PERENCANAAN IPAL KOMUNAL DI KECAMATAN TAMBAKSARI KOTA SURABAYA UNTUK DAERAH BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN (BABS)

Ro'du Dhuha Afrianisa[1]

[1]Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: rodudhuha@gmail.com

ABSTRACT

The issues of proper sanitation has to be considered seriously. It has to be open defecation free (ODF) by 2019 (RPJMN 2015-2019). Off-site sanitation system is highly considered to be implemented in high density urban population like Surabaya City. By 2015, there was 611 households wich did not have proper sanitation in Tambaksari district of Surabaya city. Currently, the implementation of domestic waste water management in Surabaya is directed to off-site system. The implementation of communal system is going to be studied to determine the treatment system. The method use in the study is qualitative descriptive, wich cover field survey, interview, and comparation existing condition with regulation, standart and norm. there is technical aspect to be included in the study. Field survey was conducted by visiting related institution to make an indepth interview with sanitation officer and environmental cadres. There are 3 location s in Kapasmadya Baru sub district of Tambaksari can be managed by communally system. The result showed that there are 3 wastewater treatment plant (WWTP) in Kapasmadya Baru sub-district that have communal system with 142 households. The treatment plant were mainly anaerobic baffled reactor (ABR) with dimension is 11,9m x 2m x 1,8m.

Keywords: *ABR, BABS, decentralized system*

ABSTRAK

Isu mengenai fasilitas sanitasi yang layak pakai tahun 2019 harus ditanggapi dengan serius (RPJMN 2015-2019). Sistem pengolahan air limbah terdesentralisasi lebih sesuai untuk daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi seperti Surabaya. Hingga tahun 2015, Kecamatan Tambaksari, Kota Surabaya memiliki 611 KK dengan kondisi sanitasi tidak layak. Untuk itu perlu menganalisis perencanaan pembangunan pengolahan air limbah dengan sistem komunal (desentralisasi) di Kota Surabaya. Perencanaan pembangunan dengan sistem komunal akan dikaji dalam penentuan pengolahan air limbah dalam pembangunan dan pengolelolaan air limbah. Metode yang digunakan yaitu survei lapangan, wawancara, kemudian membandingkan kondisi eksisting dengan peraturan, standar dan norma yang berlaku dengan aspek yaitu aspek teknis. Metode survei lapangan dilakukan dengan datang ke instansi terkait, selanjutnya wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada petugas sanitasi dan kader lingkungan. Kelurahan Kapasmadya Baru Kecamatan Tambaksari menjadi lokasi yang dapat di kelola secara komunal. Terdapat 3 lokasi yang dapat dikelola dengan sistem komunal sebanyak 142 sambungan rumah. Pengelolaan limbah secara komunal menggunakan pengolahan anarobic baffled reaktor (ABR). ABR dipilih karena kemudahan dalam operasional dan maintenance. Unit pengolahan ABR memiliki dimensi 11,9m x 2m x 1,8m.

Kata kunci: ABR, BABS, sistem komunal

PENDAHULUAN

Isu sanitasi mengenai sanitasi yang layak sudah menjadi hal yang wajib untuk ditanggapi, mengingat Indonesia pada tahun 2019 harus mencapai target universal access sesuai dengan RPJMN 2015-2019 (Bappenas, 2015). Artinya, tahun tersebut setiap masyarakat Indonesia baik yang tinggal di perkotaan maupun kawasan perdesaan sudah memiliki akses 100% terhadap fasilitas sanitasi layak dan terbebas dari buang air besar sembarangan (BABS). Indikator 100% yang dimaksud ialah, Indonesia bisa memenuhi 85% Standar Pelayanan Minimum (SPM) dan 15% memenuhi kebutuhan dasar. Sesuai dengan sistem penyediaan akses dan peningkatan kualitas sistem pengolahan air limbah terbagi menjadi sistem setempat (onsite) dan sistem terpusat (offsite). Standar pelayanan minimum yang dimaksud adalah kepemilikan jamban dengan tangki septik (onsite), sedangkan untuk kebutuhan dasar pengolahan limbah dengan IPAL terpusat. Oleh karena itu perlunya masing-masing Pemerintah Daerah di semua kabupaten/kota dapat melaksanakan hal-hal yang dapat memenuhi target *universel access.*

Beberapa tahun terakhir, program pembangunan fasilitas sanitasi khususnya fasilitas penyediaan sarana pengolahan air limbah lebih diarahkan pada sistem terpusat (*offsite system*) skala komunal dengan sistem pengelolaan terdesentralisasi atau lebih dikenal dengan *Decentralized Wastewater Treatment system* (DEWATS). Sistem tersebut dianggap lebih sesuai digunakan di negara-negara berkembang dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti di Indonesia (Afandi dkk, 2013). Kecamatan Tambaksari Kota Surabaya merupakan salah satu daerah yang dapat diusulkan untuk pengelolaan limbah domestik secara komunal. Berdasarkan Dinas Kesehatan Kota Surabaya hingga tahun 2015 kecamatan Tambaksari memiliki 611 sambungan rumah yang masih buang air besar sembarangan (BABS).

Dalam mencapai universal access tahun 2019 sesuai SDGs, diperlukan kajian mengenai pengelolaan air limbah domestik untuk mengurangi jumlah sambungan rumah yang masih BABS dengan sistem komunal atau desentralisasi. Menurut Gutterer dkk (2009) menjelaskan bahwa sistem desentralisasi mencakup beberapa pendekatan terutama untuk aspek teknis perlu dipertimbangkan. Untuk itu perencanaan ini tidak terlepas dari pengkajian dari aspek teknis. Aspek teknis akan mengkaji berapa dimensi yang di butuhkan untuk pengolahan limbah cair domestik secara komunal.

TINJAUAN PUSTAKA

Sanitasi di Indonesia

Sanitasi di Indonesia didefinisikan sebagai upaya membuang air limbah cair domestik dan sampah untuk menjamin kebersihan dan lingkungan hidup sehat, baik tingkat rumah tangga maupun di lingkungan perumahan.Kebijakan sanitasi di Indonesia tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2015-2025 dalam kebijakan tersebut tidak menunjukkan adanya kekurangan jika dibandingkan dengan kebijakan sanitasi di negara berkembang lainnya. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup telah disebutkan pada pasal 13 bahwa pengendalian pencemaran danatau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi aspek pencegahan, penanggulangan dan pemulihan dilaksanakan oleh pemerintah, pemerintah daerah, dan penanggung jawab usaha danatau kegiatan sesuai kewenangan, peran, dan tanggung jawab masing-masing. Dalam pasal 20 disebutkan bahwa setiap orang diperbolehkan membuang limbah dengan syarat harus memenuhi baku mutu lingkungan hidup dan mendapat ijin dari Menteri, Gubernur, atau Bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

Dalam melindungi kualitas lingkungan Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013 menjelaskan mengenai baku mutu air limbah yang memiliki kadar maksimum seperti Baku Mutu EffluentLimbah Domestik Parameter Satuan Kadar maksimum pH – 6-10, BOD 30 mg/L, COD 50 mg/L, TSS 50 mg/L, Lemak dan Minyak 10 mg/L Adanya peraturan yang telah dibuat oleh pemerintah, tidak menjamin bahwa sanitasi di Indonesia sudah baik. Indikasi buruknya sanitasi di Indonesia disebabkan oleh lemahnya kebijakan pemerintah pada implementasi lapangan. Kelemahan itu terjadi karena kebijakan perencanaan pembangunan sanitasi tidak terpadu, tidak tepat sasaran, tidak sesuai kebutuhan, kurangnya perhatian masyarakat pada perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dan rendahnya masyarakat terhadap kepedulian lingkungan, sehingga pembangunan sanitasi hanya pada tataran pembangunan fisik. Menurut Unicef dan WHO (2010), akses masyarakat terhadap sanitasi di Indonesia berada pada urutan ke dua terbawah setelah Kamboja, yaitu 52% sedang Kamboja 29%.

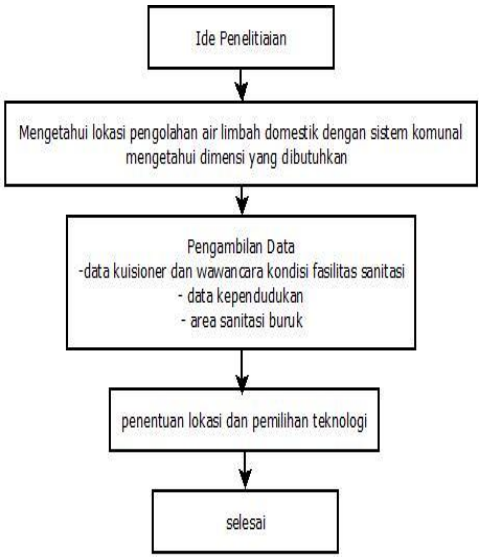
Anaerobic Baffled Reactor

Sistem ABR mempunyai kelebihan, diantaranya sistem yang digunakan sederhana, biaya opersional rendah, waktu retensi lumpur panjang, waktu retensi hidraulik rendah, tidak diperlukan karakteristik biomassa khusus, kemudahan di dalam pengoperasian, timbulan lumpur yang rendah, stabil terhadap shock loading, serta dapat mengolah air limbah dengan variasi karakteristik air limbah. Mikroorganisma di dalam reaktor secara perlahan meningkat dan mengendap selama karakteristik aliran dan produksi gas. Meskipun demikian laju pergerakan sepanjang reaktor rendah. Laju dorong utama di belakang reaktor desain diperkaya oleh kapasitas retensi padatan (Foxon et al. 2006). Adapun kelemahan dari sitem ABR yaitu membutuhkan pasokan air yang konstan (aliran kontinu), belum ada penyisihan nutrien/patogen serta waktu aklimatisasi panjang (Tanaka, 2015).

Unit pengolahan Air limbah pada dasarnya sangat bermacam-macam. Unit pengolahan air limbah domestik di Kota Surabaya menggunakan anaerobic baffled reactor (ABR). Anaerobic Baffled Reactor(ABR) merupakan unit pengolahan air limbah yang terdiri dari beberapa kompartemen. Tiap kompartemen dibatasi oleh sekat vertikal sehingga aliran air limbah mengalir dengan aliran ke atas (upflow). Fungsi baffle atau sekat yang terdapat dalam ABR adalah untuk mengatur arah aliran dan sekaligus sebagai pengaduk agar terjadi kontak antara biomassa dengan air limbah. Effluent yang dihasilkan oleh unit ABR relatif bebas dari padatan (Bachmann *et al*, 1985). ABR mudah untuk dibuat dan dioperasikan, namun lumpur serta effluent yang dihasilkan masih memerlukan pengolahan lebih lanjut. Pada pengoperasian ABR terdapat 3 zona yang akan terbentuk akibat reaksi yang terjadi dalam proses pengolahan air limbah, yakni asidifikasi, methanogenesis dan zona buffer. Zona asidifikasi terjadi pada kompartemen awal reaktor. Pada zona tersebut terjadi penurunan pH akibat pembentukan asam lemak yang mudah menguap (volatile fatty acid). Pembentukan asam lemak tersebut akan menyebabkan peningkatan kapasitas buffer. Buffertersebut berfungsi untuk mempertahankan agar proses dalam reaktor dapat berjalan dengan baik. Zona methanogenesis merupakan zona proses pembentukan gas methan (Djonoputro,2011).

METODE

Dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi dan mencapai tujuan dari penelitian menggunakan metode penelitian lapangan yang didasarkan pada kajian pustaka yang ada. Penelitian lapangan yang dimaksud untuk mendapatkan informasi mengenai pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal yang ditinjau dari aspek teknis.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian pada kali ini adalah dengan mengetahui permasalahan sanitasi yang terjadi di Kecamtan Tambaksari. Permasalahan tersebut yaitu masih adanya rumah yang buang air besar sembarangan atau tidak memiliki jamban sebagai fasilitas sanitasi mereka. Selanjutnya tujuan dari penelitian ini untuk lokasi pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal di Kecamatan Tambaksari, Surabaya. Selanjutnya mencari data untuk menunjang penelitian. Data yang dibutuhkan adalah peta dan data wilayah yang masih buang air besar sembarangan (BABS) didapatkan dari Dinas Kesehatan Kota Surabayadidapatkan dari EHRA kota Surabaya (2015), Buku putih sanitasi Kota Surabaya (2010), Strategi sanitasi Kota Surabaya (2010) dan Dinas Kesehatan Kota Surabaya. mengetahui peta dan wilayah yang masih buang air besar sembarangan di Kota Surabaya. Selanjutnya melakukan wawancara terhadap instansi terkait. Wawancara terhadap sanitasi puskermas di Kecamatan Tambaksari mengenai informasi lokasi pemukiman yang masih buang air besar sembarangan, bagaimana perilaku terhadap buang air besar di daerah tersebut secara umum, mengapa masih buang air besar sembarangan. Selanjutnya dilakukan survei lokasi untuk melihat kondisi lahan sarana menunjang untuk pengolahan limbah domestik. Setelah diketahui lokasi yang cocok untuk sistem komunal, selanjutnya penentuan unit pengolahan dan perhitungan luas IPAL. Selanjutnyan wawancara tokoh masyarakat ditujukan kepada ketua RT atau kader lingkungan. Pengambilan data ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai perilaku buang air besar sembarangan dilokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk mengetahui pula bagaimana pengolahan air limbah domestik masyarakat. Untuk mengetahui kemauan masyarakat melakukan pengolahan limbah domestik dengan sistem komunal. Dalam analisis data akan dibahas mengenai data hasil kuesioner, wawancara dan dokumentasi. Data yang ada dijadikan dasar dalam mengidentifikasi lokasi pengolahan air limbah di Kota Surabaya dengan menggunakan sistem komunal untuk mencapai universal access dan terpenuhinya kebutuhan dasar sanitasi. Pendekatan metode penelitian yang diterapkan dilakukan secara bertahap dimulai dari tahap analisis identifikasi lokasi yang dapat menggunakan sistem komunal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2015) sebanyak 611 KK yang masih melakukan buang air besar sembarangan (BABS) di Kecamatan Tambaksari. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan. Adapun yang masih melakukan buang air besar di kali, selokan, dan langsung ke laut. Kondisi saat ini, 90% masyarakat memiliki jamban namun pipa pembuangan diarahkan langsung menuju saluran drainase. Limbah domestik yang langsung dibuang tanpa pengolahan menyebabkan terjadinya pencemaran, baik untuk badan air maupun tanah. Tidak merasa terkena dampak pencemaran dan tidak adanya dana untuk pembangunan tangki septik menjadi penyebab warga tidak mau membangun jamban. Untuk itu, dibutuhkan perencanaan dalam pengolahan limbah (black water). Pengolahan limbah secara komunal dirasa sesuai untuk daerah yang memiliki kepadatan penduduk tinggi. Pengolahan limbah dengan sistem desentralisasi menjadi peluang untuk digunakan dalam pengolahan air limbah domestik. Karakteristik air limbah akan membedakan jenis pengelolaan air limbah. Dengan teknologi saat ini, diharapkan mampu menghasilkan air olahan sesuai dengan baku mutu, sehingga dapat dimanfaatkan kembali, misalnya untuk irigasi atau air penggelontor pada toilet (Nelson, 2005).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjan Umum dan Perumahan Rakyat No 47 Tahun 2015, sistem pengelolaan air limbah terpusat skala permukiman dapat melayani anatara 50-1000 jiwa. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil survei, didapatkan lokasi yang dapat dibangun dengan menggunakan sistem IPAL komunal RT dengan keriteria:

1. Jumlah jiwa yang dilayani minimum 40 KK,
2. Kawasan pemukiman rawan sanitasi mengacu pada data BPS, Buku putih sanitasi kota/kabupaten,
3. Terdapat lahan untuk pembangunan IPAL. Lahan yang digunakan adalah lahan kosong milik kelurahan, pemerintah kota, atau milik perseorangan yang dihibahkan,

4. Kemudahan aksesibilitas untuk operasional dan pemeliharaan nantinya,
5. Tersedia sumber listrik,
6. Adanya saluran drainase/ sungai/ badan air untuk mengalirkan/ menampung effluen pengolahan air limbah.

Berdasarkan hasil survei, lokasi yang masih BABS sebagian besar memiliki kamar mandi atau jamban sendiri, hanya saja mereka tidak punya tangki septik atau pengolahan lumpur, dan air limbah dari kamar mandi. Saluran pipa dari kamar mandi langsung dialirkan ke sungai ataupun ke lubang yang tidak memiliki resapan, sehingga hal tersebut masih dikatakan sebagai buang air besar sembarangan. Beberapa lokasi menunjukan kondisi sanitasi dimana masyarakat melakukan buang air besar langsung di selokan atau di sungai. Limbah lumpur tinja yang dihasilkan masyarakat pada umumnya tertampung pada beberapa unit tangki septik yang terdapat pada setiap rumah atau yang biasa disebut onsite. Tidak tersedianya tangki septik untuk pengolahan limbah domestik dari kamar mandi, menjadikan perlu diadakannya pembangunan unit pengolahan air limbah dan studi mengenai pembangunan fasilitas sanitasi yang layak. Kondisi ini merupakan salah satu sebab untuk menentukan alternatif yang dapat diterapkan, baik menggunakan sistem offsite dan onsite. Keterbatasan lahan dan kepadatan penduduk pada suatu pemukiman, menjadi dasar pembuatan IPAL komunal direkomendasikan untuk wilayah pemukiman yang belum memiliki tangki septik. Pemilihan lokasi ini perlu di kaji ulang untuk studi kelayakannya.

Tabel 1. Lokasi Rencana pembangunan Sistem Komunal di Kecamatan Tambaksari, Surabaya

Kelurahan	RT	RW	Jumlah BABS	Rencana Lahan IPAL	Status Tanah
Kapasmadya Baru	6	8	56	Lahan di pinggir sungai	Pengairan
	8	2	40	Lahan di pinggir sungai	Pengairan
		3	46	Lahan di pinggir sungai	Pengairan

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel 1. terdapat 3 lokasi yang dapat dikomunalkan. Sebagian besar rumah yang masih buang air besar sembarangan adalah pemukiman dipinggir kali atau drainase. Minimnya lahan kosong di suatu pemukiman Kota Surabaya, menyebabkan pembangunan IPAL berada pada akses jalan area BABS. Ketersediaan lahan lokasi rencana IPAL berada pada pinggiran sungai milik dinas pengairan. Berdasarkan lokasi yang dapat dibangun dengan sistem komunal, diperlukan perijinan dinas terkait untuk lokasi IPAL dengan lahan milik dinas pengairan. Perijinan dilakukan untuk memastikan bahwa lokasi tersebut dapat dibangun IPAL. Cakupan IPAL komunal untuk rumah yang masih BABS menggunakan skala rukun tetangga (RT). Hal ini dikarenakan lokasi rumah buang air besar sembarangan tersebar di beberapa kecamatan hingga tersebar di tingkat rukun tetangga (RT). Hal tersebut untuk memudahkan dalam sistem penyaluran air limbah maka cakupan pelayanan hingga skala pemukiman (RT).

Perbandingan opsi teknologi akan dilakukan dengan memberi skor pada setiap keriteria yang dibutuhkan. Skor tertinggi akan menjelaskan bahwa uraian tersebut dapat dilaksanakan. Skor untuk pemilihan teknologi ialah:

Skor 1: Tidak dapat diaplikasikan
Skor 2: Dapat diaplikasikan dengan syarat
Skor 3: Dapat diaplikasikan

Tabel 2. Skor Pemilihan Teknologi IPAL Komunal

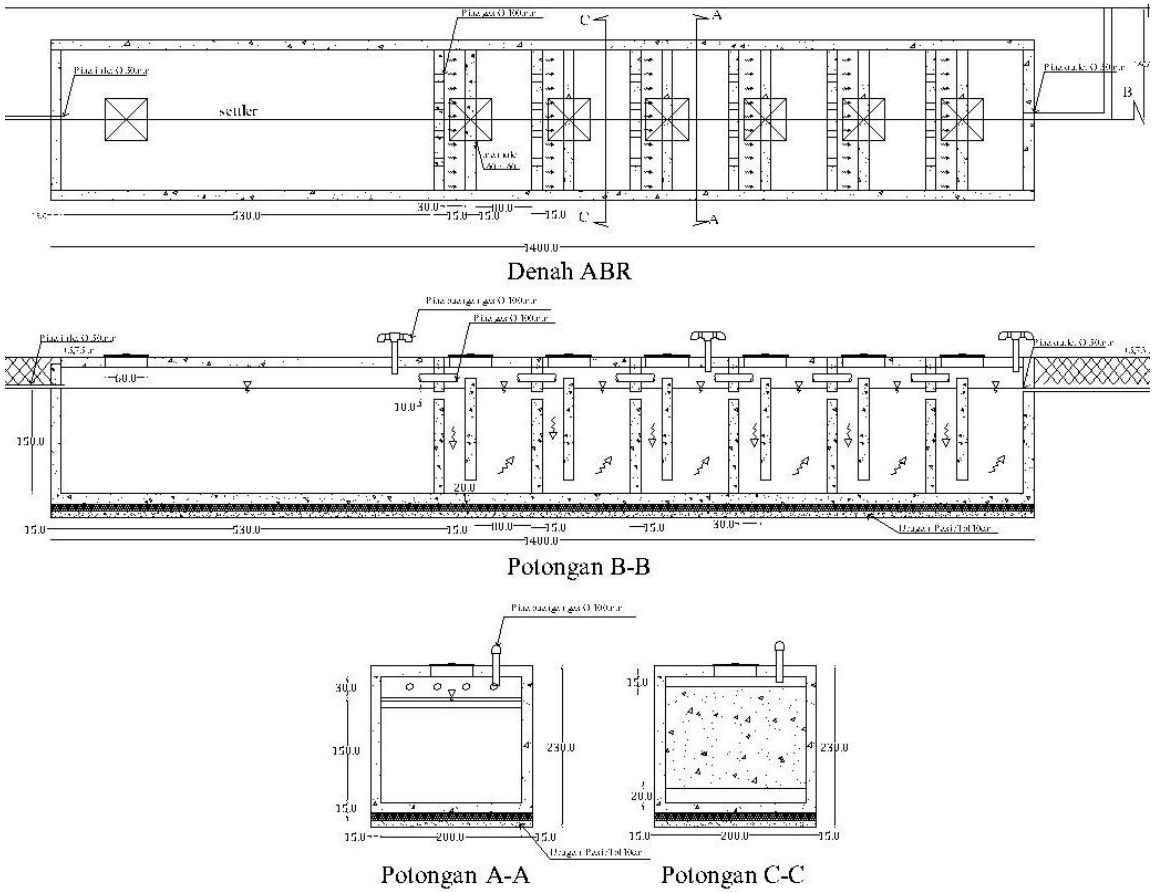
No	Keriteria	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		ABR	Skor	*Wetland*	Skor	Biofilter	Skor
1	Lahan	Dapat dibangun dibawah tanah	3	Membutuhkan lahan yang luas	1	Dapat dibangun dibawah tanah	3
2	Konstruksi Biaya dan bahan	Bahan terbuat dari beton dan biaya tidak mahal	3	Bahan dari beton sederhana dan biaya tidak mahal	3	Bahan dari beton selain itu banyak tersedia dipasar, biaya tidak mahal	3
3	Biaya operasional dan pemeliharaan	Murah dan mudah	3	Murah dan mudah	3	Murah dan mudah (pembersihan filter secara rutin)	2
4	Kebutuhan pegawai	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3
5	Peran serta masyarakat	Masyarakat ikut berperan aktif	3	Masyarakat ikut berperan aktif	3	Masyarakat ikut berperan aktif	3

No	Keriteria	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		ABR	Skor	*Wetland*	Skor	Biofilter	Skor
6	Pencemaran terhadap lingkungan	Penurunan zat organik tinggi	3	Penurunan zat organik tinggi	3	Penurunan zat organik tinggi	3
	Total		**18**		**16**		**17**

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel 2. alternatif 1 yaitu pengolahan menggunakan anaerobic baffled reactor (ABR) menjadi pemilihan utama. Nilai skor disesuaikan dengan keadaan masyarakat saat ini yaitu sangat minim lahan untuk pembangunan IPAL, kebutuhan biaya operasional yang terjangkau dan pemeliharaan yang mudah, serta dampak terhadap lingkungan.

Berdasarkan lokasi terpilih, jumlah KK yang dapat dikomunalkan anatra 40-50 KK. Untuk memenuhi kebutuhan fasilitas sanitasi tersebut maka perancangan IPAL dengan reaktor ABR dibutuhkan dimensi yang sesuai. Adanya keterbatasan lahan membutuhkan desain dengan ukuran yang sesuai agar dapat di aplikasikan. Adapun dimensi yang dapat di gunakan ialah 11,9m x 2m x 1,8m. Desain IPAL ABR dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain ABR

KESIMPULAN

Dalam mencapai universsal access pada tahun 2019 pengelolaan air limbah domestik pada daerah BABS di Kota Surabaya dapat dilakukan dengan sistem offsite atau desentralisasi. Adapun jumlah lokasi yang dapat dibangun secara komunal sebanyak 3 lokasi di Kelurahan Kapasmadya Baru skala komunal. Opsi teknologi terpilih adalah pengolahan air limbah menggunakan reaktor *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Perencanaan pembangunan pengelolaan air limbah di Kecamatan Tambaksari dengan sistem komunal menggunakan unit pengolahan anaerobic baffled reaktor (ABR) Kapasitas ABR mencapai 50 KK memiliki dimensi 11,9m x 2m x 1,8m.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Afandi, Y. V., Sunoko, H. R., Kismartini. 2013. Status keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah domestik komunal berbasis masyarakat. Jurnal Ilmu Lingkungan, Vol. 11, Issue2:100-109.
[2] Bachmann et al. 1985.*Performance Characteristics of the Anaerobic Baffled Reactor*. Water Research Vol. 19 Issue 1
[3] Bappenas. 2015. Rencana pembangunan jangka menengah nasional 2015-2019. Jakarta
[4] Djonoputro, E. R. 2011. Opsi sanitasi yang terjangakau untuk daerah spesifik. Water and Sanitation Program: Guidance Note.
[5] Foxon, K.M., C.A. Buckley, C.J. Brouckaert, P. Dama, Z. Mtembu, N Rodda, M. Smith, et al. 2006. *The Evaluation of the Anaerobic Baffled Reactor for Sanitation in Dense Peri-Urban Settlements.* Water SA, Vol 1: 1248.
[6] Guttere, B., Sasse, L., Panzerbleter, T. 2009. Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. United Kingdom: Water, Engineering and Development Centre (WEDC).
[7] Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan rakyat nomor 47/PRT/M/2015 tentang petunjuk teknis penggunaan dana alokasi khusus bidang infrastruktur. Jakarta.
[8] Nelson K L. 2005. *Small and decentralized systems for wastewater treatment and reuse.* Proceedings of an Iranian-American Workshop http://www.nap.edu/catalog/11241.html [online].
[9] Tanaka, Nao. 2015. Proses IPAL Komunal yang ditingkatkan dengan Kombinasi Anaerobik dan Aerobik (RBC). Yogyakarta: APEX/Pusteklim.