

PERPUSTAKAAN NEGERI BDI	
NABU... ..	
TGL. TERIMA :	14 September 2007
NO. JUDUL :	001716
NO. INV. :	5120001716001
NO. INDIK. :	

No : TA/TL/2005/0029

## TUGAS AKHIR

EVALUASI PENURUNAN KADAR AMONIAK DAN FOSFAT  
PADA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
TIPE *HORIZONTAL GRAVEL FILTER*  
DI RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH KLEPU JOGJAKARTA

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana S1 Teknik Lingkungan*



Disusun oleh :

**SANTI RATNA SARI DEWI**

No Mhs : 00513054

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

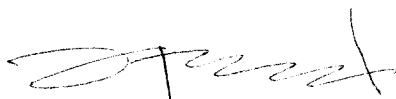
**2005**

**LEMBAR PENGESAHAN I**

**TUGAS AKHIR**

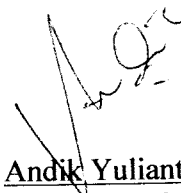
**EVALUASI PENURUNAN KADAR AMONIAK DAN FOSFAT  
PADA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
TIPE *HORIZONTAL GRAVEL FILTER*  
DI RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH KLEPU JOGJAKARTA**

Dosen Pembimbing I



Luqman Hakim ST, M.Si  
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

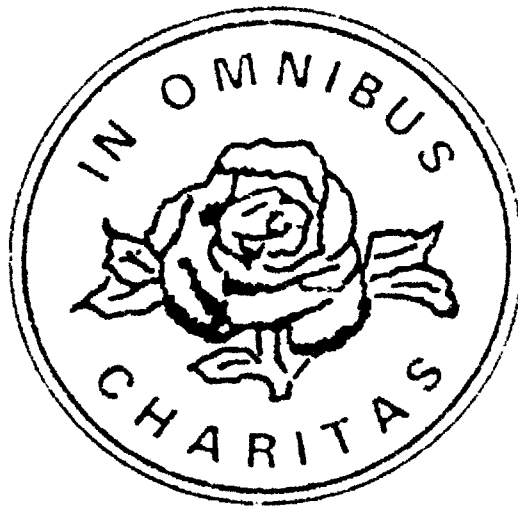


Andik Yulianto, ST  
Tanggal : 19/8 '08

**LEMBAR PENGESAHAN II**

**TUGAS AKHIR**

**. EVALUASI PENURUNAN KADAR AMONIAK DAN FOSFAT  
PADA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
TIPE *HORIZONTAL GRAVEL FILTER*  
DI RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH KLEPU JOGJAKARTA**



Mengetahui :

Direktur Rumah Sakit Panti Baktiningsih

A handwritten signature in black ink is written over a circular official stamp. The stamp contains some illegible text and a central emblem. The signature is written in a cursive style.

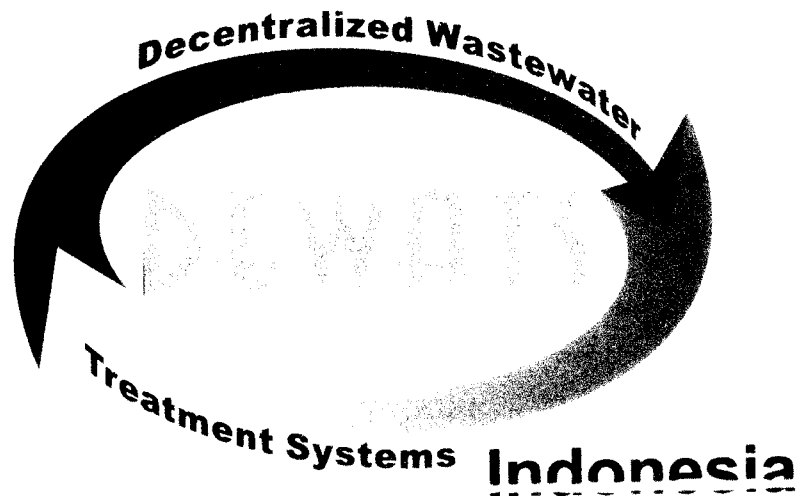
dr. Yosafat Suryono, MM

Tanggal :

**LEMBAR PENGESAHAN III**

**TUGAS AKHIR**

**.EVALUASI PENURUNAN KADAR AMONIAK DAN FOSFAT  
PADA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
TIPE *HORIZONTAL GRAVEL FILTER*  
DI RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH KLEPU JOGJAKARTA**



Mengetahui

R & D Expert DEWATS

Ir. Ibnu Singgih Pranoto

Tanggal : 22.08.05

Lembar persembahan :

Karya ini kupersembahkan untuk orang-orang yang paling aku sayangi :

Untuk kedua orang tuaku, Bapak & Ibu  
yang selalu memotivasi dengan do'a, cinta & kasih sayang,  
memberiku dorongan dan semangat saat aku gagal dan patah semangat,  
terima kasih atas izinnya aku tinggal di Jogjakarta  
Semoga, ananda dapat membalasnya, Doakan selalu.....!

Much Toha.....Anugerah terindah yang pernah kumiliki  
tetaplah jadi milikku kini dan selamanya...!  
Terima kasih atas kerelaan berbagi waktu, cinta, kasih sayang  
segala dorongan dan dukungan, buat semangat!  
Kesabaran, kesabaran dan kesabaranmu .....

The big family  
Kakakku mbak Dina, mbak Rahma, mas Yoni, mbak Ika, mas Darwanto,  
Dedek Hilwa, Ponakan kecilku, One, Daffa  
Keluarga besar di Tulungagung, Malang dan Jogjakarta, Pakde-Bude, Om-Bulik  
Kedua nenekku (almahum), atas cinta yang diberikan padaku,  
Terima kasih atas segala dukungannya, I Love You...!

Ya Allah,  
terima kasih atas s'gala anugerah yang telah diberikan padaku,  
aku dilahirkan di tengah keluarga yang menyayangiku

Special thanks for.....

Kartini Ufa Endah, Mardiah, Denny Sari, Rina  
terima kasih atas kebersamaannya sangat ilmu yang didapat dari kalian

Bikin Ika Nini!!!! You're my best friends

Laely teman pertama yang membantuku di UL n ngajari aku membaca Al Quran

Mas Mady mas Gato, Nid'aceng, Ndt  
teman perjuangan sidang n pendadaran  
Nihandwihah, ahingga penantian panjang kita telah berakhir

teman teman seangkatan'00!!!!!!  
terima kasih atas kerja samanya!  
tugas2 berat tlah kita lalui ....!

Idah adhami 1701  
Tripanji, Yuyu, Ika, Maja, Feina, Ndi, Agung, Bagu dll  
Aku doain kalian cepet lulus....!

Nanti Shinta, Fitri, Beni, Ika, Njeng dan Dendi  
pa kabar kalian ?

teman teman Wisma gedung : Sherry Dini, Hindang, Lja, Lisa, Dina, Yuni, Ima  
terima kasih kebersamaan selama ini

KKK friends : Ari, Lukman, Dewi, Dwi, Nini, Momet, Fachri, Desi, Kholid  
terima kasih dukungannya dan pengalasan yang tak terucapkan

Ibu Mimi dan Dendga, Maaf kalo sering pulang terlambat

Dojajarta terimakasih tempat ditemuikan keindahannya!

Semoga kita semua disatukan oleh tali Nya  
dalam limpahan berkah dan anugerah  
Amin ya rabb al'alam



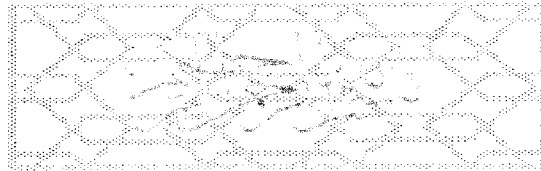
## Motto:

*Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan,  
karena itu bila selesai suatu tugas  
mulailah tugas yang lain dengan sungguh-sungguh  
(Q.S Asy Syah 6-7)*

*Belajirlah tentang apa yang kamu kehendaki,  
jika kamu belajar tentang sesuatu  
maka Allah tidak akan memberi pahala kepadamu  
sehingga kamu mengamalkan (ilmu yang kamu pelajari)  
(Al hadits)*

*Pelajarilah ilmu pengetahuan,  
Sesungguhnya mempelajari ilmu adalah tanda takut terhadap Allah,  
menuntut ilmu adalah ibadah, mengingat-ingat adalah jihad,  
mengajarkan kepada orang adalah sedekah,  
dan menyebarkannya adalah pengorbanan.  
(Al hadits)*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum Wr Wb*

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada umatnya, serta shalawat dan salam semoga senantiasa terlimpah kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

Dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini, tak lepas dari bimbingan dan pengarahan dari beberapa pihak yang terkait, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan
2. Bapak Luqman Hakim, ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Andik Yulianto, ST selaku Koordinator Tugas Akhir sekaligus selaku Dosen Pembimbing II
4. Saudara Agus Adi Prananto selaku bagian pengajaran urusan administrasi tugas
5. Bapak Ibnu Singgih Pranoto, R & D Expert DEWATS
6. Bapak Suryanto, Team Leader DEWATS
7. Rekan-rekan di DEWATS, saudara Dina, Femi, Miko
8. FX Siyam dan saudara Lami sekretariat Rumah Sakit Panti Baktiningsih
9. Bapak Sukamto HM dan Bapak Pranoto, Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
10. Para petugas kebersihan di Rumah Sakit Panti Baktiningsih
11. Petugas Perpustakaan Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada



12. Petugas Perpustakaan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan
13. Petugas Perpustakaan Institut Teknologi Surabaya
14. Petugas Perpustakaan Universitas Islam Indonesia
15. Kedaulatan Rakyat
16. Para pegawai di BTKL

Kami sadari dalam pembuatan laporan ini banyak kekurangan, oleh karena itu kami mengharap kritik dan saran untuk perbaikan dan menyempurnakan penulisan dalam laporan ini. Dan kami berharap semoga laporan ini dapat menjadi kajian didalam meningkatkan kualitas lingkungan hidup dan tentunya akan bermanfaat bagi kita semua. AMIN

*Wassalamu'alaikum Wr Wb.*

Jogjakarta, Agustus 2005

Penyusun

## DAFTAR GAMBAR

No	No. Gambar	Nama Gambar	Halaman
1	Gambar 2.1	Peta lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih	5
2	Gambar 2.2	Diagram alir IPAL Rumah Sakit Panti Baktiningsih	8
3	Gambar 2.3	Skema IPAL Rumah Sakit Panti Baktiningsih	9
4	Gambar 2.4	Septic tank	9
5	Gambar 2.5	Baffle reaktor	10
6	Gambar 2.6	Anaerobik filter	11
7	Gambar 2.7	<i>Horizontal Gravel Filter</i>	12
8	Gambar 2.8	Kolam indikator	12
9	Gambar 3.1	Prinsip proses aerobik yang disederhanakan	14
10	Gambar 3.2	Substrat dalam fermentasi anaerobik metana	17
11	Gambar 3.3	Prinsip proses anaerobik yang disederhanakan	19
12	Gambar 4.1	Kerangka penelitian	56
13	Gambar 5.1	Lokasi titik sampel	63
14	Gambar 5.2	Diagram alir IPAL R.S Panti Baktiningsih	85
15	Gambar 5.3	Rekomendasi II alur pengolahan limbah cair	93
16	Gambar 5.4	Proses nitrifikasi dan denitrifikasi pada <i>Horizontal Gravel Filter</i>	96

## DAFTAR TABEL

No.	No. Tabel	Nama Tabel	Halaman
1	Tabel 2.1	Jenis Limbah Cair Rumah Sakit Panti Baktiningsih	7
2	Tabel 3.1	Jenis bakteri berdasarkan daya tahan terhadap temperatur.	22
3	Tabel 3.2	Klasifikasi mikroorganisme menurut sumber energi dan karbon.	24
4	Tabel 3.3	Bentuk teroksidasi dan tereduksinya unsur-unsur dalam wetlands pada potensial redoks transformasinya.	32
5	Tabel 3.4	Beberapa tanaman percobaan untuk membersihkan bahan pencemar dari air limbah.	42
6	Tabel 3.5	Kemampuan penyerapan tanaman	43
7	Tabel 5.1	Perhitungan porositas pada titik sampel 1.	61
8	Tabel 5.2	Perhitungan porositas pada titik sampel 2.	61
9	Tabel 5.3	Perhitungan porositas pada titik sampel 3.	62
10	Tabel 5.4	Perhitungan porositas pada titik sampel 4.	62
11	Tabel 5.5	Perhitungan porositas pada titik sampel 5.	62
12	Tabel 5.6	Perhitungan porositas pada titik sampel 6.	62
13	Tabel 5.7	Perhitungan porositas pada titik sampel 7.	63
14	Tabel 5.8	Tabel debit model V Thomson	65
15	Tabel 5.9	Karakteristik tipe medium untuk Sub Surface Wetlands	86
16	Tabel 5.10	Rekomendasi I	91

## DAFTAR GRAFIK

No.	No. Grafik	Nama Tabel	Halaman
1	Grafik 5.1	Pengukuran debit tanggal 24-1-05 s/d 6-2-05	66
2	Grafik 5.2	Pengukuran suhu dan amoniak tanggal 24-1-05 s/d 6-2-05	67
3	Grafik 5.3	Pengukuran suhu dan amoniak tanggal 25-1-05	68
4	Grafik 5.4	Pengukuran suhu dan amoniak tanggal 30-1-05	69
5	Grafik 5.5	Pengukuran suhu dan amoniak tanggal 04-2-05	70
6	Grafik 5.6	Pengukuran suhu dan fospat tanggal 24-1-05 s/d 6-2-05	71
7	Grafik 5.7	Pengukuran suhu dan fospat tanggal 25-1-05	73
8	Grafik 5.8	Pengukuran suhu dan fospat tanggal 30-1-05	74
9	Grafik 5.9	Pengukuran suhu dan fospat tanggal 04-2-05	75
10	Grafik 5.10	Pengukuran pH dan amoniak tanggal 24-1-05 s/d 6-2-05	76
11	Grafik 5.11	Pengukuran pH dan amoniak tanggal 25-1-05	77
12	Grafik 5.12	Pengukuran pH dan amoniak tanggal 30-1-05	78
13	Grafik 5.13	Pengukuran pH dan amoniak tanggal 04-2-05	79
14	Grafik 5.14	Pengukuran pH dan fospat tanggal 24-1-05 s/d 6-2-05	80
15	Grafik 5.15	Pengukuran pH dan fospat tanggal 25-1-05	81
16	Grafik 5.16	Pengukuran pH dan fospat tanggal 30-1-05	83
17	Grafik 5.17	Pengukuran pH dan fospat tanggal 04-2-05	84

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I : 1 Tenaga medis Rumah Sakit Panti Baktiningsih  
2 Alur pelayanan pasien Rumah Sakit Panti Baktiningsih  
3 Struktur organisasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih
- LAMPIRAN II : 1 Data pasien rawat dan pasien inap Rumah Sakit Panti Baktiningsih Januari 2005 s/d Februari 2005
- LAMPIRAN III : 1 Pemakaian jumlah detergen Januari 2005 - Februari 2005  
2 Rincian pemakaian jumlah detergen Januari 2005  
3 Rincian pemakaian jumlah detergen Februari 2005  
4 Jumlah cucian di laundry Januari 2005 s/d Februari 2005  
5 Rincian jumlah cucian di laundry Januari 2005  
6 Rincian jumlah cucian di laundry Februari 2005
- LAMPIRAN IV : 1 Rincian biaya pemeliharaan IPAL di Rumah Sakit Panti Baktiningsih
- LAMPIRAN V : 1 Analisa saringan agregat kasar  
2 Pemeriksaan penyerapan agregat kasar
- LAMPIRAN VI : 1 Hasil pemeriksaan limbah cair periode tahun 2002  
2 Hasil pemeriksaan limbah cair periode tahun 2003  
3 Hasil pemeriksaan limbah cair periode tahun 2004  
4 Hasil pemeriksaan limbah cair periode tahun 2005
- LAMPIRAN VII : 1 Gambar teknis IPAL Rumah Sakit Panti Baktiningsih  
2 Gambar situasi kegiatan  
3 Gambar rencana sedimentasi dan anaerobik filter  
4 Gambar *Horizotal Gravel Filter*
- LAMPIRAN VIII : 1 Metode penelitian amoniak  
2 Metode penelitian fosfat
- LAMPIRAN IX : 1 Pengukuran Td

- LAMPIRAN X : 1 Hasil analisis  $\text{NH}_4$  dan  $\text{NO}_3$   
2 Pengukuran suhu  
3 Pengukuran pH  
4 Pengukuran fospat  
5 Pengukuran amoniak

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN I .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN III.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
MOTTO HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GRAFIK .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR ISI .....	xv
ABSTRAKSI.....	xix
ABSTRACT .....	xx
BAB I    PENDAHULUAN	
1.1   Latar belakang.....	1
1.2   Rumusan masalah .....	3
1.3   Tujuan .....	3
1.4   Manfaat .....	4
1.5   Batasan masalah.....	4

<b>BAB II</b>	<b>GAMBARAN UMUM RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH</b>	
2.1	Lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih .....	5
2.2	Sumber limbah cair Rumah Sakit Panti Baktiningsih.....	5
2.3	Alur pengolahan limbah cair RS Panti Baktiningsih .....	8
2.4	Fungsi unit pengolahan RS Panti Baktiningsih .....	9
<b>BAB III</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
3.1	Proses-proses biologi dasar.....	13
	3.1.1 Proses aerobik .....	13
	3.1.2 Proses anaerobik .....	14
3.2	Amoniak.....	25
	3.2.1 Sifat-sifat Amoniak.....	25
	3.2.2 Sumber Amoniak .....	26
	3.2.3 Pengaruh Amoniak terhadap lingkungan.....	26
3.3	Fospat .....	27
	3.3.1 Sumber fospat .....	31
3.4	Constructed Wetland.....	28
	3.4.1 Pengertian Wetlands .....	28
	3.4.2 Biogeokimia Wetlands.....	32
	3.4.3 Jenis-jenis Wetlands.....	33
	3.4.3.1 Free water surface constructed wetland.....	33
	3.4.3.2 Subsurface flow constructed wetland .....	35
3.5	Jenis-jenis Tanaman Air .....	38
	3.5.1 <i>Typha angustifolia</i> .....	38
	3.5.2 <i>Cyperus papyrus</i> .....	38
	3.5.3 <i>Canna</i> .....	39



3.6	Faktor yang mempengaruhi efisiensi pengolahan air limbah ..	40
3.7	Menurunkan kadar fospat .....	44
	3.7.1 Unsur pokok penurunan dan mekanisme perpindahan ....	44
	3.7.2 Proses pelaksanaan.....	44
3.8	Menurunkan kadar Amoniak .....	45
	3.8.1 Unsur pokok penurunan dan mekanisme perpindahan ....	45
	3.8.2 Proses pelaksanaan.....	45
3.9	Pembersihan limbah secara efektif .....	46
	3.9.1 Media .....	46
	3.9.2 Tanaman.....	47
	3.9.2.1 Pemilihan jenis tanaman.....	47
	3.9.2.2 Ketinggian tanaman yang digunakan .....	49
	3.9.2.3 Tanaman lahan basah .....	49
	3.9.2.4 Fisiologi tanaman lahan basah.....	50
	3.9.3 Air .....	52
	3.9.3.1 Tipe aliran air.....	52
	3.9.3.2 Ketinggian air .....	52
	3.9.4 Organisme pada pengolaham limbah .....	52
	3.9.5 Populasi organisme .....	54
3.10	Hipotesis .....	55

#### BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Lokasi penelitian .....	56
4.2	Kerangka penelitian .....	56
4.3	Tahap penelitian .....	57
4.4	Pengukuran porositas .....	58
4.5	Metode penelitian.....	59

<b>BAB V</b>	<b>HASIL PEMBAHASAN</b>	
5.1	Pengukuran volume kosong.....	60
5.2	Pengukuran porositas.....	61
5.3	Pengukuran volume reactor terisi medium.....	64
5.4	Pengukuran debit.....	64
5.5	Pengukuran Td.....	66
5.6	Pengukuran suhu dan amoniak.....	67
5.7	Pengukuran suhu dan fospat.....	71
5.8	Pengukuran pH dan amoniak.....	76
5.9	Pengukuran pH dan fospat.....	80
5.10	Pembahasan.....	85
5.10.1	Analisa.....	86
5.10.2	Faktor-faktor yang berpengaruh tidak efektifnya sub surface wetland.....	87
5.11	Rekomendasi.....	90
5.11.1	Rekomendasi 1.....	90
5.11.2	Rekomendasi 2.....	93
5.11.2.1	Proses nitrifikasi.....	95
5.11.2.2	Proses denitrifikasi.....	95
5.11.2.3	Penambahan alum 0,5 gr/l.....	96
5.11.2.4	Aerasi.....	97
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1.	Kesimpulan.....	98
6.2.	Saran.....	100
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xxi</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

EVALUASI PENURUNAN KADAR AMONIAK DAN FOSPAT  
PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
TIPE *HORIZONTAL GRAVEL FILTER*  
DI RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH KLEPU JOGJAKARTA

*Abstraksi*

*Limbah cair dari kegiatan Rumah Sakit dihasilkan dari kegiatan laundry, dapur, kegiatan operasi, gawat darurat dan pemakaian air di kamar mandi dan wastafel. Dari kegiatan tersebut menyebabkan kandungan fosfat dan amoniak sangat tinggi. Untuk meminimalkan dampak negatif dari kegiatan Rumah Sakit diperlukan suatu treatment. Horizontal Gravel Filter adalah salah satu bangunan pengolahan limbah yang ada di Rumah Sakit Panti Baktiningsih. Untuk itu perlunya evaluasi bagaimana Horizontal Gravel Filter dapat meremoval bahan-bahan berbahaya yang dihasilkan oleh kegiatan Rumah Sakit Panti Baktiningsih sehingga aman bagi lingkungan terutama untuk kandungan amoniak dan fosfat.*

*Metode yang digunakan untuk menghitung kandungan fosfat dalam sampel air limbah adalah dengan menggunakan metoda Stano Klorida, SNI APHA 1998, Section 4500-PD. Sedangkan metode yang digunakan untuk menghitung kandungan amoniak dalam sampel air limbah adalah dengan menggunakan metoda Nessler, SNI 06-2479-1991.*

*Dari hasil penelitian didapatkan, amoniak mengalami penurunan 12,65% sedangkan fosfat mengalami kenaikan +9,77%. Melihat masih tingginya kandungan amoniak dan fosfat pada Horizontal Gravel Filter maka disini diperlukan solusi perbaikan untuk menurunkan amoniak dan fosfat di Rumah Sakit Panti Baktiningsih. Septic tank-Baffle reaktor-Anaerobik filter-Horizontal gravel filter disertai dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi-pembubuh alum-bak pencampur alum-kolam indikator merupakan rekomendasi alur pengolahan limbah di Rumah Sakit Panti Baktiningsih. Selain itu harus memperhatikan waktu detensi, kebutuhan area permukaan, karakteristik media, waktu pencucian media kerikil, loading rate, kedalaman Horizontal Gravel Filter, pemilihan jenis tanaman, umur tanaman, ketinggian tanaman.*

*Kata Kunci : Amoniak, Fospat, Horizontal Gravel Filter*

**EVALUATION OF AMMONIAC AND PHOSPHATE  
CONCENTRATION DECLINE  
AT WASTE WATER TREATMENT  
WITH HORIZONTAL GRAVEL FILTER TYPES  
IN PANTI BAKTININGSIH HOSPITAL  
KLEPU, JOGJAKARTA**

**ABSTRACT**

*A liquid waste of activities in a Hospital comes from some such activities as laundry, cooking, operations, emergencies and the use of water in the bathroom and wash basin. From those activities they result in causing phosphate and ammoniac concentration in very high level. To minimize any negative impacts of the Hospital activities it is needed a treatment. Horizontal Gravel Filter is the one of the existing treatment constructions in the Hospital of Panti Baktiningsih. For the reason an evaluation is needed to know how the Horizontal Gravel Filter can remove any dangerous substances resulted of the activities of Panti Baktiningsih Hospital so it is safe for the environment especially for the concentration of ammoniac and phosphate.*

*Method used to calculate the phosphate concentration in sample of the water waste is by using a method of Stano Chloride, SNI APHA 1991 Section 4500-PD. Method used to calculate the ammoniac concentration in sample of the water waste is by using a method of Nessler, SNI 06-2479-1991.*

*From the outputs in the study it was found that ammoniac decreased 12,65% while phosphate increase +9,77%. Seeing the high ammoniac concentration and phosphate concentration in the Horizontal Gravel Filter then here it was needed a remedy solution to decrease the ammoniac and phosphate in Panti Baktiningsih Hospital. Septic tank-Baffle reactor-Anaerobic filter-Horizontal gravel filter accompanied with processes of nitrification and denitrification-alum placing-alum mixing basin-indicator pond is a recommendation of waste treatment line in Panti Baktiningsih hospital. In addition it must pay the attention in detention time, the need of surface area, media characteristic, time of washing of gravel media, loading rate, the deep of Horizontal gravel filter, choosing of kind of plant, age of the plant and the height of the plant.*

*Keywords: Ammoniac, Phosphate, Horizontal Gravel Filter*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Secara umum Rumah Sakit adalah sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan kegiatan pelayanan kesehatan, karena sifat pelayanan dan kegiatan yang diberikan oleh Rumah Sakit, menjadikan Rumah Sakit merupakan pusat segala macam penyakit.

Dari kegiatan tersebut akan menghasilkan limbah baik berupa limbah padat, cair maupun gas. Limbah cair dihasilkan dari kegiatan laundry, dapur, kegiatan operasi, gawat darurat dan pemakaian air di kamar mandi dan wastafel. Limbah cair yang dihasilkan dari sebuah Rumah Sakit umumnya mengandung bakteri, virus, senyawa kimia dan obat-obatan yang dapat membahayakan bagi kesehatan masyarakat sekitar Rumah Sakit tersebut.

Untuk meminimalkan dampak negatif dari kegiatan Rumah Sakit diperlukan suatu *treatment* pengolahan limbah agar limbah yang dibuang tidak mengganggu kondisi lingkungan di sekitar Rumah Sakit, karena limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Sakit akan dibuang ke lingkungan.

Rumah Sakit Panti Baktiningsih terletak di Klepu Godean, dimana berkapasitas tempat tidur 50 bed. Melihat dari sedikitnya jumlah bed, limbah yang dihasilkan adalah rata-rata sebesar  $0,357 \text{ m}^3/\text{jam} = 8,569 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Walaupun jumlah debit yang dihasilkan hanya sedikit namun karena kepedulian terhadap lingkungan dan kewajiban bagi Rumah Sakit untuk mengolah limbahnya, maka Rumah Sakit Panti Baktiningsih mempercayakan pengolahannya dengan menggunakan *DEWATS (Decentralized Wastewater Treatment Systems)*.

*DEWATS* merupakan suatu sistem pengolahan air limbah terdesentralisasi. Dimana sistem ini berpijak pada empat sistem pengolahan sebagai berikut :

1. Pengolahan awal dan sedimentasi
2. Pengolahan sekunder anaerobik dengan reaktor fixed bed atau reaktor baffel
3. Pengolahan tersier aerobik/anaerobik pada sistem filter aliran bawah tanah
4. Pengolahan tersier aerobik/aerobik di dalam kolam

Fosfat pada detergen dianggap sebagai sumber utama parameter fosfat dalam air. Detergen sebagai bahan pencuci pada awalnya adalah jenis *Alkyl Benzene Sulphonate (ABS)*. Ternyata diketahui menimbulkan pencemaran lingkungan terutama terhadap kehidupan ikan dan hewan lainnya. Adanya karbon *Alkyl* merupakan suatu rantai karbon bercabang banyak dan sukar diuraikan oleh jasad renik menjadi senyawa lain yang lebih sederhana. Detergen jenis *ABS* tidak aman bagi lingkungan sehingga untuk perkembangan selanjutnya dikenal detergen jenis *Linear Alkyl Sulphonate (LAS)* bersifat mudah diuraikan secara biologis.

Detergen jenis *LAS* tidak memberikan buih dalam air, sehingga sering diformulasikan dengan bahan tambahan seperti Natrium sulfat, Fosfat anorganik, Natrium perborat (Tahid,1993). Pemakaian bahan tambahan tersebut terutama fosfat ternyata menimbulkan masalah lain.

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

Amoniak merupakan senyawa nitrogen yang menjadi  $\text{NH}_4^+$  pada pH rendah disebut Amonium. Amonium terjadi dari pembusukan senyawa organik hasil reaksi bakteri biologis yang menghasilkan nitrogen yang kemudian menjadi amoniak ( $\text{NH}_3$ ). Sehingga menyebabkan bau yang sangat tajam dan reaktif.

Melihat masih tingginya kandungan fosfat dan amoniak pada inlet dan outlet *Horizontal Gravel Filter (HGF)*, maka disini perlunya evaluasi bagaimana *Horizontal Gravel Filter (HGF)* dapat meremoval bahan-bahan berbahaya yang dihasilkan oleh kegiatan Rumah Sakit Panti Baktiningsih sehingga aman bagi lingkungan terutama untuk kandungan Amoniak dan fosfat.

*Horizontal Gravel Filter (HGF)* merupakan salah satu bangunan yang digunakan untuk mengolah limbah cair, dimana bangunan mempunyai fungsi sebagai penyaringan, keunikan dari filter ini adalah selain *gravel* (batu atau kerikil) terdapat berbagai jenis tanaman yakni *Typha angustifolia (cattails)*, *Cyperus papyrus*, dan *Canna*. Dimana tanaman yang ada diatur sedemikain rupa sehingga bangunan ini menyerupai konstruksi *Wetlands* jenis *Subsurface Flow Wetlands*.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Bertitik tolak dari latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Apakah *Horizontal Gravel Filter (HGF)* efektif menurunkan kadar Amoniak dan fosfat yang terdapat dalam limbah Rumah Sakit Panti Baktiningsih ?

## 1.3 TUJUAN

1. Untuk mengetahui efisiensi removal amoniak dan fosfat dengan menggunakan *Horizontal Gravel Filter (HGF)*.
2. Untuk mengevaluasi kinerja (waktu detensi dan karakteristik media) pada *Horizontal Gravel Filter (HGF)* dalam menurunkan kadar amoniak dan fosfat yang terdapat dalam limbah Rumah Sakit Panti Baktiningsih.

#### **1.4 MANFAAT**

1. Untuk dijadikan kajian lebih lanjut mengenai *Horizontal Gravel Filter (HGF)* dalam mengolah limbah Rumah Sakit.
2. Memberikan masukan tentang pengolahan limbah Rumah Sakit.

#### **1.5 BATASAN MASALAH**

1. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Instalasi Pengolahan Limbah Cair pada inlet dan outlet *Horizontal Gravel Filter (HGF)* di Rumah Sakit Panti Baktiningsih Klepu Jogjakarta
2. Pengukuran sampel meliputi pH, suhu, debit, amoniak dan fospat
3. Evaluasi dilakukan berdasarkan kelayakan teknis, dengan membandingkan dengan teori yang ada.
4. Secara khusus tidak melihat aspek ekonomi.

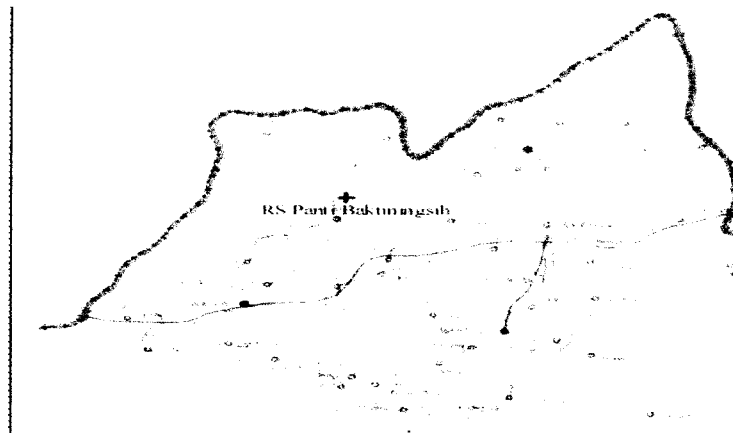


**BAB II**  
**GAMBARAN UMUM**  
**RUMAH SAKIT PANTI BAKTININGSIH**

**2.1 Lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih**

Batas lokasi Rumah Sakit Panti Baktiningsih adalah sebagai berikut :

- Sebelah Barat : Sungai Klepu
- Sebelah Timur : Jalan desa Sendangmulyo
- Sebelah 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 :

### 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 dialisat, sisa buangan penderita dan lain lain

### 2. Penunjang medis

- a. Dapur pusat
- b. Binatu
- c. Laboratorium klinik
- d. Laboratorium patologi anatomi
- e. Radiologi
- 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.

### 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.

**Tabel 2.1 Jenis Limbah Cair Rumah Sakit Panti Baktiningsih**

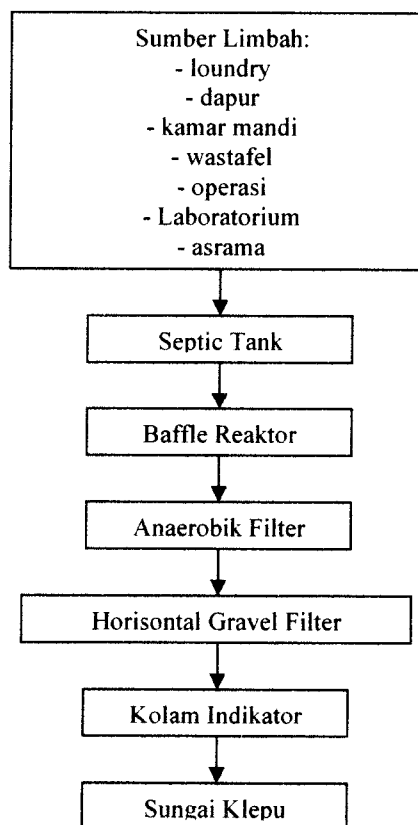
No	Unit pelayanan	Sumber	Kegiatan	Jenis limbah
1.	Rawat jalan	WC, kamar mandi, lavatory	Buangan pasien dan pengunjung	Urine, feses, air sisa kumur mulut, air penggelontor
2.	Rawat inap	WC, kamar mandi, lavatory	Buangan pasien dan pembesuk	Urine, feses, air sisa mandi, air penggelontor
3.	Pelayanan gawat darurat	WC, lavatory	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 textil	Urine, feses, air sisa pencucian textil
5.	Dapur	WC, kamar mandi, lavatory, pencucian bahan dan alat	Buangan petugas, pencucian bahan dan alat	Urine, feses, air sisa pencucian bahan makanan dan alat masak serta alat makan
6.	Laboratorium	WC, kamar mandi, lavatory, sarana cuci tangan	Buangan pasien dan pegawai, cuci alat medical test	Urine, feses, air sisa cuci alat

7.	Ruang administrasi	WC, kamar mandi, lavatory, urinoir	Buangan karyawan	Urine, fasces, air sisa mandi, air sisa cuci tangan
8.	Asrama	WC, kamar mandi	Buangan penghuni dan pembesuk	Urine, fasces, air sisa mandi, air sisa cuci tangan

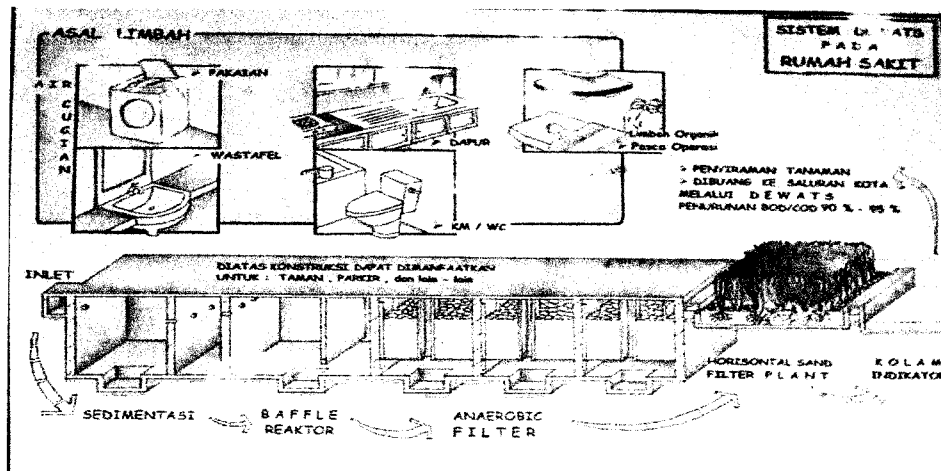
(Sumber : Sekretariat Rumah Sakit Pantii Baktiningsih)

### 2.3 Alur pengolahan limbah cair Rumah Sakit Pantii Baktiningsih

Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Pantii Baktiningsih menggunakan sistem dari DEWATS. Alur pengolahan limbah cair adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Diagram alir pengolahan limbah cair Rumah Sakit Pantii Baktiningsih

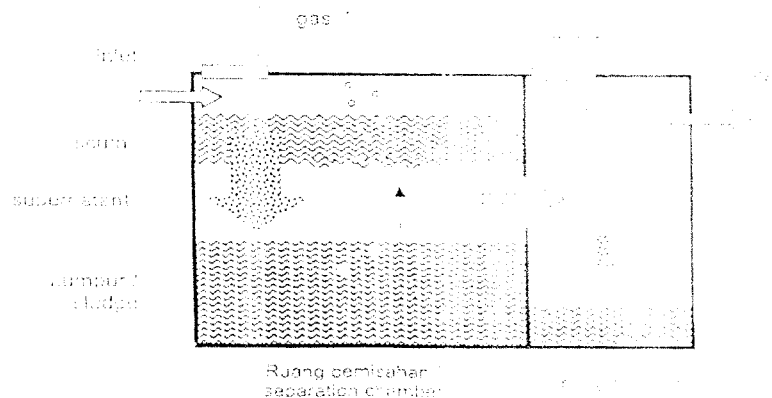


Gambar 2.3 Skema pengolahan limbah cair Rumah Sakit Panti Baktiningsih

## 2.4 Fungsi unit pengolahan air limbah

### 1. Septic tank

Septic tank adalah sistem pengolahan limbah setempat dalam skala kecil yang amat lazim di gunakan di dunia.. Pada dasarnya proses yang terjadi pada septic tank tank adalah sedimentasi (pengendapan) dan dilanjutkan dengan stabilisasi dari bahan-bahan yang diendapkan tersebut lewat proses anaerobik.

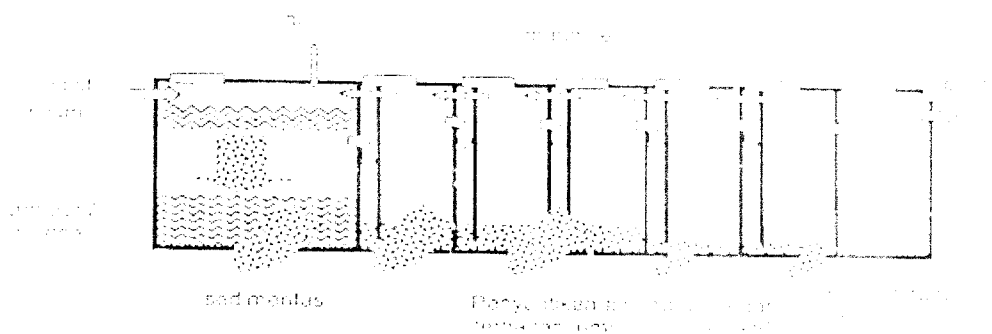


Gambar 2.4 Septic tank

## 2. Baffle reaktor

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

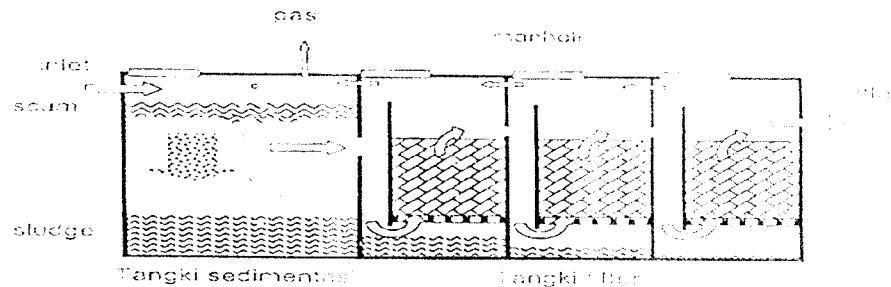
- Sedimentasi padatan dimana proses yang terjadi adalah proses settling/pengendapan
- Pencernaan anaerobik larutan padatan melalui kontak dengan lumpur/sludge
- Pencernaan anaerobik (fermentasi) lumpur/sludge bagian bawah
- Sedimentasi bahan mineral (stabilisasi)



Gambar 2.5 Baffle reaktor

## 3. Anaerobik filter

Filter anaerobik (fixed bed atau fixed film reaktor) menggunakan prinsip yang berbeda dengan septic tank, karena sistem ini justru diharapkan untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (dissolved solid) dengan cara mengkontakkan dengan surplus bakteri yang aktif. Bakteri tersebut bersama bakteri lapar akan menguraikan bahan organik terlarut (dissolved solid) dan bahan organik yang terdispersi (dispersed organic) 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



Gambar 2.6 Anaerobik filter

#### 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 harus melalui pra pengolahan terlebih dahulu terutama sehubungan dengan padatan tersuspensi, karena berbagai pengalaman menunjukkan bahwa masalah terbesar pada filter ini adalah masalah penyumbatan.

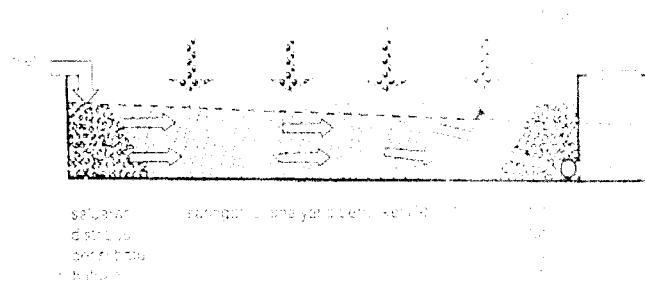
Prinsip filter kerikil horizontal adalah dimungkinkannya ketersediaan oksigen yang berkesinambungan pada bagian lapisan atas, demikian juga pada bagian bawah lapisan perakaran yang merupakan kondisi anaerob-fakultatif sehingga akan menyediakan lingkungan yang menguntungkan bagi kehidupan beragam jenis bakteri.

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

Bak filter tidak lebih dalam daripada kedalaman dimana akar tanaman dapat tumbuh (30-60 cm) karena air cenderung mengalir lebih cepat di bawah bantalan akar yang lebat. Namun efisiensi pengolahan yang paling baik umumnya berada di

bagian 15 cm ke atas karena adanya difusi oksigen dari permukaan. Jadi filter dangkal lebih efektif dibandingkan dengan filter yang lebih dalam, untuk kondisi yang sama.

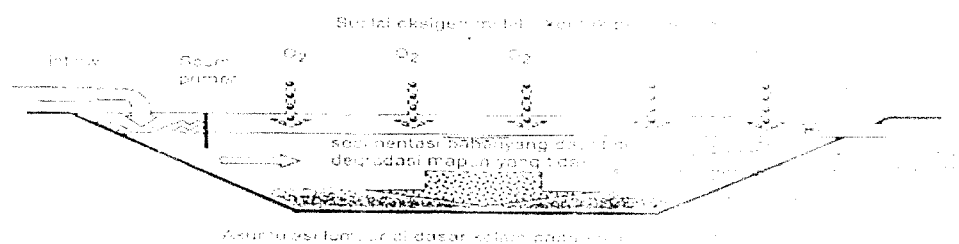
Tanaman pada filter tersebut biasanya tidak dipanen. *Phragmites australis* (glagah asu) dianggap sebagai tanaman yang paling baik karena akarnya membentuk rimpang/rizoma horizontal yang menjamin bak filter daerah akar yang sempurna. Kemungkinan ada tanaman lain yang cocok dengan air limbah lain, misalnya,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



Gambar 2.7 Horizontal Gravel Filter

## 5. 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 (<1.0m) yang berguna untuk mempertahankan kondisi aerobik.



Gambar 2.8 Kolam indikator



### BAB III TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1 PROSES-PROSES BIOLOGI DASAR

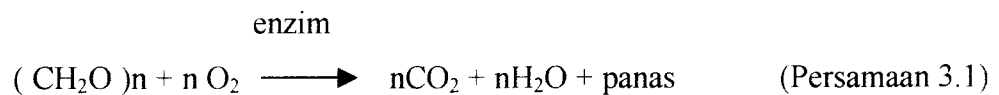
Proses biologi merupakan proses alami yang dinamis dan kontinyu selama faktor-faktor yang berhubungan dengan kebutuhan hidup organisme yang terlibat di dalamnya terpenuhi. Berbagai proses biologi dapat berlangsung dengan atau tanpa adanya oksigen terlarut yaitu aerobik atau anaerobik, berdasarkan kemampuan fotosintesis atau oleh mobilitas organisme yaitu pertumbuhan tersuspensi atau melekat. Proses-proses biologi yang umum digunakan untuk pengolahan limbah adalah sebagai berikut :

##### 3.1.1 PROSES AEROBIK

Proses pengolahan biologi aerobik berarti proses yang memerlukan oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molukel oksigen sebagai akseptor akhir adalah proses utama yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme dalam proses ini. Mikroba yang menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik.

Mikroorganisme yang bersifat aerobik membutuhkan oksigen untuk beberapa reaksi biokimia yaitu untuk mengoksidasi bahan organik, sintesis sel, dan oksidasi sel. Reaksi-reaksi tersebut adalah sebagai berikut :

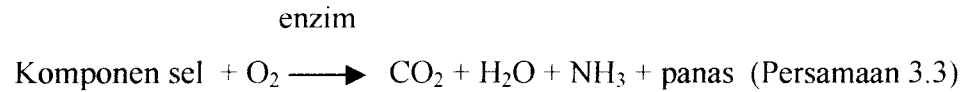
a. Oksidasi bahan organik



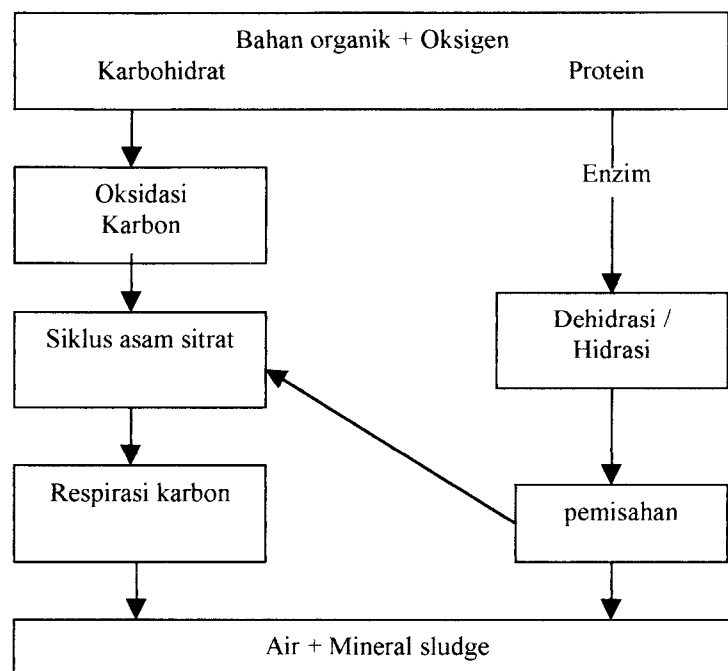
b. Sintesis sel



## c. Oksidasi sel



Sistem pengolahan aerobik dimanfaatkan sebagai pencegah timbulnya masalah bau selama pengolahan limbah agar memenuhi persyaratan effluent dan untuk stabilisasi limbah sebelum dialirkan ke dalam badan air.



Gambar 3.1 Prinsip proses aerobik yang disederhanakan  
(Ibnu Singgih Pranoto, 2002)

### 3.1.2 PROSES ANAEROBIK

Proses anaerobik pada dasarnya merupakan proses yang terjadi karena aktifitas mikroba dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Analognya proses ini meniru mekanisme proses yang terjadi pada perut binatang yaitu proses pencernaan secara anaerobik. Produk akhir dari proses fermentasi ini adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ).

Mikroorganisme anaerob tertentu tidak dapat hidup bila ada oksigen terlarut (obligat anaerobik). Contoh mikroorganisme ini adalah bakteri metana yang umum ditemukan dalam digester anaerobik maupun filter anaerobik.

Anaerob memperoleh energinya dari oksidasi bahan organik kompleks tanpa menggunakan oksigen terlarut tetapi menggunakan senyawa-senyawa lain sebagai pengoksidasi. Senyawa pengoksidasi selain oksigen yang dapat digunakan oleh mikroorganisme contohnya karbon dioksida, sulfat dan nitrat. Proses dimana bahan organik dipecah (diurai) tanpa adanya oksigen sering disebut fermentasi.

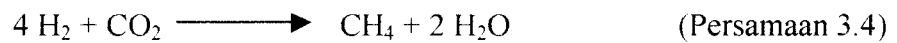
Sebagian besar mikroorganisme dapat hidup baik dengan atau tanpa oksigen, hanya beberapa saja organisme adalah obligat anaerob atau aerob. Organisme yang hidup pada kondisi baik anaerobik maupun aerobik adalah organisme fakultatif. Apabila tidak ada oksigen dalam lingkungannya, mereka mampu memperoleh energi dari degradasi bahan organik dengan mekanisme anaerobik, tetapi bila terdapat oksigen terlarut mereka akan memecah bahan organik lebih sempurna. Organisme dapat memperoleh energi lebih banyak dengan oksidasi erobik daripada oksidasi anaerobik. Sebagian besar mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah secara biologi adalah mikroorganisme fakultatif.

Proses fermentasi yang berlangsung secara anaerobik akan menghasilkan produk akhir pada kondisi pH netral. Contoh dari produk akhir tersebut adalah asam-asam volatil dengan berta molekul rendah seperti asetat dan laktat. Asam volatil dan alkohol tersebut dapat digunakan sebagai sumber energi atau sumber karbon oleh beberapa bakteri yang bersifat obligat anaerobik seperti halnya bakteri metana. Bakteri-bakteri ini dalam proses metabolismenya menghasilkan produk akhir berupa gas metana.

Bakteri-bakteri metana yang telah berhasil diidentifikasi terdiri dari 4 genus adalah:

- a. *Methanobacterium*, bakteri bentuk batana dan tidak membentuk spora
- b. *Methanobacillus*, bakteri bentuk batang dan membentuk spora
- c. *Methanococcus*, bakteri bentuk kokus
- d. *Methanosarcina*, bakteri bentuk sarcinae

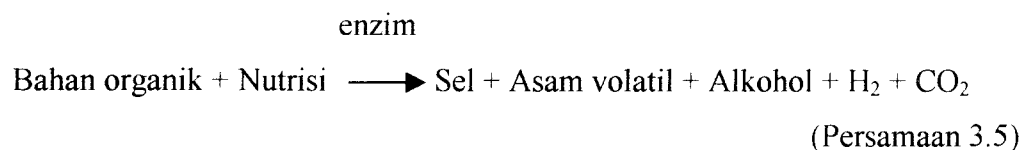
Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi hidrogen dengan menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai aseptor elektron. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

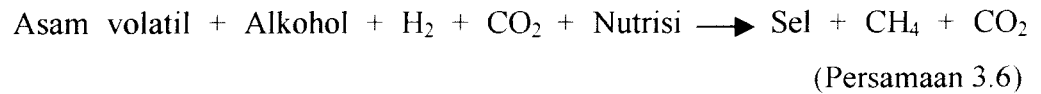


Reaksi di atas akan menghasilkan energi sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak menghasilkan. Kebutuhan karbon dan CO<sub>2</sub> tersebut diperoleh dari substrat atau hasil produksi dari proses oksidasi bahan organik.

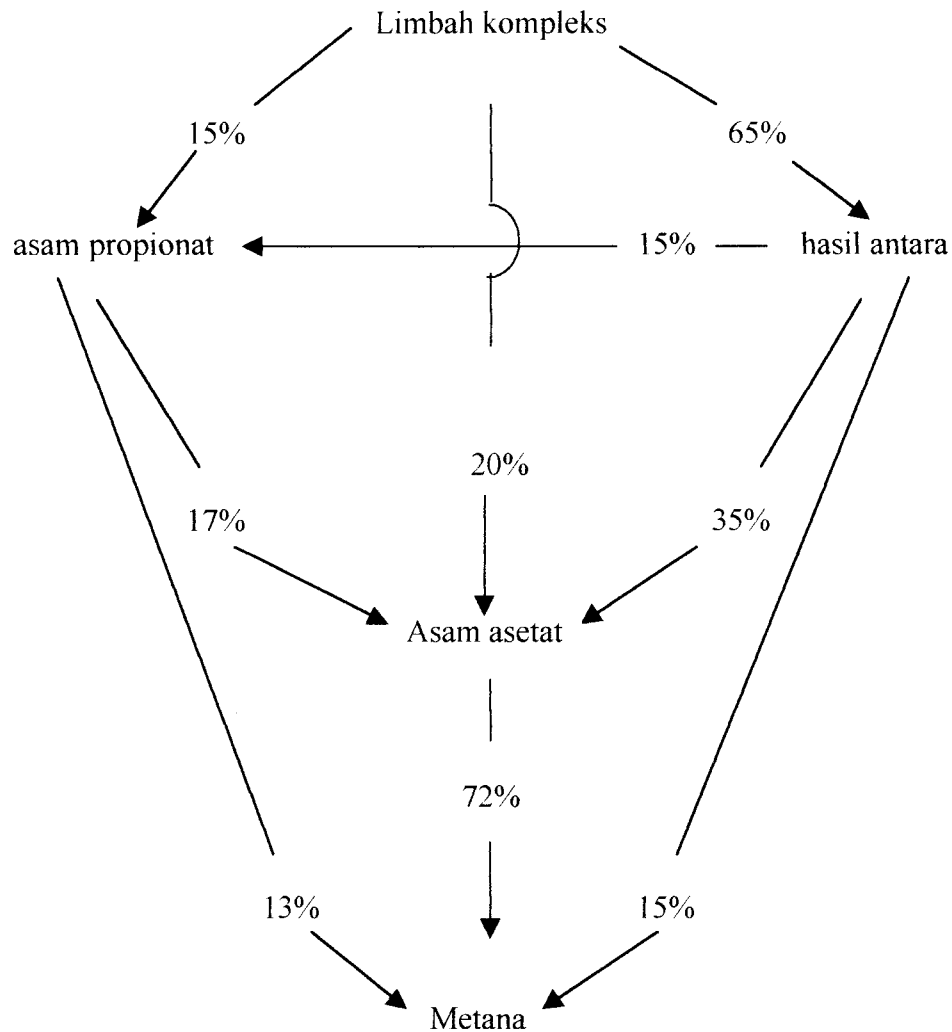
Proses fermentasi metana pada air limbah dapat menghasilkan komponen organik yang sangat beragam yang dapat dioksidasi oleh bakteri, karena bakteri metana yang aktif juga sangat beragam dan saling berinteraksi. Asam volatil akan dipecah menjadi asam lainnya dengan berat molekul yang lebih kecil dan asam tersebut bertindak sebagai mediator penyebab pembentukan metana.

Tahapan reaksi yang penting dalam fermentasi adalah reaksi asam asetat yang juga dapat digunakan oleh bakteri metana. Selama proses fermentasi oleh aktifitas bakteri metana juga terjadi proses pembentukan sel karena karbon yang memasuki sistem tidak semuanya berfungsi hanya sebagai substrat saja tetapi juga sebagai bahan pembentuk sel. Reaksi selengkapnya adalah sebagai berikut :





Sebagai substrat untuk pembentukan metana dapat digunakan asam propionat, asam asetat dan komponen lainnya dengan proporsi dan peruraian seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Substrat dalam fermentasi anaerobik metana  
(Ibnu Singgih Pranoto, 2002)

Pada sistem produksi asam atau metana biasanya keduanya berlangsung secara simultan. Hal ini menyebabkan sel yang terbentuk selama proses sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Selain itu dengan sistem ini sel yang dihasilkannya pun sangat rendah yaitu hanya sekitar 0.05 gram/g COD yang terdapat dalam sistem.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses anaerobik adalah sebagai berikut :

a. pH

pH yang optimal untuk berlangsungnya proses anaerobik berkisar antara pH 6.5 – pH 7.5. Pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada pertama fermentasi. Apabila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti bila konsentrasi asam organik dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi besarnya pH (pH turun).

b. Suhu

Suhu yang optimum untuk proses fermentasi metana adalah sekitar 37°C hingga 40°C. Bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat mesofilik biasanya dapat tumbuh pada suhu 20°C hingga 45°C, pada suhu diatas 40°C produksi gas metana akan menurun dengan tajam.

c. Pencampuran

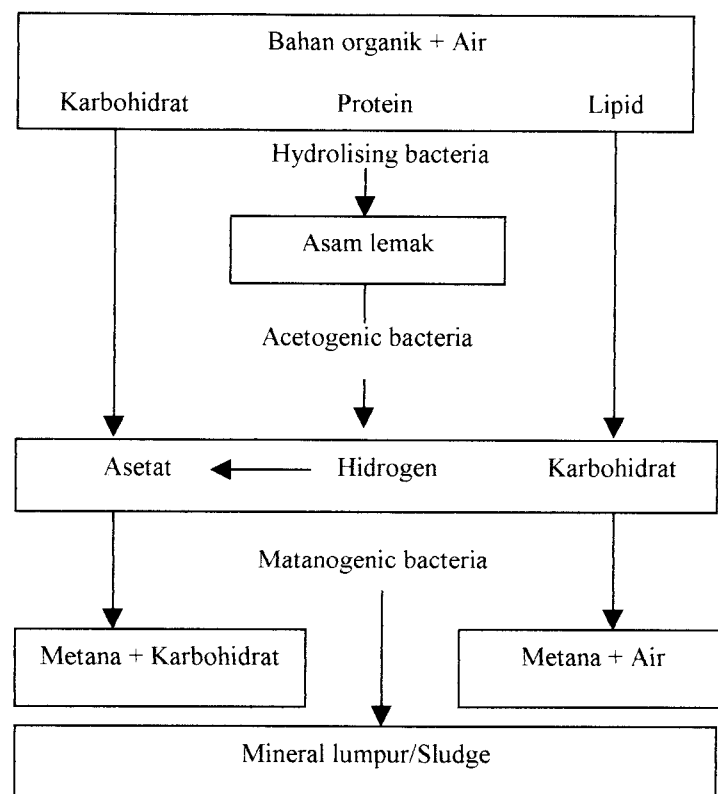
Adanya ion logam yang berlebih tidak dikehendaki pada proses fermentasi metana, karena akan menyebabkan keracunan bagi mikroba pada konsentrasi tertentu. Ion-ion logam yang bersifat racun tersebut adalah antara lain adalah  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  yakni bila konsentrasinya lebih dari 1000 mg/l. Sedangkan bila konsentrasi ion logam tersebut hanya sekitar 50-200 mg/l maka pengaruh yang ditimbulkannya adalah pengaruh yang menguntungkan karena memberi pengaruh stimulasi.

d. Waktu retensi

Waktu retensi minimum untuk proses anaerobik umumnya 24 jam.

e. Kapasitas dan bahan-bahan nutrisi yang diperlukan dalam proses

Bahan-bahan organik biasanya mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan mikroba. Pada proses anaerobik ini, media yang mempunyai kandungan nutrisi tertentu yang optimum akan sangat mempengaruhi proses. Perbandingan unsur nitrogen, karbon dan fosfat layak untuk diperhatikan yaitu biasanya dalam perbandingan Karbon: Nitrogen : Fosfat = 150 : 55 : 1.

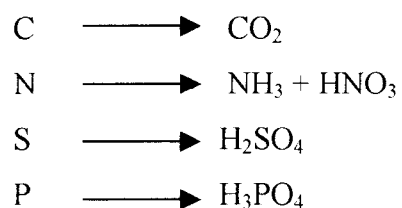


Gambar 3.3 Prinsip proses anaerobik yang disederhanakan  
(Ibnu Singgih Pranoto, 2002)

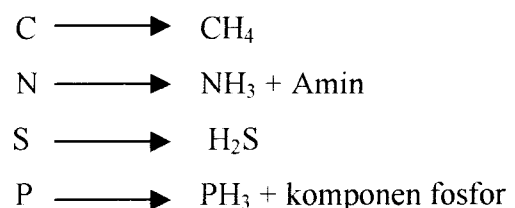
Laju fermentasi pada sistem anaerobik lazimnya selalu lebih rendah dibanding dengan sistem aerobik. Hal ini disebabkan karena kesetimbangan antara substrat dan produk sulit dipertahankan yakni  $\text{CO}_2$  yang terbentuk yang akan mempengaruhi laju fermentasi tidak dapat keluar dari sistem sehingga terakumulasi dan meningkat, terutama bila laju pembentukan metana lambat. Contoh lainnya adalah sulitnya mengatur laju pembentukan metana yang sebanding dengan laju fermentasi asam. Methanobacterium umumnya tumbuh lebih lambat jika dibandingkan dengan bakteri yang dalam aktifitasnya akan membentuk asam. Waktu regenerasi bakteri metana umumnya mencapai 12 jam, sedangkan untuk bakteri yang bersifat fakultatif waktu regenerasinya hanya 0.3 jam atau kurang.

Sebagai akibat menurunnya oksigen terlarut di dalam air adalah menurunnya kehidupan hewan dan tanaman air. Hal ini disebabkan karena makhluk-makhluk hidup tersebut banyak yang mati atau melakukan migrasi ke tempat lain yang konsentrasi oksigennya masih cukup tinggi. Jika konsentrasi oksigen terlarut sudah terlalu rendah maka mikroorganisme aerobik tidak dapat hidup dan berkembang biak, tetapi sebaliknya mikroorganisme yang bersifat anaerobik akan menjadi aktif memecah bahan-bahan tersebut secara anaerobik karena tidak ada oksigen. Pemecahan komponen-komponen secara anaerobik akan menghasilkan produk-produk yang berbeda seperti terlihat di bawah ini :

Kondisi aerobik



Kondisi Anaerobik





Senyawa-senyawa hasil penguraian secara aerobik seperti amin, H<sub>2</sub>S dan komponen fosfor mempunyai bau yang menyengat, misalnya amin berbau anyir, H<sub>2</sub>S berbau busuk. Oleh karena itu perubahan badan air dari kondisi aerobik menjadi anaerobik tidak dikehendaki.

Beberapa alasan yang dapat dipakai untuk penggunaan proses anaerobik dalam pengolahan limbah antara lain adalah kegunaan dari produk akhirnya, stabilisasi dari komponen organik dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air produk yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

Beberapa faktor lingkungan seperti suhu, pH, dan kehadiran nutrient dapat menghambat atau menunjang parameter, misalnya produksi gas. Pengaruh-pengaruh tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### A. pH

Pengaruh pertama pH pada proses anaerobik adalah terhadap bakteri methanogen. pH untuk reaktor anaerobik harus dijaga lebih besar dari 6,5, sedangkan untuk bakteri selaiian methanogen tidak terlalu sensitif dan dapat berfungsi pada pH 6,5. Mikroorganisme hidrolisa fermentasi dapat aktif mulai pH lebih besar dari 4,5. PH optimum untuk proses anaerobik adalah 6,5-8,5.

#### B. Temperatur

Pada proses anaerobik faktor temperatur berpengaruh terhadap beberapa hal sebagai berikut yakni :

##### I. Pengaruh temperatur pada jenis bakteri

Temperatur berpengaruh terhadap jenis bakteri yang hidup dalam digester. Berdasarkan daya tahan hidup mikroorganisme terhadap temperatur dapat digolongkan sebagai 3 jenis bakteri.

**Tabel 3.1 Jenis bakteri berdasarkan daya tahan hidup terhadap temperatur**

No	Jenis bakteri	Daya hidup	Temperatur optimum
1.	<i>Psychrophilic</i>	10-30°C	12-18°C
2.	<i>Mesophilic</i>	20-50°C	25-40°C
3.	<i>Thermophilic</i>	35-75°C	55-65°C

(Sumber : Metcalf & Eddy, Third Edition)

Bakteri yang berperan dalam proses anaerobik adalah bakteri-bakteri aerobik yaitu :

1. Bakteri non methanogenik

Bakteri non methanogenik yaitu mikroorganisme yang berperan menguraikan zat organik menjadi asam organik. Bakteri yang berperan biasanya bakteri fakultatif dan bakteri anaerobik. Dari isolasi bakteri yang terdapat di dalam digester anaerobik, ditemukan antara lain :

- a. *Chostroium, spp*
- b. *Peptococcus, anaerobus*
- c. *Bifidobacterium, spp*
- d. *Desulphovibrio, spp*
- e. *Corynebacterium, spp*
- f. *Lactobacillus*
- g. *Actinomyces*
- h. *Escherichia Coli*

2. Bakteri methanogenik

Bakteri methanogenik yaitu mikroorganisme yang berperan menguraikan zat organik untuk menghasilkan gas metan. Bakteri kelompok ini memberikan respon terhadap konversi dari produk pembentukan asam

menjadi hidrokarbon dan metan. Methan dan CO<sub>2</sub> merupakan produk hasil sampingan antara lain nitrogen, hidrogen, amoniak dan asam sulfida. Produk tambahan ini biasanya tidak lebih dari 1% dari total volume gas.

Beberapa bakteri anaerobik yang berperan sebagai methanogenik adalah sebagai berikut :

- a. *Methanobacterium* berbentuk batang.
- b. *Methanobacillus* berbentuk batang.
- c. *Methanosarcina* berbentuk bulatan .

## II. Pengaruh temperatur pada kecepatan metabolisme

Untuk melanjutkan produksi dan fungsi sebagaimana mestinya, mikroorganisme harus mempunyai sumber energi dan karbon untuk bersintesa membentuk sel-sel baru. Elemen-elemen anorganik seperti sulfur, potasium, magnesium dan trace elemen juga penting untuk proses sintesis ini. Dua sumber utama sel karbon yang diperlukan mikroorganisme adalah karbon dioksida dan bahan-bahan organik. Jika mikroorganisme memanfaatkan sel karbon dari karbon dioksida disebut autotropik dan jika memanfaatkan organik karbon disebut heterotropik.

Energi juga diperlukan dalam proses sintesis untuk membentuk sel-sel baru. Organisme autotropik memperoleh energi dari matahari melalui proses yang disebut sebagai fotosintesis dan dari reaksi oksidasi reduksi anorganiknya yang disebut sebagai autotropik kemosintesis. Untuk organisme heterotropik, energi yang diperlukan untuk proses sintesis diperoleh dari hasiloksidasi dan fermentasi bahan-bahan organik.

Klasifikasi mikroorganisme menurut sumber energi dan karbon dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 3.2 Klasifikasi mikroorganisme menurut sumber energi dan karbon**

No	Klasifikasi	Sumber energi	Sumber karbon
1.	Autotrophic		
	- Photoautotrophic	Cahaya	CO <sub>2</sub>
	- Chemoautotrophic	Reaksi oksidasi reduksi anorganik	CO <sub>2</sub>
2.	Heterotrophic		
	- Photo heterotrophic	Cahaya	Organik karbon
	- Chemo heterotrophic	Reaksi oksidasi reduksi anorganik	Organik karbon

(Sumber : Metcalf & Eddy, Third Edition)

Disamping sumber energi dan karbon tersebut diatas. Reaksi kimia yang terjadi juga dipengaruhi oleh temperatur. Bakteri akan menghasilkan enzim yang lebih banyak pada suhu optimumnya sehingga metabolisme yaitu reaksi kimia antara lain enzim dengan senyawa organik atau anorganik akan berlangsung lebih cepat.

### III. Pengaruh temperatur pada jumlah gas yang dihasilkan

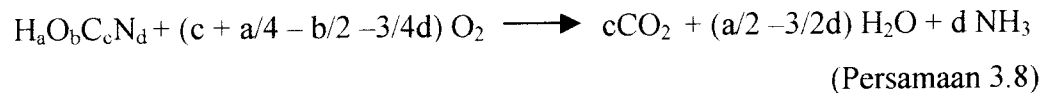
Pengaruh zat organik pada produksi gas dapat terjadi pada daerah suhu antara 4-60°C. Jika daerah suhu efektif diperoleh, maka akan terjadi fluktuasi kecil dalam prosesnya, meskipun pada umumnya proses anaerob dilakukan pada daerah suhu mesophilic (30-40°C). Proses pembentukan methan dapat terjadi pada suhu terendah 4°C. Kenaikan suhu pada daerah 4-25°C besar tingkat produksi gas berubah 100-400% untuk kenaikan suhu 12°C.

### 3.2 AMONIAK

Amoniak merupakan nitrogen yang menjadi  $\text{NH}_4^+$  pada pH rendah dan disebut Amonium. Amoniak sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). Keseimbangan ion  $\text{NH}_4^+$  dengan gas Amoniak di dalam air, dinyatakan sebagai berikut :



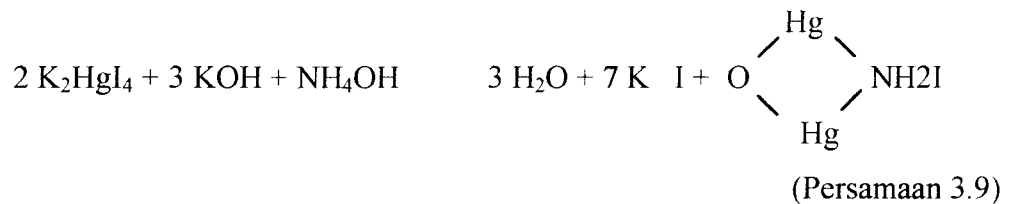
Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja juga dari oksidasi zat organik ( $\text{H}_a\text{O}_b\text{C}_c\text{N}_d$ ) secara mikrobiologis yang berasal dari air alam atau air buangan industri dan penduduk (Alaerts, 1984). Sesuai reaksi sebagai berikut :



#### 3.2.1 Sifat-sifat Amoniak

1. Amoniak adalah suatu zat kimia yang tidak menunjukkan adanya warna, ini merupakan suatu karakteristik. Dan jika diberi cahaya kemampuan warnan akan sedikit nampak berupa gas yang terlarut dalam air, tetapi gas yang tercampur mempunyai ikatan lebih dari 16 berupa Amoniak (Tchobanoglous, 1979).
2. Merupakan gas yang mudah menguap, berbau busuk (menyengat) dan tidak berwarna, mudah dicairkan dan sangat mudah larut dalam air, kira-kira 700 liter gas ini melarut dalam 1 liter zat pada tekanan kamar. Kelarutan dalam air menghasilkan alkali lemah, titik leleh  $77,8^\circ\text{C}$  dan titik didih  $33,4^\circ\text{C}$  (Hadyana, 1986).
3. Bersifat basa karena dapat membirukan lakmus merah

4. Amoniak apabila dilarutkan dalam air akan membentuk Amonium hidroksida pada derajat asam  $\pm 7$  (Tchobanoglous, 1979).
5. Amoniak dalam keadaan basa apabila ditambah reagen nessler (suatu larutan  $K_2HgI_4$  yang alkalis) akan terbentuk warna coklat + kuning, kalau terdapat banyak Amoniak akan terjadi endapan coklat (Hendardji, 1953), dengan reaksi seperti berikut :



### 3.2.2 Sumber Amoniak

Amoniak dalam air permukaan dapat berasal dari :

1. Air seni  
Kandungan amoniak dalam air seni sebesar 27,40 mg/l ( Hari, Tome, 2005)
2. Tinja.  
Kandungan amoniak dalam tinja sebesar 3,84 mg/l ( Hari, Tome, 2005)
3. Oksidasi zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam
4. Dipengaruhi oleh bentuk teroksidasi dan tereduksi unsur-senyawa dalam wetlands pada potensial Redoks Transformasi.

### 3.2.3 Pengaruh Amoniak terhadap lingkungan

Pengaruh buruk Amoniak terhadap lingkungan dalam konsentrasi 50 ppm yang tanpa menggunakan proteksi akan menyebabkan iritasi pada mata dan menyebabkan gangguan pada membran pernapasan ( Mantell, 1974)

Dalam konsentrasi yang rendah yaitu 0,037 mg/l menimbulkan bau yang menyengat dan mengurangi estetika ( Ariens, 1978)

Hal lain dengan adanya Amoniak dalam air buangan yang langsung dibuang dalam badan air akan menimbulkan atau terjadi pertumbuhan tumbuhan air, yang kemudian akan menutupi permukaan air, sehingga transmisi sinar matahari terhalangi dan fotosintesis tidak dapat berjalan yang diakibatkan berkurangnya oksigen terlarut sehingga akan mematikan kehidupan air ( Slamet Riyadi, 1984)

### 3.3 FOSPAT

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 Polifospat. Fospat pada detergen dianggap sumber utama parameter Fospat dalam air.

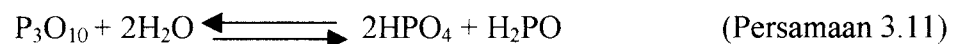
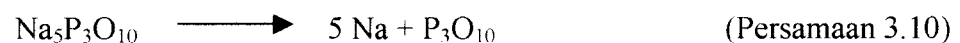
Kehadiran Fospat dalam air limbah bentuknya adalah Orthofospat (seperti,  $\text{HPO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ), polyfospat yaitu seperti  $\text{Na}_2 \text{HPO}_4$  yang terdapat dalam detergen dan fospat organik. Kandungan Fospat dalam air limbah dipakai dalam penentuan perancangan perlakuan limbah secara biologi dalam hubungannya dengan kebutuhan fospat untuk mendukung pertumbuhan mikrobia (Hammer,1997).

Fospat tedapat dalam air dapat berbentuk Orthofospat, Polifospat dan Fospat organis :

1. Orthofospat adalah senyawa monomer seperti  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_4$  dan  $\text{PO}_4$
2. Polifospat (juga disebut Condensed Phosphates) merupakan senyawa polimer seperti  $(\text{PO}_3)_6$  (Heksametafospat),  $\text{P}_3\text{O}_{10}$  (Tripolifospat)
3. Fospat organis adalah fosfor yang terikat dengan senyawa-senyawa organis, sehingga tidak berada dalam larutan secara terlepas (Alaerts,1987)

Bila parameter Fospat pada air sangat rendah (<0,01 mg P/l), pertumbuhan tanaman dan alga akan terhalang. Keadaan ini dinamakan Oligotrop. Bila kadar Fospat serta nutrien lainnya tinggi, pertumbuhan tanaman dan alga tidak terbatas 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 keadaan eutrop (Alaerts, 1987)

Bahan pembentuk utama di dalam detergent adalah Natrium tripolifospat ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ). Senyawa ini tidak merupakan masalah dalam dekomposisinya di lingkungan, sebab ion  $\text{P}_3\text{O}_{10}$  akan mengalami reaksi hidrolisis perlahan di dalam lingkungan untuk memproduksi orthofospat yang tidak beracun, dengan reaksi sebagai berikut :



Fospat mempunyai keuntungan :

1. Fospat tidak beracun terhadap hewan air dan tidak mengganggu kesehatan manusia.
2. Fospat bersifat aman digunakan dalam berbagai pewarna serat dan kain.
3. Fospat bersifat aman digunakan dalam mesin cuci, tidak bersifat korosif dan tidak mudah terbakar (Srikandi, 1992).

### 3.3.1 Sumber Fospat

Sumber fospat pada air limbah adalah berasal dari :

1. Pemakaian Detergen

Bahan-bahan penyusun Detergen antara lain :



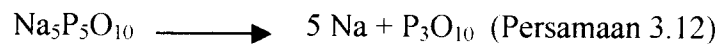
a. Bahan penurun tegangan permukaan

Menurunkan tegangan permukaan larutan menimbulkan busa dalam air.

b. Bahan penunjang

Untuk menunjang 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 sadah 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 tarik menarik. Sehingga sabun pada air 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. Wangi-wangian (Suardana, 1987)

Kandungan fosfat pada kegiatan laundry (cuci), mandi, dapur adalah sebesar 0,38-1,23 mg/l ( Hari, Tome, 2005)

2. Air seni, kandungan fosfat dalam air seni adalah sebesar 2,47 mg/hari (Hari, Tome, 2005)

3. Tinja, kandungan fosfat dalam tinja adalah sebesar 1,37 mg/hari (Hari, Tome, 2005)

4. Sisa makanan

### 3.4 Wetlands

#### 3.4.1 Pengertian *Constructed wetlands*

Definisi *wetlands* atau *natural wetlands* secara umum adalah suatu lingkungan yang berupa tanah basah, dalam hal ini adalah tanah yang jenuh oleh kandungan air yang ditumbuhi oleh tanaman air dan pada bagian permukaannya dijadikan komunitas bagi hewan.

*Constructed wetlands* merupakan *wetlands* buatan yang dikelola dan di kontrol oleh manusia. Pengolahan air limbah dengan sistem *constructed wetlands* yaitu dengan memanfaatkan aktifitas mikroorganisme dalam tanah dan tanaman dalam area tersebut.

*Constructed wetlands* juga dapat diartikan sebagai pengolahan yang strukturnya direncanakan. Adapun variabel-variabel yang strukturnya direncanakan adalah :

- Debit yang mengalir
- Beban organiknya tertentu
- Kedalaman media tanahnya  $< 0,6$  m
- Adanya pemeliharaan tanaman secara proses pengolahan

Wetland mempunyai beberapa ciri yang tampak, dan yang paling jelas adalah adanya air yang tetap, tanah wetland yang unik dan ditumbuhi oleh vegetasi yang mampu beradaptasi atau toleran terhadap tanah yang jenuh air. Wetland tidak mudah untuk didefinisikan, namun secara khusus untuk tujuan yang formal karena memiliki selang kondisi hidrologi yang dapat dipertimbangkan, karena wetland berada pada antara lahan kering dan sistem air dalam, dan karena memiliki variasi yang besar dalam ukuran, luasan, dan pengaruh manusia.

Dibawah konvensi Ramsar (Ramsar Convention on Wetlands), lahan basah didefinisikan pada ayat 1.1. dan 2.1 sebagai berikut:

Ayat 1.1: Lahan basah adalah area dari marsh, fen, peatland atau perairan, baik alami atau buatan, permanen atau temporer, dengan air yang statis atau mengalir, baik air tawar, payau atau laut, meliputi area perairan laut dengan kedalaman tidak lebih dari 6 meter pada waktu air surut terendah.

Ayat 2.1: Lahan basah mungkin meliputi riparian dan wilayah pesisir yang berdekatan dengan lahan basah, dan pulau atau badan air laut lebih dalam dari 6 meter pada waktu air surut terendah yang membentang di dataran lahan basah.

Untuk membuat definisi yang jelas maka diusahakan untuk membuat kriteria yang tampak sebagai indikator dari wetland. Menurut Mitsch dan Gosselink (1993), wetland selalu meliputi tiga komponen utama yaitu :

- (1) Wetland ditunjukkan oleh adanya air baik pada permukaan atau dalam zone perakaran
- (2) Wetland sering memiliki kondisi tanah yang unik yang berbeda dari tanah upland
- (3) Wetland mendukung vegetasi yang mampu beradaptasi terhadap kondisi basah (hydrophytes) dan sebaliknya ditandai oleh ketidakhadiran vegetasi yang tidak toleran terhadap kondisi tergenang. Menurut National Research Council (1992), dalam keadaan normal wetland harus memenuhi (1) Bahan tanahnya hydric, (2) Lebih dari 50 % didominasi oleh spesies tanaman hydrophytic, dan (3) Keadaan basah selama musim pertumbuhan.

### 3.4.2 Biogeokimia Wetland

Wetland mempunyai siklus biogeokimia yang diikuti dengan proses transformasi dan transportasi bahan kimia yang tidak dapat dipisahkan. Tanah wetland yang dikenal sebagai tanah-tanah hidrik dapat sangat tereduksi dengan cepat bila tergenang tapi biasanya mempunyai lapisan tipis yang bersifat oksidatif di daerah permukaan dimana terjadi proses bio-kimia yang aerobik. Transformasi nitrogen, phosphor, sulfur, besi, mangan, dan karbon dalam kondisi anaerobik menyebabkan unsur-unsur tersebut dalam keadaan tersedia. Walaupun beberapa dapat menimbulkan racun. Sebaliknya proses denitrifikasi dan metanogenesis menyebabkan hilangnya unsur kimia ke atmosfer. Proses transformasi kimia dalam wetland merupakan proses oksidasi-reduksi dari beberapa unsur atau senyawa dan untuk terjadinya transformasi ini sangat ditentukan oleh potensial redok (Tabel 3.3)

**Tabel 3.3 Bentuk Teroksidasi Dan Tereeduksinya Unsur-Senyawa dalam Wetland pada Potensial Redoks Trasformasinya.**

Unsur	Bentuk Oksidasi	Bentuk Reduksi	Potensial Redok Transformasi (mV)
Nitrogen	$\text{NO}_3^-$	$\text{N}_2\text{O}$ , $\text{N}_2$ , $\text{NH}_4^+$	250
Mangan	$\text{Mn}^{+4}$	$\text{Mn}^{+2}$	225
Besi	$\text{Fe}^{+3}$	$\text{Fe}^{+2}$	120
Sulfur	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{S}^-$	- 75 s/d -150
Carbon	$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	-250 s/d -350

[http://rudycet.tripod.com/sem2\\_012/kel3\\_0212.htm](http://rudycet.tripod.com/sem2_012/kel3_0212.htm)

### **3.4.3 Jenis-jenis Wetland**

#### **3.4.3.1 *FREE WATER SURFACE CONSTRUCTED WETLANDS***

Penggunaan tanah yang dibangun dengan permukaan air di atas permukaan tanah telah ditempatkan dari pencapaian treatment (pengerjaan) kedua, sampai membersihkan pancaran aliran keluar kedua, menyediakan habitat kehidupan-liar dan penggunaan kembali air. Materi yang dipresentasikan pada bagian ini membicarakan deskripsi proses, mekanisme-mekanisme transformasi dan pelepasan konstituen, performance proses, dan pertimbangan-pertimbangan desain proses.

##### **Deskripsi Proses**

Sistem permukaan-air-bebas (FWS) khususnya terdiri dari saluran-saluran atau kolom-kolom dengan hambatan alami atau yang dibangun memiliki sifat tidak dapat tembus untuk mencegah rembasan. Tanam-tanaman di tanah basah yang dibangun di permukaan-air-bebas melayani sejumlah tujuan. Tangkai atau batang-batang, dedaunan yang terendam dalam air, dan kotoran bertindak sebagai media penopang pertumbuhan bakteri yang melekat. Dedaunan di atas permukaan air menaungi air dan mengurangi potensial bagi pertumbuhan ganggang. Oksigen diangkut dari dedaunan menuruni bagian akar, sehingga menopang pertumbuhan tanaman, sejumlah oksigen yang terbatas bisa keluar dari tangkai-tangkai yang terendam di dalam air untuk menopang pertumbuhan bakteri yang melekat. Pra-pengerjaan untuk tanah basah FWS biasanya terdiri dari endapan (septictank atau Imhofftank), penyaringan dengan penyaring piringan atau cakram putar, atau lagoon stabilisasi. Karena sumber-sumber utama oksigen adalah peranginan-kembali permukaan pada air terbuka dari udara dan ganggang pertumbuhan-lekat, maka muatan BOD biasanya harus dijaga di bawah 100 lb/ac-d.

**Seleksi Lokasi.**

Feature lokasi untuk lokasi-lokasi FWS potensial sama dengan feature untuk kolam-kolam pengerjaan air-limbah. Lereng-lereng 0 sampai 3 persen adalah yang paling menguntungkan. Tanah sebaiknya dapat tembus secara perlahan. Tanah lempung padat atau pelat pengisi sintetis barangkali dibutuhkan untuk membatasi filtrasi. Permukaan air-tanah bisa secara relatif tinggi tanpa menyebabkan kekhawatiran karena filtrasi atau penyaringan terbatas atau tereliminasi.

**Tipe-tipe Pertumbuhan Tanaman.**

Tanam-tanaman yang muncul dan paling sering digunakan pada FWS termasuk : cattails, bulrush, reeds, arrowhead dan sedges. *Arrow arum* (*Peltandra* spp.) dan *Pickerelweed* (*Pontederia* spp.) telah digunakan pada tanah-basah yang dibangun. Pertumbuhan tanaman yang muncul dan tumbuh di tempat itu juga bisa dipertimbangkan.

**Feature Fisik tanah-basah FWS**

Ciri fisik utama tanah basah yang dibangun FWAS termasuk struktur jalan masuk dan jalan keluar, resirkulasi dan pelat-pelat pengisi.

**Struktur Jalan masuk dan Jalan keluar.**

Distribusi air-limbah yang seragam untuk semua ujung bagian atas tanah-basah FWS sangat penting bagi keberhasilan sistem. Pipa tempat masuk, tembok pembalik atau bendungan, atau lobang-lobang yang dibor pada saluran pipa distribusi dapat digunakan untuk menyebarkan air-limbah ke semua ujung akhir jalan masuk tanah basah. Ciri struktur jalan keluar termasuk bendungan yang dapat disesuaikan dengan batang-batang kayu penghenti dan pipa-pipa teng jalan keluar yang terendam air dengan katup-katup kontrol. Kemampuan untuk mengubah-ubah kedalaman air dan mengeringkan kolom harus disediakan. Kolom-kolom seharusnya miring pada derajat 0.4 sampai 0.5 persen sehingga memudahkan pengeringan.

**Resirkulasi.**

Kemampuan untuk meresirkulasi sebagian atau sepenuhnya bagian belakang pancaran air keluar yang dikerjakan dengan ujung akhir bagian atas kolom merupakan pertimbangan yang penting. Resirkulasi dapat menurunkan konsentrasi organik dan bahan-bahan padat, dengan memasukkan oksigen yang lebih mengurai ke titik jalan masuk dan meningkatkan performance keseluruhan. Resirkulasi paling efektif jika dikombinasikan dengan gerakan anak tangga.

**3.4.3.2 SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLANDS**

Tanah basah yang dibangun dengan aliran air di bawah permukaan media pasir atau kerikil kersik dikenal sebagai sistem aliran air lapisan bawah tanah (SF). Deskripsi proses, pemindahan konstituen dan mekanisme transformasi, perkiraan performance dan pertimbangan desain proses disajikan dan dibahas pada bagian ini.

**Deskripsi Proses**

Sistem aliran air lapisan bawah tanah juga disebut sebagai sistem penyaring alang-alang-batu, penyaring tanaman batu mikrobial, lapisan atau palung alas terendam air yang ditumbuhi tanaman, palung alas rawa, palung alas tule, dan sistem hidrobotani (tumbuhan air). Di Jerman, tipe sistem sama yang menggunakan tanah asli dan alang-alang dikenal sebagai metoda zona akar. Sistem aliran air lapisan bawah tanah memiliki keuntungan karena kebutuhan area tanah yang lebih kecil dan menghindari masalah-masalah bau dan nyamuk, jika dibandingkan dengan sistem permukaan-air-bebas (FWS). Kerugian sistem SF adalah ongkos bertambah karena media kerikil kersik dan potensi terjadinya penyumbatan media. Pra-pengerjaan untuk tanah basah SF khususnya terdiri dari pengerjaan primer.

**Pemilihan Lokasi.**

Tanah-basah SF membutuhkan tanah yang lebih sedikit dibandingkan sistem FWS yang sebanding dan biasanya memiliki bagian dasar miring 0 sampai 0.5 persen. Jika tanah permeabel (dapat menyerap) lebih besar dari 0.2 inci/jam maka diharuskan memasang pelat pengisi di bawah media palung alas atau dasaran.

**Tipe Pertumbuhan Tanaman.**

Pertumbuhan tanaman pada sistem SF sama dengan tanah basah FWS dan cenderung berupa bulrush, reeds dan beberapa jenis tanaman jenis Cattails. Tujuan pertumbuhan tanaman adalah untuk menyediakan oksigen memasuki zona akar dan penambahan ke bagian permukaan untuk pertumbuhan biologis pada zona akar. Pengangkutan oksigen yang sebenarnya ke zona akar dan kemudian ke dalam kolom air terbatas (Brix,1993). Akar-akar juga melepas bahan-bahan organik saat akar membusuk, sehingga mendukung denitrifikasi. Bagian pertumbuhan tanaman di atas tanah memberikan manfaat kecil, kecuali jumlah bahan gizi yang dipakai dan pertumbuhan tanaman. Pemanenan tanaman tidak perlu (Gersberg et al. 1985).

**Media Palung Alas atau Dasaran.**

Media tanah basah aliran bawah tanah biasanya menggunakan kerikil kersik, meskipun pada sistem-sistem awal, pasir juga digunakan. Ukuran kerikil kersik bervariasi dari 0.12 inci sampai 1.25 inci (3 sampai 32 mm), dengan ukuran kerikil kersik zona jalan masuk sebesar 2 inci (50 mm). Zona jalan masuk seharusnya memiliki media berdiameter-paling besar untuk memperkecil potensi penyumbatan. Di Sydney, Australia, media di zona jalan masuk sebesar 1.2 inci sampai 1.6 inci (30 sampai 40 mm) diameternya, sementara sisa palung alas memiliki media berukuran 0.2 inci sampai 0.4 inci (5 sampai 10 mm).



### **Ciri-ciri fisik Tanah-basah SF**

Ciri-ciri fisik tanah basah SF yang penting termasuk struktur jalan masuk dan jalan keluar, resirkulasi, serta pelat-pelat pengisi. Untuk memberikan kelonggaran operasional, masing-masing sistem harusnya memiliki multipel sel atau sel yang banyak (minimal 2).

#### **Struktur jalan masuk dan jalan keluar.**

Sistem jalan masuk harus didesain sedemikian rupa sehingga aliran air yang memancar masuk terdistribusi secara seragam lewat panjang zona masuk. Peralatan yang khas untuk distribusi pancaran air masuk adalah pipa yang diberi pintu air, pipa yang dislotkan atau diserut-alur, atau selokan-selokan dengan bendungan-bendungan takikan-V. Zona masuk yang pertama 10 kaki (3 m) biasanya diisi dengan batu besar (2 sampai 4 inci atau 50 sampai 100 mm) untuk memperkecil penyumbatan. Jika operasi gerak anak tangga diinginkan, maka distributor pancaran air masuk yang kedua dapat ditempatkan sejajar dengan distributor zona masuk pada jarak (50 kaki atau 15 m atau lebih) menuruni jalan aliran.

Peralatan jalan masuk seharusnya terdiri dari pipa-pipa yang dilobangi dan terendam air ke bagian dasaran palung alas dengan katup-katup atau pipa-pipa jalan keluar permukaan-yang dapat disesuaikan untuk mengontrol kedalaman air.

#### **Resirkulasi.**

Kemampuan untuk meresirkulasi pancaran air keluar yang dikerjakan untuk memperlebar konsentrasi pancaran air masuk, perbaikan pengerjaan, dan menghindari overloading dapat dibangun dengan sistem SF melalui penggunaan pompa-pompa dan pemasangan pipa-pipa resirkulasi. Jika pancaran air keluar SF harus dipompa ke titik pelepasan/penggunaan-ulang akhirnya, maka pemasangan pompa resirkulasi akan sangat murah sehingga sangat dianjurkan.

### **Pelat-pelat pengisi palung alas.**

Jika tanah dapat menyerap, maka pelat pengisi palung alas biasanya dibutuhkan sehingga bisa mencegah rugi (hilangnya) air memasuki air-tanah. Pelat pengisi bisa terdiri dari pelat-pelat pengisi tanah lempung alami, bentonite, aspal, atau geomembran (selaput-tanah) (Kays, 1986). Pelat pengisi membran plastik 30-mil dengan bagian muka yang lunak khususnya digunakan (Reed et al. 1995).

## **3.5 Jenis-jenis tanaman air**

### **3.5.1 *Typha angustifolia***

Ciri khas tanaman ini adalah munculnya bunga berbentuk silindris mirip cerutu yang bertengger tegak di ujung tangkai tanaman. Sebenarnya bunga tersebut adalah bunga betina yang berwarna coklat tua. Panjangnya 7-20 cm, jika sudah matang tebalnya 2 cm. Bunga jantan terletak tepat di atasnya. Keduanya dipisahkan oleh tangkai sepanjang 1-8 cm. Panjang bunga jantan tersebut tidak berbeda jauh dengan bunga betinanya, tetapi ukurannya lebih kecil dan ramping.

Seperti julukannya, *narrow leaf*, tanaman ini tumbuh merumpun dengan daun sempit, tipis dan tumbuh dalam seludang (daun pelindung). Tinggi daun dan tangkai bunganya hampir sama 0,6-1,5 meter.

Akar *Typha* berupa rimpang yang rebah horizontal dari dasar daun. Di habitat aslinya rimpang bisa mencapai panjang 70 cm dengan diameter 2-4 cm. Biasanya diperbanyak dengan memisahkan rimpang dan rumpunnya.

### **3.5.2 *Cyperus papyrus***

Tangkai *papyrus* berbentuk segitiga, di dalamnya terdapat semacam serbuk yang berwarna putih. Tinggi tangkainya tak tanggung-tanggung bisa menjulang hingga tiga meter bergerombol membentuk rumpun yang indah. Bagian ujung tangkai ditumbuhi daun-daun halus yang bergerombol sepanjang kira-kira 25 cm yang menyebar bak air mancur.

### 3.5.3 *Canna*

Bunga kana (*Familia cannaceae*) atau dulu sering disebut bunga ganyong atau tasbih. Terna ini tergolong tanaman tahunan dengan tinggi sekitar dua meter. Akarnya berimpang seperti umbi yang mengandung pati. Di samping itu, terdapat kandungan lain dalam rimpangnya, yaitu 6 substansi phenol, 2 terpena, dan 4 coumarin. Zat lain yang ada di dalamnya adalah glukosa, lemak, alkaloid, dan getah.

Daunnya hijau lebar dan besar berbentuk menyirip. Warna bunganya cerah berwarna-warni, baik merah, maupun kuning. Bentuk bunganya tersusun dalam rangkaian berbentuk tandan. Bila bunga sudah diserbuki, terbentuklah buah yang berbentuk buah kendaga. Di dalamnya terdapat biji bulat kecil yang banyak.

Tanaman kana bukan tanaman asli Indonesia. Namun bila mengacu pada K. Heyne, yang mungkin sudah menelitinya pada awal-awal abad 20, tanaman yang bunganya berwarna-warni ini tumbuh liar di seluruh Nusantara. K. Heyne yang berhasil mencatat kurang lebih 3500 jenis tanaman yang tumbuh di Indonesia, yang kemudian dibukukan dengan judul "*De Nuttige Planten van Indonesie*", mencoba memberikan gambaran tanaman kana itu.

Menurut K. Heyne, kana yang ditemuinya, seperti kata Rumphius, bernama *Cannacorus*. Berupa terna yang tumbuh setinggi 4-5 kaki (kira-kira 1,20 - 1,50 m). Bunganya berwarna merah, buahnya yang sudah tua akan pecah menjadi tiga bagian. Setiap bagian berisi 3 - 5 biji berbentuk bulat, keras, bagian luar berwarna hitam, sedangkan bagian dalamnya putih.

Berdasarkan penelusuran literatur botanikus dari Rusia, Nikolai Ivanovich Vavilov ketika melakukan eksplorasi ke berbagai negara pada tahun 1923-1933, ditemukan 'tanaman ganyong' (*Canna edulis*) yang tumbuh liar di tanah subur daratan Amerika Selatan, terutama di Peru, Ekuador, dan Bolivia. Berdasarkan temuan ini dipastikan bahwa tanaman kana berasal dari Amerika Selatan juga.

Tanaman kana itu sendiri, sumber lain menyebutkan, ada beberapa jenis (variasi). Nama yang dikenal secara umum adalah tanaman kana biasa (tanaman kana liar atau kana Purba) atau '*Indian Shot*' atau *Canna indica*. Kana ini bunganya kecil-kecil. Warna bunga umumnya merah, merah-kuning, dan kuning cerah. Secara alami kana purba mudah berbuah dan berbiji. Ketinggiannya ada yang 75-180 cm dan ada juga yang 45-80 cm.

Jenis kana yang lain dikenal sebagai tanaman kana hibrida yang berbunga besar tapi berbatang relatif pendek, yaitu ada yang 50-90 cm dan 40-45 cm. Bunga kana ini beraneka warna. Ada yang merah, kuning, merah gelap, kombinasi berbagai warna dan sebagainya. Sayang sekali kana ini konon sulit menghasilkan biji karena terkadang ada yang mandul benang-sarinya. Kalaupun bisa menghasilkan biji, dari biji ini akan melahirkan berbagai kana yang aneka warnanya bisa berbeda dari induknya. Satu jenis lagi adalah tanaman kana liar seperti yang ditemukan botanikus Rusia di atas. Tanaman kana ini dikenal sebagai *Canna coccinea* atau *C. Glauca* atau juga *C. Orientalis*.

### **3.6 Faktor- faktor yang mempengaruhi efisiensi pengolahan air limbah**

Ada 4 faktor yang mempengaruhi efisiensi pengolahan air limbah dalam *constructed wetland* (Wood,1990) :

#### **1. Tanaman**

Tanaman memiliki fungsi sebagai permukaan untuk pertumbuhan bakteri, proses filtrasi bahan-bahan solid, translokasi oksigen ke zona akar dan perbaikan permeabilitas.

Tanaman juga berfungsi meningkatkan porositas dan menstabilkan *hydraulic permeability* dari substrat yang digunakan sebagai media tanam tanaman tersebut, tanaman juga berperan mengatur proses evapotranspirasi pada *wetland* (Wood, 1990).

Tanaman sangat membutuhkan oksigen yang terdifusi untuk mempercepat proses degradasi. Faktor yang mempengaruhi lancarnya sistem difusi oksigen adalah porositas yang tinggi pada media tanam. Proses fotosintesis pada tanaman akan menghasilkan oksigen yang akan digunakan untuk proses degradasi dan respirasi kembali. Proses respirasi yang baik akan mempengaruhi proses metabolisme dalam pertumbuhan tanaman. (Karnaningroem,1998)

Tanaman adalah komponen penting dalam proses *wetlands* yaitu dalam proses transformasi nutrient yang berlangsung secara fisik dan kimiawi dan mendukung proses pengendapan terhadap partikel tersuspensi (Gopal,1999). Selain itu tanaman juga berfungsi sebagai :

- Menjaga kestabilan nilai konduktivitas hidrolis dari substrat
- Meningkatkan aktifitas bakteri di bagian perakaran
- Sumber karbon bagi bakteri

Menurut Brix (1994) ada 3 (tiga) golongan tumbuhan yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah domestik yaitu :

1. *Free Floating Aquatic Plants*

Tanaman yang digunakan adalah Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*), Duckweed (*Lemna minor*), Kayu apu (*Pistia stratiotes*)

2. *Emergent Aquatic Plants*

Tanaman yang digunakan adalah Cattail (*Typha latifolia*), Reed, Bulrush

3. *Submergent Aquatic Plants*

Tanaman yang digunakan adalah Hydrilla, Chana, Elodea

**Tabel 3.4 Beberapa tanaman percobaan untuk membersihkan bahan pencemardari air limbah**

<b>Tanaman yang mencuat diatas permukaan air :</b>	<b>Tanaman yang mengambang dalam air :</b>	<b>Tanaman mengapung di permukaan air :</b>
<i>Scirpus robustus</i>	<i>Potamogeton spp</i>	<i>Lagorosiphon major</i>
<i>Scirpus lacustris</i>	<i>Egeria densa</i>	<i>Salvinia rotundifolia</i>
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Spirodela polyrhiza</i>
<i>Phragmites australis</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Pistia stratiotes</i>
<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	<i>Lemna minor</i>
<i>Typha domingensis</i>	<i>Algae</i>	<i>Eichornia crassipes</i>
<i>Typha latifolia</i>		<i>Wolffia arrhiza</i>
<i>Canna flaccida</i>		<i>Azolla caroliniana</i>
<i>Iris pseudoacorus</i>		<i>Hydrocotyle umbellata</i>
<i>Scirpus validus</i>		<i>Lemna gibba</i>
<i>Scirpus pungens</i>		<i>Ludwigia spp.</i>
<i>Glyceria maxima</i>		
<i>Eleocharis dulcis</i>		
<i>Eleocharis sphacelata</i>		
<i>Typha orientalis</i>		
<i>Colocasia esculenta</i>		
<i>Zantedeschia aethiopica</i>		
<i>Acorus calamus</i>		
<i>Peltandra virginica</i>		
<i>Saggitaria latifolia</i>		
<i>Saururus cernuus</i>		
<i>Andropogon virginianus</i>		
<i>Polygonum spp.</i>		
<i>Oryza sativa (padi)</i>		
<i>Alternanthera spp.</i>		

(Sumber : Khiatudin Maulida, 2003)

**Tabel 3.5 Kemampuan penyerapan tanaman**

<b>Jenis tanaman</b>	<b>Kemampuan penyerapan (kg/hektar/tahun) Nitrogen</b>	<b>Kemampuan penyerapan (kg/hektar/tahun) Fospat</b>
<i>Cyperus papyrus</i>	1100	50
<i>Pharagmites australis</i>	2500	120
<i>Typha latifolia</i>	1000	180
<i>Eichornia crassipes</i>	2400	350
<i>Pistia stratiotes</i>	900	40
<i>Potamogeton pectinatus</i>	500	40
<i>Ceratophyllum demersum</i>	100	10

(Sumber : Khiatudin Maulida, 2003)

## 2. Media

Media memberikan pengaruh pada mikroorganisme, air limbah dan ketersediaan oksigen. Untuk menyediakan media yang memiliki permeabilitas maksimum sebagai tempat pertumbuhan tanaman, maka harus dipilih media yang mempunyai komposisi yang terdiri dari struktur yang stabil.

Media juga berfungsi sebagai tempat melekatnya mikroorganisme yang berperan dalam penguraian bahan organik terlarut dalam air limbah.

## 3. Mikroorganisme

Mikroorganisme, baik yang menempel pada permukaan akar atau yang hidup pada air membentuk mekanisme fisiologi dasar dengan polutan yang dihilangkan dari air limbah. Kondisi aerobik dan anaerobik mempengaruhi jenis mikroorganisme dan mekanisme pengolahan air limbah oleh mikroorganisme.

Berbagai jenis lingkungan ekologi mempengaruhi kemampuan mikroorganisme dalam menurunkan bahan organik dan anorganik (Wood, 1999). Jenis tempat pertumbuhan bakteri terbagi dua, yang pertama melekat pada akar tanaman yang membentuk lapisan biofilm slab sedangkan yang kedua adalah tumbuh pada media yang disebut cilindris.

#### 4. Temperatur

Temperatur yang sesuai dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme.

### 3.7 Menurunkan kadar Fospat

#### 3.7.1 Unsur pokok penurunan dan mekanisme perpindahan

Mekanisme untuk menurunkan fospat merupakan hal yang penting untuk *Sub Surface Wetlands*. Media adalah bagian yang besar dibutuhkan dalam penurunan fospat dengan menggunakan adsorpsi. Seperti *Free Water Surface System*, fospat dapat dikeluarkan selama pada waktu tertentu tiap tahun.

Senyawa fospat yang terkandung dalam air dihilangkan melalaui proses adsorpsi, adsorpsi, kompleksasi dan presipitasi. Proses penghilangan fospat lebih banyak terjadi dalam tanah daripada yang terjadi dalam air. Media yang mengandung tanah liat, aluminium dan kalsium secara signifikan akan mempercepat proses penghilangan fospat. Tanaman juga menyerap sebagian fospat melalui akarnya dan mensintesisnya menjadi jaringan tumbuhan. Ketika tanaman itu mati atau daunnya gugur, sebagian fospat dilepas lagi ke ke tanah melalui proses penguraian.

#### 3.7.2 Proses pelaksanaan

Penurunan fospat dalam *Sub Surface Wetlands* tidak mengalami penurunan yang berarti karena kontak batas antara tempat adsorpsi dan pengaplikasian air limbah.



Tergantung pada *loading rate*, waktu detensi dan karakteristik media. Penurunan mungkin dapat mencapai nilai 10-40%, dan masukan fosfat dapat mencapai nilai 7-10 mg/l. Secara umum hasilnya cepat, kurang lebih 10% (0.5 lb/ac.d)(0.55 kg/ha.d)

### 3.8 Menurunkan kadar Amoniak

#### 3.8.1 Unsur pokok penurunan dan mekanisme perpindahan

Penurunan nitrogen disempurnakan dengan proses nitrifikasi-dentrifikasi. Walaupun *Sub Surface Wetlands* mempunyai kemampuan untuk dapat denitrifikasi nitrat-nitrogen namun ada keterbatasan dalam penurunan nitrogen dengan langkah nitrifikasi.

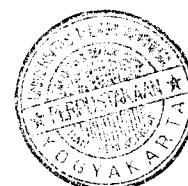
Nitrifikasi memerlukan supply oksigen dari tiap-tiap akar tanaman, permukaan reaerasi, resirkulasi keluaran atau sekumpulan muatan yang menyebabkan aliran oksigen turun kedalam di antara aplikasi media.

Tambahan aeration digunakan oleh pipa di bawah permukaan untuk menyediakan oksigen pada bagian penting pada jalur aliran dimana BOD dapat diturunkan dibawah 30 mg/l sehingga oksigen yang disediakan dapat digunakan untuk nitrifikasi bakteri.

#### 3.8.2 Proses pelaksanaan

Walaupun *Sub Surface system* di Santee mampu menurunkan 86% amoniak di keluaran utama, sedangkan *Sub Surface* lainnya menyatakan dapat menurunkan 20-70% .

Dimana waktu detensi melebihi 6-7 hari, total konsentrasi keluaran nitrogen sebesar 10 mg/l dapat diharapkan, dengan asumsi 20-25 mg/l konsentrasi masukan nitrogen. Jika diaplikasikan air limbah dapat di nitrifikasi menggunakan extended aeration, overland flow atau resirkulasi sand filter, penurunan amoniak dilanjutkan dengan denitrifikasi dan dapat disempurnakan dengan waktu deteksi 2-4 hari.



### 3.9 Pembersihan limbah secara efektif

Agar pembersihan air limbah efektif, membutuhkan lima komponen (Hammer, 1989) yakni :

1. Media (tanah, pasir, kerikil, dll) dengan berbagai tingkat konduktivitas hidrolis
2. Tumbuhan yang dapat hidup dalam kondisi anaerob di media yang jenuh dengan air atau tergenang air
3. Genangan air (baik yang mengalir di atas atau di bawah permukaan tanah)
4. Hewan yang bertulang belakang dan tidak bertulang belakang
5. Populasi organisme mikro aerob dan anaerob

#### 3.9.1. Media

Media yang umum digunakan adalah kerikil bersih dengan ukuran tertentu. Batuan sungai berbentuk bulat lebih disukai karena menghindari substrat mengeras. Pasir atau campuran kerikil/pasir merupakan alternatif yang baik. Batuan kapur tidak direkomendasikan karena mudah mengeras. Diameter kerikil yang digunakan berkisar antara 0,5-1,3 cm, bahkan ada yang menggunakan ukuran 5,0 cm, tetapi ukuran kerikil yang kecil diyakini lebih mendukung pertumbuhan tanaman. Sel terakhir dari sistem pengolahan limbah lahan basah buatan biasanya berisi filter pasir.

Selain kerikil dan pasir, bisa juga digunakan media yang mengandung tanah lempung dan lumpur (Martin et al., 1993). Hasil penelitian Surface et al., (1993) menunjukkan bahwa sel yang berisi media campuran pasir dan kerikil (diameter pasir 0,05 cm dan diameter kerikil 0,5-1 cm) paling efektif menurunkan BOD dan  $\text{NH}_4^+$  hingga 70%.

Media yang digunakan sebaiknya dicuci lebih dahulu untuk menghindari partikel halus yang dapat menyumbat ruang pori media sehingga terjadi aliran permukaan. Media dibuat sejajar dengan permukaan air untuk mengontrol ketinggian air, memudahkan penanaman, dan menghindari air diam. Ukuran pori diantara media hendaknya cukup besar untuk dilewati aliran air secara fisik.

Muatan bahan organik secara berlebihan dapat menyebabkan penyumbatan substrat, karena terbentuk lapisan lendir anaerobik. Steiner et al. (1993) menyarankan agar menggunakan loading organik sebesar 4 m<sup>2</sup>/kg/hari. Pada sistem lahan basah yang tidak menginginkan perkolasi air, permukaan dasar sistem bisa terdiri dari tanah lempung padat (compacted clay). Sistem ini menjaga agar ketinggian permukaan air tetap pada level yang diinginkan (Martin et al., 1993).

Disain sistem lahan basah buatan umumnya terdiri dari satu atau beberapa unit yang disebut dengan sel. Ukuran masing-masing sel dalam satu sistem adalah seragam, namun bervariasi antar satu sistem dengan sistem yang lain. Jumlah sel dalam satu unit pengolah limbah bervariasi, tergantung dari jenis atau asal limbah.

### **3.9.2 Tanaman**

#### **3.9.2.1 Pemilihan jenis tanaman**

Banyak desain awal pengolah limbah menggunakan tumbuhan timbul untuk mengolah limbah. Hasil analisis sistem pengolah limbah tersebut menunjukkan bahwa tumbuhan berperan sebagai tempat penyimpanan sementara, melalui proses transformasi dan pemisahan polutan yang terjadi dalam substrat (Nichols, 1983). Tumbuhan timbul sering ditanam pada media kerikil untuk merangsang serapan hara dan menciptakan kondisi yang cocok untuk oksidasi substrat, sehingga kemampuan sistem untuk mengolah limbah menjadi meningkat.

Kriteria umum untuk menentukan spesies tumbuhan lahan basah yang cocok untuk pengolah limbah belum ada, karena sistem yang berbeda memiliki tujuan dan standar yang berbeda. Hal yang patut dipertimbangkan dalam pemilihan tanaman adalah toleran terhadap limbah, mampu mengolah limbah, dan pengaruhnya terhadap lingkungan. Untuk mengetahui tingkat toleransi tanaman terhadap limbah maka perlu diketahui konsentrasi nutrisi dalam limbah. Kemampuan dalam mengolah limbah meliputi kapasitas filtrasi dan efisiensi serapan nutrisi (Shutes et al., 1993).

Tumbuhan timbul dan tumbuhan mengapung lebih banyak dipilih untuk digunakan dalam studi lahan basah buatan skala pilot. Jenis tumbuhan timbul *Scirpus californicus*, *Zizaniopsis miliaceae*, *Panicum helitomom*, *Pontederia cordata*, *Sagittaria lancifolia*, dan *Typha latifolia* adalah yang terbaik digunakan pada sistem lahan basah buatan untuk mengolah limbah peternakan (Surrency, 1993). *Phalaris*, *Spartina*, *Carex* dan *Juncus* memiliki potensi produksi dan daya serap hara yang tinggi, penyebarannya luas, dan toleran terhadap berbagai macam kondisi lingkungan.

Spesies tumbuhan mengapung digunakan karena tingkat pertumbuhannya yang tinggi, dan kemampuannya untuk langsung menyerap hara langsung dari kolom air (Reddy dan de Busk, 1985). Akarnya menjadi tempat filtrasi dan adsorpsi padatan tersuspensi dan pertumbuhan mikroba yang menghilangkan unsur-unsur hara dari kolom air.

Tanaman tenggelam tidak direkomendasikan pada pengolah limbah, karena produksinya rendah, banyak spesies yang tidak tahan terhadap kondisi eutrofik dan memiliki efek yang merugikan bagi alga dalam kolom air (Hammer dan Bastian, 1989). Namun tumbuhan tenggelam mungkin memiliki peran yang penting bila dikombinasikan dengan jenis tanaman lain dalam sistem pengolah limbah.

### 3.9.2.2 Ketinggian tanaman yang digunakan

Densitas tanaman dalam keadaan biasa menggunakan jenis tanaman dengan tinggi 3 ft (1m) untuk tanaman cattail di tengah 1,5 (0,5m) untuk tanaman jenis bulrush di tengah (Reed et al,1995).

Di dalam banyak kasus, tanaman diperbolehkan tumbuh dengan waktu 3-6 bulan untuk pertumbuhan sebelum aplikasi air limbah mulai lagi.

### 3.9.2.3 Tanaman lahan basah

Menurut Hammer dan Bastian (1989), lahan basah adalah habitat peralihan antara lahan darat dan air, jadi bukan merupakan habitat darat ataupun habitat air. Ekosistem lahan basah memiliki kemampuan alamiah untuk menghilangkan berbagai jenis limbah pada beberapa tingkat efisiensi (Nichols, 1983). Kemampuan ini terutama disebabkan karena adanya vegetasi yang berperan sebagai pengolah limbah. Karena sistem ini belum tentu dapat mengolah seluruh jenis kontaminan, maka perlu dirancang sistem lahan basah buatan untuk mengolah limbah tertentu. Jika sistem ini dapat dibuat sedemikian rupa sebagai pengolah limbah sekunder atau pengolah akhir, maka dengan menggunakan biaya konstruksi, operasi dan pemeliharaan yang lebih rendah kualitas air dapat ditingkatkan.

Berbagai jenis tumbuhan lahan basah alami telah beradaptasi dan tumbuh baik di dalam air atau tanah yang jenuh air. Hingga kini, data mengenai tanaman apa saja yang dapat digunakan, sifat tanaman lahan basah, adaptasinya pada lingkungan dan efeknya pada lingkungan terutama untuk peningkatan kualitas air masih sedikit. Dari 1000 spesies tumbuhan air yang berhasil didata (Sculthorpe, 1969), hanya sedikit jenis tumbuhan lahan basah yang digunakan dalam studi pengolah limbah

Tumbuhan lahan basah telah berevolusi agar hidup di lingkungan yang didominasi oleh air melalui adaptasi struktur dan fisiologinya, yaitu dengan membentuk jaringan lakuna atau aerenkhima di dalam akar dan batangnya untuk pertukaran gas oksigen dari bagian batang ke akar. Perubahan lain terlihat pada tumbuhan mengapung, yaitu dengan membentuk daun yang bulat penuh untuk menjaga agar tidak sobek, tekstur seperti kulit yang kuat, dan permukaan atas yang hidrofobik untuk menjaga agar tidak basah. Tidak seperti pada tanaman darat pada umumnya, stomata tumbuhan mengapung ditemukan di bagian sisi sebelah atas daun (Guntenspergen et al., 1989).

#### **3.9.2.4 Fisiologi tanaman lahan basah**

Unsur hara diserap oleh tumbuhan air melalui beberapa cara, antara lain melalui akar rambut atau daun yang termodifikasi (pada *Salvinia* dan *Lemna*) langsung dari kolom air atau dengan akar yang menancap pada sedimen.

Produktivitas tumbuhan lahan basah bergantung pada ketersediaan sumber daya, cekaman lingkungan dan adaptasinya terhadap lingkungan. Urutan produktivitas dari yang tertinggi adalah sebagai berikut: tanaman timbul > tanaman mengapung > tanaman dalam air.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi spesies dan pertumbuhan tumbuhan di lahan basah antara lain:

1. Kedalaman air yang berkorelasi dengan pasokan oksigen dan cahaya (Guntenspergen et al., 1989).
2. Laju aliran air mempengaruhi ketersediaan oksigen dan hara. Laju aliran air yang meningkat juga berpengaruh terhadap penurunan efek toksik dari senyawa-senyawa dalam substrat (Sparling, 1966).

3. Untuk tanaman tenggelam, sedimen tersuspensi mempengaruhi kuantitas dan kualitas dari komposisi substrat dan cahaya.
4. Komposisi substrat berpengaruh terhadap kedalaman perakaran; tanah dengan kadar organik tinggi bisa menyebabkan kondisi anaerobik dan menyebabkan logam (seperti besi dan mangan) berubah menjadi senyawa terlarut yang toksik (Haslam, 1978).
5. Suhu air dan udara mempengaruhi reaksi biokimia dan dapat menghambat pertumbuhan tanaman bila batas toleransi suhu terlampaui (Barko et al., 1982).

Ekosistem lahan basah memiliki kemampuan alamiah untuk menghilangkan pencemar organik. Kemampuan ini terutama disebabkan karena adanya tumbuhan lahan basah yang berperan sebagai pengolah limbah hingga memenuhi kriteria baku mutu limbah. Pengetahuan tentang pengaruh lingkungan terhadap tumbuhan lahan basah merupakan kunci untuk menentukan jenis vegetasi yang cocok dipakai pada sistem pengolah limbah.

Tumbuhan timbul dipakai untuk pengolah limbah karena tumbuhan tersebut mengasimilasi senyawa organik dan anorganik dari limbah. Tumbuhan dengan tingkat pertumbuhan yang tinggi dan tajuk yang besar dapat menyimpan bermacam hara mineral. Pada media kerikil, pertumbuhan tanaman timbul dapat menurunkan konsentrasi hara mineral (Laksham, 1979; Finlayson dan Chick, 1983; Bowmer, 1987). Rizoma dan akar *Phragmites australis* *Scirpus* spp. berfungsi sebagai filtrasi dan pengendap senyawa hidrokarbon dan logam berat beracun. Tingkat konsentrasi logam berat dalam jaringan tanaman-tanaman tersebut adalah sebagai berikut: akar > rizoma > daun (Shutes et al., 1993). Tumbuhan mengapung seperti eceng gondok juga dapat menghilangkan hara dan logam berat dalam jumlah yang cukup signifikan (Reddy dan DeBusk, 1985).

Pada tumbuhan timbul, oksigen yang ditransportasikan ke jaringan di bawah tanah dapat keluar dari akar dan mengoksidasi substrate di sekelilingnya. Oksidasi substrat tersebut mendukung populasi mikroba aerobik dalam rizosfir (Gersberg et al., 1986). Mikroba-mikroba itu memodifikasi hara, ion logam (misalnya besi dan mangan dioksidasi dan diimmobilisasi) dan senyawa organik. Metabolisme mikroba secara aerobik juga mendetoksifikasi senyawa-senyawa yang beracun bagi tanaman.

### **3.9.3 Air**

#### **3.9.3.1 Tipe aliran air**

Sistem lahan basah bisa menggunakan aliran air dalam (submerged flow) ataupun aliran air permukaan (surface flow). Sistem aliran air dalam biasanya mengandung substrat berpori, karena sistem ini didisain dan dioperasikan untuk menghindari air diam (standing water). Shutes et al. (1993) menganjurkan agar efluen di alirkan ke sistem secara aliran air dalam agar terjadi kontak yang maksimal antara limbah dengan substrat dan akar/rizoma tanaman, sehingga didapat hasil pengolahan limbah yang maksimal.

#### **3.9.3.2 Ketinggian air**

Steiner et al. (1993) merekomendasikan ketinggian air sekitar 30 cm. Sel yang dangkal dipercaya memiliki aerasi limbah yang lebih baik daripada sel yang dalam. Selain itu, akar akan lebih banyak berada di bagian atas substrat dimana oksigen tersedia lebih banyak. Pengontrolan ketinggian air juga diperlukan untuk menumbuhkan tanaman dan menghindari air diam

### **3.9.4 Organisme pada pengolahan limbah**

Organisme-organisme yang berperan penting pada pengolahan limbah diantaranya adalah sebagai berikut :



a. Bakteri

Ketika bahan pencemar memasuki wetlands, bakteri yang ingin memperoleh energi akan menguraikan bahan pencemar yang kompleks seperti senyawa organik untuk menjadi unsur hara yang lebih sederhana dan dapat diserap oleh tumbuhan.

Bakteri aerob menguraikan bahan organik dengan menggunakan oksigen dan menghasilkan air, karbondioksida dan energi. Sementara bakteri anaerob menggunakan ion nitrat dan sulfat untuk menguraikan bahan organik dan hasil yang diperoleh adalah karbondioksida, energi, gas nitrogen bagi bakteri yang menggunakan ion nitrat, atau gas asam sulfida bagi bakteri yang menggunakan sulfat.

Sementara itu juga terdapat bakteri fakultatif yang dapat mencernakan bahan organik baik dalam keadaan adanya oksigen atau tidak. Bakteri fakultatif ini bersama dengan bakteri anaerob menguraikan bahan organik menjadi gas metana, karbondioksida dan energi.

b. Jamur

Makhluk hidup ini memiliki kemampuan menguraikan bahan organik sisa-sisa makhluk hidup dengan cara menggunakan enzim untuk menjadi senyawa yang lebih sederhana sebagai unsur hara bagi tanaman. Bersama-sama dengan bakteri, jamur merupakan organisme yang berperan mengembalikan bahan yang terbentuk dari sintesa oleh tumbuhan dan hewan tingkat tinggi, untuk kembali menjadi senyawa yang sederhana.

Dalam lingkungan air, jamur hifomisetes mampu menguraikan sisa-sisa tumbuhan yang mengandung lignin untuk menjadi serpihan kecil yang memudahkan organisme makro untuk mengkonsumsinya (Dobson dan Frid, 1998).

c. Hewan bersel tunggal

Organisme bersel tunggal juga turut berperan untuk membersihkan air. Hewan-hewan bersel tunggal ini merupakan mata rantai mikro yang penting dalam pemindahan biomassa yang dihasilkan bakteri ke konsumen berikutnya, pada saat organisme ini dikonsumsi lagi oleh hewan-hewan kecil bersel banyak.

d. Hewan bersel jamak

Organisme yang terdiri dari invertebrata vertebrata ini banyak sekali jenisnya di dalam wetlands baik herbivora maupun karnivora. Jaringan-jaring makanan yang terbentuk sangat kompleks baik yang berada dalam air maupun di atas permukaan air.

Masing-masing organisme punya kedudukan khusus dalam jaringan-jaring makanan untuk menjaga kelancaran perpindahan biomassa ke luar dari ekosistem wetlands.

### 3.9.5 Populasi organisme

Lingkungan abiotik dan biotik tersebut saling berinteraksi sehingga membentuk keseimbangan jaringan-jaring makanan dan perpindahan energi. Ketika air limbah masuk ke dalam sistem tersebut, bahan pencemar yang terkandung di dalamnya akan menjadi salah satu bahan baku dalam mata rantai makanan, sehingga bahan yang semula adalah bahan pencemar lingkungan berubah menjadi unsur hara bagi produsen primer atau menjadi senyawa netral yang tidak berbahaya setelah mengalami transformasi di dalam rawa. Biomassa yang dihasilkan produsen primer dengan energi matahari di transfer ke konsumen primer, sekunder, dst., sehingga sebagian unsur hara yang terlarut di dalam air limbah keluar dari air melalui perpindahan massa dan energi dari produsen ke konsumen.

### 3.10 HIPOTESIS

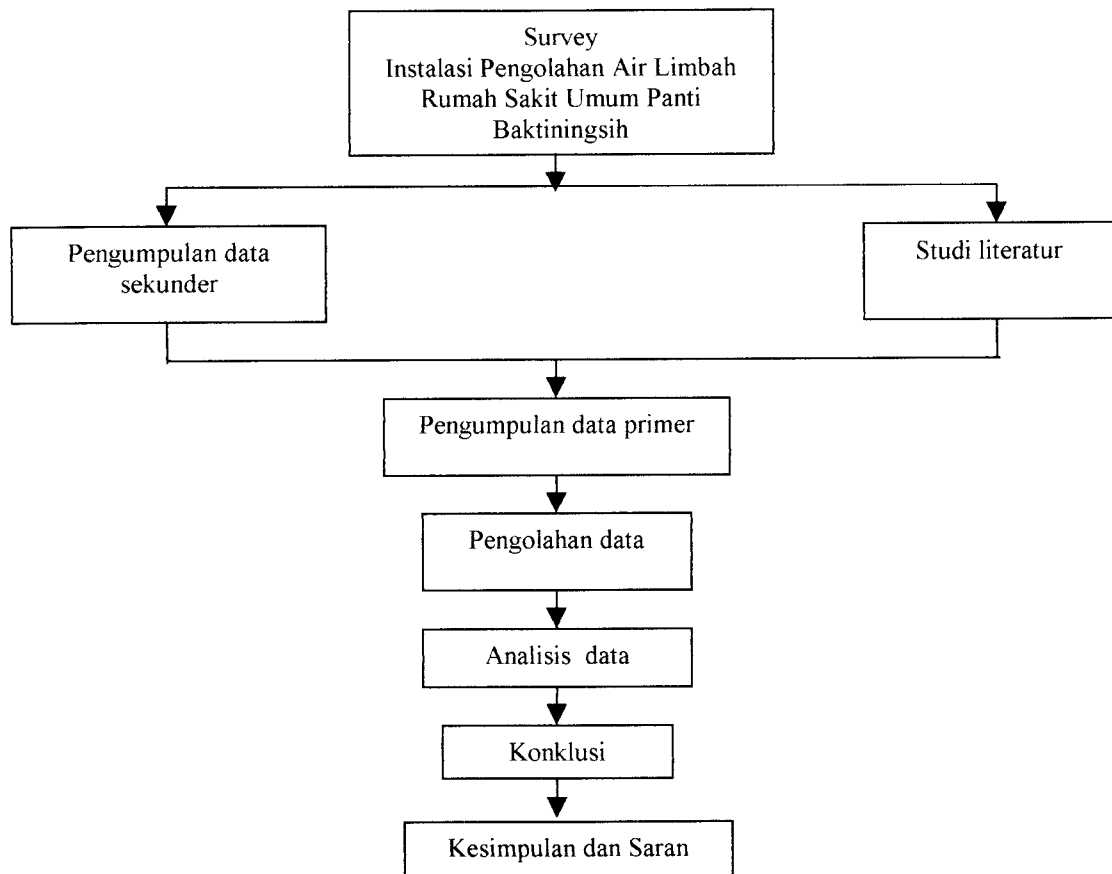
1. *Horizontal Gravel Filter* efektif menurunkan Amoniak sebesar 20-70 % dan fospat sebesar 10-40 % limbah Rumah Sakit Panti Baktiningsih
2. Tingginya busa pada pengolahan limbah di Rumah Sakit Panti Baktiningsih diakibatkan dari pemakaian bahan detergen yang mengandung fospat.
3. Waktu detensi dan karakteristik media berpengaruh terhadap penurunan nilai kandungan Amoniak dan fospat.

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Instalasi Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Panti Baktiningsih, pada inlet dan outlet Horizontal Gravel Filter (*HGF*).

### 4.2 Kerangka penelitian



Gambar 4.1 Kerangka penelitian

### 4.3 Tahap penelitian

1. Survey Instalasi Pengolahan Air Limbah
  - Melihat pengolahan limbah cair yang terdapat di Rumah Sakit Umum Panti Baktiningsih sebagai gambaran langkah pertama.
  - Mengetahui permasalahan yang ada untuk di evaluasi.
2. Studi literatur
  - Membaca sumber pustaka yang berasal dari buku maupun laporan-laporan terdahulu.
3. Pengumpulan data sekunder
  - Diagram alir pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Umum Panti Baktiningsih
  - Fungsi unit pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Umum Panti Baktiningsih
  - Karakteristik dan komposisi limbah cair di Rumah Sakit Panti Baktiningsih
  - Menghitung porositas
4. Pengumpulan data primer
  - Mengukur kadar fosfat dengan menggunakan metode Stano Klorida selama 2 minggu pada jam 08.00 di inlet, dimana pada hari ke 2, 7 dan ke 12 melakukan pengukuran mulai jam 07.00 sampai jam 14.00 di inlet *Horizontal Gravel Filter*. Sedangkan pengukuran kadar fosfat di outlet berdasarkan perhitungan waktu detensi (td).
  - Mengukur kadar amoniak dengan menggunakan metode Nesser selama 2 minggu pada jam 08.00, dimana pada hari ke 2, 7 dan ke 12 melakukan pengukuran mulai jam 07.00 sampai jam 14.00 di inlet *Horizontal Gravel Filter*. Sedangkan pengukuran kadar amoniak di outlet berdasarkan perhitungan waktu detensi (td).
  - Mencatat debit harian selama 2 minggu.

- Mencatat pH harian selama 2 minggu
  - Mencatat suhu selama 2 minggu
5. Pengolahan data
    - Data didapat dari hasil pemeriksaan air limbah di Rumah Sakit Panti Baktiningsih pada inlet dan outlet *Horizontal Gravel Filter*, dimana data tersebut diperiksa di BTKL. Setelah data didapat, maka data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sehingga dapat dipahami.
  6. Analisa data
    - Membahas data yang telah disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk dijadikan sebagai dasar acuan dalam menentukan rekomendasi yang akan diberikan.
  7. Konklusi
    - Faktor-faktor yang mengandung hambatan, gangguan dan peluang perbaikan sistem
  8. Kesimpulan dan saran

#### 4.4 Pengukuran porositas

Pengukuran porositas ini dilakukan di laboratoriu Sipil Universitas Islam Indonesia, dimana untuk menentukan diameter gravel. Diameter diukur dengan menggunakan ayakan. Setelah diameter didapat dikalikan dengan karakteristik tipe medium untuk *Sub Surface Wetlants* sehingga di dapat nilai porositas. Adapun langkah-langkah dalam menghitung nilai porositas adalah sebagai berikut :

1. Mengambil batu pada media dengan 7 titik sampel.
2. Mengayak batu, dimaksudkan untuk menggolongkan batu sesuai dengan diameter. Diameter ini diayak dengan menggunakan ayakan.
3. Menimbang batu
4. Menghitung persentase dari berat batu
5. Mengkalikan dengan karakteristik tipe medium untuk *Sub Surface Wetlants*.

#### 4.5 Metode Penelitian

Penelitian sampel limbah cair dilakukan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL), dimana parameter yang diperiksa adalah sebagai berikut beserta metode yang digunakan :

1. Suhu : SNI 06-2413-1991
2. pH : SNI 06-2413-1991
3. Amonia (NH<sub>3</sub>) : SNI 06-2479-1991
4. Fospat : APHA 1998, Section 4500-PD

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam Bab V ini membahas tentang perhitungan waktu detensi (td), hasil uji di laboratorium yang meliputi kandungan amoniak, fospat, suhu dan pH, faktor penyebab dan rekomendasi untuk perbaikan sistem di IPAL Rumah Sakit Panti Baktiningsih.

Pada hasil pengamatan di IPAL terdahulu menyatakan kandungan untuk amoniak dan fospat sangat tinggi sehingga tidak layak untuk dibuang ke sungai karena di indikasi dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah. Untuk itu setelah menelaah permasalahan yang ada di harapkan dapat memberikan saran perbaikan di IPAL Rumah Sakit Panti Baktiningsih.

Langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum pengambilan sampel di input dan output pada *Horizontal Gravel Filter* adalah menentukan nilai td. Nilai td ini sangat penting berhubungan dengan selisih waktu pengambilan sampel di input dan output.

#### 5.1 Perhitungan volume kosong

Volume kosong adalah hasil kali dari panjang, lebar dan tinggi dari media *Sub Surface Wetlants*.

Menghitung Volume :

Diketahui :

$$\text{Luasan media} = 74,556 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi media} = 0,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Luas} * \text{Tinggi} \\ &= 74,556 \text{ m}^2 * 0,4\text{m} \\ &= 29,822 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Debit rata-rata yang masuk pada IPAL Rumah Sakit Panti Baktiningsih adalah  $0,357 \text{ m}^3/\text{jam}$ , sehingga nilai *Empty Bed Detention Time* (EBDT) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{EBDT} &= \frac{\text{Volume}(\text{m}^3)}{\text{Debit}(\text{m}^3/\text{jam})} \\ &= \frac{29,822\text{m}^3}{0,357\text{m}^3/\text{jam}} \\ &= 83, 535 \text{ jam} = 3 \text{ hari lebih } 11 \text{ jam} \end{aligned}$$

## 5.2 Perhitungan porositas

Perhitungan porositas digunakan untuk menentukan kemampuan media dalam menyerap air limbah yang masuk ke dalam *Horizontal Gravel Filter*. Berikut ini adalah hasil perhitungan porositas pada 7 titik sampel media pada *Horizontal Gravel Filter*.

**Tabel 5.1 Perhitungan porositas pada titik sampel 1**

Diameter	Berat	Persentase	Porositas	Jumlah
25,4	452	22.85%	0.385	8.80%
19.1	534	27.00%	0.373	10.07%
12,7	600	30.33%	0.359	10.89%
9,52	162	8.19%	0.353	2.89%
4,76	215	10.87%	0.323	3.51%
2,38	15	0.76%	0.303	0.23%
Total	1978			0.364

**Tabel 5.2 Perhitungan porositas pada titik sampel 2**

Diameter	Berat	Persentase	Porositas	Jumlah
25,4	511	25.89%	0.385	9.97%
19.1	325	16.46%	0.373	6.14%
12,7	581	29.43%	0.359	10.57%
9,52	282	14.29%	0.353	5.04%
4,76	260	13.17%	0.323	4.25%
2,38	15	0.76%	0.303	0.23%
Total	1974			0.362

**Tabel 5.3 Perhitungan porositas pada titik sampel 3**

Diameter	Berat	Persentase	Porositas	Jumlah
25,4	735	36.93%	0.385	14.22%
19.1	342	17.19%	0.373	6.41%
12,7	577	28.99%	0.359	10.41%
9,52	245	12.31%	0.353	4.35%
4,76	90	4.52%	0.323	1.46%
2,38	1	0.05%	0.303	0.02%
Total	1990			0.369

**Tabel 5.4 Perhitungan porositas pada titik sampel 4**

Diameter	Berat	Persentase	Porositas	Jumlah
25,4	410	20.81%	0.385	8.01%
19.1	283	14.37%	0.373	5.36%
12,7	760	38.58%	0.359	13.85%
9,52	337	17.11%	0.353	6.04%
4,76	178	9.04%	0.323	2.92%
2,38	2	0.10%	0.303	0.03%
Total	1970			0.362

**Tabel 5.5 Perhitungan porositas pada titik sampel 5**

Diameter	Berat	Persentase	Porositas	Jumlah
25,4	1090	55.39%	0.385	21.32%
19.1	496	25.20%	0.373	9.40%
12,7	341	17.33%	0.359	6.22%
9,52	35	1.78%	0.353	0.63%
4,76	5	0.25%	0.323	0.08%
2,38	1	0.05%	0.303	0.02%
Total	1968			0.377

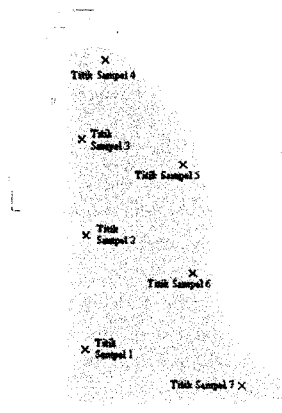
**Tabel 5.6 Perhitungan porositas pada titik sampel 6**

Diameter	Berat	Persentase	Porositas	Jumlah
25,4	870	43.81%	0.385	16.87%
19.1	640	32.23%	0.373	12.02%
12,7	378	19.03%	0.359	6.83%
9,52	87	4.38%	0.353	1.55%
4,76	10	0.50%	0.323	0.16%
2,38	1	0.05%	0.303	0.02%
Total	1986			0.374

**Tabel 5.7 Perhitungan porositas pada titik sampel 7**

Diameter	Berat	Persentase	Porositas	Jumlah
25,4	728	36.55%	0.385	14.07%
19.1	360	18.07%	0.373	6.74%
12,7	572	28.71%	0.359	10.31%
9,52	172	8.63%	0.353	3.05%
4,76	155	7.78%	0.323	2.51%
2,38	5	0.25%	0.303	0.08%
Total	1992			0.368

Berikut ini adalah lokasi ke 7 titik sampel pada *Horizontal Gravel Filter* yang digunakan untuk menentukan porositas

**Gambar 5.1 Lokasi titik sampel**

Setelah di dapat nilai porositas sampel 1 sampai sampel 7 maka menghitung rata-rata nilai porositas.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata porositas} &= \frac{\text{porositassampel1s} / \text{dporositassampel7}}{7} \\
 &= \frac{0,364+0.362+0,369+0,362+0,377+0,374+0,368}{7} \\
 &= 0,368
 \end{aligned}$$

Nilai porositas 0,368 termasuk pada jenis *Gravelly sand* diameter 8 mm dan *Medium gravel* diameter 32 mm. Sebenarnya dalam pengolahan limbah diameter gravel yang digunakan adalah 5-130 mm yakni pada nilai porositas sebesar 0,335 sampai 0,45. Tetapi gravel ukuran kecil lebih diyakini untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme. Maka diameter gravel ukuran 3-32 mm yakni pada nilai porositas sebesar 0,325 sampai 0,40 lebih disarankan digunakan dalam pengolahan limbah karena dapat memperkecil penyumbatan. Sehingga nilai porositas 0,368 sudah dikatakan baik untuk digunakan pada *Horizontal Gravel Filter* karena dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme juga dapat memperkecil penyumbatan.

### 5.3 Pengukuran Volume reaktor terisi medium

Perhitungan volume reaktor terisi medium dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Volume reaktor} = \text{Volume kosong} * \text{porositas}$$

Diketahui :

$$\text{Volume} = 29,82232 \text{ m}^3$$

$$\text{Rata- rata porositas} = 0,368$$

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= \text{Volume} * \text{Rata- rata porositas} \\ &= 29,82232 \text{ m}^3 * 0,368 \\ &= 10,975 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 5.4 Pengukuran debit

Alat pengukur debit model V-Thomson digunakan untuk mengukur debit di Rumah Sakit Panti Baktiningsih Klepu. Alat pengukur debit ini bekerja secara manual yang dapat digunakan untuk mengukur laju aliran air. Penggunaan alat ini akan lebih bila sebagai pelengkap dalam instalasi pengolahan limbah cair. Kemampuan pengukuran laju aliran air maksimum sebesar 15,123 l/dt.

Akurasi alat pengukur debit model V-Thomson lebih mengandalkan kemampuan dari kejelian manusia. Perawatan dalam saluran akan membantu akurasi alat serta kekuatan dari adanya gesekan aliran air.

Tabel berikut ini digunakan untuk melihat besarnya debit berdasarkan air yang mengalir melalui alat pengukur V-Thomson.

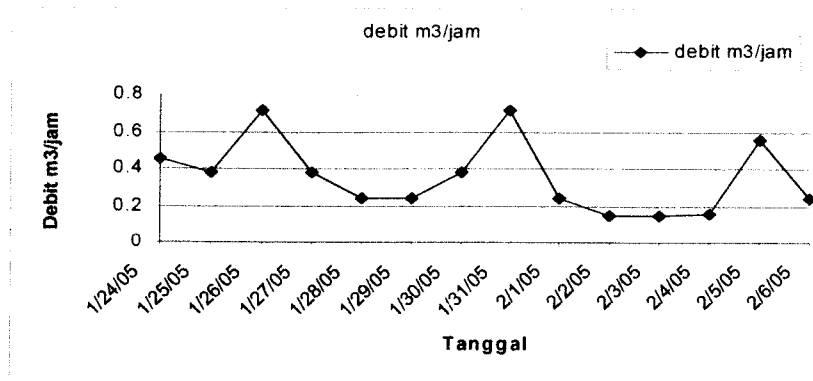
**Tabel 5.8 Tabel debit model V-thomson**

Nomor	Satuan Debit			Nomor	Satuan Debit		
	inchi	l/det	m <sup>3</sup> /jam		inchi	l/det	m <sup>3</sup> /jam
1	1/16	0.0003	0.0011	17	1 1/16	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	1.6092
14	14/16	0.0670	0.2412	30	1 14/16	0.4620	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)

Berikut ini adalah hasil pengukuran debit yang dilakukan pada tanggal 24 Januari 2005 sampai dengan 6 Februari 2005. Untuk tabel pengukuran debit ini dapat dilihat pada lampiran.

**Grafik 5.1 Pengukuran debit tanggal 24/1/2005 s/d 6/2/2005**



### 5.5 Pengukuran Td

Setelah Volume total didapat, maka dapat mencari nilai td. Dimana rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$T_d = \frac{\text{volumetotal}(m^3)}{Q(m^3 / \text{jam})}$$

Contoh perhitungan td

Misal :

Volume reaktor = 10,975 m<sup>3</sup>

Debit = 0,1001 m<sup>3</sup>/jam

Nilai Q didapat dari air yang mengalir melalui V-thomson, nilai debit dapat dilihat pada alat pengukur model V-Thomson.

$$T_d = \frac{10.975}{0,1001}$$

$$= 109,662 \text{ jam}$$

Misal :

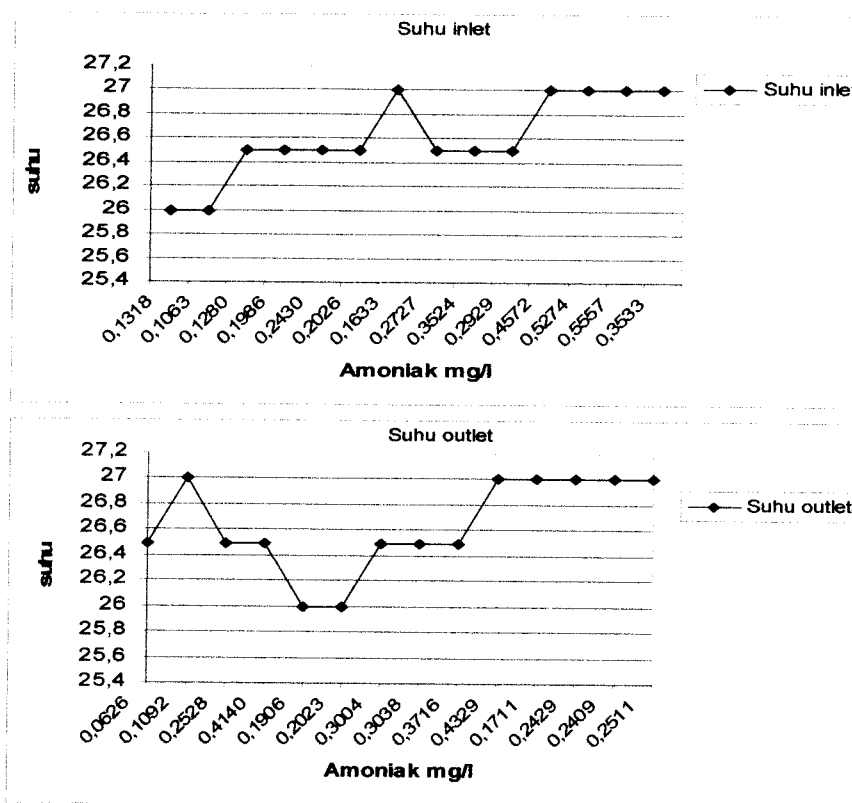
Waktu pengambilan sampel di input jam 9 maka waktu pengambilan waktu di output adalah 4 hari jam 23.06

Untuk selanjutnya, tabel perhitungan Td dapat dilihat pada lampiran.

## 5.6 Pengukuran suhu dan Amoniak

Pengukuran suhu yang bervariasi dari musim hujan ke musim kemarau mempengaruhi naik turunnya suhu pada inlet dan outlet, Suhu mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme dapat hidup pada suhu optimum 25°C-40°C.

**Grafik 5.2 pengukuran suhu dan amoniak tanggal 24/1/2005 s/d 6/2/2005**

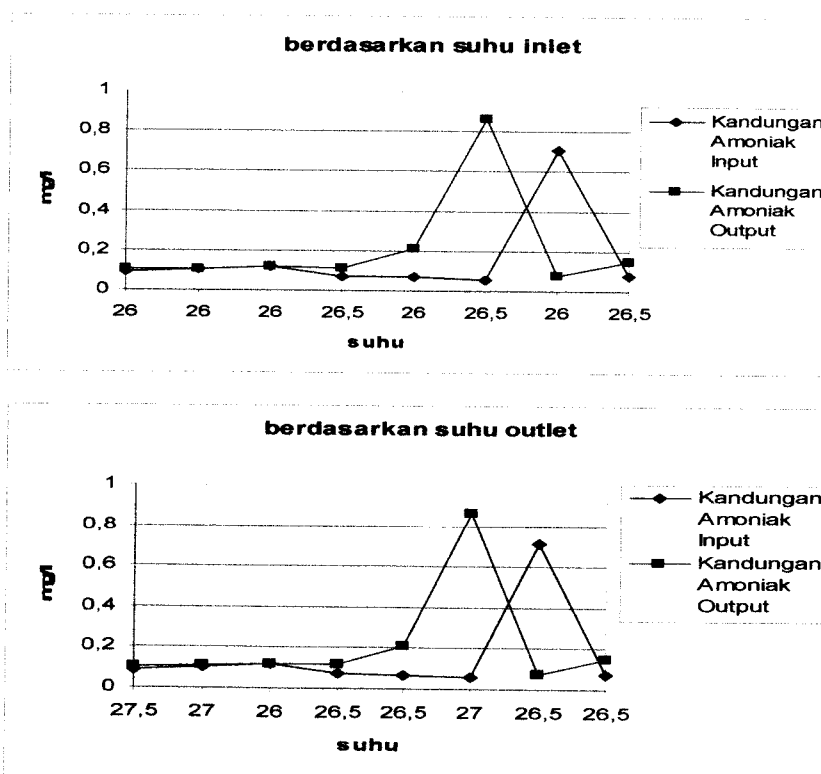


Pada grafik 5.2, suhu pada inlet dan outlet berada pada 26°C-27°C. Berdasarkan perhitungan nilai  $t_d$ , Pengambilan sampel di inlet pada tanggal 25/01/05 dan 26/01/05, maka untuk pengambilan di outlet pada tanggal 26/01/05. Demikian pula pada inlet tanggal 29/01/05 s/d 31/01/05 pengambilan outlet pada satu waktu, yakni pada tanggal 31/01/05. Naik turunnya suhu dipengaruhi oleh

waktu pengambilan pada inlet dan outlet. Pada waktu pengukuran suhu terjadi variasi musim. Pada pagi hari terjadi hujan namun pada siang hari panas dan pada malam hari hujan lagi., pengambilan pada waktu pagi, siang dan malam juga mempengaruhi nilai suhu. Variasi musim berpengaruh pada nilai suhu di inlet dan outlet. Selain hal tersebut, pemakaian air panas pada proses pencucian berpengaruh pada suhu tinggi.

Pada suhu tanggal 03/02/05, 04/02/05, 05/02/05, 06/02/05 dimana nilai suhu di inlet dan di outlet sama yakni pada suhu 27°C nilai amoniak pada inlet sangat tinggi namun terjadi penurunan di outlet. Dan pada tanggal 28/01/2005 dan 29/01/2005 dimana suhu di outlet lebih kecil daripada suhu di inlet amoniak mengalami penurunan. Penurunan suhu dari 26,5°C menjadi 26°C disebabkan pengambilan outlet pada pagi hari jam 5.50, suhu pada pagi hari lebih rendah.

**Grafik 5.3 pengukuran suhu dan amoniak tanggal 25/1/2005**

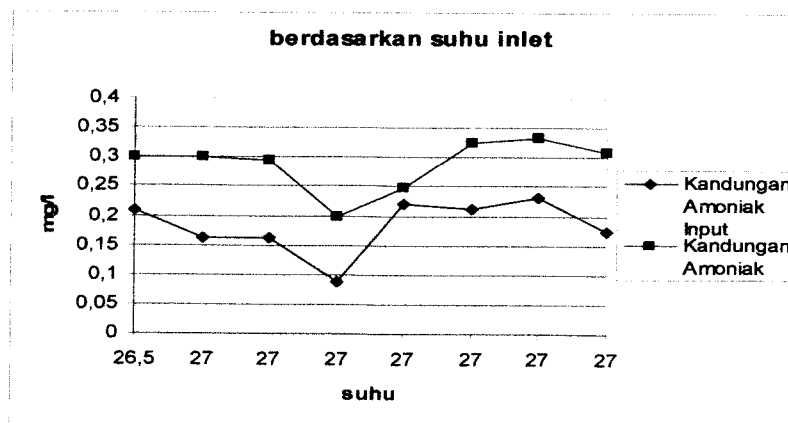


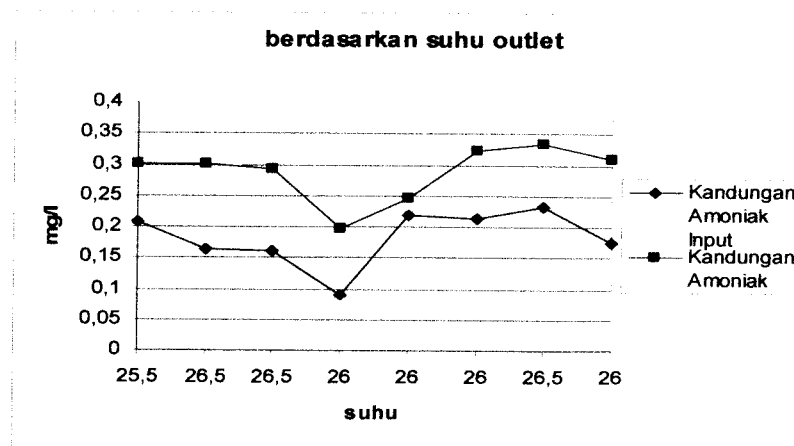


Pada grafik 5.3 merupakan pengukuran suhu pada tanggal 25/1/2005. Pengambilan sampel di inlet dilakukan mulai jam 07.00 s/d 14.00. Dari grafik diatas, suhu di inlet cenderung konstan karena pada inlet tertutup beton, namun berbeda dengan pengambilan sampel di outlet, berdasarkan perhitungan nilai td suhu cenderung naik turun. Naik turunnya suhu selain dipengaruhi variasi musim dan waktu pengambilan juga diakibatkan dari pemakaian air panas untuk kegiatan laundry sehingga suhu menjadi naik. Tetapi suhu dapat juga mempengaruhi tanaman. Pada jenis tanaman *Typha* suhu yang diperlukan adalah  $10^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ , sehingga kinerja dari tanaman tersebut dapat efektif.

Pada tanggal 25/01/2005 pada pukul 10.00, 12.00 dan 14.00 dimana suhu berada pada nilai  $26,5^{\circ}\text{C}$  di inlet dan variasi nilai suhu pada outlet berkisar  $26,5^{\circ}\text{C}$ - $27^{\circ}\text{C}$ , amoniak mengalami kenaikan. Namun pada nilai amoniak dimana suhu di inlet dan di outlet sama yakni pada suhu  $26,5^{\circ}\text{C}$  amoniak juga mengalami kenaikan tetapi lebih besar jika dibandingkan pada nilai suhu di outlet yang lebih besar yakni  $27^{\circ}\text{C}$  daripada di inlet yakni pada  $26,5^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu yang tinggi pada outlet menyebabkan amoniak lebih tinggi. Hal tersebut disebabkan reaksi yang terjadi di *Horizontal Gravel Filter* tidak terjadi secara sempurna sehingga menyebabkan kenaikan pada nilai amoniak.

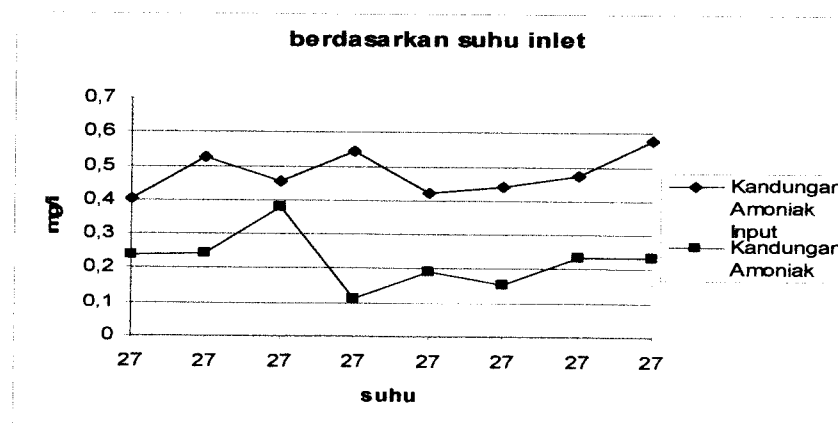
**Grafik 5.4 pengukuran suhu dan amoniak tanggal 30/1/2005**

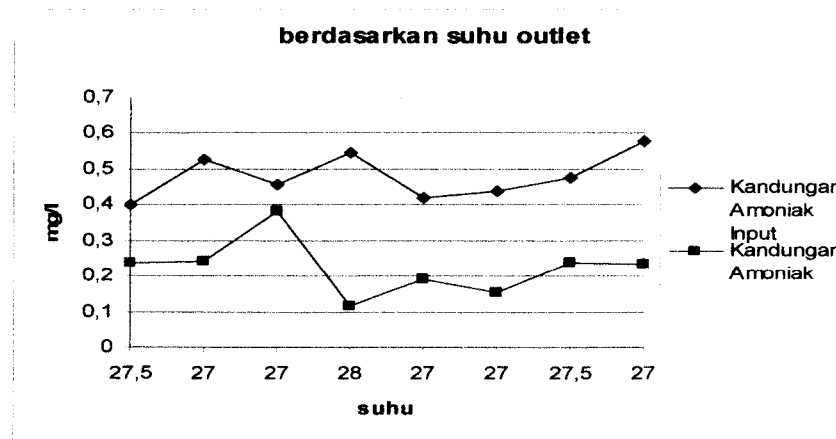




Pada grafik 5.4 nilai amoniak pada outlet lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai amoniak di inlet, suhu di outlet lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu pada suhu inlet, seharusnya terjadi penurunan amoniak tetapi amoniak semakin tinggi. Hal tersebut diakibatkan sampel tidak langsung diperiksa oleh BTKL, karena pengiriman sampel terlambat dan tanggal 30/1/2005 adalah hari minggu, sehingga nilai amoniak pada outlet tinggi.

**Grafik 5.5 pengukuran suhu dan amoniak tanggal 4/2/2005**



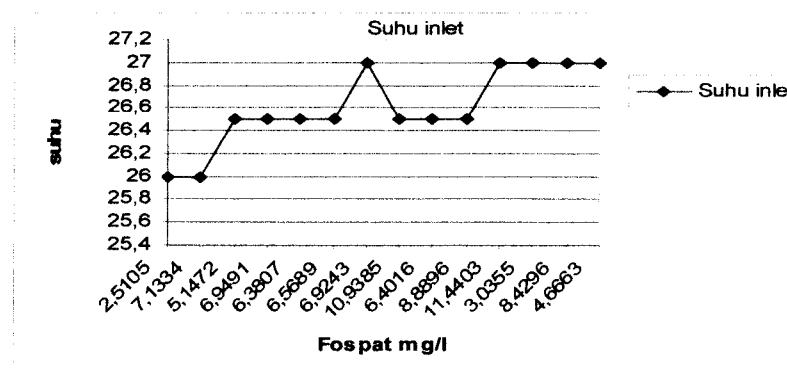


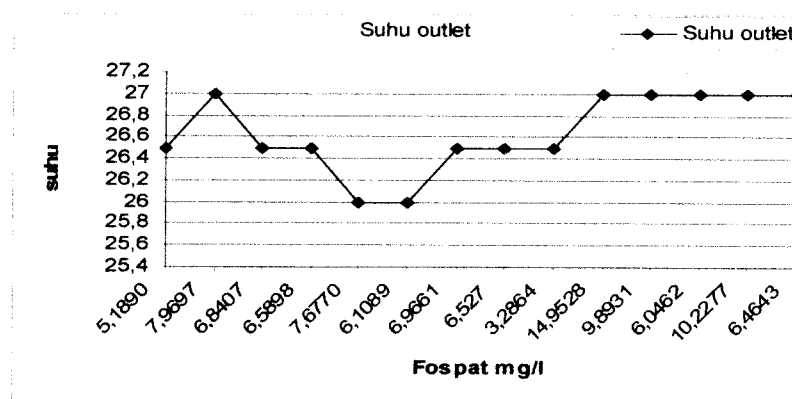
Pada tanggal 4/02/2005 dimana suhu di inlet pada jam 07.00 s/d 14.00 konstan pada nilai suhu 27°C, amoniak sangat tinggi namun pada outlet dimana terjadi variasi suhu antara 27°C-28°C amoniak mengalami penurunan. Penurunan terjadi dimana reaksi yang terjadi di dalam *Horizontal Gravel Filter* berjalan secara sempurna. Suhu tinggi digunakan amoniak untuk proses reduksi.

### 5.7 Pengukuran suhu dan Fosfat

Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran suhu dan Fosfat di *Horizontal Gravel Filter* Rumah Sakrt Panti Baktiningsih

**Grafik 5.6** pengukuran suhu dan fosfat tanggal 24/1/2005 s/d 6/2/2005



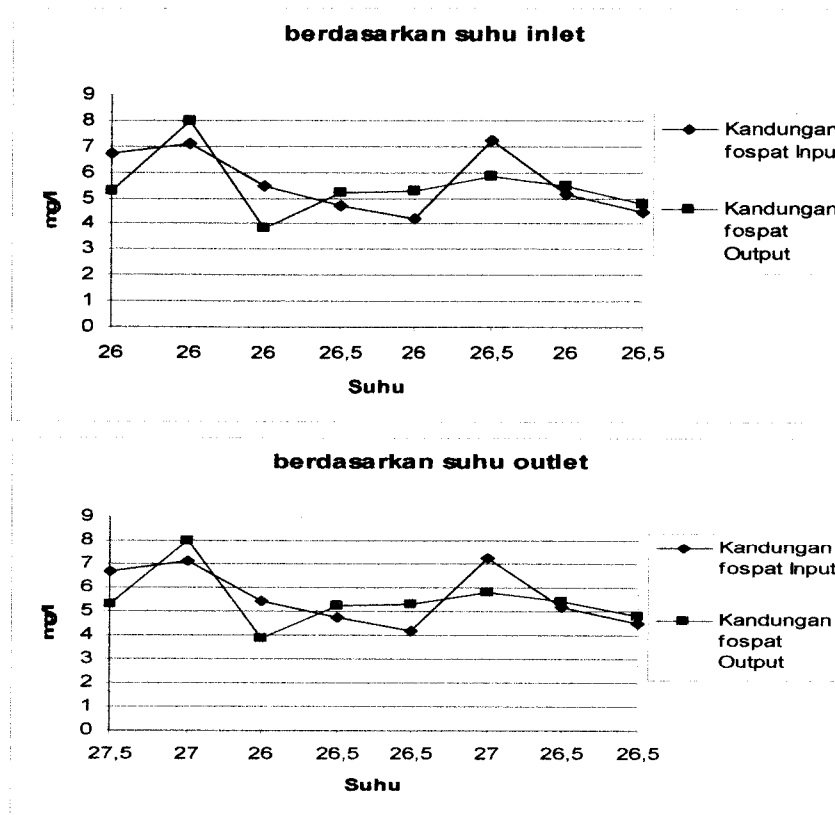


Pada grafik 5.6 pengukuran fospat pada tanggal 5/2/2005 di output sangat fluktuatif. Pada Outlet tanggal 5-2-2005 merupakan akumulasi debit dari tanggal 3/2/2005 s/d 5/2/2005 yang rata-rata tinggi. Begitu juga dengan jumlah cucian yang ada di *laundry* dari tanggal 3/2/2005 s/d 5/2/2005 jumlah sangat meningkat tajam.

Pada grafik diatas, kadar fospat pada output yang dihasilkan masih tinggi. Pada penurunan fospat di *Horizontal Gravel Filter* masih dikatakan belum efektif. Ukuran gravel pada media adalah faktor penting dalam menurunkan senyawa fospat, selain itu tanaman juga menyerap sebagian fospat melalui akarnya. Sehingga media dan tanaman di *Horizontal Gravel Filter* harus diperhatikan.

Pada tanggal 4/2/2005, 5/2/2005, 6/2/2005, dimana suhu pada inlet dan outlet pada suhu 27°C fospat mengalami kenaikan. Suhu diperlukan untuk membantu proses penurunan fospat melalui reaksi yang terjadi di dalam *Horizontal Gravel Filter*, sehingga pada suhu di inlet dan outlet sama maka reaksi yang terjadi tidak berlangsung secara sempurna.

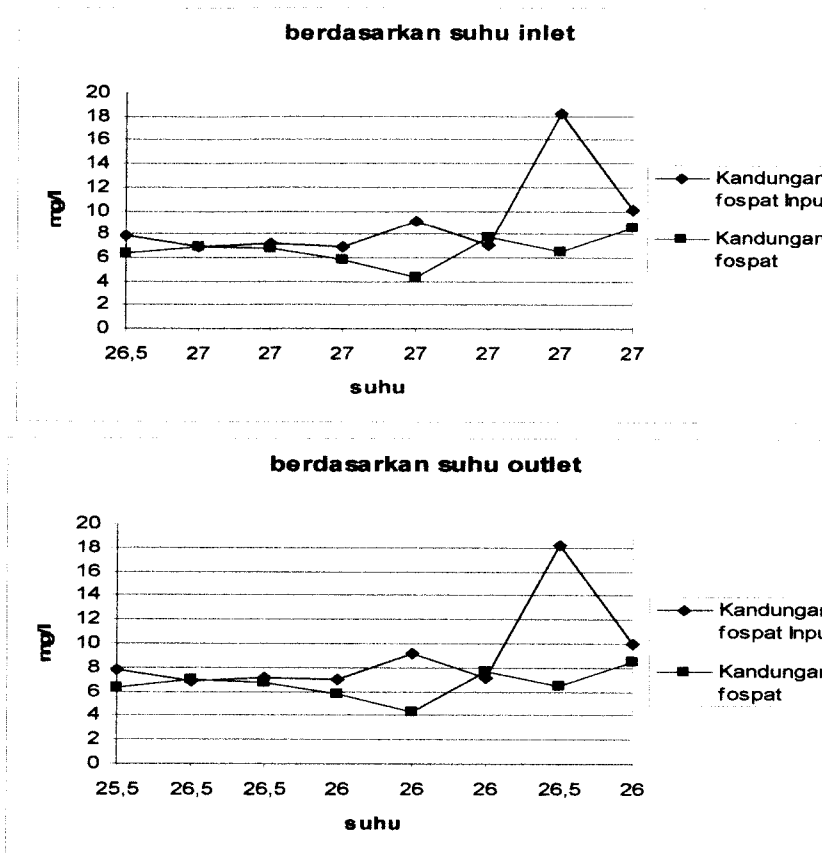
Grafik 5.7 pengukuran suhu dan fosfat tanggal 25/1/2005



Pada grafik 5.7 tanggal 25/01/05, fosfat tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Pengambilan di input diikuti pengambilan di output hasilnya tidak terlalu fluktuatif. Pada outlet pukul 08.00 mengalami kenaikan, dikarenakan pengambilan di outlet pada siang hari, yakni pada pukul 13.03. Pada outlet jam 07.00 output lebih rendah, karena waktu detensi yang lebih banyak, jika dibanding yang lain.

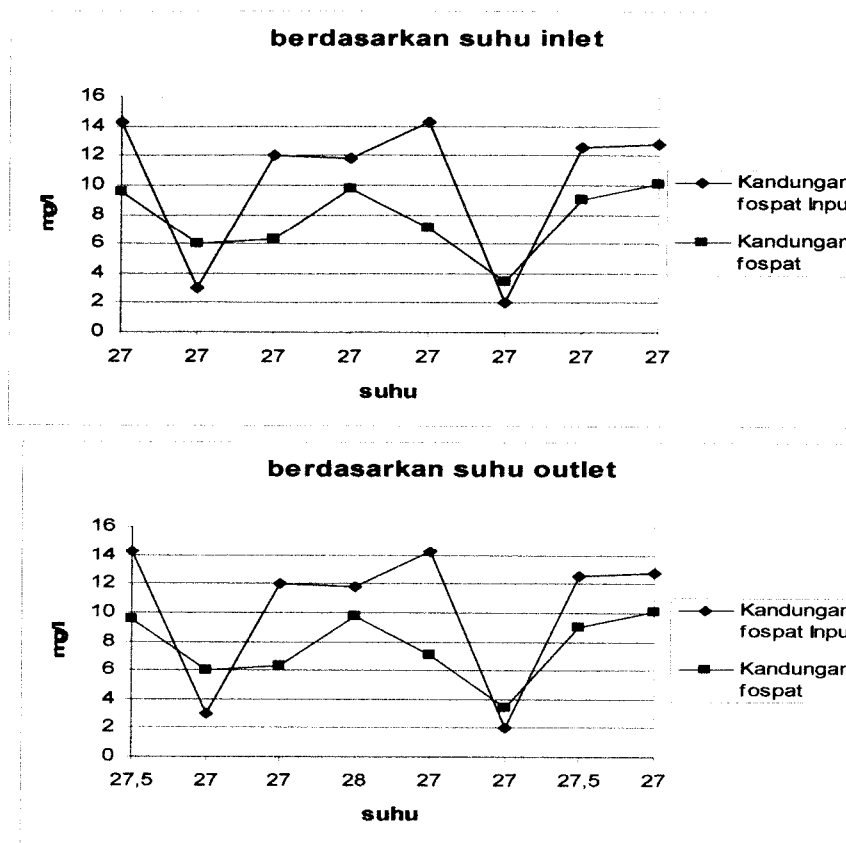
Pada pengambilan fosfat di inlet tanggal 25/1/2005, dimana suhu pada inlet dan outlet sama, fosfat mengalami penurunan. Pengambilan pada inlet dilakukan pada siang hari pada kondisi hujan dan pengambilan pada outlet pada malam hari, menyebabkan persamaan nilai suhu.

Grafik 5.8 pengukuran suhu dan fosfat tanggal 30/1/2005



Pada inlet tanggal 30/01/05 pada pukul 13.00 fosfat mengalami kenaikan. Namun pada output cenderung konstan, karena jumlah debit air yang mengalir pada tanggal 30/01/05 s/d 01/02/05 cenderung konstan. Pada jam 11.00, 13.00 dan 14.00 terjadi penurunan fosfat yang signifikan, penurunan fosfat dipengaruhi oleh penurunan suhu, yakni dari 27°C menjadi 26°C. Suhu yang tinggi pada inlet dipergunakan untuk proses reaksi yang terjadi dalam *Horizontal Gravel Filter*, sehingga terjadi penurunan suhu di outlet.

Grafik 5.9 pengukuran suhu dan fosfat tanggal 4/2/2005

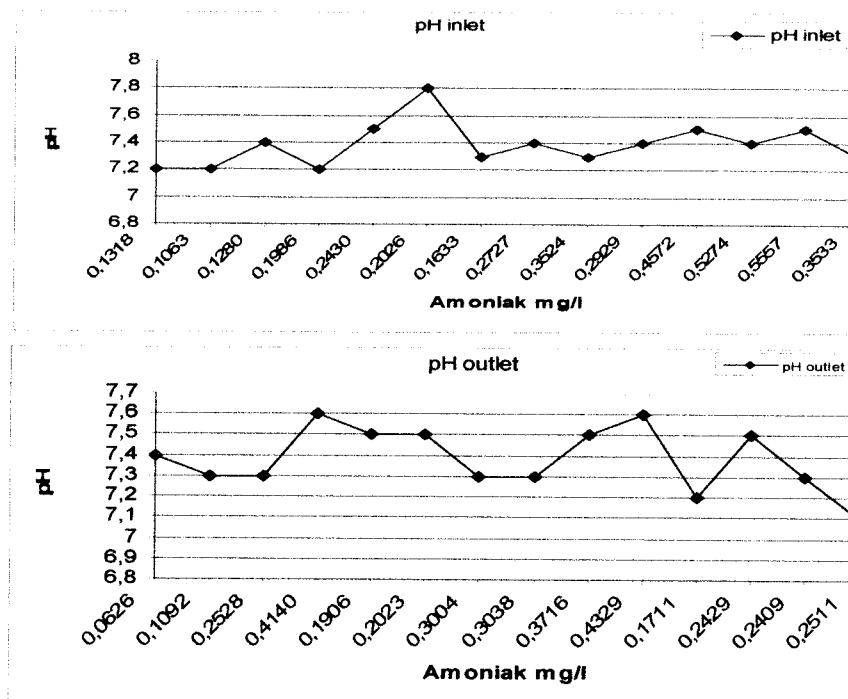


Pada tanggal 04/02/05 cenderung naik turun. Perbedaan pengambilan sampel dan variasi debit yang masuk pada *Horizontal Gravel Filter* mempengaruhi nilai fosfat. Pada pengambilan fosfat di inlet tanggal 4/2/2005, dimana suhu di outlet lebih tinggi daripada di inlet yakni dari suhu 27°C menjadi 28°C fosfat mengalami penurunan. Penurunan fosfat dipengaruhi oleh waktu td yakni sekitar 2-3 hari. Dimana fosfat yang masuk pada *Horizontal Gravel Filter* diserap oleh tanaman. Untuk lebih meningkatkan peranan tanaman untuk menyerap fosfat, ada beberapa tanaman air yang dapat meremoval fosfat yakni jenis *Pharagmites australis*, *Cyperus papyrus*.

### 5.8 Pengukuran pH dan Amoniak

Tujuan pengukuran pH ini untuk menentukan nilai Amoniak. Apabila pH dibawah 6 maka Amoniak di dalam air limbah tidak dapat terdeteksi.

**Grafik 5.10 Pengukuran pH dan Amoniak tanggal 24/1/2005 s/d 6/2/2005**



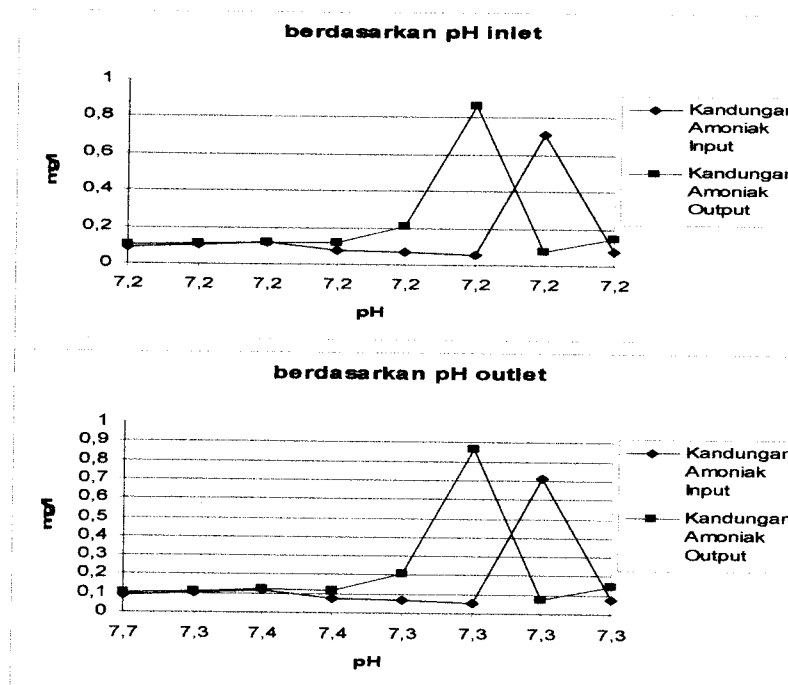
Pada pH dimana nilai pH di outlet lebih tinggi daripada nilai di inlet amoniak mengalami kenaikan, yakni terjadi pada tanggal 27/01/2005 dan 2/02/2005 namun nilai pH dimana nilai di outlet lebih rendah daripada nilai di inlet amoniak mengalami penurunan yakni pada tanggal 29/1/1005, 3/2/2005, 5/2/2005 dan 6/2/2005.

Pada grafik diatas kadar amoniak di input tanggal 02/02/05 sampai 05/02/05 terus mengalami peningkatan yang tajam. Tetapi pada tanggal 05/02/05 terjadi penurunan nilai pH, penurunan pH dari 7,5 menjadi 7,3 disebabkan buangan dari kegiatan di kamar mandi tinggi, seperti diketahui urine mempunyai pH 6 sehingga pH turun.



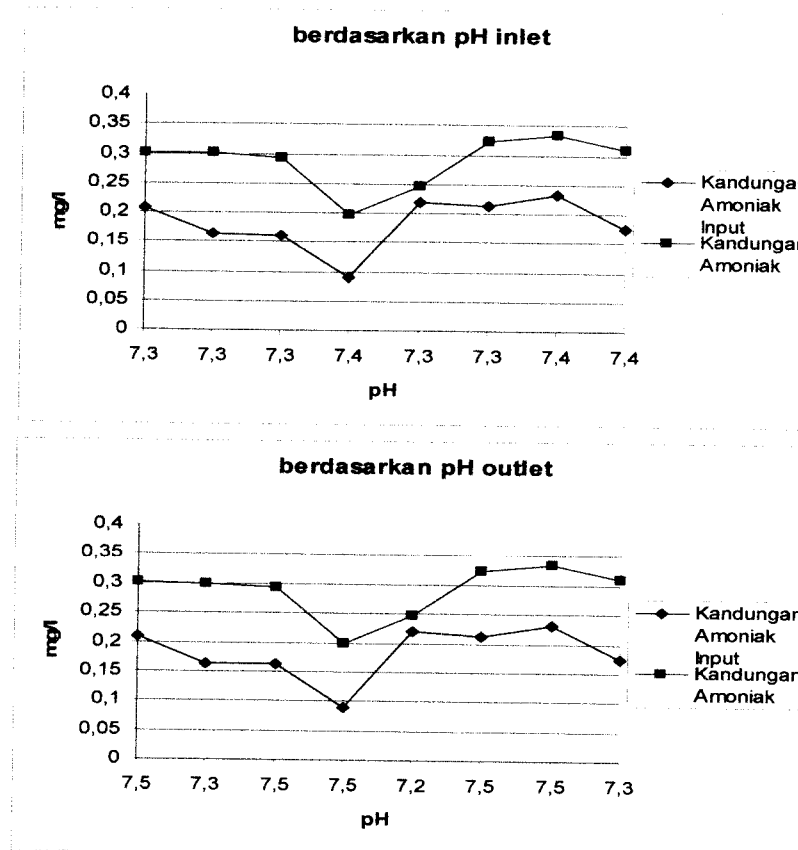
Seperti yang kita ketahui jumlah aliran air limbah pada Rumah Sakit Medis adalah rata-rata 650 l/unit/hari (Metcalf and Eddy, 1979). Sehingga air buangan pasien memberi sumbangan terbesar pada tingginya amoniak.

**Grafik 5.11 pengukuran pH dan Amoniak tanggal 25/1/2005**



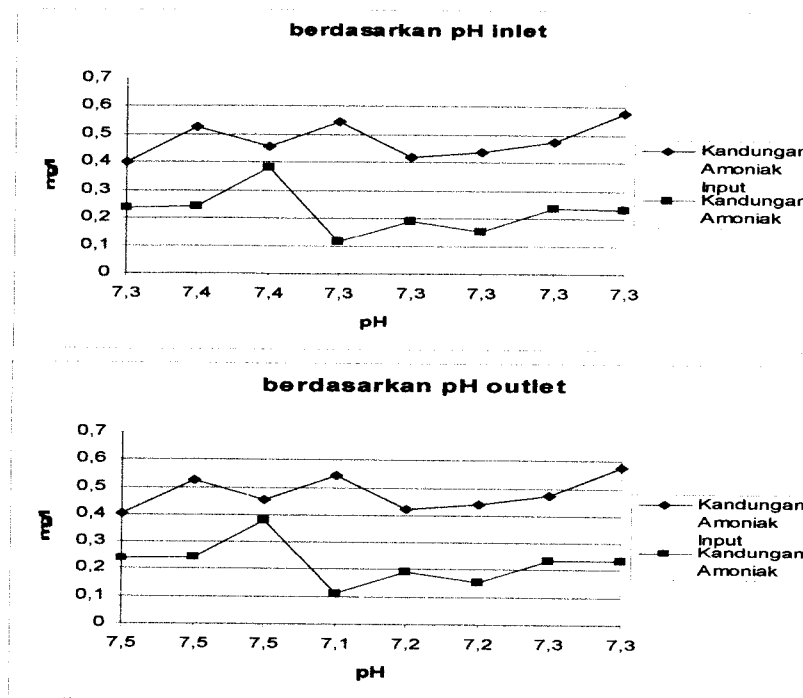
Pada grafik 5.11 pada input pada tanggal 25/1/2005 sangat tinggi. Pada pengambilan sampel di output tanggal 25/1/2005 merupakan akumulasi tanggal 25/1/2005 dan 26/1/2005. Pada tanggal 25/1/2005 terjadi kenaikan pH, hal tersebut disebabkan dari kegiatan operasi dimana darah masuk pada IPAL menyebabkan pH naik dari 7,2 menjadi 7,3-7,7 seperti diketahui pH pada darah adalah 7,5. Pada inlet jam 13.00 kandungan amoniak sangat tinggi jika dilihat dari debit yang masuk dari jam 11.00 s/d jam 13.00 sangat tinggi dan kemungkinan air masuk secara bersamaan pada *Horizontal Gravel Filter* pada jam 13.00.

Grafik 5.12 pengukuran pH dan Amoniak tanggal 30/1/2005



Pada grafik tanggal 30/1/2005 terlihat bahwa nilai amoniak di outlet lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai di inlet. Dilihat dari debit yang mengalir pada tanggal 30/1/2005 lebih tinggi. Berdasarkan perhitungan td pengambilan sampel di output tanggal 30/1/2005 adalah tanggal 31/1/2005 dimana debit tinggi yakni  $0,7164 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Dimana waktu detensi sekitar 1-2 hari. pH di outlet juga lebih tinggi jika dibandingkan di inlet.

**Grafik 5.13 pengukuran pH dan Amoniak tanggal 4/2/2005**



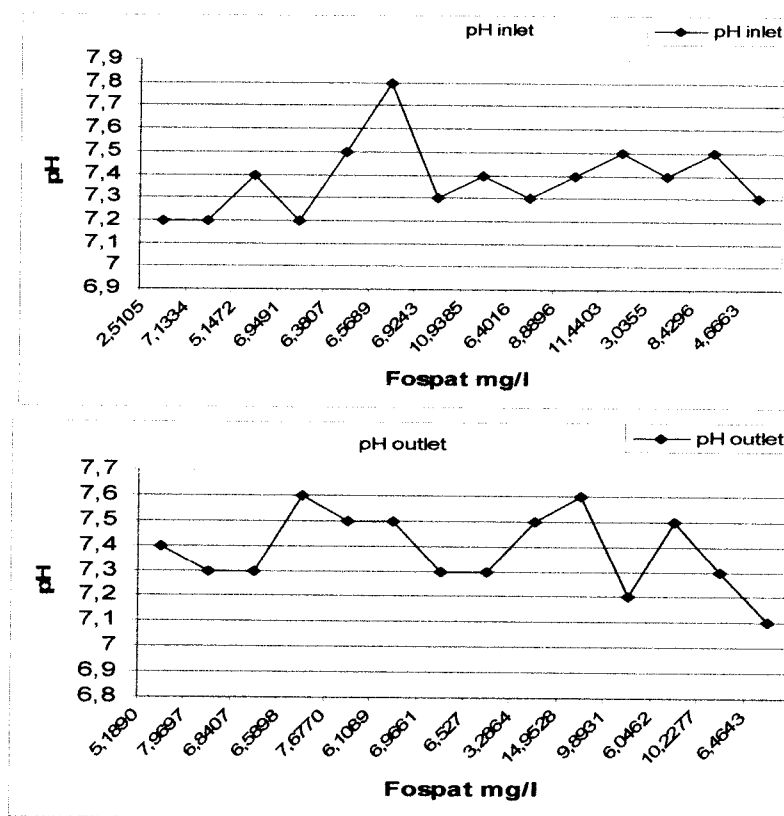
Pada grafik tanggal 4/2/2005 terlihat bahwa nilai amoniak di outlet lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai di inlet, terjadi penurunan yang signifikan.. Dilihat dari debit yang mengalir sangat kecil. Berdasarkan perhitungan  $t_d$ , pengambilan sampel pada tanggal 4/2/2005 penurunan amoniak sangat signifikan dimana  $t_d$  sekitar 2-3 hari dan debit kecil. Terlihat pada nilai pH di inlet lebih tinggi daripada di outlet amoniak mengalami penurunan yang signifikan.

Ada beberapa yang dapat menyebabkan kandungan amoniak naik turun. Sampel pada inlet yang diambil belum tentu merupakan sampel air yang harus diambil pada outlet. Faktor penyerapan oleh tanaman merupakan salah satu metode penurunan konsentrasi amoniak. Untuk lebih meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur nitrogen diperlukan luas lahan yang lebih luas. Sehingga akan dapat nilai  $t_d$  yang tinggi.

### 5.9 Pengukuran pH dan Fosfat

Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran pH dan fosfat di *Horizontal Gravel Filter* di Rumah Sakit Panti Baktiningsih. pH yang optimal untuk berlangsungnya proses berkisar antara pH 6.5–pH 8.

**Grafik 5.14 Pengukuran pH dan fosfat tanggal 24/1/2005 s/d 6/2/2005**



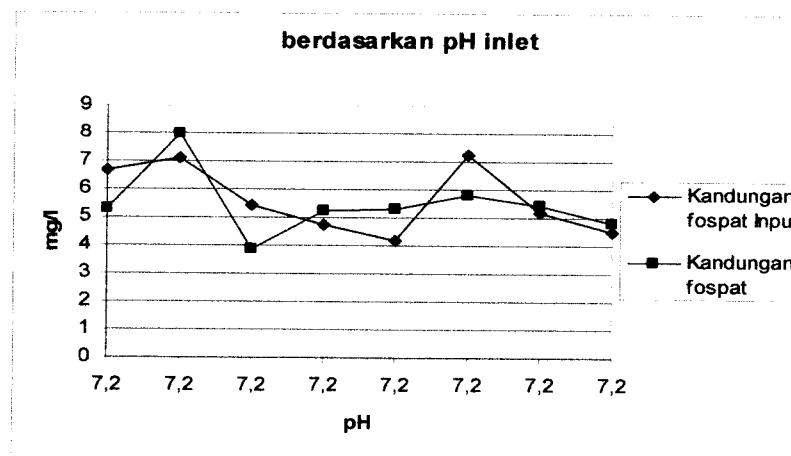
Pada grafik 5.14 pH terletak pada range 7.1–7.8. Pengukuran pH juga diperlukan untuk tanaman. Untuk jenis tanaman jenis *Typha*, pH optimal yang diperlukan adalah 4-10. Pada grafik diatas pH sesuai dengan range yang diperlukan oleh tanaman, selain itu pH masih dikatakan netral, tidak terlalu basa maupun asam, sehingga tidak perlu adanya usaha penetralan.

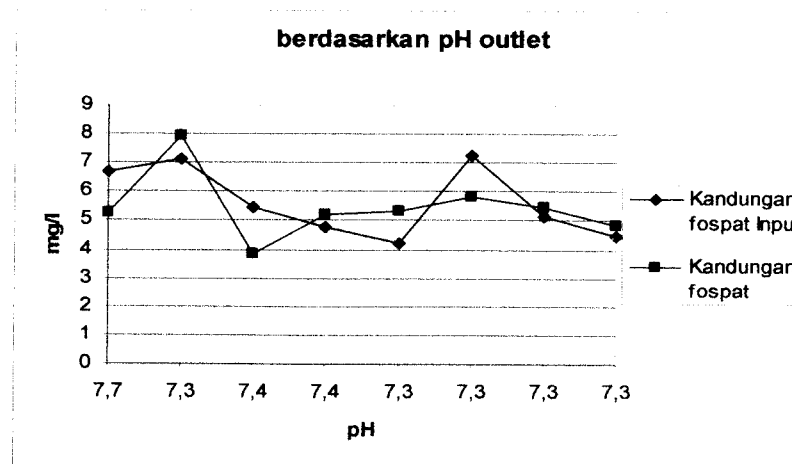
Untuk pengambilan sampel di outlet pada Inlet tanggal 3/2/2005 dan tanggal 5/2/2005 adalah tanggal 6/2/2005. Terlihat pada inlet tanggal 29/1/2005 pH tinggi dikarenakan jumlah cucian di laundry sedikit sehingga pemakaian detergen sedikit. Detergen bersifat basa sehingga semakin kecil pemakaian detergen semakin bersifat asam. Selain itu waktu pengambilan sampel pada waktu kegiatan di laundry berlangsung.

Berbeda pada pengambilan di outlet pada tanggal 6/2/2005, Jumlah cucian banyak sehingga pemakaian sabun juga banyak. Hal tersebut menyebabkan pH turun menjadi 7,2-7,3.

Pada outlet tanggal 28/1/2005 dan 30/1/2005 dimana nilai pH pada inlet dan outlet sama fospat mengalami kenaikan. pH berada pada nilai 7,3-7,5 dimana kegiatan operasi tinggi, sehingga darah yang masuk ke dalam IPAL setidaknya mempengaruhi nilai pH.

**Grafik 5.15 pengukuran pH dan fospat tanggal 25/1/2005**

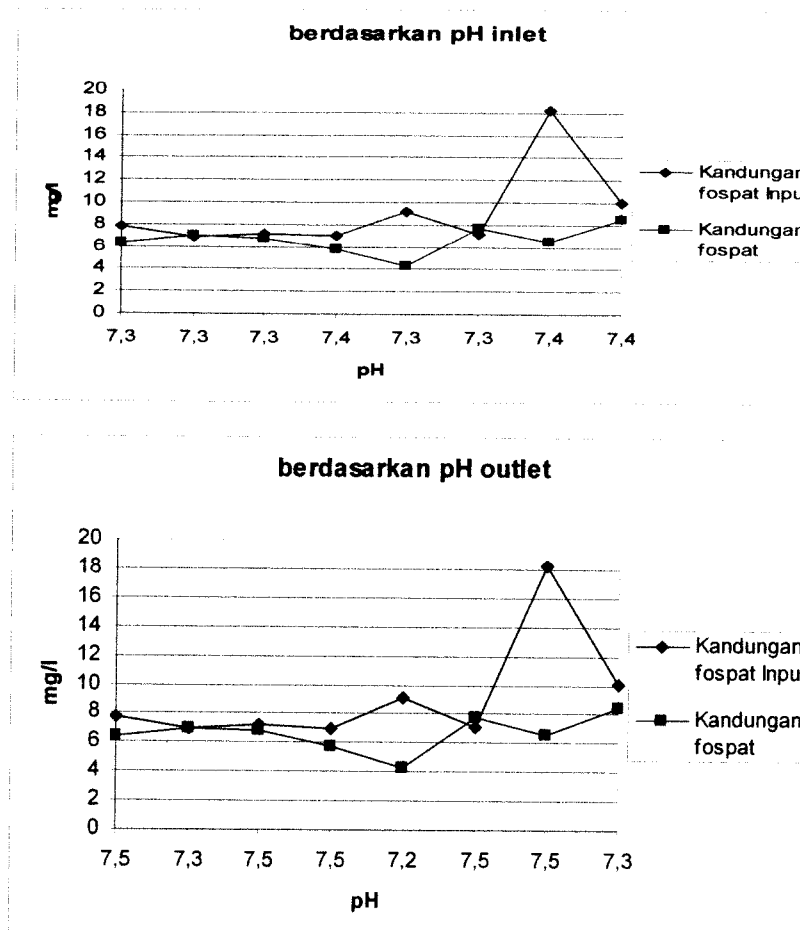




Grafik 5.15 merupakan pengukuran pH pada tanggal 25/1/2005, dilakukan mulai jam 07.00 s/d 14.00. pH di inlet cenderung konstan, namun hal yang terpenting adalah pH masih dikatakan normal untuk pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu pada range pH yang tepat dapat menunjang efektifitas tanaman wetlands, yaitu pada pH 4-10.

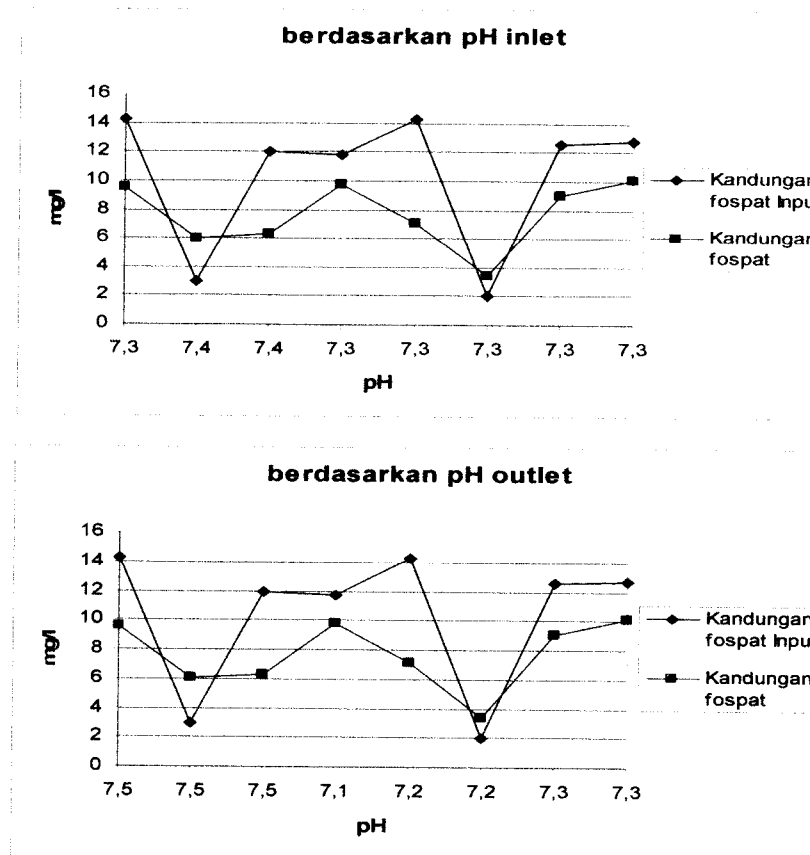
Pada pengukuran pH di outlet pada tanggal 25/1/2005 pada outlet jam 7.00, pH tinggi dibandingkan dengan pengukuran di outlet jam 8.00-14.00, dikarenakan pengukuran pH di outlet jam 7.00 diambil pada tanggal 27/1/2005 dimana jumlah cucian di laundry menurun, berbeda pada pengukuran di outlet pada jam 8.00-14.00 yang dilakukan pengambilan sampel pada tanggal 25-1-2005 dan tanggal 26/1/2005 dimana pemakaian sabun tinggi. Pada pengambilan fosfat di inlet tanggal 25/1/2005 dari jam 08.00-14.00 nilai pH konstan, namun pada outlet terjadi variasi pH, dimana pada pH 7,7 fosfat terjadi penurunan fosfat.

**Grafik 5.16 pengukuran pH dan fosfat tanggal 30/1/2005**



Pada pengambilan fosfat tanggal 30/1/2005, dimana nilai pH di outlet lebih besar daripada di inlet, fosfat mengalami penurunan, dikarenakan td sekitar 2 hari. Pada jam 11.00, 13.00 dan 14.00 fosfat mengalami penurunan secara signifikan, dikarenakan pengambilan pada output pada siang hari dimana pembuangan air sisa cucian sudah terbuang, sehingga kandungan fosfat kecil.

Grafik 5.17 pengukuran pH dan fosfat tanggal 4/2/2005



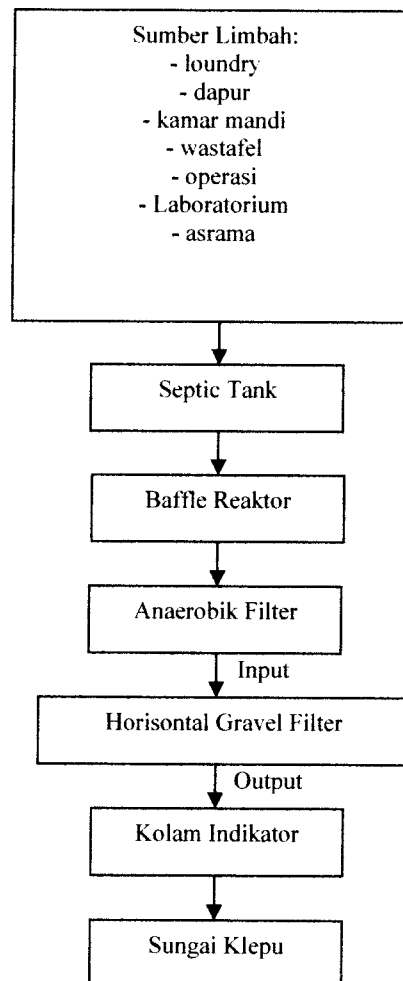
Pada pengambilan fosfat tanggal 4/2/2005, dimana nilai pH di inlet dan outlet sama, fosfat mengalami penurunan. Pada nilai pH antara 7,3 s/d 7,5 nilai amoniak sangat tinggi namun pada pH antara 7,1-7,2 nilai amoniak sangat kecil. Hal tersebut diakibatkan adanya kegiatan operasi, dimana darah menyebabkan pH tinggi, selain itu pengambilan di output mempunyai waktu detensi 2-3 hari, dimana mempunyai nilai pH yang tinggi. Kemampuan tanaman dalam menyerap kandungan fosfat menurun. Akar terlalu jenuh dan media kerikil tersumbat pasir sehingga air yang mengalir menjadi menurun. Air yang masuk pada inlet belum tentu air tersebut merupakan keluaran pada outlet.



### 5.10 Pembahasan

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Kep-02/MENKLH/1998, tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan dan berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah DIY Nomor 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu limbah cair, untuk parameter fosfat batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih 3 dari mg/l dan untuk parameter amoniak batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih 1 dari mg/l.

Alur pengolahan limbah yang ada saat ini masih beroperasi di Rumah Sakit Panti Baktiningsih berikut adalah sebagai berikut :



**Gambar 5.2 Diagram Alir IPAL RS Panti Baktiningsih**

### 5.10.1. Analisa

1. Rata-rata inlet Amoniak = 0,285 mg/l

Rata-rata outlet Amoniak = 0,253 mg/l

$$\begin{aligned} \text{Removal Amoniak} &= \frac{0,285 - 0,253}{0,285} * 100 \% \\ &= 12,65 \% \end{aligned}$$

2. Rata-rata inlet fosfat = 6,815 mg/l

Rata-rata outlet fosfat = 7,481 mg/l

$$\begin{aligned} \text{Kenaikan fosfat} &= \frac{6,815 - 7,481}{6,815} * 100 \% \\ &= +9,77 \% \end{aligned}$$

Menurut teori yang ada bahwa Sub Surface Wetlands mampu menurunkan amoniak sebesar 20-70 % dengan waktu detensi 6-7 hari. Namun jika diaplikasikan bersama proses lain seperti proses nitrifikasi, extended aeration, overland flow, resirkulasi sand filter dan dilanjutkan proses denitrifikasi adalah adanya penambahan hari untuk proses di dalamnya adalah sebanyak 2-4 hari. Jadi total waktu detensi adalah 8-9 hari. Namun dalam kondisi sekarang waktu detensi sebesar 1-3 hari dengan penurunan 12,65 %. Sedangkan untuk penurunan fosfat adalah sebesar 10-40 % dengan waktu detensi 5-10 hari. Namun untuk kondisi sekarang fosfat mengalami kenaikan 9,77 % dengan detensi waktu 1-3 hari.

3. Nilai porositas

**Tabel 5.9 karakteristik tipe medium untuk *Sub Surface Wetlands***

Medium type	Effective Size d10 ,mm	Outlet Porosity $\eta$	Hydraulic Conductivity, ft/d
Medium sand	1	0.30	1640
Coarse sand	2	0.32	3280
Gravelly sand	8	0.35	16400
Medium gravel	32	0.40	32800
Coarse gravel	128	0.45	328000

Contoh perhitungan menentukan nilai porosity

Diameter = 25,4 mm

Diameter 25,4 mm terletak diantara diameter 8 dan 32 (lihat Tabel 5.9)

Maka :

$$\frac{32 - 8}{32 - 25,4} = \frac{0,40 - 0,35}{0,40 - x}$$

$$\frac{24}{6,6} = \frac{0,05}{0,40 - x}$$

$$9,6 - 24x = 0,33$$

$$24x = 9,27$$

$$x = 0,385$$

Perhitungan di atas dilakukan di ulang kembali sampai diameter 2,38 mm. Selanjutnya setelah porositas di dapat , maka porositas dikalikan dengan persentase dari berat gravel (contoh Tabel 5.1 )

$$\begin{aligned} \text{Porositas sampel 1} &= (0,385 * 22,85\%) + (0,373 * 27\%) + (0,359 * 30,33\%) + \\ &\quad (0,353 * 8,19\%) + (0,323 * 10,87\%) + (0,303 * 0,76\%) \\ &= 36,4\% \\ &= 0,364 \end{aligned}$$

Perhitungan di atas dilakukan di ulang kembali sampai sampel 7, untuk mendapat nilai rata-rata porositas.

### 5.10.2. Faktor–faktor yang berpengaruh tidak efektifnya Sub Surface Wetlands

#### 1. Waktu detensi

Kriteria desain untuk meremoval amoniak pada *Sub Surface Wetlands* adalah 6-10 hari. Berdasarkan hasil perhitungan di lapangan waktu detensi adalah sebesar 1-3 hari. Waktu detensi sangat berpengaruh pada penurunan amoniak, semakin besar waktu detensi maka nilai kandungan amoniak kecil. Sehingga berdampak pada luasan Sub surface wetlands.

## 2. Kebutuhan area permukaan

Luas area yang sekarang digunakan adalah 74, 556 m<sup>2</sup> dengan tinggi 0,4 m. Berdasarkan teori semakin luas, luasan permukaan pada *Sub Surface Wetlands*, maka penurunan amoniak dan fospat semakin besar.

Diasumsikan waktu detensi = 6 hari. Tinggi = 0,4 m

$$\begin{aligned} \text{As} &= \frac{Q \cdot t_d}{\eta \cdot d_w} \\ &= \frac{0,357 \cdot 6 \cdot 24}{0,368 \cdot 0,4} \\ &= 349,239 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas area yang diperlukan agar terjadi penurunan amoniak dan fospat yang diinginkan adalah sekitar 349,239 m<sup>2</sup>

## 3. Karakteristik media

Diameter media gravel mempengaruhi penurunan fospat. Hasil riset menyatakan bahwa pada *Sub Surface Wetlands* dengan menggunakan material jenis medium gravel (32mm) dapat menurunkan fospat dan amoniak. Dalam kondisi sekarang material yang digunakan sebesar 2,38-25,4 mm, sehingga dapat menyebabkan penyumbatan.

## 4. Umur material

Dari hasil pengamatan di lapangan menerangkan bahwa Pada bulan 1-4, fospat turun 80 %; pada bulan 5-8, fospat turun 50 % dan Pada bulan > 8, fospat turun 10-40 % (Pranoto, 2001). Pada kondisi sekarang material yang digunakan belum mengalami pergantian selama 1,5 tahun.

## 5. Loading rate

Muatan bahan organik secara berlebihan dapat menyebabkan penyumbatan substrat, karena terbentuk lapisan lendir anaerobik. Steiner et al. (1993) menyarankan agar menggunakan loading organik sebesar 4 m<sup>2</sup>/kg/hari. Pada kondisi sekarang Loading rate untuk amoniak dan fospat adalah :

$$\begin{aligned} \text{Loading rate amoniak} &= \frac{Q \cdot \text{Cin}}{\text{Luasan}} \\ &= \frac{0,357 \text{ m}^3/\text{jam} \cdot 24 \cdot 0,285 \text{ mg/l} \cdot 1/1000 \text{ kg/m}^3}{74,556 \text{ m}^2} \\ &= 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Loading rate amoniak} &= \frac{Q \cdot \text{Cin}}{\text{Luasan}} \\ &= \frac{0,357 \text{ m}^3/\text{jam} \cdot 24 \cdot 6,815 \text{ mg/l} \cdot 1/1000 \text{ kg/m}^3}{74,556 \text{ m}^2} \\ &= 7,83 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

Loading rate bukan merupakan faktor tidak bekerjanya Sub Surface Wetlands, karena loading rate per hari sangat kecil.

#### 6. Ketinggian air

Steiner et al. (1993) merekomendasikan ketinggian air sekitar 30 cm = 0,3m. Sel yang dangkal dipercaya memiliki aerasi limbah yang lebih baik daripada sel yang dalam. Selain itu, akar akan lebih banyak berada di bagian atas media dimana oksigen tersedia lebih banyak. Pengontrolan ketinggian air juga diperlukan untuk menumbuhkan tanaman dan menghindari air diam. Berdasarkan teori ketinggian air adalah 0,45-0,75 m. Ketinggian air pada saat ini adalah 0,4. Jika dikaitkan dengan jenis tanaman yang digunakan yakni *Cattails (Typha)* mempunyai panjang akar 0,15 m-0,3 m. Sehingga ketinggian air dalam kondisi sekarang harus dinaikkan menjadi 0,3 m, berbeda dengan teori yang ada, apabila ketinggian air adalah 0,45-0,75 m, maka pergantian tanaman perlu dilakukan yakni dengan jenis tanaman *bulrush (Scirpus, spp)* yang mempunyai panjang akar 0,6-0,9 m.

#### 7. Pemilihan jenis tanaman

Jenis tanaman untuk *Sub Surface Wetlands* berupa *bulrush (Scirpus, spp)*, *reeds (Pharagmites australis)* dan beberapa jenis tanaman jenis *Cattails (Typha)*.

Ketiga jenis tanaman ini sangat efektif dalam menurunkan amoniak dan fosfat. Untuk jenis tanaman *bulrush* (*Scirpus, spp*) mampu menurunkan amoniak sebesar 75,11 % dan fosfat sebesar 51,55 % (Tridech, dkk, 1981) , *Reed* (*Pharagmites australis*) kemampuan menyerap unsur N sebesar 2500 kg/hektar/tahun dan unsur P sebesar 120 kg/hektar/tahun sedangkan *Cattails* (*Typha*) kemampuan menyerap unsur N sebesar 1000 kg/hektar/tahun dan unsur P sebesar 180 kg/hektar/tahun. Dalam kondisi pada saat ini di Rumah Sakit Panti Baktiningsih jenis tanaman yang digunakan adalah *Typha*, *Cyperus papyrus* dan *Canna*.

#### 8. Umur tanaman

Tanaman seharusnya 6 bulan sekali harus mengalami pergantian. Akar jenuh menyebabkan tidak efektifnya tanaman. Dalam kondisi sekarang belum adanya pergantian tanaman sejak 1,5 tahun.

#### 9. Ketinggian tanaman

Ketinggian tanaman dalam keadaan biasa menggunakan jenis tanaman dengan tinggi 3 ft (1m) untuk tanaman cattail, 1,5 ft (0,5m) untuk tanaman jenis bulrush (Reed et al, 1995). Dalam kondisi sekarang tinggi tanaman cattail melebihi 1m.

### 5.11 Rekomendasi

#### 5.11.1 Rekomendasi I

Rekomendasi I didasarkan pada memperluas luas permukaan *Horizontal Gravel Filter*, sehingga didapat waktu detensi yang lebih lama. Dimana dengan waktu detensi yang lebih lama diharapkan kemampuan mikroorganisme dan penyerapan tanaman akan lebih efektif menurunkan amoniak dan fosfat. Seperti diketahui bahwa ukuran media gravel merupakan hal yang terpenting dalam menurunkan fosfat sehingga dipilih ukuran media yang tepat sehingga mampu menurunkan kandungan fosfat.

Disini perlu memperhatikan waktu mencuci media atau pergantian media gravel, sehingga penurunan fosfat yang diinginkan dapat tercapai selain itu juga memperdalam bak *Horizontal Gravel Filter*, untuk mendukung pertumbuhan akar pada tanaman jenis tertentu.

**Tabel 5.10 Rekomendasi I**

<b>Hal-hal yang dicermati</b>	<b>Keuntungan</b>	<b>Kelemahan</b>
Memperluas luas permukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Penurunan amoniak dan fosfat yang signifikan</li> <li>-Waktu detensi 6-7 hari dapat meremoval amoniak sebesar 20-70 % Rata-rata inlet Amoniak= 0,285 mg/l removal 70%=0,0855 mg/l</li> <li>-Waktu detensi 5-10 hari dapat meremoval fosfat sebesar 10-40 % Rata-rata inlet fosfat = 6,815 mg/l removal 40% = 4,089 mg/l</li> </ul>	- memerlukan lahan tanah yang luas.
Merekomendasikan material yang digunakan adalah medium gravel berukuran 32 mm	1. Pemanfaatan gravel filter lebih banyak jumlahnya jika dibandingkan dengan penggunaan coarse gravel pada luasan wetlands yang sama.	- Membutuhkan waktu yang lama dalam proses memilah gravel dengan ukuran yang tepat.

	<p>2. Dengan menggunakan medium gravel, lebih mendukung pertumbuhan tanaman karena rongga kosong lebih kecil.</p> <p>3. Medium gravel dapat memperlambat aliran air sehingga waktu detensi lebih tinggi.</p> <p>4. Penyumbatan aliran oleh pasir dapat dihindari.</p>	
Waktu pencucian	Pada bulan 1-4, fosfat turun 80 %; pada bulan 5-8, fosfat turun 50 % dan pada bulan > 8, fosfat turun 10-40 %. (Pranoto, 2001).	- Harga pemeliharaan tinggi.
Mengganti jenis tanaman dengan <i>bulrush (Scirpus,spp)</i> , <i>reeds (Pharagmites australis)</i> dan beberapa jenis tanaman jenis <i>Cattails (Typha)</i> .	<p>- Untuk jenis tanaman <i>bulrush (Scirpus,spp)</i> mampu menurunkan amoniak sebesar 75,11 % dan fosfat sebesar 51,55 % (Tridech,dkk, 1981) ,</p> <p>- <i>Reed (Pharagmites australis)</i> kemampuan menyerap unsur N sebesar 2500 kg/hektar/tahun dan unsur P sebesar 120 kg/hektar/tahun</p>	<p>- Harga tanaman mahal. <i>bulrush (Scirpus,spp)</i> <i>Reed (Pharagmites australis)</i></p> <p>- Tidak tersedianya tanaman secara lokal.</p>



	- <i>Cattails (Typha)</i> kemampuan menyerap unsur N sebesar 1000 kg/hektar/tahun dan unsur P sebesar 180 kg/hektar/tahun.	
Kedalaman HGF	Ketinggian media adalah 0,6 m. Semakin banyak dan dalam jaringan akar yang berada dalam <i>HGF</i> , semakin luas zona rizosfer yang tercipta, sehingga kemampuan <i>HGF</i> untuk mendukung mikroorganisme semakin meningkat. Dimana tanaman yang digunakan adalah jenis <i>bulrush (Scirpus, spp)</i> dimana panjang akar adalah 0,6-0,9.	- Hanya menggunakan tanaman jenis tertentu seperti <i>bulrush (Scirpus, spp)</i>

### 5.11.2 Rekomendasi II

Rekomendasi II didasarkan pada pemanfaatan mikroorganisme pada proses nitrifikasi dan denitrifikasi pada *Horizontal Gravel Filter* untuk menurunkan amoniak. Selain itu penambahan bak pencampur alum, dimana alum ditambahkan pada bak tersebut. Penambahan alum dimaksudkan untuk menurunkan fospat.

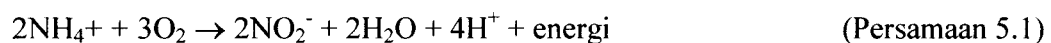
### 5.11.2.1 Proses nitrifikasi (menurunkan amoniak)

Proses nitrifikasi terjadi pada inlet *Horizontal Gravel Filter*, dimana pada *Horizontal Filter* diciptakan kondisi aerobik yakni dengan tambahan aeration pada pipa di bawah permukaan untuk menyediakan oksigen pada bagian penting pada jalur aliran sehingga oksigen yang disediakan dapat digunakan untuk nitrifikasi bakteri dan penutup *Horizontal Filter* yang terbuat dari beton dibuka.

Nitrifikasi adalah proses dengan mana  $\text{NH}_3$  ditransformasi menjadi  $\text{NO}_2$  dan akhirnya menjadi  $\text{NO}_3$ . Proses ini terjadi hanya di bawah kondisi erobik.

#### Siklus Nutrient

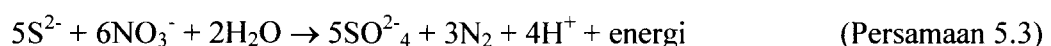
Organisme yang umumnya menjalankan transformasi adalah *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Meski proses-proses ini energi yang menghasilkan, seperti ditampakkan di atas, namun hasilnya agak rendah dibandingkan dengan transformasi-transformasi lain di dalam siklus (Delwiche, 1970). Reaksi-reaksi di dalam nitrifikasi adalah:



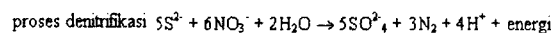
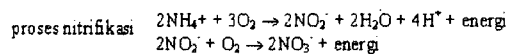
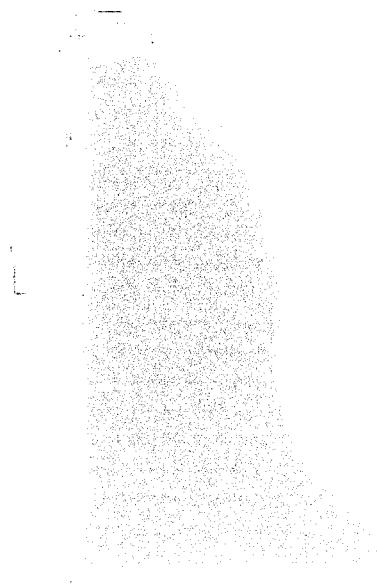
Sistem pengolahan aerobik dimanfaatkan sebagai pencegah timbulnya masalah bau selama pengolahan limbah agar memenuhi persyaratan outlet dan untuk stabilisasi limbah sebelum dialirkan ke dalam badan air.

### 5.11.2.2 Proses denitrifikasi (menurunkan amoniak)

Proses denitrifikasi terjadi pada media tengah *Horizontal Gravel Filter*. Proses ini terjadi hanya dengan tidak adanya, atau hampir tidak adanya, oksigen. Organisme yang umum berdenitrifikasi adalah *Thiobacillus denitrificans* yang chemolithotroph dan reaksi yang dihubungkannya adalah:



Bakteri lain yang digunakan digunakan dalam proses denitrifikasi adalah bakteri prebiotik berupa *Bacillus subtilis* dan *B. megaterium* mampu menurunkan amoniak hingga 5,4 mg/l. (Mitsch dan Gosselink,1993 ;Watson, 1989 ; Reed, 1995 ; Moriarty, 1998 ; Queiroz dan Boyd ,1998 ; Chen dan Che,2001)



**Gambar 5.4** Proses nitrifikasi dan denitrifikasi pada *Horizontal Gravel Filter*

### 5.11.2.3 Penambahan alum 0,5 g/l (menurunkan fosfat )

- Fosfat turun 70-90%
- Alum/tawas sudah banyak di kenal masyarakat dan mudah di dapat di toko kimia
- Harga terjangkau
- Produksi sludge (lumpur) hanya sedikit
- pH turun dari 7.02 menjadi 6.40 (Pranoto, 2001)

#### **5.11.2.4 Aerasi (menurunkan amoniak)**

- Aerasi yang digunakan adalah tipe kombinasi air mancur payung vertikal (3:1)
- Aerasi tipe kombinasi air mancur payung vertikal (3:1) bisa mengembalikan pH ke 7,5 (Pranoto, 2001). Seperti diketahui aktor utama dalam *Horizontal Gravel Filter* adalah mikroorganisme yang dapat hidup pada pH 6,5-8,5.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

1. Kadar amoniak sudah memenuhi standar sesuai dengan SK Gubernur DIY no 65 tahun 1999, rata-rata kandungan amoniak di inlet *Horizontal Gravel Filter* adalah sebesar 0,285 mg/l, sedangkan rata-rata kandungan amoniak di outlet *Horizontal Gravel Filter* adalah sebesar 0.253 mg/l. Standar yang yang diijinkan untuk membuang kadar amoniak di dalam badan air golongan 3 adalah sebesar 1 mg/l.
2. Dari hasil penelitian didapat bahwa *Horizontal Gravel Filter* mampu menurunkan kadar amoniak sebesar 12,65 %.
3. Kadar fosfat belum memenuhi standar sesuai dengan SK Gubernur DIY no 65 tahun 1999, rata-rata kandungan fosfat di inlet *Horizontal Gravel Filter* adalah sebesar 6,815 mg/l, sedangkan rata-rata kandungan fosfat di outlet *Horizontal Gravel Filter* adalah sebesar 7,481 mg/l. Standar yang yang diijinkan untuk membuang kadar fosfat di dalam badan air golongan 3 adalah sebesar 3 mg/l.
4. Dari hasil penelitian didapat bahwa fosfat yang terdapat di *Horizontal Gravel Filter* mengalami kenaikan sebesar + 9,77 %.
5. Penurunan amoniak dapat dilakukan dengan menggunakan proses nitrifikasi dan denitrifikasi pada *Horizontal Gravel Filter* sedangkan penurunan fosfat dilakukan dengan menambahkan alum pada bak pencampuran alum yang terletak setelah bak *Horizontal Gravel Filter*. Sedangkan proses aerasi dengan menggunakan tipe kombinasi air mancur payung vertikal (3:1) digunakan untuk untuk menurunkan amoniak dan mengembalikan nilai pH pada range 6,5-8,5, yang turun pada proses penambahan alum. Selain itu menggunakan media grravel pada *Horizontal Gravel Filter* dan pemilihan tanaman yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar amoniak dan fosfat.

6. Tabel analisa, faktor penyebab dan solusi *Horizontal Gravel Filter*

Analisa	Faktor penyebab	Solusi
Penurunan amoniak = 12,65 % Kenaikan pospat = +9,77 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Waktu detensi</li> <li>-Kebutuhan area permukaan</li> <li>-Karakteristik media</li> <li>-Umur material</li> <li>- <i>Loading rate</i></li> <li>- Ketinggian air</li> <li>- Pemilihan jenis tanaman</li> <li>- Umur tanaman</li> <li>- Ketinggian tanaman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memperluas luas permukaan sehingga didapat waktu detensi 6-10 hari.</li> <li>- Menggunakan media gravel untuk menghindari penyumbatan.</li> <li>- Pemanfaatan tanaman berupa <i>bulrush</i> (<i>Scirpus, spp</i>), <i>reeds</i> (<i>Pharagmites australis</i>) dan <i>Cattails</i> (<i>Typha</i>) untuk menurunkan kadar amoniak dan fospat.</li> <li>- Memperhatikan umur tanaman dan ketinggian tanaman sehingga efektifitas kinerja <i>Horizontal Gravel Filter</i> semakin tinggi.</li> <li>- Memperhatikan waktu pencucian dan pergantian gravel</li> </ul>

## 6.2 Saran

1. Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Panti Baktiningsih dengan menggunakan *Horizontal Gravel Filter (HGF)* belum berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga diperlukan perbaikan dari sistem yang sudah ada.
2. Pemeliharaan IPAL perlu ditingkatkan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, Santika, Simestri, Sri, 1984, *Metode penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya
- Benefield, D, Larry and Randall, W, Clifford, *Biological Process Design for Wastewater Treatment*, Prentice Hall, Eng Lewood, Cliffs, NJ 07632
- Campbell, Craigh S, Michael H. Ogden, 1999, *Constructed wetlands in the sustainable landscape*, Toronto : John Wiley
- Hosetli, B.B, *Wetlands Conservation and Management*, Post graduate Department of Applied Zoology, Kuvempu University, B.R Project, District Shimoga, Karnataka, Pointer Publishers Jaipur 302003 (Ras) India
- Jenie, Laksmi, Sri, Betty dan Rahayu, Pudji, Winiati, 1990, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Kanisius
- Khiatuddin, Maulida, 2003, *Melestarikan sumber daya air dengan teknologi rawa buatan*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta
- Marsono, Djoko, Bowo, *Unit Operasi*, Media Informasi Alumni Teknik Lingkungan ITS, Surabaya
- Metcalf and Eddy, *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*, third edition, Mc Graw Hill, Inc
- Mariato, Adi, Lukito, 2002, *Tanaman air*, Agro Media Pustaka, Jakarta
- Pranoto, Singgih, Ibnu, *Proses Biokimia DEWATS*, DEWATS LPTP BORDA, Yogyakarta, Juli 2002
- Pranoto, Singgih, Ibnu, *Uji coba penurunan Amoniak (NH<sub>3</sub>) pada IPAL DEWATS*, DEWATS Project Indonesia LPTP, Yogyakarta
- Pranoto, Singgih, Ibnu, *Uji coba penurunan fosfat pada IPAL DEWATS*, DEWATS Project Indonesia LPTP, Yogyakarta
- Sasse, Ludwig, 1998, *DEWATS "Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries"*



Sugiharto, 1987, *Dasar- Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Indonesia

Tasane, Saul, 1999 *Evaluasi Perencanaan dan Pengelolaan Air limbah pada Rumah Sakit PT. Semen Gresik di Gresik*, Program studi Diploma IV Kesehatan Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS, Surabaya

Tchobanoglous, *Small Decentralized Wastewater Management Systems*

University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Center for natural resources Soil and Water Science Department Wetlands Biogeochemistry Laboratory Center for Wetlands, *Wetlands System for Water Pollution Control Volume I*, IWA International Water Association

Widiadi, *Teknik Penyehatan Masyarakat*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS

Welch, E.B and Lindell, T, *Ecological effect of wastewater applied limnology and pollutant effects*, E & FN SPON, An Imprint of Chapman & Hall

- Fakhrizal dan Arisandi, Prigi, *Mewaspadai bahaya limbah domestik di kali mas*  
<http://www.terranel.or.id/tulisandetil.php?id=1566>
- Hasim, *Enceng gondok pembersih polutan logam berat*  
[www.unisosdem.org/ekopol\\_list.php?coid=2&caid=40](http://www.unisosdem.org/ekopol_list.php?coid=2&caid=40)
- Irianto, Agus, *Perbaikan kualitas air pada budidaya perikanan melalui optimalisasi lahan basah* [http://www.aquaculture-mai.org/berita/isi\\_berita/perbaikan.htm](http://www.aquaculture-mai.org/berita/isi_berita/perbaikan.htm)
- Kelompok III.PBS.702 *Pengelolaan lahan basah pesisir (coastal wetlands) secara terpadu dan berkelanjutan.* [http://rudycet.tripod.com/sem2\\_012/kel3\\_0212.htm](http://rudycet.tripod.com/sem2_012/kel3_0212.htm)
- LIPI, *Enceng gondok tanaman pengganggu yang bermanfaat*  
<http://www.e-smartschool.com/PNU/005/PNU0050010.asp>
- Priyanto, Budhi dan Priyatno, Joko , *Fitoremediasi sebagai sebuah teknologi pemulihan pencemaran khususnya logam berat*  
<http://lfl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm>
- Sitairesmi, *Mikrobiologi lingkungan I*  
<http://www.angelfire.com/home/bioui/ML2.htm>
- Tome, Hari, *Mengolah limbah dengan teknologi rawa*  
[http://www.sulut.go.id/artikel.php?berita\\_id=82](http://www.sulut.go.id/artikel.php?berita_id=82)
- Constructed wetlands*  
<http://www.cens.nau.edu/Projects/WDP/resources/treatmentsyst/Wetland.htm>
- Introduction, Wetlands History, Design and treatment*  
[http://www.iamu.org/main/studies\\_reports/reports/Wetland%20Report/Section%20II%20Intro.%20History%20Design.pdf](http://www.iamu.org/main/studies_reports/reports/Wetland%20Report/Section%20II%20Intro.%20History%20Design.pdf)
- Septic tank to SubSurface Wetlands System*  
<http://www.ci.austin.tx.us/wri/treat8.htm>
- Types SubSurface flow Wetlands*  
[http://www.constructedwetland.org/technology\\_pages/rb\\_types.html](http://www.constructedwetland.org/technology_pages/rb_types.html)

**Daftar Rincian Jumlah Tenaga  
Di RSUD Panti Baktiningsih Klepu  
Keadaan Bulan Maret 2005**

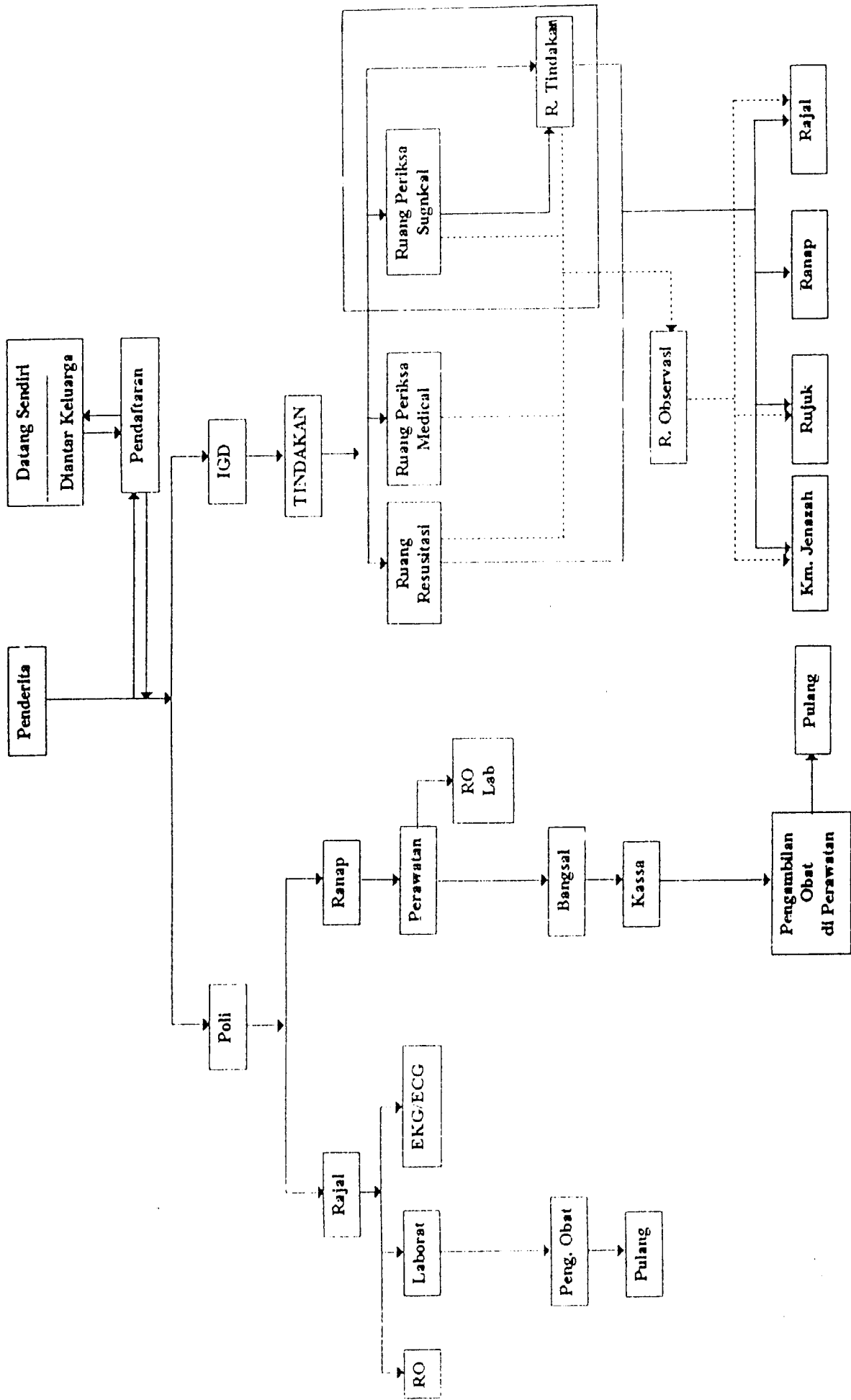
**I. MEDIS DAN PARA MEDIS**

1.	a. Dokter Umum	:	7
	b. Dokter Spesialis	:	8
	c. Dokter Gigi	:	1
2.	Perawat & Bidan	:	14
3.	Asisten Perawat	:	8
4.	Laboratorium	:	3
5.	Radiologi	:	2
6.	Farmasi	:	4

**II TENAGA NON MEDIS**

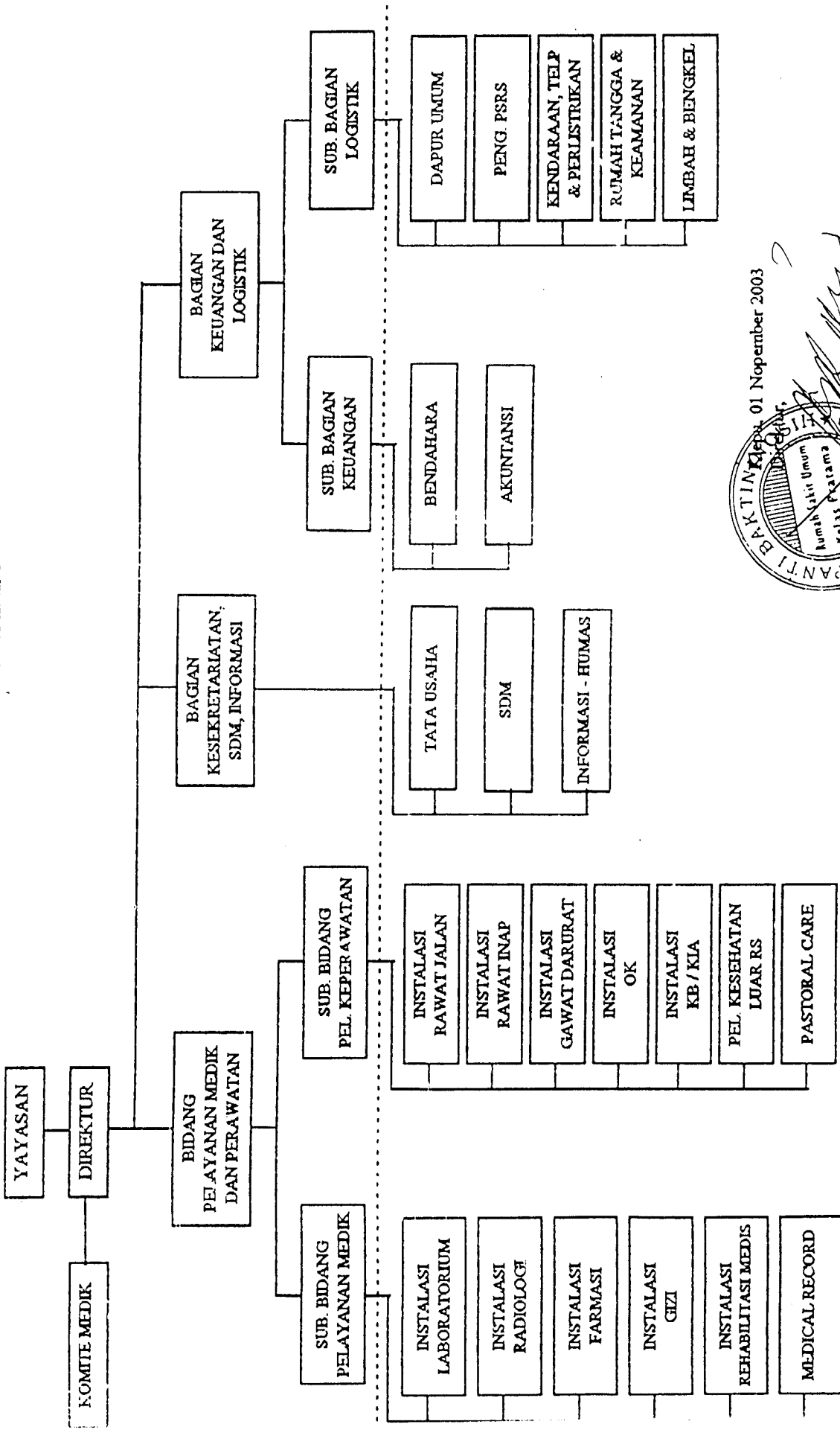
1.	Administrasi keuangan	:	4
2.	Medical Record	:	4
3.	Sekretariat / TU	:	2
4.	Dapur & Gizi	:	7
5.	Washray / Cucian	:	5
6.	Cleaning Servis & RT	:	8
7.	Driver	:	2
8.	Limbah	:	2
9.	Jaga Malam	:	1
			+ -----
	<b>Jumlah</b>		<b>82</b>

# ALUR PELAYANAN PASIEN RSU PANTI BAKTINGSIH KLEPU



# STRUKTUR ORGANISASI RSU PANTI BAKTINGSIH KELAS PRATAMA

Lampiran SK. Direktur RSU No : RS/158/XI/03/B. Tgl. : 01 Nopember 2003



Klasifikasi: 01 Nopember 2003

PANTI BAKTINGSIH  
Kelas Pratama  
Klipan Gresik

Kusafat Suryono, MM

**DATA PASIEN RSU PANTI BAKTININGSIH**  
 Mulai tgl. 01 Januari 2005 s/d 28 Februari 2005

**RAWAT INAP**

Tanggal	JUMLAH	
	Januari	Februari
1	14	9
2	10	12
3	13	13
4	19	18
5	17	16
6	18	16
7	12	12
8	10	10
9	12	4
10	11	9
11	14	12
12	17	14
13	15	19
14	14	14
15	11	12
16	10	13
17	11	12
18	18	9
19	14	10
20	12	14
21	13	13
22	10	12
23	7	13
24	13	12
25	14	12
26	14	14
27	10	11
28	13	15
29	16	
30	13	
31	8	

**RAWAT JALAN**

Tanggal	JUMLAH	
	Januari	Februari
1	36	30
2	26	28
3	28	43
4	39	42
5	43	39
6	38	15
7	31	27
8	36	25
9	16	27
10	27	20
11	40	41
12	32	30
13	35	23
14	37	25
15	32	27
16	12	28
17	32	33
18	31	36
19	33	27
20	40	18
21	20	24
22	43	26
23	11	15
24	34	31
25	32	36
26	29	22
27	40	17
28	28	26
29	30	
30	19	
31	24	

## PEMAKAIAN JUMLAH DETERGENT

Periode 01 Januari s.d. 28 Februari 2005

### **JANUARI**

- Persil : 5,886 kg
- Rinso : 12 kg
- Sabun Batangan : 93 btg
- Pemutih ( Sunklin ) : 14,5 lt
- Pewangi ( Mollto ) : 9 lt

### **FEBRUARI**

- Rinso : 15 kg
- Sabun Batangan : 62 btg
- Pemutih ( Sunklin ) : 14 lt
- Pewangi ( Mollto ) : 8 tlr

## JUMLAH PASIEN RAWAT INAP

Periode 01 Januari s.d. 28 Februari 2005 sejumlah : **239** orang ( pasien )

**DAFTAR PEMAKAIAN DETERGENT  
DI WASHRAY  
Bulan Januari 2005**

Tanggal	Jenis Detergent	Jumlah	Tanggal	Jenis Detergent	Jumlah
01.	Sabun Sunlight	4 btg	11.	Sabun Sunlight	4 btg
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Persil	535 gr
02.	Sabun Sunlight	3 btg	12.	Sabun Sunlight	2 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
03.	Sabun Sunlight	5 btg	13.	Sabun Sunlight	2 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
04.	Sabun Sunlight	3 btg	14.	Sabun Sunlight	2 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
05.	Sabun Sunlight	5 btg	15.	Sabun Sunlight	2 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
06.	Sabun Sunlight	4 btg	16.	Sabun Sunlight	2 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
07.	Sabun Sunlight	5 btg	17.	Sabun Sunlight	2 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
08.	Sabun Sunlight	4 btg	18.	Sabun Sunlight	2 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
09.	Sabun Sunlight	4 btg	19.	Sabun Sunlight	3 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml
10.	Sabun Sunlight	4 btg	20.	Sabun Sunlight	4 btg
	Sunclin	500 ml		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Persil	535 gr		Sunclin	500 ml



Tanggal	Jenis Detergent	Jumlah	Tanggal	Jenis Detergent	Jumlah
21.	Sabun Sunlight	3 btg	31.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
22.	Sabun Sunlight	3 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
23.	Sabun Sunlight	3 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
24.	Sabun Sunlight	3 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
25.	Sabun Sunlight	3 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
26.	Sabun Sunlight	2 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
27.	Sabun Sunlight	2 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
28.	Sabun Sunlight	2 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
29.	Sabun Sunlight	2 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			
30.	Sabun Sunlight	2 btg			
	Rinso	500 gr			
	Molto	300 ml			
	Sunclin	500 ml			

**DAFTAR PEMAKAIAN DETERGENT  
DI WASHRAY  
Bulan Februari 2005**

<b>Tanggal</b>	<b>Jenis Detergent</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Jenis Detergent</b>	<b>Jumlah</b>
01.	Sabun Sunlight	2 btg	11.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
02.	Sabun Sunlight	2 btg	12.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
03.	Sabun Sunlight	3 btg	13.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
04.	Sabun Sunlight	3 btg	14.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
05.	Sabun Sunlight	2 btg	15.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
06.	Sabun Sunlight	2 btg	16.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
07.	Sabun Sunlight	2 btg	17.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
08.	Sabun Sunlight	2 btg	18.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
09.	Sabun Sunlight	2 btg	19.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml
10.	Sabun Sunlight	2 btg	20.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr		Rinso	500 gr
	Molto	300 ml		Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml		Sunclin	500 ml

<b>Tanggal</b>	<b>Jenis Detergent</b>	<b>Jumlah</b>
21.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml
22.	Sabun Sunlight	3 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml
23.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml
24.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml
25.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml
26.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml
27.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml
28.	Sabun Sunlight	2 btg
	Rinso	500 gr
	Molto	300 ml
	Sunclin	500 ml

## JUMLAH CUCIAN DI LAUNDRY

Bulan Januari s.d. Februari 2005

No.	Macam barang	Jumlah	Ket.
1	Laken	563 pcs	
2.	Selimut	716 pcs	
3.	Sarung bantal	834 pcs	
4.	Sarung guling	70 pcs	
5.	Stick Laken	877 pcs	
6.	Washlap	1.015 pcs	
7.	Lap bongkar	505 pcs	
8.	Lap piring	896 pcs	
9.	Handuk	595 pcs	
10.	Keset	27 pcs	
11.	Taplak meja	290 pcs	
12.	Baju	888 pcs	
13.	Korden	107 pcs	
14.	Topi operasi	69 pcs	
15.	Sarung	12 pcs	
16.	Jarik / kain panjang	15 pcs	
17.	Baju bayi	52 pcs	
18.	Popok	95 pcs	
19.	Gedong	185 pcs	
20.	Gurita	36 pcs	
21.	Celana panjang	75 pcs	
22.	Masker	43 pcs	
23.	Duk	10 pcs	
24.	Lap tangan	99 pcs	
25.	Baju dalam	769 pcs	
26.	Celana dalam	1.181 pcs	
27.	Celana pendek	12 pcs	
28.	BH	573 pcs	
29.	Jaket	143 pcs	
30.	Sapu tangan	811 pcs	
31.	Kain pel	753 pcs	

**JUMLAH CUCIAN DI LAUNDRY**  
**Januari 2005**

Tanggal	Ukuran		Jumlah
	Besar	Kecil	
1.	62	191	253
2.	62	210	272
3.	69	218	287
4.	63	217	280
5.	72	193	265
6.	61	198	259
7.	35	10	45
8.	87	321	408
9.	111	261	372
10.	62	179	241
11.	64	166	230
12.	50	187	237
13.	94	300	393
14.	65	230	295
15.	60	198	258
16.	52	272	324
17.	61	155	216
18.	66	215	281
19.	56	234	290
20.	56	190	246
21.	98	316	414
22.	53	191	244
23.	68	236	304
24.	60	233	293
25.	45	243	288
26.	70	180	250
27.	55	170	225
28.	52	114	164
29.	50	146	196
30.	35	163	208
31.	39	174	213
<b>Total</b>			<b>8.251</b>

**JUMLAH CUCIAN DI LAUNDRY**  
**Februari 2005**

Tanggal	Ukuran		Jumlah
	Besar	Kecil	
1.	121	413	534
2.	56	163	219
3.	62	208	270
4.	59	145	204
5.	73	168	241
6.	71	234	305
7.	67	197	264
8.	57	184	241
9.	68	231	299
10.	57	184	241
11.	46	176	222
12.	53	189	242
13.	65	158	223
14.	79	259	338
15.	73	172	245
16.	59	235	294
17.	58	198	256
18.	49	197	246
19.	58	150	208
20.	55	164	219
21.	69	247	316
22.	74	261	335
23.	62	199	261
24.	76	186	262
25.	58	202	260
26.	64	102	266
27.	78	116	194
28.	62	154	216
<b>Total</b>			<b>7.421</b>

BIAYA PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
RSU PANTI BAKTININGSIH  
KLEPU, SENDANGMULYO, MINGGIR, SLEMAN, YOGYAKARTA

---

i. Periode : 01 Januari s.d. Desember 2004

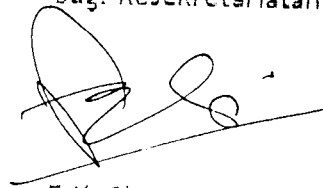
1. Tenaga / petugas	2 orang	⊗ Rp 850.000,- x 12 bulan	= Rp 10.200.000,-
2. Sewa botol 1 buah/bulan		⊗ Rp 4.000,- x 12 bulan	= Rp 48.000,-
3. Beli jrigen 1 buah/bulan		⊗ Rp 2.500,- x 12 bulan	= Rp 30.000,-
4. Beli spiritus untuk mensterilkan botol- 1 liter @ Rp12.000,-			= Rp 12.000,-
5. Pemeriksaan limbah cair ke BTKL		⊗ Rp 154.000,- x 12 bulan	= Rp 1.848.000,-
6. Listrik PLN / Genzet 1 bulan		⊗ Rp 30.000,- x 12 bulan	= Rp 360.000,-
7. Untuk penghijauan taman dengan tanaman alami di sekeliling			= Rp 50.000,-
8. Renovasi lokasi teknik pengelolaan limbah			= Rp 25.532.000,-
<u>Jumlah</u>			<u>= Rp 38.080.000,-</u>

ii. Periode : 01 Januari s.d. 28 Februari 2005

1. Tenaga / petugas	2 orang	⊗ Rp 875.000,- x 2 bulan	= Rp 1.750.000,-
2. Sewa botol 1 buah/bulan		⊗ Rp 4.000,- x 2 bulan	= Rp 8.000,-
3. Beli jrigen 1 buah/bulan		⊗ Rp 2.500,- x 2 bulan	= Rp 5.000,-
4. Beli spiritus untuk mensterilkan botol- 1 liter			= Rp 1.200,-
5. Pemeriksaan limbah cair ke BTKL		⊗ Rp 154.000,- x 2 bulan	= Rp 308.000,-
6. Listrik PLN / Genzet 1 bulan		⊗ Rp 30.000,- x 2 bulan	= Rp 60.000,-
7. Beli semen 2 Zak dan pasir untuk perbaikan tugu-tugu pagar yang rusak akibat mobil jatuh			= Rp 75.000,-
<u>Jumlah</u>			<u>= Rp 2.207.200,-</u>

Klepu, 30 Maret 2005

Bag. Kesekretariatan, SDM dan Informasi



F.X. Siyam

## ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

1. Contoh dari : RS Panti Bakti, Godean Kab. Sleman
2. Jenis contoh : Agregat kasar (Gravelly Sand)
3. Dikerjakan : Pranoto
4. Tanggal : 23 Desember 2004

### Sampel 1

NO. SARINGAN		BERAT (gram)		JUMLAH PERSEN (%)	
mm	Inchi	tertahan	Jumlah Tertahan	tertahan	lolos
25.4	1"	452	452	22.851	77.149
19.1	3/4"	534	986	49.848	50.152
12.700	1/2"	600	1586	80.182	19.818
9.520	3/8"	162.00	1748	88.372	11.628
4.760	# 4	215.00	1963	99.242	0.758
2.380	#8	15.00	1978	100.000	0.000
	pan	0.00	1978	100.000	0.000

### Sampel 2

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)	
mm	Inchi	tertahan	jumlah	tertahan	lolos
25.4	1"	511	511	25.887	74.113
19.1	3/4"	325	836	42.351	57.649
12.700	1/2"	581	1417	71.783	28.217
9.520	3/8"	282.00	1699	86.069	13.931
4.760	# 4	260.00	1959	99.240	0.760
2.380	#8	15.00	1974	100.000	0.000
	pan	0.00	1974	100.000	0.000

Yogyakarta, 24 Desember 2004  
 a/n, Kepala Lab. Jalan Raya

  
Sukanto HM

Laboran. Jalan Raya



## ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

1. Contoh dari : RS Panti Bakti, Godean Kab. Sleman
2. Jenis contoh : Agregat kasar (Gravelly Sand)
3. Dikerjakan : Pranoto
4. Tanggal : 23 Desember 2004

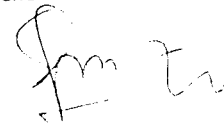
### Sampel 3

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos
25.4	1"	735	735	36.935	63.065
19.1	3/4"	342	1077	54.121	45.879
12.700	1/2"	577	1654	83.116	16.884
9.520	3/8"	245.00	1899	95.427	4.573
4.760	# 4	90.00	1989	99.950	0.050
2.380	#8	1.00	1990	100.000	0.000
	pan	0.00	1990	100.000	0.000

### Sampel 4

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos
25.4	1"	410	410	20.812	79.188
19.1	3/4"	283	693	35.178	64.822
12.700	1/2"	760	1453	73.756	26.244
9.520	3/8"	337.00	1790	90.863	9.137
4.760	# 4	178.00	1968	99.898	0.102
2.380	#8	2.00	1970	100.000	0.000
	pan	0.00	1970	100.000	0.000

Yogyakarta, 24 Desember 2004  
 a/n, Kepala Lab. Jalan Raya



Sukanto HM

## ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

1. Contoh dari : RS Panti Bakti, Godean Kab. Sleman
2. Jenis contoh : Agregat kasar (Gravelly Sand)
3. Dikerjakan : Pranoto
4. Tanggal : 23 Desember 2004

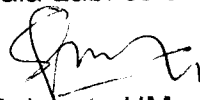
### Sampel 5

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos
25.4	1"	1090	1090	55.386	44.614
19.1	3/4"	496	1586	80.589	19.411
12.700	1/2"	341	1927	97.917	2.083
9.520	3/8"	35.00	1962	99.695	0.305
4.760	# 4	5.00	1967	99.949	0.051
2.380	#8	1.00	1968	100.000	0.000
	pan	0.00	1968	100.000	0.000

### Sampel 6

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos
25.4	1"	870	870	43.807	56.193
19.1	3/4"	640	1510	76.032	23.968
12.700	1/2"	378	1888	95.065	4.935
9.520	3/8"	87.00	1975	99.446	0.554
4.760	# 4	10.00	1985	99.950	0.050
2.380	#8	1.00	1986	100.000	0.000
	pan	0.00	1986	100.000	0.000

Yogyakarta, 24 Desember 2004  
 a/n, Kepala Lab. Jalan Raya



**Sukamto HM**

Laboran. Jalan Raya

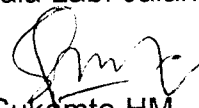
## ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

1. Contoh dari : RS Panti Bakti, Godean Kab. Sleman
2. Jenis contoh : Agregat kasar (Gravelly Sand)
3. Dikerjakan : Pranoto
4. Tanggal : 23 Desember 2004

Sampel 7

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos
25.4	1"	728	728	36.546	63.454
19.1	3/4"	360	1088	54.618	45.382
12.700	1/2"	572	1660	83.333	16.667
9.520	3/8"	172.00	1832	91.968	8.032
4.760	# 4	155.00	1987	99.749	0.251
2.380	#8	5.00	1992	100.000	0.000
	pan	0.00	1992	100.000	0.000

Yogyakarta, 24 Desember 2004  
 a/n, Kepala Lab. Jalan Raya

  
**Sukanto HM**  
 Laboran. Jalan Raya



جامعة الإسلامية Indonesia  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

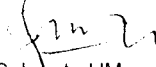
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

### PEMERIKSAAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

1. Contoh dari : RS Panti Baktiningsih Godean, Sleman Diperiksa Tanggal : 22 s/d 23 Des 2004  
2. Jenis Contoh : Agregat Kasar (Gravelly Sand) Diperiksa Oleh : Pranoto

No Sample	Brt Talam (gram)	Berat (gram)		Jumlah Air = a-b ( c )	Absorsi = c/b * 100
		Basah Jenuh (a)	Kering Oven (b)		
1 a	99	1009	984	25	2.541
b	96	1004	987	17	1.722
2 a	96	1009	984	25	2.541
b	95	1011	987	24	2.432
3 a	96	1014	989	25	2.528
b	97	1021	989	32	3.236
4 a	95	1035	985	50	5.076
b	97	1033	985	48	4.873
5 a	118	1010	987	23	2.330
b	124	1007	980	27	2.755
6 a	324	1003	984	19	1.931
b	320	1008	986	22	2.231
7 a	125	1009	983	26	2.645
b	75	1008	986	22	2.231

Yogyakarta, 23 Desember 2004  
a/n Kepala Lab. Jalan Raya

  
Sukanto HM

DATA KEGIATAN TAHUN 2002

Nama Kegiatan : RSU Pantj Baktiningsih  
 Alamat Kegiatan : Kiepu, Sendangmulyo, Mingsir, Sleman, Yogyakarta  
 Jenis Kegiatan : Rumah Sakit  
 Kapasitas Terpasang : 50 tempat tidur  
 Produksi Utama : Orang menjadi sehat  
 Produk Samping :  
 Kebutuhan Air : 10 m<sup>3</sup>/perhari  
 Sumber Air : Sumur  
 Bahan Baku :  
 Bahan Pendukung :  
 Sifat Limbah : B3  
 Prakiraan debit Limbah cair : 3.8 m<sup>3</sup>/hr  
 Badan Penerima Air Buangan : Saluran Irigasi  
 Pimpinan Perusahaan : dr. Yosafat Suryono, MM  
 Contact person : Sekretariat Rumah sakit

Data Limbah Cair  
 1. Kadar Parameter Pencemar

Parameter	Satuan	NAB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suhu	oC	30	29	29	29	29	29	28	28	29	28	29	28	29
BOD	mg/L	75	16	36	12	9,5	47,71	12,6	14	11	44,6	16	35	21,4
COD	mg/L	100	8,8	180	21,6	19	122	39	40	39	95	58	78	46
TSS	mg/L	100	1,0	5	7	3	0	2	3	1	5	6,0	1	1
NH3 bebas	mg/L	1	0,6500	0,8281	0,9834	0,6414	0,0028	0,0131	0,1592	0,0225	1,2221	4,9644	0,8545	0,1094
PO4	mg/L	3	1,800	1,179	4,350	1,952	1,246	11,763	7,049	7,601	4,652	9,038	1,751	0,327
Minyak dan lemak	mg/L	10												
Deterjen	mg/L	5	0,755	0,268	0,527	0,240	0,305	0,569	0,373	0,173	0,355	0,225	0,535	0,464
Phenol	mg/L	1	0,067	0,0937	0,027	0,1163	0,2063	0,0412	0,041	0,0862	0,1238	0,0752	0,1012	0,1655
pH	-	6,0-9,0	7,5	7,5	7,5	7,6	7,3	7,5	7,7	7,4	7,6	7,5	7,1	7,1
Bakt. Coliform	sel	10.000									120,10	1240	10	15
Bakt. Patogen :														
BP. Salmonella	-	neg												
BP. Shigela	-	neg												
BP. Vibrio Cholera	-	neg												
BP. Streptococcus	-	neg												

2. Debit limbah

Faktor-faktor	satuan	Bin	Bin	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a. Debit Limbah Cair	m <sup>3</sup> /bln												
b. Produksi	ton/bln	-											
c. Vol limbah	m <sup>3</sup> /ton	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####

3. Beban Pencemaran

Parameter	Satuan	NAB	Bin	Bin	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suhu														
BOD														
COD														
TSS														
NH3 bebas														
PO4														
Minyak dan lemak														
Deterjen														
Phenol														
pH														
Bakt. Coliform														
Bakt. Patogen :														
BP. Salmonella														
BP. Shigela														
BP. Vibrio Cholera														
BP. Streptococcus														

DATA KEGIATAN TAHUN 2003

Nama Kegiatan : RSU Panti Baktiingsih  
 Alamat Kegiatan : Klepu, Sendangmulyo, Minggir, Sleman, Yogyakarta  
 Jenis Kegiatan : Rumah Sakit  
 Kapasitas Terpasang : 50 tempat tidur  
 Produksi Utama : Orang menjadi sehat  
 Produk Samping :  
 Kebutuhan Air : 10 m3/perhari  
 Sumber Air : Sumur  
 Bahan Baku :  
 Bahan Penolong :  
 Sifat Limbah : B3  
 Prakiraan debit Limbah cair : 3,8 m3/hr  
 Badan Penerima Air Buangan : Saluran irigasi  
 Pimpinan Perusahaan : dr.Yosafat Suryono, MM  
 Contact person : Sekretaris Rumah sakit

Data Limbah Cair

1. Kadar Parameter Pencemar

Parameter	Satuan	NAB	Bln 1	Bln 2	Bln 3	Bln 4	Bln 5	Bln 6	Bln 7	Bln 8	Bln 9	Bln 10	Bln 11	Bln 12
Suhu	oC	30	29	29	30	30	29	28	29		28	28		
BOD	mg/L	75	61,9	17	12	12	61,4	19,5	15		10	17		
COD	mg/L	100	129	40	19	18	135	45	35		50	28		
TSS	mg/L	100	3	1	1	2	2	9	12		1	0		
NH3 bebas	mg/L	1	0,0	0,0	0,0026	0,0009	0,0054	0,012	< LD		< LD	< LD		
PC4	mg/L	3	1,305	4,823	1,274	2,718	1,587	0,774	1,247		3,369	6,287		
Minyak dan lemak	mg/L	10	0,682	0,675	0,15	0,3437	-	-	-		-	-		
Deterjen	mg/L	5	0,1439	0,349	0,102	0,607	0,871	0,308	0,482		0,299	0,643		
Phenol	mg/L	1,00	0,3564	0,4164	0,0637	0,1613	< LD	0,025	0,041		0,0937	0,0787		
pH	-	6,0-9,0	5,8	6,0	7,0	6,7	6,8	7,1	8		7,3	7,4		
Bakt. Coliform	sel	10.000	920.10 <sup>1</sup>	920.10 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup> .10 <sup>0</sup>	2 <sup>2</sup> .10 <sup>0</sup>	7	2 <sup>2</sup> .10 <sup>0</sup>	13.10 <sup>0</sup>	920.10 <sup>1</sup>	920.10 <sup>2</sup>	240.10 <sup>3</sup>		
Bakt. Patogen :														
BP. Salmonela	-	neg	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
BP. Shigela	-	neg	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
BP. Vibrio Cholera	-	neg	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
BP. Streptococcus	-	neg	-	-	-	-	-	-	-		-	-		

2. Debit limbah

Faktor-faktor	satuan	Bln 1	Bln 2	Bln 3	Bln 4	Bln 5	Bln 6	Bln 7	Bln 8	Bln 9	Bln 10	Bln 11	Bln 12
a. Debit Limbah Cair	m3/bln												
b. Produksi	ton/bln	-	-										
c. Vol. limbah	m3/ton												

3. Beban Pencemaran

Parameter	Satuan	NAB	Bln 1	Bln 2	Bln 3	Bln 4	Bln 5	Bln 6	Bln 7	Bln 8	Bln 9	Bln 10	Bln 11	Bln 12
Suhu														
BOD														
COD														
TSS														
NH3 bebas														
PC4														
Minyak dan lemak														
Deterjen														
Phenol														
pH														
Bakt. Coliform														
Bakt. Patogen :														
BP. Salmonela														
BP. Shigela														
BP. Vibrio Cholera														
BP. Streptococcus														



2. Debit limbah

Faktor-faktor	satuan	Bln 1	Bln 2	Bln 3	Bln 4	Bln 5	Bln 6	Bln 7	Bln 8	Bln 9	Bln 10	Bln 11	Bln 12
a. Debit Limbah Cair	m <sup>3</sup> /bln	6.653	7.469	7.714	6.653	6.653	7.469	6.653	6.653	6.653	6.653	7.714	7.714
b. Produksi	ton/bln	-											
c. Vol.limbah	m <sup>3</sup> /ton												

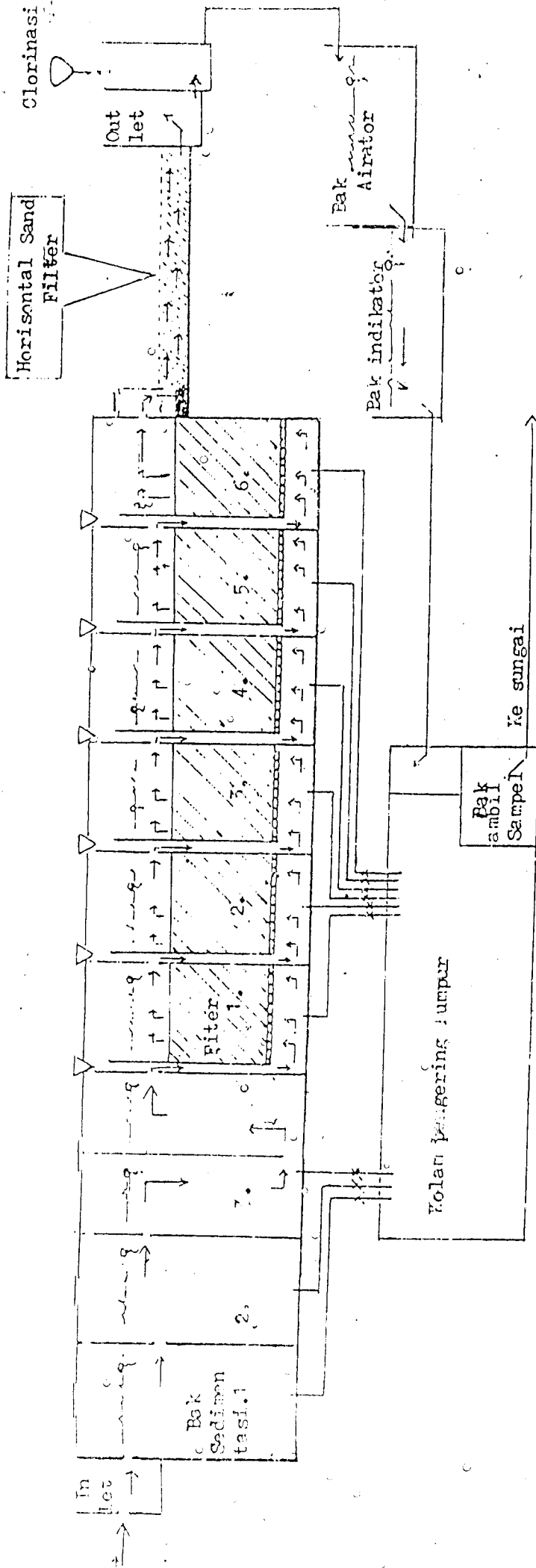
3. Beban Pencemaran

Parameter	Satuan	NAB	Bln 1	Bln 2	Bln 3	Bln 4	Bln 5	Bln 6	Bln 7	Bln 8	Bln 9	Bln 10	Bln 11	Bln 12
Suhu			1											
BOD														
COD														
TSS														
NH3 bebas														
PO4														
Minyak dan lemak														
Deterjen														
Phenol														
pH														
Bakt. Coliform														
Bakt. Patogen :														
BP. Salmonella														
BP. Shigella														
BP. Vibrio Cholera														
BP. Streptococcus														





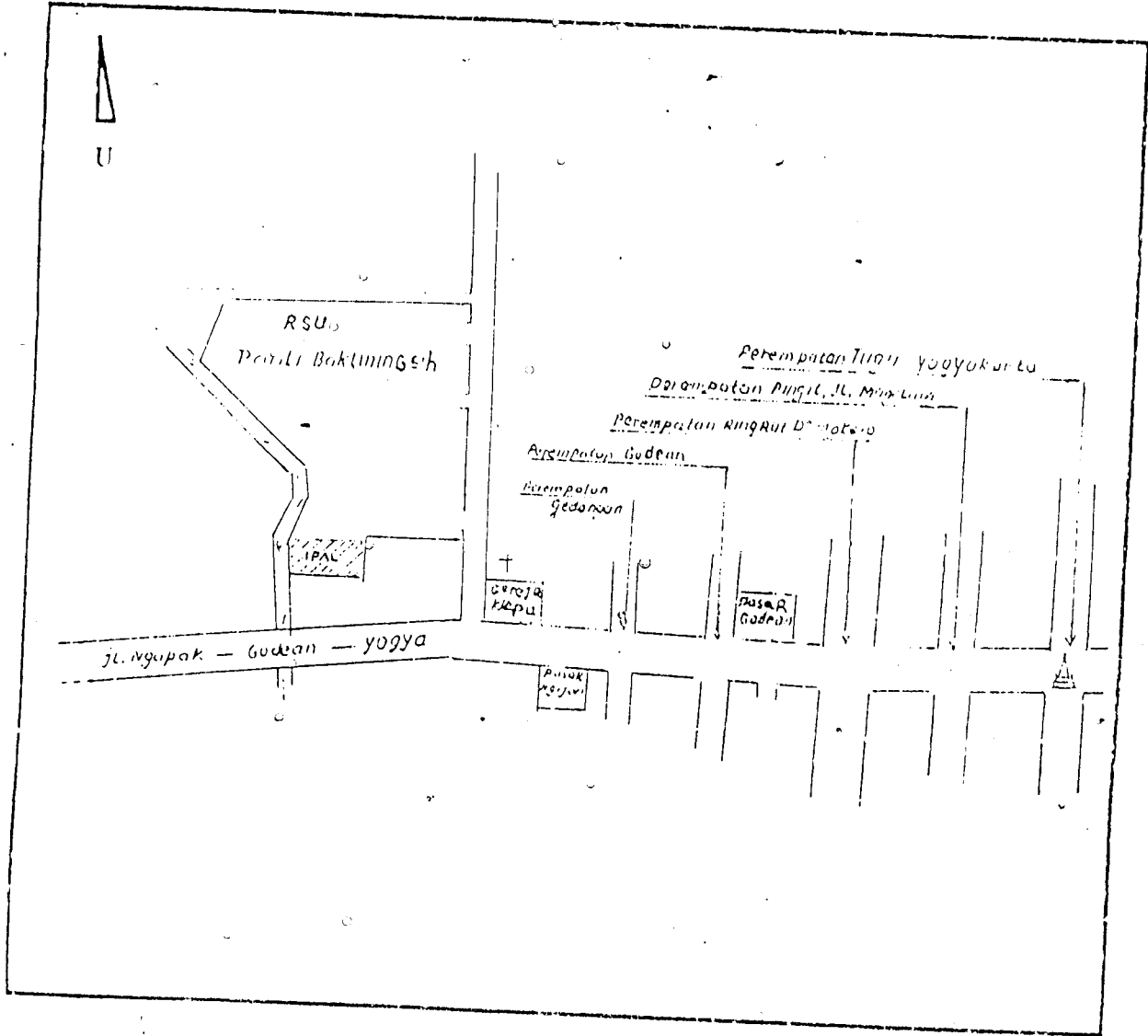
Gambar Teknis Instalasi Pengolahan Limbah Cair  
RSU Panti Baktiningsih



7

# GAMBAR SITUASI KEGIATAN

1. Nama Perusahaan : RSU Panti Baktiningsih
2. Gambar Denah : lokasi IPAL



Lembar 1 : untuk Bapedalda Prop. DIY  
Lembar 2 : untuk Pemohon





## Metode penelitian amoniak

**Metode : SNI 06-2479-1991**

**Tujuan :** Untuk mengetahui kandungan amoniak di dalam air limbah.

**Alat :**

1. Gelas Nessler
2. Gelas ukur
3. Erlemeyer 50 ml
4. Spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm

**Bahan :**

1. Reagen Nessler
2. Larutan  $ZnSO_4$
3. Larutan NaOH 6 N
4. Larutan EDTA

**Cara kerja :**

1. Siapkan 100 ml sampel air limbah di dalam gelas Nessler.
2. Tambahkan ke dalam 100 ml sampel air limbah tersebut dengan larutan  $ZnSO_4$  dan larutan NaOH 6 N
3. Diamkan, hingga menjadi endapan
4. Ambil 25 ml sampel air limbah lalu masukkan ke dalam gelas erlemeyer 50 ml
5. Tambahahkan 1 tetes larutan EDTA dan reagen Nessler
6. Hitung dengan menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 410 nm

**Perhitungan :**

**Konsentrasi Amoniak = Konsentrasi pH \* ppm \* pengenceran**

dimana :

Konsentrasi pH = Didapat dari pengukuran pH

Ppm = Didapat hasil perhitungan dari spektrofotometer

Pengenceran = Didapat percobaan di laboratorium

## **Metode penelitian Fospat**

**Metode : APHA 1998, Section 4500-PD**

**Tujuan :** Untuk menentukan kandungan fospat dalam air limbah

**Alat :**

1. Erlemeyer 100 ml
2. Gelas ukur 50 ml
3. Pipet ukur 10 ml
4. Pipet ukur 5 ml
5. Kompor listrik
6. Spektrofotometer 20 D

**Bahan :**

1. Larutan Pp
2. Larutan  $H_2SO_4$  1:3
3. Ammonium peroxodisulfat
4. NaOH 1 N
5.  $SnCl_2$
6. Ammonium molibdat

**Cara kerja :**

1. Siapkan 50 ml sampel air limbah masukkan ke dalam erlemeyer 100ml
2. Tambahkan 2-3 tetes Pp. Jika terjadi perubahan warna menjadi merah muda maka tambahkan larutan  $H_2SO_4$  1:3 hingga larutan menjadi bening
3. Tambahkan seujung sendok Ammonium peroxodisulfat
4. Panaskan, hingga volume sampel menjadi 10 ml
5. Dinginkan sampel
6. Tambahkan sampel dengan aquadest hingga volume menjadi 30 ml
7. Tambahkan 2-3 tetes Pp
8. Titrasi dengan menggunakan larutan NaOH 1 N hingga berubah warna menjadi merah muda

9. Tambahkan 3 tetes  $\text{SnCl}_2$
10. Tambahkan Ammonium molibdat hingga berubah warna menjadi biru
11. Hitung dengan menggunakan spektrofometer 20 D

**Perhitungan :**

$$C = k * \text{Absorban} + b$$

dimana :

$$C = \text{Konsentrasi}$$

$$k = 4,1815$$

Absorbant= didapat dari pengukuran di spektrofometer 20 D

$$B = - 0,2292$$



**Tabel 1 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 7**

Nomor	Satuan Debit			td jam	inlet jam	jam	outlet		
	inchi	l/det	m3/jam				hari	jam	jam
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	7.00	10169.04	423	10152	17.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	7.00	3394.35	141	3384	10.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	7.00	1392.73	58	1392	0.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	7.00	788.70	32	768	20.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	7.00	418.97	17	408	10.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	7.00	349.54	14	336	13.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	7.00	258.95	10	240	18.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	7.00	199.95	8	192	7.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	7.00	116.66	4	96	20.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	7.00	95.62	3	72	23.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	7.00	80.28	3	72	8.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	7.00	77.41	3	72	5.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	7.00	59.47	2	48	11.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	7.00	52.50	2	48	4.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	7.00	46.44	1	24	22.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	7.00	41.64	1	24	17.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	7.00	40.14	1		16.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	7.00	36.03	1		12.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	7.00	31.20	1		7.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	7.00	26.67	1		3.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	7.00	23.66	1		0.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	7.00	22.32			22.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	7.00	20.92			20.92
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	7.00	19.60			20.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	7.00	17.00			17.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	7.00	16.53			16.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	7.00	16.07			16.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	7.00	15.61			15.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	7.00	13.82			13.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	7.00	13.60			13.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	7.00	13.38			13.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	7.00	13.16			13.16

**Tabel 2 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 8**

Nomor	Satuan Debit			td jam	inlet		outlet		
	inchi	l/det	m3/jam		jam		hari		jam
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	8.00	10170.04	423	10152	18.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	8.00	3395.35	141	3384	11.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	8.00	1393.73	58	1392	1.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	8.00	789.70	32	768	21.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	8.00	419.97	17	408	11.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	8.00	350.54	14	336	14.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	8.00	259.95	10	240	19.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	8.00	200.95	8	192	8.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	8.00	117.66	4	96	21.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	8.00	96.62	4	96	0.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	8.00	81.28	3	72	9.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	8.00	78.41	3	72	6.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	8.00	60.47	2	48	12.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	8.00	53.50	2	48	5.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	8.00	47.44	1	24	23.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	8.00	42.64	1	24	18.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	8.00	41.14	1		17.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	8.00	37.03	1		13.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	8.00	32.20	1		8.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	8.00	27.67	1		4.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	8.00	24.66	1		1.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	8.00	23.32			23.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	8.00	21.92			21.92
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	8.00	20.60			21.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	8.00	18.00			18.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	8.00	17.53			17.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	8.00	17.07			17.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	8.00	16.61			16.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	8.00	14.82			14.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	8.00	14.60			14.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	8.00	14.38			14.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	8.00	14.16			14.16

**Tabel 3 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 9**

Nomor	Satuan Debit			td	inlet	jam	outlet		
	inchi	l/det	m3/jam				hari	jam	
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	9.00	10171.04	423	10152	19.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	9.00	3396.35	141	3384	12.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	9.00	1394.73	58	1392	2.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	9.00	790.70	32	768	22.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	9.00	420.97	17	408	12.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	9.00	351.54	14	336	15.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	9.00	260.95	10	240	20.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	9.00	201.95	8	192	9.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	9.00	118.66	4	96	22.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	9.00	97.62	4	96	1.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	9.00	82.28	3	72	10.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	9.00	79.41	3	72	7.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	9.00	61.47	2	48	13.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	9.00	54.50	2	48	6.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	9.00	48.44	2	48	0.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	9.00	43.64	1	24	19.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	9.00	42.14	1		18.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	9.00	38.03	1		14.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	9.00	33.20	1		9.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	9.00	28.67	1		5.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	9.00	25.66	1		2.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	9.00	24.32	1		0.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	9.00	22.92			22.92
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	9.00	21.60			22.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	9.00	19.00			19.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	9.00	18.53			18.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	9.00	18.07			18.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	9.00	17.61			17.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	9.00	15.82			15.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	9.00	15.60			15.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	9.00	15.38			15.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	9.00	15.16			15.16

**Tabel 4 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 10**

Nomor	Satuan Debit			td jam	inlet		outlet		
	inchi	l/det	m3/jam		jam		hari		jam
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	10.00	10172.04	423	10152	20.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	10.00	3397.35	141	3384	13.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	10.00	1395.73	58	1392	3.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	10.00	791.70	32	768	23.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	10.00	421.97	17	408	13.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	10.00	352.54	14	336	16.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	10.00	261.95	10	240	21.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	10.00	202.95	8	192	10.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	10.00	119.66	4	96	23.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	10.00	98.62	4	96	2.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	10.00	83.28	3	72	11.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	10.00	80.41	3	72	8.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	10.00	62.47	2	48	14.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	10.00	55.50	2	48	7.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	10.00	49.44	2	48	1.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	10.00	44.64	1	24	20.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	10.00	43.14	1		19.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	10.00	39.03	1		15.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	10.00	34.20	1		10.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	10.00	29.67	1		6.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	10.00	26.66	1		3.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	10.00	25.32	1		1.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	10.00	23.92	1		0.32
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	10.00	22.60			23.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	10.00	20.00			20.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	10.00	19.53			19.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	10.00	19.07			19.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	10.00	18.61			18.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	10.00	16.82			16.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	10.00	16.60			16.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	10.00	16.38			16.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	10.00	16.16			16.16

**Tabel 5 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 11**

Nomor	Satuan Debit			td	inlet	jam	outlet		
	inchi	l/det	m3/jam				hari	jam	jam
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	11.00	10173.04	423	10152	21.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	11.00	3398.35	141	3384	14.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	11.00	1396.73	58	1392	4.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	11.00	792.70	33	792	0.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	11.00	422.97	17	408	14.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	11.00	353.54	14	336	17.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	11.00	262.95	10	240	22.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	11.00	203.95	8	192	11.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	11.00	120.66	5	120	0.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	11.00	99.62	4	96	3.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	11.00	84.28	3	72	12.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	11.00	81.41	3	72	9.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	11.00	63.47	2	48	15.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	11.00	56.50	2	48	8.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	11.00	50.44	2	48	2.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	11.00	45.64	1	24	21.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	11.00	44.14	1		20.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	11.00	40.03	1		16.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	11.00	35.20	1		11.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	11.00	30.67	1		7.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	11.00	27.66	1		4.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	11.00	26.32	1		4.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	11.00	24.92	1		1.32
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	11.00	23.60	1		0.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	11.00	21.00			21.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	11.00	20.53			20.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	11.00	20.07			20.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	11.00	19.61			19.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	11.00	17.82			17.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	11.00	17.60			17.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	11.00	17.38			17.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	11.00	17.16			17.16

**Tabel 6 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 12**

Nomor	Satuan Debit			td jam	inlet		outlet		
	inchi	l/det	m3/jam		jam		hari		jam
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	12.00	10174.04	423	10152	22.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	12.00	3399.35	141	3384	15.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	12.00	1397.73	58	1392	5.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	12.00	793.70	33	792	1.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	12.00	423.97	17	408	15.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	12.00	354.54	14	336	18.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	12.00	263.95	10	240	23.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	12.00	204.95	8	192	12.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	12.00	121.66	5	120	1.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	12.00	100.62	4	96	4.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	12.00	85.28	3	72	13.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	12.00	82.41	3	72	10.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	12.00	64.47	2	48	16.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	12.00	57.50	2	48	9.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	12.00	51.44	2	48	3.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	12.00	46.64	1	24	22.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	12.00	45.14	1		21.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	12.00	41.03	1		17.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	12.00	36.20	1		12.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	12.00	31.67	1		8.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	12.00	28.66	1		3.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	12.00	27.32	1		3.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	12.00	25.92	1		2.32
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	12.00	24.60	1		1.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	12.00	22.00			22.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	12.00	21.53			21.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	12.00	21.07			21.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	12.00	20.61			20.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	12.00	18.82			18.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	12.00	18.60			18.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	12.00	18.38			18.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	12.00	18.16			18.16

**Tabel 7 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 13**

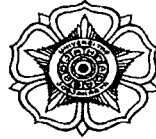
Nomor	Satuan Debit			td	inlet	jam	outlet		
	inchi	l/det	m3/jam				hari		jam
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	13.00	10175.04	423	10152	23.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	13.00	3400.35	141	3384	16.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	13.00	1398.73	58	1392	6.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	13.00	794.70	33	792	2.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	13.00	424.97	17	408	16.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	13.00	355.54	14	336	19.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	13.00	264.95	10	240	24.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	13.00	205.95	8	192	13.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	13.00	122.66	5	120	2.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	13.00	101.62	4	96	5.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	13.00	86.28	3	72	14.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	13.00	83.41	3	72	11.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	13.00	65.47	2	48	17.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	13.00	58.50	2	48	10.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	13.00	52.44	2	48	4.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	13.00	47.64	1	24	23.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	13.00	46.14	1		22.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	13.00	42.03	1		18.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	13.00	37.20	1		13.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	13.00	32.67	1		9.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	13.00	29.66	1		6.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	13.00	28.32	1		4.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	13.00	26.92	1		3.32
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	13.00	25.60	1		2.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	13.00	23.00			23.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	13.00	22.53			22.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	13.00	22.07			22.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	13.00	21.61			21.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	13.00	19.82			19.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	13.00	19.60			19.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	13.00	19.38			19.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	13.00	19.16			19.16

**Tabel 8 Perhitungan nilai td dengan inlet jam 14**

Nomor	Satuan Debit			td jam	inlet		hari	outlet	
	inchi	l/det	m3/jam		jam	jam		jam	jam
1	1/16	0.0003	0.0011	10162	14.00	10176.04	424	10176	0.04
2	2/16	0.0009	0.0032	3387.35	14.00	3401.35	141	3384	17.35
3	3/16	0.0022	0.0079	1385.73	14.00	1399.73	58	1392	7.73
4	4/16	0.0039	0.0140	781.695	14.00	795.70	33	792	3.70
5	5/16	0.0074	0.0266	411.974	14.00	425.97	17	408	17.97
6	6/16	0.0089	0.0320	342.541	14.00	356.54	14	336	20.54
7	7/16	0.0121	0.0436	251.951	14.00	265.95	11	264	1.95
8	8/16	0.0158	0.0569	192.95	14.00	206.95	8	192	14.95
9	9/16	0.0278	0.1001	109.662	14.00	123.66	5	120	3.66
10	10/16	0.0344	0.1238	88.6224	14.00	102.62	4	96	6.62
11	11/16	0.0416	0.1498	73.2839	14.00	87.28	3	72	15.28
12	12/16	0.0433	0.1559	70.4067	14.00	84.41	3	72	12.41
13	13/16	0.0581	0.2092	52.4718	14.00	66.47	2	48	18.47
14	14/16	0.0670	0.2412	45.5017	14.00	59.50	2	48	11.50
15	15/16	0.0773	0.2783	39.4387	14.00	53.44	2	48	5.44
16	1	0.0880	0.3168	34.6433	14.00	48.64	2	48	0.64
17	1 1/16	0.0920	0.3312	33.14	14.00	47.14	1		23.14
18	1 2/16	0.1050	0.3780	29.03	14.00	43.03	1		19.03
19	1 3/16	0.1260	0.4536	24.20	14.00	38.20	1		14.20
20	1 4/16	0.1550	0.5580	19.67	14.00	33.67	1		10.07
21	1 5/16	0.1830	0.6588	16.66	14.00	30.66	1		7.06
22	1 6/16	0.1990	0.7164	15.32	14.00	29.32	1		5.32
23	1 7/16	0.2190	0.7884	13.92	14.00	27.92	1		4.32
24	1 8/16	0.2420	0.8712	12.60	14.00	26.60	1		3.00
25	1 9/16	0.3050	1.0980	10.00	14.00	24.00	1		0.00
26	1 10/16	0.3200	1.1520	9.53	14.00	23.53			23.53
27	1 11/16	0.3360	1.2096	9.07	14.00	23.07			23.07
28	1 12/16	0.3540	1.2744	8.61	14.00	22.61			22.61
29	1 13/16	0.4470	1.6092	6.82	14.00	20.82			20.82
30	1 14/16	0.4620	1.6632	6.60	14.00	20.60			20.60
31	1 15/16	0.4780	1.7208	6.38	14.00	20.38			20.38
32	2	0.4950	1.7820	6.16	14.00	20.16			20.16








**UNIVERSITAS GADJAH MADA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN ILMU TANAH**

Bulaksumur Yogyakarta, 55281 Teip. 62-274-548814

**Hasil Analisis Tanah Order Sdr. Santi R.  
Sebanyak 2 Contoh**

Kode	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
	mg/l	mg/l
Inlet	20,02	0,21
Outlet	17,29	1,33

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Ilmu Tanah,**  
  
**Dr. Ir. Abdul Syukur, SU.**

Yogyakarta, 2 Juni 2005  
Ketua Komisi Pengabdian Masyarakat,  
  
**Dr. Ir. Benito Heru Purwanto, M.Sc.**

# Pengukuran Suhu

**Tabel 1 Pengukuran suhu tanggal 24-1-2005 s/d 6-2-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Suhu Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Suhu Outlet
24-Jan-05	0.4536	8.00	26	25-Jan-05	8.20	26.5
25-Jan-05	0.3780	8.00	26	26-Jan-05	13.03	27
26-Jan-05	0.7164	8.00	26.5	26-Jan-05	23.32	26.5
27-Jan-05	0.3780	8.00	26.5	28-Jan-05	13.03	26.5
28-Jan-05	0.2412	8.00	26.5	30-Jan-05	5.50	26
29-Jan-05	0.2412	8.00	26.5	31-Jan-05	5.50	26
30-Jan-05	0.3780	8.00	27	31-Jan-05	13.03	26.5
31-Jan-05	0.7164	8.00	26.5	31-Jan-05	23.32	26.5
01-Feb-05	0.2412	8.00	26.5	03-Feb-05	5.50	26.5
02-Feb-05	0.1498	8.00	26.5	05-Feb-05	9.28	27
03-Feb-05	0.1498	8.00	27	06-Feb-05	9.28	27
04-Feb-05	0.1559	8.00	27	07-Feb-05	6.41	27
05-Feb-05	0.5580	8.00	27	06-Feb-05	4.07	27
06-Feb-05	0.2412	8.00	27	08-Feb-05	5.50	27

**Tabel 2 Pengukuran suhu tanggal 25-1-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Suhu Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Suhu Outlet
25-Jan-05	0.2092	7.00	26	27-Jan-05	11.47	27.5
	0.3780	8.00	26	26-Jan-05	13.03	27
	1.0980	9.00	26	25-Jan-05	19.00	26
	1.2096	10.00	26.5	25-Jan-05	19.07	26.5
	0.3168	11.00	26	26-Jan-05	22.04	26.5
	0.3780	12.00	26.5	26-Jan-05	17.03	27
	0.3780	13.00	26	26-Jan-05	18.03	26.5
	0.3780	14.00	26.5	26-Jan-05	19.03	26.5

**Tabel 3 Pengukuran suhu tanggal 30-1-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Suhu Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Suhu Outlet
30-Jan-05	0.2412	7.00	26.5	1-Feb-05	4.50	25.5
	0.3780	8.00	27	31-Jan-05	13.03	26.5
	0.7164	9.00	27	31-Jan-05	0.32	26.5
	0.5580	10.00	27	31-Jan-05	6.07	26
	0.4536	11.00	27	31-Jan-05	11.20	26
	0.2412	12.00	27	1-Feb-05	9.50	26
	0.2412	13.00	27	1-Feb-05	10.50	26.5
	0.2092	14.00	27	1-Feb-05	18.47	26

**Tabel 4 Pengukuran suhu tanggal 4-2-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Suhu Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Suhu Outlet
4-Feb-05	0.1498	7.00	27	7-Feb-05	8.28	27.5
	0.1559	8.00	27	7-Feb-05	6.41	27
	0.8712	9.00	27	4-Feb-05	22.00	27
	0.3780	10.00	27	5-Feb-05	15.03	28
	0.2412	11.00	27	6-Feb-05	8.50	27
	0.2412	12.00	27	6-Feb-05	9.50	27
	0.2412	13.00	27	6-Feb-05	10.50	27.5
	0.2412	14.00	27	6-Feb-05	11.50	27

# Pengukuran pH

**Tabel 5 Pengukuran pH tanggal 24-1-2005 s/d 6-2-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	pH Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	pH Outlet
24-Jan-05	0.4536	8.00	7.2	25-Jan-05	8.20	7.4
25-Jan-05	0.3780	8.00	7.2	26-Jan-05	13.03	7.3
26-Jan-05	0.7164	8.00	7.4	26-Jan-05	23.32	7.3
27-Jan-05	0.3780	8.00	7.2	28-Jan-05	13.03	7.6
28-Jan-05	0.2412	8.00	7.5	30-Jan-05	5.50	7.5
29-Jan-05	0.2412	8.00	7.8	31-Jan-05	5.50	7.5
30-Jan-05	0.3780	8.00	7.3	31-Jan-05	13.03	7.3
31-Jan-05	0.7164	8.00	7.4	31-Jan-05	23.32	7.3
01-Feb-05	0.2412	8.00	7.3	03-Feb-05	5.50	7.5
02-Feb-05	0.1498	8.00	7.4	05-Feb-05	9.28	7.6
03-Feb-05	0.1498	8.00	7.5	06-Feb-05	9.28	7.2
04-Feb-05	0.1559	8.00	7.4	07-Feb-05	6.41	7.5
05-Feb-05	0.5580	8.00	7.5	06-Feb-05	4.07	7.3
06-Feb-05	0.2412	8.00	7.3	08-Feb-05	5.50	7.1

**Tabel 6 Pengukuran pH tanggal 25-1-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	pH Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	pH Outlet
25-Jan-05	0.2092	7.00	7.2	27-Jan-05	11.47	7.7
	0.3780	8.00	7.2	26-Jan-05	13.03	7.3
	1.0980	9.00	7.2	25-Jan-05	19.00	7.4
	1.2096	10.00	7.2	25-Jan-05	19.07	7.4
	0.3168	11.00	7.2	26-Jan-05	22.04	7.3
	0.3780	12.00	7.2	26-Jan-05	17.03	7.3
	0.3780	13.00	7.2	26-Jan-05	18.03	7.3
	0.3780	14.00	7.2	26-Jan-05	19.03	7.3

**Tabel 7 Pengukuran pH tanggal 30-1-2005**

<b>Tanggal Inlet</b>	<b>debit m<sup>3</sup>/jam</b>	<b>Jam Inlet</b>	<b>pH Inlet</b>	<b>Tanggal Outlet</b>	<b>Jam Outlet</b>	<b>pH Outlet</b>
30-Jan-05	0.2412	7.00	7.3	1-Feb-05	4.50	7.5
	0.3780	8.00	7.3	31-Jan-05	13.03	7.3
	0.7164	9.00	7.3	31-Jan-05	0.32	7.5
	0.5580	10.00	7.4	31-Jan-05	6.07	7.5
	0.4536	11.00	7.3	31-Jan-05	11.20	7.2
	0.2412	12.00	7.3	1-Feb-05	9.50	7.5
	0.2412	13.00	7.4	1-Feb-05	10.50	7.5
	0.2092	14.00	7.4	1-Feb-05	18.47	7.3

**Tabel 8 Pengukuran pH tanggal 4-2-2005**

<b>Tanggal Inlet</b>	<b>debit m<sup>3</sup>/jam</b>	<b>Jam Inlet</b>	<b>pH Inlet</b>	<b>Tanggal Outlet</b>	<b>Jam Outlet</b>	<b>pH outlet</b>
4-Feb-05	0.1498	7.00	7.3	7-Feb-05	8.28	7.5
	0.1559	8.00	7.4	7-Feb-05	6.41	7.5
	0.8712	9.00	7.4	4-Feb-05	22.00	7.5
	0.3780	10.00	7.3	5-Feb-05	15.03	7.1
	0.2412	11.00	7.3	6-Feb-05	8.50	7.2
	0.2412	12.00	7.3	6-Feb-05	9.50	7.2
	0.2412	13.00	7.3	6-Feb-05	10.50	7.3
	0.2412	14.00	7.3	6-Feb-05	11.50	7.3

# Pengukuran Fospat

Tabel 9 Pengukuran Fospat tanggal 24-1-2005 s/d 6-2-2005

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Fospat Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Fospat Outlet	Penurunan	%
24-Jan-05	0.4536	8.00	2.5105	25-Jan-05	8.20	5.1890	-2.6785	-106.69
25-Jan-05	0.3780	8.00	7.1334	26-Jan-05	13.03	7.9697	-0.8363	-11.72
26-Jan-05	0.7164	8.00	5.1472	26-Jan-05	23.32	6.8407	-1.6935	-32.90
27-Jan-05	0.3780	8.00	6.9491	28-Jan-05	13.03	6.5898	0.3593	5.17
28-Jan-05	0.2412	8.00	6.3807	30-Jan-05	5.50	7.6770	-1.2963	-20.32
29-Jan-05	0.2412	8.00	6.5689	31-Jan-05	5.50	6.1089	0.4600	7.00
30-Jan-05	0.3780	8.00	6.9243	31-Jan-05	13.03	6.9661	-0.0418	-0.60
31-Jan-05	0.7164	8.00	10.9385	31-Jan-05	23.32	6.527	4.4115	40.33
01-Feb-05	0.2412	8.00	6.4016	03-Feb-05	5.50	3.2864	3.1152	48.66
02-Feb-05	0.1498	8.00	8.8896	05-Feb-05	9.28	14.9528	-6.0632	-68.21
03-Feb-05	0.1498	8.00	11.4403	06-Feb-05	9.28	9.8931	1.5472	13.52
04-Feb-05	0.1559	8.00	3.0355	07-Feb-05	6.41	6.0462	-3.0107	-99.18
05-Feb-05	0.5580	8.00	8.4296	06-Feb-05	4.07	10.2277	-1.7981	-21.33
06-Feb-05	0.2412	8.00	4.6663	08-Feb-05	5.50	6.4643	-1.7980	-38.53

Tabel 10 Pengukuran Fospat tanggal 25-1-2005

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Fospat Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Fospat Outlet	Penurunan	%
25-Jan-05	0.2092	7.00	6.7152	27-Jan-05	11.47	5.2935	1.4217	21.17
	0.3780	8.00	7.1334	26-Jan-05	13.03	7.9697	-0.8363	-11.72
	1.0980	9.00	5.4608	25-Jan-05	19.00	3.8509	1.6099	29.48
	1.2096	10.00	4.7499	25-Jan-05	19.07	5.2308	-0.4809	-10.12
	0.3168	11.00	4.2063	26-Jan-05	22.04	5.3144	-1.1081	-26.34
	0.3780	12.00	7.2588	26-Jan-05	17.03	5.8289	1.4299	19.70
	0.3780	13.00	5.1681	26-Jan-05	18.03	5.4608	-0.2927	-5.66
	0.3780	14.00	4.4990	26-Jan-05	19.03	4.8126	-0.3136	-6.97

Tabel 11 Pengukuran Pospat tanggal 30-1-2005

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Fospat Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Fospat Outlet	Penurunan	%
30-Jan-05	0.2412	7.00	7.8442	1-Feb-05	4.50	6.3807	1.4635	18.66
	0.3780	8.00	6.9243	31-Jan-05	13.03	6.9661	-0.0418	-0.60
	0.7164	9.00	7.2170	31-Jan-05	0.32	6.7989	0.4181	5.79
	0.5580	10.00	6.9661	31-Jan-05	6.07	5.8162	1.1499	16.51
	0.4536	11.00	9.1405	31-Jan-05	11.20	4.3318	4.8087	52.61
	0.2412	12.00	7.1334	1-Feb-05	9.50	7.7188	-0.5854	-8.21
	0.2412	13.00	18.1934	1-Feb-05	10.50	6.548	11.6454	64.01
	0.2092	14.00	10.0186	1-Feb-05	18.47	8.5133	1.5053	15.03

Tabel 12 Pengukuran Pospat tanggal 4-2-2005

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Fospat Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Fospat Outlet	Penurunan	%
4-Feb-05	0.1498	7.00	14.3256	7-Feb-05	8.28	9.6005	4.7251	32.98
	0.1559	8.00	3.0355	7-Feb-05	6.41	6.0462	-3.0107	-99.18
	0.8712	9.00	11.9839	4-Feb-05	22.00	6.3389	5.6450	47.10
	0.3780	10.00	11.7748	5-Feb-05	15.03	9.7677	2.0071	17.05
	0.2412	11.00	14.2419	6-Feb-05	8.50	7.1334	7.1085	49.91
	0.2412	12.00	2.0738	6-Feb-05	9.50	3.4536	-1.3798	-66.53
	0.2412	13.00	12.6111	6-Feb-05	10.50	9.0150	3.5961	28.52
	0.2412	14.00	12.7366	6-Feb-05	11.50	10.1022	2.6344	20.68



# Pengukuran Amoniak

**Tabel 13 Pengukuran Amoniak tanggal 24-1-2005 s/d 6-2-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Amoniak Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Amoniak Outlet	Penurunan	%
24-Jan-05	0.4536	8.00	0.1318	25-Jan-05	8.20	0.0626	0.0692	52.50
25-Jan-05	0.3780	8.00	0.1063	26-Jan-05	13.03	0.1092	-0.0029	-2.73
26-Jan-05	0.7164	8.00	0.1280	26-Jan-05	23.32	0.2528	-0.1248	-97.50
27-Jan-05	0.3780	8.00	0.1986	28-Jan-05	13.03	0.414	-0.2154	-108.46
28-Jan-05	0.2412	8.00	0.2430	30-Jan-05	5.50	0.1906	0.0524	21.56
29-Jan-05	0.2412	8.00	0.2026	31-Jan-05	5.50	0.2023	0.0003	0.15
30-Jan-05	0.3780	8.00	0.1633	31-Jan-05	13.03	0.3004	-0.1371	-83.96
31-Jan-05	0.7164	8.00	0.2727	31-Jan-05	23.32	0.3038	-0.0311	-11.40
01-Feb-05	0.2412	8.00	0.3524	03-Feb-05	5.50	0.3716	-0.0192	-5.45
02-Feb-05	0.1498	8.00	0.2929	05-Feb-05	9.28	0.4329	-0.14	-47.80
03-Feb-05	0.1498	8.00	0.4572	06-Feb-05	9.28	0.1711	0.2861	62.58
04-Feb-05	0.1559	8.00	0.5274	07-Feb-05	6.41	0.2429	0.2845	53.94
05-Feb-05	0.5580	8.00	0.5557	06-Feb-05	4.07	0.2409	0.3148	56.65
06-Feb-05	0.2412	8.00	0.3533	08-Feb-05	5.50	0.2511	0.1022	28.93

**Tabel 14 Pengukuran Amoniak tanggal 25-1-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Amoniak Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Amoniak Outlet	Penurunan	%
25-Jan-05	0.2092	7.00	0.0887	27-Jan-05	11.47	0.1035	-0.0148	-16.69
	0.3780	8.00	0.1063	26-Jan-05	13.03	0.1092	-0.0029	-2.73
	1.0980	9.00	0.1202	25-Jan-05	19.00	0.1226	-0.0024	-2.00
	1.2096	10.00	0.0744	25-Jan-05	19.07	0.1166	-0.0422	-56.72
	0.3168	11.00	0.0713	26-Jan-05	22.04	0.2103	-0.1390	-194.95
	0.3780	12.00	0.0574	26-Jan-05	17.03	0.8676	-0.8102	-1411.50
	0.3780	13.00	0.712	26-Jan-05	18.03	0.0773	0.6347	89.14
	0.3780	14.00	0.0753	26-Jan-05	19.03	0.1478	-0.0725	-96.28

**Tabel 15 Pengukuran Amoniak tanggal 30-1-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Amoniak Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Amoniak Outlet	Penurunan	%
30-Jan-05	0.2412	7.00	0.2095	1-Feb-05	4.50	0.3013	-0.0918	-43.82
	0.3780	8.00	0.1633	31-Jan-05	13.03	0.3004	-0.1371	-83.96
	0.7164	9.00	0.1620	31-Jan-05	0.32	0.2939	-0.1319	-81.42
	0.5580	10.00	0.0894	31-Jan-05	6.07	0.1976	-0.1082	-121.03
	0.4536	11.00	0.2201	31-Jan-05	11.20	0.2469	-0.0268	-12.18
	0.2412	12.00	0.2131	1-Feb-05	9.50	0.3246	-0.1115	-52.32
	0.2412	13.00	0.2325	1-Feb-05	10.50	0.3338	-0.1013	-43.57
	0.2092	14.00	0.1750	1-Feb-05	18.47	0.3097	-0.1347	-76.97

**Tabel 16 Pengukuran Amoniak tanggal 4-2-2005**

Tanggal Inlet	Debit m <sup>3</sup> /jam	Jam Inlet	Kandungan Amoniak Inlet	Tanggal Outlet	Jam Outlet	Kandungan Amoniak Outlet	Penurunan	%
4-Feb-05	0.1498	7.00	0.4023	7-Feb-05	8.28	0.2394	0.1629	40.49
	0.1559	8.00	0.5274	7-Feb-05	6.41	0.2429	0.2845	53.94
	0.8712	9.00	0.4562	4-Feb-05	22.00	0.3819	0.0743	16.29
	0.3780	10.00	0.5457	5-Feb-05	15.03	0.1149	0.4308	78.94
	0.2412	11.00	0.4217	6-Feb-05	8.50	0.1919	0.2298	54.49
	0.2412	12.00	0.4408	6-Feb-05	9.50	0.1557	0.2851	64.68
	0.2412	13.00	0.4767	6-Feb-05	10.50	0.2366	0.2401	50.37
	0.2412	14.00	0.5793	6-Feb-05	11.50	0.2342	0.3451	59.57