

**EVALUASI KETERSEDIAAN PRASARANA
SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
RSUD PROF. DR. H ALOEI SABOE
KOTA GORONTALO**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Perencanaan Prasarana

Disusun dan diajukan oleh

ZENIATY V. GOBEL

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASAR
2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Zeniaty V. Gobel

Nomor Mahasiswa : P2800206510

Program Studi : Teknik Perencanaan Prasarana

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian day terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari 2008

Yang menyatakan

Zeniaty V. Gobel

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan rahmatNya tesis ini dapat diselesaikan.

Adapun yang melatar belakangi penelitian ini berawal dari pengamatan penulis terhadap minimnya ketersediaan sistem pengolahan air limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloe Saboe Kota Gorontalo, dimana air limbah yang dibuang ke saluran kota belum diolah dengan baik sehingga membawa dampak pencemaran terhadap lingkungan.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini. Hanya berkat bantuan berbagai pihak, maka tesis ini selesai pada waktunya. Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. H. Muh. Saleh Pallu, M.Eng sebagai Ketua Komisi Penasehat dan Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, MSc sebagai Anggota Komisi Penasehat yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini. Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada :

1. Pusat Pembinaan Keahlian dan Teknik Konstruksi (PUSBIKTEK) Badan Pembinaan Konstruksi dan Sumber Daya Manusia (BPK-SDM) Departemen Pekerjaan Umum, atas kesempatan dan beasiswa yang diberikan untuk mengikuti pendidikan magister pada Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar.

2. Bapak Prof Dr. Ing. Yamin Jinca, M.STr selaku Ketua Program Kerjasama Universitas Hasanuddin dengan Badan Pengembangan SDM Pusbiktekn Departemen Pekerjaan Umum.
3. Pemerintah Daerah Kota Gorontalo, membawahi Dinas Pekerjaan Umum Kota Gorontalo sebagai instansi pengutus.
4. Suami tercinta Muh. Zainal Altim Ali, ST, MT dan anak-anak tersayang Nazhwa Aulia Rizky, Muh. Aqillah Ramadhani Rizky dan Nailah Saniyyah Rizky serta ayahanda H. Jantje V Gobel, dan ibunda Hj. Saripah Hasan, atas motivasi dukungan semangat dan doanya.
5. Sahabat-sahabat terbaik Angkatan VI Magister Teknik Perencanaan Prasarana atas kerja samanya dalam suasana suka maupun duka, semoga kekompakan dan kebersamaan ini tetap kita jaga untuk selamanya.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis berharap semoga tesis ini memberikan manfaat dan menambah pengetahuan kita bersama. Amin.

Makassar, Februari 2008

Zeniaty V. Gobel

ABSTRAK

ZENIATY V. GOBEL. *Evaluasi Ketersediaan Prasarana Sistem Pengolahan Limbah cair RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo* (dibimbing oleh Muh. Saleh Pallu dan Mary Selintung)

Penelitian ini bertujuan (1) Mengidentifikasi karakteristik dan kondisi fungsi pengolahan limbah cair RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo;(2) Mengevaluasi system pengolahan limbah cair untuk memenuhi standar Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup Nomor Kep-58/MENLH/12/1995.

Metode penelitian bersifat deskriptif eksploratif dengan analisis data secara kualitatif yaitu dengan pengamatan langsung dan memberikan penggambaran baik berbentuk kata, kalimat, skema dan gambar mengenai kondisi pengolahan limbah cair RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo. Pengambilan sampel secara *random sampling*, *grab sampling* dan *purposive sampling*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Kuantitas air limbah pada saluran sebesar 13,95 m³/hari dengan parameter pH, BOD₅, COD dan NH₃ bebas tidak memenuhi syarat keputusan MENLH No. KEP-58/MENLH/12/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit. Tidak ada pengolahan khusus bagi limbah cair dari instalasi penunjang medik yang air limbahnya sangat beracun dan berbahaya. Air limbah dan air hujan dibuang secara tercampur melalui saluran terbuka. (2) Prasarana sistem pengolahan air limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo yang saat ini pekerjaan fisiknya sudah mencapai 80% tidak sesuai jika ditinjau dari skala dan tipe IPALnya sehingga disarankan untuk dilakukan uji tes laboratorium untuk limbah cair yang dihasilkan dari setiap unit bangunan, dan harus ada pengolahan khusus bagi limbah cair dari instalasi penunjang medik sebelum masuk ke bak pengolahan utamanya.

ABSTRAC

ZENIATY V. GOBEL. *Evaluation Availability Of Liquid waste treatment system infrastructure RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Gorontalo city* (supervised by Muh. Saleh Pallu and Mary Selintung)

This research aim (1) Identify characteristic and condition of liquid waste treatment function RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Gorontalo city;(2) Evaluation system liquid waste treatment to fulfill Standard Quality Of Liquid Waste based on Kepmen Lingkungan Hidup Nomor Kep-58/MENLH/12/1995.

Research method have the character of descriptive explorative with data analysis in qualitative that is with observation of direct (observation) and give good depiction in form of word, sentence, scheme and draw concerning condition of liquid waste treatment RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Gorontalo city. The Sample was taken through random sampling, grab sampling and purposive sampling.

The result showed that (1) Effluent amount at channel equal to 13,95 m³/day with hydrogen ion exponent parameter, BOD₅ COD and NH₃ ineligibility Free decision of MENLH No. KEP-58/MENLH/12/1995 concerning standard quality of liquid waste for activity of hospital. No special processing for liquid waste from the effluent medical supporter installation is very dangerous and poisonous. Air rainwater and waste thrown in mingled through open channel. (2) Waste water treatment system infrastructure RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Gorontalo city which in this time work of the physical have reached 80% inappropriate if evaluated from scale and type the IPAL causing suggested to be done by laboratory test for liquid waste which yielded from every building unit, and processing there must be special for liquid waste from medical supporter installation before stepping into processing basin the core important.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Pengertian Air Limbah	6
B. Karakteristik Air Limbah	7
C. Parameter Pencemaran dalam Air Limbah	10
1.	Su
hu	10

	viii
2.	To
tal Suspended Solid (TSS)	10
3.	De
rajat Keasaman (pH)	11
4.	Bi
ological Oxygen Demand (BOD)	12
5.	Ch
emical Oxygen Demand (COD)	12
6.	Di
solved Oxygen (DO)	13
D. Dampak Yang Ditimbulkan Air Limbah	13
E. Standar Kualitas Air Limbah	15
F. Prasarana Air Limbah	17
1.	Sa
luran atau Pipa	17
a. Saluran Kombinasi (<i>combined sewer</i>)	17
b.	Sa
luran Air Hujan	17
c.	Sa
luran Air Limbah (<i>Separate Sewer</i>)	18
2.	Ins
talisasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	18

	ix
a.	Pe
ngolahan Air Limbah Menurut Sifatnya	19
b.	Pe
ngolahan Air Limbah Menurut Tingkat Perlakuan	21
G. Model Teknologi Pengolahan Air Limbah	33
1.	M
odel Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Stella Maris	33
2.	M
odel Pengolahan Air Limbah RSUP Dr. Sarjito Yogyakarta	40
H. Penelitian Terdahulu	51
I. Kerangka Konseptual	52
III. METODE PENELITIAN	55
A. Jenis dan Desain Penelitian	55
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	55
C. Teknik Pengumpulan Data	58
D. Teknik Analisis Data	59
E. Definisi Operasional	59
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	64
A. Sumber Air Limbah Rumah Sakit	64
B. Karakteristik Air Limbah Rumah Sakit	73
C. Kondisi Eksisting Prasarana Pengolahan Air limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloe Saboe	79
1.	Sa
luran	79

	x
a.	Sa
luran Cabang	80
b.	Sa
luran Induk	85
2.	Pe
ngolahan Limbah Cair	86
D. Kondisi Pembangunan IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo	89
1. Bak Pengontrol	92
2. Bak Penampung Sementara	93
3. Bak Penampung Utama	93
4. Bak Pengolahan Utama	94
5. Bak Pengolahan Lumpur	95
6. Saluran-saluran	95
V. PENUTUP	98
A. Kesimpulan	98
B. Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	100

DAFTAR TABEL

nomor	halaman
1. Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Rumah Sakit	16

		xi
2.	Fungsi utama berbagai unit pada proses pengolahan air limbah	26
3.	Jumlah Tempat Tidur yang tersedia	66
4.	Data Pelayanan Rawat Inap	66
5.	Ketenagaan RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo.	72
6.	Kuantitas Air Limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe, rata-rata per hari, dari tanggal 10-16 Desember 2007 (hasil Survei, 2007)	75
7.	Kuantitas air limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe rata-rata per jam dari tanggal 10 -16 Desember 2007 (hasil survei, 2007)	75
8.	Kuantitas Air Limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe per unit bangunan (hasil survei, 2007)	76
9.	Karakteristik Air Limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe (hasil survei, 2007).	77
10.	Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe (Sampling tahun 2005).	79
11.	Dimensi saluran RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe (hasil survei, 2007)	81

DAFTAR GAMBAR

nomor		halaman
1.	Beberapa Alternatif Pilihan Proses Pengolahan Air Limbah untuk setiap Pengolahan	25

2.	Proses Umum Pengolahan Air Limbah	27
3.	Prinsip dan Regulasi Pengolahan Limbah	32
4.	Diagram proses IPAL Tipe A3BF	35
5.	Diagram pemisahan nutrien pada proses IPAL Type A3BF	35
6.	Sketsa potongan memanjang (detail) IPAL Type A3BF	39
7.	Tabung Reaktor IPAL Type A3BF	39
8.	Bak pengolahan akhir (Proses Klorinasi)	40
9.	Bak penampungan lumpur dan air hasil olahan	40
10.	Bak penyaring (<i>barscreen</i>)	42
11.	Bak penangkap pasir	43
12.	Bak equalisasi	44
13.	Bak Aerasi	46
14.	Bak Pengendapan dan Bak Flokulasi	47
15.	Bak penampung lumpur	48
16.	Bak uji biologis	49
17.	Bak desinfeksi dan bak kontak chlor	50
18.	Bak pengering lumpur	51
19.	Kerangka Konseptual	54
20.	Denah Blok RSUD Prof. Dr. H. Aloe Saboe Kota Gorontalo	57
21.	Proses pencucian foto rontgen, CT-Scan dan X-Ray merupakan peralatan pada instalasi Radiologi.	68
22.	Instalasi gizi dan dapur	69

23.	Aktifitas yang berlangsung pada instalasi penunjang umum (<i>Laundry</i>).	70
24.	Sketsa dimensi saluran cabang pada unit kegiatan administrasi dan instalasi rawat jalan	82
25.	Sketsa dimensi saluran cabang pada instalasi rawat inap dan instalasi penunjang medik	82
26.	Sketsa dimensi saluran cabang pada instalasi rawat inap dan instalasi penunjang umum	83
27.	Kondisi saluran cabang pada kantor dan poliklinik	83
28.	Kondisi saluran cabang pada gedung rawat inap	84
29.	Kondisi saluran cabang pada gedung penunjang medik	84
30.	Kondisi saluran cabang pada Instalasi penunjang umum	84
31.	Sketsa dimensi Saluran Induk	85
32.	Kondisi saluran induk yang juga merupakan saluran irigasi persawahan	86
33.	Kondisi tangki septik	87
34.	Incenerator untuk pembakaran limbah medis padat	88
35.	Diagram IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe kota Gorontalo	91
36.	Bak Pengontrol IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe	92
37.	Bak Penampung Sementara IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe	93
38.	Bak Penampung Utama IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe	94
39.	Bak Utama IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe	94
40.	Bak Pengolahan Lumpur IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe	95

41.	Skema IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe	96
-----	---	----

DAFTAR LAMPIRAN

nomor		Halaman
1.	Hasil Pemeriksaan Uji Kualitas Air Limbah dari Laboratorium Kesehatan Manado.	103

2.	Lay-Out Penempatan Bak Pengolahan Limbah/IPAL RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo	104
3.	Peta Propinsi Gorontalo	105
4.	Peta Kota Gorontalo sebagai lokasi penelitian	106
5.	Maket RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo	107

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 986/MENKES/PER/XI/1992 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, dan Keputusan Direktur Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Permukiman No. HK.00.06.6.44 Tentang Persyaratan dan Petunjuk Teknis Tata Cara Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit mempersyaratkan fasilitas pembuangan limbah, maka setiap rumah sakit diwajibkan memiliki prasarana pengolahan air limbah, baik secara sendiri-sendiri (*on site*) maupun terpusat (*off site*) dan kualitas limbah (*effluen*) yang akan dibuang ke lingkungan harus memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair. Saluran pembuangan limbah harus menggunakan sistem saluran tertutup, kedap air dan air limbah harus mengalir dengan lancar.

Rumah Sakit Umum Daerah Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo dibangun pada tahun 1926 dan dimanfaatkan sejak tahun 1929 dengan nama RSU Kotamadya Gorontalo. Pada tahun 1979, RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe ditetapkan dengan SK MENKES RI Nomor : 51/Men.Kes/SK/II/79 sebagai rumah sakit kelas C yang memenuhi persyaratan 4 (empat) Spesialis Dasar. Tahun 1991 dan tahun 1992 ditambah Spesialis Mata dan Spesialis Anak dan tahun 1995 ditambah

Spesialis THT. Pada tanggal 17 September tahun 1987 berubah nama menjadi RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe Gorontalo yang diambil dari nama seorang perintis kemerdekaan putra daerah yang diabadikan sebagai penghargaan atas pengabdianya dibidang kesehatan dan ditetapkan berdasarkan SK Walikotamadya Gorontalo Nomor 97 Tahun 1987. Selanjutnya berdasarkan Surat Keputusan Walikota Gorontalo Nomor : 315 tanggal 25 Maret Tahun 2002 RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe ditetapkan menjadi Badan Pengelola RSUD Prof. Dr. H Aloi Saboe Kota Gorontalo dan berkedudukan sebagai unit pelaksana pemerintahan dibidang Pelayanan Kesehatan Masyarakat, yang berlokasi di Jalan Sultan Botutihe Nomor 7 Kelurahan Heledulaa Selatan Kecamatan Kota Selatan Kota Gorontalo. Pada tanggal 19 Maret 2005 rumah sakit ini di relokasi ke Jalan Taman pendidikan Nomor 92 Kelurahan Wongkaditi Timur Kecamatan Kota Utara Kota Gorontalo dengan luas lahan 5,4 Ha dan luas bangunan 30.243 m². RSUD ini memiliki status kelas Type C Plus dengan jumlah tempat tidur sebanyak 300 TT. Kunjungan rawat jalan sampai tahun 2006 sebanyak 46.405 pasien dengan frekuensi pemakaian tempat tidur setiap tahun berkisar antara 37 sampai dengan 64 kali per tahun.

Secara khusus kegiatan-kegiatan RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe menimbulkan dampak terhadap lingkungan antara lain berupa buangan limbah padat dan limbah cair baik dari rumah sakit itu sendiri maupun dari pengunjung. Limbah cair yang berasal dari RSUD Prof Dr. H. Aloi Saboe

kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berasal dari pelayanan medis, perawatan gigi, farmasi, pengobatan, perawatan dan pendidikan yang menggunakan bahan-bahan yang beracun infeksius dan berbahaya bagi lingkungan hidup sekitarnya. Kondisi yang ada saat ini, sistem pengolahan limbah cair RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo masih menggunakan sistem konvensional dimana limbah cair berupa tinja sistem pengolahannya menggunakan tangki septik (*Septic Tank*). Untuk penanganan limbah yang berasal dari ruang radiologi/rontgen, ruang operasi, UGD, ruang farmasi (apotik) dan laboratorium dialirkan dari tempat cuci tangan (*wastafel*) langsung ke bak penampungan yang terdapat dalam tanah. Sedangkan air limbah yang berasal dari unit-unit pelayanan lainnya dialirkan langsung ke saluran drainase tanpa melalui proses pengolahan.

Dari uraian dan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dan mengevaluasi ketersediaan sistem pengolahan air limbah RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe dalam peningkatan pelayanan bagi masyarakat di kota Gorontalo.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas, maka pokok permasalahan yang menjadi kajian penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik limbah cair medis RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe Kota Gorontalo ditinjau dari kuantitas dan kualitasnya.
2. Bagaimana ketersediaan prasarana sistem pengolahan limbah cair medis RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe dalam pemenuhan pelayanannya kepada masyarakat kota Gorontalo.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk :

1. Mengidentifikasi karakteristik dan menggambarkan kondisi eksisting pengolahan limbah cair RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe Kota Gorontalo.
2. Mengevaluasi ketersediaan prasarana sistem pengolahan limbah cair untuk memenuhi standar Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup Nomor Kep-58/MENLH/12/1995.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain adalah :

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang pengolahan air limbah khususnya limbah cair rumah sakit.
2. Sebagai informasi kepada Pemerintah Kota Gorontalo, dalam upaya mengatasi masalah air limbah, khususnya limbah cair yang dihasilkan oleh RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe Kota Gorontalo.

3. Sebagai informasi kepada pihak Badan Pengelola RSUD Prof. Dr. H Aloi Saboe dalam upaya penyediaan sarana pengolahan air limbah.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan meliputi :

1. Menganalisis karakteristik air limbah dan ketersediaan prasarana sistem pengolahan limbah cair apakah sudah sesuai standar dalam upaya peningkatan pelayanan kesehatan kepada masyarakat di Kota Gorontalo.
2. Evaluasi kondisi eksisting pengolahan limbah cair RSUD Prof. Dr. H. Aloi Saboe Kota Gorontalo.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air Limbah

Menurut Metcalf dan Eddy (1991) dalam Meytie (2005), yang dimaksud dengan air limbah adalah kombinasi daripada cairan dan bahan padat yang berasal dari kawasan permukiman, perdagangan, perkantoran, industri dan digabung dengan air tanah, air permukaan serta air hujan yang mungkin ada. Azwar (1983), mengemukakan bahwa air limbah adalah air yang tidak bersih karena mengandung bahan-bahan yang bersifat membahayakan kehidupan manusia dan atau hewan, lazimnya muncul karena hasil perbuatan manusia (termasuk industri). Sugiharto (1987), menyatakan bahwa air limbah adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga (domestik), dan juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.

Dengan demikian dari beberapa pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa air limbah adalah cairan buangan yang ditimbulkan akibat adanya aktivitas manusia baik yang berasal dari rumah tangga (domestik), industri, lembaga maupun dari tempat-tempat lain dan biasanya mengandung zat-zat yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan hidup.

Menurut Keputusan Direktur Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Permukiman nomor HK.00.06.6.44 tentang persyaratan kesehatan lingkungan, ruang dan bangunan serta fasilitas sanitasi rumah sakit, bahwa penyediaan air bersih rumah sakit minimal 500 liter/tempat tidur/hari.

Kodoatie (2003), mengemukakan bahwa volume air limbah untuk air limbah domestik adalah 50-70% dari rata-rata pemakaian air bersih (120-140 liter/orang/hari).

Dalam profil kesehatan Indonesia, Departemen Kesehatan (1997), mengungkapkan bahwa seluruh rumah sakit di Indonesia berjumlah 1090 dengan 121.996 tempat tidur. Dari hasil kajian terhadap 100 rumah sakit di Jawa dan Bali menunjukkan bahwa produksi air limbah rata-rata sebesar 416,8 liter/tempat tidur/hari.

B. Karakteristik Air Limbah

Sundstrom & Klei (1979) dalam Meytie (2005), menggolongkan karakteristik air limbah kedalam tiga golongan yaitu karakteristik air limbah secara umum diklasifikasikan dalam karakteristik fisik, kimia dan biologi sesuai dengan jenis uji pengukuran yang dilakukan. Karakteristik fisik meliputi temperatur, warna, bau dan padatan (*solid*). Karakteristik kimia meliputi golongan bahan organik (*organic matter*) yang terdiri dari kelompok protein yang berasal dari binatang dan tumbuhan. Golongan

bahan anorganik (*anorganic matter*) adalah zat-zat dalam air limbah berupa logam-logam berat seperti Pb, Hg, Cu, Cr dan lain-lain. Karakteristik biologis meliputi berbagai jenis mikroorganisme baik sebagai penyebab penyakit (bakteri patogen) maupun mikroorganisme sebagai pengurai.

Menurut Permenkes Nomor 986/MENKES/PER/IX/1992 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, bahwa air limbah rumah sakit yang berasal dari aktivitasnya terbagi atas :

1. Limbah Radioaktif, adalah bahan/zat yang terbuang dari kegiatan *foto rontgen* dan radio terapi penyakit kanker. Limbah radioaktif harus dipantau sebelum dibuang dan daya radioaktifitasnya tidak melebihi batas syarat yang telah ditetapkan.
2. Limbah Medis, adalah cairan hasil buangan dari zat-zat kimia yang tidak dapat digunakan lagi untuk kegiatan medis dan berbahaya bila tidak ditangani sebagaimana mestinya.

Limbah medis ini terbagai atas :

- a. Limbah *Infeksius*, yaitu hasil buangan yang mengandung bakteri patogen sehingga dapat mengganggu kesehatan dan kelangsungan hidup yang sangat berbahaya karena dapat menularkan penyakit atau infeksi *nosokomial*. Adapun limbah infeksius tersebut adalah berupa cairan tubuh terutama darah dan cairan yang terkontaminasi berat oleh darah. Bersumber dari instalasi rawat inap.

- b. Limbah *Citotoksik*, yaitu hasil buangan yang beracun dan berbahaya yang berasal dari cairan obat-obatan, limbah pembersih (*detergent*), urine, tinja, dan muntahan. Umumnya bersumber dari ruang bedah dan laboratorium.
3. Limbah domestik, adalah zat/bahan yang tidak terpakai lagi dan merupakan hasil sampingan dari kegiatan rumah tangga yang dikategorikan atas :
 - a. Limbah Organik (*organic*), umumnya dalam air limbah terdiri dari kelompok protein, karbohidrat dan lemak.
 - b. Limbah Anorganik (*Anorganic*), adalah zat-zat anorganik dalam air limbah berupa butiran, garam dan metal. Air limbah domestik ini bersumber dari instalasi gizi dan laundry.

Budiharjo (1993) dalam Meytie (2005), menentukan karakteristik air limbah baik secara fisik atau visual maupun kimia berdasarkan jenis proses kegiatan di rumah sakit adalah :

1. Air Limbah yang berasal dari laundry : berbau detergen, suhu relatif panas.
2. Air limbah yang berasal dari dapur (kitchen) : kandungan lemak bahan tinggi (tampak keruh).
3. Air limbah yang berasal dari ruang perawatan (rawat inap) bersifat infeksius.
4. Air limbah yang berasal dari *hemodialisa* : parameter COD tinggi.

C. Parameter Pencemar dalam Air Limbah

Parameter di dalam air limbah adalah komponen yang terkandung di dalamnya dan digunakan sebagai indikator pencemar. Indikator tersebut adalah sebagai berikut :

1. Suhu

Pengukuran suhu sangat penting karena banyak instalasi pengolahan air limbah meliputi proses-proses biologis yang tergantung pada suhu. Suhu air limbah bervariasi dari musim ke musim tergantung pada letak geografisnya. Selain itu suhu merupakan faktor yang mengendalikan kecepatan pertumbuhan bakteri.

2. Total Suspended Solid (TSS)

Menurut Sundstrom & Klei (1979) dalam Meytie (2005), *total suspended solids* atau jumlah zat padat tersuspensi adalah jumlah berat dalam mg/liter kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. *Total suspended solid* merupakan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan anorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Suparman & Suparmin (2001) dalam Meytie (2005), mengemukakan dalam hal yang sama bahwa zat tersuspensi adalah zat padat yang dihilangkan pada penyaringan (*filtration*) melalui media standar halus dengan diameter 0,45 mikron. Zat padat tersuspensi dikelompokkan dalam zat padat yang tetap (*fixed solids*) dan yang menguap (*volatile solid*). Zat padat yang menguap merupakan zat yang bersifat organik yang dapat dihilangkan melalui penguraian secara biologis (*biological degradation*) atau pembakaran (*inceneration*). Zat padat yang dapat diendapkan (*settleable solids*) secara normal dapat dihilangkan dalam ukuran besar pada tangki sedimentasi. Zat padat yang tidak dapat mengendap (*nonsettleable solids*) memerlukan perlakuan tambahan, baik secara kimia ataupun biologis, untuk menghilangkannya dari air limbah.

3. Derajat keasaman (pH)

Suparman & Suparmin (2001) dalam Meytie (2005), mengatakan bahwa pH air limbah adalah ukuran keasaman (*acidity*) atau kebasaan (*alkalinity*) air limbah. pH menunjukkan perlu atau tidaknya pengolahan pendahuluan (*Preliminary Treatment*) untuk mencegah terjadinya gangguan pada proses pengolahan air limbah secara konvensional.

Menurut Sugiharto (1987), konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun air limbah. Adapun kadar pH yang baik adalah kadar dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses

penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH, maka air tersebut akan bersifat asam.

4. Biological Oxygen Demand (BOD)

Menurut Alaerts & Sumestri (1984) dalam Meytie (2005), *Biological Oxygen Demand* (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah kalau suatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut, dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut.

5. Chemical Oxygen Demand (COD)

Menurut Alerts & Sumestri (1984), *Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (mgO_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter air, dimana $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (*Kalium Bikromat*) digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*).

Menurut Marsono (1997) dalam Meytie (2005), bahwa hasil pengukuran COD dapat digunakan untuk memperkirakan BOD ultimate atau apabila nilai BOD tidak dapat ditentukan oleh karena terdapat bahan-bahan beracun pada air limbah.

Hubungan antara BOD dan COD dalam air limbah :

- a. $\text{BOD/COD} < 0,40$: Air limbah mengandung bahan beracun yang sulit diuraikan secara biologis.
- b. $\text{BOD/COD} > 0,40$: Air limbah mudah diuraikan secara biologis.

Dari kedua teori diatas disimpulkan bahwa BOD/COD antara 0,40-0,60 merupakan batas air limbah domestik yang mudah diuraikan secara biologis. Sedangkan $\text{BOD/COD} < 0,40$ menunjukkan air limbah mengandung bahan beracun yang sulit diuraikan secara biologis.

6. Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen (DO) adalah banyaknya oksigen yang terkandung dalam air dan dinyatakan dalam mg/liter. Kelarutan oksigen dalam air

limbah sangat mempengaruhi kinerja mikroorganisme pada proses biodegradasi secara aerobik.

D. Dampak yang Ditimbulkan Air Limbah

Air limbah merupakan zat cair yang tidak dipergunakan lagi, namun apabila air limbah tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan dampak, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan manusia.

Menurut Sugiharto (1987), secara garis besar menggolongkan gangguan dari air limbah yaitu gangguan terhadap kesehatan, kehidupan biotik, keindahan dan terhadap kerusakan benda.

Beberapa dampak yang ditimbulkan oleh air limbah, antara lain :

1. Terhadap Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia karena banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Air limbah ini berfungsi sebagai media pembawa penyakit seperti kolera, radang usus, hepatitis infektiosa dan pada air limbah banyak terdapat bakteri patogen seperti vibrio kolera, salmonella typhosa dan sebagainya.

2. Terhadap Lingkungan

Air buangan antara lain mempunyai sifat fisik, kimiawi dan bakteriologi yang dapat menjadi sumber pengotoran, sehingga bila tidak dikelola dengan baik akan dapat menimbulkan pencemaran terhadap air

permukaan, tanah dan lingkungan hidup lainnya. Disamping itu kadang-kadang dapat menimbulkan bau tidak enak serta pemandangan yang tidak menyenangkan (menggangu estetika).

3. Terhadap sosial ekonomi

Lingkungan hidup manusia sangat mempengaruhi bukan hanya kesehatan fisik saja, tetapi juga kesehatan mental dan sosial manusia tersebut. Keadaan lingkungan yang buruk menyebabkan perasaan yang tidak nyaman dan tidak menyenangkan. Sebagai akibatnya kesehatan manusia terganggu dan menjadi kurang produktif. Sedangkan perkembangan masyarakat tergantung dari tenaga kerja produktif. Kalau dalam masyarakat selalu terjadi penyakit akibat pengaruh buruk lingkungan maka hal ini akan mempengaruhi kemampuan kerja dan juga keadaan sosial ekonominya.

E. Standar Kualitas Air Limbah

Baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup Nomor Kep-58/MENLH/12/1995 terlihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Rumah Sakit

No.	Parameter	Kadar Maksimum
I.	FISIKA	
1.	Suhu	30°C
II.	KIMIA	
1.	pH	6 – 9
2.	BOD ₅	30 mg/L
3.	COD	80 mg/L
4.	TSS	30 mg/L
5.	NH ₃ Bebas	0,1 mg/L

6.	PO ₄	2 mg/L
III.	MIKROBIOLOGIK	
1.	MPN-Kuman Gol Koli/100 ml	10.000
IV.	RADIOAKTIF	
1.	³² P	7 x 10 ² Bq/L
2.	³⁵ S	2 x 10 ³ Bq/L
3.	⁴⁵ Ca	3 x 10 ² Bq/L
4.	⁵¹ Cr	7 x 10 ⁴ Bq/L
5.	⁶⁷ Ga	1 x 10 ³ Bq/L
6.	⁸⁵ Sr	4 x 10 ³ Bq/L
7.	⁹⁹ Mo	7 x 10 ³ Bq/L
8.	¹¹³ Sn	3 x 10 ³ Bq/L
9.	¹²⁵ I	1 x 10 ⁴ Bq/L
10.	¹³¹ I	7 x 10 ⁴ Bq/L
11.	¹⁹² Ir	1 x 10 ⁴ Bq/L
12.	²⁰¹ Th	1 x 10 ⁵ Bq/L

Sumber : KEPMEN LH No. Kep-58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit.

F. Prasarana Air Limbah

1. Saluran atau Pipa

Sugiharto (1987). Agar air limbah dapat sampai ke instalasi pengolahan limbah, maka diperlukan saluran atau pipa yang berfungsi

untuk mengalirkan air limbah dari sumbernya yaitu : rumah tangga, tempat-tempat usaha dan industri/lembaga. Berdasarkan jenis air limbah yang dialirkan didalam saluran, dikelompokkan tiga jenis saluran kota yaitu :

a. Saluran Kombinasi (*combined sewer*).

Saluran kombinasi adalah saluran atau pipa drainasi kota yang dirancang untuk membawa segala jenis air limbah (air hujan dan air limbah rumah tangga) secara bersama-sama ke instalasi pengolahan air limbah. Saluran atau pipa drainase ini mempunyai kelemahan yaitu pada saat hujan deras, jumlah air hujan melebihi daya tampung instalasi pengolahan limbah. Dalam situasi seperti ini sering air limbah sudah bercampur dengan air hujan dialirkan langsung ke badan air tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

b. Saluran air hujan.

Saluran air hujan adalah saluran yang berfungsi hanya untuk mengalirkan air hujan. Saluran ini mengalirkan air hujan menuju ke pembuangan alamiah danau atau sungai tanpa melalui pengolahan air limbah. Sistem saluran atau pipa drainase seperti ini banyak dipakai di daerah yang curah hujannya besar.

c. Saluran air limbah

Saluran air limbah adalah saluran atau pipa yang digunakan hanya untuk mengalirkan air limbah yang berasal dari rumah tangga, lembaga atau industri ke instalasi pengolahan air limbah. Dikenal dua macam saluran air limbah yaitu :

1. Saluran cabang adalah pipa yang ditanam dipinggir jalan kompleks perumahan dan berfungsi untuk menyalurkan air limbah dari satu atau beberapa saluran bangunan ke saluran induk.
2. Saluran induk berfungsi untuk mengalirkan air limbah yang berasal dari saluran cabang ke instalasi pengolahan air limbah. Saluran air limbah induk biasanya dibuat dari pipa beton dengan variasi ukuran diameter dari 0,6 hingga 3 meter.

Menurut Sinulingga (1999), saluran lokal adalah saluran yang melayani permukiman tiap-tiap persil yang dapat berbentuk saluran terbuka atau saluran tertutup.

2. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Tujuan utama pengolahan air limbah yang mengurangi unsur-unsur yang mencemarkan dikemukakan oleh Sundstrom & Klei (1979) dalam Meytie (2005), adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen. Selain itu, diperlukan juga tambahan pengolahan untuk menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun, serta bahan yang tidak dapat didegradasikan agar konsentrasi yang ada

menjadi rendah. Untuk itu diperlukan cara bertahap agar bahan tersebut diatas dapat dikurangi.

Sastrodimedjo (1985), mengemukakan bahwa tujuan dari pada pengolahan air limbah meliputi dua hal yaitu mencegah penyebaran penyakit dari penyakit yang penularannya melalui media air (*water borne disease*) dan proteksi/melindungi lingkungan aquatik/perairan.

Secara alamiah lingkungan mempunyai daya dukung yang cukup besar terhadap kemungkinan gangguan yang berakibat merusak kelestariannya misalnya pencemaran air dan tanah oleh air limbah. Akan tetapi lingkungan juga mempunyai kemampuan yang terbatas dalam hal daya dukung sehingga perlu dilindungi dan dijaga kelestariannya.

Sugiharto (1987), membedakan air limbah berdasarkan sifat dan tingkat perlakuannya seperti dijelaskan berikut ini :

a. Pengolahan Air Limbah Menurut Sifatnya

Menurut sifatnya, proses pengolahan air limbah dapat digolongkan menjadi 3 bagian yaitu :

1. Pengolahan Fisika

Pengolahan ini bertujuan untuk memisahkan zat padatan yang terdapat dalam air limbah, proses ini dilakukan tanpa penambahan bahan

kimia dan proses ini biasanya dilakukan pada tahap pertama pengolahan air limbah yang terdiri dari :

- a. Penyaringan (*screening dan filtration*) bertujuan untuk menahan material kasar yang terdapat dalam air limbah.
- b. Pengendapan (*sedimentation*) bertujuan untuk mengendapkan partikel-partikel padat dalam air limbah, zat-zat yang tidak dapat mengendap akan terapung.
- c. Pencampuran (*mixing*) bertujuan untuk mencampur air limbah baru dan air limbah yang didaur ulang (*recycle*).
- d. Penghancuran (*comminution*) bertujuan untuk memotong, menghaluskan material kasar yang tertahan pada saringan.
- e. Pengatur (*equalization*) bertujuan untuk mengatur fluktuasi debit air limbah yang masuk hingga mencapai debit yang konstan dalam instalasi
- f. Penjernihan (*clarifier*) bertujuan untuk mengendapkan material padat yang terlarut dalam air limbah.

2Pengolahan Kimia

Pengolahan air limbah secara kimia bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun dengan menambahkan bahan kimia tertentu sesuai kebutuhan. Beberapa bentuk pengolahan ini

antara lain netralisasi, koagulasi, desinfeksi, serta pertukaran ion (*ion exchange*). Pada pengolahan air limbah secara kimia, bahan kimia yang dipergunakan berfungsi untuk mereduksi unsur-unsur polutan yang terkandung di dalam air limbah tersebut. Reaksi kimia yang terjadi adalah reaksi pengikatan, netralisasi, penyerapan dan pertukaran ion.

3. Pengolahan Biologi

Proses pengolahan air limbah dengan cara biologis ialah pemanfaatan mikroorganisme untuk mereduksi unsur polutan yang terkandung dalam air limbah, misalnya *trickling filter* dan lumpur aktif. Pengolahan air limbah secara biologis terdiri dari :

- a. Proses aerob yaitu yang berlangsung dengan adanya oksigen.
- b. Proses anaerob yaitu yang berlangsung tanpa adanya oksigen.

b. Pengolahan Air Limbah Menurut Tingkat Perlakuan

Tingkat proses pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi 6 menurut Sugiharto (1987), yaitu pengolahan pendahuluan (*Preliminary Treatment*), pengolahan pertama (*Primary Treatment*), pengolahan kedua (*Secondary Treatment*), pengolahan ketiga (*Tertiary Treatment*), pembunuhan kuman (*Desinfection*) dan pengolahan lanjutan (*Ultimate Disposal*).

1. Pengolahan pendahuluan (*Preliminary treatment*)

Sebelum mengalami proses pengolahan perlu dilakukan pembersihan-pembersihan agar mempercepat dan memperlancar proses

pengolahan selanjutnya atau untuk melindungi unit-unit pengolahan dari kegagalan operasi serta mengurangi inefisiensi yang mungkin terjadi akibat proses awal yang salah. Adapun kegiatan yang tersebut berupa pengambilan benda terapung (lemak) dan pengambilan benda yang mengendap (pasir).

2. Pengolahan pertama (*Primary treatment*)

Pengolahan ini bertujuan untuk menghilangkan zat padat terlarut melalui pengendapan atau pengapungan. Pengendapan adalah kegiatan utama pada tahap ini dan pengendapan yang terjadi karena adanya kondisi yang sangat tenang. Bahan kimia dapat juga ditambahkan untuk menetralkan keadaan atau meningkatkan pengurangan dari partikel kecil yang tercampur. Dengan adanya pengendapan maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada pengolahan biologis selanjutnya dan pengendapan yang terjadi merupakan pengendapan secara gravitasi. Proses pengolahan pertama ini terdiri dari dua cara yaitu proses kimia yang meliputi netralisasi, koagulasi/flokulasi dan kedua adalah proses fisika yang meliputi sedimentasi dan pengapungan (flotation). Beberapa partikel yang mempengaruhi proses pengendapan adalah konsentrasi zat tersuspensi, kecepatan, panjang pengaliran, temperatur, ukuran dan massa jenis partikel yang mengendap, serta kedalaman bak pengendapan untuk mendapatkan hasil endapan yang optimum, biasanya air limbah dilewatkan pada bak persegi empat yang terdiri dari tiga bagian, yaitu

bagian pemasukan, bagian pengendapan dan bagian pengeluaran. Selain itu bak pengendapan ini ada juga yang berbentuk bulat.

3. Pengolahan kedua (*secondary treatment*)

Proses pengolahan ini umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air limbah dengan bantuan mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada proses ini sangat dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kekotoran, jenis kotoran yang ada dan lain sebagainya. Dalam pengolahan biologis ini terdapat beberapa jenis pengolahan yang sering digunakan yaitu lumpur aktif (*activated sudge*), kolam aerasi, saringan tetes (*trickling filter*), kolam anaerob dan kolam stabilisasi. Pengolahan ini hanya dilakukan bila air limbah yang diolah merupakan limbah organik, sedangkan untuk air limbah anorganik harus menggunakan cara lain yang khusus untuk air limbah anorganik. Dua komponen yang sangat menentukan dalam proses pengolahan dengan lumpur aktif adalah oksigen yang ditambahkan serta mikroorganisme yang ditambahkan .

4. Pengolahan ketiga (*Tertiary treatment*)

Pengolahan jenis ini, baru akan dipergunakan apabila pada pengolahan pertama dan pengolahan kedua (biologis) masih banyak terdapat zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat. Pengolahan

ketiga ini merupakan pengolahan secara khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah, biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah yang khusus. Terdapat beberapa jenis pengolahan yang digunakan yaitu saringan pasir, karbon aktif, saringan multi media, *precoal filter*, *microstaining*, *vacum filter*, penyerapan (*absorption*), pengurangan besi dan mangan, pertukaran ion (*ion exchange*) dan osmosis bolak balik maupun elektrodialisis.

5. Pembunuhan kuman (*Desinfection*)

Pembunuhan kuman ini bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada didalam air limbah. Mekanisme pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Banyak zat pembunuh kimia termasuk chlorin dan komponennya mematikan bakteri dengan cara merusak atau menginaktifkan enzim utama, sehingga terjadi kerusakan dinding sel seperti menggunakan bahan radiasi atau panas.

6. Pengolahan lanjutan (*Ultimate disposal*)

Dari setiap pengolahan air limbah, hasilnya adalah berupa lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan.

Proses pengolahan limbah secara umum melewati tahap seperti yang diperlihatkan pada gambar 1 dengan beberapa kombinasi pilihan yang disesuaikan dengan kualitas air limbah yang akan diolah dan standar *effluen* yang diinginkan.

Kegunaan dari berbagai unit dalam proses pengolahan air limbah diperlihatkan pada tabel 2.

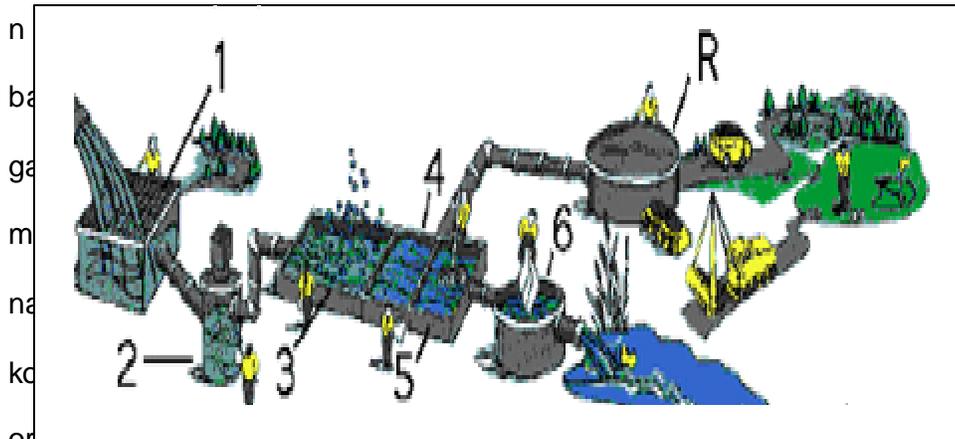
Tabel 2. Fungsi utama berbagai unit pada proses pengolahan air limbah.

No.	Jenis Kegiatan	Tujuan Pengolahan
1.	Penyaringan	Untuk menghilangkan zat padat
2.	Perajangan	Memotong benda yang berada didalam air limbah

3.	Bak penangkap pasir	Menghilangkan pasir dan koral
4.	Bak penangkap lemak	Memisahkan benda terapung
5.	Tangki equalisasi	Melunakkan air limbah
6.	Netralisasi	Menetralkan asam atau basah
7.	Pengendapan/pengapungan	Menghilangkan benda tercampur
8.	Reaktor lumpur aktif/aerasi	Menghilangkan bahan organik
9.	Karbon aktif (Absorpsi karbon)	Menghilangkan bau, benda yang tidak dapat diuraikan
10.	Pengendapan kimiawi	Untuk mengendapkan fosfat
11.	Nitrifikasi/denitrifikasi	Menghilangkan nitrat secara biologis
12.	Air stripping	Menghilangkan amoniak
13.	Pertukaran ion	Menghilangkan jenis zat tertentu
14.	Saringan pasir	Menghilangkan partikel padat yang lebih kecil
15.	Osmosis/elektrodialisis	Menghilangkan zat terlarut
16.	Desinfeksi	Membunuh mikroorganisme

Sumber: Sugiharto (1987)

Greater Vancouver Regional District (2006), menjelaskan langkah-langkah proses pengolahan air limbah dengan sistem *Biological Aeration* dan



air limbah tersebut dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.

Sumber : Greater Vancouver Regional District - U.S Geological Survey

Gambar 2. Proses Umum pengolahan air limbah

1. Penyaringan (*Screening*)

Limbah yang masuk ke dalam sistem pengolahan air limbah meliputi material seperti kayu, kerikil, plastik dan potongan-potongan material lainnya, disaring terlebih dahulu agar dapat dikeluarkan sampahnya sehingga tidak akan menyulitkan dalam proses pengolahan selanjutnya.

2. Pemompaan (*Pumping*)

Setelah melalui proses penyaringan, air limbah yang berasal dari rumah tangga, instansi atau industri dialirkan secara gravitasi masuk ke

tangki aerasi. Suatu sistem pengolahan air limbah ditempatkan berdekatan dengan sungai agar air yang telah diolah dapat langsung dibuang. Jika sistem pengolahan air limbah tersebut dibangun di atas permukaan tanah, maka fungsi pompa disini adalah untuk memompa air limbah secara vertikal masuk ke tangki aerasi.

3. Penambahan udara atau oksigen (*aerating*)

Aerasi adalah proses penambahan oksigen ke dalam air, agar gas-gas terlarut seperti hidrogen sulfida yang berbau dapat menguap ke udara. Bahan organik yang telah membusuk banyak menghabiskan oksigen. Gelembung oksigen yang ada pada air menjaga material organik tersuspensi untuk mengendap.

4. Pengendapan (*Removing Sludge*)

Setelah mengalami proses sedimentasi, terjadilah endapan limbah (kotoran organik) yang kemudian dipompa keluar tangki, untuk selanjutnya diproses dalam tangki besar yang disebut digester.

5. Mengeluarkan buih/busa (*Removing Scum*)

Buih/busa disini termasuk lemak, minyak, plastik dan sabun. Secara perlahan melalui proses pengadukan buih/busa yang telah mengental akan mengapung ke permukaan air limbah, kemudian diendapkan dan dipompa ke digester bersama dengan endapan lumpur yang sudah ada.

6. Membunuh bakteri

Dalam proses ini air limbah yang sudah jernih dialirkan ke tangki yang ditambahkan chlorin untuk membasmi bakteri yang berbahaya bagi kesehatan. Chlorin akan hilang jika bakteri telah dihancurkan namun kadang-kadang harus dinetralisasi dengan menambahkan bahan kimia lainnya. Air yang telah diolah kemudian dibebaskan ke sungai terdekat atau ke samudra.

7. Limbah sisa

Bagian lain dalam pengolahan air limbah adalah material limbah padat. Material limbah padat ini bertahan selama 20-30 hari dalam *digester*. Dalam tahap ini, bakteri kemudian menguraikan material ini dan membunuh organisme penyebab penyakit. Hasil akhir dari proses ini kemudian dipindahkan ke timbunan tanah (*landfil*), yang bisa digunakan sebagai pupuk.

Menurut Karen Manel (1996), air kotor adalah air limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, bisnis dan industri dalam suatu komunitas. 99,94% adalah air dan hanya 0,06% limbah terlarut dan material padat tersuspensi. Kepekatan kotoran disebabkan oleh partikel tersuspensi dalam limbah yang tidak terolah dari 100-350 mg/liter.

Pengolahan air limbah merupakan proses yang bertahap untuk mengubah air limbah sebelum masuk ke badan air. Tujuannya adalah untuk mengurangi atau menghilangkan material organik, bahan padat, nutrisi dan organisme penyebab penyakit dari dalam air limbah. Setiap

badan penerima (*receiving body*) air memiliki batas jumlah polutan tertentu tanpa adanya degradasi.

1. Pengolahan pendahuluan

Pengolahan pendahuluan adalah dengan menyaring, menghancurkan atau memisahkan kotoran seperti potongan-potongan kayu, potongan kain, pasir, batu kerikil, mainan anak-anak dan sebagainya. Hal ini dilakukan untuk menjaga pemompaan dan peralatan lain seperti bar screen dan comminutor dari kerusakan.

2. Pengolahan primer

Pengolahan primer adalah pengolahan tahap kedua dengan memisahkan padatan tersuspensi dan lemak. Air limbah didiamkan dalam tangki selama beberapa jam untuk membiarkan partikel terendap didasar tangki dan lemak mengapung ke permukaan. Padatan dialirkan ke permukaan untuk menerima perlakuan seperti endapan. Air limbah yang sudah jernih kemudian dialirkan ke tahap selanjutnya. Bahan penjernih dan tangki septik biasanya digunakan dalam pengolahan primer ini.

3. Pengolahan sekunder

Pengolahan sekunder merupakan proses pengolahan biologis untuk memindahkan material organik terlarut dari air limbah. Mikroorganisme diolah dan ditambahkan ke dalam air limbah kemudian menyerap material organik sebagai makanannya. Tiga pendekatan digunakan untuk menyempurnakan pengolahan sekunder yakni sistem film tetap, sisten film tersuspensi dan sistem empang (*Lagoon*). Sistem film tetap adalah

pertumbuhan mikroorganisme pada substrat seperti batu-batuan, pasir atau plastik. Air limbah dialirkan pada substrat tersebut, memudahkan untuk melalui film mikroorganisme yang melekat pada substrat. Ketika material organik dan nutrisi diserap dari air limbah, film mikroorganisme tumbuh dan mengendap. Sistem film tersuspensi mengikat dan menggerakkan mikroorganisme keluar dari dalam air limbah. Mikroorganisme menyerap material organik dan nutrisi dari air limbah kemudian tumbuh dan berkembang dalam jumlah banyak. Setelah mikroorganisme tersuspensi dalam air limbah selama beberapa jam, terbentuklah endapan. Endapan ini kemudian dipompa kembali pada limbah yang telah disediakan 'bibit' mikroorganisme. Sisa (*remainder*) endapan kemudian ditumpahkan atau dipindahkan ke proses pengolahan endapan. Sistem empang adalah pendangkalan untuk menahan limbah selama beberapa bulan untuk mengalami degradasi limbah secara alami. Sistem ini menguntungkan pada aerasi alami dalam proses pengolahan air limbah.

4. Pengolahan akhir

Pengolahan akhir lebih terkonsentrasi pada menghilangkan organisme penyebab penyakit dalam air limbah yang telah diolah dengan menambahkan chlorin atau dengan menggunakan sinar ultra violet. Chlorin dalam jumlah banyak dapat berbahaya bagi makhluk hidup di air. Sistem pengolahan ini sering menambahkan bahan kimia penetral chlorin pada limbah yang telah diolah sebelum dibuang.

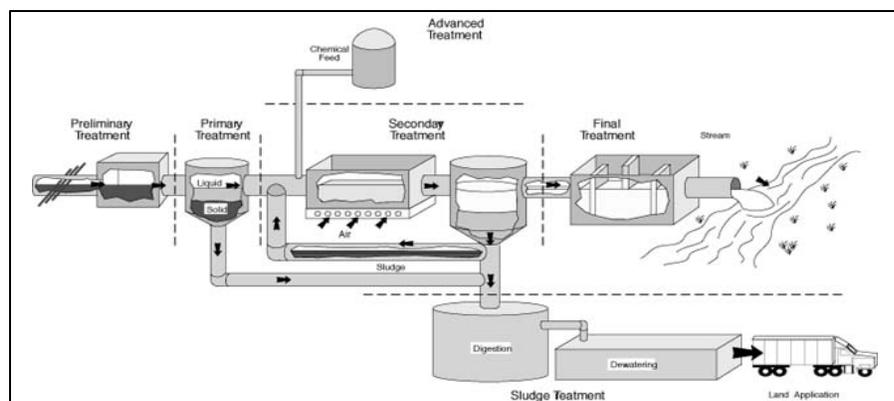
5. Pengolahan tingkat lanjutan

Pengolahan tingkat lanjutan penting pada beberapa pengolahan untuk memindahkan nutrisi dari limbah. Bahan-bahan kimia biasanya ditambahkan selama proses pengolahan untuk membantu mengendapkan fosfor atau nitrogen. Contoh nutrisi yang dipindahkan yakni penambahan koagulan untuk fosfor dan pemanasan udara untuk pemindahan amoniak.

6. Endapan

Endapan dihasilkan melalui proses pengolahan kotoran. Endapan primer adalah material yang mengendap selama proses pengolahan primer. Endapan sekunder merupakan mikroorganisme ekstra dari proses pengolahan biologis. Tujuan pengolahan endapan adalah untuk menetralkan endapan, memindahkan air dan mengurangi volume, menguraikan material organik dan membunuh organisme penyebab penyakit dalam lumpur.

Proses pengolahan air limbah membutuhkan manajemen yang baik untuk menjaga kemurnian air serta diperlukan adanya operasional dan pengawasan terhadap proses pengolahan air limbah sampai tahap akhir. Proses yang dikemukakan diatas dapat dilihat pada gambar 3.



Sumber : Ohio State University Extension Fact Sheet.

Gambar 3: Prinsip dan Regulasi Pengolahan Air Limbah.

G. Model Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit

Sebagai bagian dari upaya penyehatan lingkungan dari kerusakan khususnya penurunan kualitas air, sebagai akibat pembuangan air limbah baik oleh masyarakat, industri, instansi, perhotelan maupun rumah sakit langsung ke sungai atau pantai tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, menyebabkan munculnya banyak model sistem pengolahan air limbah dengan teknologi tinggi dikembangkan oleh beberapa lembaga atau perusahaan-perusahaan besar yang peduli dengan penyehatan lingkungan. Adapun beberapa model pengolahan air limbah tersebut dapat dilihat pada beberapa rumah sakit berikut ini :

1. Model Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Stella Maris.

Laporan UKL-UPL rumah sakit Stella Maris (2006). Sumber limbah cair utama rumah sakit Stella Maris antara lain dari ruang operasi, laboratorium, kamar/ruang perawatan, kegiatan laundry, ruang bersalin, pelayanan gizi, kamar mandi/WC, dapur, dan lain-lain.

Proses pengolahan air limbah pada rumah sakit ini yaitu :

a. Pengolahan Pendahuluan.

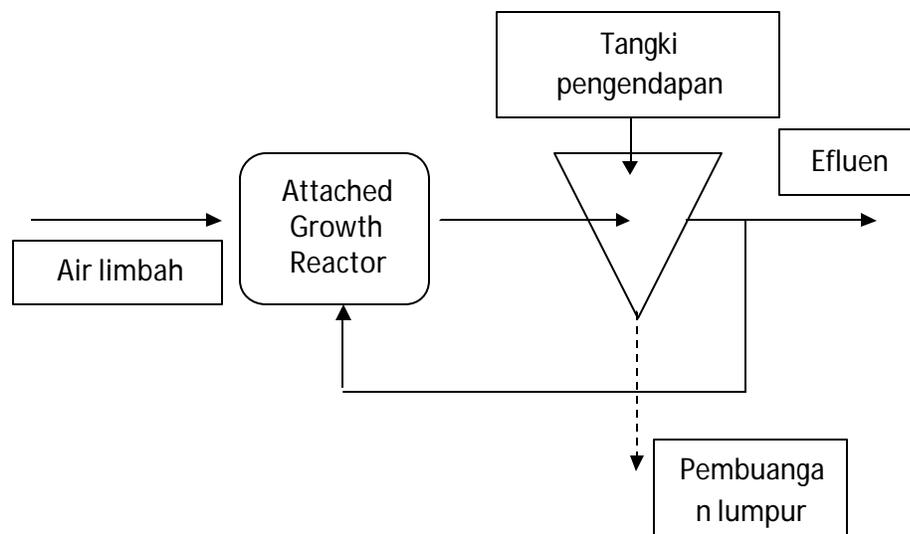
Dilakukan untuk air limbah yang berasal dari dapur dan laundry. Dari dapur dengan cara *Grease-Trap* yaitu untuk memisahkan minyak dan lemak yang dapat mengganggu sistem perpipaan air limbah, dan laundry dengan *Interceptor Tank* yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya *shock-load* dan mengurangi intensitas desinfektan yang digunakan dalam kegiatan laundry.

b. Pengolahan Utama

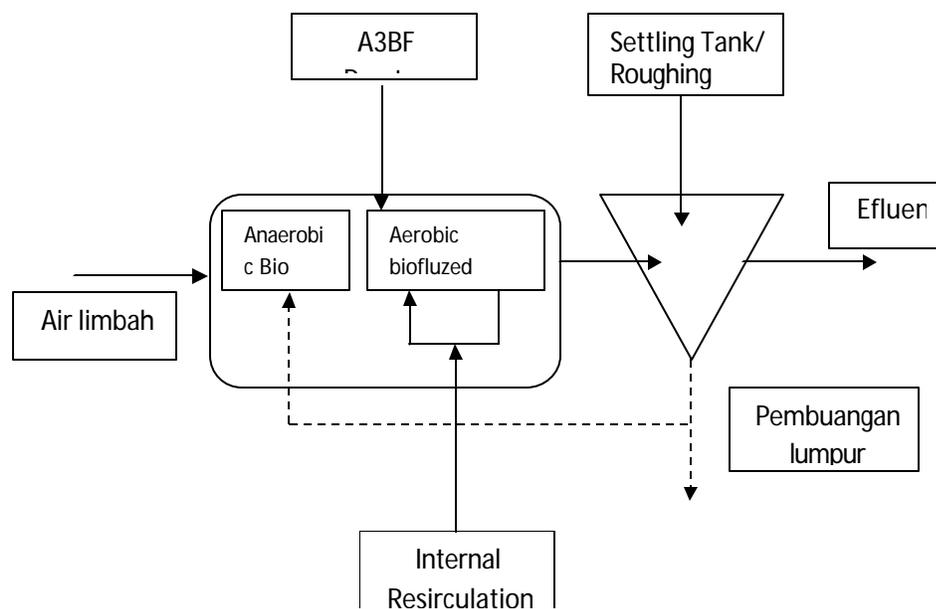
Terdiri dari 3 proses yaitu secara biologis melalui proses Anaerobic dengan menggunakan Reaktor Anaerobic Bio-Filter / Rabic-Pro yang berfungsi untuk menurunkan kandungan BOD dengan efisiensi 60-80%, dan proses Aerobic dengan menggunakan Reaktor Aerobic-Activated-Biofilter, yang berfungsi untuk menurunkan kandungan BOD dengan efisiensi 90% dan NH_4^+ = 90%. Proses fisika, yaitu melalui proses filtrasi dengan menggunakan *Coarse Filter* yang berfungsi untuk menurunkan kandungan Solid dan NH_4^+ , dan proses kimiawi dengan menggunakan desinfektan Chlor cair dengan dosis 20-30 mg/liter tergantung sisa NH_4^+ dari hasil pengolahan sebelumnya.

Kelebihan dari IPAL dengan sistem A3BF jika dibandingkan dengan sistem *Attched Growth Konvensional* adalah *Organic volumetric loading* lebih besar, mampu meredam adanya gejolak beban organik dalam air limbah, lebih mampu mengolah jenis zat organik yang *slowly bio-*

degradable, tidak membutuhkan resirkulasi effluen dan dapat dengan mudah dimodifikasi untuk proses pemisahan nutrien (unsur nitrogen dan fosfor).



Gambar 4. Diagram proses IPAL Tipe A3BF



Gambar 5. Diagram pemisahan nutrien pada proses ipal type A3BF

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan type A3BF (*Anaerobic-Aerobic-Activated-Bio Filter*), yaitu sistem pengolahan air limbah dengan menggunakan proses biologis yakni gabungan antara proses biologis *anaerobic* dan *aerobic* di dalam reaktor dengan kandungan organik dengan biodegradable. Dalam proses pengolahannya, rumah sakit ini memakai 3 buah tabung reaktor dengan kapasitas maksimum masing-masing reaktor adalah 50 m³, sehingga total kapasitas reaktor IPAL A3BF adalah 150 m³. Tabung ini berbentuk bulat lonjong, dengan panjang ±5 m, lebar ±2,5 m, dan tinggi ±2,5 m. Untuk reaktor nomor 1 dan 2, air limbah yang diolah berasal dari 3 bak penampungan yang berasal dari 4 pipa pembuangan air limbah, yaitu:

1. Pipa pertama berasal dari saluran limbah di provinsialat, biara Stella Maris, asrama, maintenance, dan kamar rawat inap (bedah).
2. Pipa kedua berasal dari dapur dan laundry.
3. Pipa ketiga berasal dari ruang operasi, laboratorium, kamar rawat inap bedah, ruang perawatan (kandungan).

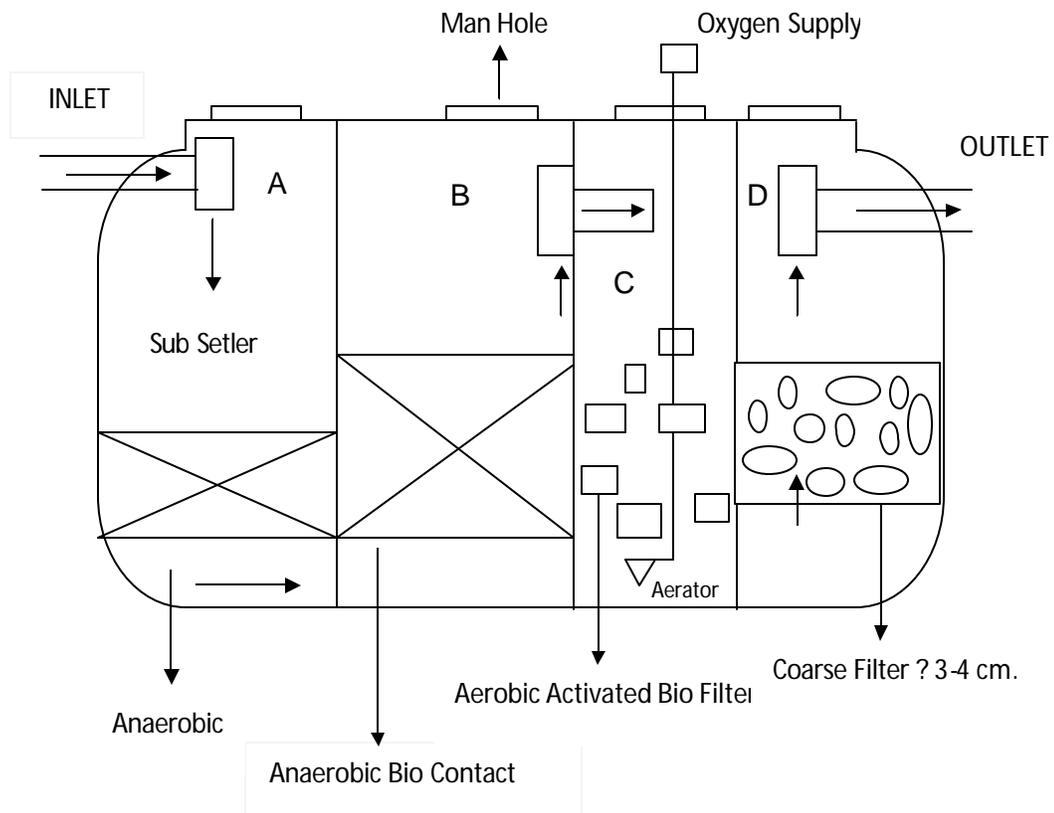
4. Pipa keempat berasal dari *emergency* yang dialirkan ke bak penampungan akhir (*inlet*) yang akan diolah di reaktor 1 dan 2. Sedangkan untuk reaktor nomor 3 berasal dari saluran air limbah dari ruang VIP, ruang rawat inap interna, ruang isolasi, ruang rawat inap anak, dan gedung baru. Untuk mengalirkan limbah dari *base septick* ke saluran akhir dipakai pompa dengan sistim kemiringan/elevasi.

Proses sirkulasi dalam pengolahan Air Limbah menggunakan Type A3BF, adalah:

1. Limbah masuk ke ruang A melalui *Polloted Influent (Inlet)*. Disini akan dialirkan secara vertikal ke bawah melewati *subsetler*, di mana dalam *subsetler* tersebut banyak terdapat bakteri anaerob sehingga limbah yang masih banyak mengandung bahan organik akan mengalami fermentasi secara anaerob. Hasil akhir fermentasi tersebut akan mengalir ke ruang B.
2. Dari ruang A ke B akan dialirkan melewati penyekat secara horisontal. Di ruang B akan dialirkan secara vertikal ke atas dan akan melewati *subsetler* yang telah banyak ditumbuhi bakteri anaerobik yang akan mengurai sisa bahan organik ruang A. Sisa-sisa bahan organik yang tidak bisa diurai oleh bakteri anaerobik akan dialirkan ke ruang C.
3. Di ruang C akan disuplai oksigen oleh *Submersible Jet Aerator* dengan tujuan menghidupkan bakteri aerobik dan membunuh bakteri anaerobik. Sisa-sisa bahan organik yang tidak bisa diurai oleh bakteri anaerobik, akan diurai oleh bakteri aerobik. Di sini akan terjadi

pemisahan zat amoniak (NH_3) oleh oksigen. Dengan adanya oksigen secara melimpah, maka akan terjadi pelepasan terhadap amoniak (NH_3) dari air limbah. Selanjutnya air akan dialirkan dari ruang C ke ruang D.

4. Pada ruang D terdapat material batu-batuan. Tujuannya untuk pemerataan aliran yang diikuti dengan penguraian bahan organik oleh bakteri aerobik.
5. Hasil akhir dari ruang D dibuang melewati Outlet dimana kandungan bahan organik dari air tersebut sudah relatif kecil, sehingga air yang ada sudah tidak berbau.
6. Dari pipa Outlet air tersebut dialirkan ke bak/tandon penampungan untuk dilakukan proses klorinasi, sebelum dimanfaatkan langsung untuk penyiraman tanaman pada taman-taman yang ada, pengairan kolam ikan, dan kolam tanaman air yang berfungsi untuk *landscaping*.
7. Pembuangan lumpur dari sisa bio-mas yang sudah tidak aktif dilakukan dari Anaerobik, sedimentasi atau hasil pencucian (*washing*) pada *Roughing Filter*. Penyalurannya melalui saluran pipa (PVC) ke bak penampungan lumpur. Dimensi dari bak penampung ini berukuran panjang 1,5 m, lebar 1,5 m dan mempunyai kedalaman 1,5 m dari permukaan tanah.



Gambar 6. Sketsa potongan memanjang (*detail*) ipal type A3BF.





Gambar 7. Tabung Reaktor IPAL Type A3BF



Gambar 8. Bak pengolahan akhir (Proses c lorinasi)





Gambar 9. Bak penampungan lumpur dan air hasil olahan

2. Model Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta

Menurut Giyatmi (2003). Pengolahan air limbah pada RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta menggunakan Lumpur aktif, yang bertujuan dapat memperoleh hasil outlet dibawah ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan. Untuk itu pengolahan air limbah dari awal (*inlet*) sampai akhir (*outlet*) harus melalui unit-unit proses

Sebagai berikut :

a. Bak Penyaring (*barscreen*)

Merupakan unit operasi yang pertama-tama dijumpai dalam bangunan pengolahan air limbah. Air limbah yang dihasilkan oleh unit-unit penghasil limbah ditampung di bak penampung sementara lalu dialirkan ke pipa pemasukan dengan debit rata-rata 8 liter/detik. Dari inlet ini bak penyaring mulai berfungsi menyaring bahan-bahan kasar seperti plastik,

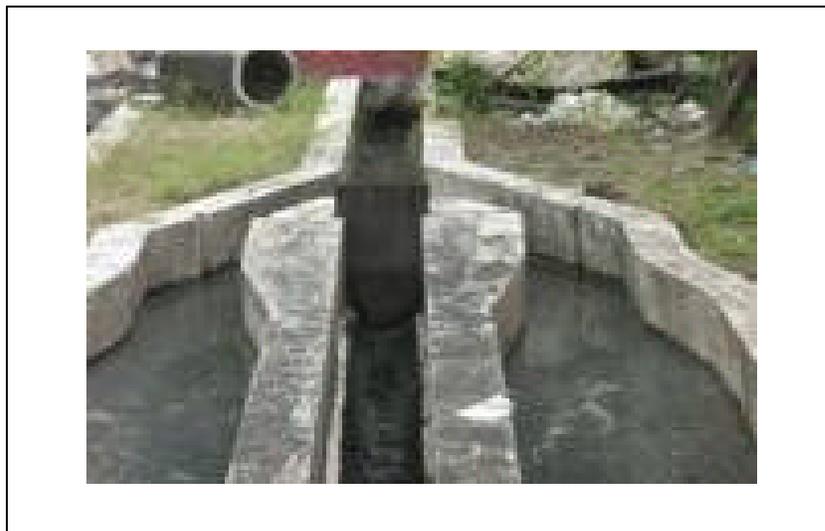
kertas, kayu untuk tidak masuk ke unit pengolahan selanjutnya. Bak penyaring juga berfungsi untuk melindungi pompa, valve dan peralatan instalasi lainnya dari gangguan yang disebabkan oleh kehadiran benda - benda kasar yang terbawa aliran. Bak penyaring yang ada pada instalasi pengolahan air limbah RSUP Dr. Sardjito terbuat dari anyaman besi stainless steel sebanyak dua buah yang dipasang secara vertikal dan sejajar. Bahan-bahan kasar yang tersangkut/tersaring diangkut secara manual dan dibuang sebagai sampah.



Gambar 10. Bak penyaring (*barscreen*)

b. Bak penangkap pasir

Bak penangkap pasir berfungsi untuk menghilangkan kerikil halus yang berupa pasir, koral atau zat padat berat lainnya yang mengalami penurunan kecepatan atau mempunyai gaya berat lebih besar dari zat organik yang dapat membusuk dalam air limbah. Pada bak penangkap pasir ini terdapat tiga bagian aliran air limbah. Dua bagian digunakan secara rutin dan satu lagi digunakan sebagai cadangan bila ada bagian yang dikuras atau dibersihkan. Volume Bak adalah panjang x lebar x tinggi = 7 m x 1,9 m x 0,8 m = 10,64 m³.



Gambar 11. Bak penangkap pasir

c. Bak equalisasi

Setelah melewati bak penangkap pasir, air limbah dengan debit antara 5-30 liter/detik dialirkan masuk ke bak equalisasi. Letak bak equalisasi berada lebih rendah dari bak penangkap pasir. Hal semacam ini secara tidak langsung memberikan kontak antara oksigen dengan air limbah saat terjunan air dari bak penangkap pasir masuk ke kolam equalisasi. Fungsi utama dari bak equalisasi adalah untuk perataan debit air limbah yang masuk ke unit pengolahan selanjutnya. Selain itu bak equalisasi ini juga berfungsi sebagai kolam pencampuran air limbah itu sendiri. Pencampuran ini dimaksudkan untuk menciptakan keadaan yang homogen dari air limbah tersebut untuk selanjutnya dipompa ke bak aerasi. Pencampuran air limbah dalam bak equalisasi dilakukan dengan memompakan air limbah yang ada dalam bak equalisasi itu sendiri dan selanjutnya dimasukkan lagi. Pencampuran juga dilakukan oleh pompa pengangkut air limbah dari bak equalisasi ke bak aerasi dengan cara mengembalikan sebagian dari debit yang diangkut ke bak aerasi. Hal ini dilakukan karena bak aerasi mempunyai kapasitas pengolahan antara 10-12 liter/detik, sedangkan tenaga pompa pengangkut adalah 20 liter/detik, sisanya 10 liter/detik dikembalikan ke bak equalisasi. Volume dari bak equalisasi adalah 200 m^3 , dengan dimensi panjang x lebar x tinggi = 5,5 m x 5,5 m x

7 m



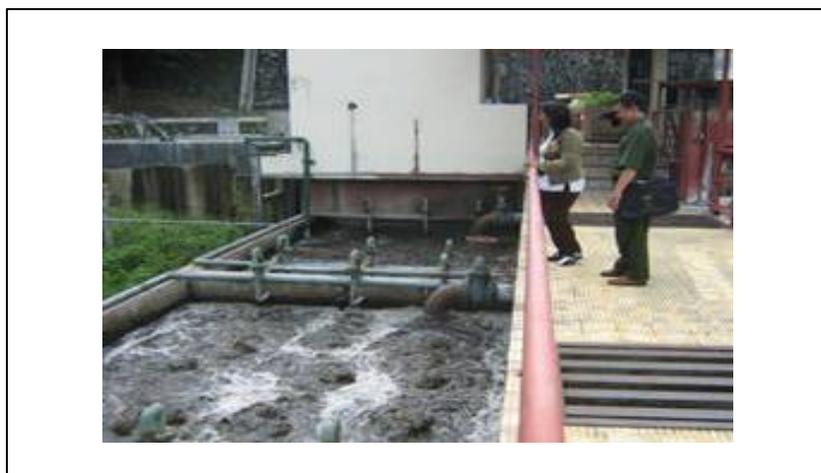
Gambar 12. Bak equalisasi

d. Bak aerasi

Pengambilan zat pencemar yang terkandung dalam air limbah merupakan tujuan daripada pengolahan air limbah. Proses penambahan oksigen (*aerasi*) kedalam air limbah sangat menentukan keberhasilan pengolahan air limbah, karena pada tahap ini kotoran-kotoran organik yang terkandung di dalam air limbah akan di urai dan dihilangkan secara biokimiawi dengan bantuan bakteri aerobik anaerobik. Proses aerobik terjadi pada permukaan bak, sedangkan proses anaerobik terjadi pada bagian dasar/bawah kolam yang tidak mengandung oksigen. Proses aerobik dan anaerobik dalam suatu bak aerasi terjadi secara bersamaan. Reaksi kimia yang terjadi secara aerob oleh mikroorganisme akan menghasilkan CO_2 , H_2O , H_2S , CH_4 , NH_3 , N_2 dan mikroorganisme baru. Bak aerasi pada instalasi pengolahan air limbah RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta memasukkan udara ke dalam air limbah melalui benda porous atau nozel. Nozel diletakkan di bagian dasar bak sebanyak 15 buah yang

disusun seri dalam tiga baris sehingga ada lima nozel dalam satu barisnya. Pada proses aerasi harus tersedia oksigen minimum 1-2 mg/liter air limbah atau secara teoritis banyaknya oksigen yang harus disediakan dibanding dengan derajat kekotoran air limbah yang ada adalah sebesar 40-80 m³ udara untuk setiap satu kg BOD.

Dengan adanya penambahan oksigen dan lumpur ke dalam bak aerasi dapat meningkatkan penambahan mikroorganisme seiring dengan pembentukan sel-sel baru, disamping ada juga sel-sel yang mati. Jumlah sel yang baru lebih banyak dari sel yang mati sehingga terjadi pertumbuhan mikroorganisme positif (*positif net growts*). Hasil dari penguraian zat organik yang terdapat dalam air limbah pada bak aerasi ini akan membentuk flok (*biosolid*) yang kemudian dialirkan ke dalam bak pengendapan (*sedimentasi*).



Gambar 13. Bak Aerasi

e. Bak pengendapan (sedimentasi)

Biosolid atau flok-flok yang terbentuk dari proses perombakan zat organik dari limbah yang terjadi pada bak aerasi mengalir dan mengendap pada bak pengendap. Waktu pengendapan pada bak sedimentasi berlangsung selama 6 jam. Biosolid atau lumpur yang dapat diendapkan dalam bak sedimentasi adalah sebanyak 10-25% dari jumlah air limbah yang masuk. Lumpur yang mengendap ini lima hari sekali dipompakan ke *sludge drying bed* dimana sebelumnya di *recycle* terlebih dahulu ke bak aerasi sebanyak 50 m³ sebagai nutrien dan mikroorganisme pengurai zat organik dalam air limbah berikutnya. Permasalahan yang selalu timbul pada bak pengendap lumpur adalah adanya flok-flok yang mengapung diatas permukaan bak sedimentasi. Flok-flok ini terjadi di dasar bak yang menghasilkan gas-gas yang terbawa ke atas dan mengapungkan kembali flok-flok yang akan mengendap. Flok-flok yang mengapung dipermukaan air ini dapat dihilangkan dengan pengadukkan secara mekanis dan juga dengan mengeluarkan melalui *over flow* masuk ke sumur penampungan flok untuk selanjutnya dipompakan kembali ke bak aerasi.

Dalam pelaksanaannya meskipun sudah dilakukan upaya pengurangan seperti tersebut diatas, ternyata masih banyak flok-flok tersebut yang lolos dari bak sedimentasi mengalir masuk ke bak kontak chlor dan bahkan ada yang sampai ke pengeluaran akhir (*effluen*). Selama dalam perjalanannya itu, flok-flok tersebut juga terjadi pengendapan.





(a). Bak Flokulasi

(b). Bak Pengendapan

Gambar 14. Bak Pengendapan dan Bak Flokulasi

f. Bak penampung lumpur

Bak penampung lumpur ini berfungsi untuk menampung lumpur dari bak sedimentasi untuk selanjutnya dipompakan ke bak aerasi sebagai recycle. Bak ini juga berfungsi untuk menampung lumpur sisa recycle untuk selanjutnya lima hari sekali dipompakan ke bak pengering lumpur (*sludge drying bed*). Volume dari bak penampung lumpur adalah 40 m^3 dengan dimensi panjang x lebar x tinggi = $4 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 5 \text{ m}$



Gambar 15. Bak penampung lumpur

g. Bak uji biologis

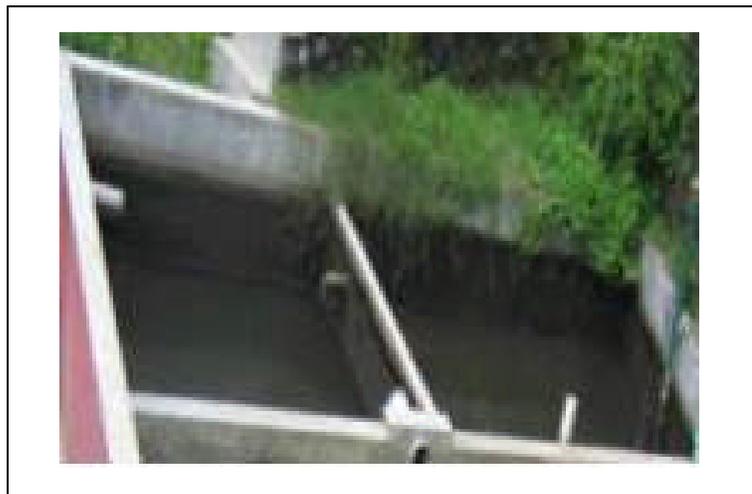
Air limbah yang keluar dari bak sedimentasi mengalir melalui bak kontak chlor sementara masuk ke bak uji biologis. Bak uji biologis ini berfungsi untuk melihat apakah air limbah hasil pengolahan sudah layak dibuang ke badan air atau belum. Dalam bak uji biologis ini dipelihara ikan dan tumbuhan azola sebagai indikator. Ikan dan azola hidup dan tumbuh dengan baik, hal ini menunjukkan bahwa air limbah tersebut sudah layak dibuang ke badan air.



Gambar 16. Bak uji biologis

h. Bak desinfeksi dan bak kontak chlor

Merupakan unit pengolahan yang terakhir dalam setiap instalasi pengolahan air sebelum hasil pengolahan dialirkan ke badan air. Bahan desinfektan yang sering dipergunakan adalah chlorin yang berbentuk garam atau lebih dikenal dengan nama kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$). Hal yang paling penting dalam pembunuhan mikroorganisme dalam air hasil pengolahan (*effluen*) minimal 0,3 mg/liter. Untuk dapat menghasilkan sisa chlor sesuai dengan batas yang telah ditetapkan, diperlukan waktu kontak antara titik pembubuhan sampai *effluen* selama 30-60 menit. Setelah itu *effluen* baru dialirkan ke badan air penerima. Kebutuhan kaporit yang diperlukan untuk membunuh mikroorganisme pada instalasi pengolahan air limbah RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta adalah ± 1 kg/hr.



Gambar 17. Bak desinfeksi dan bak kontak chlor

i. Bak pengering lumpur

Lumpur merupakan hasil akhir dari setiap instalasi pengolahan air limbah. Pada Instalasi pengolahan air limbah yang menggunakan sistem lumpur aktif yang dihasilkan dalam bak sedimentasi sebagai *recycle* dan sebagian lagi dipompakan ke bak pengering lumpur (*sludge drying bed*). Lumpur yang ditumpahkan ke bak pengering lumpur biasanya mengandung kadar solid 10% dan air 90%. Instalasi pengolahan air limbah RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta dalam mengeringkan lumpur yang dihasilkan oleh proses pengolahan air limbah menggunakan delapan buah bak pengering lumpur. Bak pengering lumpur ini dilengkapi dengan media penyaring setebal 40 cm yang terdiri dari pasir halus, pasir kasar dan koral besar. Air yang meresap melewati lapisan penyaring, masuk ke pipa *unser drain* dan sebagian lagi menguap ke udara. Waktu pengeringan lumpur biasanya 3-4 minggu dengan ketebalan lapisan lumpur dalam bak pengering antara 15-25 cm. Semakin tebal lapisan lumpur, waktu pengeringan semakin lama apalagi ke dalam bak pengering lumpur yang sudah terisi lumpur masih dimasukkan lagi lumpur yang baru. Keadaan cuaca juga sangat mempengaruhi lamanya waktu pengeringan lumpur.



Gambar 18. Bak pengering lumpur

H. Penelitian Terdahulu

Tulisan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Meytie (2005), yaitu konsep perencanaan prasarana pengolahan air limbah badan rumah sakit daerah Luwuk Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun suatu konsep perencanaan sistem prasarana pengolahan air limbah pada BRSD Luwuk Kabupaten Banggai yang sesuai dengan karakteristik air limbah yang dihasilkannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi ketersediaan prasarana pengolahan air limbah BRSD Luwuk sangat minim dan tidak dapat mereduksi zat pencemarannya. Oleh karena itu dibuat konsep perencanaan prasarana pengolahan air limbah yang memenuhi standar baku mutu limbah cair rumah sakit.

I. Kerangka Konseptual

Rumah sakit adalah sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan upaya pelayanan kesehatan yang meliputi pelayanan rawat jalan, rawat inap, pelayanan gawat darurat, pelayanan medik dan non medik yang dalam melakukan proses kegiatan hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan sosial, budaya dan dalam menyelenggarakan upaya dimaksud dapat mempergunakan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar terhadap lingkungan.

Limbah yang dihasilkan rumah sakit dapat membahayakan kesehatan masyarakat, yaitu limbah berupa virus dan kuman yang berasal dari Laboratorium Virologi dan Mikrobiologi yang sampai saat ini belum ada alat penangkalnya sehingga sulit untuk dideteksi. Limbah cair dan limbah padat yang berasal dari rumah sakit dapat berfungsi sebagai media penyebaran gangguan atau penyakit bagi para petugas, penderita maupun masyarakat. Gangguan tersebut dapat berupa pencemaran udara, pencemaran air, tanah, pencemaran makanan dan minuman. Pencemaran tersebut merupakan agen-agen kesehatan lingkungan yang dapat mempunyai dampak besar terhadap manusia. Kegiatan rumah sakit menghasilkan berbagai macam limbah yang berupa benda cair, padat dan gas. Pengelolaan limbah rumah sakit adalah bagian dari kegiatan penyehatan lingkungan di rumah sakit yang bertujuan untuk melindungi masyarakat dari bahaya pencemaran lingkungan yang bersumber dari limbah rumah sakit.

Masalah yang dikhawatirkan apabila air limbah tidak diolah dengan baik akan menimbulkan pencemaran pada air, tanah dan lingkungan sekitar rumah sakit sehingga untuk mencegah dampak yang ditimbulkannya maka diperlukan prasarana pengolahan air limbah yang memenuhi syarat kesehatan untuk menyalurkan, mengumpulkan dan mengolah serta pembuangan air limbah tersebut sehingga *efluen* yang dihasilkan tidak melebihi baku mutu air limbah cair pada Kegiatan Rumah Sakit berdasarkan Keputusan Menteri Negara lingkungan Hidup KEP-58/MENLH/12/1995, Undang-undang Republik Indonesia No. 23 tahun 1992 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air.

Untuk hal tersebut diatas maka diperlukan suatu penelitian tentang ketersediaan sarana pengolahan air limbah yang saniter (yang memenuhi syarat kesehatan) pada Rumah Sakit Umum Daerah Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo. Secara skematis kerangka konsep dapat dilihat pada gambar 19

