

**SPEKIFIKASI DAN EFEKTIVITAS PERALATAN PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR DOMESTIK
(STUDI KASUS RUSUNAWA BLOK D
UNIVERSITAS HASANUDDIN)**

*The Specifications and Effectiveness
Of Domestic Wastewater Treatment Equipment
(Case Study of Rusunawa Blok D
Hasanuddin University)*

ERYANTO BAHAR



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

**SPEKIFIKASI DAN EFEKTIVITAS PERALATAN PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR DOMESTIK
(STUDI KASUS RUSUNAWA BLOK D
UNIVERSITAS HASANUDDIN)**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup**

Disusun dan diajukan oleh

ERYANTO BAHAR

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

T E S I S

**Spesifikasi dan Efektivitas Peralatan Pengolahan
Limbah Cair Domestik (Studi Kasus Rusunawa Blok D
Universitas Hasanuddin)**

Disusun dan diajukan oleh

**ERYANTO BAHAR
Nomor Pokok P0302210004**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal 24 Mei 2013
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat,

Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali
Ketua

Ketua Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup

Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc.
Anggota

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Ngakan Putu Oka, M.Sc.

Prof. Dr. Ir. Mursalim, M.Sc.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ERYANTO BAHAR
Nomor Mahasiswa : P0302210004
Program studi : Pengelolaan Lingkungan Hidup

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

Makassar, 28 Mei 2013
Yang menyatakan

ERYANTO BAHAR

PRAKATA

Tulisan ini merupakan laporan lengkap hasil penelitian Spesifikasi dan Efektivitas Peralatan Pengolahan Limbah Cair Domestik Studi Kasus Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin. Dalam pelaksanaan studi ini penulis banyak mendapatkan bantuan baik dari perorangan ataupun instansi/lembaga baik swasta maupun pemerintahan. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali, sebagai ketua komisi penasehat dan Bapak Prof. Dr. Musrizal Muin, M.Sc. sebagai sekretaris komisi penasehat, yang telah banyak memberikan petunjuk pengarahannya dan bimbingan sejak dimulainya hingga pada akhir penelitian ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ngakan Putu Oka, M.Sc., Dr. Maming, MS. dan Prof. Dr. Kahar Mustari, MS. sebagai anggota komisi penasehat studi yang telah banyak memberikan petunjuk dan nasehat-nasehat sesuai dengan bidang keahlian masing-masing dalam penelitian ini.
3. Bapak Kepala UPT Aset Universitas Hasanuddin beserta staf pengelola Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

4. Bapak Kepala Laboratorium Kesehatan dan Keselamatan Kerja Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi yang telah memberikan kesempatan menggunakan fasilitas laboratorium kimia untuk menganalisis sampel air.
5. Bapak Bupati Jeneponto beserta jajarannya yang telah memberikan ijin dalam penyelesaian studi ini.
6. Teman-teman Pascasarjana Universitas Hasanuddin Program Studi PLH, FKM, dan SSP, yang telah banyak memberikan semangat, dan kerjasama, baik selama perkuliahan sampai penyelesaian studi ini.
7. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah banyak memberikan dorongan moril dan materi dalam pelaksanaan dan penyelesaian studi ini.

Penulis menyadari bahwa mungkin masih banyak terdapat kekurangan-kekeurangan dan kekeliruan dalam laporan ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan dan penyempurnaan tulisan ini.

Semoga tulisan ini bermanfaat adanya.

Makassar, Mei 2013

Penulis,

ABSTRAK

Eryanto Bahar. *Spesifikasi dan Efektivitas Peralatan Pengolahan Limbah Cair Domestik Studi Kasus Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin* (dibimbing oleh Abu Bakar Tawali dan Musrizal Muin).

Penelitian ini bertujuan untuk: mengetahui karakteristik limbah cair di Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin, merancang peralatan pengolahan limbah sesuai dengan karakteristik limbah, dan menganalisis efektivitas peralatan pengolah limbah cair yang dibuat.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2012 yang bertempat di Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin sedangkan pengujian sampel dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Kesehatan dan Keselamatan Kerja Makassar. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksperimen yaitu merancang peralatan pengolahan limbah cair domestik dan menguji efektivitas peralatan yang dibuat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Limbah cair di Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin telah melampaui ambang batas dengan nilai BOD₅ sebanyak 92,13 mg/L, TSS sebanyak 38,80 mg/L. Efektivitas peralatan pengolah limbah cair yang dibuat menunjukkan bahwa peralatan pengolahan limbah cair berhasil menurunkan parameter BOD₅ sebanyak 82,26% dan penyisihan TSS sebanyak 81,44%. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah ketebalan media penyaring 65 cm, dengan kecepatan pengolahan limbah cair terbaik 10 mL/detik sudah memenuhi kualitas limbah cair domestik sesuai peraturan Gubernur No 69 tahun 2010.

Kata kunci: Pengolahan limbah, Limbah cair domestik, Spesifikasi peralatan, Efektivitas peralatan

ABSTRACT

Eryanto Bahar. *The Specifications and Effectiveness of Domestic Wastewater Treatment Equipment Case Study of Rusunawa Blok D Hasanuddin University (Supervised by Abu Bakar Tawali dan Musrizal Muin).*

This study aims to determine the characteristics of wastewater in Rusunawa Blok D Hasanuddin University, designing wastewater treatment equipment in accordance with the characteristics of wastewater, and Analyze effectiveness of waste water treatment equipment made.

This study was conducted in May-July 2012 was held at Rusunawa Blok D Hasanuddin University, while sample testing conducted at the Laboratory Center for Occupational Health and Salvation Makassar. The method used in this research is to design an experiment that domestic wastewater treatment equipment and analyze the effectiveness of the equipment is made.

The results showed that the wastewater in Rusunawa Blok D Hasanuddin University has exceeded the threshold value of BOD₅ as much as 92.13 mg/L, TSS much as 38.80 mg/L, and the parameter oil and grease is not identified. Analyze effectiveness of wastewater treatment equipment made shows that wastewater treatment equipment parameters managed to reduce as much as 82.26% BOD₅ and TSS allowance as much as 81.44%. Best variable in this study is the thickness of the filter medium 65 cm, with the speed of the best wastewater treatment 10 mL/sec meets the threshold value required of domestic wastewater in compliance with Governor No. 69 of 2010.

Keywords: wastewater treatment, domestic wastewater, Spesification equipment, Effectiveness equipment.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Limbah Cair Domestik	4
B. Parameter Limbah Cair	9
1 Total Padatan Tersuspensi (TSS)	9
2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	9
C. Dampak Limbah Cair Rumah Tangga	10
1 Pencemaran pada Badan Air	10
2 Pencemaran pada Tanah	11

3	Air Limbah dan Kehidupan Vektor	13
D.	Evaluasi Limbah Cair	13
E.	Sistem Pengolahan Limbah Cair	17
F.	Dasar-Dasar Pengolahan Limbah Cair	23
G.	Filter	26
H.	Syarat Baku Mutu Air Limbah Cair Domestik	29
I.	Penelitian yang telah dilaksanakan	29
J.	Profil Lokasi Penelitian	32
K.	Kerangka Konseptual	33
III	METODE PENELITIAN	35
A.	Rancangan Penelitian	35
B.	Waktu dan Tempat Penelitian	35
C.	Populasi dan Sampel	36
1.	Populasi	36
2.	Sampel	36
D.	Alat dan Bahan	37
E.	Prosedur Penelitian	38
1.	Karakterisasi Limbah	28
2.	Pembuatan Reaktor	41
3.	Analisis Efektivitas Peralatan Yang Dibuat	42
F.	Analisis Data	43
G.	Diagram Alir Penelitian	44

IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
	A. Hasil Penelitian	45
	B. Pembahasan	55
V	KESIMPULAN DAN SARAN	61
	A. Kesimpulan	61
	B. Saran	62
	DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Perkiraan volume aliran limbah cair dan beban BOD yang dihasilkan dari berbagai jenis bangunan dan pelayanan	5
2. Perkiraan komposisi limbah cair rumah tangga rata-rata berdasarkan volume aliran 400 liter/orang/hari	7
3. Perhitungan porsi sampel per jam untuk menyusun sampel gabungan	16
4. Fungsi utama berbagai unit pada proses pengolahan limbah cair	22
5. Kriteria perencanaan media filter untuk pengolahan air bersih	28
6. Baku mutu air limbah domestik	29
7. Cara pengawetan dan penyimpanan sampel air limbah	37
8. Laju Alir limbah cair domestik	45
9. Komposisi Kimia Sampel limbah cair domestik	47
10. Komposisi Fisika Sampel limbah cair domestic	47
11. Efektivitas peralatan pengolahan limbah terhadap penyisihan TSS	52
12. Efektivitas peralatan pengolahan limbah terhadap penyisihan BOD ₅	53
13. Hasil uji stastistik pengaruh laju alir pengolahan limbah cair terhadap persentase penyisihan kadar BOD ₅ air limbah domestic	56

14. Hasil uji statistik pengaruh laju alir pengolahan limbah cair terhadap
persentase penyisihan kadar TSS air limbah domestik

59

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Pola aliran limbah cair kota secara umum	15
2. Tahapan dan fungsi proses pengolahan limbah cair	21
3. Saringan pasir lambat	24
4. Saringan pasir cepat	25
5. Skema tangki septik yang dilengkapi dengan filter “up flow”	31
6. Foto tampak depan Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin	32
7. Kerangka konseptual	34
8. Alat pengambil sampel bertangkai panjang	37
9. Diagram alir penelitian	44
10. Laju alir limbah cair domestik	46
11. Hasil akhir pembuatan instalasi pengolahan limbah cair	49
12. Grafik penurunan nilai BOD ₅	56
13. Grafik penurunan TSS	59

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan jumlah penduduk berakibat meningkatnya kebutuhan permukiman baru sehingga mendorong adanya penciptaan permukiman-permukiman baru maupun bertambah padatnya permukiman yang sudah ada. Hal yang tidak bisa dihindari adalah adanya peningkatan jumlah limbah cair yang dihasilkan pada lingkungan permukiman tersebut.

Peningkatan jumlah pemukiman di Indonesia sangat signifikan terhadap peningkatan limbah cair. Pada tahun 2010, jumlah penduduk Indonesia mencapai 237,6 juta jiwa (Hafidz, 2011). Jika dikalikan rata-rata konsumsi air per orang per hari 100 gallon atau 250 liter/orang/hari (Drinan, 2001) maka diperoleh kisaran pemakaian air sebanyak 59.400.000.000 liter/hari yang menjadi air limbah di Indonesia. Limbah cair rumah tangga dengan jumlah yang sangat besar tersebut apabila tidak ditangani dengan cukup baik, akan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan diantaranya penurunan kualitas air badan air dan air tanah, penurunan tingkat kesuburan tanah, maupun penurunan tingkat estetika suatu wilayah.

Air limbah rumah tangga umumnya mengandung zat organik dalam konsentrasi yang cukup besar dan sisa-sisa pencucian berupa deterjen.

Menurut Wang (1992), air limbah yang mengandung deterjen berdampak pada penurunan kesehatan masyarakat, biodegradasi mikroorganisme, penurunan kualitas tanah dan air tanah, serta persediaan air minum.

Nilai BOD yang tinggi dari suatu limbah cair yang dibuang ke perairan alami akan menyusutkan kandungan oksigen terlarut pada perairan itu. Makhluk air yang tinggi tidak dapat hidup di perairan ini akibat kebutuhan oksigen untuk kehidupannya tidak tercukupi (Supriadi, 2008).

Saat ini pengolahan limbah cair domestik masih sangat minim dilakukan di Indonesia karena mahalnya biaya pembuatan instalasi pengolahan air limbah. Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin merupakan salah satu sampel yang dapat mewakili rumah tangga yang limbah cairnya tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan. Rusunawa Blok D terdiri atas 90 kamar dengan penghuni rata-rata 70-100 orang per hari. Berdasarkan kondisi tersebut, dipandang perlu melakukan penelitian untuk mengkaji model peralatan pengolahan limbah cair di Rusunawa Blok D sehingga limbah cair yang terbuang pada lingkungan diharapkan sudah memenuhi syarat baku mutu.

B. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana karakteristik limbah cair domestik di Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin?

- b. Bagaimana membuat peralatan pengolahan limbah sesuai dengan karakteristik limbah cair domestik?
- c. Bagaimana efektivitas peralatan pengolahan limbah yang telah dibuat terhadap air limbah cair?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah sebagaimana diuraikan di atas, maka penulis dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut :

- a. Mengetahui karakteristik limbah cair di Rusunawa Blok D Unhas.
- b. Merancang peralatan pengolahan limbah sesuai dengan karakteristik limbah cair Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin.
- c. Menganalisis efektivitas peralatan pengolah limbah cair yang dibuat.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

- a. Memberikan data karakteristik limbah cair di Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin.
- b. Menyediakan data efektivitas peralatan pengolahan limbah cair domestik.
- c. Memberikan alternatif kepada masyarakat tentang pengolahan limbah cair domestik sehingga berdampak pada perbaikan kualitas air tanah dan lingkungan hidup.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Cair Domestik

Limbah cair domestik adalah hasil buangan dari perumahan, bangunan perdagangan, perkantoran, dan sarana sejenisnya. Menurut Drinan (2001), volume limbah cair daerah perumahan bervariasi, dari 100 sampai 200 gallon per orang per hari, tergantung pada tipe rumah. Aliran terbesar berasal dari rumah keluarga tunggal yang mempunyai beberapa kamar mandi, mesin cuci otomatis, dan peralatan lain yang menggunakan air. Angka volume limbah cair sebesar 400 liter per orang per hari biasa digunakan untuk limbah cair rumah tangga yang mencakup limbah cair dari perumahan dan perdagangan, ditambah dengan rembesan air tanah (*infiltration*) (Hammer, 1977).

Menurut Soeparman (2002), beban BOD yang ditimbulkan pada limbah cair kira-kira 80 gram/orang/hari. Buangan dari dapur rumah tangga yang dialirkan melalui alat penggiling sampah (*grinder*) akan meningkatkan BOD per orang sebesar 30-50%. Volume dan kekuatan limbah cair dari sekolah, kantor, pabrik, dan bangunan perdagangan bergantung pada jumlah jam operasi dan fasilitas makan yang tersedia. Meskipun warung makan tidak menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar, kekuatan limbahnya

meningkat karena mengandung sampah dari kegiatan penyiapan makanan dan pencucian.

Gambaran umum tentang karakteristik limbah cair domestik sebelum diolah, setelah diendapkan dan setelah diolah secara biologis konvensional dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Perkiraan volume aliran limbah cair dan beban BOD yang dihasilkan dari berbagai jenis bangunan dan pelayanan.

Jenis Bangunan	Volume Limbah Cair (liter/orang /hari)	Beban BOD (gram/orang /hari)
<i>Daerah perumahan:</i>		
Rumah besar untuk keluarga tunggal	400	100
Rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal	300	80
Rumah untuk keluarga ganda (rumah susun)	240-300	80
Rumah kecil (<i>cottage</i>) (jika dipasang penggiling sampah, kalikan BOD dengan faktor 1,5)	200	80
<i>Perkemahan dan motel:</i>		
Tempat peristirahatan mewah	400-600	100
Tempat parkir rumah berjalan (<i>mobile home</i>)	200	80
Kemah wisata dan tempat parkir trailer	140	70
Hotel dan motel	200	50
<i>Sekolah:</i>		
Sekolah dengan asrama	300	80
Sekolah siang hari dengan kafetaria	80	30
Sekolah siang hari tanpa kafetaria	60	20
<i>Restoran:</i>		
Tiap pegawai	120	50
Tiap langganan	25-40	20
Tiap makanan yang disajikan	15	15

Jenis Bangunan	Volume Limbah Cair (liter/orang /hari)	Beban BOD (gram/orang /hari)
<i>Terminal transportasi:</i>		
Tiap pegawai	60	25
Tiap penumpang	20	10
<i>Rumah sakit</i>	600-1200	30
<i>Kantor</i>	60	25
<i>Teater mobil (drive in theatre), per tempat duduk</i>	20	10
<i>Bioskop, per tempat duduk</i>	10-20	10
<i>Pabrik, tidak termasuk limbah cair industri dan cafetaria</i>	60-120	25

Sumber: Hammer (1977).

Total bahan padat (*Total Solid=TS*), sisa penguapan meliputi garam-garam yang terlarut dan bahan organik. BOD merupakan ukuran kekuatan limbah cair. Pengendapan limbah cair pada umumnya mengurangi BOD sekitar 35% dan bahan padat tersuspensi 50%. Pemrosesan yang mencakup pengolahan biologis sekunder mengurangi kandungan bahan padat tersuspensi dan BOD lebih dari 85%, bahan padat yang menguap 50%, total nitrogen kira-kira 40%, dan fosfor hanya 30%.

Tabel 2 Perkiraan komposisi limbah cair rumah tangga rata-rata (mg/L) berdasarkan volume aliran 400 liter/orang/hari.

Parameter	Sebelum Diolah	Setelah Diendapkan	Setelah Diolah secara Biologis
<i>Total solids</i>	800	680	530
<i>Total volatile solids</i>	440	340	220
Bahan padat tersuspensi	240	120	30
<i>Volatile suspended solids</i>	180	100	20
<i>Biochemical oxigen demand</i>	200	130	30
Nitrogen anorganik sebagai N	15	15	20
Total nitrogen sebagai N	35	25	20
Fosfor terlarut sebagai P	7	7	7
Total fosfor sebagai P	10	8	7

Sumber: Hammer (1977)

Lebih lanjut Soeparman (2002) menjelaskan bahwa kelebihan nutrisi dalam efluen yang telah diolah menunjukkan bahwa limbah cair rumah tangga mengandung nitrogen dan fosfor yang melebihi kebutuhan biologis. Rasio berat BOD:N:P yang umumnya diterima untuk keperluan pengolahan biologis adalah 100:5:1 (100 mg/L BOD dengan 5 mg/L nitrogen, dan dengan 1 mg/L fosfor). Limbah cair rumah tangga sebelum diolah mempunyai rasio 100:17:5, dan setelah diendapkan menjadi 100:19:6. Dengan demikian, limbah itu mengandung nitrogen dan fosfor dalam jumlah yang terlalu besar untuk pertumbuhan mikroba.

Rasio pasti BOD:N:P yang diperlukan untuk pengolahan biologis bergantung pada metode proses dan tersedianya N dan P untuk

pertumbuhan. Rasio 100:6:1,5 sering diterapkan pada limbah cair rumah tangga yang tidak diendapkan, sedangkan rasio 100:3:0,7 digunakan untuk limbah cair yang mengandung nitrogen dan fosfor. Tidak semua bahan organik dapat terurai secara biologis (*biodegradable*). Meskipun sebagian karbohidrat, lemak, dan protein diubah menjadi karbon dioksida oleh aktivitas mikroba, lumpur limbah cair yang setara dengan 20-40% BOD terapan dihasilkan dalam pengolahan biologis.

Pembebanan unit pengolahan limbah cair sering dinyatakan dalam istilah kilogram BOD per hari atau kilogram bahan padat per hari, dan kuantitas aliran dalam meter kubik per hari. Konsentrasi bahan pencemar dalam limbah cair dinyatakan dalam satuan miligram per liter. Hubungan antara parameter-parameter itu berdasarkan konversi satuan: 1,0 mg/l, yang identik dengan 1,0 gram/m³, sama dengan 1,0 kg/1000m³. Hubungan itu dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\text{Kilogram C} = \frac{\text{Konsentrasi C (mg/l)} \times \text{Q(m}^3\text{)}}{1000}$$

Keterangan:

C = BOD, bahan padat tersuspensi (SS), atau unsur lain, dalam mg/L

Q = volume limbah cair, dalam m³

B. Parameter Limbah Cair

Menurut Filailah (2008), keberadaan limbah cair rumah tangga apabila tidak dikelola dengan baik akan berpengaruh terhadap lingkungan, antara lain :

1. Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Dalam air limbah terdapat dua kelompok zat, yaitu zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi. Zat padat dalam bentuk suspensi menurut ukurannya dibedakan menjadi partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (tersuspensi). Zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat berupa zat anorganik seperti tanah liat, pasir dan zat organik seperti protein dan sisa makanan. Di dalam air limbah, partikel koloid merupakan penyebab kekeruhan limbah. Oleh sebab itu kekeruhan dan padatan tersuspensi mempunyai kaitan yang erat dan saling mempengaruhi satu dengan yang lain. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasi menjadi zat padat terendap, yaitu zat padat dalam bentuk tersuspensi yang bila keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh beratnya.

2. *Biological Oxigen Demand* (BOD)

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik secara biologis di dalam air. BOD merupakan ukuran tak langsung dari zat organik dalam limbah. Bahan organik dalam

limbah secara alamiah akan mengalami penguraian karena adanya aktifitas bakteri. Aktifitas ini akan menghabiskan sejumlah oksigen, semakin banyak zat organik yang terkandung dalam air limbah maka kebutuhan oksigen akan tinggi pula, sehingga oksigen terlarut dalam air limbah akan semakin rendah bahkan dapat habis sama sekali (nol). Apabila kebutuhan oksigen tidak seimbang dengan persediaan yang ada dalam air limbah, maka kegiatan akan dilanjutkan oleh bakteri anaerobik yang dapat menimbulkan bau busuk dan menghasilkan gas metana 60-70%.

C. Dampak Limbah Cair Domestik

Menurut Supriadi (2008), keberadaan limbah cair rumah tangga apabila tidak dikelola dengan baik akan berpengaruh terhadap lingkungan, antara lain :

1. Pencemaran pada Badan Air

Keberadaan limbah cair domestik/rumah tangga akan terus meningkat sesuai dengan perkembangan jumlah penduduk, demikian juga limbah industri termasuk industri rumah tangga mempunyai kontribusi yang cukup signifikan terhadap zat pencemar organik pada badan-badan air.

Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah parameter yang digunakan untuk tolak ukur kandungan senyawa organik yang dapat dirombak oleh mikroorganismenya. Tolak ukur ini dipilih karena kebutuhan

oksigen untuk reaksi yang dilakukan oleh sel ini setara dengan konsentrasi senyawa organik yang dirombak. Perombakan ini akan terus berlangsung selama oksigen di dalam air masih tersedia. Hasil perombakan ini menghasilkan sel baru.

Jika air mengandung senyawa organik yang dapat dirombak oleh mikroorganisme, maka peningkatan akan terjadi di dalam air itu selama kandungan oksigen terlarut dapat memenuhi kebutuhan untuk reaksi biokimiawi. Jadi nilai BOD yang tinggi dari suatu limbah cair yang dibuang ke perairan alami akan menyusutkan kandungan oksigen terlarut pada perairan itu.

Makhluk air yang tinggi tidak dapat hidup di perairan ini akibat kebutuhan oksigen untuk kehidupannya tidak tercukupi. Jika oksigen terlarut dalam air mencapai nol, maka mikroorganisme yang berperan akan berganti dari mikroorganisme jenis aerob menjadi mikroorganisme jenis anaerob. Ciri perairan yang berada dalam keadaan anaerobik ini adalah munculnya bau akibat dari terbentuknya gas H_2S dan NH_3 .

Senyawa organik yang dinyatakan dengan BOD ini dapat berupa senyawa organik yang tersuspensi dan senyawa organik yang terlarut.

2. Pencemaran pada Tanah

Air limbah yang mencemari tanah dalam perjalanannya akan mengalami peristiwa fisik mekanik, kimia, dan biologis. Peristiwa fisik mekanik yang

terjadi karena adanya distribusi larutan yang mengalir melalui pori-pori tanah yang tidak seragam, sehingga terjadi efek penahanan oleh zat-zat padat dan pengendapan partikel-partikel padat karena gaya berat. Peristiwa kimia terjadi penyebaran molekuler yang dihasilkan dari potensi kimia, sedangkan proses biologis terjadi pada bahan pencemar organik yang diuraikan oleh bakteri pembusuk.

Pada tanah kering gerakan bakteri horizontal ± 1 meter dan vertikal kebawah ± 3 meter. Pada tanah basah dengan kecepatan aliran tanah 1–3 meter perhari maka gerakan atau perjalanan bakteri bersama aliran air secara horizontal mencapai maksimum 11 meter dimana pada jarak 5 meter akan melebar maksimum 2 meter dan kemudian menyempit kembali sampai jarak 11 meter. Adapun gerakan kebawah tergantung dari kedalaman air limbah itu menembus ke dalam tanah.

Gerakan pencemar bahan kimia dalam tanah secara horizontal mengikuti aliran air akan melebar 9 meter pada jarak 25 meter dan menyempit lagi sampai jarak 95 meter.

Mengingat limbah cair rumah tangga kaya akan zat organik, maka jika debitnya cukup besar, tingkat penetrasi di dalam tanah akan mencapai jarak yang cukup jauh, sehingga berpotensi untuk mencemari air tanah / air sumur.

Dalam standar kualitas air (Permenkes No. 416 Tahun 1990) ditentukan maksimal angka zat organik adalah 10 mg/L. Penyimpangan terhadap batas

maksimum yang diperbolehkan ini akan dapat menyebabkan timbulnya bau tidak sedap dan dapat menyebabkan sakit perut.

3. Air Limbah dan Kehidupan Vektor

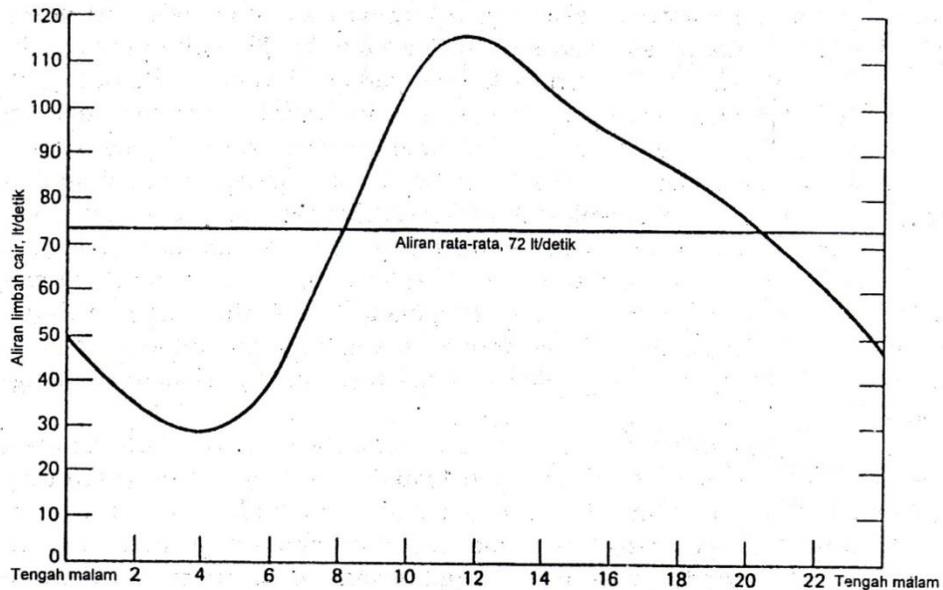
Air limbah yang dibuang ke lingkungan baik di tanah atau pada badan air banyak menimbulkan masalah vektor yaitu cocok untuk bersarang dan berkembang biaknya nyamuk dan lalat. Tikus juga menyenangi tempat-tempat tersebut. Dengan demikian akibat yang ditimbulkan selain mengganggu kenyamanan juga berpotensi terjadinya penularan penyakit seperti penyakit perut, malaria, cacingan dan lain-lain.

D. Evaluasi Limbah Cair

Menurut Soeparman (2008), teknik pengambilan sampel yang tepat sangat penting untuk melakukan pemeriksaan yang diteliti dalam evaluasi limbah cair. Agar dapat mewakili keseluruhan aliran, sampel harus diambil pada titik terjadinya pencampuran yang baik dari limbah cair. Sampel individual (*grab sample*), yang diambil sewaktu-waktu, hanya mewakili kondisi pada saat pengambilannya. Oleh karenanya, hal itu tidak dapat mewakili periode yang lebih panjang karena karakteristik buangan limbah cair tidak stabil. Sampel gabungan (*composite sample*) merupakan campuran dari sampel individual yang diambil secara proporsional sesuai dengan pola aliran limbah cair. Penggabungan sampel biasa dilakukan dengan mengumpulkan

sampel individual pada interval waktu yang teratur, misalnya setiap jam dan dengan menyimpannya dalam kulkas. Bersamaan dengan pengambilan sampel, dilakukan pengukuran debit aliran dengan membaca angka pada alat pengukur aliran (*flow meter*). Kemudian, yang mewakili dipadukan dengan mencampur porsi sampel individual dan dihubungkan dengan angka aliran pada saat pengambilan sampel.

Misalnya, sampel akan diambil per jam dari limbah cair yang akan memasuki bangunan pengolahan. Pola aliran yang tercatat disajikan pada Gambar 1. Kemudian buat tabel porsi sampel individual yang harus diambil per jam untuk menyusun sampel gabungan selama 24 jam dan selama periode pembebanan maksimum 8 jam, antara pukul 09.00 dan 17.00. Volume sampel gabungan untuk pemeriksaan laboratorium kira-kira 2.500 mL.



Gambar 1. Pola aliran limbah cair kota secara umum
Sumber: Hammer (1977)

Menurut Hammer (1977), dengan rumus persamaan berikut dapat ditentukan porsi per unit aliran yang diperlukan untuk sampel individual, untuk menghitung volume gabungan yang diinginkan.

Porsi sampel yang diperlukan per unit aliran

$$= \frac{\text{Total volume sampel yang diinginkan}}{\text{Angka aliran rata-rata} \times \text{jumlah porsi}}$$

$$\text{Porsi untuk periode 24 jam} = \frac{2.500 \text{ ml}}{72 \text{ l/detik} \times 24} = 1,5 \text{ ml per L/detik}$$

$$\text{Porsi untuk periode 8 jam} = \frac{2.500 \text{ ml}}{100 \text{ l/detik} \times 8} = 3,0 \text{ ml per L/detik}$$

Tabel penghitungan porsi sampel per jam yang digunakan untuk menyusun sampel gabungan adalah sebagai berikut.

Tabel 3 Penghitungan porsi sampel per jam untuk menyusun sampel gabungan

Waktu	Aliran (l/detik)	Porsi Sampel per jam (mL) untuk	
		Gabungan 24 jam	Gabungan 8 jam
Tengah malam	49	$1,5 \times 49 = 74$	
01.00	42	$1,5 \times 42 = 63$	
02.00	36	$1,5 \times 36 = 54$	
03.00	31	$1,5 \times 31 = 47$	
04.00	29	$1,5 \times 29 = 43$	
05.00	31	$1,5 \times 31 = 46$	
06.00	39	$1,5 \times 39 = 58$	
07.00	56	$1,5 \times 56 = 84$	
08.00	62	$1,5 \times 62 = 93$	
09.00	90	$1,5 \times 90 = 135$	$3,0 \times 90 = 270$
10.00	104	$1,5 \times 104 = 156$	$3,0 \times 104 = 310$
11.00	113	$1,5 \times 113 = 170$	$3,0 \times 113 = 340$
Tengah hari	116	$1,5 \times 116 = 174$	$3,0 \times 116 = 350$
13.00	112	$1,5 \times 112 = 168$	$3,0 \times 112 = 340$
14.00	106	$1,5 \times 106 = 159$	$3,0 \times 106 = 320$
15.00	100	$1,5 \times 100 = 150$	$3,0 \times 100 = 300$
16.00	95	$1,5 \times 95 = 143$	$3,0 \times 95 = 290$
17.00	91	$1,5 \times 91 = 136$	
18.00	87	$1,5 \times 87 = 130$	
19.00	81	$1,5 \times 81 = 121$	
20.00	76	$1,5 \times 76 = 114$	
21.00	69	$1,5 \times 69 = 103$	
22.00	63	$1,5 \times 63 = 94$	
23.00	54	$1,5 \times 54 = 81$	

Sumber: Hammer (1977)

Sampel gabungan, yang mewakili periode, waktu tertentu yang diperiksa menunjukkan kinerja bangunan pengolahan dan pembebanan. Contoh yang diambil setiap hari selama seminggu dan periode waktu 24 jam biasa digunakan. Data harian tentang kandungan BOD dan bahan padat

tersuspensi rata-rata digunakan untuk menghitung pembebanan bangunan pengolahan, sedangkan konsentrasi rata-rata influen dan effluen akan memberikan informasi tentang efisiensi pengolahan. Sampel terpadu (*integrated sample*) selama periode aliran puncak biasanya 8-12 jam tergantung pada variasi influen, memungkinkan untuk ditentukan pembebanan maksimum pada unit pengolahan.

E. Sistem Pengolahan Limbah Cair

Tujuan utama pengolahan limbah cair konvensional adalah mengurangi kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Suspended Solids* (SS) dan organisme patogen (Sundstorm & Klei, 1979). Selain tujuan di atas, pengolahan limbah cair dibutuhkan untuk menghilangkan kandungan nutrisi, bahan kimia beracun, senyawa yang tidak dapat diuraikan secara biologis (*non degradable*), dan padatan terlarut.

Menurut Soeparman, 2002, Proses pengolahan limbah cair umumnya dibagi menjadi empat kelompok, yaitu:

1. Pengolahan pendahuluan

Pengolahan pendahuluan digunakan untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan minyak atau lemak, dan proses menyetarakan fluktuasi aliran limbah pada bak penampung. Unit yang terdapat dalam pengolahan pendahuluan adalah:

- a) Saringan (*bar screen/bar racks*);
 - b) Pencacah (*communitor*);
 - c) Bak penangkap pasir (*grit chamber*);
 - d) Penangkap lemak dan minyak (*skimmer and grease trap*);
 - e) Bak penyetaraan (*equalization basin*).
2. Pengolahan tahap pertama

Pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengendapkan partikel yang terdapat dalam efluan pengolahan pendahuluan, sehingga pengolahan tahap pertama sering disebut proses sedimentasi. Pada proses ini limbah cair mengalir ke dalam tangki ataupun bak pengendap sehingga padatan akan mengendap di dasar tangki secara gravitasi. Akibatnya limbah akan lebih jernih.

Efisiensi tangki sedimentasi dalam pengurangan kandungan BOD maupun SS bergantung pada beban permukaan maupun waktu penahanan yang dilakukan. Dalam tangki dengan waktu penahanan atau pengendapan selama 2 jam, sekitar 60% padatan tersuspensi (SS) dari limbah cair yang masuk mengendap dalam tangki. Pengendapan ini mengakibatkan berkurangnya kandungan BOD sekitar 30%. Jumlah BOD yang dapat dikurangi sangat bergantung pada jumlah BOD yang terkandung dalam zat yang terendap. Bagian air yang jernih di permukaan tangki selanjutnya mengalir keluar menuju ke pengolahan tahap kedua.

3. Pengolahan tahap kedua

Pengolahan tahap kedua berupa aplikasi proses biologis yang bertujuan untuk mengurangi zat organik melalui mekanisme oksidasi biologis. Proses biologis yang dipilih didasarkan atas pertimbangan kuantitas limbah cair yang masuk unit pengolahan, kemampuan penguraian zat organik yang ada pada limbah tersebut (*biodegradability of waste*), serta tersedianya lahan. Pada unit ini diperkirakan terjadi pengurangan kandungan BOD dalam rentang 35-95% bergantung pada kapasitas unit pengolahannya. Pengolahan tahap kedua yang menggunakan *high rate treatment* mampu menurunkan BOD dengan efisiensi berkisar 50-85%. Unit yang biasa digunakan pada pengolahan tahap kedua berupa saringan tetes (*tricking filters*), unit lumpur aktif, dan kolam stabilisasi.

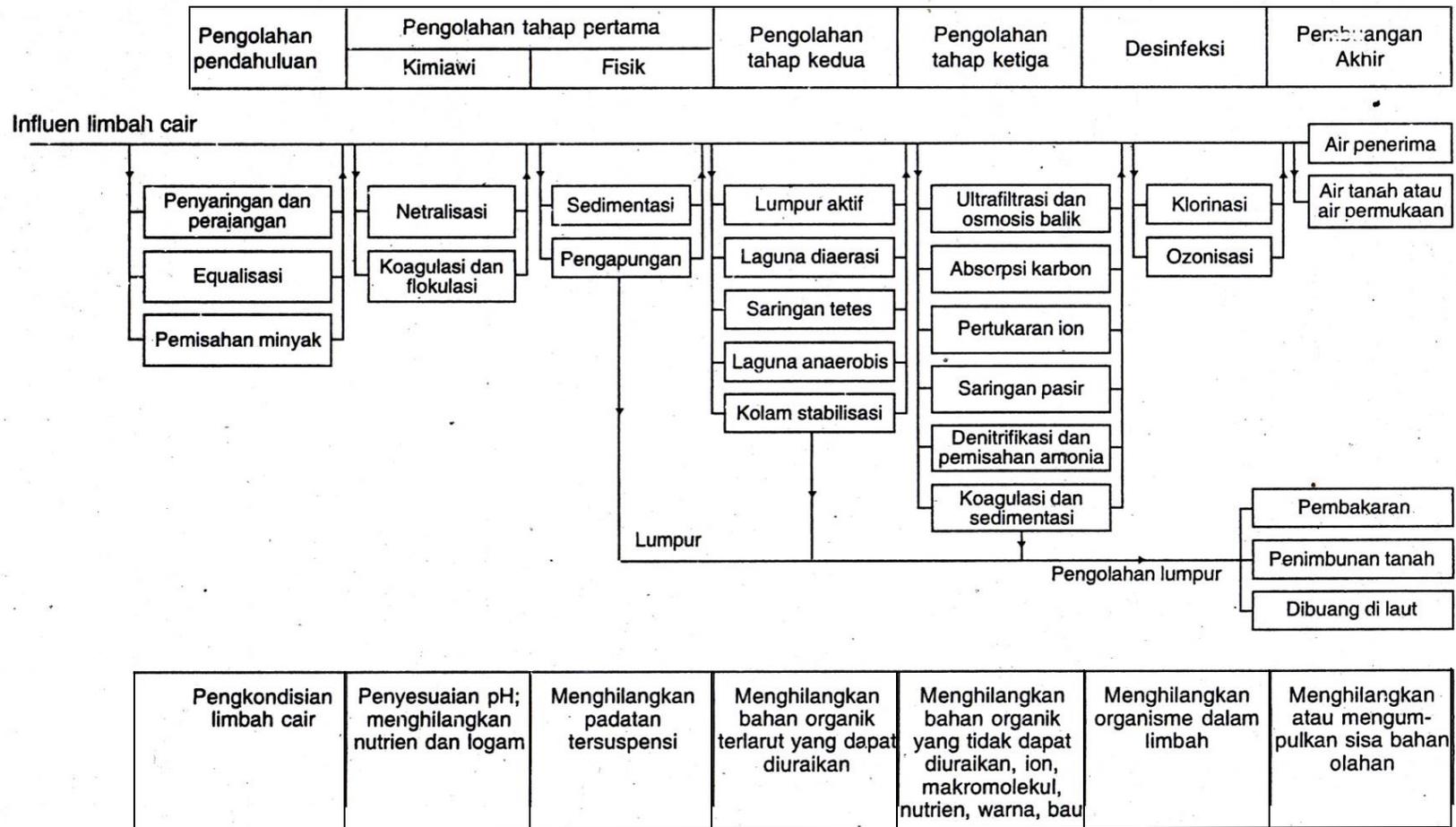
4. Pengolahan tahap ketiga atau pengolahan lanjutan

Beberapa standar efluen membutuhkan pengolahan tahap ketiga ataupun pengolahan lanjutan untuk menghilangkan kontaminan tertentu ataupun menyiapkan limbah cair tersebut untuk pemanfaatan kembali. Pengolahan pada tahap ini lebih difungsikan sebagai upaya peningkatan kualitas limbah cair dari pengolahan tahap kedua agar dapat dibuang ke badan air penerima dan penggunaan kembali efluen tersebut.

Pengolahan tahap ketiga, disamping masih dibutuhkan untuk menurunkan kandungan BOD, juga dimaksudkan untuk menghilangkan senyawa fosfor dengan bahan kimia sebagai koagulan, menghilangkan

senyawa nitrogen melalui proses ammonia stripping menggunakan udara ataupun nitrifikasi-denitrifikasi dengan memanfaatkan reaktor biologis, menghilangkan sisa bahan organik dan senyawa penyebab warna melalui proses absorpsi menggunakan karbon aktif, menghilangkan padatan terlarut melalui proses pertukaran ion, osmosis balik maupun elektrodialisis.

Proses pengolahan limbah cair secara umum melewati tahap seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 dengan beberapa kombinasi pilihan yang disesuaikan dengan kualitas limbah cair yang akan diolah dan standar efluen yang diinginkan. Limbah cair masuk dari sisi kanan gambar, selanjutnya melewati unit-unit operasi yang ada sehingga akan diperoleh kualitas efluen limbah cair yang diinginkan.



Gambar 2. Tahapan dan fungsi proses pengolahan limbah cair
 Sumber: Soeparman, 2002

Kegunaan dari berbagai unit dalam proses pengolahan limbah cair di perlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Fungsi utama berbagai unit pada proses pengolahan limbah cair.

Unit Pengolahan	Kegunaan Unit Pengolahan
Saringan (<i>Bar screen and racks</i>)	Menghilangkan padatan kasar
Pencacah (<i>Communicator</i>)	Memotong padatan tersaring
Penangkap pasir	Menghilangkan tanah dan pasir
Penangkap lemak dan lengan pengambil (<i>grease trap and skimmer</i>)	Mengapungkan cairan dan mengurangi padatan
Tangki ekualisasi	Menyeragamkan konsentrasi dan aliran influen
Netralisasi	Menetralkan asam atau basa
Pengendapan	Mengurangi padatan tersuspensi
Reaktor lumpur aktif, saringan tetes, kolam aerasi	Menghilangkan bahan organik secara biologis
Media karbon aktif	Menghilangkan bahan organik nonbiodegradable yang terlarut
Koagulasi dengan bahan kimia	Presipitasi senyawa fosfat
Nitrifikasi-Denitrifikasi	Menghilangkan nitrat melalui proses biologis
Air stripping	Menghilangkan senyawa amonia
Pertukaran ion	Menghilangkan unsur tertentu
Media penyaring	Menghilangkan padatan halus
Osmosis balik dan elektrodialisis	Menghilangkan padatan terlarut
Klorinasi dan ozonisasi	Menghilangkan organisme patogenik

Sumber: Soeparman (2002)

F. Dasar-Dasar Pengolahan Limbah Cair

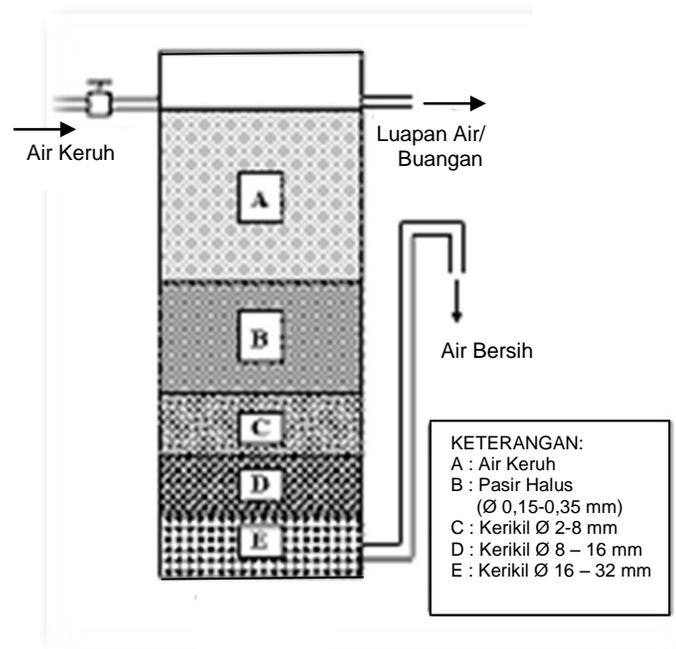
Ada berbagai macam cara sederhana yang dapat digunakan untuk mendapatkan air bersih, dan cara yang paling umum digunakan adalah dengan membuat saringan air, dan bagi kita mungkin yang paling tepat adalah membuat penjernih air atau saringan air sederhana. Perlu diperhatikan, bahwa penyaringan air secara sederhana tidak dapat menghilangkan sepenuhnya garam yang terlarut di dalam air. Gunakan destilasi untuk menghasilkan air yang tidak mengandung garam. Menurut Anonim (2012), beberapa alternatif cara sederhana untuk mendapatkan air bersih dengan cara sebagai berikut:

1. Aerasi

Aerasi merupakan proses penjernihan dengan cara mengisikan oksigen ke dalam air. Dengan diisikannya oksigen ke dalam air maka zat-zat seperti karbon dioksida serta hidrogen sulfida dan metana yang mempengaruhi rasa dan bau dari air dapat dikurangi atau dihilangkan. Selain itu partikel mineral yang terlarut dalam air seperti besi dan mangan akan teroksidasi dan secara cepat akan membentuk lapisan endapan yang nantinya dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi atau filtrasi.

2. Saringan Pasir Lambat

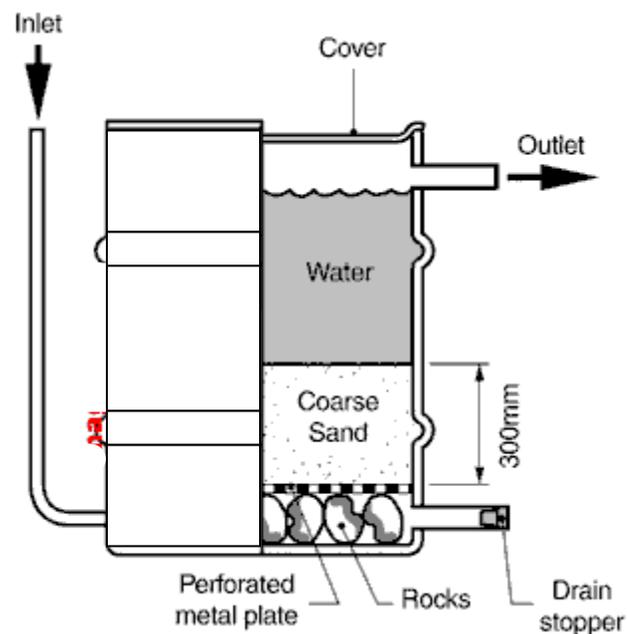
Saringan pasir lambat adalah sistem filtrasi yang pertama kali digunakan untuk pengolahan air. Presedimentasi dilakukan pada air baku mendahului proses filtrasi. Saringan pasir lambat dibuat dengan menggunakan lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Air bersih didapatkan dengan jalan menyaring air baku melewati lapisan pasir terlebih dahulu baru kemudian melewati lapisan kerikil.



Gambar 3. Saringan pasir lambat

3. Saringan Pasir Cepat

Saringan pasir cepat seperti halnya saringan pasir lambat, terdiri atas lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Tetapi arah penyaringan air terbalik bila dibandingkan dengan Saringan Pasir Lambat, yakni dari bawah ke atas (*up flow*). Air bersih didapatkan dengan jalan menyaring air baku melewati lapisan kerikil terlebih dahulu baru kemudian melewati lapisan pasir.



Gambar 4. Saringan Pasir Cepat

4. Gravity-Fed Filtering System

Gravity-Fed Filtering System merupakan gabungan dari Saringan Pasir Cepat (SPC) dan Saringan Pasir Lambat (SPL). Air bersih dihasilkan melalui

dua tahap. Pertama-tama air disaring menggunakan Saringan Pasir Cepat (SPC). Air hasil penyaringan tersebut dan kemudian hasilnya disaring kembali menggunakan Saringan Pasir Lambat. Dengan dua kali penyaringan tersebut diharapkan kualitas air bersih yang dihasilkan tersebut dapat lebih baik. Untuk mengantisipasi debit air hasil penyaringan yang keluar dari Saringan Pasir Cepat, dapat digunakan beberapa/multi Saringan Pasir Lambat.

5. Saringan air sederhana / tradisional

Saringan air sederhana/tradisional merupakan modifikasi dari saringan pasir arang dan saringan pasir lambat. Pada saringan tradisional ini selain menggunakan pasir, kerikil, batu dan arang juga ditambah satu buah lapisan injuk/ijuk yang berasal dari sabut kelapa. Untuk bahasan lebih jauh dapat dilihat pada artikel saringan air sederhana.

G. Filter

Media penyaring (*filter*) merupakan suatu media berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Di samping mereduksi kandungan zat padat, filter juga dapat mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan (Anonim, 2012).

Lebih lanjut Anonim (2012) menjelaskan bahwa filter dengan media berbutir, terdapat tiga fenomena proses, yaitu:

1. Transportasi: meliputi proses gerak brown, sedimentasi, dan gaya tarik menarik antar partikel.
2. Kemampuan menempel: meliputi proses *mechanical straining*, adsorpsi (fisik-kimia), biologis.
3. Kemampuan menolak: meliputi tumbukan antar partikel dengan gaya tolak menolak.

Berdasarkan pada kapasitas produksi air yang terolah, saringan pasir dapat dibedakan menjadi dua yaitu saringan pasir cepat dan pasir lambat.

Jenis-jenis filter berdasarkan sistem operasi dan media dibedakan menjadi:

1. Filter single media, filter cepat tradisional biasanya menggunakan pasir, kerikil, ijuk, sabut kelapa dan bahan lainnya. Pada sistem ini penyaringan SS terjadi pada lapisan paling atas sehingga dianggap kurang efektif karena sering dilakukan pencucian.
2. Filter dua media, sering digunakan filter dengan media pasir kwarsa di lapisan bawah dan anthrasit pada lapisan atas. Keuntungan dari sistem operasi dual media yaitu kecepatan filtrasi lebih tinggi (10-15 m/jam), pencucian lebih lama.
3. Multi media filter, terdiri dari anthrasit, pasir dan garnet atau dolomit. Fungsi multi media adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring.

Sistem aliran penyaringan dibedakan menjadi aliran *down flow* (kebawah), aliran *up flow* (keatas), dan aliran horisontal. Kaidah pengaliran pada proses filtrasi berdasarkan aliran secara gravitasi dan aliran dibawah tekanan (*pressure filter*). Standar operasi saringan pasir cepat adalah $1,37 \text{ /det.m}^2$, namun sering dioperasikan pada rentang beban hidrolis $2,04\text{--}3,4 \text{ /det.m}^2$ (Fair, 1981). Pengembangan saringan pasir cepat digunakan informasi kriteria perencanaan media filter untuk pengolahan air diberikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kriteria perencanaan media filter untuk pengolahan air bersih

Karakteristik	Nilai	
	Rentang	Tipikal
Single Media		
a. Media pasir:		
- Kedalaman (mm)	610-760	685
- ES (mm)	0,35-070	0,6
- UC	<1,7	<1,7
b. Media anthrasit		
- Kedalaman (mm)	610-760	685
- ES (mm)	0,70-0,75	0,75
- UC	<1,75	<1,75

Sumber: Fair (1981)

H. Syarat Baku Mutu Air Limbah Domestik

Adapun syarat baku mutu air limbah domestik sesuai keputusan pemerintah Republik Indonesia sebagai berikut:

Tabel 6 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH Asam	-	6
pH Basa	-	9
BOD ₅	mg/L	75
COD	mg/L	125
TSS	mg/L	50
Minyak dan Lemak	mg/L	10

Sumber: Lampiran Keputusan Gubernur Sulawesi Selatan tentang Baku Mutu dan Kriteria Kerusakan Lingkungan Nomor: 69 Tahun 2010 Tanggal 15 Nopember 2010

I. Penelitian yang telah dilaksanakan

Pengolahan limbah cair belum banyak dilakukan sehingga menarik untuk dikembangkan. Hampir semua rumah tangga, hotel ataupun pusat perbelanjaan belum mempunyai instalasi pengolahan air limbah. Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya sebagai berikut:

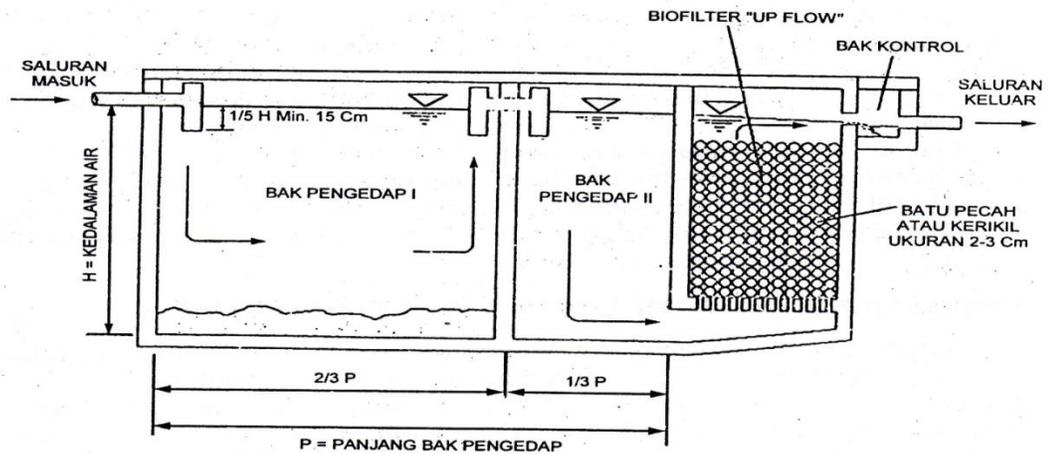
1. Sistem Biofilter menggunakan Bahan Plastik Bekas

Pengolahan limbah cair domestik dengan sistem biofilter dengan menggunakan bahan plastik bekas pernah dilakukan oleh Filailah (2008). Alat ini digunakan untuk mengolah air limbah cair domestik dengan lokasi penelitian Perumahan Bukit Baruga Antang. Instalasi pengolahan dilengkapi dengan bak penampung sebelum dan sesudah proses pengolahan. Proses pengolahan mengkombinasikan proses aerob dan anaerob. Penyisihan BOD pada bak anaerob terjadi karena ada mikroba anaerob mengurai zat organik

di dalam limbah cair. Pada penelitian ini parameter pencemar air limbah domestik berhasil dilakukan dengan penyisihan TSS tertinggi sampai 99,83%, dan efisiensi penyisihan BOD₅ maksimum 98,65%. Akan tetapi penelitian sangat rumit jika ingin diaplikasikan untuk pengolahan limbah cair domestik individual. Proses yang menggabungkan antara proses aerob dan anaerob memerlukan perlakuan khusus sehingga mikroba anaerob dapat berkembang biak dan mengurai zat organik pada limbah cair domestik.

2. Tangki Septik Filter Up Flow

Tangki septik jenis ini dikembangkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) (Said, 1999). Alat ini digunakan untuk mengolah limbah cair rumah tangga skala individual. Prinsip kerja tangki septik dengan filter *up flow* ini pada dasarnya sama dengan tangki septik biasa, yakni terdiri dari bak pengendap, ditambah dengan satu filter yang diisi dengan kerikil atau pecahan batu. Penguraian zat organik dalam limbah cair atau tinja dilakukan oleh bakteri anaerobik. Bak pengendap terdiri dari dua ruangan, yang pertama berfungsi sebagai bak pengendap pertama, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur. Sedangkan ruang kedua berfungsi sebagai pengendap kedua dan penampung lumpur yang tidak terendapkan di bak pertama dan luapan air dari bak pengendap dialirkan ke media filter dengan arah aliran dari bawah ke atas. Gambar 5 menunjukkan skema alat tangki septik dengan filter *up flow*.



Gambar 5. Skema tangki septik yang dilengkapi dengan filter “up flow”

Penelitian penggunaan alat ini menunjukkan bahwa dengan debit limbah cair rumah tangga sebesar 1-1,5 m³/hari dan total volume efektif kerikil 1.062 m³ dapat mengurangi kadar BOD, COD, SS, dan bakteri coli, akan tetapi penyisihan kadar pencemaran hanya sekitar 80%. Hasil ini perlu dapat ditingkatkan dengan mengubah kolam pengendapan kedua menjadi sistem penyaringan pasir cepat. Variasi media penyaring juga perlu dilakukan agar dapat diketahui media penyaring terbaik sehingga hasil penyisihan parameter pencemar dapat maksimal dan waktu pengolahan dapat dipercepat.

J. Profil Lokasi Penelitian

Rusunawa Blok D merupakan salah satu aset dari UPT Aset Universitas Hasanuddin. Berada dalam lingkungan kampus yang sejuk dan strategis merupakan alasan utama pemilihan tempat tinggal sementara mahasiswa Universitas Hasanuddin dari berbagai Fakultas. Jumlah kamar sebanyak 90 kamar yang terbagi pada empat lantai dengan penghuni rata-rata 70 sampai 100 orang per hari.



Gambar 6. Rusunawa Blok D (foto E. Bahar, 2012)

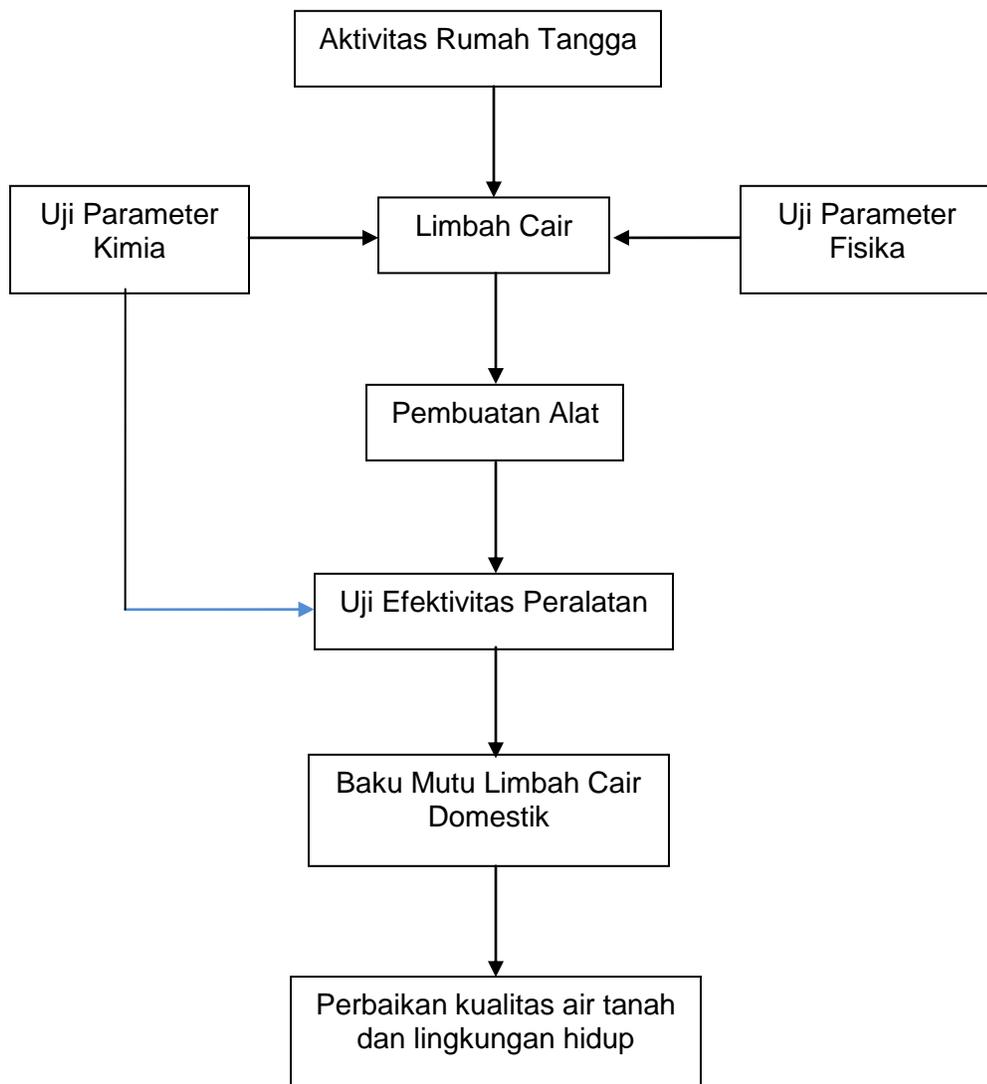
Saluran pembuangan limbah cair dan saluran pembuangan tinja dipisahkan menjadi 2 saluran. Untuk pembuangan tinja ditampung kedalam septik tank yang terbuat dari beton. Sedangkan pembuangan limbah cair lainnya dialirkan melalui saluran pembuangan tepat berada di sisi kiri bangunan.

K. Kerangka Konseptual

Peningkatan jumlah pemukiman di Indonesia sangat signifikan terhadap peningkatan limbah cair rumah tangga. Limbah cair rumah tangga dengan jumlah yang sangat besar tersebut apabila tidak ditangani dengan cukup baik, akan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan diantaranya penurunan kualitas air badan air dan air tanah, penurunan tingkat kesuburan tanah, maupun penurunan tingkat estetika suatu wilayah.

Nilai BOD yang tinggi dari suatu limbah cair yang dibuang ke perairan alami akan menyusutkan kandungan oksigen terlarut pada perairan itu. Makhluk air yang tinggi tidak dapat hidup di perairan ini akibat kebutuhan oksigen untuk kehidupannya tidak tercukupi (Supriadi, 2008). Untuk itu, dipandang perlu melakukan penelitian untuk mengkaji model peralatan pengolahan limbah cair rumah tangga yang ekonomis dan tepat guna sehingga limbah cair yang terbuang pada lingkungan diharapkan sudah memenuhi syarat baku mutu.

Untuk lebih memahami alur pemikiran penelitian ini, maka perlu dibuatkan kerangka pikir penelitian dalam melukiskan hubungan beberapa konsep yang akan diteliti yang arahnya untuk menjawab rumusan masalah dan disusun secara deskriptif dengan hubungan variabel dan indikatornya dalam bentuk bagan sebagai berikut:



Gambar 7. Kerangka Konseptual