

PERANCANGAN INSTALASI PENGOLAH AIR LIMBAH DOMESTIK TERPADU PADA KAWASAN KAMPUNG NELAYAN DI KOTA BENGKULU

Meilani Belladona¹⁾, Hernowo Novi Yanto²⁾

¹⁾ Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof. DR. Hazairin, SH, Jl. A. Yani No. 1 Bengkulu

²⁾ Jurusan Administrasi Publik, Fakultas ISIPOL Universitas Prof. DR. Hazairin, SH, Jl. A. Yani
No. 1 Bengkulu

Abstrak

Wilayah Pasar Bengkulu memiliki tingkat populasi yang tinggi dan terletak di sepanjang pantai zakat sehingga mayoritas mata pencaharian penduduk di daerah ini adalah nelayan. Sanitasi di daerah pesisir ini kurang baik, hal ini terlihat dari sampah di halaman, saluran drainase tidak mengalir, dan beberapa rumah yang membuang adalah halaman. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan desain pengolahan air limbah terpadu. Metode yang digunakan untuk menyebarkan kuesioner. Analisis statistik sederhana digunakan untuk membuat analisis sosial dari masyarakat tentang tingkat pendidikan yang mempengaruhi tingkat pengetahuan warga tentang sanitasi. Hasil analisis sosial menunjukkan bahwa tingkat pendidikan mempengaruhi kurangnya penduduk pengetahuan tentang air limbah dan sanitasi. Berdasarkan desain pembuangan limbah yang diperoleh dari pengolahan air limbah terpadu yang terdiri dari membagi lemak bak dan minyak untuk dimensi 3mx4mx2m, bak pemerataan 4mx4.8mx2m, anaerobik bak kontaktor 8.5mx4mx2m, kontaktor aerobik bak 2.5x2mx2m dan media tidur 2.9mx4mx2m, disposisi akhir 3mx4mx2m dengan dinding tebal 20 cm dan mutu beton K275. Bagian dari air olahan atau semuanya dapat dibuang ke badan air. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan sosialisasi pentingnya sanitasi.

Kata kunci: desa nelayan, sanitasi, terpadu pengolahan air limbah

Abstract

Pasar Bengkulu region has the level of high population and located along the coast of zakat so that the majority of livelihood population in this area were fishermen. Sanitation in these coastal regions are less good, this looks a litter of garbages on the yard, drainage channel does not flows, and some homes that dispose is to the yard. This research aims to make the draft design integrated wastewater treatment. The method used to spread the questionnaire. A simple statistical analysis is used to make social analysis of the public about the level of education that affect the level of knowledge of citizens about sanitation. Social analysis results showed that the level of education affect lack of knowledge residents about wastewater and sanitation. Based on discharge waste obtained design of wastewater treatment integrated consisting of dividing tub fats and oils as to dimensions 3mx4mx2m, equalization tub 4mx4.8mx2m, anaerobic contactor tub 8.5mx4mx2m, aerobic contactor tub 2.5x2mx2m and media bed 2.9mx4mx2m, disposition of late 3mx4mx2m with a thick wall of 20 cm and concrete quality K275. This portion of processed water or everything can be thrown into a body of water. Based on the results of the analysis needs a socialization in importance of sanitation.

Keywords : *fishermen village, sanitation, integrated of wastewater treatment*

PENDAHULUAN

Kelurahan Pasar Bengkulu merupakan salah satu kelurahan yang ada di Propinsi Bengkulu dengan tingkat kepadatan penduduk relatif tinggi. Kelurahan ini terdiri atas 8 Rukun Tetangga (RT) dengan jumlah kepala keluarga 379 KK dan jumlah penduduk 1651 jiwa (Monografi, 2012). Letak kelurahan ini di sepanjang pantai Zakat sehingga mayoritas pencaharian penduduk di daerah ini adalah nelayan. Kampung nelayan biasanya identik dengan konstruksi bangunan yang kurang memadai, apalagi sarana dan prasarana penunjang, khususnya sanitasi sangat minim. Hal ini diakibatkan kurangnya pengetahuan warga mengenai pentingnya menjaga kebersihan lingkungan untuk kelestarian sumber daya alam.

Sanitasi merupakan salah satu bagian dari infrastruktur air perkotaan yang memegang peranan penting. Baik buruknya sanitasi akan mempengaruhi baik buruknya kualitas lingkungan yang secara langsung maupun tidak langsung akan berdampak pada kualitas air tanah dan kesehatan masyarakat. Tingkat pendidikan dan minimnya pengetahuan penduduk mengenai sanitasi menjadikan lemahnya motivasi masyarakat untuk dapat meningkatkan kesehatan lingkungannya. Peraturan Perundangan saat ini mewajibkan semua limbah cair domestik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum. (PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang kondisi sanitasi daerah pesisir pantai Zakat dan akan dibuat rancangan desain instalasi pengolah air limbah domestik terpadu pada kawasan kampung nelayan di kota Bengkulu khususnya di kelurahan Pasar Bengkulu. Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan persuasif terhadap masyarakat melalui survei dan menyebarkan kuisioner

untuk memperoleh data mengenai jumlah penduduk/keluarga, jumlah pemakaian air bersih sehari-hari serta jumlah limbah dan cara pembuangan air limbah tersebut. Survei juga dibutuhkan untuk mengetahui persepsi penduduk mengenai pengolahan air limbah domestik terpadu, denah lokasi untuk penempatan unit pengolahan limbah cair, kapasitasnya, dan sistem pembuangan limbah cair saat ini, Kondisi sosial ekonomi juga menjadi bahan untuk pengambilan keputusan guna menetapkan jenis bangunan pengolah dan desainnya.

Dari latar belakang di atas muncul permasalahan yaitu bagaimana merencanakan desain sistem pengolah limbah domestik secara terpadu di kampung nelayan. Parameter yang digunakan untuk membuat rancangan tersebut adalah debit buangan rumah tangga per hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancangan desain instalasi pengolah air limbah domestik terpadu di kampung nelayan sehingga dapat menjadi masukan bagi pemerintah untuk meningkatkan kesehatan lingkungan khususnya sanitasi.

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Sumber air limbah domestik adalah seluruh buangan cair yang berasal dari buangan rumah tangga yang meliputi: limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian, dan lainnya. Menurut Kodoati dan Sjarief (2005) air limbah domestik adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari aktifitas dapur, kamar mandi dan cuci dimana kuantitasnya antara 50-70 % dari rata-rata pemakaian air bersih (120-140 liter/orang/hari).

Air limbah domestik mengandung lebih dari 90% cairan. Zat-zat yang terdapat dalam air

buangan di antaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Air limbah domestik umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi. Air limbah domestik jika tidak diolah sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan. Selain pencemaran secara kimiawi, air limbah domestik juga berpotensi untuk mencemari lingkungan secara bakteriologis (Yudo dan Setoyono, 2008).

Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan. Jadi semua air limbah domestik sebelum dibuang ke perairan/saluran umum harus diolah terlebih dahulu sampai memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan Pemerintah. Pengolahan dapat dilakukan secara individu maupun secara terpadu. Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersamasama (kolektif) sebelum dibuang ke air permukaan. Sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 tahun 2003 tentang “Baku Mutu Air Limbah Domestik” maka semua kegiatan yang menghasilkan limbah domestik harus mengolah limbahnya sampai memenuhi baku mutu yang berlaku (Menteri Negara LH, 2003). Baku mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Minyak dan lemak	mg/l	10

Sumber : Kep. Men. LH. No. 112 tahun 2003

Ada tiga sumber limbah cair yang utama, yaitu limbah cair dari kamar mandi dan cuci pakaian, limbah cair dari dapur dan limbah dari toilet (Yudo dan Setoyono, 2008). Sistem pembuangan air limbah domestik terbagi menjadi 2 (dua) macam yakni sistem pembuangan air limbah setempat (*on site system*) dan pembuangan terpusat (*off site system*) (Kodoatie dan Sjarief, 2005). Sistem pembuangan limbah terpusat adalah sistem pembuangan yang berada diluar persil. Contoh sistem penyaluran air limbah yang dibuat ke suatu tempat pembuangan (*disposal site*) yang aman dan sehat dengan atau tanpa pengolahan sesuai kriteria baku mutu dan besarnya limpasan. Adapun tempat pembuangan dapat berupa lahan tanah terbuka sebagai tempat (misal di padang pasir) atau bahan-bahan aliran air sebagai badan air penerima.

Dalam merencanakan suatu IPAL, maka perlu ditempuh beberapa langkah pengerjaan yang dimulai dari survei lapangan, analisis data dan pemilihan teknologi (proses) yang akan digunakan (Yudo dan Setoyono, 2008). Jika langkah-langkah tersebut telah ditempuh baru dilakukan disain IPAL yang direncanakan. Setelah memperoleh semua data yang dibutuhkan, maka dilakukan perencanaan disain dan dimensi IPAL terpadu sesuai dengan data yang diperoleh. Proses IPAL terdiri atas air limbah hasil kegiatan domestik (mandi, mencuci) dialirkan ke bak pemisah lemak dan minyak. Bak ini berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang dihasilkan oleh kegiatan dapur, serta mengendapkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tidak dapat terurai secara biologis.

Selanjutnya aliran dimasukkan ke bak pengendapan awal yang berfungsi untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan juga berfungsi untuk menguraikan senyawa organik berbentuk padatan, pengurai lumpur dan penampung

lumpur, selanjutnya masuk ke bak pengendapan akhir yang akhirnya dapat dialirkan ke saluran drainase perkotaan atau ke badan air.

Adapun tahapan perhitungan yang digunakan untuk membuat dimensi IPAL ini adalah sebagai berikut :

1. hitung kapasitas pengolahan berdasarkan jumlah pemakaian :

$$Q_o = Q_p \times P \quad (1)$$

dimana Q_o adalah kapasitas pengolahan ($m^3/hari$), Q_p adalah kapasitas pembuangan ($m^3/hari$) dan P adalah jumlah penduduk.

2. Tentukan kriteria waktu tinggal (*retention time*), misalnya $t_r = \pm 30$ menit
3. Buat perhitungan volume bak yang diperlukan dengan rumus :

$$Vol = \frac{t_r}{60 \times 24} \times Q_p \text{ m}^3/hari \quad (2)$$

4. Buat perhitungan bak penampung air limbah yaitu tentukan waktu tinggal dalam bak (HRT) (4-8 jam), Hitung volume bak menggunakan persamaan :

$$Vol = \frac{HRT}{60 \times 24} \text{ hari} \times Q_p \text{ m}^3/hari \quad (3)$$

5. Hitung dimensi bak pengendapan awal yaitu tentukan waktu tinggal didalam bak (2-4 jam) hitung kemudian hitung volume bak yang diperlukan seperti Persamaan (1.1).
6. Tentukan dimensi lebar (b), kedalaman air efektif (h), panjang (l), cek waktu tinggal rata-rata dengan persamaan :

$$T = \frac{b \cdot h \cdot l}{Q_n} \text{ 24 jam/hari} \quad (4)$$

Hitung beban permukaan dengan persamaan :

$$= \frac{Q_p \text{ m}^3/hari}{b \cdot l \text{ m}^2}$$

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah di RT 1, RT 2, RT 3, RT 4 dan RT 6 Kelurahan Pasar Bengkulu Kecamatan Sungai Serut Kota Bengkulu.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas metode pengumpulan data dan metode pengolahan data. Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil kuisisioner antara lain data responden berupa jumlah anggota keluarga, data pemakaian air bersih dan data pembuangan air limbah rumah tangga. Data sekunder berupa data monografi kelurahan meliputi luas wilayah, jumlah penduduk, dan lain-lain. Data pembuangan air limbah rumah tangga dianalisa menggunakan analisa hidraulika sehingga diperoleh dimensi bak pengolahan sedangkan data sosial budaya dianalisa menggunakan analisa deskriptif kualitatif yaitu analisa korelasi untuk mengetahui hubungan antara tingkat pendidikan dengan pengetahuan warga terhadap sanitasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelurahan Pasar Bengkulu merupakan salah satu kelurahan yang terletak paling utara yang berada di bawah Kecamatan Sungai Serut dengan luas wilayah sebesar 7,5 Ha dengan jumlah penduduk sebanyak 1651 jiwa. Kelurahan Pasar Bengkulu terdiri atas 8 Rukun Tetangga (RT) dengan jumlah kepala keluarga 379 KK. Kelurahan ini berbatasan langsung dengan pesisir pantai dengan kondisi sanitasi kurang memadai seperti terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Foto Udara Kelurahan Pasar Bengkulu



Gambar 2. Kondisi Sanitasi

Kawasan kampung nelayan ini telah tersentuh proyek pemerintah yaitu pembuatan saluran drainase untuk pembuangan air limbah dan air hujan, tetapi pembuatan sarana drainase tidak memperhatikan topografi wilayah sehingga kemiringan saluran tidak dibuat sesuai dengan arah buangan. Kondisi ini mengakibatkan pembuatan saluran menjadi tidak berguna dikarenakan aliran air yang masuk ke saluran lingkungan tersebut tidak mengalir ke *outlet* yaitu pantai seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kondisi Saluran Drainase yang tidak berfungsi

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa warga diperoleh informasi bahwa saluran tersebut tidak berpengaruh terhadap buangan limbah domestik dikarenakan kondisi tanah di kawasan ini berpasir dengan permeabilitas tinggi sehingga tidak memerlukan waktu lama untuk meresapkan air ke dalam tanah. Dalam

curah hujan tinggi sekalipun tidak akan terjadi genangan apalagi banjir di kawasan ini. Tetapi warga mengeluhkan tempat pembuangan sampah yang tidak ada di kawasan ini, sehingga warga membuang sampah ke lingkungan.

Responden yang dipilih untuk mengisi kuisioner adalah penduduk yang bertempat tinggal dekat dengan Pantai Zakat yaitu terdiri dari RT 1, RT 2, RT 3, RT 4 dan RT 6 dengan jumlah responden 165 KK. Berdasarkan data hasil rekapitulasi kuisioner diketahui bahwa 32,73 % responden berpendidikan SD dan 37,58 % berpendidikan SMA. Mata pencaharian penduduk di kawasan ini mayoritas adalah nelayan yaitu 46,67 % dan 33,33% bekerja swasta/wiraswasta. Sumber air bersih sebagian besar berasal dari sumur gali yaitu 54,54% dan 38,79% memanfaatkan air PDAM dengan jumlah pemakaian terbanyak per KK adalah antara 1-1,5 m³ per hari yaitu sebanyak 75,76 % dari seluruh responden. Sumur gali dibuat pada rumah-rumah yang letaknya tidak terlalu dekat dengan pantai, sedangkan yang memanfaatkan fasilitas PDAM sebagian besar adalah warga yang rumahnya berdekatan dengan pesisir pantai. Alasannya adalah air tanah mereka tidak layak untuk minum karena payau.

Jumlah air buangan per hari terbanyak adalah antara 0,5 m³ sampai 1 m³ yaitu sebesar 77,58% untuk mandi, cuci, kakus. 78,18 % dari air buangan dibuang ke saluran lingkungan dan 19,39 % dibuang ke halaman dikarenakan tidak ada sistem pengolahan limbah di lingkungan tersebut. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan warga setempat, telah ada Kakus dan fasilitasnya pada setiap rumah, hanya sebagian kecil warga yang masih melakukan aktivitas MCK di pinggir aliran laut yang melintas di dekat rumah.

R square atau $R^2 = 0,8881$.

t_{hitung}	= 6,900049
df	= 1
Signifikansi	= 0,0004578
a	= -0,269399
b (β)	= 0,1948799

Angka di atas menunjukkan korelasi antara tingkat pendidikan dan pengetahuan tentang sanitasi adalah sebesar 0,8881 dengan tanda positif, artinya ada hubungan yang sangat erat antara tingkat pendidikan dan pengetahuan mengenai sanitasi. Atau dapat dikatakan pengaruh tingkat pendidikan terhadap pengetahuan sanitasi adalah 88,81%. Untuk mengetahui nilai korelasi tersebut signifikan atau tidak maka dibandingkan dengan tabel r dengan tingkat signifikas 5% ($\alpha=0,05$). Dari tabel r dengan db (derajat bebas) 2, maka $10 - 2 = 8$. Pada tabel dengan $n = 8$ dengan tingkat signifikansi 5 % adalah 0,632. Artinya r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} atau $0,8881 > 0,632$ menunjukkan bahwa tingkat pendidikan berhubungan dengan pengetahuan sanitasi penduduk.

Data di atas menunjukkan adanya hubungan antara tingkat pendidikan dengan tingkat sanitasi warga. Warga yang bekerja sebagai nelayan sebagian besar berpendidikan SD dan sisanya SMP dan SMA. Rumah di kawasan kampung nelayan ini terdiri dari rumah panggung dan langsung membuang air limbah rumah tangganya ke halaman rumah. Hal ini juga didukung oleh kurangnya pengetahuan warga mengenai dampak pembuangan limbah ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Secara estetika lingkungan menjadi tidak indah dan secara pencemaran baik dari segi bau maupun tingkat pencemaran dapat mempengaruhi kualitas tanah maupun kualitas air tanah.

Kegiatan rumah tangga diantaranya mandi, cuci, kakus, memasak dan aktivitas lainnya menghasilkan limbah baik padat maupun limbah cair yang secara langsung maupun

tidak langsung akan berdampak pada kualitas lingkungan. Air limbah buangan domestik yang langsung dibuang ke lingkungan dapat mengakibatkan pencemaran, untuk itu perlu dilakukan uji laboratorium terhadap air limbah tersebut sehingga dapat diketahui tingkat pencemarannya. Uji laboratorium dilakukan terhadap sampel air limbah domestik dengan parameter yang diukur adalah pH, zat padat tersuspensi (TSS), BOD dan minyak/lemak. Hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Air Domestik

No	Parameter	Hasil	Keterangan
1	pH	6,5	pH meter
2	TSS	270 mg/l	Gravimetri
3	BOD	77,78 mg/l	Titrimeter
4	Minyak /Lemak	0,1 %	Gravimetri

Sumber : Laboratorium Kimia UNIB,2013

Berdasarkan lampiran Kepmen Lingkungan Hidup No. 112 tahun 2003 kadar pH masih tergolong normal yaitu 6,5 karena kadar maksimum antara 6 – 9. Kadar zat padat tersuspensi tergolong tinggi yaitu 270 mg/l dibanding kadar maksimum yang ditetapkan oleh Kepmen LH sebesar 100 mg/l. Kadar minyak dan lemak masih dapat ditoleransi yaitu 0,1% atau 10 mg/l karena masih dalam ambang batas maksimum yang ditetapkan yaitu 10 mg/l. *Biological Oxygen Demand* (BOD) rendah yaitu 77,78 mg/l dan masih di bawah ambang batas yaitu 100 mg/l. Dari uraian di atas, maka perlu dilakukan pengolahan air limbah rumah tangga supaya dapat mengurangi kadar pencemar yang dapat mencemari tanah dan air tanah . Salah satu caranya adalah dengan membuat instalasi pengolah air limbah domestik terpadu.

Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik yaitu air limbah dapur, air limbah kamar mandi, air limbah pencucian dan air limbah lainnya seluruhnya dialirkan

ke bak pemisah lemak atau minyak. Bak pemisah minyak tersebut berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang berasal dari kegiatan dapur, serta untuk mengendapkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tak dapat terurai secara biologis.

Selanjutnya limpasan dari bak pemisah lemak dialirkan ke bak ekualisasi (sum pit) yang berfungsi sebagai bak penampung limbah dan bak kontrol aliran. Air limbah bak ekualisasi selanjutnya di pompa ke unit IPAL.

Di dalam unit IPAL tersebut, pertama air limbah dialirkan masuk ke bak pengendapan awal untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Bak pengendap juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, sludge digestion (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

Air limpasan dari bak pengendapan awal dialirkan ke bak kontak anaerob dengan arah aliran dari atas ke bawah selanjutnya dialirkan ke bak kontak aerob. Dari bak aerasi ini air dialirkan ke bak pengendap akhir. Air limpasan sebagian dialirkan ke badan air dan sebagian lagi dialirkan ke bak khlorinasi untuk membunuh mikroorganisme patogen.

Bak pemisah lemak atau *grease removal* yang direncanakan adalah tipe gravitasi sederhana. Bak terdiri dari dua buah ruangan yang dilengkapi dengan bar screen pada bagian inletnya. Berdasarkan hasil kuisioner diketahui :

Jumlah KK = P = 165 KK

Debit buangan per hari = 0,5 m³ sebanyak 15 KK; 1 m³ sebanyak 128 KK; 2 m³ sebanyak 20 KK dan 2,5 m³ sebanyak 2 KK

Kapasitas Pengolahan

= Q_o = Q_p x P = 180,5 m³/hari

Kriteria Perencanaan :

Retention Time = ± 30 menit

Volume bak yang diperlukan

$$= \frac{30}{60 \times 24} \text{ hari} \times 180,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 3,7604 \text{ m}^3$$

Perhitungan dimensi dilakukan dengan cara *trial and error* berdasarkan hasil perhitungan volume air buangan sebesar 3,7604 m³. Hasil perhitungan dimensi bak pemisah lemak, maka diambil dimensi yang mampu menampung volume buangan yaitu 3 m x 1,5 m x 1,0 m dengan ruang bebas 0,5 m, volume efektif 3,9 m³. Konstruksi yang digunakan menggunakan mutu beton K300 dengan tebal dinding 20 cm.

Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 4 – 8 jam. Ditetapkan waktu tinggal di dalam bak ekualisasi adalah 5 jam. Berdasarkan data di atas dapat dihitung volume bak ekualisasi sebagai berikut :

$$\text{Volume bak yang diperlukan}$$

$$= \frac{5}{24} \text{ hari} \times 180,5 \text{ m}^3/\text{hari} = 37,604 \text{ m}^3$$

Perhitungan dimensi dilakukan dengan cara *trial and error* berdasarkan hasil perhitungan volume air buangan sebesar 37,604 m³. Hasil perhitungan dimensi bak ekualisasi, maka diambil dimensi yang mampu menampung volume buangan yaitu 4 m x 4,8 m x 2,0 m dengan tinggi ruang bebas 0,5 m, volume efektif 38,4 m³. Konstruksi yang digunakan menggunakan mutu beton K275 dengan tebal dinding 20 cm.

Debit air limbah 180,5 m³/hari = 7,5208 m³/jam = 125,3 l/menit. Pompa yang direkomendasikan adalah pompa celup (*submersible pump*) dengan kapasitas di atas 125 liter per menit. Merk yang dianjurkan Showfou, Pedrollo atau setaranya dikarenakan pompa tipe ini mampu mengalirkan aliran dengan tendangan air sejauh 10 m sehingga memungkinkan untuk berbagai kondisi topografi. Type SC-0511/SC-0532 dengan maksimum *head* 10

meter dan maksimum aliran 240 liter per menit atau type yang setara.

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 180,5 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Waktu tinggal di dalam bak} &= 2 - 4 \text{ jam} \\ &\text{diambil } 3 \text{ jam} \\ \text{Volume bak yang diperlukan} \\ &= \frac{3}{24} \times 180,5 = \text{m}^3 \\ &= 22,563 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan dimensi dilakukan dengan cara *trial and error* berdasarkan hasil perhitungan volume air buangan sebesar 22,563 m³. Hasil perhitungan dimensi bak pengendapan awal, maka diambil dimensi yang mampu menampung volume buangan yaitu 3,0 m x 4,0 m x 2,0 m dengan tinggi ruang bebas 0,4 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan), volume efektif 24 m³. Konstruksi yang digunakan menggunakan mutu beton K275 dengan tebal dinding 20 cm.

Cek : Waktu tinggal (retention time) rata-rata (T)

$$= \frac{3 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{180,5 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$T = 3,19 \text{ jam}$$

Beban permukaan (*surface loading*)

$$= \frac{180,5 \text{ m}^3/\text{hari}}{3 \text{ m} \times 4 \text{ m}}$$

$$= 15,042 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$$

- Waktu tinggal pada saat beban puncak = 1,596 ≈ 1,6 jam (asumsi jumlah limbah 2x jumlah rata-rata)
- Beban permukaan (*surface loading*) rata-rata = 15,042 m³/m².hari
- Beban permukaan pada saat puncak = 30,084 m³/m².hari

Di dalam bak kontak anaerob ini diisi dengan media khusus dari bahan plastic tipe sarang tawon. Jumlah bak kontak anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobic atau fakultatif aerobik. Setelah beberapa hari

operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar, Beban BOD per volume media 0,4 – 4,7 kg BOD/m³.hari. Ditetapkan beban BOD yang digunakan = 1,0 kg BOD/m³.hari. Diasumsikan beban BOD air limbah sebesar 77,78 mg/l dengan efisiensi 80% dan BOD keluar sebesar 20% dari BOD masuk yaitu 15,56 mg/l. Debit limbah adalah 180,5 m³/hari.

Beban BOD di dalam air limbah

$$\begin{aligned} &= 180,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 77,78 \text{ g/m}^3 = 14.079 \text{ g/hari} \\ &= 14,079 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Volume media yang diperlukan

$$= \frac{14,079 \text{ kg/hari}}{1,0 \text{ kg/m}^3/\text{hari}} = 14,079 \text{ m}^3$$

Volume media = 60 % dari total volume reactor. Volume reactor yang diperlukan

$$= 100/60 \times 14,079 \text{ m}^3 = 23,465 \text{ m}^3$$

Waktu tinggal di dalam reactor anaerob

$$= \frac{23,465 \text{ m}^3}{180,5 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam} = 3,12 \text{ jam}$$

Ditetapkan dimensi reaktor anaerob berdasarkan volume reactor 23,465 m³ dengan metode *trial and error*. dimensi bak reaktor anaerob yaitu 3m x 4m x 2m dengan tebal dinding 20 cm dan konstruksi K300. Jumlah ruang dibagi menjadi 2 ruangan.

Waktu tinggal Reaktor Anaerob rata-rata

$$= \frac{23,465 \text{ m}^3}{180,5 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam} = 3,12 \text{ jam}$$

- Waktu tinggal rata-rata = 1,56 jam
- Tinggi ruang lumpur = 0,2 m
- Tinggi bed media pembiakan mikroba = 1,2 m
- Tinggi air di atas bed media = 30 cm
- Volume media pada biofilter anaerob = 1,8 m³

BOD Loading per volume media

$$= \frac{14,079 \text{ kg/hari}}{(4 \times 3 \times 2) \text{ m}^3}$$

$$= 0,57 \approx 1,0 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Standar *High Rate Trickling Filter* : 0,4 – 4,7 kg BOD/m³.hari

Jika media yang dipakai mempunyai luas spesifik $\pm 180,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$ media, maka :

BOD Loading per luas permukaan media = 5,3088 gr BOD/m² per hari

Di dalam bak kontak aerob ini diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon, sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak dengan mikro organisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan ammonia akan lebih besar.

Debit limbah adalah sebesar $180,5 \text{ m}^3$ per hari dengan BOD masuk $15,56 \text{ mg/l}$ efisiensi 60% sehingga BOD yang keluar adalah $6,224 \text{ mg/l}$.

Beban BOD di dalam air limbah = $180,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 15,56 \text{ g/m}^3 = 2.808,58 \text{ g/hari}$
 $= 2,8086 \text{ kg/hari}$

Jumlah BOD yang dihilangkan
 $= 0,6 \times 2,8086 \text{ kg/hari} = 1,6851 \text{ kg/hari}$
 Beban BOD per volume media yang digunakan = $0,5 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$
 Volume media yang diperlukan = $2,8086/0,5 = 5,6172 \text{ m}^3$
 Volume media = 40% dari volume reaktor
 \rightarrow
 Volume Reaktor Biofilter Aerob yang diperlukan = $100/40 \times 5,6172 = 14,043 \text{ m}^3$

Dimensi Reaktor Biofilter Aerob dihitung dengan menggunakan metode *trial and error*. Berdasarkan perhitungan diperoleh

dimensi untuk bak reaktor aerob adalah $1,7 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ dan ruang bed media $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ dengan tinggi ruang bebas $0,4 \text{ m}$. Total Volume efektif Biofilter Aerob = $2 \text{ m} \times 3,7 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 14,8 \text{ m}^3$. Konstruksi menggunakan beton K275 dengan tebal dinding 20 cm . Cek :

Waktu tinggal total rata-rata = $(14,043/180,5) \times 24 \text{ jam} = 1,87 \text{ jam}$

Waktu tinggal total pada saat beban puncak = $0,93 \text{ jam}$

Tinggi ruang lumpur = $0,5 \text{ m}$

Tinggi Bed Media pembiakan mikroba = $1,5 \text{ m}$

Volume total media pada biofilter aerob
 $= 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 6 \text{ m}^3$

Cek :

BOD Loading per volume media = $8,1225/17,4 = 0,47 \text{ Kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$

Standar *high rate trickling filter* : 0,4 – 4,7 kg BOD/m³.hari

Jika media yang dipakai mempunyai luas spesifik $180,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$, maka :

BOD Loading = $3,89 \text{ g BOD/m}^2$ luas media per hari

Kebutuhan Oksigen :

Kebutuhan Oksigen di dalam reaktor biofilter aerob sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan.

Jadi : Kebutuhan teoritis = Jumlah BOD yang dihilangkan = $1,6851 \text{ kg/hari}$

Faktor keamanan ditetapkan ± 2

Kebutuhan Oksigen teoritis = $2 \times 1,6851 \text{ kg/hari} = 3,3072 \text{ kg/hari}$

Temperatur udara rata-rata = 28°C

Berat udara pada suhu $28^\circ\text{C} = 1,1725 \text{ kg/m}^3$

Diasumsikan jumlah oksigen di dalam udara 23,2%, jadi :

Jumlah kebutuhan udara teoritis

$$= \frac{3,3072 \text{ kg/hari}}{1,1725 \text{ kg/m}^3 \times 0,232 \text{ g O}_2/\text{g Udara}}$$

$$= 12,3895 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Efisiensi Difuser = 3 %

Kebutuhan Udara Aktual

$$= 12,3895 \text{ m}^3/\text{hari} / 0,03 = 412,984 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,2868 \text{ m}^3/\text{menit} = 286,8 \text{ liter/menit.}$$

Debit Limbah = $180,5 \text{ m}^3/\text{hari}$

BOD masuk = $6,224 \text{ mg/l}$

BOD keluar = $6,224 \text{ mg/l}$

Waktu tinggal dalam bak = 2 – 4 jam

$$\text{Volume bak yang diperlukan} = 3/24 \times 180,5 \text{ m}^3 = 22,563 \text{ m}^3$$

Perhitungan dimensi dilakukan dengan cara *trial and error* berdasarkan hasil perhitungan volume air buangan sebesar 22,563 m³. hasil perhitungan dimensi bak pengendapan akhir, maka diambil dimensi yang mampu menampung volume buangan yaitu 3,0 m x 4,0 m x 2,0 m dengan tinggi ruang bebas 0,4 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan), volume efektif 24 m³. Konstruksi yang digunakan menggunakan mutu beton K275 dengan tebal dinding 20cm.

Waktu Tinggal (Retention Time) rata-rata

$$= \frac{3 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{180.5 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam} = 3,19 \text{ jam}$$

$$\text{Beban Permukaan} = \frac{180.5 \text{ m}^3/\text{hari}}{3 \text{ m} \times 4 \text{ m}}$$

$$= 15,042 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{har.}$$

- Waktu tinggal pada saat beban puncak = 1,596 ≈ 1,6 jam
(asumsi jumlah limbah 2x jumlah rata-rata)

- Beban permukaan (surface loading) rata-rata = 15,042 m³/m².hari

- Beban permukaan pada saat puncak = 30,084 m³/m².hari

Desain instalasi pengolah air limbah domestik terpadu dapat dilihat pada Gambar 4.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Tingkat pendidikan dan jenis pekerjaan mempengaruhi tingkat pengetahuan dan kesadaran warga terhadap sanitasi. 32,72% warga berpendidikan SD dan 46,67% bekerja sebagai nelayan dan kondisi lingkungan yang kurang bersih, tidak ada fasilitas pembuangan sampah dan air limbah dibuang ke halaman.
- Disain IPAL yang dirancang terdiri atas bak pengendapan awal, bak ekualisasi, bak kontak anaerob, bak kontak aerob dan bak pengendapan akhir setelah itu baru dibuang ke badan air.

Dari simpulan di atas ada beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan diantaranya adalah :

- Perlu dilakukan sosialisasi mengenai pentingnya menjaga kebersihan lingkungan baik dari pihak pemerintah maupun pihak akademisi sehingga warga mengetahui kriteria sanitasi yang sehat.
- Perlu dilakukan kajian lebih mendalam untuk membuat rancangan IPAL domestik terpadu yang lebih detail yang dapat menanggulangi tingkat pencemaran air tanah di kawasan kampung nelayan.

DAFTAR PUSTAKA

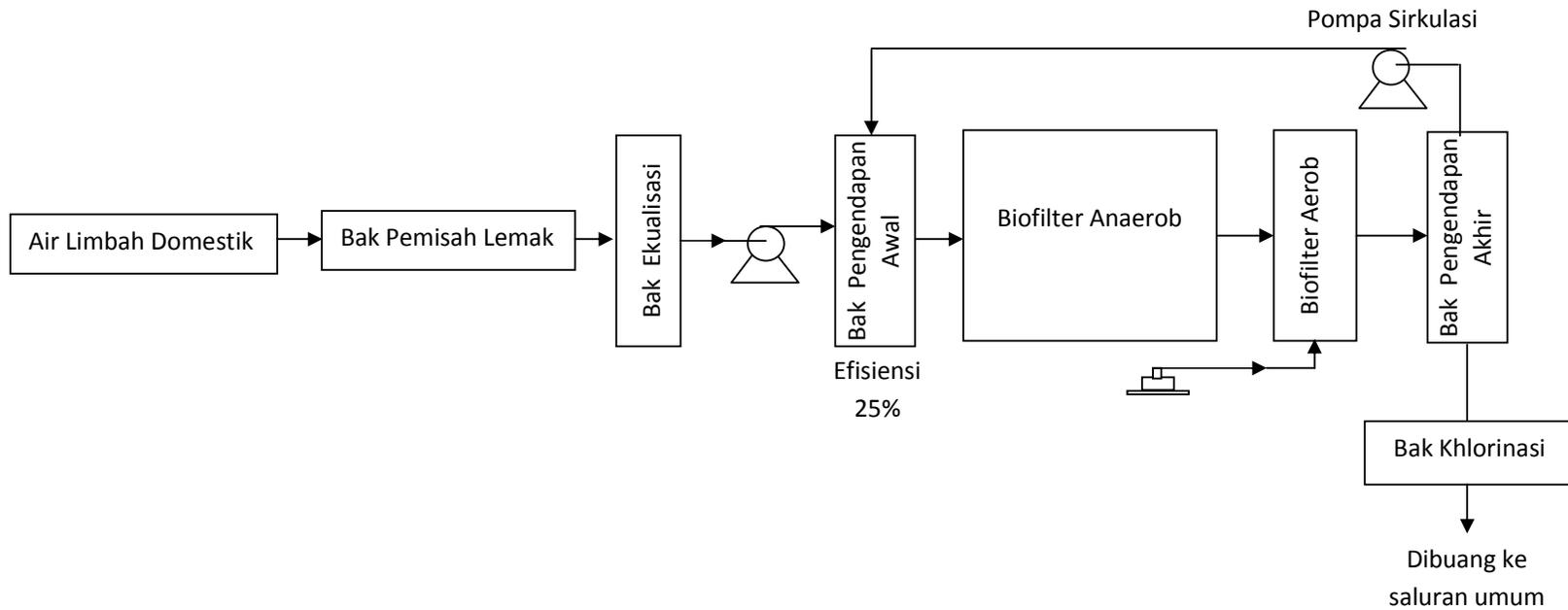
Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003, **Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang “Baku Mutu Air Limbah Domestik”**.

Kodoatie, Robert. J. dan Sjarief, Roestam., 2005, **Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu**, Penerbit Andi, Yogyakarta.

....., 2012, **Data Monografi, Kelurahan Pasar Bengkulu**, Bengkulu

Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001, **Tentang Pengendalian Pencemaran Air**.

Yudo, Satmoko dan Setiyono, 2008, **Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Domestik Di Rumah Susun Karang Anyar Jakarta**, Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 9 No.1, Jakarta.



Gambar 4. Diagram Proses Pengolahan Air Limbah Domestik Terpadu

