



PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN

Anis Masyruroh



PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN

Anis Masyruroh

PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN

Penulis:
Anis Masyruoh

Desain Cover:
Septian Maulana

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Editor:
Evi Damayanti

ISBN:
978-623-145-251-1

Cetakan Pertama:
November, 2023

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian
atau
seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 360/JBA/2020

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang Perancangan Bangunan Pengolahan Air Buangan telah selesai di susun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan Perancangan Bangunan Pengolahan Air Buangan.

Buku ini merupakan salah satu wujud perhatian penulis terhadap Perancangan Bangunan Pengolahan Air Buangan. Limbah merupakan masalah umum dari sebuah industri, limbah yang di buang secara langsung tanpa pengolahan akan sangat mencemari lingkungan. Peraturan pemerintah tentang pembuangan limbah serta sangsi yang diberikan turut membantu mengurangi permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan limbah industri. Salah satu industri yang limbahnya dapat mencemari lingkungan adalah industri pembekuan dengan bahan baku udang. Parameter organik merupakan ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah pembekuan ini. Parameter ini terdiri dari *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD).

Karakteristik fisik dalam air limbah dapat dilihat dari parameter Total Suspended Solids (TSS). Parameter - parameter organik ini berpotensi menimbulkan pencemaran yang tinggi. Keadaan lingkungan dapat mempengaruhi kondisi kesehatan masyarakat. Banyak aspek kesehatan manusia dipengaruhi oleh lingkungan, dan banyak penyakit dapat dimulai, didukung, ditopang atau dirangsang oleh factor-faktor lingkungan. Limbah adalah semua benda yang berbentuk padat, cair, maupun gas, merupakan bahan buangan yang berasal dari aktivitas manusia secara perorangan maupun hasil aktivitas kegiatan lainnya diantaranya industri, rumah sakit, laboratorium, reactor nuklir dan lain-lain.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan “tiada gading yang tidak retak” dan sejatinya kesempurnaan hanyalah milik tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian, hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami

untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia

November, 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Definisi Limbah Cair Domestik.....	2
B. Sumber Air Limbah	3
C. Karakteristik Limbah Cair Domestik	6
D. Sistem Penyaluran Air Limbah.....	7
E. Sistem Pengolahan Air Limbah	11
BAB 2 LIMBAH CAIR	15
A. Sumber Air Limbah	15
B. Karakteristik Air Limbah	15
C. Peraturan Terkait Untuk Limbah Cair Domestik.....	22
D. Pengolahan Air Limbah.....	22
E. Reklamasi, Reuse Air Limbah Dan Keberlanjutan.....	51
F. Hidrolika Saluran	54
G. Pompa.....	55
BAB 3 KASUS PENGOLAHAN AIR LIMBAH CAIR	59
A. Umum	59
B. Topografi, Hidrologi, dan Geologi	59
C. Kependudukan dan Data Perumahan Griya Reang Indah	60
D. Data Perencanaan (Peta Situasi IPAL)	61
BAB 4 RANCANGAN UMUM PENGOLAHAN AIR LIMBAH	63
A. Kapasitas Penduduk.....	64
B. Proyeksi Fasilitas.....	66
BAB 5 DETAIL DESAIN	67
A. Umum	67
B. Layout IPAL	67
C. Unit Pengolahan IPAL	68
BAB 6 OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN IPAL	121
A. Operasional Dan <i>Maintenance</i>	121
BAB 7 RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (RAB)	133
A. Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	133
BAB 8 REUSE, REKLAMASI AIR LIMBAH YANG KEBERLANJUTAN	169
A. Reklamasi Air Limbah	169
B. Reuse Air Limbah	169

BAB 9 PENUTUP	177
A. Kesimpulan	177
B. Saran	178
DAFTAR PUSTAKA	221



BAB 1

PENDAHULUAN

Limbah merupakan masalah umum dari sebuah industri, limbah yang di buang secara langsung tanpa pengolahan akan sangat mencemari lingkungan. Peraturan pemerintah tentang pembuangan limbah serta sanksi yang diberikan turut membantu mengurangi permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan limbah industri. Salah satu industri yang limbahnya dapat mencemari lingkungan adalah industri pembekuan dengan bahan baku udang. Parameter organik merupakan ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah pembekuan ini. Parameter ini terdiri dari *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*. Karakteristik fisik dalam air limbah dapat dilihat dari parameter *Total Suspended Solids (TSS)*. Parameter - parameter organik ini berpotensi menimbulkan pencemaran yang tinggi. Keadaan lingkungan dapat mempengaruhi kondisi kesehatan masyarakat. Banyak aspek kesehatan manusia dipengaruhi oleh lingkungan, dan banyak penyakit dapat dimulai, didukung, ditopang atau dirangsang oleh factor-faktor lingkungan. Limbah adalah semua benda yang berbentuk padat, cair, maupun gas, merupakan bahan buangan yang berasal dari aktivitas manusia secara perorangan maupun hasil aktivitas kegiatan lainnya diantaranya industri, rumah sakit, laboratorium, reactor nuklir dan lain-lain. Menurut Willgooso (1979) air limbah adalah *water carrying waste from homes, business and industries that is mixture of water and dissolved or suspended solids*. Menurut USEPA 1977 *wastewater is water carrying dissolved or suspended solid from homes, farm, business and industries*.

Pertumbuhan penduduk memberikan dampak terhadap penurunan daya dukung lingkungan. Salah satu dampak dari pertumbuhan penduduk ini adalah meningkatnya jumlah air limbah domestik. Semakin meningkatnya jumlah air limbah domestik mengakibatkan meningkatnya potensi



LIMBAH CAIR

A. SUMBER AIR LIMBAH

Air limbah sebagai sumber pencemar dapat berasal dari berbagai sumber yang pada umumnya karena hasil perbuatan manusia dan kemajuan teknologi. Sumber–sumber air limbah tersebut dibedakan menjadi 4, yaitu (Marhadi, 2016):

1. Air Limbah Rumah Tangga (*Domestic Wasted Water*)
Air limbah dari permukiman ini umumnya mempunyai komposisi yang terdiri atas ekskreta (tinja dan urin), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dimana sebagian besar merupakan bahan organik.
2. Air Limbah Kotapraja (*Municipal Wastes Water*)
Air limbah ini umumnya berasal dari daerah perkotaan, perdagangan, sekolah, tempat- tempat ibadah dan tempat–tempat umum lainnya seperti hotel, restoran, dan lain-lain.
3. Air Limbah Industri (*Industrial Wastes Water*)
Air limbah yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi ini pada umumnya lebih sulit dalam pengolahannya serta mempunyai variasi yang luas.
4. Air Hujan
Air hujan adalah air yang berasal dari air hujan ataupun salju.

B. KARAKTERISTIK AIR LIMBAH

Prinsip dasar pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan atau mengurangi kontaminan yang terdapat dalam air limbah. Adapun karakteristik yang terdapat pada air limbah perlu diketahui karena hal ini akan menentukan cara pengolahan yang tepat, sehingga tidak mencemari lingkungan hidup. Kualitas air limbah dibedakan menjadi tiga karakteristik



KASUS PENGOLAHAN AIR LIMBAH CAIR

A. UMUM

Perumahan Griya Reang Indah merupakan Perumahan yang berada di Kota Serang Provinsi Banten. Perumahan Griya Reang Indah memiliki 4 RT serta mempunyai luas 23,448 m², sistem drainase sebesar 3,934 m², Jalan lingkungan 13,400 m², ruang terbuka hijau 4,062 m², lapangan 649,44 m², Masjid 1,380 m², tempat pembuangan sampah 32 m², tiang listrik 52 unit, penerangan jalan umum 25 unit, gardu listrik 2 unit serta terdapat satu sungai yang berada di Selatan Perumahan Griya Reang Indah, yaitu Sungai Griya Reang. Fasilitas umum terdiri atas fasilitas pendidikan dan Masjid.

Perumahan Griya Reang Indah ini mempunyai batas-batas wilayah administrasi sebagai berikut:

Sebelah Utara: Berbatasan dengan jalan raya Mayabon;

Sebelah Selatan: Berbatasan dengan Perumahan Permata Banjar Asri;

Sebelah Timur: Berbatasan dengan Jalan Raya Syech Nawawi Albantani;

Sebelah Barat: Berbatasan dengan Perumahan Permata Banjar Asri.

Peta administrasi dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

B. TOPOGRAFI, HIDROLOGI, DAN GEOLOGI

Perumahan Griya Reang Indah memiliki luas 23,448 m². Secara astronomis, terletak antara 6°09'19" Lintang Selatan serta 106°11'17" Bujur Timur. Perumahan Griya Reang memiliki ketinggian 11-80 m dari permukaan laut dan memiliki temperatur berkisar dari 27-32,0°C. Perumahan Griya Reang dilintasi oleh sungai yaitu Sungai Griya Reang.



RANCANGAN UMUM PENGOLAHAN AIR LIMBAH

Seiring dengan meningkatnya penambahan penduduk, kebutuhan air semakin meningkat, jika kebutuhan air meningkat maka air limbah yang dihasilkan juga akan semakin bertambah. Oleh karena itu, dibutuhkan proyeksi jumlah penduduk yang akan datang untuk memperkirakan air limbah yang dihasilkan sebagai gambaran perancangan Bangunan Pengolahan Air Limbah. Berikut kami jabarkan perhitungan mengenai proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas.



DETAIL DESAIN

A. UMUM

Pengolahan air buangan terdiri dari dua instalasi salah satunya ialah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Unit pengolahan yang dibangun di IPAL terdiri dari beberapa unit pengolahan mulai dari saluran pembawa, bar screen, grit chamber, tangki aliran rata-rata (TAR), bak pengendap I, *activated sludge*, *secondary clarifier*, *gravity thickener*, *sludge drying bed* dan bak desinfeksi. Suatu unit pengolahan air buangan dirancang harus dengan memperhatikan beberapa hal, yaitu:

1. Karakteristik dan kualitas air buangan yang akan diolah;
2. Kriteria desain masing-masing unit pengolahan;
3. Teknologi, peralatan, dan operator yang tersedia;
4. Biaya pembangunan dan pemeliharaan unit pengolahan.

B. LAYOUT IPAL

Beberapa kegiatan seperti kegiatan domestik, kegiatan perindustrian dan kegiatan lainnya nantinya akan menghasilkan limbah. Hal ini akan menjadi hal serius apabila tidak diolah lebih lanjut dan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya. Dalam mencegah hal tersebut, maka suatu wilayah harus menerapkan sistem pengolahan yang tepat dalam penanganan limbah sebelum dibuang ke badan air. Sistem pengolahan IPAL yang akan digunakan akan lebih rinci pada Gambar 5.1.



OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN IPAL

A. OPERASIONAL DAN *MAINTENANCE*

Operasional dan maintenance pada setiap unit telah mempertimbangkan setiap proses pengolahan jika dalam proses pemeliharaan keadaan unit tidak beroperasi sehingga telah di desain setiap unit terdiri lebih dari satu unit agar pengoperasian proses pengolahan tetap berjalan semestinya. Pedoman pengoperasian dan pemeliharaan IPAL mengacu pada pedoman dan tata cara Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Sub Bidang Air Limbah dengan tata cara di atur berikut:

1. Aspek Teknis

Aspek teknis IPAL meliputi infrastruktur, perangkat, dan jaringan perpipaan (SR) IPAL secara keseluruhan yang terkait langsung dengan kegiatan operasional dan pemeliharaan.

a. Aspek Operasional Pengelolaan IPAL

Biaya operasional dan pemeliharaan IPAL selama masa proyek berasal dari APBN dan APBD, dan untuk periode berikutnya (setelah masa subsidi) akan ditetapkan mekanisme pembiayaannya setelah dilakukan pengkajian dan evaluasi berdasarkan tingkat keberhasilan proyek percontohan (*pilot project*) ini. Petugas harus melakukan inspeksi harian untuk mengecek unit pengolahan limbah.

a) *Bar Screen*

Pengoperasian dan pemeliharaan Bar Screen yaitu:

- 1) Melakukan pemeliharaan secara rutin guna memperpanjang usia pakai komponen tanpa penggantian peralatan atau suku cadang;
- 2) Pada bar screen, sampah plastik dan kotoran yang mengambang dalam influen disaring dengan saringan kasar;



RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (RAB)

A. RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (RAB)

Adapun analisa satuan harga untuk pembuatan bangunan pengolahan air limbah dapat dilihat pada Tabel 7.1 berikut.

Tabel 7.1 Daftar Satuan Harga Upah dan Bahan Pembuatan Bangunan Pengolahan Air Buangan

No.	Uraian	Satuan	Harga (Rp)	
A	DAFTAR UPAH			
	Pekerja	Hari	200.000	
	Mandor	Hari	180.000	
	Tukang batu, Kayu, Beso, Pipa dan Cat	Hari	200.000	
	Perkerjaan Galian dan Urug	Hari	100.000	
	Pembantu Mekanik	Hari	110.000	
	Mekanik	Hari	130.000	
	Tukang Besi/Las	Hari	150.000	
B	DAFTAR MATERIAL			
	Pipa PVC Wavin Tipe AW (1 batang = 4 cm)			
	1	Pipa PVC 1/2	M	30.000
		Pipa PVC 3/4	M	38.000
	2	Bend 90 Socket/Spigot PVC AW		
		Bend 90 PVC dia 6	Unit	164.500
Bend 90 PVC dia 8	Unit	247.500		



REUSE, REKLAMASI AIR LIMBAH YANG KEBERLANJUTAN

A. REKLAMASI AIR LIMBAH

Reklamasi air limbah merupakan cara untuk meningkatkan keefektifan dan tingkat efisiensi unit pengolahan. Air limbah yang telah diolah akan dikembalikan lagi ke dalam reaktor pengolahan sebelumnya. Reklamasi yang ditunjukkan adalah pada saat pengolahan Secondary Clarifier, bahwa hasil dari olahan akan dikembalikan lagi menuju Bak Sedimentasi I agar efisiensi yang didapat semakin besar. Persyaratan kualitas air untuk reklamasi limbah sangatlah bermacam-macam. Teknologi reklamasi limbah saat ini pada umumnya sama dengan teknik yang digunakan untuk pengolahan air minum atau air limbah. Namun pada kasus tertentu diperlukan proses pengolahan tambahan untuk menghilangkan kontaminasi fisik dan kimia tertentu serta untuk menonaktifkan dan menghilangkan mikroorganisme patogen dalam evaluasi teknologi reklamasi.

B. REUSE AIR LIMBAH

Reuse dapat dipahami sebagai pemrosesan atau perlakuan yang dilakukan terhadap air limbah agar air limbah tersebut dapat digunakan kembali. Reuse air limbah adalah pengolahan atau air limbah sehingga dapat digunakan kembali dengan keandalan pengobatan yang dapat ditentukan dan memenuhi kriteria kualitas air. Dalam penerapan reuse air limbah perkotaan dan pemanfaatan kembali air limbah memerlukan tingkat proses pengolahan sampai mencapai tingkat kualitas tertentu sesuai dengan rencana penggunaannya. Sejumlah aplikasi guna ulang air limbah dapat digunakan untuk berbagai keperluan antara lain yakni untuk irigasi pertanian atau



PENUTUP

A. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Besar Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Limbah 2 ini adalah:

1. Berdasarkan perbandingan kualitas air limbah yang masuk ke IPAL dengan baku mutu yang ada, terdapat beberapa parameter pencemar air limbah yang tidak memenuhi baku mutu yaitu BOD, COD, TDS, TSS, dan Total Coliform. Untuk itu, diperlukan beberapa pengolahan yang sesuai agar air limbah yang dihasilkan memenuhi baku mutu yang ada;
2. Pada pengolahan IPAL dan IPLT terdapat beberapa pengolahan, yaitu pengolahan pendahuluan yang terdiri dari saluran pembawa, bar screen dan grit chamber. Pengolahan primer terdiri dari Tangki Aliran Rata-rata (TAR) dan bak sedimentasi I. Pengolahan sekunder menggunakan activated sludge dan secondary clarifier. Pengolahan tersier menggunakan bak desinfeksi. Pengolahan lumpur terdiri dari gravity thickening dan sludge drying bed;
3. Nilai BOD, COD, TDS, TSS, dan Total Coliform dari akhir pengolahan berturut-turut yaitu 0,59 mg/L, 0,57 mg/L, 29,16 mg/L, 0 mg/L, dan 0 MPN/100 mL. Reklamasi air limbah ditunjukkan pada saat pengolahan Secondary Clarifier, bahwa hasil olahan akan dikembalikan lagi menuju Bak Sedimentasi 1 agar efisiensi yang didapat semakin besar. Reuse air limbah yang telah diolah dapat digunakan kembali untuk irigasi pertanian, pengisian danau/kolam perikanan, dan recharge air tanah, sedangkan lumpur yang telah diolah dapat digunakan untuk pembuatan kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Layla, dkk. 1980. *Water Supply Engineering Design*. Anna Arbor Science: University of Mosul.
- Bali: Universitas Udayana.
- Chow, Van Te. 1959. *Open Channel Hydraulics*. McGraw-Hill. New York.
- Ensyah, NZ. 2018. *Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal*. Universitas Islam Indonesia.
- Hahn, Martha J., dan Linda A. Figueroa. 2015. "Pilot Scale Application of Anaerobic Baffled Reactor for Biologically Enhanced Primary Treatment of Raw Municipal Wastewater." *Water Research* 87: 494–502.
- Kementerian Republik Indonesia. 2016. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Kementerian Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*.
- Kementerian Republik Indonesia. 2021. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.05/Menlhk/2021 tentang Tata cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan*.
- Kencanawati, CIP Kusuma. 2016. *Sistem Pengelolaan Air Limbah (Diktat Mata Kuliah)*.
- Leonardo. 2016. *Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Indigenus dalam Perbaikan Kualitas Limbah Domestik*. S1 thesis, UAJY.
- McGraw-Hill, Inc: USA.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2008. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2398-2002 *tentang Tata cara perencanaan tangki septik*
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004 *tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2398:2017 *tentang Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan*
- Sucipto, P. 2013. *Sistem Penyaluran Air Limbah Rumah Tangga di Kawasan Komplek Perumahan Anugerah Lestari (Studi Kasus)* [Skripsi]. Medan: Universitas Medan Area.

- Tanaka, Nao. 2015. *Proses IPAL Komunal yang ditingkatkan dengan Kombinasi Anaerobik dan Aerobik (RBC)*. Yogyakarta: APEX/Pusteklim.
- Tchobanoglous, G. dan Kreith, F. (2003). *Handbook of Solid Waste Management*. McGraw- Hill. New York.
- Wardana, Wisnu. 2014. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN

Limbah merupakan masalah umum dari sebuah industri, limbah yang di buang secara langsung tanpa pengolahan akan sangat mencemari lingkungan. Peraturan pemerintah tentang pembuangan limbah serta sanksi yang diberikan turut membantu mengurangi permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan limbah industri. Salah satu industri yang limbahnya dapat mencemari lingkungan adalah industri pembekuan dengan bahan baku udang. Parameter organik merupakan ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah pembekuan ini. Parameter ini terdiri dari *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*.

Karakteristik fisik dalam air limbah dapat dilihat dari parameter *Total Suspended Solids (TSS)*. Parameter - parameter organik ini berpotensi menimbulkan pencemaran yang tinggi. Keadaan lingkungan dapat mempengaruhi kondisi kesehatan masyarakat. Banyak aspek kesehatan manusia dipengaruhi oleh lingkungan, dan banyak penyakit dapat dimulai, didukung, ditopang atau dirangsang oleh faktor-faktor lingkungan. Limbah adalah semua benda yang berbentuk padat, cair, maupun gas, merupakan bahan buangan yang berasal dari aktivitas manusia secara perorangan maupun hasil aktivitas kegiatan lainnya diantaranya industri, rumah sakit, laboratorium, reactor nuklir dan lain-lain.