan berdasarkan rute saluran yang telah ada, sehingga data yang diperoleh bersifat representatif atau benar-benar mewakili populasi. Sampel diambil sebanyak 1000 ml untuk kebutuhan analisis pH, BOD, COD, TSS, dan Total N. Metode wawancara dan observasi langsung juga dilakukan untuk mendapatkan data kebutuhan air bersih, dan badan air penerima efluen IPAL.

Data sekunder digunakan untuk menunjang perencanaan. Data yang diperlukan antara lain, denah pasar, PERMEN LHK No.5/2014, HSPK Surabaya 2022, PERMENKES No.17/2020, dan perencanaan terdahulu.

2) Pengolahan Data dan Perencanaan IPAL

Adapun tahapan dalam pengelolaan data dan perencanaan IPAL antara lain: (1) menganalisis kualitas dan kuantitas air limbah Depo Pemasaran Ikan, (2) menghitung *Basic Design* IPAL sesuai alternatif pengolahan terpilih, (3) merencanakan sistem penyaluran air limbah, (4) Menggambarkan hasil perencanaan, (5) Menghitung BOQ dan RAB IPAL.

Tabel 1.
Kualitas Air Limbah Hasil Uji Laboratorium

Keterangan	Q air bersih (L/hari)	Q air limbah (L/hari)
Penjual grosir	0	0
Penjual ecer	18.560	18.560
Pembeli grosir	6.000	6.000
Rumah Makan	450	360
Warung kopi	480	384
Toilet umum	4.200	3.360
Musala	700	560
Total	30.390	29.224

Tabel 2.
Kualitas Air Limbah Hasil Uji Laboratorium

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu	Status
pH	-	7,35	6-9	Tidak Melampaui
BOD	mg/L	984,00	100	Melampaui
COD	mg/L	1835,00	200	Melampaui
TSS	mg/L	322,00	100	Melampaui
TN	mg/L	904,86	5	Melampaui

Tabel 3.
Efisiensi Removal Unit Pengolahan

Unit	Removal (%)			
	BOD	COD	TSS	Amonia
Grease Trap	80%	80%	10%	0%
Anaerobic Baffled Reactor	95%	95%	78%	50%
Biological Aerobic Filter	70%	70%	80%	90%
Constructed Wetland	90%	85%	93%	95%

III. HASIL PERENCANAAN

A. Penentuan Debit Air Limbah

Berdasarkan hasil wawancara dan survei, air limbah dihasilkan dari proses pencucian dan pembersihan ikan, pengawetan ikan, pembersihan penjual ecer, operasional rumah makan dan warung, musala dan juga toilet umum. Di Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo terdapat 140 orang yang tetap berada dalam pasar. Debit air limbah diketahui dari kegiatan penjualan ikan sebesar 100% dari kebutuhan air bersihnya. Selain itu, kuantitas air limbah juga dihasilkan dari untuk kegiatan lain seperti rumah makan, warung kopi, toilet, dan musala merupakan 80% dari total kebutuhan air bersih sesuai dengan perhitungan Kementerian PUPR pada Lampiran II PERMEN PUPR No.04/2017. Jumlah keseluruhan debit air limbah Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur Sidoarjo dilihat pada Tabel 1.

Debit rata-rata air limbah Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur Sidoarjo sebesar 29.224 liter/hari atau sama dengan 29,22 m³/hari.

Faktor puncak dihitung menggunakan persamaan Fair dan Geyer (1954),

$$F_p = \frac{18 + P^{0,5}}{4 + P^{0,5}} \quad (1)$$

dengan F_p adalah aktor puncak dan P adalah jumlah penduduk [3].

Perhitungan untuk debit puncak dan debit minimum dengan faktor minimal sebesar 0,5 dengan cara sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_{\text{puncak}} &= Q_{\text{rata-rata}} \times f_p \\ &= 29,22 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 1,88 \\ &= 55,07 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{min}} = Q_{\text{rata-rata}} \times f_m$$

$$\begin{aligned} &= 29,22 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,5 \\ &= 14,61 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan debit puncak sebesar 55,07 m³/hari dan debit minimum sebesar 14,61 m³/hari.

B. Kualitas Air Limbah

Kualitas air limbah diperlukan untuk mengetahui pence-mar yang akan di-removal dalam IPAL. Hasil analisis tersebut disesuaikan dengan baku mutu PERMENLHK No. 5 tahun 2014. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 2.

C. Efisiensi dan Unit Pengolahan Air Limbah

Alternatif pengolahan air limbah pasar ikan ini terdiri dari Grease Trap, Bak Ekualisasi dengan Screen, Anaerobic Baffled Reactor (ABR), Biological Aerobic Filter (BAF), dan Constructed Wetland (CW) efisiensi removal pada Tabel 3 [4-8]. Selain dapat mengurangi polutan sehingga memenuhi baku mutu, alternatif pengolahan dipilih berdasarkan kualitas dari masing-masing alternatif dengan melihat kelebihan dan kelemahan yang dimiliki tiap alternatif. Faktor-faktor yang dapat dilihat seperti efisiensi pengolahan, kebutuhan energi, operasional, beban hidrolis, dan lain-lain.

D. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

Air limbah dari Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo direncanakan diolah dengan pengolahan fisik dan biologis. Pengolahan fisik menggunakan grease trap dan menggunakan pengolahan biologis ABR, BAF, dan CW. ABR dipilih karena desain konstruksinya yang mudah, biaya pembangunan yang relatif lebih murah, dan tidak perlu biaya tambahan untuk operasionalnya karena tidak menggunakan pompa. BAF dipilih karena sistem aerasi dengan O₂ untuk menurunkan kadar amonia yang tinggi. CW dipilih karena memiliki nilai estetika dan desain konstruksi yang mudah dan operasionalnya yang jangka panjang.

1) Grease Trap

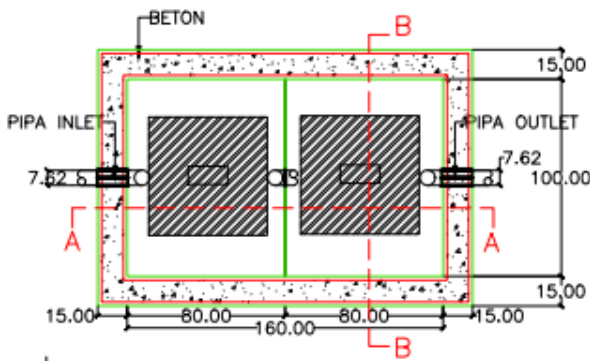
Grease trap atau penangkap lemak termasuk dalam unit pengolahan fisik. Grease trap berfungsi untuk menyaring lemak agar tidak mengganggu sistem pengolahan selanjutnya [9]. Grease trap memiliki dua kompartemen untuk menampung air limbah awal (sewage pit) dan kompartemen lain untuk menyisihkan minyak dan lemak.

Grease trap direncanakan memiliki lubang kontrol (80%) dengan diameter minimum 0,6 m. Grease trap mampu menyisihkan minyak dan lemak hingga 80%, penyisihan BOD COD sebanyak 50-80%, dan TSS sebesar 10%. Kecepatan aliran pada grease trap antara 2-6 m/jam dan memiliki waktu detensi 5-20 menit [4].

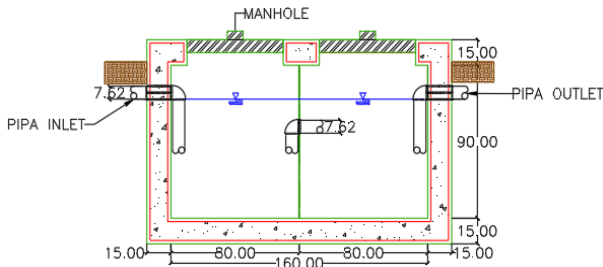
Dengan debit rencana 55,07 m³/hari, grease trap direncanakan dengan kecepatan aliran 2m/jam dan waktu detensi 5 menit. Area pengendapan direncanakan setinggi 0,3 m dan tinggi scum 0,1 m. Menggunakan rasio panjang (P) : lebar (L) sebesar 2:1 direncanakan unit grease trap dengan panjang total bak 1,6 m serta panjang tiap kompartemen 0,8 m. Lebar unit direncanakan selebar 1 m dan kedalaman unit 0,9 m termasuk freeboard sebesar 0,3 m yang disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

2) Bak Ekualisasi yang Dilengkapi dengan Screen

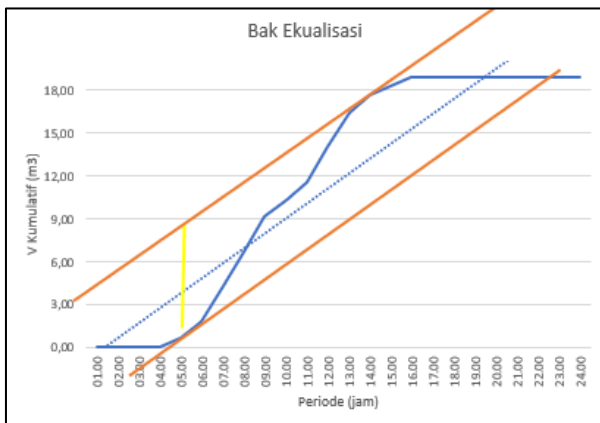
Bak ekualisasi berfungsi untuk meminimalisasi dan mengendalikan fluktuasi aliran air limbah baik secara kuantitas maupun kualitas yang berbeda dan menghomom-



Gambar 1. Daerah grease trap.



Gambar 2. Potongan A-A grease trap.

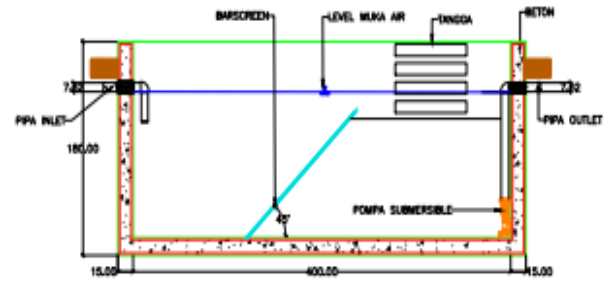


Gambar 3. Grafik nilai volume bak ekualisasi.

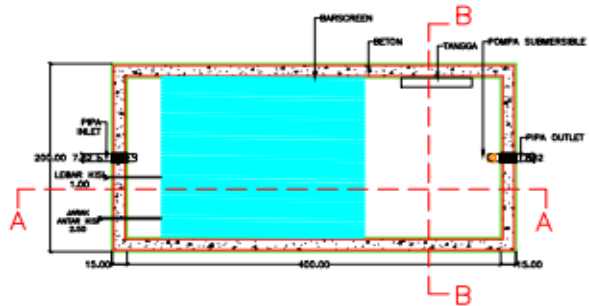
genkan konsentrasi limbah cair tersebut. Waktu detensi pada bak ekualisasi adalah 4–8 jam [10]. Kedalaman air pada bak ekualisasi memiliki kriteria desain setinggi 1,5–2 m [11].

Screen atau penyaring berfungsi untuk menghilangkan material yang berukuran besar. Pada perencanaan ini, akan digunakan coarse screen yaitu saringan yang kasar dengan pembersihan manual [11]. Pada perencanaan bak ekualisasi dibutuhkan data fluktuasi air limbah yang masuk untuk menghitung dimensi bak. Tabel data tersebut diplotkan pada grafik dengan volume kumulatif di sumbu-y dan periode (rentang 24 jam) pada sumbu-x. Kurva menunjukkan nilai slope yang menunjukkan debit harian rata-rata. Volume bak ekualisasi direpresentasikan oleh garis tegak (warna kuning) pada Gambar 3.

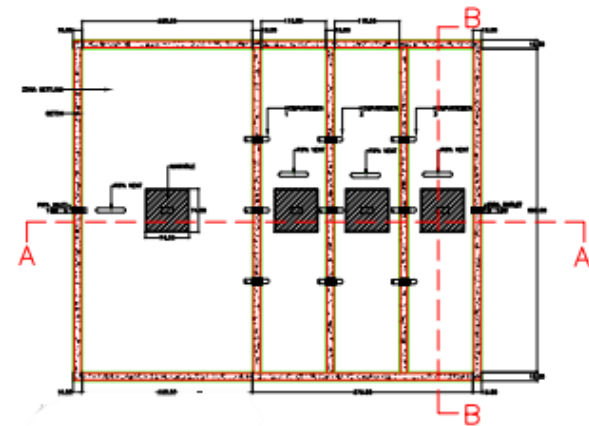
Berdasarkan Gambar 3 didapatkan volume bak 8,29 m³. Kemudian direncanakan bak dengan kedalaman bak 1,5 m dengan freeboard sebesar 0,3 m sehingga dengan rasio panjang (P): lebar (L) sebesar 2:1 didapatkan panjang bak sebesar 4 m dan lebar 2 m. Bak ekualisasi yang direncanakan memiliki waktu detensi 5,23 jam (tidak melebihi kriteria desain). Bak ekualisasi direncanakan menggunakan pompa submersible pump dengan merek GRUNDFOS tipe SE1.100.150.55.4.51E.B.



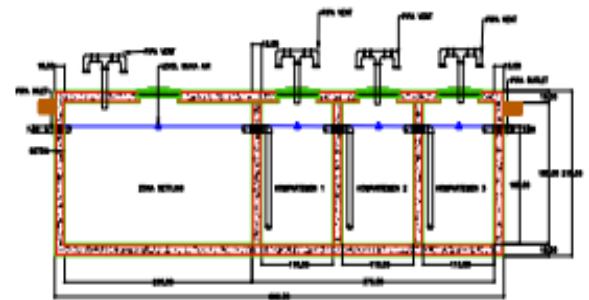
Gambar 4. Denah bak ekualisasi.



Gambar 5. Potongan A-A bak ekualisasi.



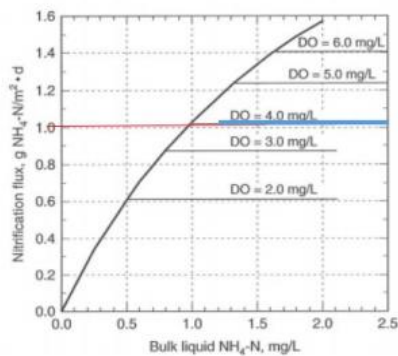
Gambar 6. Denah unit ABR.



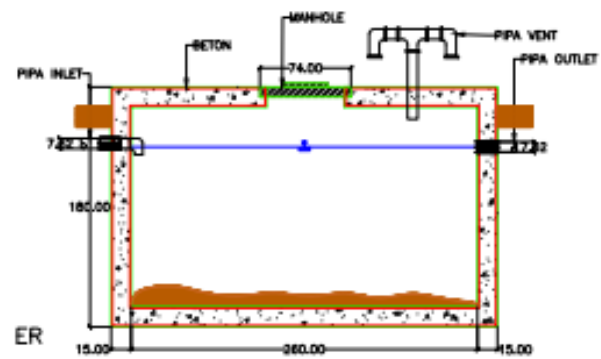
Gambar 7. Gambar potongan A-A ABR.

Lebar screen direncanakan mengikuti lebar unit ekualisasi yaitu sebesar 2 m dan memiliki kemiringan 45°. Jarak antar kisi (b) direncanakan sebesar 25 mm dengan lebar kisi (w) 10 mm. dari hasil perhitungan didapatkan jumlah bar sebanyak 56 bar. Denah dan potongan A-A bak ekualisasi dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

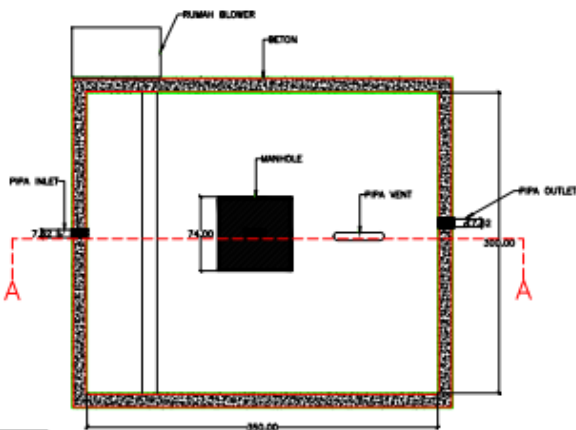
Anaerobic Baffled Reactor (ABR) merupakan pengolahan air limbah dengan sistem tangki septik, akan tetapi ada penambahan sistem penyekatan di dalam tangkinya. ABR memiliki efisiensi removal sebesar 70–95% untuk parameter BOD, 65–95% untuk parameter COD, 45–60% untuk TN [12]. ABR juga dapat me-removal TSS hingga 78% [4].



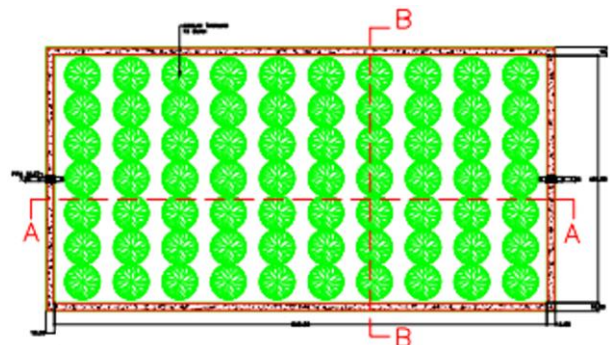
Gambar 8. Flux nitrifikasi.



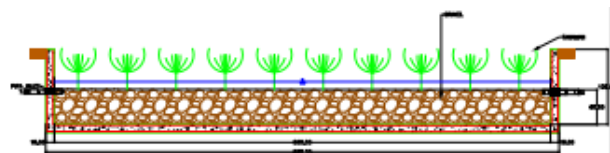
Gambar 11. Potongan A-A unit clarifier.



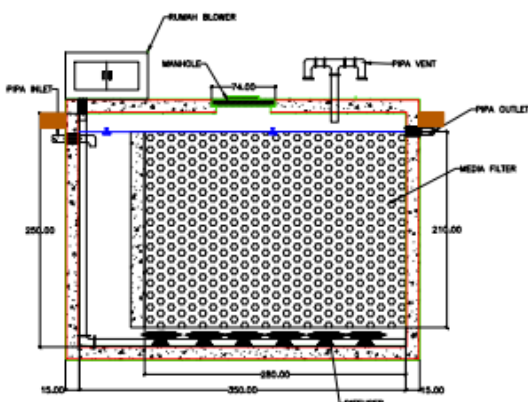
Gambar 9. Denah unit BAF.



Gambar 12. Denah unit constructed wetland.



Gambar 13. Potongan A-A unit constructed wetland.



Gambar 10. Denah unit clarifier.

ABR memiliki kriteria desain HRT (*Hydraulic Loading Rate*) antara 5–30 jam, kecepatan *upflow* sebesar < 0,6 m/jam [5], dan jumlah kompartemen berkisar antara 3–6 buah [13]. Sehingga didapatkan perencanaan dimensi bangunan ABR sebagai berikut: (1) panjang bak *settling* = 2,85 m, (2) panjang tiap kompartemen = 1 m, (3) panjang total ABR = 5,85 m, (4) jumlah kompartemen = 3, (5) lebar ABR = 5,5 m, (6) kedalaman bak = 1,5 m, dan (7) *freeboard* = 0,3 m. Gambar denah dan potongan A-A unit ABR dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. ABR direncanakan menggunakan pipa untuk media *upflow* dan *downflow* dengan pertimbangan biaya yang lebih ekonomis daripada penggunaan *baffle* yang terbuat dari beton.

3) Biological Aerobic Filter (BAF)

Sistem unit ini terdiri dari media tumbuh mikro-organisme yang tenggelam yang dilengkapi dengan sistem aerasi. Unit BAF merupakan pengolahan lanjutan dari unit ABR, di mana

unit ini berguna untuk menyisihkan polutan amonia yang sangat tinggi di dalam air limbah. BAF termasuk ke dalam unit pengolahan *attached growth system* di mana unit ini membutuhkan media sebagai tempat melekatnya mikro-organisme [14].

Dalam perencanaan unit BAF perlu ditentukan kebutuhan media. Media yang digunakan adalah sarang tawon dengan luas permukaan spesifik media berkisar 600 m²/m³. Kemudian, *flux loading* BOD maksimal untuk keperluan nitrifikasi adalah sebesar 20 g/m² hari. Sedangkan *flux* nitrifikasi ditentukan berdasarkan konsentrasi DO operasional, yang disarankan sekitar 3–4 mg/L agar proses nitrifikasi berjalan efektif [14]. Penentuan *flux* nitrifikasi dapat dilihat pada Gambar 8.

Konsentrasi BOD air limbah adalah sebesar 9,84 mg/L (< 10 mg/L), unit BAF dapat direncanakan satu kompartemen saja. Kebutuhan O₂ dan kebutuhan *diffuser* untuk BAF dipenuhi dengan menggunakan *fine bubble disc diffuser* dengan D 336 m. Berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan *diffuser* sebanyak 45–46 buah. Gambar denah BAF dapat dilihat pada Gambar 9.

4) Clarifier

Lapisan biofilm dari reaktor biofilter aerobik memiliki kemungkinan untuk terlepas sehingga dapat menyebabkan air olahan menjadi keruh. Bak pengendap akhir berfungsi untuk memisahkan atau mengendapkan kotoran padatan tersuspensi (TSS) yang ada di dalam air limbah agar air olahan IPAL menjadi jernih. Waktu tinggal hidrolik di dalam bak pengendap akhir umumnya sekitar 2–4 jam. Lumpur yang

Tabel 4.
Mass Balance IPAL

Parameter	Influen (kg/hari)	Removal				Efluen (kg/hari)
		Grease Trap (kg/hari)	ABR (kg/hari)	BAF (kg/hari)	CW (g/hari)	
BOD	28,76	23,01	5,46	0,20	0,08	0,01
COD	53,63	42,90	10,19	0,38	0,14	0,02
TSS	9,41	0,94	6,61	1,49	0,35	0,03
TN	26,44	0	13,32	11,90	1,26	0,07

Tabel 5.
Dimensi Kebutuhan Luas IPAL

No.	Unit	Tinggi Level Muka Air (m)	Kedalaman Bangunan di Bawah Permukaan Tanah (m)
1.	Grease Trap	-0,316	-1,05
2.	Bak Ekuialisasi	-0,309	-1,65
3.	ABR	-0,305	-1,95
4.	BAF	-0,305	-2,65
5.	Clarifier	-0,305	-1,65
6.	Constructed Wetland	-0,305	-1,30

Tabel 6.
Dimensi Kebutuhan Luas IPAL

No.	Unit	Jumlah (unit)	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Luas (m ²)
1.	Grease Trap	1	1,6	1	0,9	1,60
2.	Bak Ekuialisasi	1	4	2	1,8	8
3.	ABR	1	5,85	5,5	1,5	32,17
4.	BAF	1	3,5	3	2,5	10,5
5.	Clarifier	1	2,6	1,3	1,5	3,38
6.	Constructed Wetland	1	8,6	4,3	1,2	36,98
Total						92,63

berasal dari biofilter aerobik lebih mudah mengendap, karena ukurannya lebih besar dan lebih berat. Air limpasan (*overflow*) bak pengendap akhir relatif sudah jernih [15].

Clarifier direncanakan dengan waktu detensi 2 jam dan kedalaman bak 1,5 m. Rasio Panjang (P) : Lebar (L) yang digunakan adalah sebesar 2:1, maka didapatkan panjang unit clarifier 2,6 m dan lebar 1,3 m. Gambar denah dan potongan A-A unit clarifier dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

5) Constructed Wetland

Constructed wetland adalah salah satu rekayasa dari sistem pengolahan air limbah yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan tanaman atau mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar. Tidak hanya dapat menyisihkan senyawa organik, teknologi ini dapat menurunkan kadar total-N pada air limbah. Terdapat dua jenis *constructed wetland*, yaitu *Surface Water Free* (SWF) yang tampak sebagai kolam atau danau, dan *Subsurface Flow* (SSF) yang dapat dikemas sebagai taman [16].

Constructed wetland direncanakan menggunakan media medium gravel dan tanaman *Canna Indica Sp.* Kedalaman air direncanakan 0,6 m dan kedalaman gravel juga 0,6 m menyesuaikan panjang akar tanaman. Dengan HLR sebesar 0,8 m³/m².hari didapatkan unit CW dengan panjang 8,6 m dan lebar 4,3 m. Kebutuhan tanaman sebanyak 88–89 buah dengan kerapatan tanaman 2 tanaman/m². Denah dan potongan A-A unit constructed wetland dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

E. Mass Balance IPAL

Mass balance digunakan untuk menjadi kontrol terhadap massa yang hilang saat proses pengolahan. Mass balance IPAL Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo disajikan pada Tabel 4.

F. Profil Hidrolis IPAL

Profil hidrolis dibutuhkan untuk mengetahui elevasi penurunan muka air selama proses pengolahan pada masing-masing unit bangunan pengolah. Untuk menghitung *headloss* karena tekanan dalam pipa, digunakan persamaan Hazen-Williams sebagai berikut:

$$H_f = \left[\frac{Q}{0,0015 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \tag{2}$$

dengan H_f adalah *major losses* (m), Q adalah debit air limbah (L/detik), L adalah panjang pipa (m), C adalah koefisien kekasaran pipa (pipa PVC=140), dan D adalah diameter pipa (cm).

Kemudian untuk menghitung *minor losses* akibat kehilangan tekanan yang disebabkan oleh aksesoris perpipaan. Untuk mencari nilai *headloss* minor digunakan persamaan sebagai berikut:

$$H_f = K \frac{v^2}{2g} \tag{3}$$

dengan K adalah koefisien resisten, v adalah kecepatan aliran (m/detik), dan g adalah percepatan gravitasi (m/detik²)

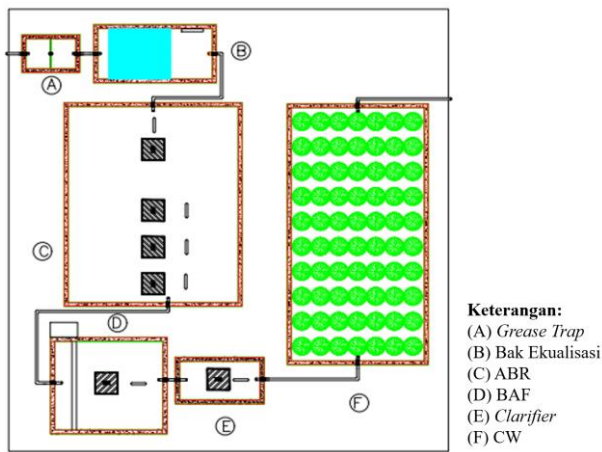
Headloss jatuhnya dan belokan didasarkan pada persamaan Manning. Aliran air yang masuk ke dalam pipa *inlet* memiliki *headloss* akibat adanya jatuhnya dan belokan yang disebabkan oleh aksesoris maupun faktor lainnya yang terdapat dalam bangunan. Persamaan Manning dijelaskan sebagai berikut:

$$H_f = \left[\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right]^2 \times L \tag{4}$$

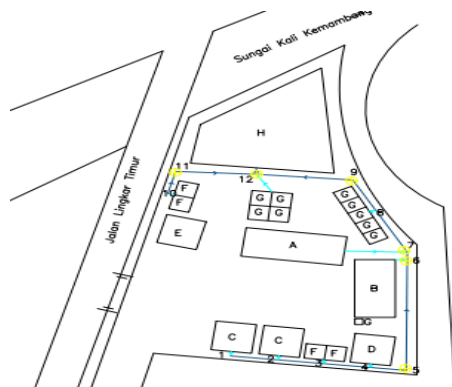
dengan v adalah kecepatan aliran (m/detik), n adalah 0,015 (kekerasan beton), R adalah jari-jari hidrolis (m), dan L adalah panjang pipa (m). Profil Hidrolis IPAL Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo disajikan pada Tabel 5.

G. Layout IPAL

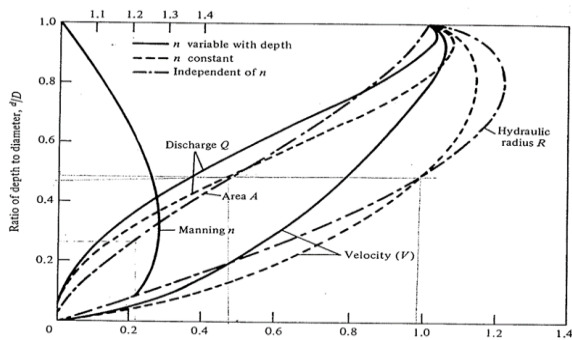
Berdasarkan perhitungan *Basic Design* yang sudah dilakukan, dapat diketahui kebutuhan luas lahan secara keseluruhan



Gambar 14. Layout IPAL.



Gambar 15. Layout jaringan SPAL.



Gambar 16. Grafik "Hydraulic Elements for Circular Sewer".

setiap unit terdapat pada Tabel 6. Layout IPAL dapat dilihat pada Gambar 14.

H. Sistem Penyaluran Air Limbah

1) Jaringan Pipa

Jalur pipa dipengaruhi oleh kondisi topografi. Perlu juga direncanakan letak unit IPAL. Disarankan letak unit IPAL berada di elevasi terendah di wilayah tersebut dan akses terjangkau, sehingga memudahkan dalam perencanaan hingga operasional. Gambar rencana jaringan pipa penyaluran air limbah dapat dilihat pada Gambar 15.

2) Dimensi Pipa

Penentuan dimensi pipa yang digunakan dilakukan dengan mengacu pada Gambar 16 [11]. Kecepatan minimum yang biasa digunakan dalam perencanaan penyaluran air limbah skala kecil agar saluran dapat melakukan *self-rinsing* dan terhindar dari endapan bahan organik adalah 0,3 m/detik [17]. Berdasarkan perhitungan, pipa yang digunakan untuk mengalirkan air limbah pasar ikan menuju IPAL adalah pipa PVC tipe

Tabel 7.
Kebutuhan Manhole

No.	Jenis Manhole	Jumlah
1.	Manhole lurus	0
2.	Manhole belokan	3
3.	Manhole pertigaan/permepatan	3
4.	Drop mnhole	0
Jumlah		6

Tabel 8.
Kebutuhan Aksesoris Pipa

No.	Jenis Aksesoris	Jumlah
1.	Socket	63
2.	Elbow 90°	4
3.	Elbow 45°	1
4.	T	8

Tabel 9.
Rencana Anggaran Biaya IPAL

No.	Unit	Biaya
1.	Grease Trap	Rp 6.396.094,00
2.	Bak Ekualisasi	Rp 39.690.391,00
3.	ABR	Rp 98.991.581,00
4.	BAF	Rp 73.115.514,00
5.	Clarifier	Rp 23.351.848,00
6.	Constructed Wetland	Rp 77.268.336,00
Jumlah		Rp 318.831.763,00
Pembulatan		Rp 318.900.000,00

D untuk air limbah dengan diameter 3 inci (ID 75 mm).

3) Penanaman Pipa

Penanaman pipa dilakukan mengikuti *slope* medan, namun apabila tidak memungkinkan untuk mencapai kecepatan minimum, maka digunakan *slope* rencana dan diusahakan tidak berbeda jauh dengan *slope* medan. Selain itu, diusahakan kedalaman penanaman tidak lebih dari 1,5 m sehingga penanaman tidak terlalu dalam dan tidak perlu menggunakan pompa. Penanaman pipa harus memperhatikan perubahan diameter pipa karena akan berpengaruh pada kedalaman penanaman.

4) Manhole

Manhole merupakan bangunan pelengkap dalam penyaluran air limbah. Manhole digunakan untuk memeriksa, memelihara, dan memperbaiki aliran yang tersumbat. Pada konstruksi manhole biasa digunakan manhole dengan tutup berbahan beton atau cast iron. Salah satu syarat lubang manhole harus dapat dimasuki oleh orang untuk dapat memeriksa saluran. Diameter pipa penyaluran yang digunakan pada perencanaan, yaitu 3 inci sehingga untuk jarak antar manhole pada jalur lurus digunakan jarak 75–125 m [4]. Direncanakan kebutuhan manhole pada perencanaan ini seperti pada Tabel 7.

I. BOQ dan RAB Perencanaan IPAL

1) RAB Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa

Pada perencanaan ini dibutuhkan pipa tipe D untuk air limbah dengan diameter 3 inci (OD 89 mm) sebanyak 84 batang berukuran 4 m. Kebutuhan aksesoris pipa disajikan pada Tabel 8. RAB pengadaan pipa dan aksesoris sebesar Rp11.080.600,00 terbilang Sebelas Juta Delapan Puluh Ribu Enam Ratus Rupiah (harga pada katalog sudah termasuk PPN 11%).

2) RAB IPAL

Hasil perhitungan BOQ dibutuhkan untuk menghitung biaya yang diperlukan untuk pembangunan IPAL. Rincian rencana anggaran biaya tiap unit disajikan pada Tabel 9. Didapatkan total rencana anggaran biaya untuk pembangunan

unit-unit IPAL sebesar Rp318.831.763,00 kemudian dibulatkan Rp318.900.000,00 terbilang Tiga Ratus Delapan belas Sembilan Ratus Ribu Rupiah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Air limbah Depo Pemasaran Ikan Lingkar Timur, Sidoarjo mengandung polutan organik (BOD dan COD) serta nutrisi amonia yang melebihi baku mutu sehingga perlu diolah dengan menggunakan unit instalasi pengolahan biologis *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*, *Biological Aerated Filter (BAF)*, dan *Constructed Wetland (CW)*. (2) Berdasarkan perhitungan basic design diperoleh IPAL berupa 1 unit *grease trap*, 1 unit bak ekualisasi dengan *screen*, 1 unit ABR, 1 unit BAF, 1 unit *clarifier*, dan 1 unit CW. (3) Biaya investasi yang diperlukan untuk konstruksi IPAL sebesar Rp318.900.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Widiyanti, A. Firdaus, A. Salsabella, dan D. A. R. Nazwa, "Pengolahan limbah cair depo pemasaran ikan kabupaten sidoarjo menggunakan tumbuhan mansiang (*scirpus grossus*) dengan sistem kontiyu reaktor," *J. Res. Technol.*, vol. 7, no. 2, hal. 187–196, 2021.
- [2] H. Marlina, Q. Aini, H. Fuady, R. Fauzy, dan Hijrah, "Identifikasi sistem pengelolaan limbah pada pasar ikan di kecamatan baiturrahman kota Banda Aceh," *Rumoh J. Archit.*, vol. 11, no. 2, hal. 71–76, 2021.
- [3] G. M. Fair, J. C. Geyer, dan D. A. Okun, *Water and wastewater engineering*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1969. ISBN: 0471251305.
- [4] Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, "Panduan Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Buku A: Panduan Perhitungan Bangunan pengolahan Lumpur Tinja", Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Jakarta, 2017.
- [5] L. Sasse, *DEWATS: Decentralised wastewater treatment in developing countries*. Germany: Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA), 1998. ISBN: 9781843801283.
- [6] X. M. Wei, C. Lin, N. Duan, Y. X. Peng, dan Z. Y. Ye, "Application of Aerobic Biological Filter for Treating Swine Farms Wastewater," in *Procedia Environmental Sciences*, vol. 2, hal. 1569–1584, Jan 2010. doi: 10.1016/J.PROENV.2010.10.169.
- [7] M. T. O. A. Pamungkas, "Studi pencemaran limbah cair dengan parameter bod5 dan ph di pasar ikan tradisional dan pasar modern di kota Semarang," *J. Kesehat. Masyarakat*, vol. 2, no. 4, hal. 166–175, Apr 2016, doi: <https://doi.org/10.14710/jkm.v4i2.11942>.
- [8] S. R. Qasim dan G. Zhu, *Wastewater treatment and reuse: Theory and design examples: Volume 1: Principles and basic treatment*. Boca Raton: CRC press, 2017. ISBN: 9781138300897.
- [9] A. Azwarman, "Pemanfaatan siklus pembuangan air terhadap sistem drainase perumahan kota," *J. Civronlit Unbari*, vol. 2, no. 2, hal. 1–9, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.33087/civronlit.v2i2.16>.
- [10] F. Mubin, A. Binilang, dan dkk, "Perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik di kelurahan istiqlal kota Manado," *J. Sipil Stat.*, vol. 4, no. 3, hal. 211–223, 2016.
- [11] R. S. Pratiwi dan I. F. Purwanti, "Perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik di kelurahan keputih Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, hal. 1–5, 2015, doi: 10.12962/j23373539.v4i1.8909.
- [12] F. Siswanti, G. Samudro, dan W. Wardana, "Pengaruh konfigurasi anaerobic baffled reactor, media bioball dan tanaman eceng gondok untuk penyisihan ammonia, urea dan total kjeldahl nitrogen," *J. Tek. Lingkungan.*, vol. 4, no. 4, hal. 1–10, 2015.
- [13] E. Tilley, L. Ulrich, C. Lüthi, P. Reymond, dan C. Zurbrügg, *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*, 2nd ed. Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2014.
- [14] L. Metcalf, H. P. Eddy, dan G. Tchobanoglous, *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse*, 4th ed. New York: McGraw-Hill, 1991. ISBN: 007124140X.
- [15] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob," Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 2011.
- [16] A. C. S. P. Suswati dan G. Wibisono, "Pengolahan limbah domestik dengan teknologi taman tanaman air (constructed wetlands)," *Indones. Green Technol. J.*, vol. 2, no. 2, hal. 70–77, 2013.
- [17] Y. Adicita, I. W. K. Suryawan, dan M. R. Apritama, "Design of centralized wastewater sewerage system in small lengkang island, Batam city, Indonesia," *J. Community Based Environ. Eng. Manag.*, vol. 4, no. 1, hal. 15–24, 2020, doi: 10.23969/jcbeem.v4i1.2250.