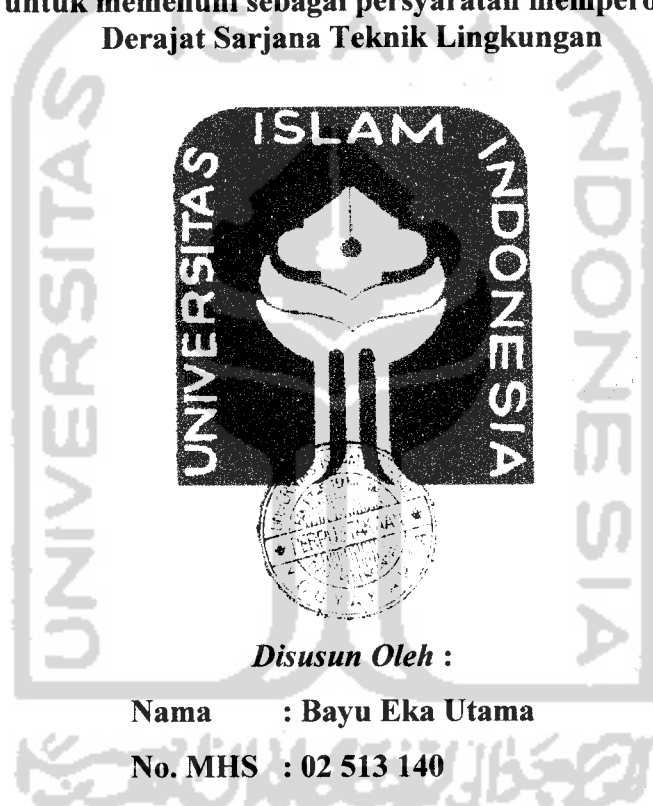


PERPUSTAKAAN FTSP UHI	
HASRAT/DEMI	
TGL. TERIMA :	10-12-2007
NO. JUDUL :	2750
NO. INV. :	10005620001
NO. INDUK :	002750

**TUGAS AKHIR**

**PENGUNAAN TANAH LATERIT SEBAGAI MEDIA  
ADSORPSI UNTUK MENURUNKAN KADAR FOSFAT  
(PO<sub>4</sub>) PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DI RUMAH  
SAKIT BAKTININGSIH KLEPU, YOGYAKARTA**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh  
Derajat Sarjana Teknik Lingkungan

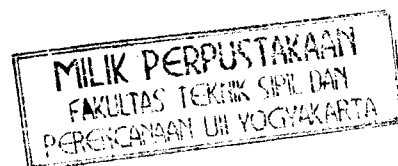


*Disusun Oleh :*

Nama : Bayu Eka Utama

No. MHS : 02 513 140

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2007**



## LEMBAR PENGESAHAN

# PENGGUNAAN TANAH LATERIT SEBAGAI MEDIA ADSORPSI UNTUK MENURUNKAN KADAR FOSFAT (PO<sub>4</sub>) PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DI RUMAH SAKIT BAKTININGSIH KLEPU, GODEAN YOGYAKARTA

Nama : Bayu Eka Utama

No. MHS : 02 513 140

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Luqman Hakim, ST Msi

Tanggal : 9 2004

Dosen Pembimbing II

Andik Yulianto, ST

Tanggal :

**PENGGUNAAN TANAH LATERIT SEBAGAI MEDIA ADSORPSI  
UNTUK MENURUNKAN KADAR FOSFAT ( $PO_4$ ) PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DI RUMAH SAKIT  
BAKTININGSIH KLEPU, YOGYAKARTA**

*Bayu E, Luqman H, A. Yulianto,  
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII,  
Yogyakarta.*

*Kontak : [by\\_youdepiero@plasa.com](mailto:by_youdepiero@plasa.com)*

**ABSTRAK**

*Air buangan dari limbah rumah sakit Baktiningsih Klepu, Godean Yogyakarta mengandung bahan-bahan organik dan anorganik yang tinggi. Limbah cair berasal dari kegiatan laundry, dapur, kegiatan operasi, gawat darurat dan pemakaian air di kamar mandi dan wastafel. Salah satunya adalah parameter Fosfat ( $PO_4$ ). Salah satu alternatif pengolahan limbah yang mengandung bahan-bahan organik dan anorganik tinggi ini adalah dengan menggunakan media tanah laterit sebagai adsorpsi.*

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah aplikasi tanah laterit di lapangan dapat digunakan sebagai media adsorben dalam menurunkan konsentrasi Fosfat ( $PO_4$ ) pada limbah cair rumah sakit. Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada pukul 09.00 dan pukul 13.00 selama tujuh hari berturut – turut dengan terlebih dahulu mengukur debit dengan cara V Thomson selama tiga hari.*

*Penelitian ini merupakan skala lapangan, metode yang digunakan dalam penelitian untuk mengetahui kandungan fosfat dalam sampel air limbah adalah dengan menggunakan metoda SNI 06 – 2483 -1991.*

*Dari hasil perhitungan didapatkan, penurunan kadar fosfat adalah rata – rata 0,6 mg/l. Itu berarti pada penerapan di lapangan tanah laterit dapat menurunkan kadar fosfat.*

*Kata Kunci: Tanah laterit, , Phospat ( $PO_4$ ), Bak Adsorpsi*

**UTILIZATION OF LATERITE SOIL AS ADSORPTIONS MEDIA TO  
DEGRADATION OF PHOSPHATE (PO<sub>4</sub>)  
AT WASTE WATER TREATMENT IN PANTI BAKTINGSIH HOSPITAL  
KLEPU, YOGYAKARTA**

*Bayu E , Luqman H, A. Yulianto,  
Environmental Engineering Department, Planning and Civil Engineering Faculty,  
UII, Yogyakarta.  
Contact : [by\\_youdepiero@plasa.com](mailto:by_youdepiero@plasa.com)*

**ABSTRACT**

*Wastewater from Panti bakti Ningsih Klepu, Yogyakarta contain organic and anorganic with high. A liquid waste of activities in a hospital comes from some such activities as laundry, cooking, operation, emergencies and the use of water in the bathroom and wash basin, From those activities they results in causing phosphate concentration in very high level. One of the wastewater alternative treatments by using laterit soil as adsorptions.*

*The aimed of this research is to know applying whether laterit soil in field usable for media absorbent to degradation at waste water hospital. Sampling is doing at 07.00 am in the morning and 13.00 pm as long as one week. With debit quantify  $V$  Thomson prosudural as long as three day.*

*This research field constitute/ field scale, method SNI 06 – 2483 -199 is ause method in research to whether concentration of phosphate in a liquid waste.*

*From calculation result the rate degradation of phosphate is a 0,6 mg/l.*

*In the out or reactor. That meaning applying of laterite soil as adsorptions basin can degradation of phosphate.*

*Key Word: Laterite soil, , Phosphate (PO<sub>4</sub>), Adsorptions Basin*

## *Halaman Persembahan*

*Karya ini kupersembahkan untuk orang – orang yang paling kusayangi :*

*Untuk kedua orang tuaku, Bapak & Mamak (Sarihim JS & Hindun Hidayah)*

*Yang selalau memotivasi dengan doa, nasehat, marah, cinta dan kasih sayang,*

*Memberikan dorongan dan semangat saat aku gagal dan patah semangat*

*Terima kasih telah memberikan kepercayaan yang penuh kepadaku sehingga aku bisa di kota pelajar ini (Yogyakarta)*

*Semua yang telah kalian berikan belum tentu aku bisa balas, aku hanya bisa berjanji membahagiakan kalian*

*Kedua orang adik ku yang selalu memberiku perhatian dan mengerti kakaknya yang keras kepala ini*

*Kita punya tugas dan kewajiban yang sama kepada orang tua kita*

*The Big Family*

*Keluarga dari Martapura Sumsel dan keluarga dari Maras Banten Bengkulu*

*WeeBee, YONIF KOSTRAD 412/RAIDER, anugerah terindah yang pernah kumiliki.*

*Terima kasih atas kerelaan berbagi waktu, materi serta pikiran cinta dan kasih sayang segala dorongan dan dukungan buatku lebih semangat! Dan semua kesabaran, kesabaran dan kesabaran lagi selama ini.... Perbedaan itu sampai sekarang tidak bisa kita atasi.*

*Seseorang yang menjadi suamiku nanti.....*

*Ya Allah,*

*Terima kasih atas segala anugerah yang telah diberikan padaku, aku dilahirkan di tengah orang – orang yang menyayangiku*

# MOTTO

**DIMANAPUN KAMU BERADA, MAUT AKAN MENJEMPUTMU, MESKIPUN  
KAMU BERADA DI BENTENG YANG PALING TINGGI DAN KOKOH.**

**( AN NISA 78 )**

**PELAJARILAH ILMU PENGETAHUAN, SESUNGGUHNYA MEMPELAJARI  
ILMU ADALAH TANDA TAKUT TERHADAP ALLAH, MENUNTUT ILMU  
ADALAH IBADAH, MENINGAT - INGAT ADALAH JIHAD,  
MENGAJARKAN KEPADA ORANG-ORANG ADALAH SEDEKAH DAN  
MENYEBARKANNYA ADALAH PENGORBANAN**

**( AL HADITS )**

**HIDUP INI SESUNGGUHNYA TIDAK SULIT, YANG SULIT BAGAIMANA KITA  
BISA HIDUP ENAK DENGAN PENUH KESABARAN DAN BERBESAR HATI  
DALAM MENERIMA SESUATU. KARENA KEADAAN YANG BAIK ATAUPUN  
BURUK ITU SEMUA ADA DI TANGANMU, JANGAN PERNAH DISETIR ATAU  
DIKENDALIKAN OLEH KEADAAN CIPTAKANLAH KEADAAN SESUAI  
DENGAN YANG KAMU MAU!!!**

## KATA PENGANTAR

**Assalamu alaikum Wr. Wb.**

Segala puji hanya bagiNya, penguasa setiap hembus nafas, pemilik jiwa yang penuh cinta, Tuhan yang teramat sayang pada hamba-hamba. Dia jadikan hamba sebagai ujian bagi hamba lainnya, Dia jadikan pula penolong bagi lainnya. Keselamatan dan keberkahan semoga selalu terlimpah, tercurah, kepada manusia terkasih, Muhammad bin Abdullah, yang selalu mengajari kita agar amanah dalam bekerja, semangat berkorban dalam berkarya, cinta dalam berusaha, semoga kesemuanya itu dapat mengilhami kita dalam menegakan syiar ISLAM, Amin.

Dengan bantuan-Nya juga sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul : **Penggunaan Tanah Laterit Sebagai Media Adsorpsi Untuk Menurunkan Kadar Fosfat (Po4) Pada pengolahan Limbah Cair di Rumah Sakit Panti Bhaktiningsih, Klepu Yogyakarta.**

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya penyusun tidak lepas dari kesalahan-kesalahan dan kekurangan sehingga penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT.
2. Rasulullah Muhammad SAW, keluarga dan para sahabatnya.
3. Bapak Luqman Hakim, ST Msi dan Bapak Andik Yulianto, ST selaku pembimbing Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu dan membimbing, mendukung serta mencurahkan pikirannya untuk memberi masukan-masukan kepada penulis.
4. Bapak Luqman Hakim, ST Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Hudori, ST, Bapak Eko Siswoyo, ST, Bapak Widodo, Ibu Yureana, Ibu Any Y, selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan.
6. Bapak Agus Adi Prananto, SP selaku staf Jurusan Teknik Lingkungan.
7. Ir. Ibnu Singgih Pranoto dan semua staff DEWATS juga Mb Afrida yang selalu siap membantu. Datanya kok susah ya..?
8. Segala cinta dan kasih sayang ke-dua Orang Tuaku serta adik – adik ku (Oun Aryanthosyah & Ucun Chandra Thomas)
9. WeeBee, *YONIF KOSTRAD 412/ RAIDER*, anugerah terindah yang pernah kumiliki. Terima kasih atas kerelaan berbagi waktu, materi serta pikiran cinta dan kasih sayang segala dorongan dan dukungan buatku lebih semangat!!!!
10. Orang Tuaku yang ke dua di Perum Pamungkas Jakal km 14 ( Bapak Lili n Ibu Meni) juga Dany. Kakakku di asrama 412 serta keponakan –

keponakan kecilku, Sepupuku Kak Jalin n Ires makasih buat semuanya selama ini.

11. Mas Agung di Jakarta aku hanya berharap bahwa kita menemukan titik terang di setiap kita mencapai cita – cita dan cinta
12. Ketua MAPALA UNISI 07-08 Rahmat “ UcuP” Hidayat yang mengerti banget kondisi Wakil Ketuanya ini. Segenap pengurus 07 - 08 dan anggota MAPALA UNISI yang tak pernah membuat hidupku sepi.
13. Yang punya R 4426 RK ( c\_Rick) thanks banget suatu hari nanti mb akan bales atas semua kebaikanmu.
14. My Kost Mb Rini, Elle n Lina jalan – jalan yuk...
15. Teman-teman angkatan 2002 (Blewah, Berlak, Tegi, Tagor, Aziz, Maya ST, Reni ST, Dian ST, Andi ST, Egi, Uci ST, Ria ST, Dessy, Bani ST, Wati ST, dodo, chimo & all'02 ) makasih atas semua bantuannya yang telah diberikan selama ini.
16. Mangan dan Hanung teman TA ku yang selalu meberi masukan dalam menghadapi masalah TA ini.
17. Untuk yang belum aku sebutkan maafkanlah aku bukan maksud hati melupakan kalian.

Penyusun sangat berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak yang menggunakan laporan ini.

**Wassalamu alaikum Wr. Wb.**

Yogyakarta, Juni 2007

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
Halaman Persembahan.....	v
Motto.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	5
<b>BAB II GAMBARAN UMUM RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH</b>	
2.1 Lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih.....	6
2.2 Sumber Limbah Cair di Rumah Sakit Panti Baktiningsih.....	6
2.2.1 Pelayanan Medis.....	7
2.2.2 Penunjang Medis.....	7
2.2.3 Perkantoran dan Fasilitas Sosial.....	8
2.3 Fungsi Unit Pengolahan Limbah.....	8
2.3.1 Sedimentasi.....	8
2.3.2 Baffle Reaktor.....	9

2.3.3	Anaerobik Filter.....	10
2.3.4	Filter Kerikil Horizontal.....	12
2.3.5	Bak Adsorpsi dengan Media Tanah Laterit.....	14
2.3.6	Kolam Indikator.....	15
2.4	Alur PengolahanLimbah Cair Rumah Sakait Panti Bakti Ningsih .....	16

### BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1	Rumah Sakit .....	17
3.2	Penanggulangan Masalah Air .....	21
	3.2.1 Pengendalian Bahaya Limbah.....	21
	3.2.2 Penanggulangan Pencemaran Air.....	23
3.3	Tanah Laterit.....	25
3.4	Adsorpsi.....	33
	3.4.1 Pengertian Adsorpsi.....	34
	3.4.2 Mekanisme Adsorpsi .....	36
	3.4.3 Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	37
	3.4.4 Model Adsorpsi.....	38
	3.4.4.1 Model Adsorpsi Langmuir.....	39
	3.4.4.2 Model Adsorpsi Freundlich.....	40
	3.4.4.3 Model Adsorpsi BET.....	45
3.5	Sumber Air Limbah Domestik.....	47
	3.5.1 Karakteristik Air Limbah Domestik.....	47
	3.5.2 Fosfat.....	49
	3.5.2.1 Sumber fosfat.....	53
3.6	Serapan Dalam Tanah.....	56
	3.6.1 Gaya – gaya Serapan.....	56
	3.6.2 Serapan Anion Oleh Koloid Tanah.....	58
3.7	Hipotesis.....	59

## BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Lokasi Penelitian.....	
4.2	Metode Penelitian.....	60
4.3	Jenis Penelitian.....	60
4.4	Waktu Penelitian.....	60
4.5	Tahapan Penelitian.....	60
4.5.1	Studi Literatur.....	62
4.5.2	Penelitian.....	62
4.5.3	Persiapan alat dan Bahan.....	62
4.5.4	Pengamatan.....	62
4.5.5	Parameter Penelitian.....	62
4.5.6	Metode Pelaksanaan Penelitian.....	64
4.5.7	Desain Sampling.....	64
4.5.8	Pengambilan Sampling.....	66
4.5.9	Analisis Data.....	66
4.6	Obyek Penelitian.....	66
		67

## BAB V PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1	Evaluasi Debit Limbah Cair di Rumah Sakit .....	
5.2	Analisa Konsentrasi Fosfat.....	69
		70

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan.....	
6.2	Saran.....	76
	Daftar Pustaka.....	76
	Lampiran.....	78
		80

## GAMBAR

Gambar	2.1	Peta Lokasi Rumah Sakit Panti Bakti Ningsih.....	6
Gambar	2.2	Bak sedimentasi.....	9
Gambar	2.3	Baffle Reaktor.....	9
Gambar	2.4	Anaerobik Filter.....	10
Gambar	2.5	Filter Kerikil Horizontal .....	12
Gambar	2.6	Bak Adsorpsi .....	14
Gambar	2.7	Kolam Indikator.....	15
Gambar	2.8	Plant Lay Out IPAL Rumah Sakit Panti bakti Ningsih...	16
Gambar	3.1	Diagram Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit.....	22
Gambar	3.2	Penampang Endapan Laterit.....	31
Gambar	3.3	Grafik Linear Model Langmuir.....	42
Gambar	3.4	Grafik Linear Model Freundlich.....	44
Gambar	3.5	Grafik Linear Model BET.....	46
Gambar	4.1	Diagram alir Tahap Penelitian.....	61
Gambar	4.2	Dimensi Bak Tanah laterit.....	64
Gambar	4.3	Bak Adsorpsi.....	67
Gambar	4.3	Lokasi Inlet.....	68
Gambar	4.3	Lokasi Outlet.....	68
Gambar	5.1	Konsentrasi Fosfat pada pukul 09.00.....	71
Gambar	5.2	Scanning Elektro Microscopy perbesaran 1500 x, laterit sebelum dipakai.....	74

Gambar	5.3	Scanning Elektro Microscopy perbesaran 1500 x, laterit setelah dipakai.....	70
--------	-----	--	----



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Analisa Laboratorium Pengukuran Fosfat (SK SNI M-06-2483-1991) .....	80
Lampiran 2	Tabel Penelitian awal debit dengan metode V-Thomson.....	87
Lampiran 3	Tabel Penelitian awal debit rata-rata dengan metode V-Thomson.....	88
Lampiran 4	Tabel Hasil Pengamatan Pada Saat Penelitian.....	89
Lampiran 5	Tabel Peraturan Pemerintah Nomor. 82 Tahun 2001 (Badan Air).....	90
Lampiran 6	Tabel Metode Pelaksanaan Penelitian.....	92
Lampiran 7	Tabel Perhitungan Konsentrasi fosfat dan Hasil Penelitian di BPKL.....	93
Lampiran 8	Tabel Peta Daerah Penelitian.....	95
Lampiran 9	Tabel Letak Geografis.....	97
Lampiran 10	Tabel Perhitungan Porositas dan Debit.....	99
Lampiran 11	Tabel Uji Statistik dengan Metode t-Test.....	101

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Rumah Sakit Panti Baktiningsih dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan dengan kegiatan *preventif, kuratif, rehabilitatif*, akan menghasilkan limbah yang apabila tidak dikelola dengan baik akan berpotensi mencemari lingkungan hidup. Untuk itu limbah rumah sakit harus dikelola dengan baik dan benar sesuai persyaratan-persyaratan yang diatur dalam berbagai peraturan hukum lingkungan yang ada.

Sumber limbah cair yang dihasilkan oleh Rumah Sakit Panti Baktiningsih merupakan hasil buangan dari pasien, pengunjung maupun pekerja di rumah sakit tersebut.

Limbah cair dari pelayanan medis ini berasal dari kamar mandi, wastafel, kloset, ruang cuci instrumentasi medik, buangan dialisat, sisa buangan penderita dan lain-lain.

Limbah cair dari penunjang medis ini berasal dari kamar mandi, wastafel, closet, tempat cuci peralatan masak, rendaman dan bilasan proses pencucian, pencucian *preport*, sisa *reagensia*, sisa *spesi* mencair.

Limbah cair dari perkantoran dan fasilitas sosial ini berasal dari kamar mandi, wastafel, closet, tempat cuci peralatan makan dan lain-lain.

Pengolahan limbah pada rumah sakit Panti Baktiningsih menggunakan proses anaerobik, aerobik dan fakultatif karena penggunaan

produk pada akhirnya, stabilisasi dari komponen organik dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air produk yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

Kehadiran fosfat pada limbah rumah sakit dapat menyebabkan masalah serius karena dapat memacu pertumbuhan alga. Bila konsentrasi fosfat tinggi maka kelebihannya menjadi unsur yang diperlukan oleh alga. Kehadiran alga dapat mempengaruhi nilai pada suplai air karena menimbulkan rasa dan bau yang dapat mengganggu estetika lingkungan.

Melihat masih tingginya kandungan fosfat yang dihasilkan oleh rumah Sakit Panti Baktiningsih, digunakan alternatif pengolahan dengan menggunakan tanah laterit yang akan menyerap kandungan fosfat tersebut yang diharapkan limbah dapat terolah dengan biaya yang lebih murah, bahan lebih mudah didapat, dan dengan efisiensi yang lebih tinggi.

Pengolahan ini merupakan proyek DEWATS (Decentralized Wastewater System) Indonesia yang bekerjasama dengan Bremen Overseas Research and Development association (BORDA) Republik Federal Jerman. Tujuan dari proyek kerjasama ini adalah untuk mendukung masyarakat, institusi, dan perusahaan-perusahaan kecil dan menengah dalam merencanakan, mendesain, dan membangun sistem pengolahan air limbah yang efektif, efisien, dan murah berdasarkan desain teknik baku.

DEWATS membangun suatu instalasi tepat guna yang dapat menurunkan kadar fosfat dan COD serta menaikkan kadar DO. Karenanya

## 1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang yang ada diatas maka :

- a) Apakah tanah laterit olahan *Dewats* dapat digunakan untuk menurunkan kadar fosfat pada outlet dari pengolahan aerobik dan fakultatif di Rumah Sakit Panti Baktiningsih?.
- b) Berapa besar penurunan kadar fosfat pada outlet dari pengolahan aerobik dan fakultatif dengan menggunakan tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih?.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah:

- a) Untuk mengetahui penurunan kadar fosfat pada outlet dari pengolahan aerobik dan fakultatif di Rumah Sakit Panti Baktiningsih dengan menerapkan tanah laterit di lapangan sebagai media adsorben.
- b) Untuk mengetahui apakah penerapan tanah laterit di lapangan dapat digunakan sebagai media adsorben dalam penurunan kadar fosfat pada outlet dari pengolahan aerobik dan fakultatif di Rumah Sakit Panti Baktiningsih.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a) Mendapatkan suatu teknologi yang murah dan sederhana yang dapat mengurangi kadar fosfat pada outlet dari pengolahan aerobik dan fakultatif.
- b) Memberikan salah satu alternatif pengolahan limbah yang memiliki kadar fosfat yang tinggi.

### 1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, agar penelitian ini lebih mudah perlu adanya batasan-batasan pada penelitian yang dilakukan di Rumah Sakit Panti Bhaktiningsih, Klepu, Godean. dengan batasan-batasan sebagai berikut :

- a) Media yang digunakan adalah tanah laterit.
- b) Parameter yang diukur adalah fosfat. Penelitian yang dilakukan adalah merupakan skala lapangan untuk mengetahui penurunan kadar fosfat dengan menerapkan bangunan bak adsorpsi dengan media tanah laterit pada pengolahan limbah di Rumah Sakit Panti Bhaktiningsih.
- c) Pengambilan sampel dilakukan selama 1 minggu pada pukul 09.00 dan pukul 13.00. Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian dan Kontruksi Lingkungan(BPKL).
- d) 3 hari perhitungan debit dari pukul 06.00 pagi sampai pukul 20.00 malam. Pengambilan sampel secara kontinyu dilakukan selama 7 hari pada pukul 09.00 pagi dan 13.00.
- e) Analisis parameter dilakukan dengan menggunakan skala laboratorium.

## BAB II

### GAMBARAN UMUM

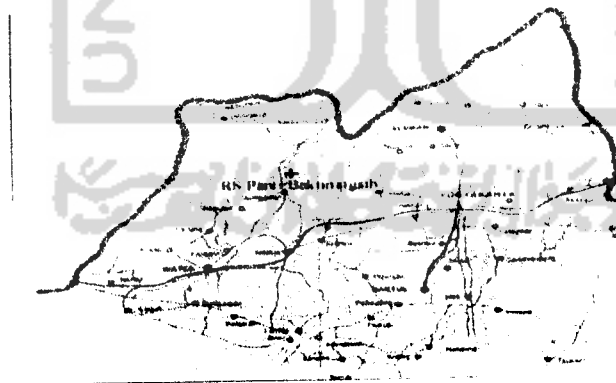
#### RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH

##### 2.1 Lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih

Rumah Sakit Panti Baktiningsih terletak di Dusun Klepu Kidul, Desa Sendangmulyo, Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Rumah Sakit Panti Baktiningsih terletak 20 km sebelah barat dari ibukota Yogyakarta.

Batas lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih sebagai berikut :

- Sebelah Barat : Sungai Klepu
- Sebelah Timur : Jalan desa Sendangmulyo
- Swbelah Utara : Jalan desa Sendangmulyo
- Sebelah Selatan : Pastoran Katolik Klepu



Gambar 2.1 Peta Lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih

## 2.2 Sumber Limbah Cair di Rumah Sakit Panti Baktiningsih

Sumber limbah cair yang dihasilkan oleh rumah sakit panti Baktiningsih merupakan hasil buangan dari pasien, pengunjung maupun pekerja di rumah sakit tersebut. Adapun sumber limbah dan limbah yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

### 2.2.1. Pelayanan Medis

- a. Rawat inap
- b. Rawat jalan/poliklinik gigi
- c. Rawat intensif
- d. Rawat darurat
- e. Kamar jenazah
- f. Bedah sentral

Limbah cair dari pelayanan medis ini berasal dari kamar mandi, wastafel, closet, ruang cuci instrumentasi medik, buangan dialisis, sisa buangan penderita dan lain-lain.

### 2.2.2 Penunjang medis

- a. Dapur pusat
- b. Binatu
- c. Laboratorium klinik
- d. Laboratorium patologi anatomi
- e. *Radiology*
- f. Diathermi

Limbah cair dari penunjang medis ini berasal dari kamar mandi, wastafel, closet, tempat cuci peralatan masak, rendaman dan bilasan proses pencucian, pencucian *preport*, sisa *reagensia*, sisa *spesi* mencair.

### 2.2.3. Perkantoran dan fasilitas sosial

- a. Perkantoran dan administrasi
- b. Asrama

Limbah cair dari perkantoran dan fasilitas sosial ini berasal dari kamar mandi, wastafel, closet, tempat cuci peralatan makan dan lain-lain.

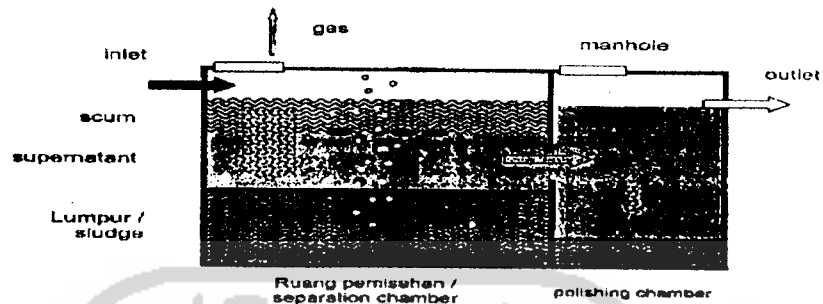
Untuk semua jenis limbah cair yang dihasilkan langsung dialirkan menuju ke IPAL Rumah Sakit Panti Baktiningsih untuk selanjutnya diolah dengan menggunakan sistem DEWATS. Jenis limbah cair rumah sakit Panti Baktiningsih dapat dilihat pada tabel 2.1

## 2.3 Fungsi Unit Pengolahan Air Limbah

### 2.3.1. Sedimentasi

Sedimentasi adalah sistem pengolahan limbah setempat dalam skala kecil yang amat lazim digunakan di dunia. Pada dasarnya proses yang terjadi pada septik tank adalah sedimentasi (pengendapan) dan dianjurkan dengan stabilisasi dari bahan – bahan yang diendapkan

tersebut lewat proses anaerobik.

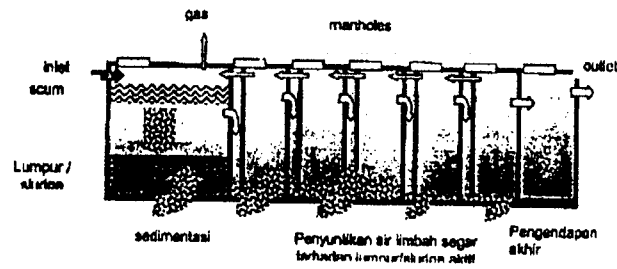


Gambar 2.2 Sedimentasi

### 2.3.2 Baffle reaktor

Baffle reaktor dikenal juga dengan nama baffle septic tank atau septic tank susun. Bukan sekedar septic tank yang ditambah kotak chamber-nya, karena proses yang terjadi di dalam septic tank adalah berbagai ragam kombinasi proses anaerobik hingga hasil akhirnya lebih baik. Proses-proses tersebut adalah :

- ❖ Sedimentasi padatan dimana proses yang terjadi adalah proses settling / pengendapan
- ❖ Pencernaan anaerobik larutan padatan melalui kontak dengan lumpur.
- ❖ Pencernaan anaerobik (fermentasi) lumpur / sludge bagian bawah.
- ❖ Sedimentasi bahan mineral (stabilisasi)



Gambar 2.3 Baffle Reaktor

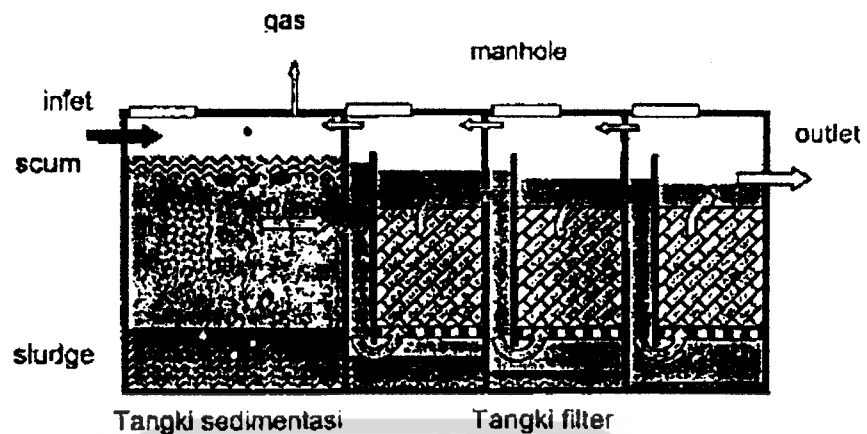
### 2.3.3 Anaerobik Filter

Filter anaerobik (fixed bed atau fixed film reaktor) menggunakan prinsip yang berbeda dengan septik tank, karena sistem ini justru diharapkan untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (dissolved solid) dengan cara mengkotakkan dengan surplus bakteri yang aktif. Bakteri tersebut bersama bakteri lapar akan menguraikan bahan organik terlarut (dissolved organic) dan bahan organik yang terdispersi (dispersed organik) yang ada dalam limbah. Sebagian besar bakteri tersebut tidak bergerak. Bakteri cenderung diam dan menempel pada partikel padat seperti pada dinding reaktor atau tempat lain yang permukaannya bisa digunakan sebagai tempat tempelan.

Tabel 2.1 Jenis Limbah Cair Rumah Sakit Panti Baktiningsih

No	Unit Pelayanan	Sumber	Kegiatan	Jenis Limbah
1	Rawat Jalan	WC, kamar mandi, <i>lavatory</i>	Buangan pasien dan pengunjung	<i>Urine, feces</i> , air sisa kumur mulut, air penggelontor
2	Rawat Inap	WC, kamar mandi, <i>lavatory</i>	Buangan pasien dan pembesuk	<i>Urine, feces</i> , air sisa mandi, air penggelontor
3	Pelayanan Gawat Darurat	WC, <i>lavatory</i>	Cuci tangan dan cuci alat	Air sisa cuci dan air sisa cuci alat
4	Laundry	WC, kamar mandi, sarana perendaman mesin cuci, mesin pengering	Pencucian tekstil	<i>Urine, feces</i> , air sisa pencucian tekstil
5	Dapur	WC, kamar mandi, <i>lavatory</i> , pencucian bahan dan alat	Buangan petugas, pencucian bahan dan alat	<i>Urine, feces</i> , air sisa pencucian bahan makanan dan alat masak serta alat makan
6	Laboratorium	WC, kamar mandi, <i>lavatory</i> , sarana cuci tangan	Buangan pasien dan pegawai, cuci alat <i>medical test</i>	<i>Urine, feces</i> , air sisa cuci alat
7	Ruang administrasi	WC, kamar mandi, <i>lavatory</i> , <i>urinoir</i>	Buangan karyawan	<i>Urine, feces</i> , air sisa mandi, air sisa cuci tangan
8	Asrama	WC, kamar mandi	Buangan penghuni dan pembesuk	<i>Urine, feces</i> , air sisa mandi, air sisa cuci tangan

(Sumber : Sekretariat Rumah Sakit Panti Baktiningsih)



Gambar 2.4 Anaerobik Filter

#### 2.3.4 Filter Kerikil Horizontal

Filter kerikil horizontal bawah permukaan tanah juga disebut sebagai *Subsurface Flow Wetlands (SSF)*, *Constructed Wetlands* atau *Roof Zone Treatment Plants*. Limbah cair yang akan diolah menggunakan filter ini arus melalui pra pengolahan terlebih dahulu terutama sehubungan dengan padatan tersuspensi, karena berbagai pengalaman menunjukkan bahwa masalah terbesar pada filter ini adalah masalah penyumbatan.

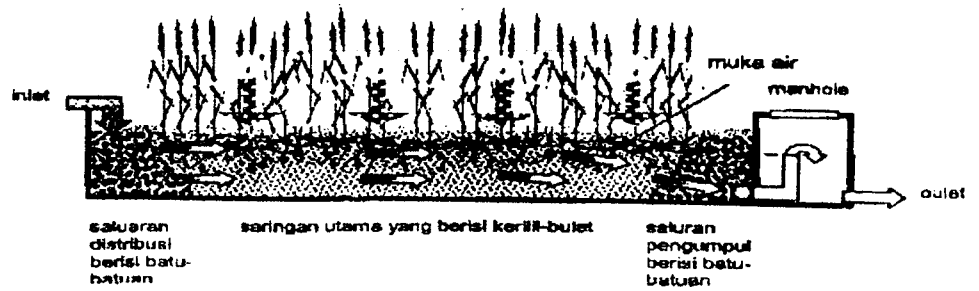
Prinsip filter kerikil horizontal adalah dimungkinkannya ketersediaan oksigen yang berkesinambungan pada bagian lapisan atas, demikian juga pada bagian bawah lapisan perakaran yang merupakan kondisi anaerob-fakultatif sehingga akan menyediakan

lingkungan yang menghubungkan bagi kehidupan beragam jenis bakteri.

Bahan filter sebaiknya menggunakan kerikil yang serupa dan berbentuk bulat berukuran 6 – 12 mm atau 8 – 16 mm. Konduktivitas bisa jadi hanya bernilai setengah saja apabila menggunakan filter dengan batu yang berujung patah dibandingkan dengan kerikil bundar, hal ini dikarenakan arus kisan dalam pori filter yang berujung patah – patah (tidak bulat) berlangsung tidak beraturan.

Tanaman pada filter tersebut biasanya tidak dipanen. *Phragmites australis* (glagah asu) dianggap sebagai tanaman yang paling baik karena akarnya membentuk rimpang / rizoma horizontal yang menjamin bak filter daerah akar yang sempurna. Kemungkinan ada tanaman lain yang cocok dengan air limbah lain misalnya, *Typha angustifolia* ( cattails ) serta *Scripus lacustris* ( bull rush ) telah diketahui bisa menurunkan kadar E. Coli air limbah. Hampir semua jenis

rumpun rawa dan rumput air cocok untuk air limbah, tapi tidak semuanya memiliki akar menjorok atau akar yang dalam.

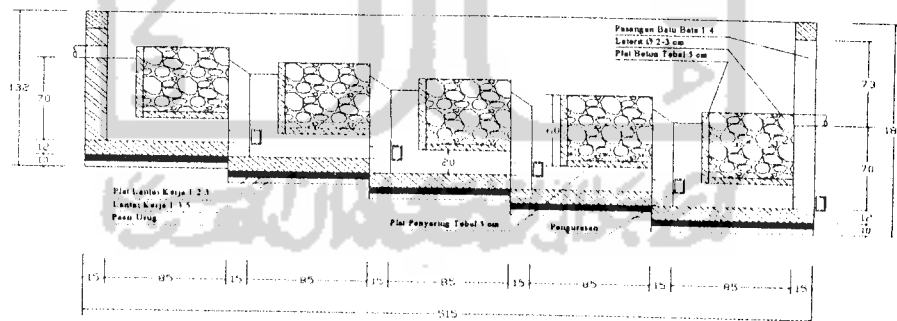


Gambar 2.5 filter Kerikil horizontal

### 2.3.5 Bak Adsorpsi dengan media Tanah Laterit

Bangunan dibangun dengan 5 tingkat ( cascade ) yang berupa terjunan-terjunan

dari tingkat yang satu sampai ke tingkat 5. Bangunan ini terdiri dari dua bak adsorpsi. Tapi yang di fungsikan sebagai penerapan baru satu bak. Yang mana tanah laterit yang digunakan dapat menyerap fosfat



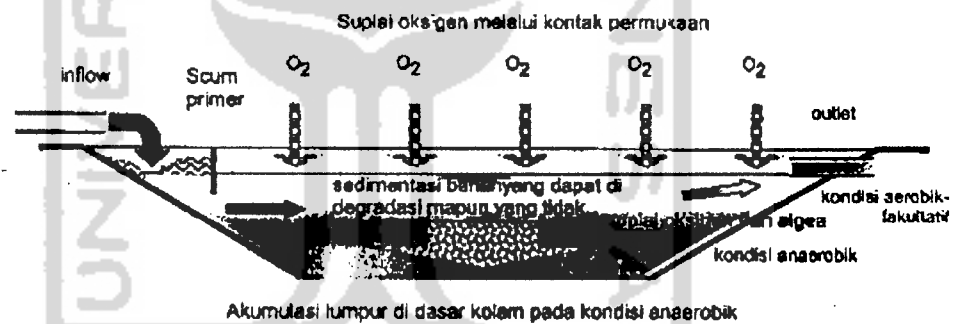
Potongan A-A  
Skala 1:100

Gambar 2.6 Bak Adsorpsi

### 2.3.6 Kolam Indikator

Kolam indikator atau disebut juga kolam oksidasi adalah danau buatan dimana proses yang terjadi di dalam kolam sangat mirip dengan proses pengolahan secara alami. Kolam ini relatif dangkal ( $< 1,0 \text{ m}$ ) yang berguna untuk mempertahankan kondisi aerobik

Bakteri dan ganggang merupakan mikroorganisme kunci dalam kolam indikator. Ketika limbah organik memasuki kolam dan dilepaskan dari dasar kolam lumpur dimetabolisme oleh bakteri dan produk akhir seperti karbondioksida, ion amonium, ion nitrat dan ion fosfat dapat digunakan untuk pertumbuhan ganggang. Energi matahari melengkapi energi untuk pertumbuhan ganggang.

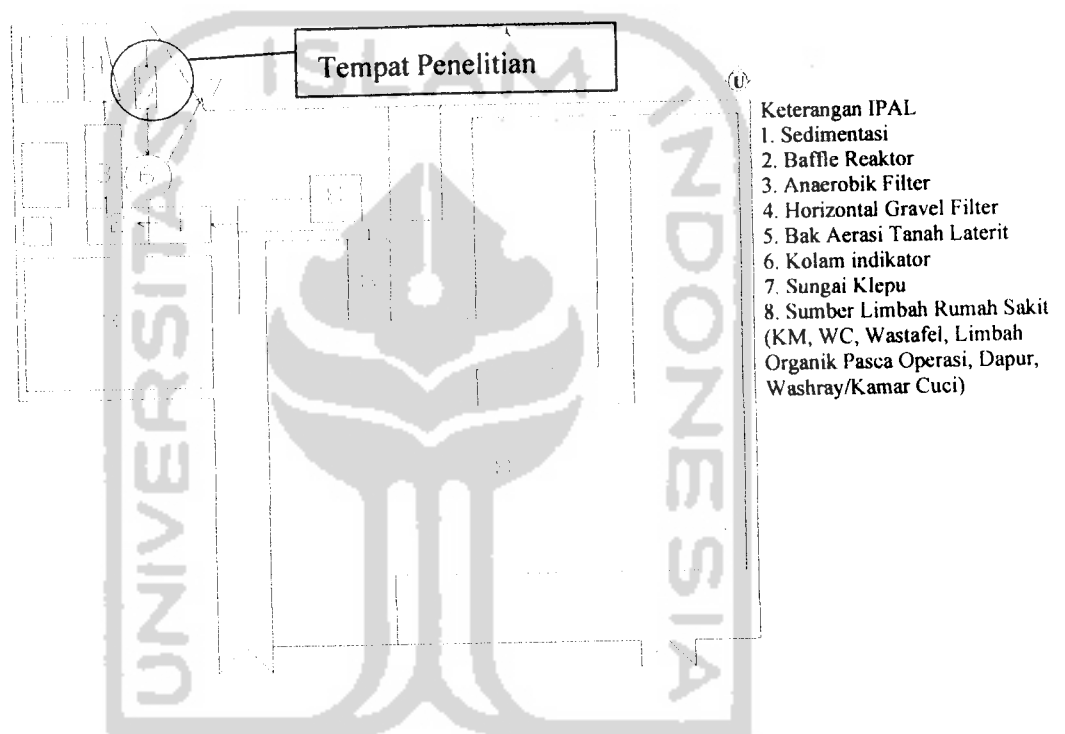


Gamabr 2.7 Gambar Kolan Indikator

## 2.4 Alur Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Pantti Baktiningsih

### Alur Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Pantti Baktiningsih

Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Pantti Baktiningsih menggunakan system DEWATS. Alur pengolahan limbah cair adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8 Plant Lay Out IPAL Rumah Sakit Pantti Baktiningsih.

## BAB III

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1 Rumah Sakit

Pengertian limbah cair yang dikemukakan oleh Metcalf dan Eddy (1991) menyebutkan air limbah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari pemukiman, perkantoran, dan industri, bersama-sama dengan air tanah, serta air hujan yang mungkin ada.

Sumber limbah cair berasal:

1. Air limbah domestik, berasal dari rumah tangga, perkantoran, pusat perdagangan, rumah sakit dan mengandung berbagai bahan antara lain: kototan, urine dan air bekas cucian yang mengandung detergen, bakteri dan virus.
2. Air limbah industri, banyak mengandung bahan pelarut, mineral, logam berat, zat pewarna, nitrogen, sulfida, fosfat, dan zat lain yang bersifat toxic.
3. Air limbah dari daerah pertanian, banyak mengandung kotoran hewan, herbisida, pestisida.

**Pengertian limbah cair rumah sakit secara umum adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi : limbah cair domestik yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian; limbah cair klinis yakni limbah cair yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian**

luka, cucian darah, dan lain-lainnya; air limbah laboratorium dan lainnya.

Mengingat arti akan rumah sakit adalah fasilitas sosial yang tak mungkin dapat dipisahkan dengan masyarakat dan keberadaanya pun sangat diharapkan. Rumah sakit digolongkan menjadi beberapa kelas. Antara lain kelas A, B, C. Dengan berjalannya waktu dan kemajuan teknologi maka perkembangan penduduk yang pesat harus diimbangi dengan fasilitas kesehatan yang memadai. Akan tetapi semuanya itu tidak disertai dengan perkembangan dan kemajuan fasilitas pengolahan limbah yang baik. Hal ini tidak dapat dipungkiri bahwa dengan naiknya kelas dan semakin canggihnya peralatan di suatu rumah sakit maka semakin kompleks pula jenis dan kandungan limbah rumah sakit. Limbah rumah sakit merupakan salah satu penyumbang terjadinya pencemaran lingkungan, sehingga masalah ini baik berupa limbah padat maupun limbah cair sering menjadi pencetus konflik antara pihak rumah sakit dengan masyarakat dan lingkungan alam yang ada disekitarnya..

Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikro-organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat disekitarnya

Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang potensial. Hal ini disebabkan karena air

limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikro-organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat disekitarnya.

Selain hal diatas limbah cair dari rumah sakit merupakan limbah yang dominan. Pembuangan limbah cair rumah sakit yang begitu saja ke lingkungan tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu jelas akan menimbulkan dampak negatif yang antara lain

a. Gangguan terhadap kesehatan masyarakat.

Adanya mikrobiologis patogen maupun bahan kimia beracun dalam limbah yang ikut ke dalam air limbah kemungkinan akan menyebabkan penyakit terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya yang menggunakan, menganalisis, hidup disekitar badan air, baik itu air tanah, air permukaan, air laut yang telah tercemar oleh limbah tersebut.

Contoh:

- 1 *Mycrobacterium Tuberculosis* yang menyebabkan penyakit TBC yang kemungkinan penyebarannya melalui air limbah.
- 2 Virus yang menyebabkan penyakit polio yang biasanya terdapat dalam effluent pengolahan secara kaportisasi.
- 3 *Ascaris SP.* Menyebabkan penyakit cacingan yang terdapat di air buangan dan lumpur.

b. Gangguan terhadap kehidupan biotik.

Adanya polutan yang berlebihan terhadap fisik air permukaan/ bahan

air dapat mengganggu proses *self purification* karena kadar air *Disolved Oksigen* (DO) yaitu oksigen yang terlarut dalam air berkurang terhadap air tanah mikroba patogen dapat menginfiltrasi ke tanah sampai jarak 10-15 meter kearah aliran air tanah. Sedangkan bahan kimia berbahaya dan beracun dapat menginfiltrasi ke tanah mencapai jarak 95 m.

c. Gangguan terhadap estetika

Aspek bau dan warna sering menimbulkan masalah hal ini tergantung dari sumber limbah, contoh:

1. Limbah cair dari laundry berbau detergen dan amis, karena adanya fraksi darah, warnanya keruh kadang berwarna merah kecoklatan.
2. Limbah cair dari dapur berwarna keruh keputihan dan kehijauan dan berbau menyengat.

Oleh karena itu limbah cair rumah sakit perlu diperlakukan secara benar agar tidak mengganggu keseimbangan ekosistem.

Dengan adanya peraturan yang mengharuskan setiap rumah sakit harus dapat mengolah dan mengelola limbah sampai standart yang diijinkan, maka kebutuhan akan teknologi pengolahan air limbah rumah sakit khususnya yang murah dan hasilnya baik perlu dikembangkan. Hal ini mengingat bahwa kendala yang sering dijumpai adalah biaya pengadaan alat dan biaya perawatan alat. Teknologi yang ada saat ini masih cukup mahal, sedangkan dilain pihak dana yang tersedia untuk membangun unit alat pengolahan air limbah tersebut sangat terbatas sekali.

Di dalam pengolahan air limbah rumah sakit, maka yang perlu

diperhatikan adalah sistem saluran pembuangan air. Saluran air limbah dan saluran air hujan harus dibuat secara terpisah. Air limbah rumah sakit dikumpulkan ke bak control dengan saluran atau pipa tertutup, selanjutnya dialirkan ke unit pengolahan. Setelah dilakukan pengolahan, air hasil olahannya dibuang ke saluran umum. Untuk air hujan dapat langsung dibuang ke saluran umum melalui saluran terbuka.

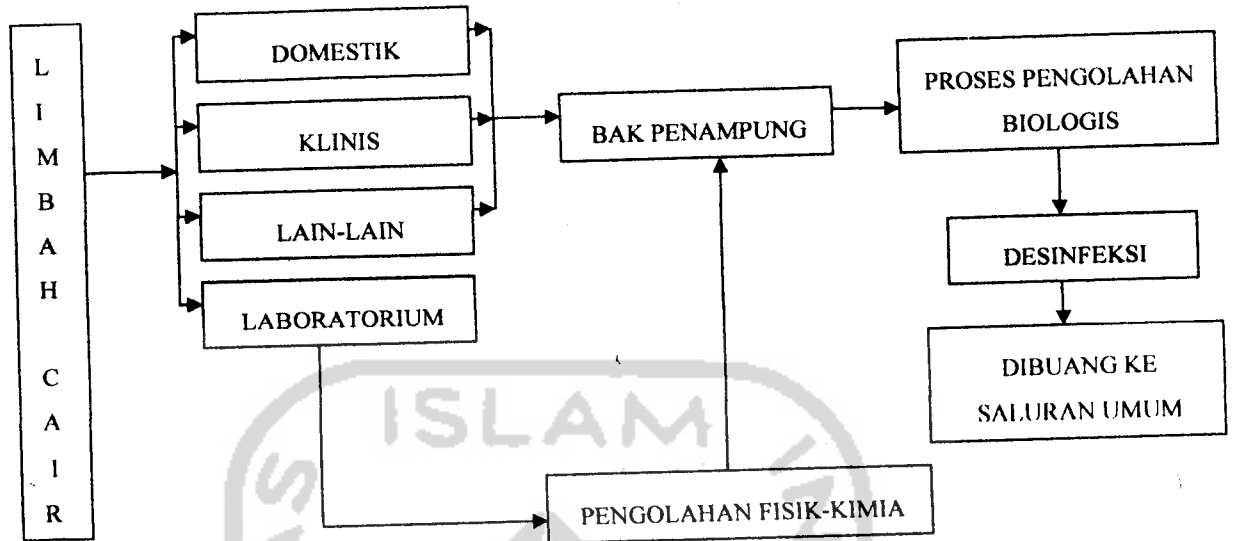
Beberapa tolak ukur pencemaran air oleh rumah sakit adalah warna, pH, COD, BOD, zat organik dan logam – logam berat (Fe, Cu, Zn, Cd, Pb). (Anonim, 1978). Untuk rincian karakteristik limbah cair rumah sakit dapat dilihat pada tabel 3.2.

### **3.2 Penanggulangan Masalah Air**

#### **3.2.1 Pengendalian Bahaya Limbah**

Berbagai limbah yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia meningkat dengan meningkatnya standar hidup, meningkatnya populasi, serta meningkatnya konsentrasi (kepadatan) populasi (Gutherie, 1972). Indonesia sebagai negara berkembang mengalami ketiga hal tersebut. Sehingga secara otomatis pencemaran akan terus terjadi dan meningkat dari tahun ke tahun berikutnya baik itu secara kuantitas maupun secara kualitas.

Berikut adalah diagram alir proses pengolahan limbah rumah sakit (gambar 3.1)



Gambar 3.1 :Diagram Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit  
( Sistem Standar Oprasional Rumah Sakit,1984).

Dengan demikian, perlu adanya usaha pengendalian limbah. Untuk mengendalikan usaha limbah meliputi tiga kemungkinan tahapan, yaitu memodifikasi proses agar usaha produksi tersebut tidak atau sangat mengurangi timbulnya limbah. Jika modifikasi proses memang tidak dapat lagi diterapkan barulah diambil usaha berikutnya ialah mengambil manfaat atas limbah yang timbul (reuse) sebagai bahan mentah baru, bahan bakar, makanan, atau pupuk.

Usaha kedua ini dimaksudkan agar limbah masih memiliki nilai ekonomis dan mampu memberi nilai keuntungan tambahan terhadap perusahaan, atau setidaknya agar biaya untuk mengeleminasi bahaya pencemaran oleh limbah dapat didanai dari limbah itu sendiri.

Tabel 3.1 Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu
1.	pH	-	5.8	6 – 9
2.	BOD	mg/L	1260	30 – 300
3.	COD	mg/L	3039.7	60 – 600
4.	TSS	mg/L	855	100 – 400
5.	Minyak / Lemak	mg/L	60.0	1.0 – 20.0
6.	Phenol	mg/L	0.926	0.1 – 2.0
7.	Warna	PtCo	185	50
8.	Nitrat	mg/L	82.17	0.06 – 5.0
9.	Fosphate	mg/L	0.0	2.0
10.	Amonia	mg/L	-	0.06 – 5.0

(Sumber: Anonim, 1997)

Sedangkan yang ketiga merupakan alternatif yang terakhir, pemberian perlakuan dibuang terhadap limbah agar limbah semata-mata dapat dibuang dalam keadaan bebas bahaya pencemaran, tanpa mengambil manfaat daripadanya (kecuali manfaat tidak langsung jangka panjang, berupa kelestarian lingkungan). Alternatif yang terakhir ini dapat dilakukan bila bahaya pencemaran limbah memang harus diselenggarakan dengan dana tambahan yang memang sudah tidak dapat dihindarkan.

### 3.2.2 Penanggulangan Pencemaran Air

Pengolahan limbah yang dilakukan terlebih dahulu sebelum limbah dibuang ke perairan bebas, dapat mencegah terjadinya pencemaran dan mengurangi toksisitas limbah tersebut terhadap lingkungan. Tujuan utama pengolahan limbah adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur, serta

membunuh organisme pathogen. Mahida (1981), menyatakan bahwa pada prinsipnya pengolahan limbah adalah membuang zat pencemar yang terdapat dalam air limbah atau merubah bentuknya menjadi tidak berbahaya bagi kehidupan organisme.

Secara umum pengolahan limbah dapat dilakukan dengan tiga cara (Mahida, 1984), yaitu:

1. Pengolahan secara kimia

Proses pengolahan secara kimia, didasarkan kepada proses pengendapan zat pencemar dengan menggunakan tambahan zat kimia yang dapat mengkoagulasikan zat-zat organik didalam air buangan tersebut. Setelah itu dilakukan proses flokulasi yang dilanjutkan dengan proses netralisasi dan dibantu dengan cara fisik yaitu pengendapan (Sutamiharja dan Takuputra, 1978).

2. Pengolahan secara biologi

Proses pengolahan secara biologi dilakukan pada zat pencemar yang mudah diuraikan secara biologi (*Biodegradable*), proses-proses pengolahan tersebut dilakukan oleh mikroorganisme.

3. Pengolahan secara fisik

Pengolahan limbah secara fisik bertujuan untuk menyaring benda-benda atau sisa-sisa bahan yang digunakan dalam produksi yang ikut bersama aliran limbah.

### 3.3 Tanah Laterit

Di alam terdapat lebih dari 100 unsur tetapi hanya beberapa diantaranya merupakan bagian terbesar penyusun mineral-mineral utama, beberapa unsur tersebut antara lain Oksigen (O), Silika (Si), Besi (Fe), Kalsium (Ca), Natrium (Na), Kalium (K), Aluminium (Al), Karbon (C), Hidrogen (H) dan Belerang (S). Endapan mineral merupakan satu atau lebih mineral atau unsur tertentu yang terkonsentrasi atau terakumulasi karena proses alam pada suatu tempat di kerak luar bumi.

Apakah laterit itu? Suatu lempung besi padat yang terbentuk di daerah tropis. Kebanyakan laterit komersial yang ditambang di AS berasal dari area yang tropis 200 juta tahun yang lalu. Meski demikian, tidak harus pergi ke daerah tropis untuk menemukan laterit.

Laterit dan substansi-substansi lainnya memiliki properti lain yang dinamakan Kapasitas Pertukaran Kation (CEC). Laterit terdiri dari Fe dan Al oksida dan lempung seperti kaolinit yang kecil kontribusinya pada CEC substrat.

Tanah laterit adalah jenis tanah berkembang lanjut, dengan ciri-ciri sebagai berikut:

1. Horosinasi telah lanjut
2. Reaksi tanah masam
3. Kadar lempung meningkat
4. Struktur tanah berderajat teguh
5. Kejenuhan basa dan KPK rendah

6. Mineral dapat lapuk rendah
7. Kadar bahan organik tanah sangat rendah

Tanah yang berkembang lanjut mempunyai kesuburan fisik baik, karena berstruktur granuler, kandungan lempung tinggi sehingga daya ikat air tinggi dan beraerasi bagus. Lempung dalam laterit mempunyai muatan terubahkan, nilai KPK rendah pada suasana pH tanah masam dan lebih tinggi pada pH tanah netral. Proses pembentukan endapan laterit dimulai sebagai berikut : ketika batuan mengalami pengangkatan sehingga tersingkap di permukaan bumi, batuan tersebut akan terurai. Adanya pelapukan kimiawi dan fisika menghancurkan batuan tersebut hingga menjadi tanah (*soil*). Apabila batuan tersebut mengandung nikel maka pelapukan akan menyebabkan kandungan nikel semakin tinggi. Pada dasarnya nikel dibawa oleh larutan dalam air tanah dan diendapkan kembali pada daerah yang lebih dalam. Daerah ini akan menghasilkan zone dengan kandungan nikel yang sangat tinggi. Proses pembentukan bijih laterit nikel dimulai dari proses pelapukan batuan ultrabasa (Dunit atau Peridotit).

Batuan ultrabasa tersusun atas mineral olivine, piroksen, amfibol dan mika. Olivin pada batuan ini mempunyai kandungan nikel sekitar 0,3%. Batuan ultrabasa yang mengandung nikel ini mengalami proses serpentinisasi, yaitu proses terisinya retakan atau kekar oleh mineral serpentin yang kemudian mengalami proses kimiawi disebabkan adanya pengaruh dari tanah. Selanjutnya oleh pengaruh iklim setempat batuan induk mengalami pelapukan fisika dan kimiawi. Proses tersebut mengakibatkan terbentuknya endapan laterit nikel. Pada musim penghujan, air akan memasuki retakan-retakan menyebabkan hancurnya

mineral-mineral penyusun batuan induk. Mg, Si, Ni dan sebagian Fe akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan menghasilkan mineral-mineral baru pada proses pengendapan kembali.

Dalam larutan Fe bersenyawa dengan oksida dan membentuk Ferri Hidroksida yang nantinya mengendap di dekat permukaan tanah menjadi hematit, goetit, dan kobaltit. Pada rekahan-rekahan batuan ultrabasa sebagian Mg mengendap menghasilkan magnesit, dolomite dan kalsit yang di lapangan dikenal sebagai akar-akar pelapukan (*roots of weathering*). Sebagai konsekuensi terjadinya pelapukan kimiawi partikel-partikel yang bersifat koloid diendapkan baik berupa endapan konsentrasi residu maupun endapan konsentrasi celah. Pada proses ini dijumpai pengisian rekahan-rekahan antara lain oleh garnierit, kuarsa dan krisopras sebagai hasil pengendapan konsentrasi celah. Hasil endapan konsentrasi residu menghasilkan zone saprolit. Unsur-unsur yang tertinggal seperti Fe, Al, Mn, Co dan Ni terikat sebagai mineral-mineral oksida/hidroksida seperti hematit, goetit, dan kobaltit menghasilkan zone limonit. Akibat proses ini akan terbentuk urutan endapan yaitu lapisan penutup (*overburden*), lapisan laterit dan batuan dasar (*bedrock*). Berdasarkan kadar nikel yang dikandung maka lapisan laterit dapat terdiri dari lapisan limonit dan lapisan saprolit dimana kadar nikel lapisan saprolit lebih dari 2 % dan lapisan limonit mempunyai kadar nikel sebesar 1 %.

Pembentukan proses endapan nikel atau laterit memiliki langkah-langkah sebagai berikut :

1. Batuan asal/*origin* : ultrabasa

Menurut tabel klasifikasi batuan mengandung Ni, dengan kisi-kisi kristal piroksen dan olivine.

2. Proses-proses kejadian awal berasal dari hidrotermal serpentin atau

peridotit terserpentinasi, kemudian terjadi proses lateritisasi karena :

- Iklim
- Reagen-reagen kimia dan vegetasi
- Struktur

3. Proses kimia terjadinya endapan laterit (Ibnu Singgih,2006) :

Larutan yang mengandung CO<sub>2</sub> mengubah mineral olivine menjadi serpentin dan magnesit.



Proses hydrasi yang mengubah olivine dan piroksin menjadi serpentin



Proses selanjutnya adalah akibat dari iklim, yaitu air hujan menyebabkan terjadinya pelindian pada zone batuan. Pada akhirnya terbentuk tiga jenis zone batuan yaitu :

- a. Zone batuan yang mengalami pengurangan larutan yang mengandung Ni, Mg dan Si.
- b. Pada saat pelindian : silikat yang mengandung Ni, terubah menjadi Mg, Si dan Ni (larutan)
- c. Terjadi juga proses *enrichment*, yaitu penambahan larutan yang kaya akan unsur Ni, Mg dan Si.

Tanah laterit mengandung besi, aluminium, dan kadang kala titanium

oksida dan hidroksida, dan kaolinit. Adanya horizon oksik yang kaya besi atau aluminium atau keduanya merupakan ciri utama dari tanah laterit. Kristal kaolinit di dalam tanah laterit biasanya berukuran kecil dan dilapisi oleh besi oksida dan hidroksida besi. Adanya kaolin telah lama dikenal akan reaktivitasnya terhadap fosfat. Dua mekanisme serapan P (Phospor) pada tanah laterit adalah pertukaran ion fosfat dengan gugus hidroksil pada lapisan dan/ atau sebagai anion tertukarkan yang mengimbangi muatan positif. Kandungan oksida-oksida besi dan aluminium pada tanah laterit yang merupakan komponen utama mampu menyerap P.

Profil soil dari endapan laterit nikel dapat dibedakan menjadi Overburden, Limonit, Saprolit, Bedrock. Endapan nikel sekunder merupakan hasil endapan konsentrasi residu antara batuan induk yang mengandung nikel mengalami proses serpentinisasi dan selanjutnya oleh iklim setempat mengalami pelapukan fisika dan kimia (primer). Sebagai konsekuensi pelapukan kimiawi, maka partikel yang bersifat koloid diendapkan baik berupa endapan konsentrasi residu maupun endapan konsentrasi celah. Maka akibat proses ini akan terbentuk urutan endapan yang dikenal dengan lapisan A,B,C dan D (Overburden, Limonit, Saprolit, Bedrock). Profil penampang endapan laterit ditunjukkan oleh Gambar 2.2.

Tanah laterit akan diaktifasi dengan sinar matahari  $\pm 2 \times 24$  jam. Tujuan dari aktivasi ini adalah agar air yang terkandung dalam tanah laterit tersebut dapat menguap dan zat-zat organik yang terkandung didalamnya dapat keluar serta untuk memperluas permukaan pori pada tanah laterit. Dari aspek reaksi serapan arti penting dari oksida-oksida besi adalah pada luas permukaan yang tinggi dan ketergantungan muatan pada pH.

Dengan kehadiran air, ion Fe yang berada pada permukaan kristal akan bereaksi dengan molekul air. Jumlah air yang diserap meningkat dengan meningkatnya luas permukaan misalnya dengan menurunnya ukuran kristal.

Pada permukaan yang terhidrasi ini tercipta muatan positif atau negatif dengan menyerap atau melepaskan  $H^+$  atau  $OH^-$  yang lebih lanjut mengakibatkan berkembangnya tegangan permukaan (*surface potential*). Dengan demikian dapatlah dikatakan bahwa muatan dan tegangan permukaan beraneka tergantung konsentrasi  $H^+$  dan  $OH^-$  di dalam larutan tanah. Oleh karena itu  $H^+$  dan  $OH^-$  disebut juga ion-ion penentu muatan/tegangan permukaan (*potential determining ions*) pH dimana muatan permukaan nol disebut juga titik muatan nol (*point of zero charge* ~ PZC). PZC dari oksida-oksida besi berkisar antara pH 7-9 (Borggaard, 1983).

Pada tanah-tanah mineral masam dimana pH tanah rendah ( $< 6$ ) oksida-oksida besi tersebut bermuatan positif dan akan menyerap anion untuk menjaga keseimbangan muatan permukaan dengan ikatan elektro-statik (*coulombic bonding*), reaksi ini disebut juga reaksi non-spesifik tergantung hanya pada muatan ion.

Tetapi anion- anion tertentu dapat diserap dengan kuat pada permukaan oksida-oksida besi karena anion yang terserap tersebut menembus bidang struktur (*coordination shell*) sehingga terjadi reaksi ligan (*ligand exchange*) dimana anion terikat dengan ikatan *covalent* langsung pada kation struktural lewat gugus-gugus O dan OH.

SCHEMATIC LATERITE PROFILE	COMMON NAME	APPROXIMATE ANALYSIS (%)			
		Ni	Co	Fe	MgO
	RED LIMONITE	<0.8	<0.1	>50	<0.5
	YELLOW LIMONITE	0.6 to 1.5	0.1 to 0.2	40 to 50	0.5 to 5
	TRANSITION	1.5 to 4		25 to 40	5 to 15
	SAPROLITE/GARNIERITE/SERPENTINE	1.0 to 3	0.02 to 0.1	10 to 25	15 to 35
	FRESH ROCK	0.3	0.01	5	35 to 45

Gambar 3.2 Penampang Endapan Laterit

(Lukei Prasetiawati Universitas Indonesia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Fisika 2004).

Reaksi ini disebut juga *chemisorption*, *specific adsorption* atau *ligand exchange*. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa pada oksida besi P diserap dengan menggantikan dua gugus OH yang masing-masing terkoordinasikan dengan ion-ion ferrik (Hingston *et al.*, 1968; Atkinson *et al.*, 1974, Bowden *et al.*, 1977; Taylor and Elis, 1978).

Adapun sifat-sifat laterit antara lain:

1. Sifat adsorpsi

Laterit dapat digunakan sebagai media adsorben untuk menyerap

logam–logam berat maupun senyawa–senyawa yang berbentuk cairan. Rongga – rongga dalam struktur laterit terisi oleh molekul–molekul air disekitar kation dalam rongga laterit yang akan mengurangi kemampuan adsorpsi laterit, karena rongga-rongga akan tersumbat oleh molekul-molekul air tersebut. Laterit bersifat polar sehingga cenderung untuk memilih molekul yang sama polarnya sebagai adsorben. Apabila pada saat yang bersamaan terdapat dua molekul atau lebih yang melintasi permukaan laterit, laterit hanya mampu meloloskan sebuah molekul saja, hal ini disebabkan adanya pengaruh kutup antara laterit dengan molekul yang diserap.

#### 2. Sifat pertukaran ion

Rongga kation dalam laterit berinteraksi lemah dengan kerangka, oleh karena itu reaksi pertukaran kation dapat terjadi dengan cepat pada suhu kamar. Pertukaran ion pada laterit khususnya ditentukan oleh ukuran pori dan keadaan lingkungan laterit (Weller, 1994).

#### 3. Sifat dehidrasi

Laterit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang di adsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila sel tersebut dipanaskan.

#### 4. Katalisator

Ciri khusus dari laterit adalah adanya ruang kosong yang akan

membentuk saluran di dalam strukturnya. Laterit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan luas permukaan yang maksimum.

Tanah laterit akan diaktivasi. Aktivasi adalah proses terakhir pengaktifan dari tanah laterit. Proses aktivasi ada 2 macam yaitu:

#### 1. Secara kimia

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan penambahan zat yang bersifat dehidrating agent seperti:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$  dan lain - lain. Cara ini mudah dilakukan dan zat kimia yang dipakai dapat digunakan lagi setelah proses karbonisasi selesai. Bahan pengaktif yang sering digunakan adalah larutan  $\text{ZnCl}_2$  dengan temperatur pemanasan 600 - 700°C.

#### 2. Secara fisika

Aktivasi secara fisika dilakukan dengan oksidasi pada temperatur tinggi tanpa udara, yaitu pada temperatur 800 - 1000°C. Sebagai pengoksidasi dapat digunakan campuran gas CO dan oksigen. Gas - gas ini akan menghilangkan sisa hidrokarbon yang tertinggal di permukaan sehingga dapat lebih terbuka dan aktif.

### 3.4 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan salah satu proses yang penting dalam bidang teknik lingkungan dan banyak diaplikasikan dalam pengolahan air, pengolahan air limbah tingkat lanjut, pengolahan air limbah industri

organik tertentu, dan dalam pengendalian pencemaran udara.

Dalam pengolahan air, karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan rasa, bau, dan warna ini disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam air. Bahan organik inilah yang diadsorpsi oleh karbon aktif, sehingga setelah mengalami proses adsorpsi, air akan bebas dari rasa bau, dan warna yang tidak dikehendaki

Adsorpsi dalam air limbah sering mengikuti proses biologis untuk menyisihkan bahan-bahan yang tidak tersisihkan oleh proses biologis, misalnya bahan organik yang non-biodegradabel atau senyawa organik *refractory*. Karena itu adsorpsi sering dikelompokkan sebagai pengolahan tingkat lanjut atau pengolahan tersier.

Adsorpsi juga dapat digunakan untuk pengendalian pencemaran udara, yaitu penggunaan karbon aktif untuk mengadsorpsi senyawa organik volatil (VOCs *volatile organic compounds*).

#### 3.4.1 Pengertian Adsorpsi

Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terdiri atas reaksi-reaksi permukaan zat padat (disebut adsorben) dengan zat pencemar (disebut adsorbat), baik pada fase cair atau gas. Karena adsorpsi adalah fenomena permukaan, maka kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben merupakan fungsi luas permukaan spesifik (Sawyer et al, 1994).

Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi (Sawyer et al, 1994):

- Adsorpsi fisik

- Adsorpsi kimiawi
- Adsorpsi pertukaran

Adsorpsi fisik relatif tidak spesifik dan disebabkan oleh gaya van der Waal's atau gaya tarik yang lemah antar molekul. Molekul yang teradsorpsi bebas bergerak di sekitar permukaan adsorben dan tidak hanya menetap di satu titik. Apabila gaya tarik menarik molekuler antara zat terlarut dengan adsorben itu lebih besar daripada gaya tarik antara zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorpsi di permukaan adsorben. Adsorpsi fisik ini biasanya berlangsung dapat balik.

Adsorpsi kimiawi merupakan hasil dari gaya yang lebih besar dibandingkan dengan pembentukan senyawa kimia. Secara normal bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan di atas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari permukaan satu ke permukaan lainnya. Jika permukaan tertutup oleh lapisan monomolekuler, kapasitas adsorben telah habis. Adsorpsi kimiawi jarang yang bersifat dapat balik.

Adsorpsi pertukaran adalah adsorpsi yang diperankan oleh tarikan listrik antara adsorbat dan permukaan adsorben. Ion dari suatu substansi banyak berperan dalam adsorpsi ini. Ion akan terkonsentrasi di permukaan adsorben sebagai hasil tarikan elektrostatis ke tempat yang bermuatan berlawanan di permukaan. Pada umumnya, ion dengan muatan yang lebih besar, seperti ion valensi tinggi, akan tertarik lebih kuat menuju tempat yang bermuatan berlawanan daripada molekul-molekul yang bermuatan lebih kecil, seperti ion monovalen. Ion yang berukuran lebih kecil juga

mempunyai tarikan yang lebih besar. Pertukaran ion termasuk dalam kelompok ini.

### 3.4.2 Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982).

Adsorpsi dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Adsorpsi fisik terjadi terutama karena adanya gaya tarik antar molekul zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari pada gaya tarik antara molekul dengan pelarutnya, maka zat terlarut tersebut akan diadsorpsi. Ikatan tersebut sangat lemah sehingga mudah diputuskan apabila konsentrasi adsorban diubah, jadi proses ini berlangsung bolak-balik.
2. Adsorpsi kimia ikatan antara adsorban dan adsorber sangat kuat, sehingga sulit untuk dilepaskan dan proses hamper tidak mungkin untuk bolak-balik ( Allen, dkk, 1967 ).

Adsorpsi sebagai proses molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynold, 1982). Pada proses adsorpsi mempunyai empat tahapan antara lain:

1. Transfer molekul-molekul adsorbad menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbad melalui lapisan film (*film diffusin process*).

3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

Adsorpsi dibatasi terutama oleh proses *film diffusion* dan *pore diffusion*, hal ini tergantung oleh besarnya pergolakan dalam sistem. Jika pergolakan antar partikel karbon dan fluida relative kecil, maka lapisan film disekeliling partikel akan tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Apabila dilakukan pengadukan yang cukup maka kecepatan difusi film akan meningkat (Webber, 1972).

Pemilihan adsorben pada proses adsorpsi sangat mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya: bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

### 3.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Menurut Perrich (1981) dan beberapa faktor yang mempengaruhi laju dan besarnya adsorpsi yang menyebabkan kesulitan dalam pengembangan model yang akan diterapkan. Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil

ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

## 2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (Tchobanoglous, 1991).

## 3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakanya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (Reynolds, 1982).

## 4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben.

### 3.4.4 Model Adsorpsi

Model adalah tiruan dari suatu kondisi nyata yang menekankan pada aspek-aspek yang dianggap penting dan mengabaikan aspek-aspek lainnya (Schwarzenbach et al, 1993). Pada proses adsorpsi, telah banyak model dikembangkan, tetapi pengembangan model-model itu tidak lepas dari model adsorpsi yang umumnya digunakan, yaitu model isotherm Langmuir atau Freundlich.

### 3.4.4.1 Model Adsorpsi Langmuir

Model adsorpsi Langmuir mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) adsorbat di permukaan adsorben. Ada empat asumsi dasar yang digunakan dalam model ini (Ruthven, 1984), yaitu:

1. molekul diadsorpsi oleh *site* (tempat terjadinya reaksi di permukaan adsorben) yang tetapa
2. setiap *site* dapat “memegang” satu molekul adsorbat
3. semua *site* mempunyai energi yang sama
4. tidak ada interaksi antara molekul yang teradsorpsi dengan *site* sekitarnya

Persamaan reaksi kimia dinyatakan dengan  $K_L^{act}$  sebagai konstanta kesetimbangan (Schnoor, 1996)



$$K_L^{act} = \frac{\{S - M\}}{\{M\} \{S\}} = \frac{f_M \{S - M\}}{[M][S]} \dots\dots\dots(3.4)$$

di mana  $[S - M]$  adalah mol zat teradsorpsi per liter larutan,  $[M]$  adalah konsentrasi spesies bebas dalam larutan (mol/L),  $[S]$  adalah konsentrasi di *site* dan  $f_M$  adalah koefisien aktifitas. Dengan menggabungkan persamaan keseimbangan massa (persamaan 2.3) dengan persamaan (2.2) diperoleh persamaan isotherm adsorpsi Langmuir (Schnoor, 1996).

$$\text{Keseimbangan massa } [S_T] = [S - M] + [S] \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\text{Langmuir : } [S - M] = \frac{K_L^{act} [S_T] f_M [M]}{1 + K_L^{act} f_M [M]} \dots \dots \dots (3.6)$$

di mana  $[S_T]$  adalah konsentrasi total dari *site*. Dalam bentuk yang umum, persamaan (2.4) dapat ditulis (Tchobanoglos, 1991):

$$\frac{x}{m} = \frac{q_m b C}{1 + b C} \dots \dots \dots (3.7)$$

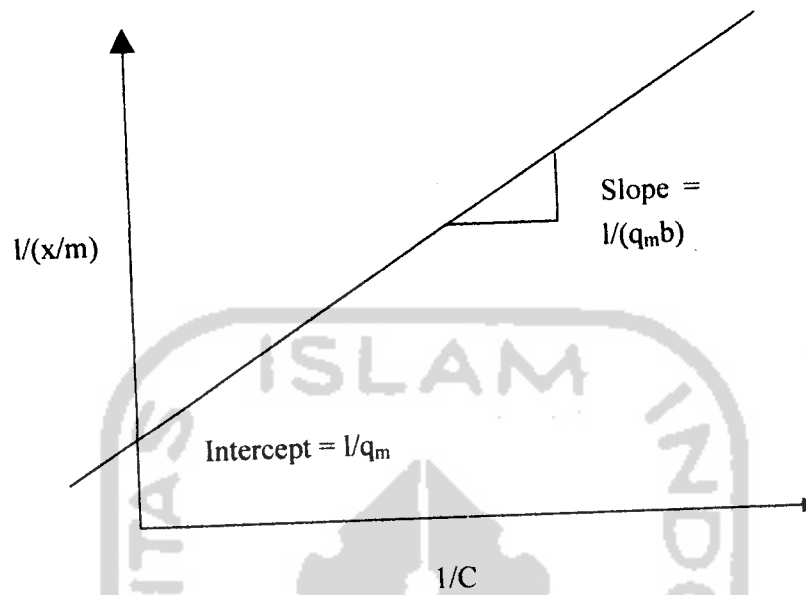
di mana  $x/m$  adalah besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/gr),  $q_m$  adalah maksimum adsorbat yang dapat teradsorpsi,  $b$  adalah konstanta Langmuir (1/mg) dan  $C$  adalah konsentrasi adsorbat di air pada saat kesetimbangan.

Dengan eksperimen laboratorium, kapasitas adsorpsi maksimum ( $q_m$ ) dan konstanta Langmuir ( $b$ ) dapat di peroleh. Untuk memudahkan perhitungan, maka persamaan (2.5) dilinierkan menjadi:

$$\frac{1}{\frac{x}{m}} = \frac{1}{q_m b C} + \frac{1}{q_m} \dots \dots \dots (3.8)$$

Data percobaan laboratorium yang diperoleh diplot dengan  $1/(x/m)$  sebagai sumbu  $y$  dan  $1/C$  sebagai sumbu  $x$ . grafik yang diperoleh adalah garis linier dengan *slope* =  $1/(q_m b)$  dan *intercept*  $1/q_m$  (lihat gambar 2.1).

Pada beberapa penelitian tentang adsorpsi yang pernah dilakukan, nilai konstanta Langmuir diperoleh seperti pada tabel 3.8.



Gambar 3.3 Grafik linier model Langmuir

#### 3.4.4.2 Model Adsorpsi Freundlich

Model adsorpsi Freundlich di gunakan jika diasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multilayer*) dan *site* bersifat heterogen, yaitu adanya perbedaan energi pengikatan pada tiap-tiap *site*. Konstanta kesetimbangan untuk model Freundlich adalah (Schnoor, 1996):

$$K_L^{act} = \frac{[S - M]}{\{M\}^{1/n}} = \frac{[S - M]}{(f_M [M])^{1/n}} \dots \dots \dots (3.9)$$

**Tabel 3.2.** Nilai konstanta Langmuir dari penelitian

Referensi	Adsorben	Adsorbet	$C_0$	$Q_m$	$b$
Pennel et.al (1993)	Tanah Ottawa	Polioksietilen sorbitan monooleat	0,02 - 21 g/l	1,33 mg/g	0,001222 l/mg
Hermosin et.al (1993)	Lempung smektit	Monobutiltin	2,8 $\mu\text{mol/ml}$	1911 $\mu\text{mol/g}$	14
	Lempung montmorillonit	Monobutiltin	2,7 $\mu\text{mol/ml}$	2439 $\mu\text{mol/g}$	60
	lempung sepiolit	Monobutiltin	2,8 $\mu\text{mol/ml}$	171 $\mu\text{mol/g}$	18
	Lempung kaolinit	Monobutiltin	2,9 $\mu\text{mol/ml}$	53 $\mu\text{mol/g}$	4
Rouse & Sabatini (1993)	Tanah	Sodium dodecilbenzen sulfonat		11,40 mg/g	0,00137 l/mg
		Difeniloksida disulfonat		1,60 mg/g	0,00142

Isoterm Freundlich sering digunakan untuk menjelaskan sorpsi kimia organik pada karbon aktif pada konsentrasi yang relatif tinggi di dalam air dan air limbah.

Eksponen  $1/n$  biasanya kurang dari 1,0 karena *site* dengan energi pengikatan terbesar digunakan lebih dulu, diikuti oleh *site* yang lebih lemah dan seterusnya (Schnoor, 1996).

Cara konvensional untuk menyatakan isoterm freundlich diberikan oleh persamaan (2.8).

$$[S - M] = K_F [M]^{1/n} \dots\dots\dots(3.10)$$

di mana  $1/n$  dan  $K_F$  adalah konstanta-konstanta Freundlich. Persamaan (3.10) dapat

pula di tulis dalam model yang umum sebagai berikut (Sawyer et.al., 1994):

$$\text{Model Freundlich: } \frac{x}{m} = KC^{1/n} \dots\dots\dots(3.11)$$

di mana  $x/m$  adalah besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/gr),  $K$  adalah konstanta Freundlich (mg/g) yang proporsional dengan ratio distribusi konsentrasi adsorbat di solid-air,  $1/n$  menyatakan ketidak linieran (tanpa satuan) dan  $C$  adalah konsentrasi adsorbat di air pada saat kesetimbangan.

Konstanta Freundlich diperoleh dengan eksperimen. Untuk mendapatkan konstanta  $K$  dan  $1/n$ , maka perlu dilakukan linierisasi terhadap persamaan (3.11) sebagai berikut:

$$\ln\left(\frac{x}{m}\right) = \ln K + \frac{1}{n} \ln C \dots\dots\dots(3.12)$$

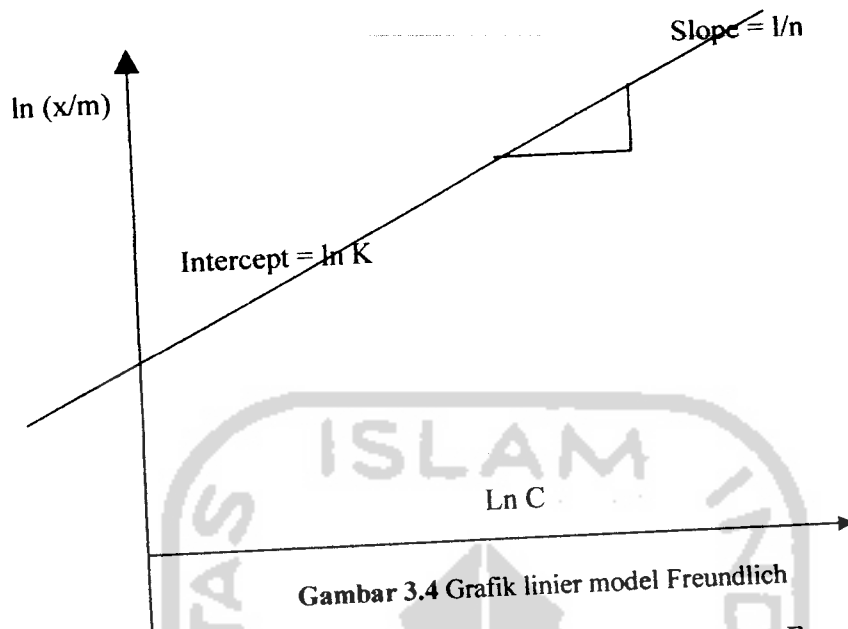
Data percobaan laboratorium yang diperoleh diplot dengan  $\ln(x/m)$  sebagai sumbu  $y$  dan  $\ln C$  sebagai sumbu  $x$ . Grafik yang diperoleh adalah garis linier dengan *slope*  $1/n$  dan *intercept* =  $\ln K$  (lihat gambar 3.4)

Model freundlich dikembangkan lebih lanjut oleh Barrow dan Shaw (1979) dengan memasukkan pengaruh waktu adsorpsi. Modifikasi model Freundlich yang dikemukakan adalah :

$$\frac{x}{m} = K C^a t^b \dots\dots\dots(3.13)$$

di mana  $K$  adalah koefisien distribusi bila  $a = 1$  dan  $b = 0$ ,  $C$  adalah konsentrasidan  $t$  adalah waktu adsorpsi. Bentuk linier dari persamaan (3.11) adalah:

$$\ln\left(\frac{x}{m}\right) = \ln K + a \ln C + b \ln t \dots\dots\dots(3.14)$$



Gambar 3.4 Grafik linier model Freundlich

Beberapa penelitian untuk mendapatkan konstanta Freundlich telah dilakukan. Nilai konstanta Freundlich yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.3. Nilai konstanta Freundlich dari penelitian

Referensi	Adsorberben	Adsorbat	$C_0$	K	$1/n$
Sum & Boyd (1993)	Tanah Oshtemo	Naftalena	0-200 mg/l	0,0273 mg/g	0,643
		Fenentrena	0-200 mg/l	0,0444 mg/g	0,623
		Hexaklorobifenil	0-200 mg/l	0,0441 mg/g	0,642
Hermosin et.al (1993)	Lempung smektit	Monobutiltin	2,8 $\mu\text{mol/ml}$	1681 $\mu\text{mol/g}$	0,15
	Lempung montmorillonit	Monobutiltin	2,7 $\mu\text{mol/ml}$	2332 $\mu\text{mol/g}$	0,04
	Lempung sepiolit	Monobutiltin	2,8 $\mu\text{mol/ml}$	157 $\mu\text{mol/g}$	0,12
	Lempung kaolinit	Monobutiltin	2,9 $\mu\text{mol/ml}$	38 $\mu\text{mol/g}$	0,15

### 3.4.4.3 Model Adsorpsi BET

Model adsorpsi BET (Brunauer, Emmett, dan Teller) mengasumsikan bahwa di permukaan adsorben terakumulasi sejumlah lapisan adsorbat, sehingga disebut adsorpsi banyak lapisan (*multilayer*). Formula yang disunukan lebih kompleks, yaitu :

$$\frac{x}{m} = \frac{bC}{(C_s - C)[1 + (b-1)\frac{C}{C_s}]} \quad (3.15)$$

di mana  $x/m$  adalah besarnya adsorbat tag teradsorpsi oleh adsorben (mg/gr),  $q_m$  maksimum adsorbat yang dapat teradsorpsi,  $b$  adalah konstanta BET (L/mg),  $C_s$  adalah konsentrasi adsorbat jenuh dalam larutan, dan  $C$  adalah konsentrasi adsorbat di air pada saat kesetimbangan.

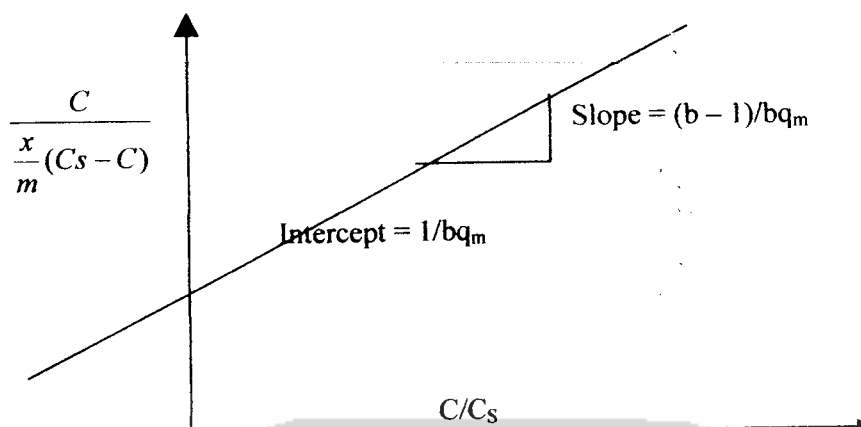
Bentuk linier dari persamaan (3.15) adalah:

$$\frac{C}{\frac{x}{m}(C_s - C)} = \frac{1}{bq_m} + \frac{(b-1)}{bq_m} \left(\frac{C}{C_s}\right) \quad (3.16)$$

Untuk mendapatkan konstanta BET,  $C / ((x/m) (C_s - C))$  plot pada sumbu  $y$  dan  $(C/C_s)$  pada sumbu  $x$ . Garis lurus yang diperoleh mempunyai *slope* =  $(b-1)/bq_m$  dan *intercept* =  $1/bq_m$ . Dapat dilihat pada gambar 3.5

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben merupakan bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu didalam partikel tersebut, oleh karena pori-pori tersebut sangat kecil maka luas permukaan dalam menjadi beberapa arah besaran lebih besar dari permukaan luar sampai  $2000 \text{ m}^2/\text{g}$ .





**Gambar 3.5** Grafik linier model BET

Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau adanya perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagai molekul melekat pada permukaan itu dan lebih erat dari pada molekul-molekul lainnya (Reynold, 1982).

1. Persamaan Freundlich, yaitu:

$$X/M = KC_e^{1/n}$$

X = Jumlah massa zat teradsorpsi (mg)

M = Jumlah massa adsorben (g)

$C_e$  = Konsentrasi zat polutan yang tertinggal dalam larutan (mg/l)

K, n = Konstanta eksperimen n: 4.55 k: 0.198 (Reynolds, 1982)

2. Persamaan Langmuir, yaitu:

$$X/M = KbC_e / 1 + C_e$$

X = Jumlah massa zat teradsorpsi (mg)

M = Jumlah massa adsorben (g)

$C_e$  = Konsentrasi zat polutan yang tertinggal dalam larutan (mg/l)

K = Konstanta eksperimen (Reynolds, 1982)

- b = Massa adsorbat terlarut ( zat terlarut ) yang teradsorpsi yang dibutuhkan untuk menjenuhkan massa adsorben.

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben merupakan bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu didalam partikel tersebut, oleh karena pori-pori tersebut sangat kecil maka luas permukaan dalam menjadi beberapa arah besaran lebih besar dari permukaan luar sampai  $2000 \text{ m}^2/\text{g}$ . Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau adanya perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagai molekul melekat pada permukaan itu dan lebih erat dari pada molekul-molekul lainnya( Reynold, 1982 ).

### 3.5 Sumber Air Limbah Domestik

Sumber air limbah domestik umumnya berasal dari kamar mandi, tempat cuci, dapur dan toilet/kakus. Pengolahan air limbah, sangat berkaitan dengan karakteristik air limbah. Air limbah domestik jika dilihat dari sumbernya ada dua macam:

1. Air limbah domestik yang bersumber dari toilet/kakus (*black water*)
2. Air limbah domestik non kakus (*grey water*)

#### 3.5.1 Karakteristik Air Limbah Domestik

Karakteristik air limbah domestik non kakus berdasarkan hasil penelitian. Puslitbang Permukiman seperti pada tabel 3.4. Tinggi rendahnya mutu air limbah disuatu tempat dipengaruhi oleh karakteristik

air limbah secara fisik, kimia maupun biologi dengan parameter seperti berikut *Fisik* : Temperatur, Kekeruhan, Warna, dan Bau. *Kimia* : pH, organik (karbohidrat, protein, lemak, fenol), anorganik (zat mineral yang mengurangi O<sub>2</sub>, zat beracun dan logam berat). *Biologi* : terdiri dari golongan mikroorganisma yang terdapat dalam air (golongan koli). Karakteristik fisik, kimia dan biologi terdapat hubungan yang saling bergantung dan saling mempengaruhi satu sama lainnya. Sebagai contoh , temperatur air limbah berhubungan langsung dengan keaktifan mikroorganisme, sehingga air limbah dapat membusuk dan bau, contoh lainnya adalah adanya hubungan tak langsung antara mikroorganisma dengan karakteristik kimia. Untuk mengukur sampai berapa jauh tingkat pengotor air, maka dapat digunakan beberapa parameter antara lain : BOD (*Biochemical Oxigen Demand*), COD (*Chemical Oxigen Demand*), SS (*Suspended Solid*), bakteri coli, dan golongan amoniak. Parameter-parameter ini dipakai pula untuk mengukur kemampuan pengolahan air limbah.

Berdasarkan kekuatannya, air limbah digolongkan dalam 3 jenis yaitu : kuat, sedang dan lemah. Jenis kekuatan tersebut biasanya dinyatakan dengan tingkat BOD yaitu:

1. Kuat, bila nilai BOD > 300 mg/L
2. Sedang, bila nilai BOD 100 -300 mg/L
3. Lemah, bila nilai BOD < 100 mg/L

### 3.5.2 Fosfat

Senyawa fosfat adalah suatu komponen yang sangat penting dan sering dipermasalahkan keberadannya di dalam air. Unsur ini adalah salah satu dari beberapa unsur pencemar yang esensial untuk pertumbuhan ganggang yang berlebihan dalam suatu perairan akan menyebabkan penurunan kualitas air tersebut. Tingginya busa yang terdapat di dalam pengolahan limbah tidak hanya timbul dari Surface active agent pada detergen.

Bahan tambahan pada detergen mendukung adanya penyebab kerusakan lingkungan. Salah satunya adalah Polifosfat. Fosfat pada detergen dianggap sumber utama parameter fosfat dalam air.

Kehadiran Fosfat dalam air limbah berbentuk Orthofosfat (seperti  $\text{HPO}_4, \text{PO}_4$ ). Kandungan fosfat dalam air limbah dipakai dalam penentuan perencanaan perlakuan air limbah secara biologi dalam hubungannya dengan kebutuhan fosfat untuk mendukung pertumbuhan mikroba.

Fosfat dalam air dapat berbentuk Orthofosfat, Polifosfat dan Fosfat organis. Berikut adalah bentuk dari fosfat yang terdapat dalam air :

1. Orthofosfat adalah senyawa monomer seperti  $\text{H}_2\text{PO}_4, \text{HPO}_4$  dan  $\text{PO}_4$
2. Polifosfat / *Condensed Phosphates* merupakan senyawa polimer seperti  $(\text{PO}_3)_6$  (Heksameta phosat),  $\text{P}_3\text{O}_{10}$  (Tripolifosfat)
3. Fosfat organis adalah fosfor yang terikat dengan senyawa-senyawa organis, sehingga tidak berada dalam larutan secara terlepas (Alaerts, 1987).

Berdasarkan ikatan kimia senyawa fosfat dibedakan sebagai yang disebut di atas yaitu, orthofosfat, polifosfat dan fosfat organis. Sedangkan klasifikasi penting lainnya berdasarkan kepada sifat fisiknya yaitu fosfat terlarut, fosfat tersuspensi, ( tidak terlarut ) dan fosfat total ( fosfat terlarut dan tersuspensi ).

Dalam air limbah, senyawa fosfat berasal dari limbah penduduk, industri dan pertanian. Pada daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran hujan. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergen yang mengandung fosfat organis yang terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Fosfat organis dapat pula terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena bakteri maupun tanaman menyerap bagi pertumbuhannya.

Bila parameter fosfat pada air sangat rendah (0.01 mg P/l), pertumbuhan tanaman dan alga akan terhalang. Keadaan ini dinamakan *Oligotrop*.

Bila kadar nitrien dan fosfat tinggi, maka pertumbuhan tanaman dan alga tidak terendalik lagi sehingga tanaman tersebut dapat menghabiskan oksigen dalam perairan pada malam hari atau bila tanaman tersebut mati dan dalam keadaan sedang dicerna (digest). Keadaan ini disebut *eutrop* (Alaerts, 1987).

Tabel 3.4. Kualitas air limbah non kakus ( *Grey Water* ) di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	pH	-	8,5
2	Temperatur	oC	24
3	Amonium	Mg/L	10
4	Nitrat	Mg/L	0
5	Nitrit	Mg/L	0,005
6	Sulfat	Mg/L	150
7	Phospat	Mg/L	6,7
8	CO <sub>2</sub>	Mg/L	44
9	HCO <sub>3</sub>	Mg/L	107
10	DO	Mg/L	4,01
11	BOD <sub>5</sub>	Mg/L	189
12	COD	Mg/L	317
13	Khlorida	Mg/L	47
14	Zat Organik	Mg/L KMno <sub>4</sub>	554
15	Detergen	Mg/L MBAS	2,7
16	Minyak	Mg/L	<0,05

( Sumber : Balai Lingkungan Permukiman "Pengolahan Air Limbah Domestik" )

Tabel 3.5. Kualitas Air limbah domestik dari WC/kakus di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	pH	-	6,5 – 7,0
2	Temperatur	oC	37
3	Amonium	Mg/L	25
4	Nitrat	Mg/L	0
5	Nitrit	Mg/L	0
6	Sulfat	Mg/L	20
7	Phospat	Mg/L	30
8	CO <sub>2</sub>	Mg/L	
9	HCO <sub>3</sub>	Mg/L	120
10	BOD <sub>5</sub>	Mg/L	220
11	COD	Mg/L	610
12	Khlorida	Mg/L	45
13	Total Coli	MPN	3X10 <sup>5</sup>

(Sumber : Balai Lingkungan Permukiman "Pengolahan Air Limbah Domestik")

Di dalam perairan alami, kandungan fosfat hanya sedikit sekali. Apabila kadar fosfat lebih dari 1 mg/l dapat menyebabkan *eutrofikasi* pada suatu perairan. Proses *eutrofikasi* menyebabkan perairan mempunyai konsentrasi hara yang tinggi dan kandungan oksigen terlarut rendah. Pada kondisi hanya jenis – jenis hewan dan tumbuhan tertentu yang dapat berkembang. Akibat dari bertambahnya kandungan nitrat dan fosfat dalam air, alga akan mendominasi perairan. Dengan tertutupnya suatu perairan

oleh tumbuhan air, maka transnisi sinar matahari terhalangi akibatnya oksigen terlarut akan menurun sehingga mematikan ikan dan kehidupan air lainnya.

Bahan pembentukan utama didalam detergen adalah natrium tripolifosfat ( $\text{Na}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$ ). Senyawa ini tidak merupakan masalah dalam dekomposisinya di lingkungan, sebab ion  $\text{P}_3\text{O}_{10}$  akan mengalami reaksi hidrolisis perlahan didalam lingkungan untuk memproduksi orthofosfat yang tidak beracun, dengan reaksi sebagai berikut :



Phosfat mempunyai keuntungan :

1. Fosfat tidak beracun terhadap hewan air dan tidak mengganggu kesehatan manusia.
2. Fosfat bersifat aman digunakan dalam berbagai pewarna serat kain.
3. Fosfat bersifat aman digunakan dalam mesin cuci, tidak bersifat korosif dan tidak mudah terbakar.

### 3.5.2.1 Sumber Fosfat

Sumber fosfat pada air limbah adalah berasal dari :

1. Pemakaian detergen

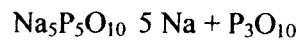
Bahan-bahan penyusun detergen antara lain:

- a. Bahan penurun tegangan permukaan

**b. Bahan penunjang**

Untuk penunjang kerjanya bahan penurun tegangan permukaan

Contoh :  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  (Natrium Tripolifosfat)



Jika mencuci dengan air sadah  $\text{Ca}^{2+}$  diikat oleh  $\text{P}_3\text{O}_{10}$  membentuk senyawa kompleks sehingga kesadahan air berkurang. Jadi air sudah tidak bisa dipakai untuk mencuci dengan detergen.

**c. Bahan pengisi**

Untuk menurunkan harga, seperti  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Natrium Karbonat)

**d. Bahan Pengikat Air**

Untuk menjaga antara air dan sabun terjadi daya tarik menarik, sehingga air pada sabun dapat bekerja

**e. Bahan Tambahan**

Untuk menambah daya guna detergen agar kotoran yang diberi detergen tidak kembali lagi ke bahan cucian.

Contoh : Karboksimetil Selulosa (cmc)

**f. Wagi-wangian**

2. Air seni, kandungan fosfat dalam air seni adalah sebesar 2,47 mg/hari.

3. Tinja, kandungan fosfat dalam tinja adalah sebesar 1.37 mg/h

4. Sisa makanan

Jenis analisa yang akan diuraikan di sini adalah cukup sederhana dan luwes dan terdiri dari 4 langkah bertahap yang dapat digabungkan sedemikian rupa sehingga unsure fosfat dapat ditentukan. Langkah tersebut adalah sebagai berikut :

- Penyaringan pendahuluan pada filter membrane untuk memisahkan fosfat terlarut.
- Hidrolisa pendahuluan untuk merubah polifosfat menjadi orthofosfat.
- Peleburan pendahuluan dengan asam sulfat untuk merubah semua polifosfat serta fosfat organis menjadi ortofosfat.
- Analisa ortofosfat.

Selain dengan pengolahan fisika ada beberapa metode untuk menurunkan konsentrasi fosfat pada limbah cair (Metcalf,2003) diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Secara biologi, maksudnya adalah penurunan konsentrasi fosfat secara biologi di mana fosfat tersebut tersebut tergabung ke dalam biomassa sel yang berasal dari kumpulan-kumpulan dari proses hasil pembuangan lumpur. Kumpulan-kumpulan organisme pada fosfat (PAOs) akan mendorong pertumbuhan dan menggunakan fosfat dalam sebuah sistem pengaturan reaktor maka manfaatnya melebihi dari bakteri lainnya. Pengaturan pada sebuah reaktor untuk menurunkan fosfat terlebih dahulu ada tank anaerobic yang

kemudian adalah tank aerasi dengan lumpur aktif. Secara desain bisa saja ada kombinasi antara anaerobic dan aerobic

2. Secara kimia, maksudnya adalah penurunan konsentrasi fosfat secara kimia misalnya adalah dengan pengolahan dengan menggunakan alumunium, logam, ataupun polimer. Penambahan zat-zat tersebut bisa pada pegolahan primary sedimentasi dan pada pegolahan secondary.

### 3.6. Serapan dalam Tanah

Pengaruh flokulasi terhadap kondisi tanah dan pertumbuhan tanaman menjadi sejumlah alasan adanya, timbulnya dan berkembangnya kemampuan tanah dalam menyerap kontituen gas, cair dan padat. Reaksi-reaksi pertukaran kation, interaksi antara lempung dan senyawa-senyawa organik, reaksi kompleks antara ion-ion logam dan koloid organik dan anorganik merupakan implikasi tambahan dari perilaku elektrokimia koloid tanah.

#### 3.6.1 Gaya-Gaya Serapan

Hal-hal yang bertanggung jawab atas reaksi serapan mencakup; (1) gaya fisik, (2) ikatan hidrogen, (3) ikatan elektrostatik, dan (4) reaksi koordinasi sebagai berikut :

##### 1. Gaya Fisik

Gaya yang berpengaruh dan terpenting adalah gaya Van Der

Waals. Gaya ini merupakan hasil interaksi dipole-dipole jarak pendek (Kim H. Tan, 1982). Peranannya hanya penting pada jarak yang dekat, oleh karena itu gaya ini menurun secara drastis seiring dengan perbedaan jarak yang jauh dan terbatas pada reaksi-reaksi permukaan luar.

## 2. Ikatan Hidrogen

Ikatan atom hidrogen bertindak sebagai penghubung disebut ikatan hidrogen. Ikatan ini dapat terjadi jika senyawa memiliki suatu gugus N-H atau OH yang dapat ditautkan ke O pada permukaan lempung. Air yang bersifat dipolar dapat terserap pada permukaan lempung melalui rangkaiannya dengan ikatan hidrogen.

## 3. Ikatan elektrostatik

Gaya tarik-menarik elektrostatik antara ion-ion yang dihasilkan oleh muatan elektrik pada permukaan koloid. Ikatan ini dapat terjadi antara kation dan anion organik dan lempung. Gaya inilah yang berperan dalam reaksi pertukaran kation pada permukaan lempung. Kation-kation organik kebanyakan terserap pada permukaan lempung yang bermuatan negatif, sedangkan anion-anion organik lebih tertarik ke arah tepi permukaan lempung. Serapan antar sel diantara lapisan-lapisan lempung terbatas pada senyawa-senyawa organik dengan berat molekul rendah.

## 4. Reaksi Koordinasi

Reaksi ini menyangkut ikatan kovalen koordinat. Reaksi ini terjadi pada saat ligan menyumbangkan pasangan elektron kepada suatu ion logam. Senyawa ini hanya melibatkan suatu reaksi antara satu ligan

organik dan satu ion logam.

Logam tersebut mengambil posisi sentral dan dikelilingi oleh sekelompok ligan. Ion logam yang mengkompleks bahan organik, dapat juga terikat ke partikel lempung. Logam tersebut kemudian membentuk suatu jembatan antar senyawa organik dan permukaan lempung.

### 3.6.2 Serapan Anion Oleh Koloid Tanah

Ada dua tipe serapan anion oleh koloid tanah, yaitu serapan negatif dan positif:

#### 1. Serapan Negatif

Serapan negatif anion terjadi pada permukaan koloid yang mempunyai muatan negatif. Oleh karena adanya muatan tersebut, kation tertarik dan terkonsentrasi di permukaan koloid. Di pihak lain, anion ditolak dari lapisan rangkap yang terbentuk pada permukaan negatif tersebut. Penolakan anion ini disebut serapan negatif. Oleh karena itu, larutan limbah akan banyak mengandung lebih banyak anion dari pada larutan dalam antar permukaan. Jumlah yang ditolak hanya merupakan sebagian kecil dari KTK. Bolt (1976) menunjukkan bahwa dalam kondisi yang sesungguhnya dalam tanah, serapan negatif anion kira-kira 1 sampai 5% dari KTK. Sebagai konstat pada tanah-tanah salin serapan negatif dapat mencapai 15%.

#### 2. Serapan Positif

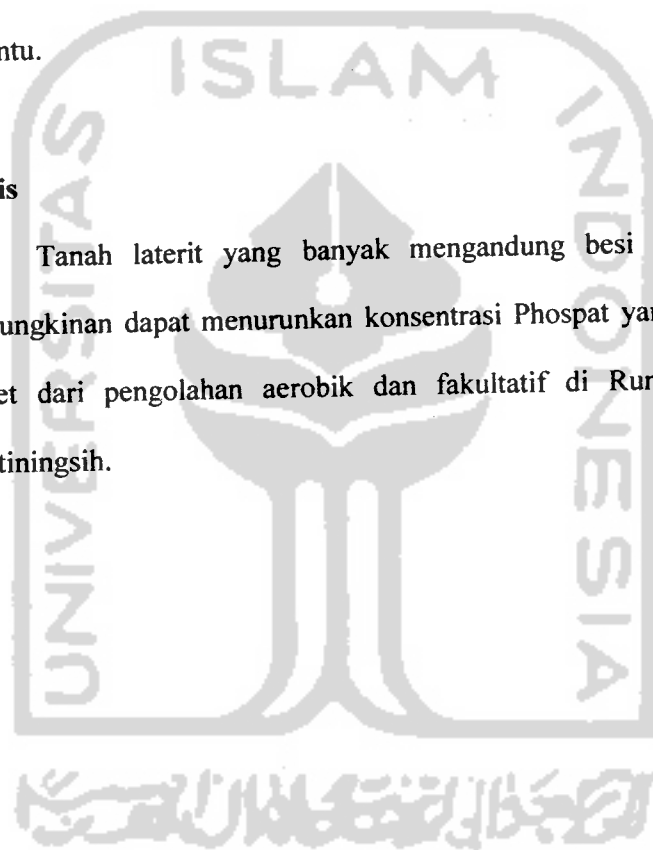
Serapan positif suatu anion adalah serapan dan pengkonsentrasian

anion pada permukaan bermuatan positif atau tepi-tepi koloid tanah. Dalam hal ini terjadi serapan negatif kation, yaitu penolakan kation oleh muatan kation.

Kapasitas tukar anion (KTA) tanah biasanya lebih kecil dari pada kapasitas tukar kation (KTK). Nilainya bergantung pada perubahan dalam tingkat elektrolit dan pH tanah. KTA juga terbatas pada tipe-tipe lempung tertentu.

### 3.7 Hipotesis

Tanah laterit yang banyak mengandung besi dan aluminium kemungkinan dapat menurunkan konsentrasi Phospat yang terdapat pada outlet dari pengolahan aerobik dan fakultatif di Rumah Sakit Panti Baktiningsih.



## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Lokasi Penelitian**

1. Rumah Sakit Panti Baktiningsih, Klepu, Godean, Yogyakarta  
Merupakan tempat pengambilan sampel limbah.
2. Lokasi analisis parameter fosfat dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian dan Konstruksi Lingkungan (BPKL), Jalan. Ring road Utara Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode yang digunakan adalah SNI 06 – 2483 – 1991 (Lampiran)

#### **4.2 Metode Penelitian**

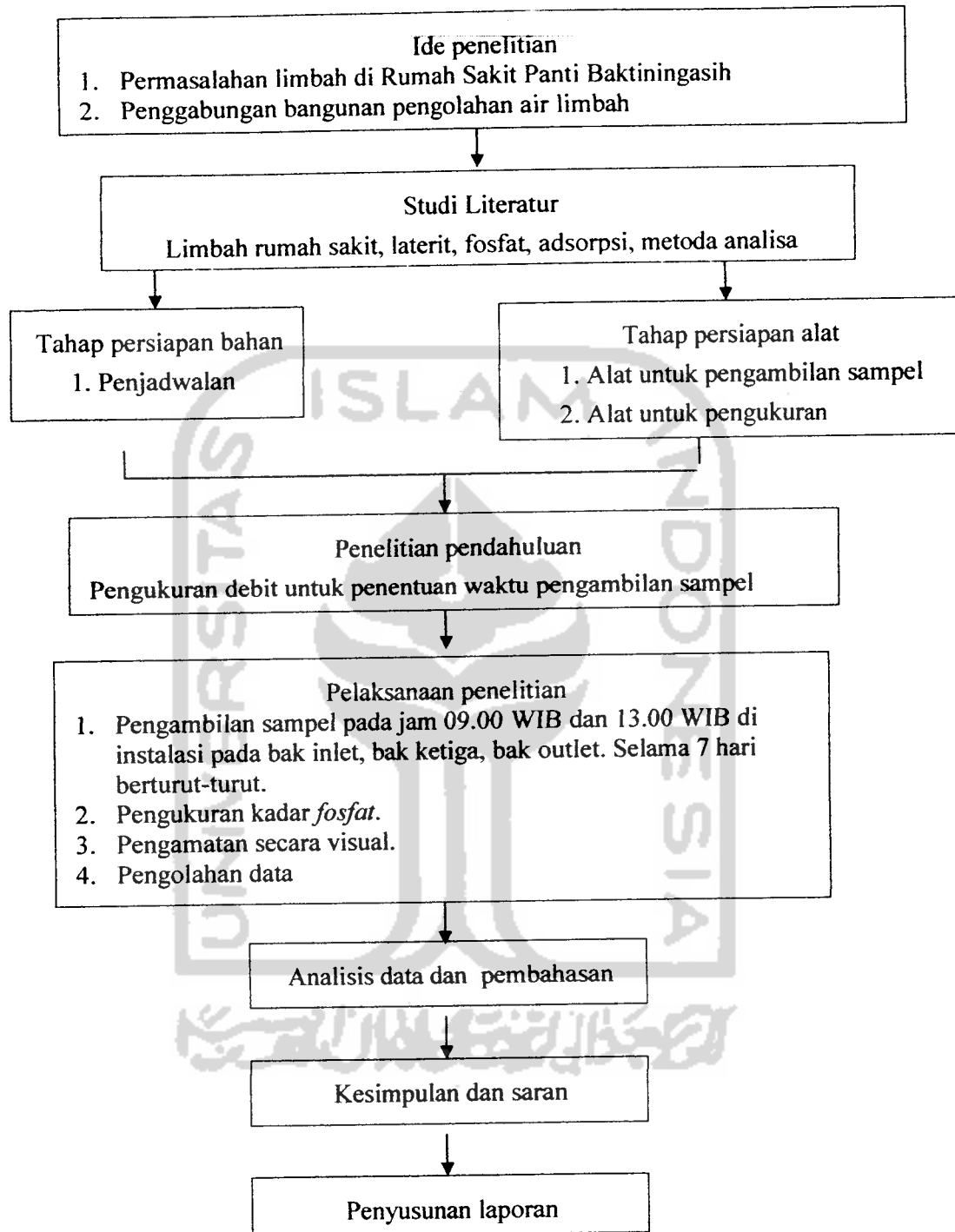
Tahap-tahap penelitian yang dilakukan terlihat seperti pada diagram alir Gambar 4.1 :

#### **4.3 Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan ini termasuk penelitian penerapan skala lapangan. air dilaboratorium, analisa data dan penyusunan laporan.

#### **4.4 Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilaksanakan selama 6 bulan yang terdiri dari tahap persiapan penelitian, pengumpulan data sekunder, penelitian awal, pengambilan sampel pada tiga titik sampel pada reaktor, pemeriksaan sample



**Gambar 4.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian**

## **4.5 Tahapan Penelitian**

### **4.5.1 Studi Literatur**

Studi literatur dilaksanakan untuk mendasari dan menunjang penelitian yang dilakukan. Sumber literatur yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku teks, *e-books*, laporan penelitian terkait, jurnal-jurnal, dan penelusuran di internet.

### **4.5.2 Penelitian**

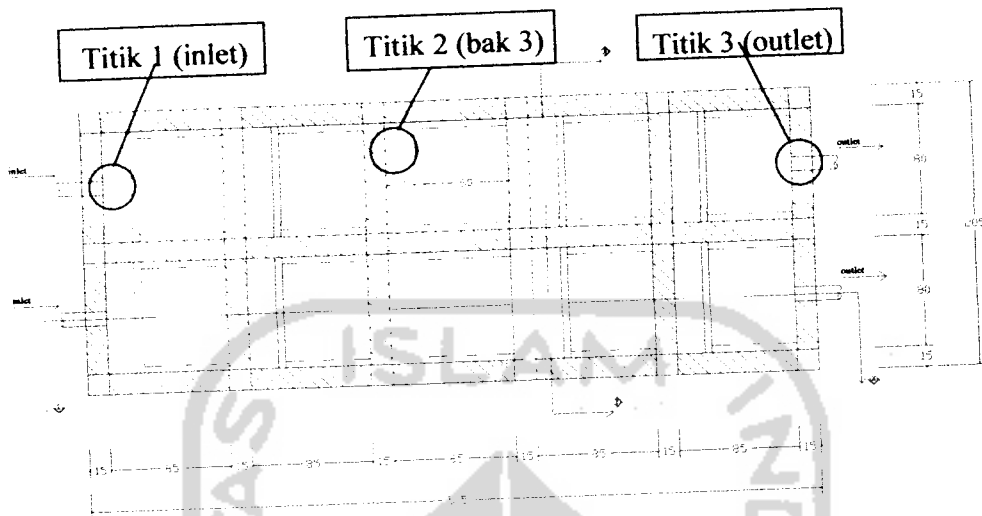
Sebelum penelitian, dilakukan penelitian awal dulu selama tiga hari untuk menentukan waktu (jam) pengambilan sampel yang berdasar pada debit maksimum dan debit minimum. Lama penelitian yang dilakukan selama 7 hari. Dengan waktu pengambilan sampel setiap hari pada jam 09.00 WIB dan pada jam 13.00 WIB. Untuk detail titik letak pengambilan sample yaiyu pada inlet dan outlet

### **4.5.3 Persiapan Alat dan Bahan.**

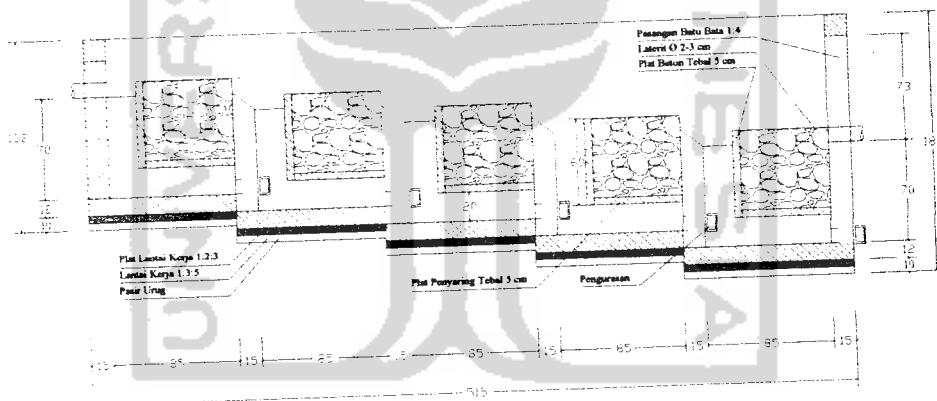
Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Pantibaktiningsih pada bak absorpsi tanah laterit. Karena pengambilan sampel dilakukan pada musim penghujan maka dibuat penutup instalasi agar instalasi tidak kehujanan yang mana akan mempengaruhi optimalisasi data yang didapat. Untuk desain dimensi instalasi terlihat pada Gambar 4.2.

### **4.5.4 Pengamatan.**

Pengamatan disini maksudnya adalah pengamatan secara visual terhadap instalasi yang meliputi terjunan yang terlewati oleh air, warna air di outlet instalasi, kejadian-kejadian ketika dilakukan penelitian, dan cuaca. Hasil pengamatan ini hanya dipergunakan sebagai data pendukung.



Denah Kolam  
Skala 1:100



Potongan A-A  
Skala 1:100

4.5

4.5

limbah. Kemampuan pengukuran laju aliran air maksimum sebesar 15,123 l/dt. Akurasi dari alat pengukur debit ini lebih mengandalkan kemampuan kejelian mata manusia. Dari hasil pengukuran dengan penggaris kemudian didapat debit dengan melihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Tabel debit model V Thomson**

No	Inchi	Satuan debit		No	Inchi	Satuan debit	
		l/dt	m <sup>3</sup> /jam			l/dt	m <sup>3</sup> /jam
1	1/16	0.0003	0.0011	17	11/16	0.0920	0.3312
2	2/16	0.0009	0.0032	18	1 2/16	0.1050	0.3780
3	3/16	0.0022	0.0079	19	1 3/16	0.1260	0.4536
4	4/16	0.0039	0.0140	20	1 4/16	0.1550	0.5580
5	5/16	0.0074	0.0266	21	1 5/16	0.1830	0.6588
6	6/16	0.0089	0.0320	22	1 6/16	0.1990	0.7164
7	7/16	0.0121	0.0436	23	1 7/16	0.2190	0.7884
8	8/16	0.0158	0.0569	24	1 8/16	0.2420	0.8712
9	9/16	0.0278	0.1001	25	1 9/16	0.3050	1.0980
10	10/16	0.0344	0.1238	26	1 10/16	0.3200	1.1520
11	11/16	0.0416	0.1498	27	1 11/16	0.3360	1.2096
12	12/16	0.0433	0.1559	28	1 12/16	0.3540	1.2744
13	13/16	0.0581	0.2092	29	1 13/16	0.4470	1.092
14	14/16	0.0670	0.2412	30	1 14/16	0.1620	1.6632
15	15/16	0.0773	0.2783	31	1 15/16	0.4780	1.7208
16	1	0.0880	0.3168	32	2	0.4950	1.7820

(Hendro, BAPEDALDA)

Perawatan dalam saluran akan membantu akurasi alat serta kekuatan dari adanya gesekan aliran air. Debit yang mengalir melalui alat pengukur V-Thomson pada penelitian awal yang dilakukan dapat dilihat dengan Tabel Lampiran 2. Dari data yang didapat debit maksimum adalah pukul 09.00 WIB dan untuk waktu stabil adalah pukul 13.00 WIB.

#### 4.5.7 Desain Sampling

Penelitian ini dilakukan dengan pengaliran kontinu, dengan pengambilan sampel dalam sehari dua kali di bak inlet dan bak outlet pada jam 09.00 WIB dan 13.00 WIB selama tujuh hari.

#### 4.5.8 Pengambilan Sampling

Pengambilan sampling meliputi :

- a) Sampel diambil dari bak dengan menggunakan botol sampel.
- b) Pengambilan sampel tidak boleh ada gelembung udara yang masuk kedalam botol sampling sesuai dengan Metode pengambil contoh uji kualitas air limbah menggunakan SNI. 06-2412-1991.
- c) Metode pengujian fosfat terlarut sesuai dengan SNI 06-2483-1991.

#### 4.5.9 Analisa Data

Untuk mengetahui penurunan kadar fosfat dari reaktor yang sedang diteliti, maka dilakukan analisa data yang diperoleh dari hasil pengamatan, baik data utama (tingkat removal) maupun data pendukung. Membahas data dalam bentuk tabel dan grafik untuk dijadikan sebagai dasar acuan dalam menentukan rekomendasi yang akan diberikan.

Untuk mengetahui efisiensi dari reaktor bak aerobik dilakukan cara sebagai berikut :

$$\eta = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{Persamaan 4.1})$$

Dimana :

$\eta$  = Tingkat efisiensi (%)

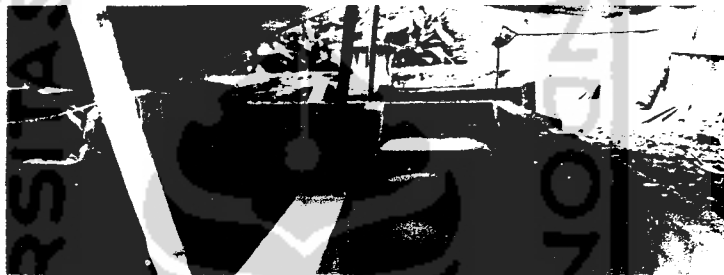
$C_0$  = Konsentrasi parameter uji di inlet

$C_1$  = Konsentrasi parameter uji di outlet

Sedangkan untuk memudahkan dalam pengolahan data, maka dipergunakan software statistik, misalnya analisa T Test.

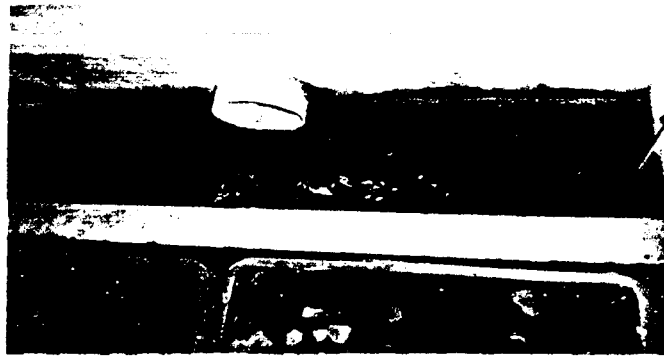
#### 4.6 Obyek Penelitian

Obyek yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah Bak Adsorpsi dengan Media Tanah Laterit di Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Panti Baktiningsih, Klepu, Godean, Yogyakarta.



Gamabar 4.3 Bak Absorpsi

Untuk lokasi pengambilan sampel air limbah pada inlet dan outlet seperti pada gambar 4.4 dan 4.5



Gambar 4.4 Lokasi Inlet



Gambar 4.5 Lokasi Outlet

( Sumber dokumentasi pribadi, 2007 )

## BAB V

### PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Evaluasi Debit Dalam Limbah Cair

Pada tiga hari pengamatan yang dilakukan untuk menentukan debit maksimum dan debit minimum didapat hasil pengamatan pada jam 09.00 WIB pada pengukur debit metode V-Thomson terukur dengan debit 0,4133 m<sup>3</sup>/jam. Kemudian pada jam 13.00 WIB dengan debit 0,0999 m<sup>3</sup>/jam. Hari ke-2 pada jam 09.00 WIB dengan debit 0,7424 m<sup>3</sup>/jam. dan pada jam 13.00 WIB terukur dengan debit 0,1339 m<sup>3</sup>/jam. Selanjutnya pada hari ketiga pada jam 09.00 WIB dengan debit 0,7424 m<sup>3</sup>/jam, kemudian pada jam 13.00 WIB dengan debit 0,1339 m<sup>3</sup>/jam. Debit rata-rata pada jam 09.00 WIB adalah 0,63227 m<sup>3</sup>/jam. Debit rata-rata pada jam 13.00 WIB adalah 0,1226 m<sup>3</sup>/jam.

Dari data debit yang di dapat maka didapat data awal pengambilan sampel yaitu pukul 09.00 dan pukul 13.00. Karena pada waktu tersebut dianggap sebagai debit maksimum untuk pengolahan limbah pada instalasi ini. Selain hal tersebut pada pukul 09.00 merupakan waktu untuk aktivitas mencuci dari bagian laundry dan aktiuvitas ke kamar mandi oleh pasien maupun karyawan. Pada jam 13.00 aktivitas penggunaan air dari rumah sakit oleh karyawan maupun pasien mulai berkurang karenanya debit dianggap minimum.

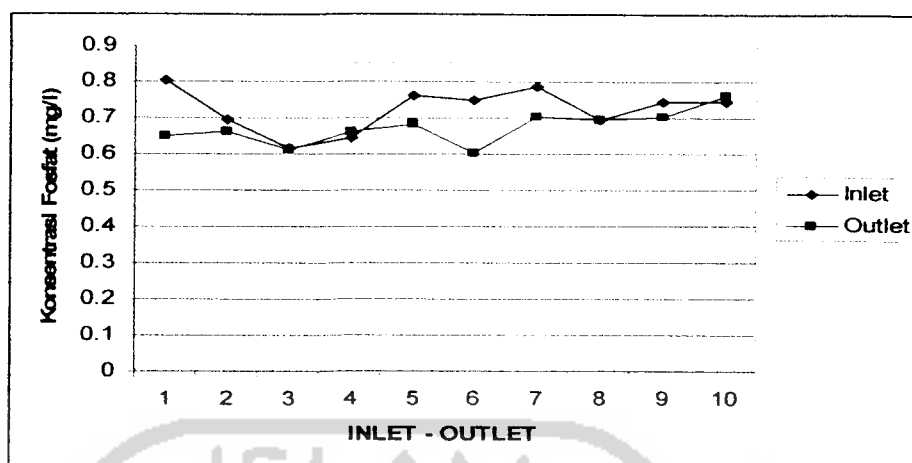
Tabel Lampiran 2 merupakan hasil pengamatan awal ketika

mengadakan penelitian di Rumah Sakit Panti Baktiningsih Klepu, Godean. Pada saat penelitian merupakan musim penghujan sehingga data yang didapat kurang maksimal karena terpengaruh air hujan (hari ketiga) namun itu dirasa tidak berpengaruh karena air hujan tidak langsung masuk kedalam instalasi ini dikarenakan instalasi ini menggunakan atap. Pengertian yang kami bangun disini adalah perhitungan kami adalah adsorpsi dari tanah laterit meskipun hasil debitnya juga berubah karena bertambahnya air hujan yang masuk ke dalam instalasi. Meskipun bak tanah laterit beratap, namun pada instalasi *gravel horizontal* tidak menggunakan atap, karenanya air hujan yang masuk kedalam bak menjadi lebih besar dari keadaan normal meskipun pada waktu masuk pada bak tanah laterit sudah terfilter oleh bak *gravel horizontal*.

## **5.2 Analisa Konsentrasi Fosfat**

Untuk hasil penelitian konsentrasi fosfat secara detail dapat dilihat pada lampiran 7. Pada Gambar 5.1 adalah konsentrasi kadar fosfat pada pukul 09.00 dan pukul 13.00

Dari gambar 5.1 dapat dilihat terjadi penurunan konsentrasi fosfat. Pada penelitian ini diharapkan mencapai penurunan konsentrasi fosfat dan adanya penyerapan oleh tanah laterit.



Gambar 5.1 Konsentrasi Fosfat pada pukul 09.00

Rata – rata konsentrasi fosfat pada outlet pada pukul 09.00 dan 13.00 adalah 0,6 mg/l . Itu berarti tanah laterit dapat menurunkan konsentrasi kadar fosfat. Sedangkan untuk efisiensi rata –ratanya adalah 7,4 % dengan kondisi pH cenderung stabil dengan rata – rata adalah 7,3. Dengan kandungan pH seperti itu maka akan terjadi muatan  $H^+$  atau  $OH^-$  dan akan tercipta muatan negatif dan positif dengan menyerap atau melepaskan  $H^+$  atau  $OH^-$  . PH mempunyai pengaruh yang besar pada proses adsorpsi karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Yang nantinya akan berkaitan erat dengan penyerapan fosfat. Tanah laterit biasanya banyak mengandung besi dan alumunium. Tingginya kandungan oksida-oksida besi dan alumunium di dalam tanah berkaitan erat dengan tingginya serapan P (Widjaya-adhi *et al.*, 1986, Adiningsih dan Rochayati, 1990) Dari aspek reaksi serapan arti penting dari oksida-oksida besi adalah pada luas permukaan yang tinggi dan ketergantungan muatan pada pH. Pada permukaan yang terhidrasi ini tercipta muatan positif atau negatif

dengan menyerap atau melepaskan  $H^+$  atau  $OH^-$  yang lebih lanjut mengakibatkan berkembangnya tegangan permukaan (*surface potensial*). Dengan demikian dapatlah dikatakan bahwa muatan dan tegangan permukaan beraneka tergantung konsentrasi  $H^+$  dan  $OH^-$  di dalam larutan tanah laterit tersebut.. Oleh karena itu  $H^+$  dan  $OH^-$  disebut juga ion-ion penentu muatan/tegangan permukaan (*potensial determining ions*). Oksida-oksida besi pada tanah laterit tersebut bermuatan positif dan akan menyerap anion untuk menjaga keseimbangan muatan permukaan dengan ikatan elektro-statik (*coulombic bonding*), reaksi ini disebut juga reaksi non-spesifik tergantung hanya pada muatan ion. Tetapi anion- anion tertentu dapat diserap dengan kuat pada permukaan oksida-oksida besi karena anion yang terserap tersebut menembus bidang struktur (*coordination shell*) sehingga terjadi reaksi ligan (*ligand exchange*) dimana anion terikat dengan ikatan *covalent* langsung pada kation struktural lewat gugus-gugus O dan OH. Reaksi ini disebut juga *chemisorption*, *specific adsorption* atau *ligand exchange*. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa pada oksida besi P diserap dengan menggantikan dua gugus OH yang masing-masing terkoordinasikan dengan ion-ion ferrik (Hingston *et al.*, 1968; Atkinson *et al.*, 1974, Bowden *et al.*, 1977; Taylor and Elis, 1978).

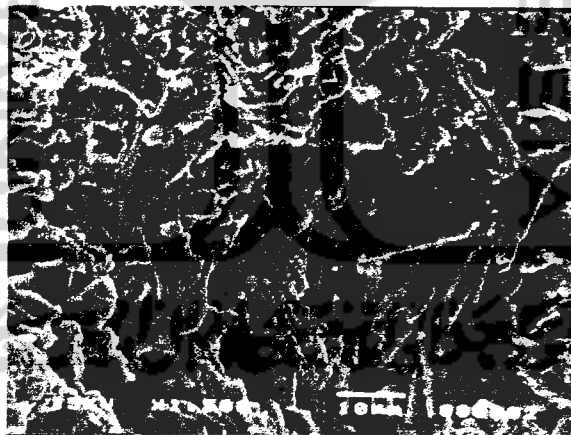
Dalam penelitian ini tanah laterit akan diaktivasi melalui pemanasan sinar matahari selama 2 x 24 jam, aktivasi ini bertujuan untuk mengeringkan tanah laterit. Tanah laterit yang diproses demikian mungkin

akan mempunyai daya serap yang tinggi.

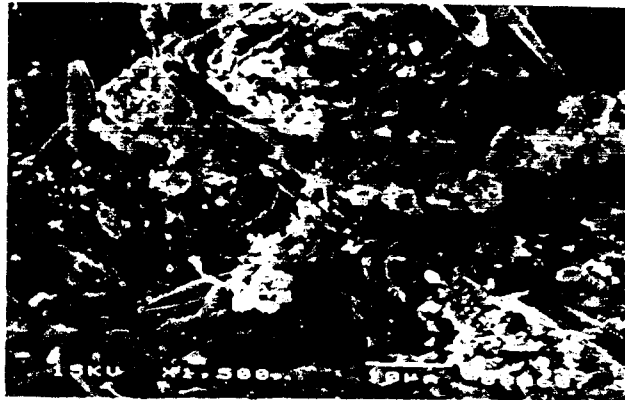
Hal ini dapat dijelaskan bahwa laterit mempunyai struktur berongga dan memiliki sisi aktif yang dapat berfungsi sebagai adsorben dan penyaring/ filter. Kemampuan adsorpsi dan filtrasi akan meningkat jika memiliki permukaan adsorben yang besar atau luas, sedangkan celah antar partikelnya akan semakin rapat atau kecil, sehingga kemampuan adsorpsi dan filtrasinya juga akan meningkat.

Gambar 5.3 dan 5.4 menunjukkan adanya indikasi penyerapan pada tanah laterit.

Berdasarkan uji statistik tidak terjadi penurunan yang signifikan. Dari perhitungan  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq +t \text{ tabel}$ ,  $(-2.101 < 0.5491 < 2.101)$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi fosfat pada inlet dan outlet.



Gambar 5.3 Scanning Elektro Microscopy perbesaran 1500 x, laterit sebelum dipakai



Gambar 5.4 Scanning Elektro Microscopy perbesaran 1500 x, laterit setelah dipakai

Pada penelitian skala laboratorium dengan metode *batch* (Wulandari,2006) dengan pengatvasian tanah laterit dengan pemanasan sinar matahari 2 x 24 jam diperoleh efisiensi rata-rata 50-70 % sedangkan untuk konsentrasi rata-rata adalah 3-4 mg/l. Jika dibandingkan dengan skala lapangan perbedaan itu terdapat pada efisiensi. Beberapa faktor yang menyebabkan effisiensinya rendah adalah pada perhitungan waktu kontak atau waktu tinggalnya. Dengan mengetahui waktu kontak atau waktu tinggalnya maka akan dapat diketahui seberapa besar efisiensi penurunan kadar fosfat di lapangan. Pada skala lapangan waktu tinggalnya adalah (40-45 menit) secara teoritis (lihat pada lampiran 10). Pada skala laboratorium efisiensi tinggi karena ada proses pengadukan yang pada dasarnya semakin lama waktu pengadukan semakin baik penyerapan yang terjadi, pada skala lapangan tidak ada proses pengadukan. Terjunan pada bangunan tidak begitu memberi pengaruh agar timbulnya olakan yang bisa menimbulkan efek pengadukan. Dalam artian model aliran belum begitu

efektif karena laju aliran akan mempengaruhi waktu kontak sehingga waktu kontaknya masih kurang maksimal. Misalnya saja jika laju aliran pada reaktor terlalu kencang maka waktu kontaknya tidak cukup untuk kontak dengan laterit sebagai adsorban.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Penerapan tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih dapat menurunkan konsentrasi fosfat. Dari hasil penelitian kadar fosfat pada pukul 09.00 dan 13.00 rata – rata adalah 0.6 mg/l
2. Tanah laterit dapat digunakan sebagai adsorben, dengan melihat hasil penurunan kadar fosfat dan hasil foto pembanding sebelum dan sesudah tanah laterit terkena limbah. Di mana laterit mempunyai rongga atau pori – pori yang bisa mengikat dengan kandungan yang ada di dalamnya.

#### 6.2 Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan di atas maka perlu diajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pengolahan air dengan menggunakan media tanah laterit semestinya diaktivasi dengan cara pemanasan atau direaksikan dengan NaOH. Dan setelah dilakukan proses penyerapan limbah, tanah laterit harus diregenerasi kimia bisa dengan memakai asam, basa atau garam, sedangkan regenerasi memakai  $\text{NaHClO}_3$  dapat mengembalikan 90 %

kemampuan pertukaran ion. Regenerasi memakai basa lebih baik dari pada asam ataupun garam. Regenerasi dengan pemanasan paling baik dilakukan pada 600°C selama 2 jam.

2. Perlu dilakukan lagi penelitian pada tanah laterit kandungan limbah apa saja yang bisa terikat pada tanah laterit dengan bantuan foto SEM dengan selanjutnya memakai EDX



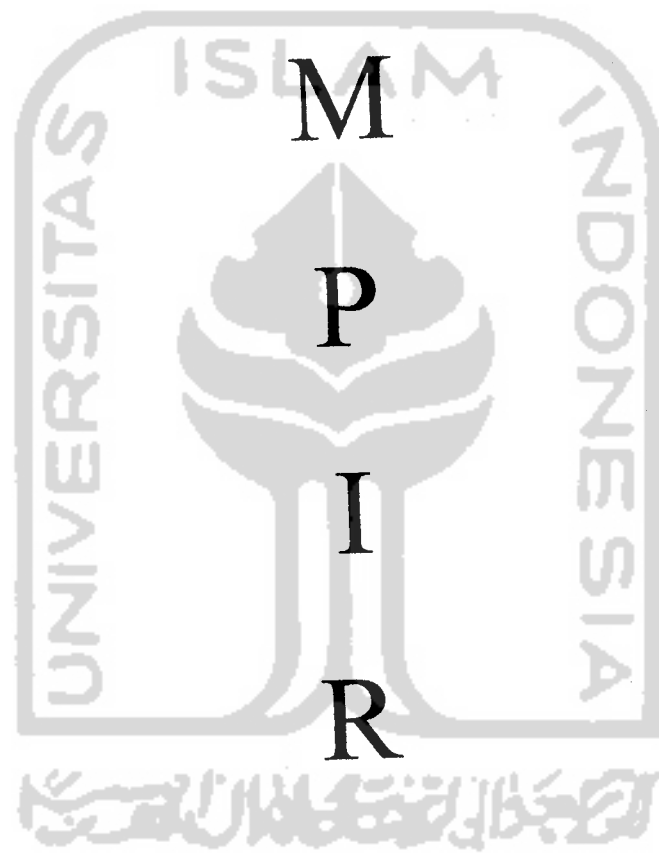
## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G. 1984, *Metodologi Penelitian Air*, Usaha Nasional Indonesia, hal. 86-102,149-244
- Amsyari,F. 1997, *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*, Khalia Indonesia, Jakarta hal; 50-52
- Anonim, 1999, *Pemanfaatan Batu Bata sebagai Media Saring*, STTI, YLH, Yogyakarta
- Bambang Triyatmo, 1995, *Dampak Aerasi terhadap Konsentrasi Amonia*, DepDikBud, GAMA Press, Yogyakarta
- Dix, H.M. 1981, *Environmental Pollution, Atmosphere, Land, Water and Noise*, John wiley and sons, chichers,P.
- Enri Damanhuri. DR, 2001, *Statistika Teknik Lingkungan*, Departemen Teknik Lingkungan ITB, Bandung.
- Gintings, P, 1995, *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Penerbit: Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Gutherie, R.K, 1972, *Food Sanitation, Second Printing*, The Avi Publishing Company, Inc. Investport, Connecticut.
- Jackson, M.W, 1980, *Handbook of Acute toxicity of chemicals to fish and aquatics invertebrates*. Departement of the intvario fish and wild animal service / Resource publications 137, Washington.
- Mahida, C.F. 1981. *Biology of Fresh Water Pollution*, Long Man, London and NewYork.
- Metcalf and Edy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition*, Mc Graw Hill Companies, Inc, Amerika.
- Metcalf and Edy, 1991, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition*, Mc Graw Hill Companies, Inc, Amerika.
- Odum, E.P, 1972, *Fundamentals Of Ecology* , third edition, WB Saunders Company, London.

- Reynolds, Tom D., 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*, Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA, pp. 165 – 166.
- Santaniello, R.M, 1971, *Water Quality Criteria and Standart for Industrial Pollution Control Handbook*, H.F, Lund (ed), Mc Graw-Hill Inc., New York.
- Singgih Ibnu P, 2000, *Proses Pengolahan Aerobik – Anaerobik DEWATS*, Yogyakarta
- Sri Winarni, Ir,1989, *Karakteristik Rembesan Genteng dari Campuran Lempung dan Pasir*, DepDikBud, GAMA Press, Yogyakarta
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sugiharto, Pratomo,2006, *Penurunan Konsentrasi Amonia dan Fosfat pada Limbah Cair Rumah sakit dengan Menggunakan Reaktor Aerokarbonfilter dengan Komboinasi Pecahan Genteng*, UII, Yogyakarta.
- Wardana, 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta
- Wulandari, Reni, 2006, *Penurunan Kadar Fosfat dan Amoniak pada Outlet Septic Tank Menggunakan Tanah Laterit*, UII, Yogyakarta
- <http://kedaiiptek-pusatpembelajaranmasyarakatproduktif>, *Instalasi Pengolahan Limbah Rumah Sakit*.
- <http://www.google.com>, *Peranan Lempung Kaolinit Dalam Retensi P pada Tanah-tanah Mineral Masam*

L

A



A

N

**Lampiran :**

**Lampiran 1**

**ANALISA LABORATORIUM PENGUKURAN FOSFAT DALAM AIR**  
**(SK SNI M – 06– 2483-1991)**

**1.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji**

**1.1.1 Peralatan**

Peralatan yang digunakan tersiri atas :

- a) *Spektrofotometer* ( $\lambda = 190 - 900\text{nm}$ )
- b) Pemanas listrik kapasitas  $300^{\circ}\text{C}$
- c) Pipet ukuran 1, 5, 10 dan 25 nL
- d) Labu ukur 100 dan 1000 mL
- e) Gelas ukur 100mL
- f) Pipet ukur 10 mL
- g) Labu mikro Kjeldahl 250 mL
- h) Gelas piala 100 mL

**1.1.2 Bahan Penunjang Uji**

Bahan kimia berkualitas p.a dan bahan kimia lainnya yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- a) Kristal kalium dihidrogen fosfat bebas air,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$
- b) Larutan indikator fenolftalin, 0,5 %
- c) Larutan natrium hidroksida, NaOH, 1N
- d) Asam sulfat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , pekat

- e) Larutan asam sulfat  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 5N
- f) Larutan kalium antimonil tartrat,  $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$
- g) Larutan amonium molibdat,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ,  $\pm 0,03 \text{ M}$
- h) Larutan asam askorbat, 0,01M
- i) Larutan campuran
- j) Asam nitrat  $\text{HNO}_3$ , pekat
- k) Aquades

## 1.2 Persiapan Benda Uji

### 1.2.1 Pengujian Othophospat Terlarut

Dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Sediakan sampel
- b) Ukur sampel 50 mL secara duploi dan masukkan kedalam gelas ukur 100 mL
- c) Benda uji siap diujikan

### 1.2.2 Pengujian Phospat Total

Lakukan proses peleburan dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Sediakan sample yang mau diperiksa
- b) Kocok sampel sampai homogen dan ukur sampai 100 mL kemudian masukkan dalam labu mikro kjeldahl, tambahkan 5 butirbau didih.
- c) Tambah 1 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat.

- d) Panaskan campuran tersebut sampai volumenya menjadi 1 mL, terus panaskan sampai larutan tidak berwarna
- e) Dinginkan dan tambahkan 20 mL aquades.
- f) Ambahkan 1 tetes (0,05 mL) larutan indikator fenolftalin, netralkan dengan cara menambahkan tetes demi tetes larutan NaOH 1 N hingga berwarna merah muda.
- g) Jika larutan campuran itu keruh lakukan penyaringan dan bilas labu mikro Kjeldahl.
- h) Pindahkan sampel tersebut kedalam labu ukur 100 mL dan tambahkan aquades tepat tanda tera.
- i) Ukur 50 mL larutan tersebut dan masukkan kedalam gelas piala 100 mL
- j) Sampel siap diuji.

### 1.3 Persiapan Pengujian

#### 1.3.1 Pembuatan Larutan Induk $\text{PO}_4$

Buat larutan induk fosfat 500 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$  P dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Larutkan 2,195 g kalium dihidrogen fosfat bebas air,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan 100 mL, air suling dalam labu ukur 100 mL.
- b) Tambahkan aquades sampai tanda tera

#### 1.3.2 Pembuatan Larutan Baku Fosfat

Tahapan pembuatan adalah sebagai berikut :

- a) Pipet 2 mL larutan induk  $\text{PO}_4$  dan masukkan kedalam labu ukur 100 mL
- b) Tambahkan air suling sampai tepat tanda tera, larutan ini mengandung 10 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$  P.
- c) Pipet 5,10, 20 dan 25 mL larutan ini mengandung 10 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$  P dan dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL
- d) Tambahkan air suling sampai tepat tanda tera, sehingga diperoleh kadar  $\text{PO}_4$  0,2; 0,4; 0,8 dan 1 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$  P.

### 1.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Buat kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Optimalkan Spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan
- b) Ukur 50 mL larutan baku secara duplo dan masukkan dalam labu erlenmeyer 100mL
- c) Tambahkan 8 mL larutan Campuran dan kocok dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit selama 10 menit.
- d) Masukkan kedalam kuvet pada spektrofotometer dengan  $\lambda$  : 880 nm baca dan catat serapan masuknya pada kisaran waktu 10-30 menit
- e) Apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar 3% periksa keadaan alat dan ulangi tahap a sampai d. Dan apabila terjadi perbedaan serapan masuk lebih kecil atau sama dengan 3% rata-ratakan .

- f) Buat kurva kalibrasi berdasarkan data tahapan d tentukan persamaan garis lurus

#### 1.4 Cara Uji

##### 1.4.1 Uji Orthophospat

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Tambahkan 1 tetes indikator fenolftalin kedalam sampel uji, jika timbul warna merah, teteskan  $H_2SO_4$ , 5N tetes demi tetes sampai warna hilang.
- 2) Tambahkan 8 mL larutan campuran dan aduk.
- 3) Masukkan kadalam kurvet spektrofotometer terbaca dan catat dengan panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu 10-30 menit
- 4) Apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar 3% periksa keadaan alat dan ulangi tahap a sampai d. Dan apabila terjadi perbedaan serapan masuk lebih kecil atau sama dengan 3% rata-ratakan .
- 5) Apabial benda uji keruh atau berwarna lakukan pengujian ulang dengan penambahan larutan campuran tanpai larutan asam askorbat dan kalium antimonil tartrat gunakan sebagai koreksi.

##### 1.4.2 Uji fosfat Total

Lakukan pengujian fosfat total sama seperti pada pengujian orthophospat

### 1.5 Perhitungan

Hitung kadar fosfat didalam di dalam benda uji dengan menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis lurus dan perhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a) Selisih kadar maksimum yang diperebolehkan antara dua pengukuran duplo adalah 3%, rata-ratakan hasilnya.
- b) Bila hasil perhitungan orhofosfa aau fosfat total lebih besar dari 1 mg/L, maka ulangi pengujian dengan cara pengenceran benda uji.
- c) Untuk benda uji yang berwarna,kadar fosfa dapa dihitung sebagai berikut.

1. Hitung serapan masuknya dengan rumus :

$$\text{Serapan masuk} = A - B$$

Dimana :

A = serapan masuk benda uji yang ditambahkan larutan campuran

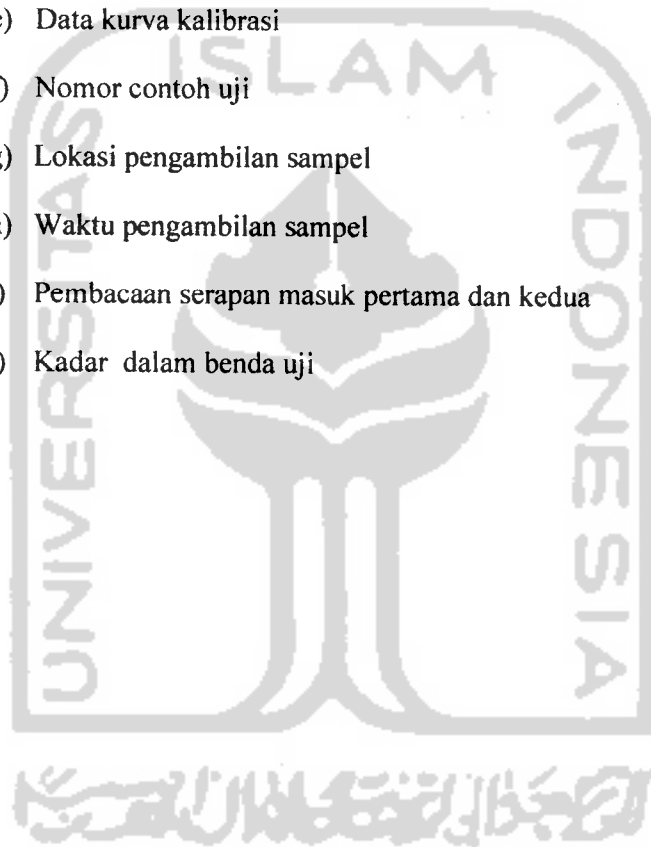
B = serapan masuk benda uji yang ditambahkan larutan campuran yang tidak mengandung larutan asam askorba dan kalium antimonil tartrat

2. Kadar orfhospat dapat dihitung dengan menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis lurus.

## 1.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut :

- a) Parameter yang diperiksa
- b) Nama pemeriksa
- c) Tanggal pemerisaan
- d) Nomor laboratorium
- e) Data kurva kalibrasi
- f) Nomor contoh uji
- g) Lokasi pengambilan sampel
- h) Waktu pengambilan sampel
- i) Pembacaan serapan masuk pertama dan kedua
- j) Kadar dalam benda uji



## Lampiran 2

Tabel Penelitian awal debit dengan metode V-Thomson

Jam	Hari ke-1			Hari ke-2			Hari ke-3		
	Inchi	l/det	m <sup>3</sup> /jam	Inchi	l/det	m <sup>3</sup> /jam	Inchi	l/det	m <sup>3</sup> /jam
6:00				5/16	0,0086	0,0309			
7:00	8/16	0,0274	0,0999	8/16	0,0274	0,0999			
8:00	10/16	0,0484	0,1741	14/16	0,1103	0,3971	3*)	2,3202	8,3529
9:00	1	0,1148	0,4133	1 2/16	0,2062	0,7424	1 2/16*)	0,2062	0,7424
10:00	1	0,1148	0,4133	1 1/16	0,1773	0,6381	1 1/16*)	0,1773	0,6381
11:00	14/16	0,1103	0,3971	1	0,1148	0,4133	13/16*)	0,0921	0,3316
12:00	10/16	0,0484	0,1741	8/16	0,0274	0,0999	8/16	0,0274	0,0999
13:00	8/16	0,0274	0,0999	9/16	0,0372	0,1339	9/16	0,0372	0,1339
14:00	8/16	0,0274	0,0999	8/16	0,0274	0,0999	10/16	0,0484	0,1741
15:00	8/16	0,0274	0,0999	7/16	0,0199	0,0717	10/16	0,0484	0,1741
16:00	6/16	0,0136	0,0491	7/16	0,0199	0,0717	2 11/16	1,7706	6,3742
17:00	7/16	0,0199	0,0717	7/16	0,0199	0,0717	1 8/16	0,4188	1,5076
18:00	6/16	0,0136	0,0491	8/16	0,0274	0,0999	1 2/16	0,2062	0,7424
19:00	6/16	0,0136	0,0491	8/16	0,0274	0,0999	15/16	0,1310	0,4716
20:00	6/16	0,0136	0,0491	8/16	0,0274	0,0999	9/16	0,0372	0,1339
Σ		0,6206	2,2396		0,8785	3,1702		5,521	19,8767
Rata2		0,0443	0,1600		0,0586	0,2113		0,4247	1,5290

(sumber : data primer)

Keterangan \*) = hujan

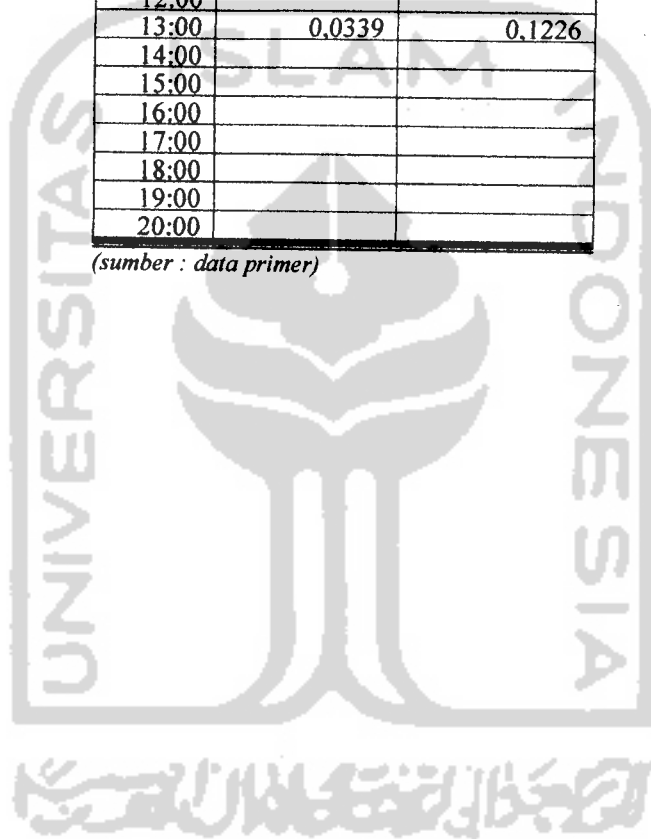


## Lampiran 3

Tabel Penelitian awal debit rata-rata dengan metode V-Thomson

Jam	Debit rata2 (l/det)	Debit rata2 (m3/jam)
6:00		
7:00		
8:00		
9:00	0,1757	0,6327
10:00		
11:00		
12:00		
13:00	0,0339	0,1226
14:00		
15:00		
16:00		
17:00		
18:00		
19:00		
20:00		

(sumber : data primer)



## Lampiran 4

Tabel Hasil Pengamatan Pada Saat Penelitian

No	Hari ke	Cuaca	Jam	Bak	Suhu	PH	Permukaan yang tidak terlewati air
1	1	Mendung	09.00	1	29 °C	7.50	16.5 cm
				2	29 °C	7.56	-
				3	29 °C	7.55	21 cm
		Gerimis	13.00	1	29 °C	7.53	-
				2	29 °C	7.54	-
				3	29 °C	7.54	-
2	2	Cerah	09.00	1	29 °C	7.40	7 cm
				2	29 °C	7.33	-
				3	29 °C	7.29	-
		Cerah	13.00	1	29 °C	7.22	10.5 cm
				2	29 °C	7.22	-
				3	29 °C	7.25	-
3	3	Gerimis	09.00	1	29 °C	7.36	16.5 cm
				2	29 °C	7.41	-
				3	29 °C	7.40	-
		Mendung	13.00	1	29 °C	7.30	21 cm
				2	29 °C	7.44	-
				3	29 °C	7.32	-
4	4	Cerah	09.00	1	29 °C	7.40	7 cm
				2	29 °C	7.30	-
				3	29 °C	7.23	10.5 cm
		Cerah	13.00	1	29 °C	7.19	-
				2	29 °C	7.28	-
				3	29 °C	7.26	-
5	5	Cerah	09.00	1	29 °C	7.34	7 cm
				2	29 °C	7.36	-
				3	29 °C	7.32	10.5 cm
		Cerah	13.00	1	29 °C	7.30	-
				2	29 °C	7.45	-
				3	29 °C	7.34	-
6	6	Cerah	09.00	1	29 °C	7.25	13.5 cm
				2	29 °C	7.21	-
				3	29 °C	7.18	10.5 cm
			13.00	1	29 °C	7.25	-
				2	29 °C	7.21	-
				3	29 °C	7.23	-
7	7	Cerah	09.00	1	29 °C	7.24	5.5 cm
				2	29 °C	7.27	-
				3	29 °C	7.27	7.5 cm
		Gerimis	13.00	1	29 °C	7.21	16.5 cm
				2	29 °C	7.21	-
				3	29 °C	7.21	21 cm

(sumber : data primer)

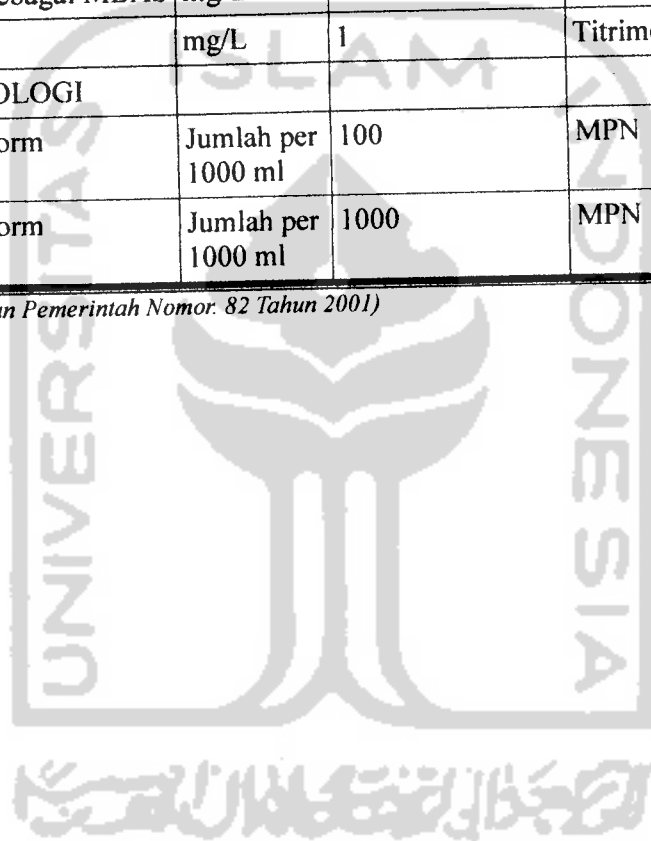
## Lampiran 5

Tabel Peraturan Pemerintah Nomor. 82 Tahun 2001 (Badan Air)

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu Badan Air Kelas I	Teknik Pengujian
<b>FISIKA</b>				
1.	Temperatur	<sup>0</sup> C	-	Temperatur
2.	Zat Padat Terlarut	mg/L	1000	Gravimetri
3.	Zat Padat Tersuspensi	mg/L	50	Gravimetri
<b>KIMIA ANORGANIK</b>				
4.	pH	-	6-9	pH Meter
5.	BOD	mg/L	2	Titrimetri/Winkler
6.	COD	mg/L	10	Refluk Kalium Dikromat
7.	DO	mg/L	6	Titrimetri
8.	Total Phosphat	mg/L	0,2	Spektrofotometri
9.	NO <sub>3</sub> – N	mg/L	10	Spektrofotometri (Brusin)
10.	NH <sub>3</sub> – N	mg/L	0,5	Spektrofotometri (Nesler)
11.	Arsen (As)	mg/L	0,05	-
12.	Cobalt (Co)	mg/L	0,2	AAS
13.	Barium (Ba)	mg/L	1	-
14.	Boron (B)	mg/L	1	-
15.	Selenium (Se)	mg/L	0,01	AAS
16.	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	AAS
17.	Khrom (VI)	mg/L	0,05	AAS
18.	Tembaga (Cu)	mg/L	0,02	AAS
19.	Besi (Fe)	mg/L	0,3	AAS
20.	Timbak	mg/L	0,03	AAS
21.	Mangan (Mn)	mg/L	0,1	AAS
22.	Air Raksa (Hg)	mg/L	0,001	AAS
23.	Seng (Zn)	mg/L	0,05	AAS
24.	Khlorida	mg/L	600	Titrimetri
25.	Sianida (CN)	mg/L	0,02	Destilsi

26.	Flourida (F)	mg/L	0,5	Spektofotometri
27.	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,06	Spektofotometri (NED)
28.	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/L	400	Spektofotometri
29.	Khlorin bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/L	0,03	Titrimetri
30.	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	Spektofotometri
	<b>KIMIA ORGANIK</b>			
31.	Minyak dan Lemak	mg/L	1000	Ekstraksi/Gravimetri
32.	Detergent sebagai MBAS	mg/L	200	Spektofotometri
33.	Fenol	mg/L	1	Titrimetri
	<b>MIKROBIOLOGI</b>			
34.	Fecal Coliform	Jumlah per 1000 ml	100	MPN
35.	Total Coliform	Jumlah per 1000 ml	1000	MPN

(Sumber : Peraturan Pemerintah Nomor. 82 Tahun 2001)



PENGANTARAN

PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001  
TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
<b>FISIK</b>						
Temperatur	°C	Deviasi 1	Deviasi 1	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi Temperatur dari keadaan alamiah
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L

KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	5	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg "	mg/L	0.2	0.2	1	5	
NO 3 sebagai N	mg/L	10	10	20	20	

NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH <sub>3</sub>
Arsen	mg/L	0.05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	
Kadmium	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	
Khrom (V <sup>6+</sup> )	mg/l.	0.05	0.05	0.05	0.01	
Tembaga	mg/l.	0.02	0.02	0.02	0.2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu $\leq 1$ mg/l.
Besi	mg/L	0.3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe $\leq 5$ mg/L.
Timbal	mg/l.	0.01	0.01	0.01	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb $\leq 0,1$ mg/L
Mangan	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.005	
Seng	mg/L	0.05	0.05	0.05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn $\leq 5$ mg/L
Klorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0.02	0.02	0.02	(-)	
Fluorida	mg/L	0.5	1.5	1.5	(-)	

sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional. NO <sub>2</sub> -N ≤ 1 mg/L
	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
terang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	

**MIKROBIOLOGI**

total coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100ml
total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	

**BIODIAGNOSTIK**

kelas - A	bg/L	0,1	0,1	0,1	0,1
kelas - B	bg/L	1	1	1	1

**RESIDU ORGANIK**

nyak dan lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)
tergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)
nyawa Fenol	ug/L	1	1	1	(-)
nyawa Fenol	ug/L				
PC	ug/L	210	210	210	(-)
Dim/Dic/drin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)
Dordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)
BT	ug/L	2	2	2	2
epachlor dan epachlor oxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)
edane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)
thoxycor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)
irin	ug/L	1	4	4	(-)
aphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)

**Penerangan :**

mg = miligram

ug = mikrogram

ml = militer

L = liter

Bq = Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

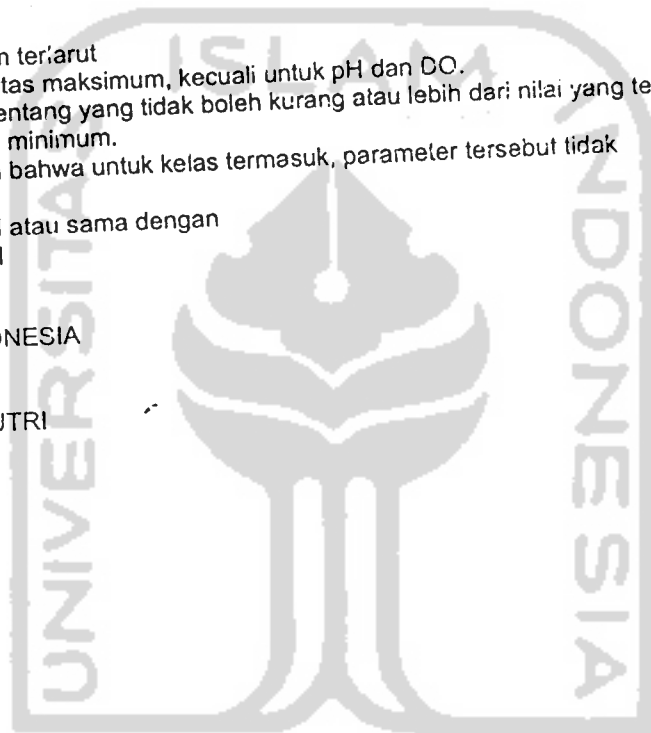
Tanda £ adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttt.

MEGAWATI SOEKARNO PUTRI



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**Lampiran 6.****Metode Pelaksanaan Penelitian.****a. Persiapan Penelitian**

## Alat-alat penelitian

- a. Penggaris.
- b. Botol sampel
- c. Termos
- d. Termometer

**b. Pelaksanaan Penelitian**

## Cara Kerja

1. Pengukuran debit tiap jam dengan metode Thomson dari jam 06.00 sampai dengan jam 20.00.
2. Pengambilan sampel air, pengukuran debit, dan pengukuran suhu pada inlet bak tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih jam 09.00.
3. Pengambilan sampel air, pengukuran debit, dan pengukuran suhu di bak ketiga pada bak tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih jam 09.00.
4. Pengambilan sampel air, pengukuran debit, dan pengukuran suhu pada outlet bak tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih jam 09.00.
5. Pengambilan sampel air, pengukuran debit, dan pengukuran suhu pada inlet bak tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih jam 13.00.
6. Pengambilan sampel air, pengukuran debit, dan pengukuran suhu di bak ketiga pada bak tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih jam 13.00.
7. Pengambilan sampel air, pengukuran debit, dan pengukuran suhu pada outlet bak tanah laterit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih jam 13.00.

## Lampiran 7.

## Perhitungan Konsentrasi dan Hasil Penelitian di BPKL

Perhitungan Konsentrasi Fosfat rata-rata pada Outlet

NO	HARI	JAM	BAK	PHOSPAT	PH
1	1	9:00	inlet	0.0121	7.5
			outlet	0.6905	7.56
		13:00	inlet	0.6649	7.56
			outlet	0.6703	7.54
2	2	9:00	inlet	0.7988	7.4
			outlet	0.6446	7.29
		13:00	inlet	0.6921	7.22
			outlet	0.6573	7.25
3	3	9:00	inlet	0.6122	7.36
			outlet	0.6063	7.4
		13:00	inlet	0.6407	7.3
			outlet	0.6587	7.32
4	4	9:00	inlet	0.6223	7.4
			outlet	0.0644	7.23
		13:00	inlet	0.7415	7.19
			outlet	0.6864	7.26
5	5	9:00	inlet	0.7589	7.34
			outlet	0.6792	7.32
		13:00	inlet	0.7457	7.3
			outlet	0.6008	7.34
6	6	9:00	inlet	0.7819	7.25
			outlet	0.6983	7.18
		13:00	inlet	0.6917	7.25
			outlet	0.6929	7.23
7	7	9:00	inlet	0.7425	7.24
			outlet	0.7008	7.24

	13:00	inlet	0.7419	7.21
		outlet	0.7565	7.21

Rata - rata konsentrasi fosfat pada outlet pukul 09.00 = 0.6

Rata - rata konsentrasi fosfat pada outlet pukul 13.00 = 0.7

**Perhitungan Efisiensi rata-rata**

NO	HARI	JAM	BAK	PHOSPAT	PH	Efisiensi
1	1	9:00	inlet	0.0121	7.5	-5606.6
			outlet	0.6905	7.56	
		13:00	inlet	0.6649	7.56	-0.8
			outlet	0.6703	7.54	
2	2	9:00	inlet	0.7988	7.4	19.3
			outlet	0.6446	7.29	
		13:00	inlet	0.6921	7.22	5.0
			outlet	0.6573	7.25	
3	3	9:00	inlet	0.6122	7.36	1.0
			outlet	0.6063	7.4	
		13:00	inlet	0.6407	7.3	-2.8
			outlet	0.6587	7.32	
4	4	9:00	inlet	0.6223	7.4	89.7
			outlet	0.0644	7.23	
		13:00	inlet	0.7415	7.19	7.4
			outlet	0.6864	7.26	
5	5	9:00	inlet	0.7589	7.34	10.5
			outlet	0.6792	7.32	
		13:00	inlet	0.7457	7.3	19.4
			outlet	0.6008	7.34	
6	6	9:00	inlet	0.7819	7.25	10.7
			outlet	0.6983	7.18	
		13:00	inlet	0.6917	7.25	-0.2
			outlet	0.6929	7.23	
7	7	9:00	inlet	0.7425	7.24	5.6
			outlet	0.7008	7.24	
		13:00	inlet	0.7419	7.21	-2.0
			outlet	0.7565	7.21	

Efisiensi rata -rata adalah = 7,4 %

Konsentrasi rata - rata adalah = 0.6 mg/l

Catatan : pada perhitungan data no 1 dan 4 diabaikan



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
**BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN**  
JL. RING ROAD UTARA MAGUWO HARJO DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA, Telp. (0274) 489622

### HASIL ANALISIS AIR

Pengirim : Bayu Eka Utama  
Sample : Limbah Rumah Sakit

No	Tanggal	Sample	Parameter	
			mg/l NH3-N	mg/l PO4
1	6-12-2006	Bak 1- jam 09.00	6,10	0,0121
2	6-12-2006	Bak 2- jam 09.00	11,90	0,5435
3	6-12-2006	Bak 3- jam 09.00	7,20	0,6905
4	6-12-2006	Bak 1- jam 13.00	5,70	0,6649
5	6-12-2006	Bak 2- jam 13.00	6,00	0,6492
6	6-12-2006	Bak 3- jam 13.00	1,60	0,6703
7	7-12-2006	Bak 1- jam 09.00	9,10	0,7988
8	7-12-2006	Bak 2- jam 09.00	8,00	0,5148
9	7-12-2006	Bak 3- jam 09.00	5,10	0,6446
10	7-12-2006	Bak 1- jam 13.00	2,40	0,6921
11	7-12-2006	Bak 2- jam 13.00	7,40	0,5903
12	7-12-2006	Bak 3- jam 13.00	5,10	0,6573
13	8-12-2006	Bak 1- jam 09.00	8,00	0,6122
14	8-12-2006	Bak 2- jam 09.00	5,10	0,6513
15	8-12-2006	Bak 3- jam 09.00	8,30	0,6063
16	8-12-2006	Bak 1- jam 13.00	7,80	0,6407
17	8-12-2006	Bak 2- jam 13.00	11,20	0,6723
18	8-12-2006	Bak 3- jam 13.00	5,50	0,6587
19	9-12-2006	Bak 1- jam 09.00	6,85	0,6223
20	9-12-2006	Bak 2- jam 09.00	8,40	0,6915
21	9-12-2006	Bak 3- jam 09.00	7,15	0,0644
22	9-12-2006	Bak 1- jam 13.00	8,85	0,7415
23	9-12-2006	Bak 2- jam 13.00	7,10	0,7213
24	9-12-2006	Bak 3- jam 13.00	9,80	0,6864

Diperiksa oleh :  
Penyelia Pengujian Mutu Air  
**BPKL**  
Hidayat, BSc  
NIP. 110021897



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN  
JL. RING ROAD UTARA MAGUWO HARJO DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA, Telp. (0274) 489622

### HASIL ANALISIS AIR

Pengirim : Bayu Eka Utama  
Sample : Limbah Rumah Sakit

No	Tanggal	Sample	Parameter	
			mg/l NH3-N	mg/l PO4
25	10-12-2006	Bak 1- jam 09.00	10,05	0,7589
26	10-12-2006	Bak 2- jam 09.00	12,40	0,7069
27	10-12-2006	Bak 3- jam 09.00	10,60	0,6792
28	10-12-2006	Bak 1- jam 13.00	9,90	0,7457
29	10-12-2006	Bak 2- jam 13.00	7,50	0,6712
30	10-12-2006	Bak 3- jam 13.00	8,80	0,6008
31	11-12-2006	Bak 1- jam 09.00	9,10	0,7819
32	11-12-2006	Bak 2- jam 09.00	8,15	0,7198
33	11-12-2006	Bak 3- jam 09.00	9,55	0,6983
34	11-12-2006	Bak 1- jam 13.00	11,65	0,6917
35	11-12-2006	Bak 2- jam 13.00	9,70	0,7389
36	11-12-2006	Bak 3- jam 13.00	6,55	0,6929
37	12-12-2006	Bak 1- jam 09.00	8,90	0,7425
38	12-12-2006	Bak 2- jam 09.00	8,30	0,7375
39	12-12-2006	Bak 3- jam 09.00	7,90	0,7008
40	12-12-2006	Bak 1- jam 13.00	7,05	0,7419
41	12-12-2006	Bak 2- jam 13.00	9,40	0,7729
42	12-12-2006	Bak 3- jam 13.00	8,55	0,7565
43	13-12-2006	Bak 1- jam 09.00	7,45	0,8696
44	13-12-2006	Bak 2- jam 09.00	8,00	0,7469
45	13-12-2006	Bak 3- jam 09.00	7,25	0,7008

Diperiksa oleh :  
Penyelia Pengujian Mutu Air  
Wahyu Hidayat, BSc  
NIP. 110021897



PEMERINTAH PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN (BPKL)

JL. RING ROAD UTARA MAGUWOHARJO DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA. Telp. (0274) 489622

### HASIL ANALISA AIR

Jenis Air : Air Limbah RS. Panti Bhaktiningsih, Klepu, Yogyakarta  
Asal Sampel : Bayu Eka Utama ( NIM. 02 513 140 )  
Alamat : Mahasiswa UII Yogyakarta  
Tgl Terima Sampel : 7 Mei 2007

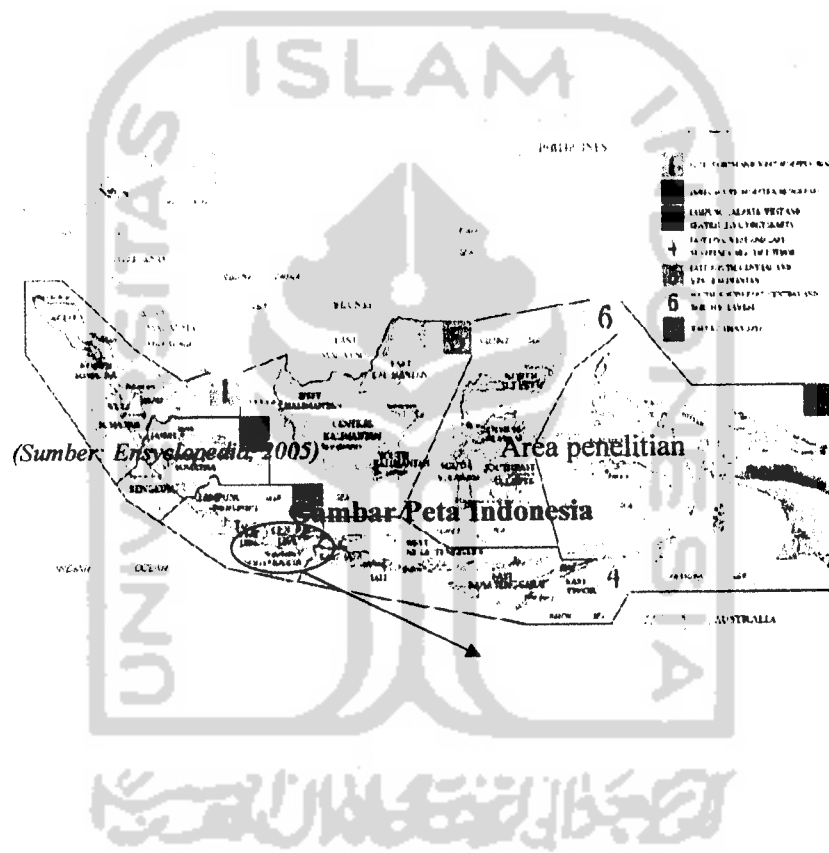
No	Tanggal	Sampel	Konsentrasi	
			pH	PO <sub>4</sub> ( mg/L )
1	7 Mei 2007	inlet jam 09.00	6,9	1,9383
2	7 Mei 2007	outlet jam 09.00	7,2	1,6480
3	7 Mei 2007	inlet jam 13.00	7,2	1,5725
4	7 Mei 2007	outlet jam 13.00	7,3	1,6249
5	8 Mei 2007	inlet jam 09.00	7,2	1,6112
6	8 Mei 2007	outlet jam 09.00	7,3	1,5672
7	8 Mei 2007	inlet jam 13.00	7,3	1,7736
8	8 Mei 2007	outlet jam 13.00	7,4	1,6543
9	9 Mei 2007	inlet jam 09.00	6,7	1,6124
10	9 Mei 2007	outlet jam 09.00	6,9	1,6902
11	9 Mei 2007	inlet jam 13.00	6,8	1,7513
12	9 Mei 2007	outlet jam 13.00	7,0	1,5873
13	10 Mei 2007	inlet jam 09.00	6,9	1,6336
14	10 Mei 2007	outlet jam 09.00	7,2	1,8162
15	10 Mei 2007	inlet jam 13.00	7,6	1,8224
16	10 Mei 2007	outlet jam 13.00	7,1	1,5941
17	11 Mei 2007	inlet jam 09.00	7,2	1,7124
18	11 Mei 2007	outlet jam 09.00	7,3	1,6394
19	11 Mei 2007	inlet jam 13.00	7,3	1,8423
20	11 Mei 2007	outlet jam 13.00	7,3	1,6917

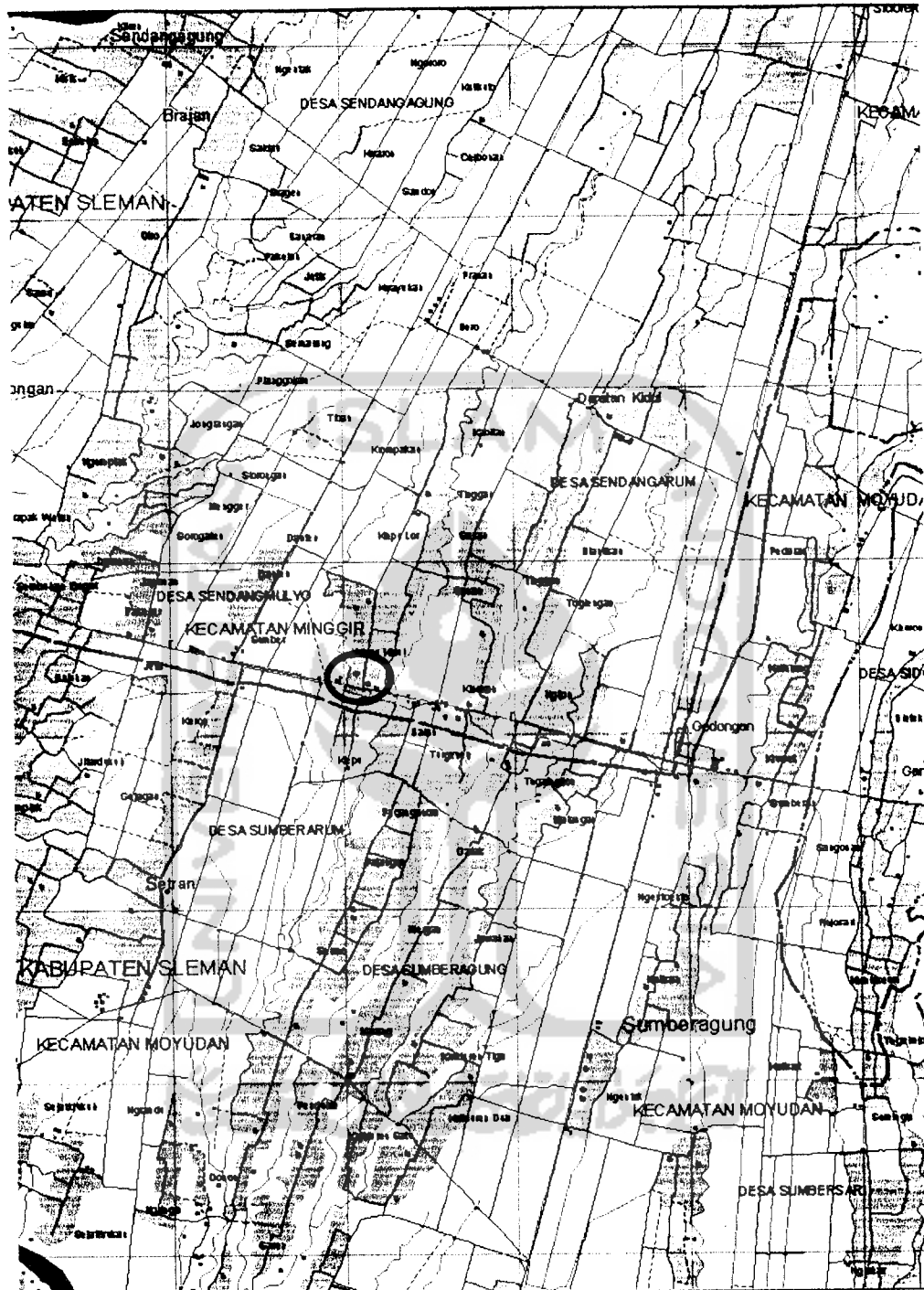
Keterangan :  
Contoh kiriman

Yogyakarta, Mei 2007  
Kepala Seksi Pengujian Mutu Air  
  
Dra. Resti Isdaryanti  
NIP. 010 231 341

## Lampiran 8.

### Peta Daerah Penelitian.





Keterangan : ○ = Letak Tempat penelitian

Gambar Peta Klepu Kidul (Sumber: Andi, 2006)

## Lampiran 9

### Letak Geografis

- a. Ketinggian tanah dari permukaan laut : 122 m (dpa)
- b. Banyaknya curah hujan : 1500 - 2500 mm/tahun
- c. Topografi (dataran rendah, tinggi, pantai) : Dataran rendah
- d. Suhu udara rata-rata : 23 - 32 °C

### Batas Wilayah :

- a. Sebelah barat : Dusun Danten, Dusun Sumber
- b. Sebelah timur : Dusun Klodran, Dusun Balan
- c. Sebelah utara : Dusun Klepu Lor, Dusun Danten, Dusun Sanan
- d. Sebelah selatan : Dusun Klepu.

### Iklm dan Curah Hujan

Kondisi iklim kecamatan jetis menunjukkan rata-rata curah hujan : 1500mm – 2500 mm pertahun, dengan suhu maksimal 32°C dan suhu minimum 23 °C.

### Kondisi sosial ekonomi dan budaya

Kondisi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat jetis pada umumnya berbudaya dan beraneka ragam. Itu dikarenakan banyaknya pendatang yang menempati daerah tersebut baik yang kerja maupun kuliah, sekolah. Aktifitas perekonomian berbasiskan pertokoan, perdagangan, industri dan perkantoran.

**Tata guna lahan**

Pada peta tata guna lahan dan pengamatan dilapangan dapat diketahui bahwa penggunaan lahan kecamatan jetis adalah sebagai berikut :

- a) Perumahan
- b) Perdagangan dan jasa
- c) Industri
- d) Perkantoran
- e) Fasilitas umum dan fasilitas sosial (Tempat ibadah, Rumah sakit, Pasar)



## Lampiran 10.

### Perhitungan Porositas dan Waktu tinggal

Untuk mengetahui porositas dari laterit, maka dilakukan penimbangan terhadap laterit. Untuk keakuratan data ditimbang 3 buah pecahan laterit.

Berat laterit dalam gelas ukur 1000 ml adalah 1060 gram

Untuk mengetahui porositas dari laterit maka digunakan aquades. Guna mengetahui jumlah aquades maka dituangkan aquades ke dalam gelas beker yang berisi tanah laterit.

Volume aquades yang ditambahkan kedalam gelas beker = 556 ml

$$\text{Porositas} = \frac{\text{volume aquades}}{\text{volume laterit}} \dots\dots\dots (\text{perhitungan laboratorium DEWATS})$$

$$\text{Porositas} = \frac{556\text{ml}}{1000\text{ml}} = 55,6 \%$$

Dari Gambar 4.2 dan gambar desain pada lampiran dapat di ketahui volume laterit:

$$\begin{aligned} \text{Volume bak tanah laterit total} &= \sum \text{bak} \times p \times l \times t \\ &= 5 \times 85 \text{ cm} \times 80 \text{ cm} \times 70 \text{ cm} \\ &= 5 \times 0,85 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 0,70\text{m} \\ &= 2,38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tempat tanah laterit} &= \sum \text{bak} \times p \times l \times t \\ &= 5 \times 56 \text{ m} \times 75 \text{ m} \times 60 \text{ m} \\ &= 5 \times 0,56 \text{ cm} \times 0,75 \text{ cm} \times 0,60 \text{ cm} \\ &= 1,26 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dapat dihitung juga waktu tinggal limbah pada bak tanah laterit.

$$\text{HRT} = \frac{(\text{vol bak total} - \text{vol tempat laterit}) + (\text{porositas} \times \text{vol tempat laterit})}{\text{volume limbah}}$$

$$= \frac{(2,38 \text{ m}^3 - 1,26 \text{ m}^3) + (55,6 \% \text{ gr} \times 1,26 \text{ m}^3)}{2,7049 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 0,67 \text{ jam} = 40 \text{ menit}$$

Perhitungan dengan Rumus :.....(diktat kuliah satuan operasi)

$$T_d = V/Q$$

Di mana  $T_d$  = Waktu tinggal

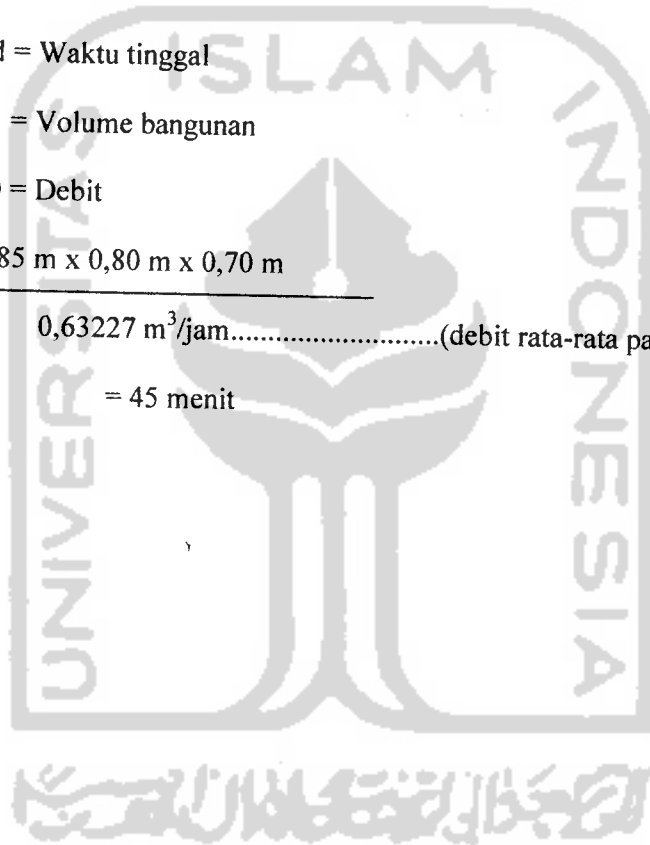
$V$  = Volume bangunan

$Q$  = Debit

$$= \frac{0,85 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}}{0,63227 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

.....(debit rata-rata pada pukul 09.00)

$$= 0,75 \text{ jam} = 45 \text{ menit}$$



## Lampiran II. Uji Statistik dengan Metode t-Test

### I. T-test FOSFAT inlet dan outlet pukul 09.00 WIB

Tabel T test Two-Sample Assuming Equal Variances FOSFAT inlet dan

	INLET FOSFAT	OUTLET FOSFAT
Mean	0.72064	693.50881
Variance	0.003631683	4800166.715
Observations	10	10
Pooled Variance	2400083.359	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	18	
t Stat	-0.999936226	
P(T<=t) one-tail	0.165297479	
t Critical one-tail	1.734063062	
P(T<=t) two-tail	0.330594957	
t Critical two-tail	2.100923666	

#### Langkah 1: Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi FOSFAT pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi FOSFAT pada inlet dan outlet.

#### Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho :  $\mu 1 = \mu 2$

Langkah 3 : Mencari rata-rata ( $\bar{X}$ ): standar deviasi (s); varians (S) dan korelasi.

Tabel rata-rata ( $\bar{X}$ ), standar deviasi (s), varians (S) dan korelasi.

JAM	INLET FOSFAT	OUTLET FOSFAT	$X_1 \cdot X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$
1	0.799	0.6446	0.51490648	0.63808144	0.41550916
2	0.692	0.6573	0.45491733	0.47900241	0.43204329
3	0.612	0.6063	0.37117686	0.37478884	0.36759969
4	0.641	0.6587	0.42202909	0.41049649	0.43388569
5	0.759	0.6792	0.51544488	0.57592921	0.46131264
6	0.746	0.6864	0.51184848	0.55606849	0.47114496
7	0.782	0.6983	0.54600077	0.61136761	0.48762289
8	0.692	0.6929	0.47927893	0.47844889	0.48011041
9	0.743	0.7008	0.520344	0.55130625	0.49112064
10	0.742	0.7565	0.56124735	0.55041561	0.57229225
$\Sigma$	7.2064	6.781	4.89719417	5.22590524	4.61264162
$\bar{X}$	0.718614286	0.661542857			
Standar Deviasi (s)	0.071750782	0.030674792			
Varians (S)	0.005148175	0.000940943			
Korelasi (r)	0.023141874				

**Langkah 4 : Mencari t hitung**

0.5491

**Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian**

- Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.025$ )
- $dk = n_1 + n_2 - 2 = 10 + 10 - 2 = 18$ , sehingga diperoleh t tabel = 2.179
- Kriteria pengujian dua pihak
- jika :  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq +t \text{ tabel}$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak
- jika :  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} > +t \text{ tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima

**Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung**Ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq +t \text{ tabel}$ atau  $-2.101 < 0.5491 < 2.101$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak.

LAI

**Langkah 7 : Hipotesis**

Ha : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi FOSFAT pada inlet dan outlet ditolak.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi FOSFAT pada inlet dan outlet diterima

Ternyata  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$

**Langkah 8 : Kesimpulan**

Berdasarkan perbedaan  $t$  hitung dengan  $t$  tabel :

- jika  $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak
- jika  $t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$ , maka  $H_0$  diterima

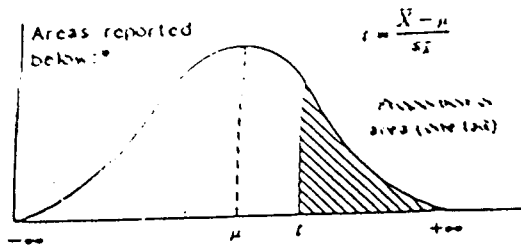
oleh karena  $t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$  maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara inlet dan outlet

Berdasarkan nilai probabilitas

- jika probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima
- jika probabilitas  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak

terlihat bahwa  $t \text{ hitung}$  adalah tak terhingga, dengan probabilitas 0.33 oleh karena probabilitas  $>$  dari 0,05 maka  $H_0$  diterima atau konsentrasi inlet dan outlet relatif sama.

LAMPIRAN : LUAS AREA UNTUK DISTRIBUSI-t



df	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

\*Example: For the shaded area to represent 0.05 of the total area of 1.0, the value of  $t$  with 10 degrees of freedom is 1.812.

Source: Reprinted by Hainer Press, a division of Macmillan Publishing Company, from *Statistical Methods for Research Workers*, 14th ed., abridged Table IV, by R. A. Fisher. Copyright © 1970 by University of Adelaide.