



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201902326, 24 Januari 2019

Pencipta

Nama : **Dr. Erlina Rahmadyanti, ST., MT**

Alamat : **Kendangsari RT 004 RW 003 Ds. Kendangsari Kec. Tenggilis Mejoyo, Surabaya, Jawa Timur, 60292**

Kewarganegaraan : **Indonesia**

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Surabaya (Unesa)**

Alamat : **Gedung Rektorat Kantor LPPM Lantai 6 Kampus Unesa Lidah Wetan, Surabaya, Jawa Timur, 60213**

Kewarganegaraan : **Indonesia**

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Limbah Cair Dan Cara Pengolahannya**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : **1 Maret 2018, di Surabaya**

Jangka waktu perlindungan : **Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.**

Nomor pencatatan : **000132748**

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001



LIMBAH CAIR

dan

Cara Pengolahannya

Erina Rahmadyanti

Limbah Cair dan **Cara Pengolahannya**

Dr. Erina Rahmadyanti, ST., MT



Penerbit
Unesa University Press

Dr. Erina Rahmadyanti, ST., MT

Limbah Cair dan Cara Pengolahannya

Diterbitkan Oleh

UNESA UNIVERSITY PRESS

Anggota IKAPI No. 060/JTI/97

Anggota APPTI No. 133/KTA/APPTI/X/2015

Kampus Unesa Ketintang

Gedung C-15 Surabaya

Telp. 031 - 8288598; 8280009 ext. 109

Fax. 031 - 8288598

Email: unipress@unesa.ac.id

unipressunesa@yahoo.com

xiv, 159 hal., Illus, 15 x 21

ISBN : 978-602-449-121-5

copyright © 2018, Unesa University Press

All right reserved

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun baik cetak, fotoprint, microfilm, dan sebagainya, tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku "Limbah cair dan Cara Pengolahannya" ini yang dikhususkan membahas tentang pengolahan air limbah.

Tujuan penulisan buku ini adalah untuk membantu mahasiswa, dosen dan praktisi di bidang Teknik sipil dan Teknik Lingkungan untuk memahami berbagai hal terkait cara pengolahan air limbah.

Buku ini merupakan hasil rangkuman dari beberapa buku referensi seperti yang tercantum dalam daftar pustaka, pengalaman penulis dalam melakukan beberapa penelitian dan pekerjaan yang terkait dengan Ilmu Lingkungan serta pengalaman penulis sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya.

Isi buku ini terdiri dari tujuh bab dimana Bab I, Bab II dan Bab III dari buku ini membahas tentang definisi dari air limbah, karakteristik serta sumber dari air limbah itu sendiri, Bab IV sampai Bab VIII membahas tentang tata cara pengolahan air limbah, Bab IX membahas tentang dampak dari air limbah dan pada Bab terakhir yaitu Bab X membahas beberapa kasus yang pernah ada dan bagaimana cara penyelesaiannya.

Dalam penyusunan buku ini penulis sadar masih banyak kekurangan sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai masukan bagi penulis dan untuk kesempurnaan buku pada cetakan berikutnya.

Akhirnya penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam pembuatan buku ini. Semoga buku ini dapat membantu mahasiswa dan praktisi dalam mengikuti perkuliahan dan para peneliti yang ingin mempelajari lebih dalam tentang Ilmu Lingkungan khususnya air limbah serta dalam menyelesaikan permasalahan yang ditemui di lapangan.

Surabaya, Maret 2018

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENGERTIAN AIR LIMBAH	1
A. Pengertian Air Limbah	1
B. Komposisi Air Limbah.....	10
BAB II KARAKTERISTIK AIR LIMBAH	24
A. Jenis dan Macam Air Limbah	24
B. Kuantitas Air Limbah.....	25
C. Analisis Sifat-Sifat Air Limbah.....	26
D. Dekomposisi Air Limbah	30
E. Standar Baku Air Limbah.....	32
BAB III SUMBER AIR LIMBAH	39
A. Air Limbah Keluarga.....	39
B. Air Limbah Industri.....	44
C. Air Limbah Rembesan dan Tambahan.....	46
BAB IV PENGOLAHAN AIR LIMBAH	47
A. Screening/Screen.....	47
B. Grit Chamber.....	48
C. Sieves.....	48
D. Equalisasi.....	48
E. Sedimentasi	49
F. Flotasi	49
G. Netralisasi.....	50
H. Prepitasi.....	50
I. Koagulasi dan Flokultasi.....	51

BAB V PERAIRAN AIR LIMBAH DI DAERAH PERKOTAAN DAN MASALAHNYA	65
A. Ketentuan Teknis.....	69
B. Perlengkapan yang diperlukan dalam Pembuangan Air Limbah	79
C. Pusat Pemompaan.....	79
 BAB VI TEKNOLOGI TERBARU PENGOLAHAN AIR LIMBAH	81
A. Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit ..	82
B. Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Lumpur Aktif.....	83
C. Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Reaktor Biologis Putar (RBC)	85
D. Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Aerasi Kontak	89
E. Proses Pengolahan Dengan Sistem Biofilter	91
 BAB VII PEMANFAATAN AIR LIMBAH	95
A. Pemanfaatan Air Limbah.....	95
B. Negara yang Memanfaatkan Air Limbah.....	102
 BAB VIII PENCEGAHAN AIR LIMBAH.....	112
A. Pencegahan Air Limbah	112
 BAB IX DAMPAK AIR LIMBAH	116
A. Efek Buruk Air Limbah.....	116
B. Gangguan Terhadap Kesehatan.....	117
C. Gangguan Terhadap Kehidupan Biotik.....	125
D. Gangguan Terhadap Keindahan	126
E. Gangguan Terhadap Kerusakan Benda	129
 BAB X PERMASALAHAN, PENYELESAIAN, SERTA SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH.....	131

A. Dasar Sistem Pengolahan Air Limbah	131
B. Peran Pemerintah.....	132
C. Mekanisme Penyelenggaraan.....	134
D. Tahapan Sistem	136
E. Kemungkinan Pengembalian Investasi	137
F. Sistem Pengelolaan Air Limbah, Constructed Wetland for Municipal Wastewater Treatment in Udhontani, Thailand.....	139
G. Program Sanitasi oleh Masyarakat (SANIMAS) Desa Pucuk Sari Selatan dan Desa Kusuma Bangsa, Denpasar, Indonesia.....	145
H. System Sanitasi Terpusat (Off Site) Di Kota Banjarmasin, Indonesia	150
I. Pembangunan Infrastruktur Private People Public Partnership (PPPP) di Toul Sangker, Kamboja.....	156
DAFTAR PUSTAKA.....	160

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Mikroorganisme Terdapat Di Dalam Air Limbah.....	30
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industry Perikanan Yang Melakukan Pengolahan Air Limbah Secara Terpusat.....	33
Tabel 2.3 Baku Mutu Air Bagi Usaha Atau Kegiatan Pengolahan Rumput Laut.....	33
Tabel 2.4 Baku Mutu Air Bagi Usaha Atau Kegiatan Pengolahan Kelapa.....	34
Tabel 2.5 Baku Mutu Air Bagi Usaha Atau Kegiatan Pengolahan Daging.....	34
Tabel 2.6 Baku Mutu Air Bagi Usaha Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai	35
Tabel 2.7 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industry Minyak Goreng Proses Basah	35
Tabel 2.8 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industry Minyak Goreng Proses Kering.....	36
Tabel 2.9 Baku Mutu Air Limbah Industry Gula Dengan Kapasitas Kurang Dari 2.500 Ton Tebu Yang Diolah.....	36

Tabel 2.10 Baku Mutu Air Limbah Industry Gula Kapasitas Kurang Dari 2.500 Ton Sampai Dengan 10.000 Ton Tebu Yang Diolah Per Hari	37
Tabel 2.11 Baku Mutu Air Limbah Industry Gula Dengan Kapasitas Lebih Dari 10.000 Ton Tebu Yang Diolah Per Hari	38
Tabel 3.1 Rata-Rata Aliran Air Limbah Dari Daerah Pemukiman.....	40
Tabel 3.2 Rata-Rata Aliran Air Limbah Yang Berasal Dari Daerah Perdagangan	41
Tabel 3.3 Rata-Rata Aliran Air Limbah Yang Berasal Dari Daerah Kelembagaan	42
Tabel 3.4 Rata-Rata Aliran Air Limbah Yang Berasal Dari Daerah Rekreasi	43
Tabel 3.5 Rata-Rata Penggunaan Air Untuk Berbagai Jenis Industri.....	45
Tabel 4.1 Waktu Yang Dipergunakan Oleh Partikel Untuk Mengendap Dengan Jarak Satu Meter.....	53
Tabel 4.2 Hubungan Antara Waktu Pengwendapan Dengan Sisa Partikel Yang Tidak Mengendap....	55
Tabel 4.3 banyaknya lumpur yang dihasilkan setiap proses pengolahan setiap 1000 m ³ air limbah	60
Tabel 4.4 Komposisi Zat Kimia Dari Lumpur Hasil Buangan Rumah Tangg	61

Tabel 4.5 Luas Areal Yang Diperlukan Untuk Bak Pengering Lumpur Secara Alamiah.....	63
Tabel 9.1 Penyakit Bawaan Air Yang Tercemar Limbah Dan Agentnya	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Air Limbah Dari Aktifitas Industri	6
Gambar 1.2 Air Limbah Dari Aktifitas Rumah Tangga	7
Gambar 4.1 Pengolahan Air Limbah	53
Gambar 5.1 Penampang Melintang Bangunan Penangkap Lemak	67
Gambar 5.2 Denah Pengelolaan Air Limbah	71
Gambar 5.3 Contoh Perencanaan Denah dan Potongan Melintang Saluran Air Limbah	74
Gambar 5.4 Penampung Saluran Terbuka	75
Gambar 5.5 Potongan Melintang Saluran Air Limbah	78
Gambar 6.1 Sistem Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Lumpur Aktif	84
Gambar 6.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Dengan RBC.....	85
Gambar 6.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Aerasi Kontak (<i>Contact Aeration</i>)	91
Gambar 6.4 Sistem Pengelolaan Air Limbah Sistem <i>Biofilter Anaerob-Aerob</i>	94
Gambar 10.1 Mekanisme Penyelenggaraan Pengelolaan Air Limbah Skala Kawasan RSH.....	134

Gambar 10.2 Skema Kemungkinan Pengembalian Investasi Proyek Pengelolaan Air Limbah.....	138
Gambar 10.3 Skema Teknologi Pengolahan Air Limbah Yang Ramah Lingkungan	140
Gambar 10.4. Sketsa Manhole pada IPAL Komunal.....	146
Gambar 10.5 Kawasan Pelayanan IPAL di kota Banjarmasin	151
Gambar 10.6. Skema Pengolahan Air Limbah <i>Off-Site</i>	154

BAB I PENGERTIAN AIR LIMBAH

A. Pengertian air limbah

Perkembangan industri dewasa ini memang meningkat lebih meningkat dari sebelumnya, hal ini dikarenakan semakin berkembangnya penerapan teknologi yang maju oleh manusia guna mendapatkan kelangsungan hidup yang lebih baik. Namun disisi lain hal ini bisa juga mengakibatkan dampak yang kurang baik bagi manusia apabila hasil dari kegiatan industri tersebut tidak dikelola maupun dimanfaatkan dengan baik. Hal tersebut bisa jadi akan merugikan bagi makhluk hidup tidak terkecuali lingkungan yang akan tercemar karena dampak dari kegiatan industri yang tidak dikelola dengan baik.

Tidak hanya dari hasil aktifitas industri saja, hasil dari aktifitas rumah tangga maupun domestik bisa juga memberikan dampak negatif bagi makhluk hidup dan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Hasil buangan maupun sisa dari aktifitas baik itu industri maupun rumah tangga disebut limbah. Limbah sendiri jika ditinjau dari segi sifatnya terdiri dari limbah padat, limbah cair, dan limbah gas dimana jika tidak diolah dengan baik akan memberi dampak yang negatif.

Limbah Cair dan Cara Pengolahannya

Limbah cair sendiri adalah sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat dan terutama terdiri dari air yang telah dipergunakan dengan hampir 0,1% dari padanya berupa benda-benda padat yang terdiri dari zat organik dan bukan organik. Tinja, kencing, sisa-sisa sabun, sampah, sisa-sisa kain buruk dan pasir terdapat dalam campuran larutan cairan encer ini, yang kelihatannya kelam dan hanya sedikit berbau selama masih segar. Air cucian dari jalan dan atap rumah dan air tanah yang merembes ke dalam selokan-selokan yang jarang sekali mempunyai sambungan yang kedap air member sumbangan yang berarti pada apa yang tersebut di atas ini dan kadarnyapun dapat dirubah selanjutnya dengan adanya sampah-sampah yang dihasilkan oleh perdagangan. Pelimbahan pada kota-kota non-industri kebanyakan terdiri dari sampah domestik yang murni.

Setiap hari aktifitas manusia selalu menghasilkan limbah terutama limbah cair, seperti misalnya dari aktifitas industri yang selalu menghasilkan limbah cair namun tidak dibarengi dengan pemanfaatan limbah tersebut hingga akhirnya limbah cair tersebut dibuang ke aliran sungai dan akan membuat sungai tersebut tercemar.

Air limbah yang tercemar tersebut tentunya akan berdampak cukup besar bagi manusia dan lingkungan sekitar.

dimana didalam kandungan air limbah tersebut terdapat zat zat kimia berbahaya hasil dari kegiatan industri maupun aktifitas rumah tangga. Air limbah sendiri secara umum adalah kombinasi dari cairan dan sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, yang bercampur dengan air tanah, air permukaan dan air hujan. Namun beberapa ahli mempunyai pengertian sendiri tentang air limbah, beberapa diantaranya sebagai berikut :

1. Menurut Azwar (1989), air limbah adalah air yang tidak bersih dan mengandung berbagai zat yang membahayakan kehidupan manusia atau hewan serta tumbuhan, merupakan kegiatan manusia seperti, limbah industri dan limbah rumah tangga.
2. Sedangkan menurut Notoatmodjo (2003), air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempattempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup.
3. Menurut Okun & Ponghis menyatakan "*the word 'wastewater' should be taken to mean all liquid domestik wastes (including sewage) and all industrial wastes*

discharged to public sewerage system, but not rain water or surface drainage" yang artinya "kata limbah cair seharusnya dipakai untuk mengartikan semua limbah industri yang dibuang ke sistem saluran limbah cair, kecuali air hujan atau drainase permukaan".

4. Menurut Tchobanoglous & Elliassen mendefinisikan limbah cair sebagai berikut : "*a combination of the liquid or water carried wastes removed from residences, institutions, and commercial and industrial establishments, together with such ground water, surface water, and storm water as may be present*". yang artinya "gabungan atau cairan sampah yang terbawah air dari tempat tinggal, kantor, bangunan, perdagangan, industri, serta air tanah, air permukaan, dan air hujan yang mungkin ada".
5. Menurut Willgooso "*Wastewater is Water Carrying Wasts from Homes, Businesses and Industries that is Mixture of Water and Disolved or suspended Solids*" yang artinya: "Limbah cair adalah air yang membawah sampah dari tempat tinggal, bangunan perdagangan, dan industri berupa campuran air dan bahan padat terlarut atau bahan tersuspensi".

6. Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA) "*Wastewater is Water carrying dissolved or suspended solids from homes, farms, businesses, and industries*" yang artinya : "Limbah cair adalah air yang membawa bahan padat terlarut atau tersuspensi dari tempat tinggal, kebun, bangunan perdagangan dan industri"

Dari beberapa pendapat yang disampaikan oleh para ahli tentang air limbah, dapat disimpulkan bahwa air limbah merupakan gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemaran yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan dan perdagangan), sumber industri yang mengandung zat berbahaya serta bisa berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan disekitarnya jika tidak dikelola dengan baik dan benar. Jumlah air limbah yang dibuang akan bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan beragam jenis kegiatannya. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan melebihi kemampuan alam untuk menerimanya maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia yang tinggal pada lingkungannya

BAB II KARAKTERISTIK AIR LIMBAH

A. Jenis dan macam air limbah

Jenis dan macam air limbah dikelompokkan berdasarkan sumber penghasil atau penyebab air limbah yang secara umum terdiri dari :

1. Air limbah domestic.

Air limbah yang berasal dari kegiatan penghunian, seperti rumah tinggal, hotel, sekolahan, kampus, perkantoran, pertokoan, pasar dan fasilitas-fasilitas pelayanan umum. Air limbah yang domestik dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Air buangan kamar mandi;
- b. Air buangan wc;
- c. Air buangan dapur atau cucian.

2. Air limbah industry.

Air limbah yang berasal dari kegiatan industri seperti pabrik industri logam, tekstil, kulit, pangan, industri kimia dll.

3. Air limbah limpasan dan rembesan air hujan.

Air limbah yang melimpas di atas permukaan tanah dan meresap kedalam tanah sebagai akibat terjadinya hujan.

B. Kuantitas air limbah

Untuk menentukan kuantitas air limbah secara pasti, sangat sulit karena banyak faktor-faktor yang mempengaruhi. Banyaknya air limbah yang dibuang dipengaruhi oleh :

1. Jumlah air bersih yang dibutuhkan perkapita akan mempengaruhi jumlah air limbah yang dibuang, pada umumnya besarnya air limbah ditentukan berkisar 60-70% dari banyaknya air bersih yang dibutuhkan;
2. Keadaan masyarakat dan lingkungan suatu daerah akan mempengaruhi besarnya air limbah yang dibuang;
3. Tingkat perkembangan suatu daerah, jumlah limbah yang dibuang dikota lebih besar dari pada jumlah limbah yang dibuang di desa;
4. Daerah yang mengalami kekeringan sepanjang tahun akan berbeda cara membuang limbahnya dengan daerah yang tidak mengalami kekeringan;
5. Pola hidup masyarakat, terutama dalam menerapkan cara membuang limbah pada masing – masing daerah akan berbeda, hal tersebut akan menentukan jumlah air limbah yang dibuang, seperti di Jawa Barat dengan kolam ikannya, Kalimantan dengan jamban apungnya.

6. Keserempakan pembuangan air limbah tidak sama antara sumber satu dengan yang lain setiap harinya.

Beberapa besaran buangan limbah yang sering digunakan dalam perencanaan :

- Amerika 100-200 lt/orang/hari
- Eropa 40-225 lt/orang/hari
- Indonesia 100-150 lt/orang/hari
- Limbah industri 50 m³/ha/hari

C. Analisis sifat-sifat air limbah

Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, maka perlu kiranya diketahui juga secara detail mengenai kandungan yang ada di dalam air limbah dan sifat-sifatnya. Setelah diadakan analisis ternyata bahwa air limbah mempunyai sifat yang dapat dibedakan menjadi 3 jenis kualitas limbah. Adapun cara pengukuran yang dilakukan pada setiap jenis sifat tersebut dilaksanakan secara berbeda-beda sesuai dengan keadaannya. Analisis jumlah dan satuan biasanya diterapkan untuk penelaahan bahan kimia, sedangkan analisis dengan menggunakan penggolongan banyak diterapkan apabila menganalisis kandungan biologisnya. Pada pengolahan konvensional, maka pengurangan zat-zat yang terkandung di dalam air limbah akan mengalami penurunan setelah melalui proses pengolahan pertama dan proses pengolahan kedua.

Berbeda halnya dengan kandungan nitrogen, fosfor dan benda-benda terlarut lainnya adalah sangat sulit untuk menghilangkan apabila kita hanya menggunakan pengolahan secara konvensional saja.

Kualitas air limbah dapat diketahui melalui beberapa sifat dan karakteristiknya yang meliputi :

1. Sifat Fisik.

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan bau dan warna serta temperature. Pada tes analitik sendiri dilakukan pemisahan menjadi 3 golongan besar yaitu:

- a. Golongan zat mengendap;
- b. Golongan zat tercampur;
- c. Golongan zat padat terlarut.

Zat-zat pada yang bisa mengendap adalah zat padat yang akan mengendap pada kondisi tanpa bergerak atau diam kurang lebih selama 1 jam sebagai akibat gaya beratnya sendiri. Besarnya endapan diukur dengan alat pengukur yang dinyatakan dalam satuan milligram setiap liter air limbah. Hal ini sangat penting untuk mengetahui derajat

pengendapan dan jumlah endapan yang ada di dalam suatu badan air. Beberapa karakteristik umum dari limbah yang bersifat fisik ini dapat dilihat sebagai berikut:

- 1) Bahan padat: terapung, tersuspensi, terlarut dan mengendap. Yang mengendap terdiri dari: pasir dan lumpur kasar, lumpur halus, lumpur koloid;
 - 2) Warna: coklat muda, berumur 6 jam, abu-abu tua, air limbah yang sedang mengalami pembusukan, hitam air limbah sudah membusuk oleh bakteri anaerob;
 - 3) Bau: terasa bau busuk pada saat air limbah terurai pada kondisi anaerob;
 - 4) Suhu: suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari suhu air bersih.
2. Sifat Kimia.

Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Selain itu, akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan beracun. Adapun bahan kimia yang penting yang ada di

BAB III SUMBER AIR LIMBAH

Data mengenai sumber air limbah dapat dipergunakan untuk memperkirakan jumlah rata-rata aliran air limbah dari berbagai jenis perumahan, industri dan aliran air tanah yang ada disekitarnya. Kesemuanya ini harus dihitung perkembangannya atau pertumbuhannya sebelum membuat suatu bangunan pengolah air limbah serta merencanakan pemasangan saluran pembawanya.

A. Air limbah rumah tangga

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. Untuk daerah tertentu banyaknya air limbah data diukur secara langsung.

1. Daerah Perumahan.

Untuk daerah perumahan yang kecil aliran air limbah biasanya diperhitungkan melalui kepadatan penduduk dan rata-rata air limbah yang berasal dari daerah hunian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rata-rata aliran air limbah dari daerah pemukiman

No.	Sumber	Unit	Jumlah aliran l/unit/hari	
			Antara	Rata-rata
1	Apartemen	Orang	200-300	260
2	Hotel, Penghuni tetap	Orang	150-220	190
3	Tempat tinggal keluarga:			
	Rumah pada umumnya	Orang	190-350	280
	Rumah yang lebih baik	Orang	250-400	310
	Rumah mewah	Orang	300-550	380
	Rumah agak modern	Orang	100-250	200
	Rumah pondok	Orang	100-240	190
4	Rumah gandengan	Orang	120-200	150

Adapun untuk daerah yang luas, maka perlu diperhatikan jumlah aliran air limbah dengan dasar penggunaan daerah, kepadatan penduduk, serta ada atau tidaknya daerah industri.

2. Daerah Perdagangan

Aliran air limbah yang berasal dari daerah perdagangan secara umum dihitung dalam meter kubik per hektar/hari didasarkan pada data perbandingan. Data aliran ini dapat bervariasi dari 4-1.500 liter/hari. Untuk lebih memerinci jumlah aliran tersebut dapat dipergunakan Tabel 3.2. berikut ini:

Tabel 3.2. Rata-rata aliran air limbah yang berasal dari daerah perdagangan

No.	Sumber	Unit	Jumlah aliran l/unit/hari	
			Antara	Rata-rata
1	Lapangan terbang	Penumpang	8-15	10
2	Pusat perbaikan kendaraan	Kendaraan	30-50	40
		Pekerja	35-60	50
3	Bar	Langganan	5-20	8
		Pekerja	40-60	50
4	Hotel	Tamu	150-220	190
		Pekerja	30-50	40
5	Gedung perusahaan	Pekerja	35-65	55
6	Tempat penyucian	Mesin	1.800- 2.600	2.200
		Pakaian	180-200	190
7	Motel	Orang	90-150	120
8	Motel dan dapur	Orang	190-220	200
9	Kantor	Pekerja	30-65	55
10	Rumah makan	Pengunjung	8-15	10
11	Rumah sewaan	Penghuni	90-190	150
12	Toko	Pekerja	30-50	40
		Km. mandi	1.600- 2.400	2000
13	Pusat perbelanjaan	Pekerja	30-50	40
		Parkir	2-8	4

3. Daerah Kelembagaan.

Seperti halnya sumber air limbah lainnya, maka daerah yang terdiri dari lembaga-lembaga pemerintah mempunyai sifat-sifat yang juga agak berlainan (Lihat Tabel 2.3.)

Tabel 3.3. Rata-rata aliran air limbah yang berasal dari daerah kelembagaan

No.	Sumber	Unit	Jumlah aliran l/unit/hari	
			Antara	Rata-rata
1.	Rumah sakit medis	Tempat tidur	500-950	650
		Pekerja	20-60	40
2.	Rumah sakit jiwa	Tempat tidur	300-650	400
		pekerja	20-60	40
3.	Rumah penjara	Pekerja	20-60	40
		Napi	300-600	450
4.	Rumah peristirahatan	Penghuni	200-450	350
		Pekerja	20-60	40
5.	Sekolahan:			
	Dengan kantin, aula kran	Murid	60-115	80
	Ada kantin, tanpa aula Kran/ pancuran	Murid	40-80	60
	Tanpa kantin, aua kran	Murid	20-65	40
6.	Sekolah dengan asrama	Murid	200-400	280

4. Daerah Rekreasi.

Jumlah aliran air limbah yang berasal dari daerah rekreasi perlu juga diperhatikan bagi daerah yang arealnya terdapat daerah rekreasi. Untuk mengetahui banyaknya air limbah yang dihasilkan dari daerah tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 3.4. Rata-rata aliran air limbah yang berasal dari daerah rekreasi

No.	Sumber	Unit	Jumlah aliran l/unit/hari	
			Antara	Rata-rata
1.	Rumah flat, tempat istirahat	Orang	200-280	220
2.	Pondok, tempat istirahat	Orang	130-190	160
3.	Kantin	Pengunjung	4-10	6
		Pekerja	30-50	40
4.	Perkemahan	Orang	80-150	120
5.	Penjual minuman buah	T. duduk	50-100	75
6.	Buffet (<i>Coffe Shop</i>)	Pengunjung	15-30	20
		Pekerja	30-50	40
7.	Tempat perkumpulan	Pekerja	250-500	400
		Pekerja	40-60	50
8.	Perkemahan anak-anak	Orang	40-60	50
9.	Ruang makan	Pengunjung	15-40	30
10.	Agama	Orang	75-175	150
11.	Hotel, tempat istirahat	Orang	150-240	200
12.	Tempat cuci otomatis	Mesin	1.800- 2.600	2.220
13.	Toko	Pengunjung	5-20	10
		Pekerja	30-50	40
14.	Kolam renang	Pengunjung	20-50	40
		Pekerja	30-50	40
15.	Gedung bioskop	T. duduk	10-15	10
16.	Pusat keramaian	Pengunjung	15-30	20

BAB IV PENGOLAHAN AIR LIMBAH

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi BOD (*Biological Oxygen Demand* atau *Biochemical Oxygen Demand*), partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen. Unit pengolahan air limbah pada umumnya terdiri atas kombinasi pengolahan fisika, kimia, dan biologi. Seluruh proses tersebut bertujuan untuk menghilangkan kandungan tersuspensi, koloid, dan bahan-bahan organik maupun anorganik yang terlarut. Pengolahan *artifisial* sangat efektif untuk mengurangi jumlah zat-zat yang berbahaya bagi ekologi. Dalam pembuangan air limbah, pada umumnya perlu dilakukan pengurangan lajur air dan bahan organik. Prinsip yang penting adalah mengurangi emisi dan mengembalikana zat-zat yang berguna kedalam sumbernya.

Proses pengolahan yang termasuk pengolahan fisika antara lain pengolahan menggunakan *screen*, *grit chamber*, *sieves*, *equalisasi*, *sedimentasi*, *flotasi*.

A. *Screening / screen*

Tahap ini merupakan tahap awal pada proses pengolahan air limbah. Tujuannya adalah untuk memisahkan

potongan potongankayu, plastik, dan sebagainya. *Screen* terdiri atas batangan batangan besi yang berbentuk lurus atau melengkung dan biasanya dipasang dengan tingkat kemiringan 75° - 90° terhadap horizontal.

B. *Grit chamber*

Bertujuan untuk menghilangkan kerikil pasir dan partikel lain yang dapat mengendap. *Grid removal* digunakan untuk mengambil padatan padatan dengan ukuran partikel lebih kecil dari 0.2 mm. grit yang terambil biasanya mengandung bahan-bahan organik yang mengendap secara bersamaan.

C. *Sieves*

Sieves menggunakan anayaman kawat logam atau plastik, atau plat berlubang. Peralatan ini biasanya digunakan oleh industri untuk memisahkan bahan-bahan yang masih dapat digunakan atau yang masih bermanfaat

D. *Equalisasi*

Equalisasi digunakan untuk menangani variasi laju air dan memperbaiki *performance* proses-proses selanjutnya. Equalisasi dibuat untuk meredam fluktuasi air limbah sehingga dapat masuk dalam IPAL secara konstan. Lokasi eqialisasi

tergantung pada jenis pengolahan dan karakteristik air limbah. Dalam pelaksanaan equalisasi dibutuhkan pengadukan untuk mencegah pengendapan dan aerasi untuk menghilangkan bau.

E. Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pemisahan partikel dari air dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Proses ini bertujuan untuk memperoleh air buangan yang jernih dan mempermudah proses penanganan lumpur. Pada proses sedimentasi hanya partikel-partikel yang lebih berat dari air yang dapat terpisah.

F. Flotasi

Flotasi atau pengapungan digunakan untuk memisahkan padatan dengan air. Flotasi digunakan jika densitas partikel lebih kecil dari densitas air sehingga cenderung mengapung. Oleh karena itu, dalam proses ini perlu ditambahkan gaya keatas dengan memasukkan udara kedalam air. Biasanya digunakan untuk pemisahan lemak dan minyak.

Proses pengolahan kimia digunakan dalam instalasi air bersih dan IPAL. Pengolahan secara kimia pada IPAL biasanya digunakan untuk menetralisasi limbah asam maupun basa, memperbaiki pemisahan lumpur, memisahkan padatan yang

tidak terlarut, mengurangi konsentrasi minyak dan lemak, mengoksidasi warna dan racun.

G. Netralisasi

Netralisasi adalah reaksi dari asam dan basa yang menghasilkan air dan garam. Dalam pengolahan air limbah, pH diatur antara 6,0 – 9,5. Diluar kisaran pH tersebut maka air limbah akan bersifat racun bagi kehidupan air, termasuk bakteri. Jenis bahan kimia yang digunakan tergantung pada jenis dan jumlah air limbah serta kondisi lingkungan setempat. Netralisir air limbah yang bersifat asam dapat dilakukan dengan menambahkan Ca(OH)_2 atau NaOH , sedangkan netralisasi basa dengan menambahkan H_2SO_4 , HCl , HNO_3 , dan H_3PO_4 . Netralisasi dapat dilakukan dengan dua sistem, yaitu batch dan continue, tergantung pada aliran air limbah. Netralisis sistem batch biasanya biasanya digunakan jika aliran sedikit dan kualitas air buangan cukup tinggi. Netralisi sistem continue digunakan jika laju aliran besar sehingga perlu dilengkapi dengan alat kontrol otomatis.

H. Presipitasi

Presipitasi adalah pengurangan bahan-bahan terlarut (kebanyakan bahan organik) dengan cara penambahan bahan-

bahan kimia terlarut yang menyebabkan terbentuknya padatan-padatan. Dalam pengolahan air limbah, presipitasi digunakan untuk menghilangkan *heavy metal*, sulfat fluorida, dan fosfat. Presipitasi hidroksida logam sangat tergantung pada pH.

I. *Koagulasi dan flokulasi*

Proses *koagulasi dan flokulasi* adalah konversi dari polutan-polutan yang tersuspensi koloid yang sangat halus didalam air limbah, menjadi gumpalan-gumpalan yang dapat diendapkan, disaring, atau diapungkan.

Tabel 4.1. Waktu yang dipergunakan oleh partikel untuk mengendap dengan jarak satu meter

Diameter Partikel (mm)	Material	Waktu Pengendapan per 1 m
10	kerikil	1 detik
1	pasir	10 detik
0,1	pasir halus	2 menit
0,01	tanah liat	2 jam
0,001	bakteri	8 hari
0,0001	partikel koloid	2 tahun
0,00001	partikel koloid	20 tahun

Dari Tabel tersebut terlihat bahwa partikel koloid sangat sulit mengendap serta menyebabkan kekeruhan. Untuk

BAB V AIR LIMBAH DI DAERAH PERKOTAAN DAN PERMASALAHANNYA

Susunan dan sifat air limbah yang berasal dari daerah industri adalah sangat bervariasi tergantung dari macam dan jenis dari industri. Agar air limbah dapat dikelola dengan baik maka susunan dan sifat air limbah tidak boleh diabaikan. Karena hal ini dapat menyulitkan pada saat pengairan atau pada saat pengolahannya. Misalnya saja air limbah yang berasal dari pabrik cat, pabrik kertas akan banyak mengandung bahan kimia dimana dapat merusakkan dinding selokan. Sedangkan air yang berasal dari tempat pemotongan hewan akan banyak lemak mengandung, dimana pada saat panas menjadi cair sedangkan berada di daerah dingin akan melekat pada dinding saluran.

Selain itu benda-benda yang melayang dan mudah mengedap juga dapat menyulitkan dan mengganggu proses pembersihan saluran. Oleh karena itu, pada saat pembuatan saluran sudah diperhitungkan agar semua benda yang berada di dalam air limbah dapat ikut mengalir secara terus-menerus, jangan sampai memberi kesempatan pada benda yang ada di dalam air limbah untuk menempel pada saluran atau

mengendap terlebih dahulu. Untuk menjaga agar tidak terjadi pengendapan, maka kecepatan aliran haruslah diatur, berdasarkan pertimbangan-pertimbangan berikut ini :

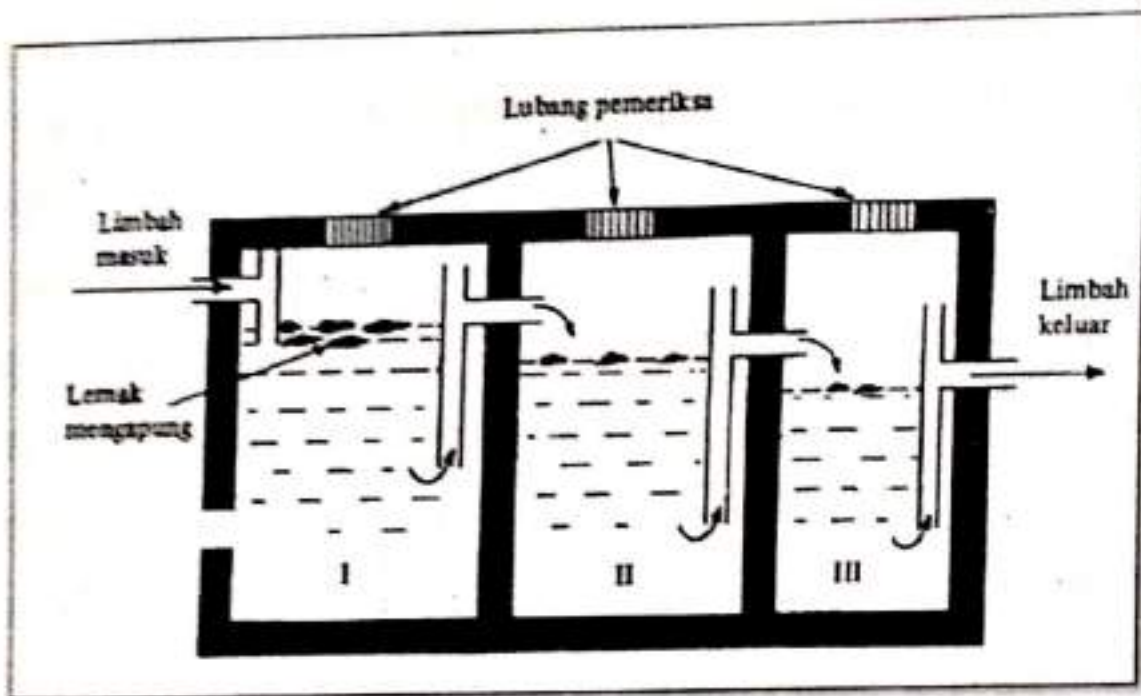
1. Untuk membawa lumpur diperlukan aliran sebesar 0,1 m/detik;
2. Untuk membawa pasir yang halus diperlukan kecepatan aliran sebesar 0,15 m/detik;
3. Untuk membawa pasir kasar diperlukan kecepatan aliran sebesar 0,2 m/detik;
4. Untuk membawa kerikil halus diperlukan kecepatan 0,3 m/detik;
5. Untuk membawa kerikil kasar diperlukan kecepatan 0,7 m/detik;
6. Sedangkan untuk membawa batu-batuan diperlukan kecepatan aliran sebesar 1,2 m/detik.

Selain maksud tersebut perlu diingat bahwa dengan terbawanya kerikil akan mudah merusak dinding saluran. Untuk saluran yang terbuat dari semen maka kecepatan aliran air limbah tidak diperbolehkan melebihi 1 m/detik.

Untuk mengatasi kesulitan terhadap adanya lemak di dalam air limbah, maka perlu dianjurkan adanya bangunan penangkap lemak sebelum industri membuang air limbahnya

Limbah Cair dan Cara Pengolahannya

ke dalam saluran air limbah. Perusahaan yang banyak menghasilkan lemak antara lain, rumah makan, pemotongan hewan, pompa bensin serta bengkel mobil. Untuk lebih jelas dibawah ini adalah gambar potongan melintang bak penangkap lemak (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Penampang Melintang Bangunan Penangkap Lemak

Pada penampang lemak di atas terlihat bahwa bak dibagi menjadi tiga bagian yaitu bak I, bak II, bak III di mana satu sama lain dihubungkan oleh pipa yang diletakkan secara berurutan dengan ketentuan bahwa letak pipa pengeluaran pada bak berikutnya selalu lebih rendah dari pipa sebelumnya. Pada salah satu ujung dan saluran dipasang pipa yang berbentuk

huruf T dengan salah satu ujungnya dimasukkan ke dalam air limbah. Pembuatan bentuk seperti ini dimaksudkan agar air limbah yang mengalir dari bak I ke bak II berasal dari dalam bak bagian bawah karena pada bagian atasnya merupakan tempat mengapungnya lemak yang akan diambil.

Air limbah masuk dari sumber asalnya ke bak I, pada bak ini lemak akan mengalami pengapungan karena sifat lemak itu sendiri, sedangkan pada bagian bawah adalah cairan limbah itu sendiri. Air limbah ini akan keluar dari bak I melalui pipa berbentuk T dari bagian bawah menuju ke bak II. Karena air limbah keluar dari bagian bawah, maka lemak yang mengapungnya tidak akan ikut mengalir sehingga lemak akan tertinggal pada bak I. Untuk mengambil lemak dari bak I dilakukan secara manual/ diambil dengan serok. Apabila masih terdapat sisa lemak yang bisa lolos ke bak II, maka pada bak ini akan mengalami proses yang sama seperti mereka berada pada bak I. Demikianlah seterusnya, mereka sampai pada bak III diharapkan lemak sudah tidak tersisa lagi pada bak-bak tersebut. Pada akhirnya air limbah yang keluar dari bak penangkap air limbah sudah terbebas dari zat pencemar lemak dan dapat langsung dibuang ke saluran pembawa air limbah.

A. Ketentuan teknis

Peta keadaan daerah yang lengkap dari suatu areal yang akan dilayani oleh suatu sistem pengelolaan air limbah dengan menggunakan saluran, mutlak diperlukan. Penggunaan skala yang sesuai dengan penempatan garis kemiringan yang tepat adalah amat diperlukan untuk merencanakan pembuangan air limbah yang baik. Dengan melihat gambar dapat diketahui daerah mana saja yang memerlukan tambahan tekanan untuk mengalirkan air limbah serta saluran mana saja yang tidak memerlukan tambahan tekanan untuk pengalirannya. Penggunaan sistem gravitasi adalah pilihan yang tepat untuk mengalirkan air limbah, selain lebih ekonomis dan memudahkan untuk melaksanakan perluasan selanjutnya. Perlu ditambahkan kedalam peta adalah gambar secara terperinci dari perencanaan dan penampang jalan-jalan yang akan dilayaninya. Untuk membedahkan tempat dan kelandaiannya maka perlu diberikan kode/penomorannya. Selain itu diperlukan juga perincian dari perlengkapan yang diperlukan serta sambungan yang akan dipergunakan.

Keterangan tentang kondisi tanah sangat diperlukan dalam rangka pemasangan saluran, karena keterangan ini memberikan penjelasan pada kita apakah dalam penggalian

BAB VI

TEKNOLOGI TERBARU PENGOLAHAN AIR LIMBAH

Saat ini pengolahan air limbah menjadi salah satu solusi dalam mengatasi masalah air bersih. Semakin banyaknya pencemaran air diman-mana, serta limbah cair yang dihasilkan semakin banyak dapat mengurangi sumber air bersih. Maka pengolahan air limbah menjadi air bersih menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.

Teknologi pengolahan air limbah sendiri begitu beragam, dan umumnya pengolahan air limbah (limbah cair) dilakukan dengan cara biologi dan dengan cara fisika atau kimia. Namun dengan adanya perubahan pada teknologi manufaktur dan medis, mengakibatkan terjadinya perubahan komponen kimia organik yang dikandung. Dan hal inilah yang menjadi permasalahan dalam pengolahan air limbah, dimana bahan kimia yang dihasilkan dari proses manufaktur dan medis (rumah sakit) begitu banyak.

Dengan adanya perubahan teknologi manufaktur dan medis yang semakin maju, maka diperlukan teknologi terbaru untuk mengatasi limbah tersebut. Salah satunya air limbah yang dihasilkan dari kegiatan medis (rumah sakit).

A. Teknologi pengolahan air limbah rumah sakit

Air limbah rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikro-organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya. Oleh karena potensi dampak air limbah rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku sebelum dibuang ke saluran umum.

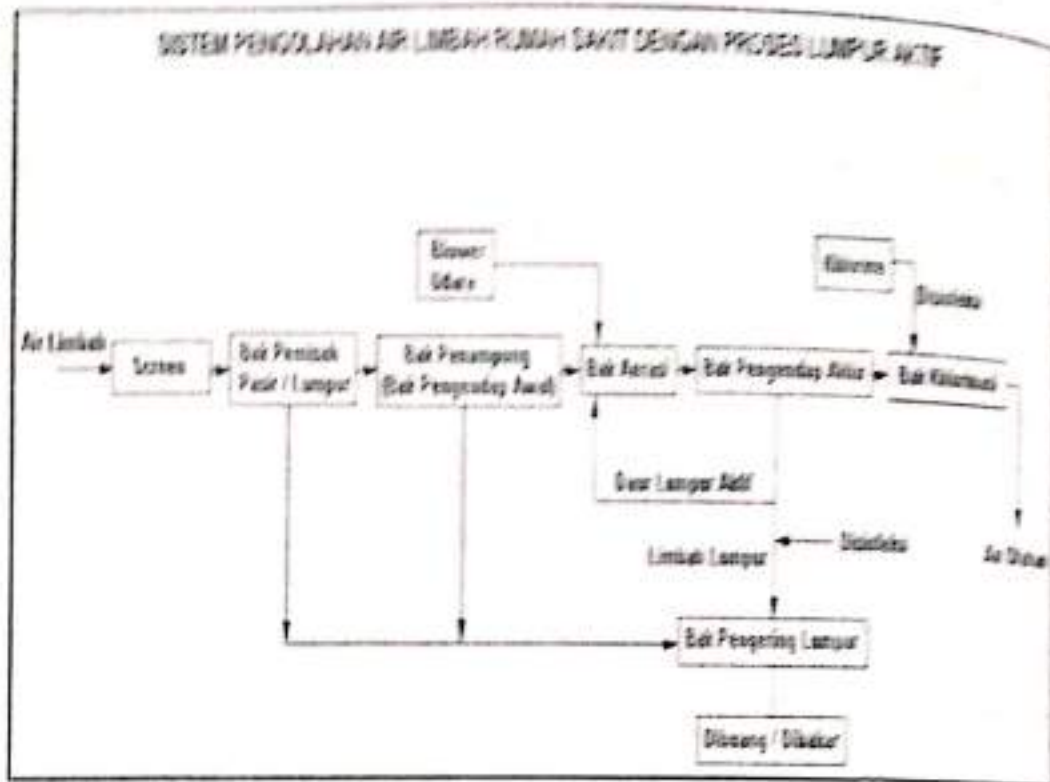
Masalah yang sering muncul dalam hal pengelolaan limbah rumah sakit adalah terbatasnya dana yang ada untuk membangun fasilitas pengolahan limbah serta operasinya, khususnya untuk rumah sakit tipe kecil dan menengah. pengolahan air limbah rumah sakit yang murah, mudah operasinya serta harganya terjangkau, khususnya untuk rumah sakit dengan kapasitas kecil sampai sedang.

Untuk pengolahan air limbah rumah sakit dengan kapasitas yang besar, umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah "Lumpur Aktif" atau *Activated Sludge*

Process, tetapi untuk kapasitas kecil cara tersebut kurang ekonomis karena biaya operasinya cukup besar. Maka untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan teknologi terbaru yang mudah dan ekonomis untuk mengolah air limbah rumah sakit.

B. Pengolahan air limbah dengan proses lumpur aktif

Proses pengolahan air limbah dengan proses lumpur aktif. Air limbah dari rumah sakit ditampung ke dalam bak penampung air limbah. Bak penampung ini berfungsi sebagai bak pengatur debit air limbah serta dilengkapi dengan saringan kasar untuk memisahkan kotoran yang besar. Kemudian, air limbah dalam bak penampung di pompa ke bak pengendap awal. Bak pengendap awal berfungsi untuk menurunkan padatan tersuspensi. Air limpasan dari bak pengendap awal dialirkan ke bak aerasi. Di dalam bak aerasi ini air limbah dihembus dengan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah. Energi yang didapatkan dari hasil penguraian zat organik tersebut digunakan oleh mikroorganisme untuk proses pertumbuhannya. Dengan demikian didalam bak aerasi tersebut akan tumbuh dan berkembang biomasa dalam jumlah yang besar. Biomasa atau mikroorganisme inilah yang akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah.

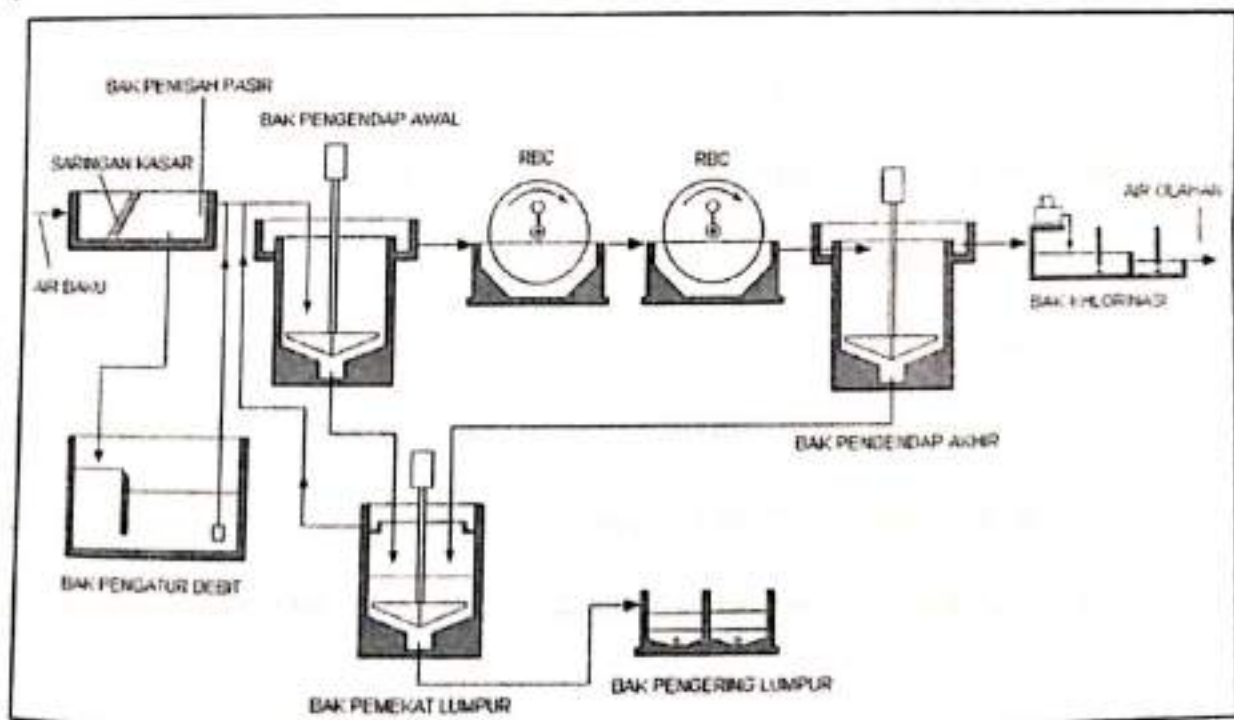


Gambar 6.1 Sistem pengelolaan air limbah rumah sakit dengan proses lumpur aktif

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganismenya diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Air limpasan (*overflow*) dari bak pengendap akhir dialirkan ke bak khlorinasi. Di dalam bak kontak khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganismenya patogen. Air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum.

C. Pengolahan air limbah dengan proses reaktor biologis putar (RBC)

Reaktor biologis putar (*rotating biological contactor*) disingkat RBC adalah salah satu teknologi pengolahan air limbah yang mengandung polutan organik yang tinggi secara biologis dengan sistem biakan melekat (*attached culture*). Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan RBC yakni air limbah yang mengandung polutan organik dikontakkan dengan lapisan mikro-organisme (*microbial film*) yang melekat pada permukaan media di dalam suatu reaktor.



Gambar 6.2 Sistem pengelolaan air limbah dengan RBC

1) Bak pemisah pasir

Air limbah dialirkan dengan tenang ke dalam bak pemisah pasir, sehingga kotoran yang berupa pasir atau lumpur

BAB VII

PEMANFAATAN AIR LIMBAH

A. Pemanfaatan air limbah

Awal diperkenalkannya tata pengairan air bagi air limbah rumah tangga pada pertengahan abad 19, banyak kota di Eropa dan Amerika Utara menggunakan pengairan tanaman sebagai sarana pembuangan air limbah. Pertanian limbah riol itu dilakukan semenjak tahun 1865 di Inggris, 1871 di Amerika Serikat, 1872 di Perancis, 1876 di Jerman, 1877 di India, 1893 di Australia, dan 1904 di Meksiko. Di kebanyakan negeri itu dorongan untuk melakukan pertanian limbah riol lebih dimaksudkan untuk mencegah pencemaran sungai daripada untuk meningkatkan hasil panen; semboyan yang berlaku di Inggris adalah 'limbah riol untuk tanah, hujan untuk sungai'. Namun, dengan bertumbuhnya kota dan meningkatnya perbandingan penduduk dihubungkan dengan tata saluran riol, luas lahan yang dibutuhkan untuk pertanian limbah riol menjadi terlalu besar. Cara itu menjadi kurang disukai, dan dengan perkembangan pengolahan air limbah yang modern seperti penapisan-hayati dan lumpur-teraktifkan selama dua dasawarsa pertama abad ini, cara itu hilang sama sekali di

banyak negara setelah Perang Dunia Pertama, karena air limbah dengan mudah dapat dibuang ke perairan permukaan tanpa menimbulkan pencemaran yang berarti. Pertanian limbah riol di Werribee (Melbourne, Australia) dan Kota Meksiko merupakan perkecualian yang penting dalam kecenderungan ini, dan cara itu masih dikerjakan sekitar 80-90 tahun. Kecenderungan ini, dan cara itu masih dikerjakan sekitar 80-90 tahun sejak diciptakan. Namun, pemanfaatan kembali secara tak langsung pemanfaatan air dari sungai yang menerima limpahan air limbah terjadi di seluruh dunia, dan dewasa ini merupakan proses pemanfaatan limpahan limbah yang paling umum, bukan saja untuk pengairan, tetapi juga untuk penyediaan air minum setelah diolah dengan memadai.

Dalam dua dasawarsa yagn lalu telah terjadi peningkatan pesat pemanfaatan air limbah untuk pengairan tanaman, terutama di daerah setengah kering di negara maju dan negeri sedang berkembang. Hal itu terjadi sebagai akibat beberapa faktor:

1. Langkanya air pilihan lain untuk pengairan;
2. Mahalnya harga pupuk;

3. Ditunjukkannya bahwa ancaman terhadap kesehatan dan kerusakan terjadi paling sedikit jika diambil tindakan pencegahan yang diperlukan;
4. Mahalnya biaya instalasi pengolahan air limbah yang maju;
5. Diakuinya manfaat cara itu oleh para perencana sumber daya air.

Air limbah rumah tangga dihasilkan oleh rumah tangga yang memperoleh penyediaan air ledeng dalam rumah dan yang mempunyai jamban banjur yang dihubungkan dengan sistem saluran riol yang menampung semua air limbah (buangan) rumah tangga lainnya. Secara keseluruhan, di Dunia Ketiga, hanya sedikit rumah tangga yang menghasilkan limbah riol, karena sistem riol merupakan teknologi penyehatan yang sangat mahal; kebanyakan rumah tangga membuang ekskreta (tinjja-tampung) dan limbah secara terpisah. Namun, di banyak daerah perkotaan, cukup banyak rumah tangga dihubungkan dengan sistem saluran riol, sehingga pemanfaatan limbah riol dalam pertanian menjadi masalah ekonomi yang menarik: tanaman sekaligus diairi dan dipupuk oleh air dan zat hara dalam limbah riol. Dengan demikian pembuangan sia-sia sumber daya yang langka ini, yang sering menimbulkan pencemaran lingkungan yang tidak wajar, dapat dihindarkan.

Dengan pengolaan yang layak, hasil panen ditingkatkan dan tidak ada pengaruh buruk terhadap kesehatan. Dalam penerapannya dewasa ini pengairan tanaman dengan air limbah kadang-kadang dapat menimbulkan penyakit terkait limbah yang berlebih pada pekerja pertanian dan konsumen hasil tanaman, tetapi hal itu sepenuhnya karena penggunaan kiat yang tak tepat. Sekarang telah mungkin untuk merancang dan melaksanakan proyek pemanfaatan air limbah yang menghindari terjadinya infeksi yang terkait dengan air limbah. Jadi, tak ada alasan lagi untuk tidak meneruskan dan mengembangkan cara pemanfaatan yang sangat menguntungkan itu.

Dapatlah dimengerti bahwa beberapa pemerintahan berhati-hati dalam menggalakkan pemanfaatan air limbah, terutama karena hingga akhir-akhir ini belum ada penilaian terhadap ancaman kesehatan yang sebenarnya maupun petunjuk rancangan yang masuk akal bagi pengolahan air limbah sebelum dimanfaatkan. Namun, dalam kenyataanya sekap hati-hati seperti itu tidak diperlihatkan oleh orang yang benar-benar memanfaatkan air limbah itu para petani dan pekebun pasar dan di semua bagian dunia yang sedang

berkembang, air limbah tak terolah biasa digunakan untuk mengairi tanaman atau tanaman hortikultura.

Memang, di banyak daerah air limbah dianggap sangat berharga, sehingga saluran riol dipercabangkan dan aliran air limbahnya dialihkan ke lahan pertanian. Kebiasaan seperti itu, yang sama sekali bukan tidak umum, tetapi tentu saja tidak sah dan mengandung bahaya yang besar bagi kesehatan, dengan nyata menunjukkan manfaat yang dirasakan dari penggunaan air limbah. Bila pemerintah tidak mengembangkan dan mengumumkan siasat nasional bagi pemanfaatan air limbah, maka kebiasaan seperti itu disangsikan akan dapat dihilangkan. Tindakan yang tepat untuk memperkecil ancaman kesehatan dan menjamin meratanya pembagian air limbah untuk pengairan merupakan satu-satunya cara yang dapat memperbesar keuntungan ekonomi pemanfaatan air limbah yang potensial, dan menghasilkan ancaman kesehatan yang nyata.

1. Air

Air limbah terdiri dari 99,9% air dan 0,1% bahan lain (bahan padat terambang, koloid dan terlarut). Di daerah kering dan setengah basah kering sumberdaya air begitu langka, sehingga sering terjadi pertentangan yang keras antara kebutuhan air daerah perkotaan (rumah tangga dan industri) dan

BAB VIII

PENCEGAHAN AIR LIMBAH

A. Pencegahan air limbah

Pertumbuhan penduduk yang pesat menimbulkan tantangan yang dicoba diatasi dengan pembangunan dan industrialisasi. Namun industrialisasi disamping mempercepat persediaan manusia dari segi segala kebutuhan hidup manusia juga memberi dampak negative terhadap manusia akibat terjadinya pencemaran lingkungan jangka pendek ataupun jangka panjang.

Beberapa kasus pencemaran lingkungan seperti pencemaran air akibat limbah menimbulkan cacat bawaan pada bayi-bayi terjadi salah satunya di Minamata bay (Jepang). Keracunan makanan karena limbah industri juga terjadi di negara-negara maju, sedangkan di negara sedang berkembang seperti Indonesia, Pakistan, Afghanistan, dan lainnya baru mulai dilaporkan. Kebocoran-kebocoran peralatan di industri sering menyebabkan bencana seperti yang terjadi di Bhopal India dan Chernobyl Rusia dan sebagainya.

Atas dasar kejadian-kejadian seperti tersebut orang mulai mempelajari ekosistem dengan siklus-siklus geobiokimia

nya. Semua unsur di alam ini mengalami siklus yang dapat berjalan dengan cepat ataupun lambat tergantung dari sifat unsur masing-masing. Banyak penelitian dilakukan untuk mempelajari siklus yang terjadi dan hasilnya dimanfaatkan sebagai masukan untuk merencanakan aktifitas siklus yang terjadi dan hasilnya dimanfaatkan sebagai masukan untuk merencanakan aktifitas pengelolaan lingkungan hidup. Dapat dimengerti bahwa pengelolaan lingkungan ini perlu dilakukan secara terpadu dan multi disiplin. Dengan demikian berkembanglah ilmu lingkungan yang diterapkan diberbagai bidang ilmu seperti rekayasa lingkungan, kesehatan lingkungan dan sebagainya terutama perhatian mengenai air limbah yang semakin terus bertambah sejalan dengan pesatnya industrialisasi.

Namun inti permasalahan lingkungan itu sendiri adalah bagaimana kenyataan tentang cara manusia menempatkan diri dalam lingkungan dan bagaimana seharusnya hal itu dijalankan agar mendukung kesinambungan perikehidupan dan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Seperti halnya pada Undang-Undang Republik Indonesia No. 4 tahun 1982 tentang ketentuan-ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan,

dan makhluk hidup, termasuk didalamnya manusia serta makhluk hidup lainnya.

Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air.

Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan melebihi kemampuan alam untuk menerimanya maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia yang tinggal pada lingkungannya itu sendiri sehingga oleh karenanya perlu dilakukan penanganan air limbah yang lebih seksama dan terpadu baik yang dilakukan oleh pemerintah, swasta dan masyarakat.

Berbagai usaha telah dilakukan oleh pemerintah yang dimulai dari pembuatan perpu mengenai pengelolaan lingkungan hidup, penyuluhan-penyuluhan kesehatan lingkungan sampai pada usaha pembangunan fisik berupa jaringan pipa pembuangan air limbah dan instalasi pengolahan air limbah.

Peran swasta dalam menangani masalah air limbah terutama pada jasa konsultan, jasa konstruksi dan supplier alat dan bahan tentunya masih diharapkan di masa yang akan datang, bahwa swastapun memungkinkan dan dapat melaksanakan pengelolaan air limbah.

Kesadaran masyarakat mengenai kesehatan lingkungan sangat diperlukan karena masyarakat memiliki potensi terbesar dalam membuang air limbah ke lingkungannya. Kesadaran masyarakat dapat ditingkatkan melalui beberapa cara, yaitu :

1. Penyuluhan-penyuluhan mengenai kesehatan masyarakat, kesehatan lingkungan dan yang lebih penting adalah penyuluhan mengenai cara-cara mengolah air limbah secara sederhana namun secara teknis memenuhi syarat. Sehingga masyarakat dapat melakukan pembuatan, pemeliharaan dan perbaikan terhadap bangunan pengolahan air limbahnya masing – masing;
2. Pendidikan mengenai kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan mulai dari tingkat pendidikan dasar, sampai menengah, sedangkan untuk tingkat pendidikan tinggi perlu diberikan rekayasa lingkungan.

BAB IX

DAMPAK AIR LIMBAH

A. Efek buruk air limbah

Sesuai dengan batasan air limbah yang merupakan benda sisa, maka sudah barang tentu air limbah merupakan benda yang sudah tidak dipergunakan lagi. Akan tetapi, tidak berarti bahwa air limbah tersebut tidak perlu dilakukan pengelolaan, karena apabila limbah ini tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada. Sehingga lingkungan mempunyai peran utama terhadap terjadinya penyebaran penyakit akibat limbah yang tidak dikelola secara baik.

Perkembangan epidemiologi, ilmu tentang penyebaran penyakit menggambarkan secara spesifik tentang peran lingkungan dalam terjadinya penyakit dan wabah. Perlu diketahui bahwa lingkungan berpengaruh pada terjadinya penyakit sudah sejak lama diketahui, sebagai contoh nama Malaria dengan gejala demam, menggigil, berkeringat, demam lagi, menggigil lagi dan seterusnya. Penyakit ini didapatkan diantara kelompok masyarakat yang bertempat tinggal disekitar

rawa atau bibit penyakit malaria ini bisa ditemui pada saluran yang tidak mengalir, air yang menggenang didalam kaleng, botol plastik dll. Dengan beberapa kali penelitian diketahui bahwa nyamuk yang bersarang di rawa-rawa sebagai pembawa penyakit.

Pada tahun 370 sebelum Masehi penyakit diasosiasikan dengan dosa dan kekuatan supranatural (alam). Kemudian seorang tokoh dunia kedokteran berpendapat bahwa penyakit ada hubungannya dengan fenomena alam dan lingkungannya. Interaksi antara manusia dengan lingkungan hidupnya merupakan suatu proses yang wajar dan tidak dapat dipisahkan serta terjadi sejak manusia lahir sampai meninggal dunia.

B. Gangguan terhadap kesehatan

Penyakit menular disebabkan oleh peran air sebagai media. Peran air ada beberapa macam, yaitu air sebagai penyebar mikroba patogen, air sebagai sarang insektisida, jumlah air bersih yang tidak mencukupi sehingga orang tidak dapat membersihkan dirinya dengan baik (air sebagai sarang hospes sementara penyakit). Penyakit menular yang dapat disebabkan air secara langsung seperti air limbah dinyatakan sebagai penyakit bawaan air atau "*Waterborne disease*".

Penyakit ini hanya dapat menyebar, apabila mikroba-mikroba penyebabnya dapat masuk ke dalam sumber air yang dipergunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya sehari-hari, contohnya pencemaran air laut atau sungai oleh limbah rumah tangga atau industri, sehingga menyebabkan terjadinya penyebaran bibit penyakit atau mikroba-mikroba yang dapat membahayakan kehidupan manusia.

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Air limbah ini ada yang hanya berfungsi sebagai media pembawa saja seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis infektiosa, dan skhistosomiasis. Jenis mikroba atau bibit penyakit yang dapat menyebar lewat air yang tercemar limbah sangat bervariasi dan banyak macamnya, mulai dari virus, bakteri, protozoa, metazoa.

Pada Tabel 9.1 berikut menyajikan beberapa contoh penyakit "*Waterborne*" yang banyak terdapat di Indonesia. Dilihat dari segi epidemiologi beberapa penyakit yang tertera dalam Tabel 9.1 masih sangat penting di Indonesia.

Tabel 9.1 . Penyakit bawaan air yang tercemar limbah dan agentnya

Agent	Penyakit
Virus : Rotavirus Virus hepatitis A Virus <i>poliomyeslitis</i>	Diare pada anak Hepatitis A Polio (<i>myelitis anterior acuta</i>)
Bakteri : <i>Vibrio colerae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Enteropatogenik</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi</i> <i>Shigella dysenteria</i>	Cholera Diare/ <i>Dysenteria</i> <i>Typhus abdominalis</i> <i>Paratyphus</i> <i>Dysenteria</i>
Protozoa : <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Balantidia coli</i> <i>Giardia lambia</i>	<i>Dysenteri amoeba</i> <i>Balantidiasis</i> <i>Giardiasis</i>

Selain sebagai pembawa penyakit di dalam air limbah itu sendiri banyak terdapat bakteri patogen penyebab penyakit, berikut selengkapnya :

1. Virus Hepatitis A dan Polio

Menyebabkan penyakit polio myelitis dan hepatitis. Pada penyakit hepatitis A, gejala utamanya demam akut dengan perasaan mual dan muntah, hati membengkak, dan mata menjadi kuning, gejala penyakit ini timbul setelah 1

sampai 2 bulan setelah terjadi infeksi, angka kematian kurang dari 1 %. Sedangkan pada virus polio menyebabkan penyakit poliomyelitis (polio), gejala polio sangat bervariasi dapat sangat ringan menyerupai influenza sampai pada keadaan kelumpuhan ringan, parah dan kematian, angka kematian 2 sampai 10 %. Secara pasti modus penularan kedua virus masih belum diketahui dan banyak terdapat pada air hasil pengolahan (*effluent*) pengolahan air limbah.

2. **Virus yang dibawa oleh nyamuk *Aedes aegypti***

Virus yang dibawa oleh nyamuk *Aedes aegypti* menyebabkan penyakit demam berdarah (*Dengue Haemorrhagic Fever*), gejalanya demam dan pendarahan, angka kematian akibat penyakit ini sekitar 5 %. Tempat-tempat yang dapat dijadikan sarang nyamuk aedes adalah genangan air hujan dan air bersih.

Protozoa (Plasmodium Malariae) yang ditularkan melalui nyamuk *Anopheles* menyebabkan penyakit malaria, gejalanya berupa bergantinya perasaan panas dingin, yang terdiri dari 3 gejala yaitu menggigil, panas dan berkeringat. Angka kematian 10 %.

3. ***Vibrio kolera***

BAB X

PERMASALAHAN, PENYELESAIAN, SERTA SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH

A. Dasar sistem pengelolaan air limbah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, air limbah adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga termasuk tinja manusia dari lingkungan pemukiman. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari kegiatan pemukiman, rumah sakit, perkantoran, dan lain-lain. Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatannya. Untuk mengurangi permasalahan ini, perlu diterapkan sistem penanganan air limbah yang baik dan terpadu, baik itu dalam sistem penyaluran maupun pengolahannya. Sistem pengolahan dan penyaluran air limbah pada umumnya terdiri dari dua macam yaitu sistem pengolahan *on site* (setempat) dan sistem pengolahan *off site* (terpusat). Sistem *on-site* digunakan untuk individu dan komunal, sedangkan *off-site* biasanya untuk skala kota.

B. Peran pemerintah

Penyelenggaraan pengelolaan air limbah telah diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M/2008 tentang Kebijakan Strategis Air Limbah. Kebijakan pengelolaan Air Limbah Pemukiman tersebut dirumuskan untuk menjawab isu strategis dan permasalahan dalam pengembangan pengelolaan air limbah pemukiman. Secara umum kebijakan dibagi menjadi 5 (lima) kelompok yaitu:

1. Peningkatan akses prasarana dan sarana air limbah baik sistem *on site* maupun *off site* di perkotaan dan perdesaan untuk perbaikan kesehatan masyarakat;
2. Peningkatan peran masyarakat dan dunia usaha/ swasta dalam penyelenggaraan pengembangan sistem pengelolaan air limbah pemukiman;
3. Pengembangan perangkat peraturan perundangan penyelenggaraan pengelolaan air limbah pemukiman;
4. Penguatan kelembagaan serta peningkatan kapasitas personil pengelola air limbah permukiman;
5. Peningkatan pembiayaan pembangunan prasarana dan sarana air limbah permukiman.

Penyelenggaraan sarana dan prasarana air limbah merupakan tanggung jawab pemerintah, baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah. Namun sebagai infrastruktur yang berbasis masyarakat, kerangka kerja tata kelola air limbah harus menjelaskan dan menghubungkan peran pemerintah pusat dan daerah serta masyarakat termasuk daerah pedesaan, mendorong tanggung jawab publik, dan memfasilitasi investasi swasta dan keterlibatan dalam pengelolaan air limbah apabila diperlukan. Penggunaan teknologi dalam manajemen limbah juga harus multifungsi dan harus mencerminkan kebutuhan dan kapasitas masyarakat lokal.

Sementara itu pengalaman menunjukkan bahwa privatisasi pengelolaan air sebagai sarana untuk mendapatkan investasi lebih jarang menghasilkan hasil yang positif, sektor swasta telah menunjukkan peningkatan efisiensi operasional dan kualitas pelayanan. Oleh karena itu, model kemitraan terpadu dimana sektor swasta tidak diberi tanggung jawab untuk pengelolaan air penuh, tetapi untuk kerja sama pada segmen operasional tertentu, dapat bekerja/berjalan dengan baik.

C. Mekanisme penyelenggaraan

Upaya pemerintah dalam mengatasi permasalahan air limbah melalui Kementrian PU, salah satunya adalah program pembangunan IPAL skala kawasan di Rumah Sehat Sederhana (RSH) sebagai suatu perintisan penanganan air limbah skala kawasan RSH. Dalam kegiatan ini yang akan dilaksanakan adalah melakukan perencanaan, pembangunan, dan pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di kawasan pemukiman, terutama di pemukiman RSH (Perumahan PNS, kawasan nelayan, rusunawa, dll).



Gambar 10.1 Mekanisme penyelenggaraan pengelolaan air limbah skala kawasan RSH.

Seperti halnya infrastruktur pemukiman lainnya, pengolahan air limbah dilakukan melalui beberapa tahapan di mulai dari persiapan hingga monitoring lingkungan. Tahapan persiapan menghasilkan kesepakatan dan seluruh stakeholder terkait, mekanisme pendanaan dan serah terima aset. Selain itu, dalam tahapan persiapan perlu menyiapkan dokumen lingkungan untuk mengidentifikasi dampak dari pelaksanaan suatu kegiatan terhadap lingkungan sekitar (Dokumen AMDAL).

Tahapan selanjutnya setelah nota kesepakatan disepakati bersama adalah melakukan perencanaan teknis. Perencanaan teknis menghasilkan suatu DED (Dibuat oleh Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah). Perencanaan teknis meliputi perencanaan IPAL pada lokasi kegiatan yang sudah ditetapkan. Setelah DED disetujui maka tahap pelaksanaan konstruksi dapat dilaksanakan. Pelaksanaan konstruksi IPAL dibiayai oleh APBN, pemasangan jaringan pipa SR dibiayai oleh Pemerintah Daerah serta penyiapan kelembagaan pengelola dapat dilakukan oleh masyarakat calon pengguna bersama pengembang dan difasilitasi oleh Pemerintah Kabupaten/ Kota dan Satker PLP Provinsi. Tahap pelaksanaan konstruksi terbagi atas 3 komponen kegiatan, yaitu Sambungan

DAFTAR PUSTAKA

- Sidharta. 1997. *Rekayasa Lingkungan*. Jakarta: Universitas Gunadarma
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press)
- Mara, Duncan, dan Sandy Cairncross. 1994. *Pemanfaatan Air Limbah & Ekskreta*. Bandung: ITB Bandung
- Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri No. 1815 tentang *Baku Mutu Air Limbah*. Lembaga RI tahun 2014, No. 5. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Simanjutak, Entatarina. 2015. *Lesson Learned: Pola Inventasi Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum Berbasis Komunitas*. Jakarta: Pusat Kajian Strategis Kementrian Pekerjaan Umum

BIODATA PENULIS



Dr. Erina Rahmadyanti, ST., MT, lahir di Surabaya 13 Agustus 1979 adalah dosen di Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya dari tahun 2006 sampai sekarang. Jabatan terakhir yang diemban adalah Lektor Kepala. Gelar Sarjana Teknik di didapatkan pada tahun 2002 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, kemudian melanjutkan ke program Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jurusan Teknik Lingkungan dan mendapat gelar MT pada tahun 2004 dan pendidikan terakhir yang ditempuh adalah S3 Ilmu Kedokteran konsentrasi Kesehatan Lingkungan di Universitas Airlangga (Unair) lulus pada tahun 2009.

Penelitian yang dilakukan terkait dengan pengelolaan lingkungan dan pengolahan air limbah serta aktif tergabung dalam berbagai asosiasi profesi antara lain International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHEER), Asia-Pacific Chemical, Biological & Environmental Engineering Society (APCBES), dan Ikatan Pengkaji Lingkungan Hidup Indonesia (INKALINDO).



Universitas Negeri Surabaya
UNIVERSITY PRESS

Anggota IKAPI & APPTI
Kampus Unesa Katintang
Gedung C-15 Surabaya
Telp. 031-8288598; 8280009 ext. 109
Fax. 031-8288598
Email. unipress@unesa.ac.id
unipressunesa@yahoo.com

ISBN : 978-602-449-121-5



978-602-449-121-5