

Matriks Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik Berdasarkan Aspek Teknis, SDM Kelembagaan, Pembiayaan, dan Sosial atau Peran Serta Masyarakat

Nadhira Putri Amalia Firdaus¹⁾; Mohamad Mirwan²⁾

Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email : nadhiraputriamaliaf@gmail.com

Abstract (English)

Domestic wastewater is wastewater that comes from daily human activities related to water use. Domestic waste itself consists of liquid and solid waste that is mostly generated from household activities and is very important for us to maintain health in the community and the environment around us. The purpose of selecting domestic wastewater treatment technology based on predetermined aspects is to make it easier to choose technology that will be used in the long term which will then be used sustainably until it is useful in the future. Therefore, the type of waste, human resources, location, cost, and environmental impact must be considered when choosing domestic wastewater treatment technology. The method used in data collection is secondary data sourced from Regulations, Books, Journal Reviews, and other references which are then described into a paper. From the results of the analysis obtained a picture of domestic wastewater treatment technology based on many aspects that will later be a picture for choosing the appropriate domestic water treatment technology.

Article History

Submitted: 25 May 2024

Accepted: 4 June 2024

Published: 5 June 2024

Key Words

Domestic Wastewater, Technology, Wastewater Treatment, Aspects

Abstrak (Indonesia)

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas kegiatan manusia sehari-hari yang berhubungan dengan penggunaan air. Limbah domestik sendiri terdiri dari limbah cair dan padat yang kebanyakan dihasilkan dari kegiatan rumah tangga dan sangat penting bagi kita untuk menjaga kesehatan di lingkungan masyarakat dan lingkungan sekitar kita. Tujuan pemilihan teknologi pengolahan air limbah domestik berdasarkan aspek yang telah ditentukan yakni untuk mempermudah memilih teknologi yang akan digunakan dalam jangka panjang yang selanjutnya akan digunakan secara keberlanjutan hingga nantinya berguna dimasa mendatang. Maka dari itu, Jenis Limbah, SDM, Lokasi, Biaya, dan Dampak Lingkungan harus dipertimbangkan saat memilih teknologi pengolahan limbah domestik. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data merupakan data sekunder yang bersumber dari Peraturan, Buku, Review Jurnal, dan referensi lainnya yang selanjutnya dideskriptifkan menjadi sebuah tulisan. Dari hasil analisis didapatkan gambaran mengenai teknologi pengolahan air limbah domestik berdasarkan banyak aspek yang nantinya akan menjadi gambaran untuk memilih teknologi pengolahan air limbah domestik yang sesuai.

Sejarah Artikel

Submitted: 25 May 2024

Accepted: 4 June 2024

Published: 5 June 2024

Kata Kunci

Air Limbah Domestik, Teknologi, Pengolahan Air Limbah, Aspek

1. PENDAHULUAN

Dengan pertumbuhan populasi yang terus berlanjut dan percepatan pembangunan, air limbah domestik telah menjadi masalah besar. Pada tahun 2014, Kementerian Lingkungan Hidup RI merilis hasil penelitian yang menunjukkan bahwa 60-70% sungai di Indonesia tercemar oleh limbah rumah tangga. Air limbah domestik yang tidak diolah dengan baik dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan bagi manusia dan lingkungan sekitar (Asadiya, 2018).

Oleh karena itu, air limbah domestik harus diolah agar dapat dibuang dengan aman ke lingkungan dan digunakan kembali untuk penggunaan air yang efisien seperti menyiram tanaman, mencuci kendaraan, dan keperluan lainnya.

◆ Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik terdiri dari serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu unit dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik. Setelah dipasang, sistem pengolahan air limbah domestik arus diputuskan dari saluran pembuangan (saluran drainase) dalam waktu 10 tahun di Kota Metropolitan dan Kota Besar, dan dalam waktu 20 tahun di Kota Sedang dan Kota Kecil.

Sebelum menentukan teknologi pengolahan air limbah domestik yang tepat, terlebih dahulu perlu dilakukan analisis terhadap karakteristik air limbah tersebut. Karakterisasi ini membantu menentukan teknologi pengolahan mana yang diperlukan untuk memastikan bahwa air limbah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan dapat dibuang ke badan air. Ketersediaan lahan, biaya pengoperasian dan pemeliharaan, serta beberapa aspek lainnya juga dipertimbangkan ketika memilih teknologi yang akan digunakan. Oleh karena itu, tujuan dalam penelitian ini, dilakukan analisis dalam beberapa teknologi pengolahan air limbah domestik berdasarkan banyak aspek yang nantinya akan menjadi gambaran untuk memilih teknologi pengolahan air limbah domestik yang sesuai (Bakkara, 2022).

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penyusunan karya ilmiah ini yakni metode deskriptif. Definisi metode deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan variabel *independent* (Sugiyono, 2009). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Regulasi, Buku, Review Jurnal, dan referensi lainnya yang selanjutnya dideskriptifkan menjadi sebuah tulisan tentang “*Matriks* Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik Berdasarkan Aspek Teknis, SDM Kelembagaan, Pembiayaan, dan Sosial atau Peran Serta Masyarakat”.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Air Limbah Domestik

Air limbah merupakan air sisa dari kegiatan atau operasi dan terbagi menjadi dua wilayah yaitu air limbah domestik dan air limbah non domestik. Air limbah domestik meliputi air limbah usaha dan/atau kegiatan yang berasal dari air limbah pemukiman, restoran, perkantoran, tempat usaha, air limbah apartemen dan asrama. Air limbah domestik dibedakan menjadi dua jenis yaitu air limbah toilet yang berasal dari *septic tank* dan air limbah non toilet yang berasal dari kegiatan rumah tangga. Air limbah domestik sering kali dibuang langsung ke badan air tanpa pengolahan lebih lanjut, namun tidak jelas apakah air limbah memenuhi standar kualitas air limbah yang ditetapkan.

3.2 Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah adalah nilai batas kandungan atau jumlah bahan pencemar yang diperbolehkan terdapat pada air limbah yang dibuang ke media air dan tanah dari air limbah perusahaan dan/atau kegiatan, yang dapat melebihi baku mutu. Baku mutu air limbah domestik menurut Permen LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik sebagai berikut

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
COD	mg/L	30
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10

Total Coliform Debit	Jumlah/100mL L/Orang/Hari	3000 100
-----------------------------	------------------------------	-------------

3.3 Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

Tabel 2. Matriks Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik Berdasarkan Aspek Teknis

TEKNOLOGI	MAT	Topografi		Akses Pengangkutan Lumpur Tinja	Suplai Air Bersih		Ketersediaan Lahan
		Kedalaman dan Kondisi	Kemiringan Tanah		Permeabilitas dan Jenis	K4	
Anaerobic Upflow Filter	√	√	√	√	√	√	√
Constructed Wetlands Lumpur Aktif	√	√	√	√	√	√	√
Hybrid Aero-Plant Reactor System	√	√	√	√	√	√	√
Biodigester	√	√	√	√	√	√	√
Anaerobic Baffled Reactor	√	√	√	√	√	√	√
Hybrid Bioreaktor Biofilm	√	√	√	√	√	√	√
Rotating Biological Contactor	√	√	√	√	√	√	√
Fluidized Bed	√	√	√	√	√	√	√
Sewage Treatment Plant	√	√	√	√	√	√	√
Upflow Anaerobic Sludge Blanket	√	√	√	√	√	√	√
Biosand Filter	√	√	√	√	√	√	√

Dalam aspek teknis ada beberapa penjabaran dari aspek ini sendiri yakni muka air tanah, topografi, akses pengangkutan lumpur tinja, suplai air bersih dan ketersediaan lahan. Disini saya akan mengambil salah satu contoh perbandingan teknologi dari beberapa teknologi yakni teknologi *Anaerobic Upflow Filter* dengan *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*.

Dalam aspek teknis teknologi *Anaerobic Upflow Filter* termasuk teknologi yang digunakan untuk skala komunal. Pemasangan AUF tidak boleh terlalu dekat dengan permukaan tanah untuk menghindari pencemaran langsung oleh air permukaan. Kemiringan yang lebih landai mungkin diperlukan untuk zona anaerobik, sedangkan kemiringan yang lebih curam mungkin diperlukan untuk zona aerobik. Pindahkan ini dapat dilakukan dengan menggunakan pompa lumpur atau metode pengangkatan manual, tergantung pada desain dan ukuran sistem. Untuk

periode perencanaan teknologi tersebut berkisar 2-3 tahun. Teknologi ini harus kedap air, tidak disarankan pada wilayah yang rawan banjir. Untuk sanitasi yang di removal yakni air yang terkontaminasi dan sumber air yang digunakan adalah air tanah. Teknologi ini juga dapat dibangun pada lahan yang terbatas. Sedangkan debit minimum yang diolah yakni pada pencemaran organik terlarut dan padatan tersuspensi dengan pencemaran tingkat tinggi. Hasil removal berkisar minimum 60 mg/L BOD serta mampu menurunkan COD sekitar 98,40% dari kisaran 2000 mg/L menjadi 45 mg/L.

Sedangkan untuk teknologi *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* biasanya dibangun di atas tanah atau sebagian terkubur di bawahnya. Sangat penting untuk memastikan bahwa dasar reaktor UASB cukup di atas air tanah jika air tanah di lokasi tersebut dangkal. Ini dilakukan untuk menghindari air tanah masuk ke reaktor. Teknik ini dilengkapi dengan blanket (selimut, perangkap) yang berfungsi sebagai perangkap. Media ini terbuat dari batu kerikil berdiameter 0,5 hingga 2 cm. Dalam teknologi *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), pengangkutan limbah biasanya terjadi di dalam reaktor itu sendiri. UASB menggunakan proses anaerobik, di mana limbah didistribusikan di bagian bawah reaktor dan kemudian naik melalui lapisan lumpur anaerobik yang berkembang di dalam reaktor. Proses ini memungkinkan pembentukan gas metana dan karbon dioksida dari limbah organik yang telah terdegradasi.

Periode perancangan teknologi ini yakni untuk 20 tahun (Nurcahya, 2016). Sebagai hasil dari pembebanan 36,5 kg COD/m³/hari, dapat menghasilkan gas 12,0 m³/m³/hari. Kadar oksigen terlarut (dissolved oxygen) influen lebih tinggi daripada efluen, dengan nilai rata-rata 4,48 mg/l. Efisiensinya tinggi, 70–90%, UASB menghasilkan gas H², CO², dan CH⁴, yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang merombak bahan organik. Lahan yang dibutuhkan juga lebih kecil dan efisien (WAGIMAN, 2007).

Tabel 3. Matriks Teknologi Pengolahan Limbah Domestik Berdasarkan Aspek SDM Kelembagaan

TEKNOLOGI	Standart dan Kriteria Pelayanan	Kebutuhan SDM
	Jenis Pelayanan, Mutu, Penerima Layanan	
Anaerobic Upflow Filter	√	√
Constructed Wetlands	√	√
Lumpur Aktif	√	√
Hybrid Aero-Plant Reactor System	√	√
Biodigester	√	√
Anaerobic Baffled Reactor	√	√
Hybrid Bioreaktor Biofilm	√	√
Rotating Biological Contactor	√	√
Fluidized Bed	√	√
Sewage Treatment Plant	√	√
Upflow Anaerobic Sludge Blangket	√	√
Biosand Filter	√	√

Dalam aspek SDM Kelembagaan ada beberapa penjabaran dari aspek ini sendiri yakni standart dan kriterian pelayanan serta kebutuhan SDM Disini saya akan mengambil salah satu

contoh perbandingan teknologi dari beberapa teknologi yakni teknologi *Constructed Wetlands* dengan *Biosand Filter*

Dalam aspek ini teknologi *Constructed Wetlands* membutuhkan teknisi lapangan yang terlatih diperlukan untuk memasang dan mengoperasikan berbagai komponen fisik sistem, termasuk struktur penahan air, saluran, dan sistem drainase. Teknologi ini juga tidak membutuhkan pengolahan yang mahal.

Sedangkan dalam teknologi *Biosand Filter* Teknisi bertanggung jawab atas pengoperasian harian filter biosand. Tugas teknisi antara lain mengisi filter dengan bahan filter, membersihkan dan merawat filter secara berkala, serta memastikan kualitas air yang dihasilkan. Biaya teknologi ini relatif terjangkau. Untuk biaya retribusi yang harus dikeluarkan masyarakat perbulan yakni Rp 30.000,- (Hasditama, 2021).

Tabel 4. Matriks Teknologi Pengolahan Limbah Domestik Berdasarkan Aspek Pembiayaan

TEKNOLOGI	<u>Kemampuan Pembiayaan</u>
Anaerobic Upflow Filter	√
Constructed Wetlands	√
Lumpur Aktif	√
Hybrid Aero-Plant Reactor System	√
Biodigester	√
Anaerobic Baffled Reactor	√
Hybrid Bioreaktor Biofilm	√
Rotating Biological Contactor	√
Fluidized Bed	√
Sewage Treatment Plant	√
Upflow Anaerobic Sludge Blangket	√
Biosand Filter	√

Dalam aspek pembiayaan hanya ada satu penjabaran yakni kemampuan pembiayaan. Disini saya akan mengambil salah satu contoh perbandingan teknologi dari beberapa teknologi yakni teknologi *Hybrid Aero-Plant Reactor System* dengan *Hybrid Bioreaktor Biofilm*.

Dalam teknologi *Hybrid Aero-Plant Reactor System* teknisi harus memiliki pengetahuan tentang pengoperasian dan pemeliharaan berbagai komponen sistem HAPRS, antara lain: pengaturan ventilasi, pemantauan kualitas air dan pemeliharaan sistem. Untuk biaya retribusi masyarakat sekitar Rp 7.500-8.000,-.

Sedangkan dalam teknologi *Hybrid Bioreaktor Biofilm* teknisi bertanggung jawab atas keseluruhan manajemen operasi dan pemeliharaan sistem biofilm bioreaktor hibrida, termasuk perencanaan, pemantauan tim, pengelolaan sumber daya, dan pelaporan. Selain itu, mereka bertanggung jawab untuk memastikan bioreaktor hibrid biofilm beroperasi dengan aman dan mematuhi peraturan keselamatan dan lingkungan yang berlaku. Biaya retribusi yang harus dibayarkan masyarakat sebesar Rp 5.000,- .

Tabel 5. Matriks Teknologi Pengolahan Limbah Domestik Berdasarkan Aspek Sosial atau Peran Masyarakat

TEKNOLOGI	Pemberdayaan atau Peran Serta Masyarakat	Kesediaan Membayar	Kondisi Sanitasi Masyarakat
Anaerobic Upflow Filter	√	√	√
Constructed Wetlands	√	√	√
Lumpur Aktif	√	√	√
Hybrid Aero-Plant Reactor System	√	√	√
Biodigester	√	√	√
Anaerobic Baffled Reactor	√	√	√
Hybrid Bioreaktor Biofilm	√	√	√
Rotating Biological Contactor	√	√	√
Fluidized Bed	√	√	√
Sewage Treatment Plant	√	√	√
Upflow Anaerobic Sludge Blangket	√	√	√
Biosand Filter	√	√	√

Dalam aspek sosial atau peran masyarakat ada beberapa penjabaran lagi yaitu pemberdayaan atau peran serta Masyarakat, kesediaan membayar, dan kondisi sanitasi masyarakat . Disini saya akan mengambil salah satu contoh perbandingan teknologi yakni teknologi *Rotating Biological Contactor* dengan *Anaerobic Baffled Reactor*.

Dalam aspek ini teknologi *Rotating Biological Contactor* Mengoperasikan sistem RBC seringkali membutuhkan kerja tim yang baik. SDM harus mampu berkolaborasi dengan anggota tim lainnya untuk mencapai tujuan operasional dan memastikan sistem berfungsi dengan baik. Namun untuk biaya retribusi yang dikeluarkan masyarakat tergolong cukup mahal sebesar Rp 350.000,- perbulan. Unit RBC menyediakan pengelolaan sampah yang efisien dengan menggunakan toilet, tangki septik, tangki septik dan kotoran sebagai sumber sampah organik, serta memutar cakram sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai sampah organik. RBC memiliki beberapa keunggulan seperti pengoperasian yang mudah, perawatan yang mudah, dan tidak memerlukan banyak lahan (Suherman, 2020). Dan kekurangan teknologi ini adalah jumlah lumpur yang dihasilkan dan timbul bau (Sumiyati, 2023).

Sedangkan untuk teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* teknisi ahli bertanggung jawab atas keseluruhan manajemen operasi dan pemeliharaan sistem ABR, termasuk perencanaan, pemantauan tim, manajemen sumber daya, dan pelaporan. ABR menyediakan pembuangan limbah yang efisien dengan menggunakan toilet, tangki limbah, septic tank, atau kotoran manusia sebagai sumber sampah organik, menghasilkan gas metana sebagai produk sampingan yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Biaya retribusi yang dikeluarkan masyarakat sebesar Rp 1.000-3000,- (Afandi, 2014). RBC memiliki beberapa keunggulan

seperti pengoperasian yang mudah, perawatan yang mudah, dan tidak memerlukan banyak lahan (Suherman, 2020).

Kelebihan dari teknologi ini yakni Saat memproduksi metana yang dapat diubah menjadi biogas, produksi biogas ABR terdiri dari sekitar 60-70% metana dan 30-40% karbon dioksida. Sisanya ada dalam bentuk gas hidrogen, hidrogen sulfida, amonia, uap air, dan gas lainnya. Desainnya sederhana, biaya konstruksinya relatif rendah, dan jumlah lumpur yang dihasilkan pun sedikit (Dengo, 2023). Serta kekurangan teknologi ini yakni memerlukan pasokan air yang konstan (aliran terus menerus), tidak menghilangkan nutrisi atau patogen, dan periode aklimatisasi yang lama (Standard, 2017).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan tinjauan literatur yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi dalam pengolahan air limbah domestik mempunyai potensi besar untuk mengurangi limbah terkontaminasi yang dibuang ke lingkungan. Beberapa teknologi tersebut dapat membantu anda memutuskan teknologi mana yang sesuai dengan kebutuhan lingkungan anda sesuai dengan aspek di atas. Tentu saja, terdapat berbagai jenis teknologi yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah domestik, yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Penggunaannya harus dipertimbangkan dengan cermat. Teknologi bukan satu-satunya faktor keberhasilan penerapan praktis melainkan ada faktor-faktor lain juga diperlukan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagai peneliti, saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat dalam menyukseskan penelitian ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada para ahli yang telah memberikan saran dan pendapat berharga selama tinjauan literatur. Saya berharap hasil penelitian ini bermanfaat bagi semua orang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y. V. (2014). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2). *Status keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah domestik komunal berbasis masyarakat di Kota Probolinggo.*, 100-109.
- Asadiya, A. &. (2018). *Jurnal Teknik ITS*, 7(1). *Pengolahan air limbah domestik menggunakan proses aerasi, pengendapan, dan filtrasi media zeolit-arang aktif.*, D18-D22.
- Bakkara, C. G. (2022). *Jurnal Teknik ITS*, 11(3). *Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat di Indonesia.*, D75-D81.
- Dengo, V. A. (2023). *Perencanaan Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Sebagai Unit Pengolahan Air Limbah Peternakan Babi Di Desa Rambunan Kecamatan Sonder Kabupaten Minahasa. Jurnal sipil statik*, 8(4).
- Hasditama, R. R. (2021). (Bachelor's thesis, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta-FIKES). *Implementasi Lima Pilar Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (Stbm) Di Wilayah Kampung Sanitasi Kelurahan Rawa Mekar Jaya Kota Tangerang Selatan Tahun 2021.*
- Nurchahya, I. R. (2016). *Tugas Akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Di Kawasan Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.*
- Standard, D. W. (2017). *Jurnal Permukiman Vol*, 12(2). *engembangan proses pada sistem anaerobic baffled reactor untuk memenuhi baku mutu air limbah domestik.*, 70-79.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- Suherman, S. D. (2020). *Barometer*, 5(1). *Teknologi dan metode pengolahan limbah cair sebagai pencegahan pencemaran lingkungan.*, 232-238.

- Sumiyati, S. S. (2023). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2). *Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Teknologi Hybrid Bioreaktor Biofilm–Fitoremediasi.*, 403-407.
- WAGIMAN, W. (2007). *Asian Journal of Tropical Biotechnology*, 4(2). *Identification of Potential Biogas Production from Tofu Wastewater with Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB).* , 41-45.