

PERENCANAAN ANAEROBIC BAFFLED REACTOR (ABR) SEBAGAI UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH PETERNAKAN BABI DI DESA RAMBUNAN KECAMATAN SONDER KABUPATEN MINAHASA

Vita Amalia Dengo

Isri Mangangka, Roski Legrans

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

e-mail: vitaamalia6@gmail.com

ABSTRAK

Selama ini, pembuangan limbah peternakan tidak memperhatikan efek buruknya sehingga para pelaku usaha peternakan masih membuang limbah secara langsung ke perairan seperti sungai. Limbah yang dihasilkan dari setiap peternakan seharusnya dikelola oleh suatu sistem pengelolaan air limbah sehingga limbah yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali. Desa Rambunan Kecamatan Sonder adalah desa yang penduduknya memiliki usaha peternakan babi. Air limbah yang dihasilkan dari usaha peternakan yang ada di desa tersebut dibuang/ dialirkan ke sungai yang terdapat di dekat setiap peternakan babi tanpa melalui suatu proses pengolahan terlebih dahulu. Sungai Maruasey yang melintas di desa Rambunan adalah sungai yang terkena dampak langsung dari air limbah peternakan babi. Hal ini dibuktikan melalui nilai COD, BOD, E-Coli dan Total Coliform di sungai Maruasey yang cukup tinggi yakni masing-masing berturut-turut sebesar 12 mg/L, 4 mg/L, 24000 MPN/100 mL, dan 24000 MPN/100 mL, dimana nilai-nilai tersebut telah melampaui ambang batas pencemaran menurut Standar Baku mutu Air Sungai Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001. Anaerobic Baffled Reactor (ABR) adalah sebuah tangki septik dengan sekat tegak yang terpasang dalam kompartemen dan aliran air bergerak secara naik turun dari suatu kompartemen ke kompartemen lain. ABR merupakan unit yang cocok untuk mengolah limbah cair yang memiliki beban organik yang tinggi. Karena beban organik ternak babi sangat tinggi, maka ABR sangat cocok digunakan sebagai unit pengelolaan air limbah ternak babi di desa Rambunan. Kelebihan dari unit ini antara lain yaitu menghasilkan metana yang dapat dibuat sebagai biogas, desainnya sederhana, biaya konstruksi relatif murah dan lumpur yang dihasilkan rendah. Perencanaan ABR ini menggunakan data yang diperoleh dari usaha peternakan babi yang lokasinya terdekat dengan sungai Maruasey. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa dimensi unit ABR adalah 5,1 m x 2 m x 1 m dengan jumlah compartment sebanyak 4 buah. Dimensi bak penampung adalah 1,7 m x 1,7 m x 3 m. Konstruksi ABR tersebut menghasilkan konsentrasi BOD5 effluent, COD5 effluent dan TSS effluent yang rendah, masing-masing berturut-turut sebesar 59 mg/L, 162 mg/L dan 87 mg/L. Konsentrasi ini memenuhi standar baku mutu menurut PerMen Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 yaitu sebesar 100 mg/L untuk BOD, 200 mg/L untuk COD, dan 100 mg/L untuk TSS.

Kata Kunci : Anaerobic Baffled Reactor, BOD, COD, TSS, Air Limbah Peternakan, Sungai Maruasey, Peternakan Babi.

PENDAHULUAN

Kegiatan manusia, termasuk beternak, bukan hanya menghasilkan produk yang berguna tetapi menghasilkan limbah juga. Limbah yang dihasilkan dari usaha peternakan berupa padat, cair, maupun gas. Limbah padat diantaranya adalah feses, sisa pakan, lemak dll. Limbah cair diantaranya adalah urine juga air, baik yang digunakan untuk air minum maupun air untuk pembersih kandang. Limbah berupa gas terdiri dari ammonia, sulfur, metan, karbon dioksida,

dan H₂S (Triatmojo, Erwanto, & Fitriyanto, 2015). Limbah-limbah ini jika tidak dilakukan penanganan secara serius akan mengakibatkan pencemaran lingkungan baik air, tanah, maupun udara yang akan berbahaya bagi manusia, ternak, maupun tanaman disekitarnya (Triatmojo, Erwanto, & Fitriyanto, 2015).

Selama ini, pembuangan limbah peternakan tidak memperhatikan efek buruknya sehingga para pelaku usaha peternakan masih membuang limbah ke perairan seperti sungai. Limbah yang dihasilkan dari peternakan harus melalui suatu

proses pengelolaan sehingga tidak mencemari lingkungan. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Sulawesi Utara, Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap konsentrasi *e-coli*, total *coliform*, BOD, COD dan TSS di Sungai Marusey menunjukkan bahwa konsentrasi *e-coli* sebesar 24000/100mg/L, total *coliform* sebesar 24000 mg/L, BOD sebesar 4 mg/L, COD sebesar 12 mg/L, dan TSS sebesar 16 mg/L. Hal ini berarti bahwa berdasarkan baku mutu air sungai Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001, saat ini sungai Marusey telah tercemar. Penyebab utama pencemaran sungai Marusey adalah pembuangan air limbah dari setiap usaha peternakan babi di Kecamatan Sonder secara langsung ke aliran sungai yang tepat berada di samping atau di belakang peternakan.

Anaerobic Baffled Reactor (ABR) adalah sebuah tangki septik dan sekat tegak yang terpasang dalam kompartemen dan aliran air bergerak naik turun dari satu kompartemen ke kompartemen lain, dengan cara ini maka air limbah dipertemukan dengan sisa lumpur yang mengandung mikroorganisme yang berfungsi menguraikan polutan dalam kondisi anaerobic (Foxon, Pillay, Lalbahadur, Rodda, Holder, & Buckley, 2004). Kelebihan dari unit ini antara lain yaitu menghasilkan metana yang dapat dibuat sebagai biogas. Produksi biogas pada ABR sekitar 60-70% metana dan 30-40% karbon dioksida. Sisanya berupa gas hidrogen, hidrogen sulfida, ammonia, uap air, dan gas lainnya (Droste, 1997), desainnya sederhana, biaya konstruksi relatif murah dan lumpur yang dihasilkan rendah (Trilitai, Hendrasarie, & Wahjudijanto, 2015).

Berdasarkan kondisi terkini yakni tidak tersedianya fasilitas pengelolaan air limbah usaha peternakan babi di desa Rambunan, maka dilakukan perencanaan pengelolaan air limbah dengan menggunakan ABR sehingga air limbah yang dihasilkan setelah melewati unit ini aman untuk dibuang ke sungai Marusey dan dapat mengurangi pencemaran sungai Marusey.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah :

- Data primer yaitu jumlah ternak babi, berat badan rata-rata ternak babi dan denah peternakan babi.

- Data sekunder yaitu hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kualitas air sungai Marusey, PerMen LH No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan peternakan sapi dan babi, kriteria desain *septic tank* dan kriteria desain ABR.

Tabel 1. PerMen LH No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan peternakan Sapi dan Babi

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (gram/ekor/hari)	
		Sapi	Babi
BOD	100	20	4
COD	200	40	8
TSS	100	20	4
NH3-N	25	5	1
pH	6-9		
Kuantitas air limbah paling tinggi	Sapi : 200 ltr/ekor/hari Babi : 40 ltr/ekor/hari		

Sumber: (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi)

Tabel 2. Kriteria Desain Septic Tank

Kriteria	Nilai	Sumber
HRT	12 - 24 jam	Sasse, 2009
Rasio <i>Settleable</i> SS/COD	0,35 - 0,45	Sasse, 2009
Perkiraan penyisihan COD	25 - 50%	Sasse, 2009
Perkiraan penyisihan TSS	40 - 65 %	Sperling dan Chernicharo, 2005
<i>Solid yield</i> (Y)	0,05 - 0,10 g VSS/g COD	Tchobanoglous et al., 2003
<i>Decay coefficient</i> (kd)	0,02 - 0,04 g/g hari	Tchobanoglous et al., 2003
<i>Fraction of biomass that remains as cell debris</i> (fd)	0,10 - 0,15 g VSS/g VSS	Tchobanoglous et al., 2003
<i>Specific weight air</i>	1000 kg/m ³	Tchobanoglous et al., 2003
<i>Specific gravity lumpur</i>	1,02	Tchobanoglous et al., 2003
Persen <i>solid dalam lumpur</i>	4 %	Tchobanoglous et al., 2003

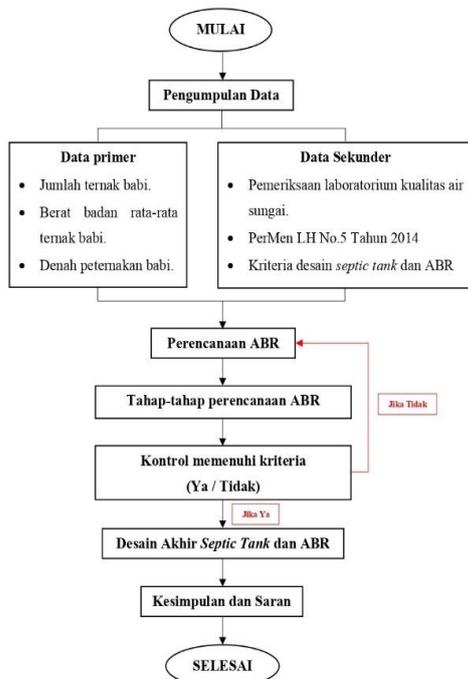
Tabel 3 Kriteria Desain ABR

Kriteria	Nilai	Sumber
HRT di tangki Pengendap	1,5 - 2 jam	Sasse, 2009
Rasio <i>settleable</i> SS/COD	0,35 - 0,45	Sasse, 2009
<i>Organic Loading Rate</i>	< 3 kg COD/m ³ /hari	Sasse, 2009

HRT di ABR	≥ 8 jam	Sasse, 2009
Kecepatan <i>up-low</i>	≥ 2 m/jam	Sasse, 2009
Jumlah kompartemen	4-7 buah	Sasse, 2009
Panjang kompartemen	<50% - 60% dari kedalaman kompartemen	Sasse, 2009
Panjang <i>down shaft</i>	0,25 m	Tchobanoglous et al., 2003
Solid yield (Y)	0,05 – 0,10 g VSS/g COD	Tchobanoglous et al., 2003
Decay coefficient (kd)	0,02 – 0,04 g/g hari	Tchobanoglous et al., 2003
Fraction of biomass that remains as cell debris (fd)	0,10 – 0,15 g VSS/g VSS	Tchobanoglous et al., 2003
Spesific gravity lumpur	1,02	Tchobanoglous et al., 2003
Persen solid dalam lumpur	4%	Tchobanoglous et al., 2003
Efisiensi penyisihan BOD COD TSS	70-95% 65-90%	Tilley et al, 2004
Debit desain	2-200 m ³ /hari	Tilley et al, 2004

Diagram Sistematika Perencanaan ABR

Perencanaan ABR dalam kegiatan penelitian ini mengikuti diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pada Usaha Peternakan Babi

Pada usaha peternakan babi yang menjadi obyek penelitian terdapat lebih dari 300 ekor babi dan lebih dari 100 kandang. Setiap 2 kali sehari (pagi dan sore) ternak diberi makan dan minum. Berat badan rata-rata babi adalah 90 kg.

Volume dan Konsentrasi Air Limbah Peternakan

Volume *septic tank* yang diperoleh yaitu 10283 L. berdasarkan PerMen LH No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan peternakan sapi dan babi nilai BOD₅ 4 mg/L; COD 8 mg/L; dan TSS 4 mg/L. Didapatkan konsentrasi rata-rata berdasarkan perhitungan untuk parameter BOD₅ 1200 mg/L; COD 2400 mg/L; dan TSS 1200 mg/L. Dengan rasio BOD₅/COD yaitu 0,5 yang artinya limbah cair peternakan babi mudah diolah secara biologis (mudah diuraikan oleh mikroorganisme) (Tchobanoglous, Burton, & Stensel, 2003). Debit air limbah rata-rata yaitu 0,5 m³/jam.

Dimensi Bangunan Septic Tank

Dalam perencanaan ini *septic tank* berfungsi sebagai *primary treatment* dan difungsikan sebagai bak ekualisasi yang nantinya menghasilkan debit rata-rata (Putra, 2015). Debit air limbah yang masuk ke *septic tank* yaitu 12 m³/hari dengan beban BOD₅, COD, dan TSS berturut-turut, yaitu : 14,4 kg/hari; 28,8 kg/hari; dan 14,4 kg/hari. Perkiraan efisiensi penyisihan BOD₅, COD, dan TSS yang didapat berturut-turut, yaitu : 32,7%; 34,7%, dan 65% (Sasse, 2009).

Kemudian diperoleh lebar *septic tank* 5 m dan kedalaman *septic tank* 0,65 m. Panjang tangki septik untuk kompartemen pertama 5,5 m dan kompartemen kedua 0,7 m. Volume lumpur yang diperoleh yaitu 7,48 m³/hari.

Produksi biogas dari *septic tank* yaitu sebesar 2,60 m³/hari. Debit air limbah yang keluar dari *septic tank* yaitu sebesar 11,55 m³/hari, dengan beban BOD₅ efluen, COD_{efluen}, dan TSS_{efluen} berturut-turut yaitu : 9,7 kg/hari; 18,81 kg/hari; dan 5,04 kg/hari. Konsentrasi yang diperoleh yaitu BOD₅ 823 mg/L, COD 1496 mg/L dan TSS 780 mg/L.

Perhitungan Dimensi Anaerobic Baffled Reactor

Debit air limbah yang masuk ke ABR yaitu sebesar 11,55 m³/hari. Beban BOD₅ influen, COD

BOD_5 influen, dan TSS influen ABR berturut-turut yaitu : 9,7 kg/hari; 18,81 kg/hari; dan 5,04 kg/hari. Perkiraan efisiensi penyisihan BOD_5 , COD, dan TSS berturut-turut, yaitu : 93%; 90%; dan 89% (Sasse, 2009). Kemudian diperoleh panjang, lebar, dan kedalaman tangka pengendap berturut-turut yaitu; 1,07 m; 0,8m; dan 1,7m. panjang, lebar, dan kedalaman untuk satu kompartemen berturut-turut yaitu : 0,5 m; 2m; dan 1 m. Volume lumpur yang diperoleh yaitu 0,196 m³/hari.

Dimensi yang didapatkan harus dilakukan pengecekan sehingga memenuhi sesuai kriteria desain. Kecepatan *up-flow* yang di hitung memenuhi kriteria desain dengan nilai yaitu 0,48 m/jam. Waktu tinggal hidrolis yaitu 14 m/jam masih memenuhi kriteria desain. Laju beban organik juga masih memenuhi kriteria desain yaitu 2,08 kg/m³.hari. Debit air limbah yang keluar dari ABR yaitu 11,35 m³/hari. Beban BOD_5 efluen, COD efluen, dan TSS efluen ABR berturut-turut yaitu: 0,67 kg/hari; 1,85 kg/hari dan 0,99 kg/hari.

Baku mutu untuk BOD_5 , COD, dan TSS berturut-turut yaitu: 100 mg/L, 200 mg/L, dan 100 mg/L (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi). Hasil perhitungan kesetimbangan massa, diperoleh efluen dari ABR memenuhi baku mutu efluen kegiatan peternakan babi sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.

Perhitungan Dimensi Bak Penampung

Bak penampung adalah sebuah bak yang menampung efluen yang fungsinya untuk dimanfaatkan kembali sebagai kegiatan pemandian ternak dan pembersihan kandang. Berdasarkan perhitungan kesetimbangan massa pada ABR, debit efluen yaitu 11,35 m³/hari, waktu tinggal hidrolis di bak penampung direncanakan sesuai dengan kegiatan pemandian ternak dan pembersihan kandang yaitu 12 jam. Panjang, lebar, dan kedalaman bak penampung efluen berturut-turut yaitu 1,7 m; 1,7 m dan 2 m.

Perencanaan Tipikal Struktur Desain Septic Tank dan ABR

Sebelum air limbah memasuki *septic tank*, dipasang sebuah *fine screen* di saluran pembuangan air limbah untuk menangkap kotoran babi dan fraksi *settleable solid* (Putra, 2015). Tangki Septik adalah bak kedap air yang

terbuat dari beton, fibreglass, PVC atau plastik, untuk penampungan dan pengolahan air limbah.

Pipa vent Ø 4 inch yaitu tempat keluarnya gas metana 65-70% yang dihasilkan dari unit ABR dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik ataupun pembenah tanah, dan bahan bakar pengganti LPG.

Menggunakan Beton *precast* 104 cm x 60 cm x 5 cm untuk unit ABR dan 184 cm x 50 cm x 5 cm. Unit ABR menggunakan bahan berupa beton bertulang pada bagian kerangka ABR dan pasangan bata di bagian sekat ABR yang dilengkapi dengan perpipaan aliran *Up Down Flow*. Pipa pvc 3 inci dalam ABR dengan tinggi 110 cm setiap kompartemen, jarak dari dasar lantai 7,5 cm dan jarak dari *mainhole* 15 cm.

Penggunaan Pondasi Batu Belah untuk unit *Septic Tank* dan ABR yaitu Menggunakan pasangan ½ Bata, untuk mengikat struktur menggunakan Sloof 15/20, pasangan batu belah berbentuk trapesium dengan campuran 1 PC : 5 PP, dibawahnya terdapat batu kosong dan Pasir Urug. Dinding pasangan batu bata diberi plesteran luar dalam sehingga kedap air.

Mainhole Beton 60 cm x 60 cm, Beton 15 cm, dinding ABR menggunakan pasangan ½ bata. Untuk lantai dasar *septic tank* dan ABR yaitu tebal beton 15 cm, lantai kerja 5 cm, dan pasir urug 10 cm untuk mencegah rembesan.

Tabel 4 Hasil Dimensi Akhir Perencanaan

Dimensi Akhir		
Septic Tank	ABR	Bak Penampung
6,2 m x 5 m x 0,65 m	5,1 m x 2 m x 1 m	1,7 m x 1,7 m x 3 m

Tabel 5. Hasil Kontrol

	Konsentrasi	Kontrol Kriteria
BOD_5 efluen	59 mg/L	Memenuhi baku mutu
COD efluen	162 mg/L	Memenuhi baku mutu
TSS efluen	87 mg/L	Memenuhi baku mutu

PENUTUP

Kesimpulan

Dimensi hasil perencanaan yang dapat menampung dan mengolah air limbah usaha peternakan babi yang ditinjau yaitu; septic tank 6,2 m x 5 m x 0,65 m, ABR 5,1 m x 2 m x 1 m, dan bak penampung 1,7 m x 1,7 m x 3 m.

Konstruksi ABR rencana menghasilkan BOD_5 efluen, COD efluen dan TSS efluen masing-masing berturut-turut sebesar 59 mg/L, 162 mg/L dan 87 mg/L dan memenuhi baku

mutu berdasarkan PerMen Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014, yaitu BOD = 100 mg/L; COD = 200 mg/L; TSS = 100 mg/L).

Saran

Untuk perencanaan unit ABR di peternakan

babi lainnya yang mirip dengan kondisi ini dapat menggunakan desain ini, tetapi untuk desain yang lebih akurat disarankan untuk melakukan pengujian laboratorium terhadap karakteristik air limbahnya dan perencanaan yang lebih baik dilakukan berdasarkan hasil pengujian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa. (2018). *Kecamatan Sonder Dalam Angka*. Manado: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Dengan Sistem Reaktor Anaerobik Bersekat (SRAB)*. Jakarta: BSN.
- Droste, R. (1997). *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. USA: John Wiley and Sons Inc.
- Foxon, K., Pillay, S., Lalbahadur, T., Rodda, N., Holder, F., & Buckley, C. (2004). The anaerobic baffled reactor (ABR): An appropriate technology for on-site sanitation. *Water South African*, 44-50.
- Pemerintah Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air*. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi. (2014). Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengelolaan Air Limbah. (n.d.). *Design. Anaerobic Baffled Reactor*.
- Putra, A. (2015). *Desain Bangunan Pengolahan Limbah Cair Peternakan Babi dan Pemanfaatan Kembali Hasil Pengolahannya. Skripsi Program SI Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Sasse, L. (2009). *Desentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Delhi: Bremen Overseas Research and Development Association.
- Sperling, M., & Chernicharo, C. (2005). *Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions*. London: IWA Publishing.
- Tchobanoglous, G., Burton, F., & Stensel, H. (2003). *Wastewater engineering treatment and reuse*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Tilley, E., Ulrich, L., Luthi, C., Reymond, P., & Zurbrugg, C. (2016). *Compendium of Sanitation Systems and Technology*. Dubendorf: Euwag.
- Triatmojo, S., Erwanto, Y., & Fitriyanto, A. (2015). *Penanganan Limbah Industri Peternakan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Trilitai, N., Hendrasarie, N., & Wahjudijanto, I. (2015). *Desain Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan ABR (Anaerobic Baffled Reactor)*. Surabaya: Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono UPN Veteran.