

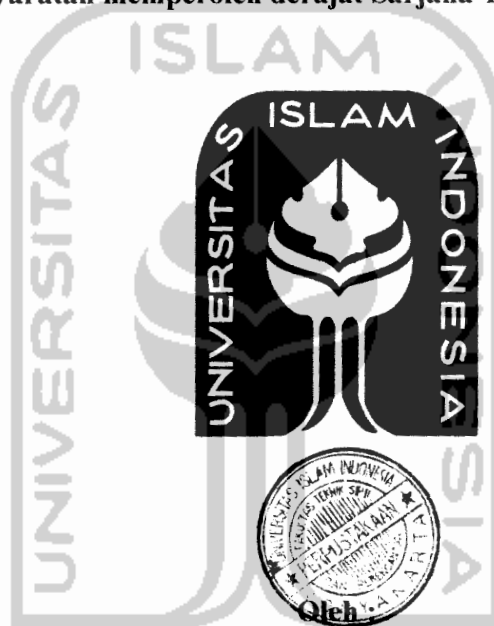
TA/TL/2006/0144

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	9 Mei 2007
NO. JUDUL :	002409
NO. INV. :	5120002409001
NO. INDUK. :	

**PENGUNAAN TANAH LATERIT SEBAGAI PENGOLAHAN
LANJUTAN LIMBAH SEPTIC TANK DITINJAU DARI
PARAMETER *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)**

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

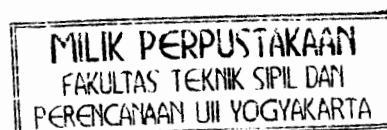


Nama : Bani Putri Yulianti

No. Mahasiswa : 02 513 129

Program Studi : Teknik Lingkungan

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2006**



HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**“PENGUNAAN TANAH LATERIT SEBAGAI
PENGOLAHAN LANJUTAN DITINJAU DARI PARAMETER
CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)”**

Nama : Bani Putri Yulianti
No. Mahasiswa : 02 513 129
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

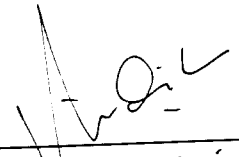
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT


Tanggal : 29-12-06

Dosen Pembimbing II

Andik Yulianto, ST


Tanggal : 29/12 '06

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Syukurku Kupanjatkan Kepada Allah SWT,
Tempat memohon dan memasrahkan segalanya.
Nabi Muhammad SAW,
Junjunganku yang kunantikan syafaatnya.*

*Kalauku ingat, aku sering meneteskan dan merelakan air mataku tuk membasahi
wajahku....*

*Kalau aku ingat semua...belum banyak yang aku lakukan dan aku berikan untuk
orang-orang yang aku sayangi dan aku cintai. Hanya doa yang aku berikan semoga
kita selalu dalam lindungan-Nya*

Sebuah karya kecilku yang kupersembahkan dengan penuh kebanggaan kepada:

Mama Tercinta Hj. Yulihartini, S.Pd

Dan

Papa Tercinta H. Nadjar

*Sebagai wujud kebanggaan, walaupun tidak sebanding dengan materi, cinta dan
kasih sayang yang tulus serta doanya yang tiada hentinya untukku.*

Kakakku yang sholehah:

Mei Allif, ST, MT

*Terimakasih ya....em-em sholehah ☺ atas dukungan, motivasi, doa dan cintanya
untukku*

Calon Pendamping Hidupku Kelak.....

Allahu Robbi....

*Jika harinya tiba, kau berikan padaku seseorang yang kan menjadi pendampingku
Maka pilihlah lah seseorang yang hatinya penuh dengan kasih-Mu
Seseorang yang bisa membimbingku, lurus kejalan ridho-Mu...*

MOTTO

Barang siapa tidak pernah terbakar, maka tidak akan bersinar. Dan barang siapa memiliki tekad baja, jiwa yang teguh, semangat membara, dan kesabaran yang kuat maka dia akan menjadi pemenang
(Longlife Motivation)

*Motivasi spiritual, adalah motivasi yang tak terkalahkan.
Kadar motivasinya sesuai dengan apa yang menjadi tuntutan Allah SWT*
(Longlife Motivation)

*Kebahagiaan sejati adalah hidup sesuai dengan
aturan Allah untuk mencapai tujuan hidup*
(Longlife Motivation)

*Ingatlah hidup di dunia ini tidak cukup hanya melakukan sesuatu dengan benar (do the thing rights),
tetapi juga kita harus melakukan sesuatu yang benar (do the rights thing). Dan untuk melakukan
sesuatu yang benar kita membutuhkan standar yang jelas. Sebuah standar yang menunjukkan salah
dan benar dalam melakukan setiap perbuatan*
(Longlife Motivation)

Janganlah berhenti berbuat!

*Karena malaikat terus mencatat, umur terus berkurang, kematian semakin mendekat, dan setiap detik
tarikan nafas tidak akan pernah kembali lagi.*
(Longlife Motivation)

*Ya Tuhan Kami, berilah kami kebahagiaan di dunia (dengan ibadah) dan kebahagiaan di akhirat
(tinggal di surga); dan peliharalah kami dari siksa neraka*
(TQS al-Baqarah : 201)

PENGUNAAN TANAH LATERIT SEBAGAI PENGOLAHAN LANJUTAN LIMBAH SEPTIC TANK DITINJAU DARI PARAMETER CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)

Kasam, Yulianto.A, Yulianti.B.P
Jurusan Teknik Lingkungan UII Yogyakarta
Email : bani_envero 02 @ yahoo.com

INTISARI

Berbagai jenis pencemar baik yang berasal dari sumber domestik serta sumber non-domestik memasuki badan air. Pada umumnya limbah domestik mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi dan dapat bertindak sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan mikroba. Salah satu parameter yang ada pada limbah septic tank yaitu COD dan TSS. Berdasarkan data pengujian awal, konsentrasi parameter COD pada limbah cair septic tank adalah 106,894 mg/L dan TSS sebesar 2437 mg/L, dimana konsentrasi tersebut melebihi standar baku mutu. Salah satu alternatifnya menggunakan tanah laterit sebagai sorpsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah laterit dapat menurunkan konsentrasi COD dan TSS, mengetahui besar efisiensi penurunannya dan mengetahui model isotherm adsorpsi yang tepat dengan variasi waktu dan massa laterit.

Metode penelitian dilakukan dengan dua treatment yang berbeda. Pertama dengan Batch yaitu dengan adanya variasi waktu yaitu 15,30,45 dan 60 menit serta variasi laterit yaitu 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr dan 50 gr. Yang kedua secara kontinyu mengalirkan air limbah melewati proses adsorpsi oleh tanah laterit dilakukan selama 10 hari. Reaktor ini terbuat dari kaca yang memiliki panjang 40 cm dan lebar 40 cm, ketinggian total 35 cm, dengan ketebalan laterit 25 cm.

Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa tanah laterit mampu menurunkan konsentrasi COD dan TSS hingga sebesar 29,255% dan 98,038% untuk pengolahan secara batch, dan COD 46,42% TSS 83% secara kontinyu. Model adsorpsi yang tepat digunakan adalah model isotherm Langmuir. Penurunan konsentrasi COD dan TSS disebabkan karena proses adsorpsi, dimana terjadi kontak antara adsorbat dengan adsorbent. Hal ini terjadi karena adsorbent memiliki pori yang mampu menyerap COD dan TSS, sehingga dihasilkan konsentrasi COD dan TSS lebih rendah dari inlet.

Kata Kunci: *Septic tank*, tanah laterit, *chemical oxygen demand (COD)*, *total suspended solid (TSS)*, adsorpsi

**THE USING OF LATERITE SOIL AS CONTINUATION PROCESSING
EVALUATED FROM SEPTIC TANK WASTEWATER WITH PARAMETER
CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) AND
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)**

Kasam, Yulianto.A, Yulianti.B.P

Environmental Engineering Departement, UII, Yogyakarta, Indonesia

Corresponding author : bani_envero@uii.ac.id

ABSTRACT

Various type of polutant are coming from domestic and non-domestik source enter the body irrigate. In general domestic waste have the high organic materials content and can act as the source of food for the growth of microbe. One of the parameter in waste of septic tank that is COD and TSS. Pursuant to examination data of early, concentration of parameter COD at liquid waste of septic tank is 106,894 mg/L and TSS of equal to 2437 mg/L, where the concentration exceed the standard standard quality. One of the alternative waste processing able to degrade the the parameter is by using laterite soil as sorpsi. Intention of this research is to know whether laterite earn downhill of concentration of COD and TSS and also know big its degradation efficiency and know the variation of concentration degradation with the existence of variation of time and laterite mass.

Research method with two different treatmen. First use Batch that is with the existence of variation time that is 15,30,45 and 60 minute and also variation of mass laterite that is 10, 20, 30, 40 and 50 gr. Second conduct the water of waste in process the adsorpsi by laterite soil done by during 10 day. This reactor made the than glass owning length 40 cm and wide 40 cm, total height 35 cm, height of laterite 25 cm with kontinyu.

Result from this research is known by that laterite soil can degrade the concentration of COD and TSS till 22,66% and 98,038% for the processing of in batch, and COD 46,42% TSS 83% by kontinyu. Degradation of Concentration of COD and TSS caused by process adsorbsi, where happened by the contact between adsorbat by adsorbant. This matter is happened because adsorbant have the pore capable to permeate the COD and TSS, so that yielded concentration of lower COD and TSS from inlet

Keyword: *Septic Tank, laterite soil, chemical oxygen demand (COD), total suspended solid (TSS), adsorption*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam juga penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Judul Tugas Akhir ini adalah Penggunaan Tanah Laterit Sebagai Pengolahan Lanjutan Ditinjau Dari Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Penyusunan Tugas Akhir ini didasarkan atas penelitian lapangan dan ditunjang dengan studi pustaka yang relevan selama penulis melakukan penelitian.

Pada kesempatan ini pula, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST, Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Koordinator Tugas akhir Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan semangat dan bimbingan dengan sabar.
4. Bapak Andik Yulianto, ST selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan kepercayaan dan bimbingan selama ini.

5. Seluruh Dosen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah sabar memberikan pengetahuannya selama ini.
6. Bapak Ibnu Singgih Pranoto dari DEWATS, yang telah banyak memberi banyak pelajaran di lapangan.
7. Seluruh staf Decentralized Wastewater Treatment System (DEWATS) dan BORDA terima kasih atas waktu dan bantuannya.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih banyak memiliki kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karenanya, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini sepenuhnya dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, November 2006

Penulis

SPECIAL THANKS FOR

- *Anak Enviro Bersaudara 02, kalau aku ingat dulu masa-masa sulit yang kita jalani bersama rasanya....aku ingin kita kembali seperti dulu, susah senang kita selalu bersama. Dari mulai belajar bersama, piknik bersama, makan bersama sampai tidur pun kita selalu bersama. Perintis EB adalah orang-orang hebat yang pernah ada selama ini : Nelly yang doyan makan, Un-hay yang suka ngaret, Theunk... ☺ yang suka minjem kamar, Kece (baig) adek kita yang suka bobo', Komandan (Tia) yang berwibawa, Dian Tio yang pengertian, Rina yang manja, Nefa yang pendiam, Si Rani yang suka usil!!!!, Rintis yang cerewettttt banget, Nazula yang manizzzz, Lia yang jarang datang, Dian Bona (cie'eun) yang suka telat. Inget kan kalo kita pernah 3 hari 3 malam ngelembur tugas besar SPAM, SPAB, PBPAM, PBPAB, Plambling????????? Atau tugas-tugas kecil yang bikin kita makin akrab dan ruwet ☺ hehehehe atau pontang-panting cari jawaban soal ujian?????? Semua tidak akan sia-sia, kita akan siap tempur terjun kemasyarakat dengan segala kemampuan yang kita punya. Jangan lupa bahwa kebersamaan dan sahabat adalah orang kedua yang terpenting selain keluarga!!!! Jadi...jangan sampai putus kontak kita yach.....*
- *Sahabat termaniz ku Dessy, selama kita masih diberi umur panjang isilah waktu dengan hal-hal yang berguna. Aku yakin kamu pasti bisa jalanin semua ini. Makasih yah dah jadi sahabat yang mau berbagi dalam suka dan duka.*
- *Wati, Bayu, atas bantuan dan persahabatan kita selama ini, walaupun kita sudah jarang bersama, sibuk dengan urusan masing-masing tetapi kalian sudah membuat hari-hari ku terasa berwarna.*
- *Sofian (pyan), Akbar, atas bantuan dan persahabatan selama ini,*
- *Nisa, Lala, Tuti, chayooooo pasti kalian bisa!!!!*
- *Teman-Teman Teknik Lingkungan 2002 dan Adik-Adik Tingkat, Kita bukan salah jurusan, coba untuk lebih mengerti....dan mendalami. Pasti setelah itu kita akan merasa beruntung ada di Jurusan ini.*
- *Teman seperjuangan Nunik Peri Cantik (Psikologi), Titin (tek.Industri) syukur Alhamdulillah akhirnya tugas akhir kita dapat diselesaikan dengan baik, kita dah jadi senior di kost-kostan sudah saatnya kita digusur.*
- *Mas Gulman, makasih ya... dah nasehatin dan bantuin walaupun agak telat tapi tetap bermanfaat, selamat ya dah jadi Sarjana.*
- *Temen-Temen KKN SL-03 angkatan 32: Sari, Gobe, Harya, Eko, Apri, Dhazilva, Wawan, Farid, Idwan, Lia, Melisa yang kompak dan selalu mengisi hari-hari KKN dengan kejahilan dan canda tawa. Jangan lupa sowan Pak Dukuh hehehe.....*
- *Adik-Adikku di Kost Putri Red Top besera Ibu Kost, terima kasih sudah mengisi hari-hari kehidupan di kost dengan keceriaan. Pokoknya Red Top paling TOP....*
- *Mbak Yussi Miladuna (jur Statistik), maaf ya mbak sering ngerepotin terus....makasih dah ngajarin aku mengolah data.*

Semoga kita semua disatukan oleh ikatan pertalian-Nya

Dalam limpahan iman, berkah dan anugerah

Amin ya Robbal alamin....!!!!

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Sistematika Tugas Akhir.....	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Umum.....	9
2.2	Teknik Pengolahan Limbah sistem DEWATS.....	10
2.2.1	<i>Septic tank</i>	12
2.2.2	<i>Horizontal Sand Filter Plant</i>	17
2.2.3	Reaktor dengan Tanah Laterit.....	19
2.2.3.1	Modifikasi Tanah Laterit.....	24
2.2.3.2	Sifat-sifat Tanah Laterit.....	26
2.3	Adsorpsi.....	29
2.3.1	Pengertian adsorpsi.....	29
2.3.2	Mekanisme Adsorpsi.....	34
2.3.3	Faktor yang mempengaruhi adsorpsi.....	36
2.4	Parameter yang Akan di Teliti.....	41
2.4.1.	<i>Chemical Oxygen Deman (COD)</i>	41
2.4.2.	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	44
2.5.	Serapan Dalam Tanah.....	46
2.5.1.	Gaya-gaya Serapan.....	47
2.5.2.	Serapan Anion oleh Koloid Tanah.....	48

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Jenis Penelitian.....	50
3.2.	Lokasi Penelitian.....	50
3.3.	Objek Penelitian.....	51
3.4.	Parameter Penelitian.....	51

3.5.	Diagram Penelitian.....	53
3.6.	Variabel Penelitian.....	54
3.7.	Desain Reaktor.....	54
3.8.	Dimensi Reaktor.....	55
3.9.	Metode Pelaksanaan Penelitian.....	55
3.9.1.	Bahan-bahan Penelitian.....	56
3.9.2.	Persiapan Penelitian.....	57
3.9.3.	Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	59
3.9.3.1	Proses <i>Batch</i>	59
3.9.3.2	Proses Kontinyu.....	61
3.9.4.	Pemeriksaan Hasil Penelitian.....	63
3.10.	Gambar Reaktor Bak.....	65
3.11.	Analisis Data.....	65
3.11.1	Analisa Statistik <i>ANOVA</i>	65
3.11.2.	Menghitung Efisiensi.....	66
3.11.3.	Menghitung Adsorpsi Model Isotherm	67
3.12.	Hipotesa.....	70

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1.	Data Hasil Uji Laboratorium.....	71
4.1.1.	Proses <i>Batch</i>	71
4.1.2.	Proses Kontinyu.....	72
4.1.2.1.	Hasil Penelitian Terhadap Parameter COD.....	73
4.1.2.2.	Hasil Penelitian Terhadap Parameter COD....	76

4.1.2.3. Hasil Penelitian Terhadap Parameter TSS....	79
4.1.2.4. Hasil Penelitian Terhadap Parameter TSS.....	83
4.2 Analisa Data.....	78
4.2.1. Uji <i>ANOVA</i> pada Penelitian Batch.....	86
4.2.2. Uji <i>ANOVA</i> pada Penelitian Kontinyu.....	87
4.2.3. Analisa Data Model Isotherm	87
4.2.4. Isotherm adsorpsi pada parameter COD.....	88
4.2.5. Isotherm adsorpsi pada parameter TSS.....	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	93
5.2. Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Keterangan	Halaman
Tabel 2.1.	Kualitas air limbah non kakus (grey water) di Indonesia.....	15
Tabel 2.2.	Kualitas air limbah rumah tangga dari WC / kakus di Indonesia..	16
Tabel 3.1.	Dimensi reaktor penelitian.....	52
Tabel 3.2.	Hasil serapan phospat pada laterit hasil aktivasi laterit sinar matahari dan pemanasan oven.....	54
Tabel 3.3.	Hasil serapan tanah laterit terhadap Ca dan Fe.....	55
Tabel 4.1.	Hasil pengujian awal kadar COD dan TSS sebelum proses.....	67
Tabel 4.2.	Data konsentrasi COD beserta efisiensinya.....	68
Tabel 4.3.	Penurunan TSS dengan laterit 10 gr.....	70
Tabel 4.4.	Penurunan TSS dengan laterit 20 gr.....	71
Tabel 4.5.	Penurunan TSS dengan laterit 30 gr.....	72
Tabel 4.6.	Penurunan TSS dengan laterit 40 gr.....	72
Tabel 4.7.	Penurunan TSS dengan laterit 50 gr.....	73
Tabel 4.8.	Hasil pengujian awal kadar COD dan TSS sebelum proses adsorpsi.....	74
Tabel 4.9.	Data konsentrasi COD dan efisiensinya.....	75
Tabel 4.10.	Data konsentrasi TSS beserta efisiensinya.....	76
Tabel 4.11.	Isotherm adsorpsi model Freundlich untuk parameter COD.....	86
Tabel 4.12.	Ishoterm adsorpsi model Freundlich untuk parameter TSS.....	88

DAFTAR GAMBAR

No	Keterangan	Halaman
Gambar 3.1.	Lay Out DEWATS.....	47
Gambar 3.2.	Kerangka Penelitian.....	49
Gambar 3.3.	Gambar reaktor dengan media tanah laterit.....	61
Gambar 4.1.	Hubungan konsentrasi COD dengan variasi waktu.....	69
Gambar 4.2.	Hubungan konsentrasi COD dengan variasi laterit.....	69
Gambar 4.3.	Penurunan TSS dengan laterit 10 gr.....	71
Gambar 4.4.	Penurunan TSS dengan laterit 20 gr.....	71
Gambar 4.5.	Penurunan TSS dengan laterit 30 gr.....	72
Gambar 4.6.	Penurunan TSS dengan laterit 40 gr.....	73
Gambar 4.7.	Penurunan TSS dengan laterit 50 gr.....	73
Gambar 4.8.	Hubungan antara konsentrasi COD dengan hari pengambilan...	75
Gambar 4.9.	Hubungan konsentrasi TSS dengan waktu pengambilan.....	77
Gambar 4.10.	Grafik isotherm adsorpsi freundlich untuk parameter COD.....	84
Gambar 4.11.	Grafik isotherm adsorpsi freundlich untuk parameter TSS.....	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tinja dan limbah cair merupakan bahan buangan yang timbul karena adanya kehidupan manusia, selain air hujan sebagai salah satu komponen limbah cair yang timbul secara alamiah dari aktivitas alam. Tinja dan limbah cair timbul sebagai akibat dari adanya kehidupan manusia sebagai makhluk individu maupun makhluk sosial. Kedudukan manusia sebagai makhluk yang dominant dalam menentukan terjadinya perubahan di berbagai aspek kehidupan dan lingkungan dituntut untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidupnya. Menurut pakar psikologi, *Abraham Maslow* (*Purwanto, Ngali, 1990, hal 77 – 78*), kebutuhan pokok manusia mencakup kebutuhan fisiologis, kebutuhan rasa aman dan perlindungan, kebutuhan sosial, kebutuhan penghargaan, serta kebutuhan aktualisasi diri. Untuk memenuhi kebutuhan pokok manusia secara kolektif ataupun perseorangan, muncul berbagai kegiatan manusia, baik langsung maupun tidak langsung memerlukan adanya air.

Kotoran manusia disebut juga tinja, merupakan bahan buangan dari tubuh manusia yang dikeluarkan dari anus atau rectum. Tinja merupakan bahan sisa dari proses pencernaan makanan pada sistem saluran pencernaan makanan manusia. Tinja merupakan bahan buangan yang sangat dihindari oleh manusia untuk berkontak karena sifatnya yang menimbulkan kesan jijik pada setiap orang

dan bau yang sangat menyengat. Tinja juga merupakan bahan yang sangat menarik perhatian serangga, khususnya lalat, dan berbagai hewan lain, misalnya anjing, ayam, dan tikus, karena mengandung bahan – bahan yang dapat menjadi makanan hewan tersebut. Dalam ilmu kesehatan lingkungan, dari berbagai jenis kotoran manusia yang lebih dipentingkan adalah tinja (*faeces*) dan air seni karena kedua bahan tersebut memiliki karakteristik tersendiri dan dapat menjadi sumber penyebab timbulnya berbagai penyakit saluran pencernaan (Azwar, 1995).

Berbagai dampak negatif pada kehidupan manusia dan lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh tinja, secara disadari atau tidak, telah mendorong timbulnya dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi untuk penanganan tinja. Penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi penanganan tinja disalah satu pihak diharapkan dapat mengurangi semaksimal mungkin terjadinya dampak negative tersebut, dan dipihak lain membuka peluang kerja bagi orang yang menaruh minat untuk terjun didalamnya. Yang disebut terakhir ini dapat dipandang sebagai dampak positif dari permasalahan tinja. Pada akhirnya apakah dampak negatif atau dampak positif yang akan dirasakan oleh manusia sebagai individu atau kelompok, ditentukan oleh manusia itu sendiri. Atas dasar itu, dalam dalam rangka pembangunan yang berwawasan lingkungan secara berkesinambungan, ilmu pengetahuan dan teknologi pembuangan tinja perlu dimasyarakatkan, baik di lingkungan pendidikan maupun masyarakat umum,

pengusaha industri, hotel rumah sakit, kawasan perdagangan, kawasan wisata, dan sebagainya.

Untuk mengatasi dan mengurangi dampak dari tinja tersebut maka digunakan *septic tank* dimana *septic tank* merupakan salah satu teknologi *on site wastewater treatment*. Penggunaan *septic tank* telah banyak memberikan dampak yang positif terhadap penurunan pencemaran tanah dan air tanah oleh bakteri dan mikroorganisme yang berasal dari tinja. Namun walaupun demikian ada beberapa hal yang dapat mengganggu proses pengolahan limbah dari *septic tank*.

Beberapa permasalahan yang mengganggu Sistem Pembuangan Air Limbah Individu adalah : (1) Pemilihan sistem yang kurang tepat, (2) Kapasitas yang kurang memadai (*undersize*), (3) Konstruksi yang salah, (4) Kurang pemeliharaan.

Pembuangan limbah cair dari *septic tank* langsung ke badan air akan menimbulkan masalah kesehatan masyarakat setempat dan dapat menimbulkan bau yang tak sedap. Suatu pengolahan dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari limbah tersebut, pada penelitian sebelumnya biasanya digunakan pecahan genting atau karbon aktif. Penggunaan tanah laterit sebagai adsorban dianggap suatu alternatif pengolahan yang sangat ekonomis dan sederhana karena tidak membutuhkan biaya yang besar dan keahlian khusus dalam menjalankannya. Keuntungan lainnya dari penggunaan tanah laterit dibanding

pecahan genteng yaitu dalam penggunaan tanah laterit tidak membutuhkan suatu proses khusus sebelumnya, laterit yang diambil dari beberapa tempat sebelumnya diuji terlebih dahulu sampai menemukan hasil yang maksimal yaitu laterit yang berasal dari Purbalingga Jawa Tengah. Tanah laterit memiliki pori diharapkan mampu mengSORpsi sehingga dapat mengoptimalkan kapasitas effluent yang selanjutnya akan dibuang ke badan air, dan diharapkan tidak mengganggu aspek kesehatan, estetika, kehidupan akuatik dan sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan dan aman jika dibuang ke lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

- a) Apakah tanah laterit sebagai adsorban dapat digunakan untuk menguji efektifitas dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada pengolahan lanjutan limbah cair *septic tank* dan seberapa besar efisiensi penurunannya.
- b) Bagaimana perbandingan efektifitas tanah laterit sebagai adsorban untuk dapat menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair *septic tank*.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dicapai dalam pengolahan limbah domestik *septic tank* dengan menggunakan tanah laterit adalah:

- a) Untuk mengetahui kemampuan dan efisiensi penurunan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair *septic tank* dengan menggunakan tanah laterit.
- b) Untuk mengetahui variasi tanah laterit yang efektif dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair *septic tank*.
- c) Untuk mengetahui model adsorpsi yang tepat digunakan oleh laterit sebagai adsorban dalam penurunan parameter COD dan TSS limbah cair *septic tank*.

1.4. Manfaat Penelitian

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

- a) Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan teknologi alternatif yang dapat menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada *septic tank* secara efektif dengan biaya murah dan mudah dalam pengoperasiannya.
- b) Dapat dijadikan kajian lebih lanjut untuk pengolahan terhadap parameter lain yang sejenis.

1.5. Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, agar penelitian ini lebih mudah perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

- a) Reaktor yang digunakan berbentuk bak kaca dengan penggunaan tanah laterit sebagai sorpsi.
- b) Lokasi pengambilan sampel dilakukan di *septic tank* hasil olahan DEWATS pada inlet dan outlet bak.
- c) Laterit yang digunakan adalah tanah laterit yang berasal dari Purbalingga, Jawa Tengah dan telah di aktivasi dengan pemanasan sinar matahari langsung.
- d) Parameter yang diukur meliputi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS).
- e) Evaluasi dilakukan berdasarkan kelayakan teknis dengan membandingkan teori yang ada.
- f) Interval waktu yang dipakai yaitu secara kontinyu adalah selama 10 hari pada setiap inlet dan outlet, sedangkan secara batch dilakukan dengan variasi berat tanah laterit 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr, 50 gr dan variasi waktu yaitu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit.
- g) Penelitian dilakukan dengan menggunakan skala laboratorium.

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Pada tugas akhir ini dibagi dalam lima bab yang dimaksudkan untuk memberikan suatu kerangka tentang isi dari tugas akhir ini, sehingga dapat dihubungkan antara bab yang satu dengan yang lainnya. Sistematika penulisan Tugas Akhir secara garis besar adalah sebagai berikut :



BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar permasalahan yang dibahas, seperti latar belakang masalah, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan penjelasan mengenai teori – teori yang dipergunakan sebagai landasan untuk pemecahan permasalahan.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan mengenai metode – metode yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian, mulai dari pengumpulan data sekunder dan primer, sampai pada tahapan pengerjaan.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data – data hasil sampling, hasil pengolahan data dengan berbagai metode perhitungan yang diperoleh dari analisa laboratorium.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian terakhir yang berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang dianjurkan untuk pengembangan penelitian yang selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Tinja merupakan bagian dari buangan limbah domestik (Sugiharto, 1987). Tinja diartikan sebagai buangan yang berasal dari tubuh manusia yang merupakan sisa dari proses metabolisme tubuh dan keberadaannya di lingkungan telah bercampur dengan *urine* (air seni), air penggelontor serta air buangan lainnya yang tercampur (Anonim, 1979).

Pengolahan terhadap buangan tinja sangat penting untuk dilakukan karena didalamnya terkandung berbagai parameter pencemar dengan konsentrasi yang sangat tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran terhadap air, tanah dan udara. Selain itu kandungan bakteri pada tinja dapat menjadi vector atau sumber penyebaran penyakit.

Pengolahan merupakan usaha yang dilakukan untuk mengurangi dampak penting negatif akibat masuk atau dimasukkannya unsur-unsur fisik, kimia, biologi atau radioaktif yang berkualitas sebagai polutan (Tjokrokusumo, 1995). Pengolahan juga berarti proses yang dilakukan sehingga menyebabkan terjadinya perubahan akibat peristiwa fisik, kimia dan biologi yang melibatkan satuan proses dan satuan operasi pada unit-unit pengolahan. Proses pengolahan bukan merupakan proses

pemurnian, melainkan yaitu usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas dari buangan sehingga didapat hasil efluen yang memenuhi standar baku mutu penerimaan air buangan yang diperbolehkan (Chatib, 1986).

2.2 Teknik Pengolahan Limbah sistem DEWATS

Tuntutan akan sistem pengolahan limbah cair semakin meningkat di daerah perkotaan dan semi perkotaan di Indonesia sedangkan sistem pengolahan limbah cair yang cukup memadai belum tersedia. Sementara itu pemerintah telah mengeluarkan sejumlah peraturan lingkungan yang menetapkan bahwa penghasil limbah seperti masyarakat, institusi, dan industri harus bertanggung jawab atas polusi air limbah dan oleh karena itu limbah tersebut harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan.

Teknologi pengolahan air limbah yang efisien memakan biaya besar. Konsep dan sistem pengolahan air limbah yang efisien dan canggih telah dikembangkan oleh beberapa perusahaan yang berbasis di negara yang berpenghasilan tinggi. Sistem ini mengandalkan suku cadang import yang mahal, memerlukan input energi tinggi dan perawatan rumit untuk sistem operasi berkelanjutan. Persyaratan seperti ini tidak sesuai dengan masyarakat atau institusi atau perusahaan kecil dan menengah di negara berkembang di Asia Tenggara dan Selatan.

DEWATS merupakan singkatan dari “*Decentralized Wastewater Treatment Systems*” (sistem pengolahan air limbah terdesentralisasi) . Aplikasi DEWATS didasarkan pada prinsip pemeliharaan sederhana berbiaya rendah atau murah karena

bagian paling penting dari sistem ini beroperasi tanpa memerlukan input energi, serta tidak dapat dihidupkan dengan sengaja. Pengolahan pada dasarnya merupakan proses stabilisasi polutan melalui proses oksidasi, pemisahan bahan padatan (solid), serta penghilangan zat-zat beracun atau berbahaya.

Pengolahan limbah cair *septic tank* di DEWATS terdiri dari beberapa bangunan pengolahan yang meliputi : *Septic tank* (warna kuning), *Horizontal Sand Filter Plant* (HSFP) (warna hijau), dan reaktor yang menggunakan tanah laterit sebagai adsorban (warna merah).



Gambar 2.1. Bangunan pengolahan Limbah Cair *Septic tank* di DEWATS

Pada masing-masing bangunan pengolahan memiliki karakteristik yang berbeda-beda, dan didesain sedemikian rupa sehingga limbah cair yang akan diolah memenuhi baku mutu sesuai yang dipersyaratkan oleh pemerintah.

2.2.1 *Septic Tank*

Septik tank adalah tangki yang tertutup rapat untuk menampung aliran limbah yang melewatinya sehingga kandungan bahan padat dapat dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis didalam tangki. Fungsinya bukan untuk memurnikan air limbah tetapi untuk mencegah bau dan menghancurkan kandungan bahan padat. (Salvato, 1992).

Septic tank adalah ruang kedap berkamar tunggal atau lebih yang berfungsi untuk pengolahan tunggal atau awal terutama dalam sistem pengolahan air buangan skala kecil dan setempat (Mouras Automatic Scavenger, 1860) dan kemudian mempelajari proses yang terjadi dan memberi nama "*Septic Tank*" (Donal Cameron, 1895).

Septic tank mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. Untuk memisahkan benda padat
Padatan yang *settleable* didalam air kotor baku dipisahkan dengan cara pengendapan.
2. Untuk mengolah padatan dan cairan secara biologis
Padatan dan cairan didalam air kotor akan didekomposisi oleh bakteri anaerob dan proses alamiah lainnya.
3. Sebagai penampung lumpur dan busa
Lumpur (*sludge*) merupakan akumulasi padatan yang mengendap pada dasar tangki, dan busa adalah lapisan padatan yang mengambang.

Keduanya di *digest* oleh aksi bakteri, hasil dari proses dekomposisi tersebut akan diperoleh suatu cairan, gas dan lumpur matang yang stabil dimana cairan terolah akan keluar sebagai effluen. Gas yang terbentuk dilepas melalui pipa ventilas, dan lumpur yang matang ditampung didasar tangki yang nantinya akan dikeluarkan secara berkala.

Selama limbah di tahan dalam *septic tank* maka benda-benda padat akan mengendap di dasar tangki, dimana benda-benda tersebut dirombak secara anaerobik. Lapisan tipis yang terbentuk di permukaan akan membantu memelihara kondisi anaerobik. Keluaran dari septic tank, dari sudut pandang kesehatan masyarakat sama bahayanya dengan air limbah segar sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang.

Waktu tinggal limbah pada *septic tank* berukuran besar tidak boleh kurang dari 12 jam. Detensi selama 24 hingga 72 jam direkomendasikan untuk *septic tank* berukuran besar. Sistem pengolahan air buangan secara on-site dapat menjaga lingkungan dan kesehatan masyarakat umum dan dengan minimalnya biaya pemeliharaan terhadap sedikitnya populasi yang ada dan dapat memberikan solusi pada waktu jangka panjang untuk populasi kecil yang sedang berkembang. (1996 USEPA).

Proses utama yang terjadi didalam septic tank adalah :1. Sedimentasi SS, 2. Flotasi lemak dan material lain ke permukaan air, 3. Terjadinya proses biofisik kimia di ruang lumpur

Dalam pelaksanaan dan pengembangan teknik pembuangan tinja, berbagai aspek perlu diperhatikan. Menurut Wagner dan Lanoix (1958) beberapa aspek yang mempengaruhi pemilihan dan perencanaan sistem pembuangan tinja, bagi kelompok masyarakat tertentu adalah :

1. Karakteristik biologis manusia
2. Sifat teknik sarana yang digunakan
3. Pertimbangan yang seksama terhadap perilaku manusia yang menggunakannya

Ditinjau dari segi kuantitasnya, air buangan yang masuk ke dalam *Septic tank* berupa *Sullage (Grey water)* yang berasal dari aktivitas pencucian, dapur, kamar mandi. *Black water (human body waste)* yang berasal dari *feces* dan *urine*. Tinja merupakan bagian dari air buangan limbah domestik yang berasal dari tubuh manusia yang merupakan sisa dari proses metabolisme dan keberadaannya di lingkungan telah tercampur dengan *urine*, air penggelontor serta air buangan lainnya yang tercampur. (Anonim, 1979).

Instalasi pengolahan lumpur tinja adalah salah satu bentuk bangunan yang dibuat untuk mengolah lumpur tinja disedot dari *septic tank* penduduk (Sri redzeki, 2001). Kandungan air dari tinja bervariasi tergantung dari berat tinja, makin tinggi berat tinja maka kandungan air yang diperlukan makin banyak. Volume tinja yang diperhitungkan untuk pengolahan dapat diketahui dari jumlah tinja tambah air *urine* tambah air untuk pembersih dubur dan

lingkungan sekitarnya. Beberapa masalah yang dihadapi pada saat sekarang ini antara lain pembuangan limbah tinja sangat berpengaruh terhadap lingkungan khususnya pada lingkungan fisik terutama pada tanah dan air tanah. (Kusnaputranto, 1993).



Gambar 2.2. Bangunan Septic tank DEWATS

Karakteristik *septic tank* :

Jenis pengolahan : sedimentasi, stabilisasi lumpur, penurunan COD 20–50 %

Macam air limbah : domestik dan lainnya yang disertai dengan padatan yang mengendap

Kelebihan : sederhana, tahan lama, dibawah permukaan tanah, kebutuhan lahan $0,5\text{m}^2 / \text{m}^3$ air limbah harian

Kelemahan : hanya untuk pengolahan awal, keluaran masih bau

Tabel 2.1. Kualitas Air limbah rumah tangga dari WC / kakus

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

(*Sumber : DEWATS- Yogyakarta*)

Tinggi rendahnya mutu air limbah disuatu tempat dipengaruhi oleh karakteristik air limbah secara fisik, kimia maupun biologi dengan parameter seperti berikut *Fisik* : Temperatur, Kekeruhan, Warna, dan Bau. *Kimia* : pH, organik (karbohidrat, protein, lemak, fenol), anorganik (zat mineral yang mengurangi O₂, zat beracun dan logam berat). *Biologi*: terdiri dari golongan mikroorganisma yang terdapat dalam air (golongan coli) Karakteristik fisik, kimia dan biologi terdapat hubungan yang saling bergantung dan saling mempengaruhi satu sama lainnya. Sebagai contoh , temperatur air limbah berhubungan langsung dengan keaktifan mikroorganisme, sehingga air limbah dapat membusuk dan bau, contoh lainnya adalah adanya hubungan tak langsung antara mikroorganisma dengan karakteristik kimia. Untuk mengukur

sampai berapa jauh tingkat pengotor air, maka dapat digunakan beberapa parameter antara lain : BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), SS (*Suspended Solid*), bakteri coli, dan golongan amoniak. Parameter-parameter ini dipakai pula untuk mengukur kemampuan pengolahan air limbah. Berdasarkan kekuatannya, air limbah digolongkan dalam 3 jenis yaitu : kuat, sedang dan lemah. Jenis kekuatan tersebut biasanya dinyatakan dengan tingkat BOD yaitu :

- a. Kuat, bila nilai BOD > 300 mg/L
- b. Sedang, bila nilai BOD 100 -300 mg/L
- c. Lemah, bila nilai BOD < 100 mg/L

2.2.2. *Horizontal Sand Filter Plants (HSFP)*

Limbah cair yang akan diolah menggunakan filter ini harus melalui pra-pengolahan terlebih dahulu terutama sehubungan dengan padatan tersuspensi. Maka pada bangunan pengolahan *septic tank* pada DEWATS juga dilengkapi dengan filter yang terdiri dari batu-batuan alam, karena berbagai pengalaman menunjukkan bahwa masalah terbesar pada filter ini adalah masalah penyumbatan. Bangunan ini berbentuk persegi panjang dengan cascade sebanyak tiga trap dengan bantuan tanaman air dalam meremoval limbah cair. Limbah dialirkan secara gravitasi, dengan adanya cascade maka penurunan kadar limbah tersebut juga dimaksimalkan dengan adanya sistem

aerasi, proses pengolahan air limbah dengan mengontak dengan udara. Aerasi bertujuan untuk (Agustjik, 1991) :

- a. Penambahan jumlah oksigen
- b. Penurunan jumlah karbon dioksida
- c. Menghilangkan hidrogen sulfida (H_2S), metan (CH_4) dan berbagai senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.



Gambar 2.3. Bangunan horizontal sand filter plant

Karakteristik horizontal sand filter plant adalah :

Jenis pengolahan : degradasi fakultative padatan terlarut maupun padatan halus tersuspensi, penurunan COD 60 – 85%

Macam air limbah : sesuai untuk pengolahan domestik dan limbah industri yang ringan.

Kelebihan : tingkat efisiensi pengolahan yang tinggi, untuk memperindah pertanaman.

Kelemahan : membutuhkan ruang yang cukup luas.

Pada bangunan pengolahan ini terdapat tanaman yang dapat difungsikan sebagai filter, biasanya tanaman tersebut 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) telah diketahui bisa menurunkan kadar E. Coli air limbah. Hampir semua jenis rumput rawa dan rumput air cocok untuk air limbah, tapi tidak semuanya memiliki akar menjorok atau akar yang dalam.

Karakteristik pada limbah cair septic tank setelah adanya pengolahan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2. Karakteristik limbah cair horizontal DEWATS

Hasil	Satuan	Keterangan
6,99	Mg PO ₄ P/L (sampel asli)	Sampel : limbah cair horizontal DEWATS
6,22	pH	
894	Mg/L TSS	
143	Mg/L COD	

(Sumber : DEWATS – 2006)

2.2.3. Reaktor dengan Tanah Laterit

Tanah laterit biasanya banyak mengandung besi dan alumunium. Tanah laterit berwarna merah, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan laterit yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara

300 sampai 2000 m per gram. Luas permukaan yang luas disebabkan laterit mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan. Tanah laterit adalah jenis tanah berkembang lanjut, dengan ciri-ciri sebagai berikut: horosinasi telah lanjut, reaksi tanah masam, kadar lempung meningkat, struktur tanah berderajat teguh, kejenuhan basa dan KPK rendah, mineral dapat lapuk rendah, kadar bahan organik tanah sangat rendah.

Tanah yang berkembang lanjut mempunyai kesuburan fisik baik, karena berstruktur granuler, kandungan lempung tinggi sehingga daya ikat air tinggi dan beraerasi bagus. Lempung dalam laterit mempunyai muatan terubahkan, nilai KPK rendah pada suasana pH tanah masam dan lebih tinggi pada pH tanah netral (Tan, 1994).

Tanah laterit mengandung besi, aluminium, dan kadang kala titanium oksida, hidroksida, dan kaolinit. Adanya horizon oksik yang kaya besi atau aluminium atau keduanya merupakan ciri utama dari tanah laterit. Kristal kaolinit di dalam tanah laterit biasanya berukuran kecil dan dilapisi oleh besi oksida dan hidroksida besi (Van Wambeke, 1992). Adanya kaolin telah lama dikenal akan reaktivitasnya terhadap fospat. Dua mekanisme serapan P (Phospor) pada tanah laterit adalah pertukaran ion fospat dengan gugus hidroksil pada lapisan dan/ atau sebagai anion tertukarkan yang mengimbangi muatan positif. Kandungan oksida-oksida besi dan aluminium pada tanah

laterit yang merupakan komponen utama mampu menyerap P. Tanah mempunyai peranan penting dalam lingkungan karena berfungsi sebagai penyaring, penyangga, dan system transformasi sehingga mampu melindungi kita dari pengaruh pencemaran akibat kegiatan industri modern.

1. Fungsi penyaring (Filter)

Banyak bahan residu padat dan bahan lain yang berpotensi sebagai bahan pencemar seperti debu dan sediment, serta bahan padat seperti kotoran ternak, night soil, dan buangan pabrik. Bahan – bahan tersebut kemungkinan mengandung bahan atau senyawa yang bersifat meracun dalam konsentrasi tertentu seperti cadmium (Cd), tembaga (Cu), seng (Zn), Flourin (F), dan raksa (Hg). Unsur – unsur tersebut ternyata dapat diikat oleh tanah sehingga tanah lapisan bawah dan air domestik / air minum tetap murni, tidak terkontaminasi bahan pencemar. Tanah lempungan dan debuan merupakan tanah yang berstuktur halus dan mempunyai kemampuan yang tinggi sebagai penyaring, tetapi permeabilitasnya rendah. Kapasitas penyaring sama dengan jumlah air yang dapat di murnikan persatuan waktu. Kapasitas penyaring ini cukup rendah pada tanah lempungan dan debuan, tetapi cukup tinggi pada tanah geluhan. Tanah pasiran mempunyai efisiensi yang rendah sebagai filter, tetapi cepat meloloskan air.

2. Fungsi penyangga

Kapasitas penyangga juga sangat penting dalam hubungannya dengan masalah lingkungan karena kompleks pertukaran juga menyerap senyawa yang larut dalam air hujan, contohnya : nitrogen monoksida dan sulfur, senyawa mracun terlarut, insektisida terlarut, dan bahan pencemar industri, atau kemungkinan secara kimia dapat terendapkan karena sangat dipengaruhi pH dan potensial redoks. Kapsitas penyangga cukup tinggi pada tanah lempungan dan debuan, serta kandunagn bahan organik tinggi.

3. Proses alihrupa (Transformation)

Bahan pencemar dalam bentuk senyawa organic misalnya urin, tinja, pupuk kandang, limbah cair, limbah padat, dan insektisida kemungkinan besar akan mengalami proses alihrupa dan terpecah menjadi senyawa yang tidak beracun karena mengalami peruraian oleh kegiatan mikroorganisme.

Potensi tanah sebagai penyaring, penyangga, dan pengalihrupa bahan pencemar sangat penting dalam hubungannya dengan penanggulangan pencemaran lingkungan dan eutrofikasi badan air. Sampai sejauh ini, tanah masih cukup efektif dalam melindungi lingkungan dari bahaya pencemaran sehingga bahan pencemar di dalam tanah tidak berlebihan dan kegiatan biologi tanah dapat dipertahankan.

BOD dan COD yang terkandung dalam air dihilangkan melalui proses adsorpsi, kompleksasi dan presipitasi. Proses penghilangan fosfat lebih banyak terjadi dalam tanah daripada yang terjadi dalam air. Media yang mengandung tanah liat, aluminium dan kalsium secara signifikan akan mempercepat proses penghilangan BOD dan COD.

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam proses adsorpsi. Ukuran partikel laterit mempengaruhi kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon. Jadi kecepatan adsorpsi yang menggunakan laterit serbuk (*powder*) lebih besar daripada laterit butiran (*granular*). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektifitas laterit dalam penyisihan senyawa organik dalam air buangan.

Ukuran partikel tidak terlalu mempengaruhi luas permukaan total sebagian besar meliputi pori-pori partikel laterit. Struktur pori-pori laterit mempengaruhi perbandingan antara luas permukaan dan ukuran partikel. Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorpsi.

2.2.3.1. Modifikasi Tanah Laterit

Modifikasi laterit merupakan suatu perlakuan yang dilakukan terhadap tanah laterit sehingga diperoleh laterit yang memiliki kemampuan lebih baik. Modifikasi tersebut dilakukan untuk menghilangkan pengotor dan membersihkan pori-pori, sehingga dapat meningkatkan luas permukaan aktif sebagai tempat terjadinya interaksi pertukaran ion maupun adsorpsi. Modifikasi ini dilakukan agar kemampuan laterit dalam menyerap ion-ion logam berat, anion, mikroorganisme, maupun senyawa organik lainnya dapat meningkat (Sutarti dan Rahmawati, 1994). Modifikasi laterit dilakukan dengan suatu aktivasi atau perlakuan awal, dimana proses aktivasi tanah laterit tersebut memiliki 2 metode, yaitu :

1. Aktivasi fisis

Aktivasi fisis ini biasa dilakukan dengan pemanasan atau kalsinasi pada temperatur 400 – 500°C. Pemanasan ini bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori tanah laterit, sehingga diperoleh luas permukaan zeolit yang meningkat.

2. Aktivasi kimia

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan menginteraksikan zeolit terhadap suatu larutan asam atau basa. Aktivasi kimia ini

dapat membersihkan permukaan pori-pori laterit, menghilangkan senyawa-senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan. Tanah laterit yang diinteraksikan dengan suatu larutan asam dapat menghasilkan laterit aktif.

laterit kalsinasi merupakan tabah laterit yang telah mengalami perlakuan secara fisik. Aktivasi fisik yang biasa dilakukan ialah pemanasan pada temperatur $400 - 500^{\circ}\text{C}$, sehingga air yang berada pada rongga laterit teruapkan dan akan menambah luas permukaan rongga-rongga laterit. Kalsinasi pada laterit ini menyebabkan peningkatan derajat kekristalan dan menghilangkan bahan organik.

Setelah aktivasi laterit, laterit bisa diklasifikasikan menjadi dua jenis yang mempunyai ukuran partikel yang berbeda dengan kapasitas adsorpsi yang berbeda pula, yakni *powder* jika ukuran karbon aktif lebih kecil dari 200 mesh dan granular jika diameter karbon aktif berukuran lebih besar dari 0.1 mm (Metcalf dan Eddy, 1991).

a. Pengolahan dengan laterit serbuk (*powder*).

Laterit ini berbentuk serbuk dan luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan laterit butiran, sehingga kecepatan adsorpsinya juga menjadi lebih besar (A.Abrams, et al, 1966). Laterit serbuk dapat digunakan secara langsung pada proses fisik

dan kimia. Setelah beberapa lama terjadi kontak maka laterit akan mengendap pada dasar bak pengolahan (Tchobanoglous, 1983).

.b. Laterit berbentuk butiran (*granular*).

Laterit berbentuk *granular* ditetapkan dalam ukuran mesh. Kecepatan adsorbsinya lebih kecil di bandingkan dengan laterit berbentuk serbuk karena luas permukaan totalnya lebih sedikit dibandingkan karbon aktif berbentuk serbuk, dimana luas permukaan total akan mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Laterit berbentuk *granular* dipakai untuk memisahkan kontaminan dalam air buangan seperti Phenol, insektisida, trinitrotolune (TNT), detergen, warna dan logam berat lainnya (A. Abrams, et al, 1996).

Adsorpsi dengan menggunakan laterit butiran (*granular*) dapat menggunakan sistem batch, column atau fluidized bed. Sistem kontak yang umum digunakan adalah fixed bed atau contercurrent moving bed (reynold, 1982).

2.2.3.2. Sifat-sifat Tanah Laterit

Laterit merupakan meterial yang memiliki sifat-sifat istimewa sehingga dapat dipergunakan dalam berbagai bidang aplikasi. Sifat-sifat laterit antara lain :

1. Sifat adsorpsi

Laterit dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam-logam berat maupun senyawa-senyawa yang berbentuk cairan. Rongga-rongga dalam struktur laterit terisi oleh molekul-molekul air. Keberadaan molekul-molekul air di sekitar kation dalam rongga laterit akan mengurangi kemampuan adsorpsi laterit, karena rongga-rongga tersumbat oleh molekul-molekul air tersebut. Rongga-rongga laterit tersebut dapat terbuka dengan pemanasan pada temperatur 300 – 400°C sehingga air dapat menguap dan laterit mampu menyerap cairan atau gas dengan lebih efektif. Kemampuan adsorpsi laterit terhadap suatu molekul tergantung pada kesesuaian bentuk dan ukuran dari molekul tersebut dengan rongga laterit, selain itu sifat kepolaran juga berpengaruh. laterit bersifat polar sehingga cenderung untuk memilih molekul yang sama polarnya sebagai adsorbat. Apabila pada saat yang bersamaan terdapat dua molekul atau lebih yang melintasi permukaan laterit, laterit hanya mampu meloloskan sebuah molekul saja, hal ini disebabkan adanya pengaruh kutub antara laterit dengan molekul yang diserap. Molekul yang memiliki kutub atau molekul yang tidak jenuh memiliki

kemampuan untuk lolos lebih besar daripada molekul yang tidak memiliki kutub atau molekul jenuh.

2. Sifat pertukaran ion

Rongga kation dalam laterit berinteraksi lemah dengan kerangka, oleh karena itu reaksi pertukaran kation dapat terjadi dengan cepat pada suhu kamar. Pertukaran ion pada laterit khususnya ditentukan oleh ukuran pori dan keadaan lingkungan laterit (Weller, 1994). laterit mengikat logam-logam alkali maupun alkali tanah, namun karena ikatan yang relatif lemah maka logam-logam tersebut dapat dipertukarkan dengan logam-logam lainnya.

3. Sifat Dehidrasi

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

4. Katalisator

Ciri khusus dari laterit adalah adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya. Bila laterit

digunakan pada proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas antar kristal. laterit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan luas permukaan yang maksimum.

2.3. Adsorpsi

2.3.1 Pengertian Adsorpsi

Istilah adsorpsi pertama kali diperkenalkan untuk menerangkan kondensasi gas pada permukaan. Namun pada saat ini istilah adsorpsi dipakai secara luas untuk menerangkan gejala-gejala seperti penyerapan gas, penyerapan molekul-molekul dari larutan pada permukaan padatan (*Atkins*, 1982:206). Bila dua padatan bertemu (terjadi kontak antar fasa) maka di antara kedua fasa terjadi daerah antar muka yang sifatnya berbeda dengan kedua fasa tersebut. Pada kondisi dan tekanan tertentu molekul-molekul dalam daerah ini dapat menarik molekul lain sampai kesetimbangan tercapai, sehingga adsorpsi dapat juga diartikan sebagai melekatnya atom-atom molekul suatu zat pada permukaan zat lain melalui suatu ikatan tertentu.

Pengertian adsorpsi secara umum adalah suatu proses penyerapan suatu zat oleh adsorben. Adsorben merupakan suatu padatan yang dapat menyerap dengan mudah sejumlah gas atau cairan. Adsorben dapat berupa material alam atau sintesis yang mempunyai luas permukaan internal yang

cukup tinggi sedangkan adsorbat (yang diserap) biasanya berupa larutan/ gas. Adsorpsi juga dapat diartikan proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi.

Ada dua jenis adsorpsi yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Kedua jenis adsorpsi ini dapat dibedakan dari gaya van der Waals, di mana kalor yang dilepaskan pada kondensasi gas, dan banyaknya yang teradsorpsi dapat dengan dibalik dengan menurunkan tekanan gas atau konsentrasi dari zat terlarut. Sedangkan adsorpsi kimia (*khemisorpsi*) mencakup pembentukan ikatan kimia, oleh karena itu sifatnya lebih spesifik daripada adsorpsi fisik. Dalam *khemisorpsi* ikatannya dapat sedemikian ketatnya, sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan. Laju *khemisorpsi* dapat cepat atau lambat tergantung energi aktivasinya.

Interaksi antara suatu senyawa organik dan permukaan mineral lempung dapat terjadi melalui tarikan elektrostatik atau pembentukan ikatan kimia yang spesifik. Sifat-sifat molekul organik seperti struktur, gugus, fungsional, dan sifat hidrofobik berpengaruh pada sifat-sifat adsorpsi.

Beberapa mekanisme reaksi yang menyebabkan terbentuknya ikatan antara permukaan mineral laterit dan senyawa-senyawa organik, misalnya :

1. Pertukaran Ion

Sifat kimia dan fisik suatu spesies organik adalah demikian penting dalam mempengaruhi interaksinya dengan lempung. Jadi jika bersifat kation, seperti yang ditemukan pada amina terprotonasi atau kation ammonium kuarter, maka ion-ion tersebut akan masuk ke dalam reaksi pertukaran dengan kation logam yang biasanya menempati titik pertukaran pada permukaan lempung. Seringkali kation organik lebih disukai daripada kation logam karena pertimbangan ukuran. Namun kation organik kecil dapat diganti oleh kation logam. Kation organik juga akan saling mempertukarkan kation organik lain pada kompleks pertukaran lempung. Dalam sistem pertukaran sebagian pada smektit, kation organik yang berbeda cenderung terpisah dalam beberapa lapisan seperti yang ditunjukkan oleh ion ammonium kuarter bercampur dengan mektit etil amonium. Alasan pemisahan tersebut diperkirakan sebagai akibat dari sifat hidrasi yang berbeda seperti halnya kebutuhan energi untuk pengembangan lapisan (*Huang, 1997 :95*).

2. Ikatan Hidrogen

Ikatan hidrogen adalah jenis lain dari interaksi yang mungkin terjadi antara molekul organik dengan permukaan mineral. Berbagai jenis ikatan ini telah diidentifikasi, terutama dengan penerapan spektroskopi inframerah. Salah satu jenis adalah ketika molekul organik polar tidak dapat menggantikan molekul air pada kation logam pertukaran, dan menempatkan dirinya dalam pengikatan hidrogen dengan air yang terkoordinasi secara langsung. Contohnya adalah ikatan yang terjadi antara piridin (L) dengan kation permukaan mineral laterit yang terhidrasi.

3. Pembentukan Ion Dipol

Kation pada mineral laterit dapat membentuk koordinasi tipe ion dipol dengan molekul organik anionik atau non-ionik yang dapat menyumbangkan elektron. Skema interaksi seperti yang telah diilustrasikan pada pembahasan ikatan hidrogen di atas.

4. Pembentukan Kompleks Permukaan *Inner-Sphere* dan *Outer-Sphere*

Adsorpsi spesies organik oleh mineral laterit dapat terjadi melalui pembentukan kompleks permukaan *inner-sphere* atau *outer-*

sphere. Permukaan kompleks outer-sphere juga terjadi pada adsorpsi asam aspartat oleh kaolinit.

5. Interaksi Hidrofobik

Spesies hidrofobik cenderung membentuk agregat dan mengikat permukaan mineral melalui interaksi yang menghasilkan hidrofobisitas dan ikatan dengan permukaan yang lebih kuat. Angore et al. (2002) menemukan bahwa keberadaan asam ftalat dapat memacu adsorpsi suatu molekul hidrofobik antrasin yang sama sekali tidak teradsorb oleh kaolinit dan *goethite*. Hal ini dikarenakan asam ftalat dapat terikat oleh kaolinit dan *goethite* dan meningkatkan hidrofobisitas permukaan mineral tersebut.

6. Interaksi Elektrostatik

Di sini spesies organik terprotonasi atau terdeprotonasi berinteraksi dengan ion logam yang terikat oleh mineral laterit.

7. Ikatan pi

Spesies organik dapat menyumbangkan dan menggunakan bersama elektron pi-nya dengan permukaan suatu mineral laterit.

Ikatan semacam ini telah diusulkan oleh *Harris et al.* (2001) untuk adsorpsi molekul poliaromatik oleh kaolin.

8. Ikatan Van der Waals

Spesies organik mengikat permukaan mineral laterit dalam bentuk netral. Energi ikatan van der waals ini sangat lemah. Ikatan semacam ini terjadi ketika attrazin mengikat smektit.

2.3.2. Mekanisme Adsorpsi

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

Adsorpsi dibagi menjadi 2 yaitu :

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

2. Adsorpsi kimia ikatan antara adsorban dan adsorber sangat kuat, sehingga sulit untuk dilepaskan dan proses hamper tidak mungkin untuk bolak-balik (Allen, dkk, 1967). Atau dengan kata lain adsorpsi kimiawi merupakan hasil dari gaya yang lebih besar dibandingkan dengan pembentukan senyawa kimia. Secara normal bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan di atas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari permukaan satu ke permukaan lainnya. Jika permukaan tertutup oleh lapisan monomolekuler, kapasitas adsorben telah habis. Adsorpsi kimiawi jarang yang bersifat balik.

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

1. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film (*film diffusin process*).
3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

Adsorpsi dibatasi terutama oleh proses *film diffusion* dan *pore diffusion*, hal ini tergantung oleh besarnya pergolakan dalam sistem. Jika

pergolakan antar partikel karbon dan fluida relative kecil, maka lapisan film disekeliling partikel akan tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Apabila dilakukan pengadukan yang cukup maka kecepatan difusi film akan meningkat (*Webber, 1972*).

Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorben, semakin luas permukaannya dan daya serap semakin besar.

Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu : (1) Mempunyai luas permukaan yang besar, (2) Berpori-pori, (3) Aktif dan murni, (4) Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap. Pemilihan adsorben pada proses adsorpsi sangat mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya: bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

2.3.3. Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

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

1. Luas permukaan adsorben

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

2. Ukuran partikel

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

3. Waktu kontak

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

4. Distribusi ukuran pori

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

5. Struktur Molekul

Struktur molekul / sifat adsorbat penting dalam mendeteksi tingkat adsorpsi yang dapat berlangsung. Senyawa yang memiliki rantai cabang

banyak lebih sulit teradsorpsi dari pada molekul yang hanya memiliki rantai lurus. Molekul yang memiliki tingkat polaritas dan kelarutan rendah cenderung lebih mudah teradsorpsi. Jika tidak ada aktifitas yang melindungi pori karbon, proses adsorpsi akan terhalang oleh molekul yang lebih kecil. Keadaan ini dapat dilihat dari tidak mudahnya larutan ikatan kimia yang terbentuk, sehingga proses readsorpsi lebih sulit.

6. Suhu

Reaksi adsorpsi umumnya eksotermis dan pada suhu tinggi adsorpsi berlangsung lambat atau dengan kata lain suhu yang tinggi memperlambat proses adsorpsi, temperatur rendah memacu adsorpsi walaupun laju dan efisiensinya mempunyai berbagai cara yang berlainan. Sebagai air limbah memiliki suhu sekitar 650 F – 900 F, suhu rendah meningkatkan adsorpsi (Perrich, 1981).

7. pH (Derajat Keasaman)

pH berpengaruh besar terhadap adsorpsi, karena pH menentukan tingkat ionisasi suatu larutan, maka dapat mempengaruhi adsorpsi senyawa-senyawa organik asam maupun basa lemah. Umumnya beberapa senyawa organik semakin baik diadsorpsi apabila pH semakin rendah. Senyawa asam organik lebih dapat tdiadsorpsi pada pH rendah sebaliknya basa organik lebih dapat diadsorpsi pada pH tinggi.

Adapun untuk kebutuhan adsorben dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan:

1. Persamaan Freundlich digunakan jika diasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multilayer*) dan site bersifat heterogen, yaitu adanya perbedaan energi pengikatan pada tiap-tiap site. Persamaan Freundlich dapat pula ditulis secara umum sebagai berikut :

$$X/M = KC_e^{1/n} \dots\dots\dots(2.1)$$

X = Jumlah massa zat teradsorpsi (mg)

M = Jumlah massa adsorben (g)

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

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

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

- Molekul diadsorpsi oleh site (tempat terjadinya reaksi di permukaan adsorben) yang tetap

- Setiap site dapat "memegang" satu molekul adsorbat
- Semua site mempunyai energi yang sama
- Tidak ada interaksi antara molekul yang teradsorpsi dengan site sekitarnya

Dalam bentuk umum, persamaan dapat ditulis sebagai berikut :

$$X/M = KbC_e / 1 + C_e \dots\dots\dots(2.2)$$

X = Jumlah massa zat teradsorpsi (mg)

M = Jumlah massa adsorben (g)

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

K = Konstanta eksprimen (Reynolds, 1982)

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

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben merupakan bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu didalam partikel tersebut, oleh karena pori-pori tersebut sangat kecil maka luas permukaan dalam menjadi beberapa arah besaran lebih besar dari permukaan luar sampai 2000 m²/g. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau adanya perbedaan polaritas yang

menyebabkan sebagai molekul melekat pada permukaan itu dan lebih erat dari pada molekul-molekul lainnya (Reynold, 1982).

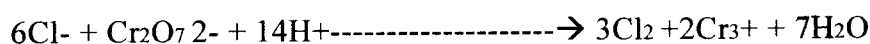
2.4. Parameter Yang Akan di Teliti

2.4.1. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical oxygen demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi, atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah pengukuran jumlah oksigen, dari kalium dikromat, yang bereaksi dengan senyawa-senyawa yang dapat dioksidasi yang terkandung di dalam 1 L air di bawah kondisi kerja untuk prosedur yang dibicarakan. Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak sama semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri (Fardiaz, 1976)

COD ini secara khusus bernilai apabila BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga lebih singkat dibandingkan pengukuran BOD. Namun demikian bahwa BOD dan COD tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung COD tidak dapat dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD

tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. COD tidak dapat menjadi petunjuk tentang tingkat dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang praktis COD dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat arang yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia (Mahida, 1984). *Chemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium bichromat menjadi gas CO₂ dan H₂O serta sejumlah ion Chrom. Kalium Bichromat atau K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). Reaksi tersebut perlu pemanasan dan juga penambahan katalisator perak sulfat (Ag₂SO₄) untuk mempercepat reaksi. Apabila dalam bahan buangan organik diperkirakan ada unsur Chlorida yang dapat mengganggu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan tersebut. Chlorida dapat mengganggu karena dapat ikut teroksidasi oleh kalium bikromat sesuai dengan reaksi berikut ini :



Apabila dalam larutan air lingkungan terdapat klorida, maka oksigen yang diperlukan pada reaksi tersebut tidak menggambarkan reaksi

sebenarnya. Seberapa jauh tingkat pencemaran oleh bahan buangan organik tidak dapat diketahui secara benar. Warna larutan air lingkungan yang mengandung bahan buangan organik sebelum reaksi oksidasi adalah kuning. Setelah reaksi oksidasi selesai maka akan berubah menjadi hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium bichromat yang dipakai pada reaksi tersebut diatas. Makin banyak kalium bichromat yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Ini berarti bahwa air lingkungan makin banyak tercemar oleh bahan buangan organik, dengan demikian maka seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan dapat diketahui.

2.4.1.1. Keuntungan tes COD

Analisa COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan tes BOD memerlukan waktu sekitar 5 hari. Untuk analisa COD antara 50-800 mg/L tidak perlu pengenceran sampel, sedangkan pada umumnya analisa BOD selalu membutuhkan pengenceran.

Ketelitian dan ketetapan tes COD adalah 2-3 kali lebih tinggi dari pada BOD. Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD tidak menjadi soal pada tes COD.

2.4.1.2. Kekurangan COD

Tes hanya merupakan suatu analisa yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam). Sehingga merupakan pendekatan saja, karena hal itu maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (iner) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis.

2.4.1.3. Pengambilan Sampel

Dalam pengambilan sampel menggunakan botol kaca bila memungkinkan, penggunaan botol plastik harus bersih dari zat-zat organik yang mungkin tersisa didalamnya. Sampel yang mengandung lumpur harus dikocok dahulu sampai rata sebelum dianalisa karena lumpur juga terdiri dari zat organik yang harus dioksidasi dalam tes COD untuk mendapatkan tes COD yang benar.

2.4.2. *Total Suspended Solid (TSS)*

Menurut Mustofa (1997), *Total Suspended Solid (TSS)* yaitu jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. Padatan – padatan ini menyebabkan kekeruhan air tidak terlarut dan tidak

dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel – partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan – bahan organik tertentu, tanah liat dan lain – lain. Air buangan selain mengandung padatan tersuspensi dalam jumlah yang bervariasi, juga sering mengandung bahan – bahan yang bersifat koloid. Padatan terendap dan padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari kedalam air, sehingga dapat mempengaruhi regenerasi oksigen secara *fotosintesis*. Pengukuran langsung TSS sering memakan waktu yang cukup lama. Mengukur kekeruhan (*turbiditas*) air dilakukan untuk dapat memperkirakan TSS dalam suatu contoh air dengan *turbidimeter* yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati suatu sampel air.

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Misalnya, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan samapi berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan (Fardiaz, 1992).



Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya (Slamet, 2002).

Zat Padat Tersuspensi dapat bersifat organis dan inorganis. Zat Padat Tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain *zat padat terapung* yang selalu bersifat organis dan *zat padat terendap* yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya (Alaerts, 1984). Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan Turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis (Kristanto, 2002).

2.5. Serapan dalam Tanah

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

dan koloid organik dan anorganik merupakan implikasi tambahan dari perilaku elektrokimia koloid tanah.

2.5.1. Gaya-Gaya Serapan

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

1. Gaya Fisik

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

2. Ikatan Hidrogen

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

3. Ikatan elektrostatik

Gaya tarik-menarik elektrostatik antara ion-ion yang dihasilkan oleh muatan elektrik pada permukaan koloid. Ikatan ini dapat terjadi antara kation dan anion organik dan lempung. Gaya inilah yang berperan dalam reaksi pertukaran kation pada permukaan lempung. Kation-kation organik kebanyakan terserap pada permukaan lempung yang bermuatan negatif, sedangkan anion-anion organik lebih tertarik ke arah tepi permukaan lempung (Van Olphen, 1977). Serapan antar sel diantara lapisan-lapisan lempung terbatas pada senyawa-senyawa organik dengan berat molekul rendah (Tan dan Mc Creery, 1975).

4. Reaksi Koordinasi

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

2.5.2. Serapan Anion Oleh Koloid Tanah

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

1. Serapan Negatif

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

2. Serapan Positif

Serapan positif suatu anion adalah serapan dan pengkonsentrasian anion pada permukaan bermuatan positif atau tepi-tepi koloid tanah. Dalam hal ini terjadi serapan negatif kation, yaitu penolakan kation oleh muatan kation. Kapasitas tukar anion (KTA) tanah biasanya lebih kecil dari pada kapasitas tukar kation (KTK). Nilainya bergantung pada perubahan dalam tingkat elektrolit dan pH tanah. KTA juga terbatas pada tipe-tipe lempung tertentu.

BAB III

METODE PENELITIAN

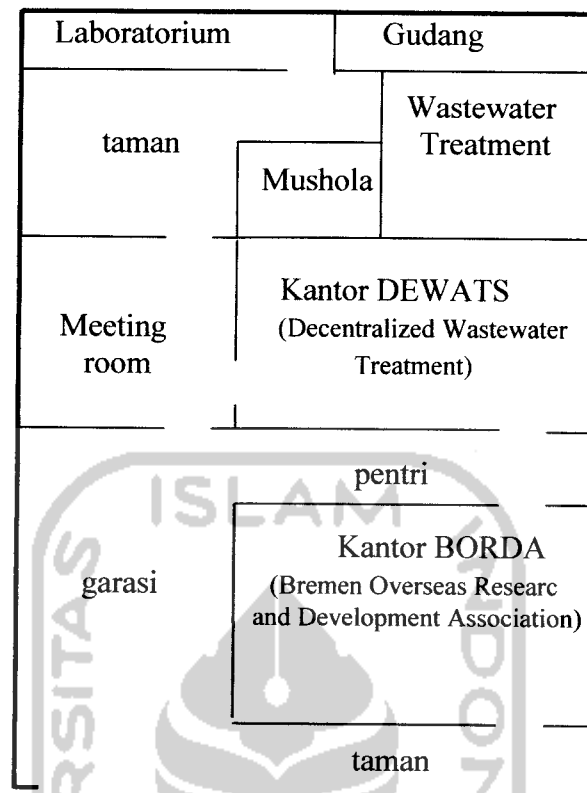
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian menggunakan skala laboratorium dan bersifat eksperimen dengan maksud untuk mengetahui penurunan COD dan TSS air limbah domestik *septic tank* dengan studi adsorpsi sistem *batch* dan sistem kontinyu.

3.2 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Laboratorium DEWATS untuk penelitian pra-laboratorium yaitu penelitian terhadap penyerapan laterit hasil aktivasi oven dan sinar matahari.
2. Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia sebagai tempat untuk menganalisa sampel. Sedangkan lokasi pengambilan sampel di sistem pengolahan limbah *septic tank* DEWATS.



Gambar 3.1. Lay out DEWATS

3.3 Obyek Penelitian

Obyek yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah kandungan, serapan tanah laterit dan limbah *septic tank* hasil olahan Dewats, Yogyakarta.

3.4 Parameter Penelitian

Penelitian ini dilakukan pengujian parameter *septic tank* yang meliputi:

3.4.1 *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik

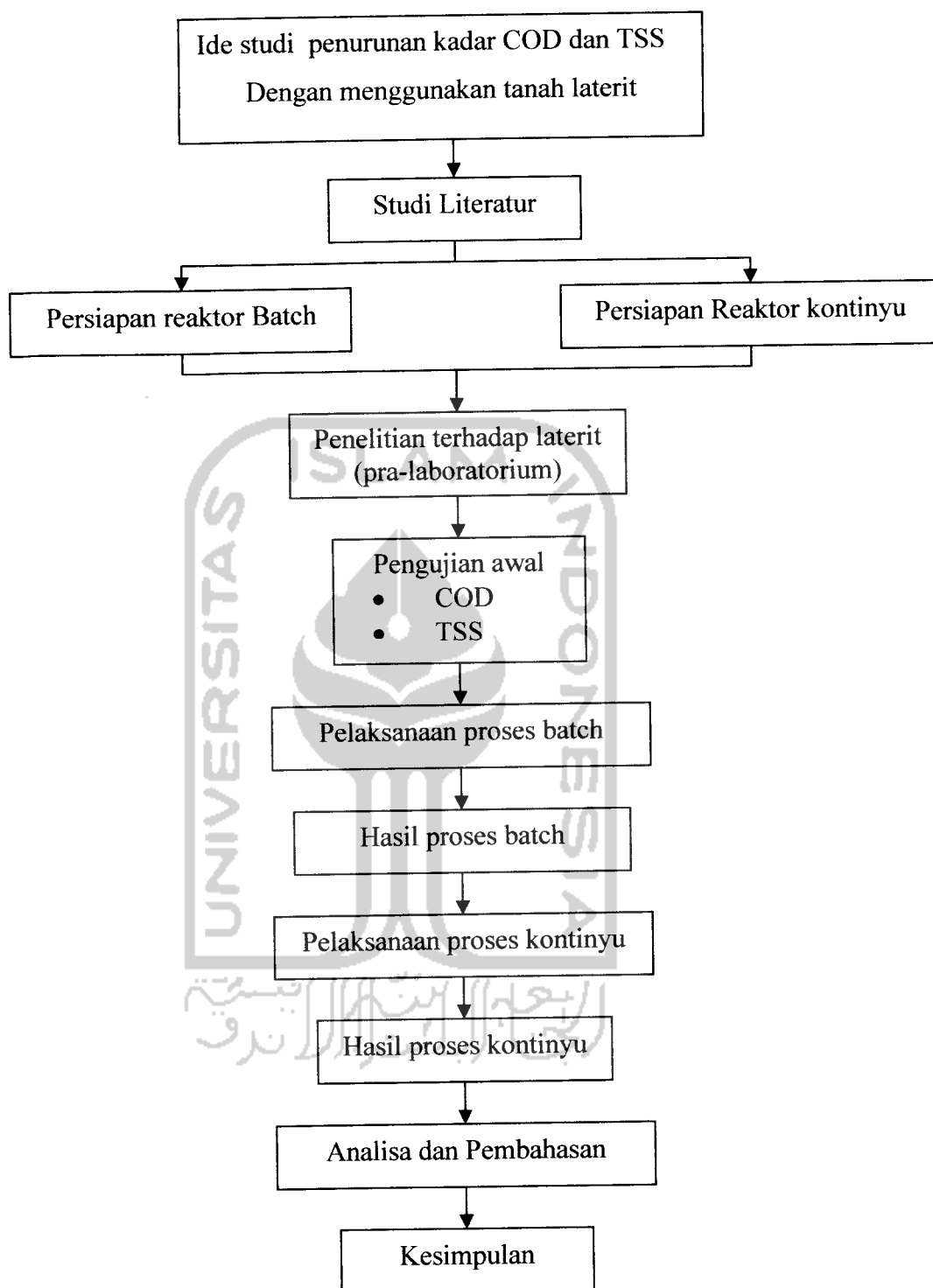
yang dapat didegradasikan secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO_2 dan H_2O .

3.4.2 *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya.

3.5 **Diagram Penelitian**

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram penelitian, yaitu pada gambar 3.1



Gambar 3.2 Kerangka Penelitian

3.6 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Untuk pengambilan sampel secara kontinyu yaitu dilakukan selama 10 hari rutin setiap hari.
- Untuk pengambilan secara batch variasi komposisi tanah laterit yang sudah ditumbuk dan diayak dengan ayakan sebesar ≥ 60 mesh sebesar 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr dan 50 gr dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit untuk menghitung laju penurunan COD dan TSS.

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter COD dan TSS dalam limbah cair domestik (*outlet Septic tank*) hasil olahan DEWATS.

3.7 Desain Reaktor

Perencanaan pembuatan reaktor yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Tanah Laterit

- Kontinyu

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah laterit, dengan diameter yang dipakai 1 – 2 cm.

- Batch

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah laterit yang di tumbuk halus dan disaring dengan ayakan ≥ 60 mesh.

2. Tipe aerator

gravity aerator dengan model cascade.

3.8 Dimensi Reaktor

Reaktor yang direncanakan terbuat dari kaca dan menggunakan media dalam reaktor adalah tanah laterit. Proses yang terjadi pada reaktor ini adalah air limbah yang berasal dari aoutlet HFSP akan dialirkan ke inlet reaktor dengan pengangkatan air dengan menggunakan Dosing pump dengan kecepatan 1,5 lt/ jam, mengalir melalui pipa PVC ukuran $\frac{1}{2}$ " masuk kedalam ruang bak pertama yang dialirkan dengan pipa bercabang dan berlubang. Air akan keluar melalui lubang – lubang dan terjadi aerasi yaitu kontak dengan udara, yang selanjutnya air akan jatuh di permukaan tanah laterit dan terjadilah proses sorbsi. Setelah air memenuhi reaktor, maka air akan keluar melalui pipa outlet yang selanjutnya air akan mengalir pada bak air selanjutnya yaitu bak kedua.

Tabel 3.1 Dimensi reaktor penelitian

Dimensi	Simbol	Hasil Perhitungan	Satuan	Pers. Yang digunakan
panjang	L	0.4	m	
lebar	W	0.4	m	
tinggi reaktor	Tr	0.35	m	
tinggi tanah laterit	Tt	0.25	m	
luas area	A	0.16	m ²	L x W
Volume	V	0.096	m ³	A x (Tr + Tt)
debit	Q	3	Lt/ jam	
Kec. Dosing pump	v	1,5	Lt/jam	

Sumber : Hasil Perhitungan

3.9 Metode Pelaksanaan Penelitian

3.9.1 Bahan-bahan Penelitian

- a) Kaca
- b) Pipa PVC
- c) Gate valve
- d) Tee
- e) Lem
- f) Ember
- g) Perlak (penutup reaktor)
- h) Tanah laterit
- i) Dosing pump

3.9.2 Persiapan Penelitian

Dalam pelaksanaan proses adsorpsi dilakukan dengan dua cara yaitu secara kontinyu dengan aliran kebawah (gravitasi) dan *batch*. Sebelum penelitian dilaksanakan pertama kita mempersiapkan tanah laterit yang sudah dipecah-pecah dengan ukuran yang telah disesuaikan. Setelah itu dipanaskan, dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu diaktifasi dengan oven pada suhu 400°C atau menggunakan terik sinar matahari langsung selama 3-4 hari.

Setiap bahan yang akan dipakai sebagai adsorben harus diuji terlebih dahulu kapasitas adsorpsinya terhadap adsorben tertentu. Untuk mendapatkan kapasitas optimum dari suatu bahan adsorben, perlu dilakukan studi pra-laboratorium. Dibawah ini adalah hasil penelitian pra-laboratorium yang dilakukan di laboratorium DEWATS untuk mengetahui seberapa besar serapan terhadap fosfat dengan menggunakan TSP sebesar 46% P_2O_5 pada tanah laterit didapat hasil penelitian sebagai berikut :

Tabel 3.2 Hasil serapan phospat pada laterit hasil aktifasi laterit sinar matahari dan pemanasan oven

No	Tanggal	Sinar Matahari (42°C)	Oven (400°C)
1	18 – 7- 2006	70,48 mg / L	68,03 mg / L
2	19 – 7- 2006	56,39 mg / L	53,94 mg / L
3	20 – 7- 2006	53,32 mg / L	50,26 mg / L
4	21 – 7- 2006	51,48 mg / L	47,80 mg / L
5	24 – 7- 2006	45,35 mg / L	43,52 mg / L
6	25 – 7- 2006	44,13 mg / L	42,29 mg / L
7	26 – 7- 2006	41,68 mg / L	39,84 mg / L
8	27 – 7- 2006	41,68 mg / L	38,61 mg / L
9	28 – 7- 2006	40,45 mg / L	37,39 mg / L
10	31 – 7- 2006	34,32 mg / L	34,94 mg / L
11	01 – 8 - 2006	31,38 mg / L	31,87 mg / L
12	02 – 8 - 2006	30,03 mg / L	31,26 mg / L
13	03 – 8 - 2006	30,03 mg / L	31,26 mg / L
14	04 – 8 - 2006	28,20 mg / L	30,65 mg / L
15	07 – 8 - 2006	23,30 mg / L	26,35 mg / L
16	08 – 8 - 2006	23,30 mg / L	24,52 mg / L
17	09 – 8 - 2006	21,45 mg / L	22,68 mg / L
18	10 – 8 - 2006	20,85 mg / L	21,45 mg / L

Sumber : Hasil penelitian tanggal 18/7/2006 – 10/8/2006 Lab.DEWATS

Dari hasil penelitian tersebut maka tanah laterit yang akan digunakan dalam penelitian laboratorium adalah tanah laterit yang menggunakan pemanasan sinar matahari, walaupun kedua-duanya memiliki penyerapan yang baik namun karena faktor ekonomis dan jumlah yang banyak sehingga sinar matahari pun dijadikan alasan dalam pemanasan. Tujuan dari pemanasan ini adalah untuk mengeluarkan zat organik yang ada dalam air, dan untuk memperluas permukaan tanah laterit sehingga laterit dapat menyerap dengan baik.

Selain itu kita juga melakukan penelitian di BATAN terhadap serapan tanah laterit dalam menyerap parameter lain yaitu Ca dan Fe sehingga didapatkan hasil :

Tabel 3.3. Hasil Serapan Tanah Laterit terhadap Ca dan Fe

Nama Contoh	Kode	Label	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode uji
Laterit Purbalingga	582/P/KA	--	Ca	%	7,260 $\pm 0,049$	XRF
Laterir Purbalingga	582/P/KA	--	Fe	%	7,328 $\pm 0,014$	XRF

XRF = *X- Ray Fluorescence*

Sumber : *Laboratorium Kimia Analitik – BATAN*

3.9.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.9.2.1 Proses *Batch*

Studi adsorpsi menggunakan sistem batch dilakukan dalam sejumlah gelas beker erlenmeyer yang berisi larutan yang mengandung zat tertentu yang akan diadsorpsi pada konsentrasi dan volume tertentu. Pada tiap-tiap tabung dibubuhkan sejumlah adsorben dengan berat yang bervariasi. Selanjutnya larutan dan adsorben dalam tabung tersebut dikocok dalam waktu tertentu (waktu tercapainya kesetimbangan) dan setelah itu konsentrasi larutan dianalisa. Selisih konsentrasi adsorbat sebelum dan setelah adsorpsi dianggap sebagai konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben. Besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh tiap satuan berat adsorben dapat dihitung dari tiap gelas erlenmeyer.

Proses batch dilakukan dengan dua macam variasi yaitu dosis tanah laterit dan waktu lamanya pengadukan, dengan rincian sebagai berikut :

- Variasi dosis tanah laterit : 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr, 50 gr.
- Variasi waktu lamanya pengadukan : 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit.

Pada proses batch ini akan diaduk dengan kecepatan 30 RPM yang dilakukan dengan cara :

- Lakukan pemeriksaan air sampel awal terlebih dahulu untuk parameter COD dan TSS.
- Sampel diambil dari HSFP (inlet 1) dan outlet bak kaca yang berisi tanah laterit.
- Timbang tanah laterit yang telah dihancurkan dan diayak dengan ayakan ≥ 60 mesh dengan variasi berat laterit 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr dan 50 gr.
- Mencatat nilai pH
- Menyiapkan 5 buah gelas beaker ukuran 1 liter masing-masing diisi dengan 300 ml sampel air dengan variasi berat tanah laterit 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr dan 50 gr.

- Aduk secara flokulasi dengan kecepatan 30 rpm dan dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit.
- Hentikan pengadukan dan biarkan mengendap selama 15 menit, pada setiap variasi waktu.
- Analisa COD dan TSS

Data yang diperoleh diolah dengan model adsorpsi tertentu, tergantung dari asumsi dasar dari tiap-tiap model adsorpsi dan adsorben atau adsorbat yang digunakan.

3.9.2.2 Proses Kontinyu

a. Persiapan Alat dan Bahan

- Peralatan yang berupa kaca, pipa PVC dengan ukuran $\frac{1}{2}$ inchi, sambungan pipa, dosing pump serta peralatan pendukung lainnya dirangkai dan dipasang.
- Memasukkan tanah laterit yang telah diproses terlebih dahulu kedalam bak kaca dengan ketinggian 25 cm.
- Memasukkan sampel kedalam reaktor dengan pengaturan debit oleh dosing pump.

b. Menjalankan Alat

Reaktor yang dirancang adalah dengan media tanah laterit. Tipe aerasi dengan menggunakan tipe cascade aeration, yang terdiri atas 2 cascade.

Pengoperasian reaktor tanah laterit secara kontinyu dilakukan dengan cara :

1. Melakukan pemeriksaan air sampel terlebih dahulu untuk parameter TSS dan COD
2. *Septic tank* yang sudah diolah pada HSFP dipompa oleh dosing pump untuk dialirkan ke bak air 1.
3. Sampel yang akan dialirkan dan diatur debitnya oleh dosing pump dengan kec. debit $0,8 \text{ ml}^3/\text{dtk}$.
4. Sampel tersebut mengalir menuju pipa yang bercabang dan berlubang..
5. Sampel yang masuk melalui lubang akan keluar dan masuk kecelah-celah tanah laterit.
6. Terjadi sorpsi zat-zat pencemar.
7. Selanjutnya air akan menuju ke bak air 2.
8. Pengukuran parameter TSS dan COD pada tiap – tiap bak air dan effluent.

9. Sampel hasil pengolahan selanjutnya diperiksa ke laboratorium untuk diperiksa kualitasnya.

3.9.3 Pemeriksaan Hasil Penelitian

Seperti yang dijelaskan pada bagan pelaksanaan penelitian, sampel-sampel yang telah selesai mengalami proses (baik kontinyu dan *batch*) akan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium DEWATS.

Analisa Kualitas Air Baku :

- a. COD (SNI M – 70 – 1990 – 03)

Cara Kerja:

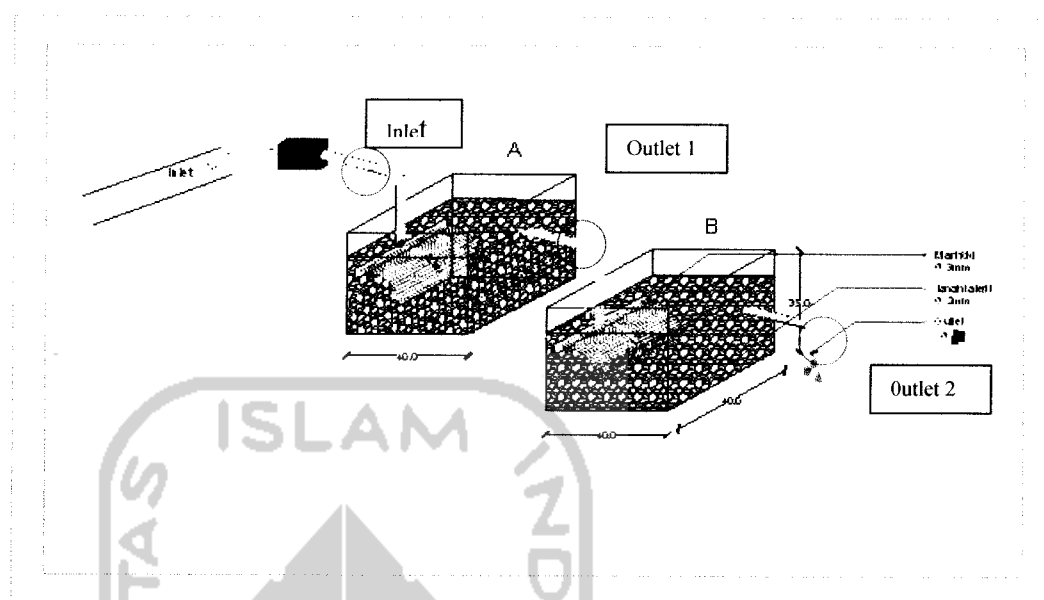
- Bilas tabung refluks (tabung reaksi) dengan H_2SO_4 20 % secara merata.
- Masukkan 2,5 ml sampel yang akan di uji
- Tambahkan 1,5 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- Tambahkan 3,5 ml Ag_2SO_4
- Panaskan didalam termoreaktor selama 2 jam pada suhu 148°C
- Setelah agak dingin spektrofotometer dengan menggunakan spektrometer

- b. TSS (SNI 1991 – Standar 2) Metode pengujian Kualitas Fisika Air SK SNI M – 03 – 1990 - F

Cara Kerja :

- Kertas saring bebas abu dibasahi dengan aquadest untuk menghitung berat kosong terlebih dahulu, masukkan kedalam oven 105°C selama 2 jam
- Ambil dan desikator selama 30 menit – 1 jam, ditimbang (gr)
- Oven lagi pada suhu 105°C selama 15 menit, desikator 15 menit dan ditimbang (gr)
- Lakukan penimbangan sebanyak 3 kali hingga berat kertas saring stabil.
- Isi kertas saring dengan sampel, diamkan hingga meresap limbah cair lalu oven selama 1 – 2 jam.
- Angkat dan diletakkan di desikator selama 30 menit lalu timbang (gr)
- Lakukan hal yang sama dalam pengukuran berat isi seperti pengukuran berat kosong.

3.10 Gambar Reaktor



Gambar 3.3. Reaktor dengan menggunakan tanah laterit

3.11 Analisis Data

3.11.1 Analisa Statistik

Analisa data hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan uji statistik yaitu *Analysis Of variance (ANOVA)* satu jalur untuk penelitian secara kontinyu dan *ANOVA* dua jalur untuk penelitian secara batch, analisis ini merupakan pendekatan yang memungkinkan digunakannya data sampel untuk menguji apakah nilai dari dua atau lebih rerata populasi yang tidak diketahui adalah sama (Damanhuri, 2001).

Adapun Hipotesis sebagai berikut :

H_0 = Perbedaan penurunan konsentrasi yang signifikan antara proses secara statistik tidak signifikan.

H_a = Perbedaan penurunan konsentrasi antara proses secara statistik signifikan

Dengan syarat jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima atau kedua rata-rata populasi sama, tetapi apabila $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka H_0 ditolak atau kedua rata-rata populasi tidak sama.

3.11.2 Menghitung Efisiensi

Effluent dari hasil pengolahan oleh alat dianalisa di laboratorium dan untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar TSS dan *COD*, maka dihitung efisiensinya dengan membandingkan influent dan effluent dan dinyatakan dalam persen. Perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

E = Efisiensi

C_1 = Kadar TSS atau *COD* sebelum *treatment*(inlet)

C_2 = Kadar TSS atau *COD* sesudah *treatment* (outlet)

3.11.3 Menghitung Model isotherm adsorpsi

Model adalah tiruan dari suatu kondisi nyata yang menekankan pada aspek-aspek yang dianggap penting dan mengabaikan aspek-aspek lain (*Schwarzenbach et al, 1993*). Pada proses adsorpsi, telah banyak model dikembangkan, yaitu model Freundlich, model Langmuir dan model BET. Pada penelitian ini akan dibandingkan antara ke tiga model isotherm tersebut.

3.11.3.1. Model Adsorpsi Langmuir

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

- 1) Molekul diadsorpsi oleh *site* (tempat terjadinya reaksi di permukaan adsorben) yang tetap
- 2) Setiap *site* dapat “memegang” satu molekul adsorban
- 3) Semua *site* mempunyai energi yang sama
- 4) Tidak ada interaksi antara molekul yang teradsorpsi dengan *site* sekitarnya.

Persamaan Isoterm adsorpsi Model Langmuir :

$$[S-M] = \frac{K_L^{act} [S_T] f_M [M]}{1 + K_L^{act} f_M [M]} \dots\dots\dots(3.2)$$

Di mana $[S_T]$ adalah konsentrasi total di *site*. Dalam bentuk yang umum persamaan (3.2) dapat ditulis (*Tchobanoglous, 1991*):

$$\frac{x}{m} = \frac{q_m bC}{1 + bC} \dots\dots\dots(3.3)$$

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

3.11.3.2. Model adsorpsi Freundlich

Pada penelitian ini digunakan model isotherm Freundlich karena persamaan ini sudah digunakan secara luas (*Masschelein, 1992*) dan lebih memberikan hasil yang memuaskan (*Wesley*).

$$\text{Model Freundlich} = \frac{x}{m} = KC^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(3.4)$$

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

3.11.3.3. Model adsorpsi BET

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

$$\frac{\frac{x}{m}}{q_m} = \frac{bC}{(C_s - C)[1 + (b-1)C/C_s]} \dots\dots\dots(3.5)$$

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

Bentuk linier dari persamaan 3.5 adalah :

$$\frac{C}{\frac{x}{m}(C_s - C)} = \frac{1}{bq_m} + \frac{(b-1)}{bq_m} \left(\frac{C}{C_s} \right) \dots\dots\dots(3.6)$$

3.12 Hipotesa

Limbah *septic tank* hasil olahan DEWATS memiliki konsentrasi COD dan TSS yang tidak begitu besar dibandingkan dengan limbah *septic tank* yang lain, karena jumlah limbah yang tidak begitu besar dan telah ada pengolahan lain setelah pengolahan *septic tank*. Hipotesis yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah :

- Terjadi penurunan konsentrasi kandungan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang terdapat dalam *septic tank* hasil olahan DEWATS sesuai dengan batas yang diperuntukkan.
- Semakin besar ukuran mesh laterit dan waktu pengadukan, akan semakin besar daya serapnya terhadap limbah cair *septic tank*.
- Sifat dan karakteristik yang dimiliki oleh tanah laterit sebagai adsorban dapat menurunkan kandungan COD dan TSS.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan laterit termodifikasi sebagai adsorben pada proses penurunan kandungan COD dan TSS pada limbah cair *septic tank* hasil olahan DEWATS. Dalam penelitian proses adsorpsi dilakukan dengan dua cara yaitu secara *batch* dan kontinyu dengan aliran kebawah (secara gravitasi). Proses kontinyu dilakukan selama sepuluh hari berturut-turut sampel diambil pada jam 6.00 – 7.00 WIB. Sedangkan penelitian secara *batch* pengambilan sampel pada pukul 6.00 WIB. Dalam penelitian secara *batch* dipakai dua variasi yaitu variasi berat tanah laterit yaitu 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr dan 50 gr, dan variasi waktu yaitu 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Sehingga akan didapat suatu data yang akan di bahas pada bab ini.

4.1 Data Hasil Uji Laboratorium

4.1.1 Proses *Batch*

Hasil pengujian awal terhadap kadar COD dan TSS dalam limbah domestik *septic tank* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian awal kadar COD dan TSS sebelum proses adsorpsi.

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis
1.	COD	mg/L	182.945
2.	TSS	mg/L	1223

Pada proses *batch* tanah laterit ditumbuk halus kemudian disaring dengan ayakan dengan ukuran ≥ 60 mesh dan ditimbang sesuai dengan variasi berat laterit yaitu 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr, dan 50 gr. Variasi tersebut dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tanah laterit dapat berperan sebagai adsorban. Selain variasi berat laterit ada juga variasi waktu pengadukan yaitu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit, dengan kecepatan pengadukan 30 RPM.

4.1.2 Proses Kontinyu

Hasil pengujian awal terhadap kadar COD dan TSS dalam limbah domestik *septic tank* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian awal kadar COD dan TSS sebelum proses adsorpsi.

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis
1.	COD	mg/L	106,894
2.	TSS	mg/L	2437

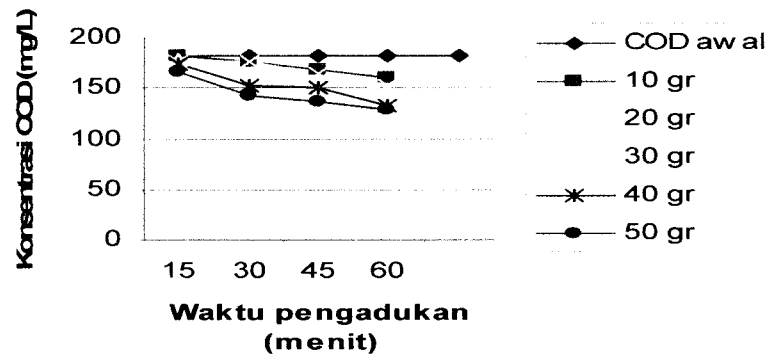
Proses kontinyu yang dilakukan dalam percobaan adalah tipe *fixed bed* di mana media adsorben dalam keadaan terendam, dan limbah dialirkan melalui adsorben tersebut. Reaktor yang digunakan dalam proses kontinyu ini sebanyak 2 bak dan limbah dialirkan secara gravitasi.

4.1.2.1 Hasil Penelitian Terhadap Parameter COD secara *Batch*

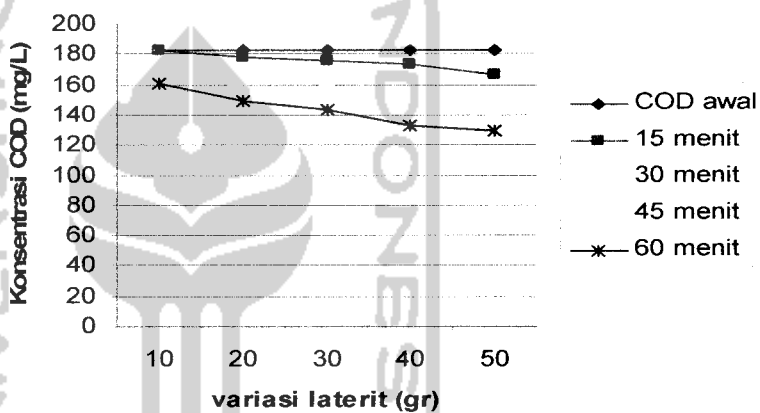
Pengukuran parameter COD dalam penelitian ini dilakukan satu kali dengan menggunakan sampel limbah yang sama dan variasi berat laterit serta variasi waktu yang berbeda. Data yang diperoleh beserta efisiensi parameter COD dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data konsentrasi COD beserta efisiensinya

Waktu (menit)	Variasi Berat (gr)	COD Awal (mg/l)	COD Akhir (mg/l)	Efisiensi (%)
15	10	182.945	182.276	0.366
	20	182.945	178.169	2.611
	30	182.945	176.131	3.725
	40	182.945	173.510	5.157
	50	182.945	166.667	8.898
30	10	182.945	176.017	3.787
	20	182.945	165.135	9.735
	30	182.945	159.048	13.062
	40	182.945	151.989	16.921
	50	182.945	143.427	21.601
45	10	182.945	167.942	8.201
	20	182.945	158.135	13.561
	30	182.945	152.036	16.895
	40	182.945	150.240	17.877
	50	182.945	136.292	25.501
60	10	182.945	161.240	11.864
	20	182.945	149.233	18.427
	30	182.945	143.048	21.808
	40	182.945	132.558	27.542
	50	182.945	129.479	29.225



Gambar 4.1. Hubungan konsentrasi COD dengan variasi waktu



Gambar 4.2 Hubungan konsentrasi COD dengan variasi laterit

Dari tabel dan gambar tampak bahwa penurunan COD setelah dilewatkan pada laterit cukup besar yaitu pada variasi waktu 60 menit dengan nilai COD awal sama yaitu 182.945 mg/L menjadi 161.240 mg/L pada massa 10 gr, 149.233 mg/L pada massa laterit 20 gr, 143.048 mg/L pada massa 30 gr, 132.558 mg/L pada massa 40 gr, 129.479 mg/L pada massa 50 gr. Dan begitu juga pada variasi waktu pengadukan dan variasi massa laterit yang lain menunjukkan hal yang

sama. Hal ini dapat dimengerti karena laterit kalsinasi terdapat pada permukaan dan celah-celah pada permukaan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap kotoran yang ada pada limbah cair *septic tank*. Dari grafik dapat dilihat bahwa penurunan akan semakin besar dengan semakin besarnya ukuran partikel adsorban dan variasi waktu pengadukan yang paling besar yaitu pada 60 menit.

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

Proses yang terjadi dalam adsorpsi tanah laterit hampir sama dengan karbon aktif dapat dibagi menjadi tiga langkah, yaitu yang pertama adalah difusi film. Pada tahap ini molekul adsorbat berpindah dari sebagian besar larutan ke permukaan partikel adsorban. Dalam perpindahan adsorbat harus melewati film yang mengelilingi partikel adsorban. Yang kedua adalah difusi pori, pada tahap ini molekul adsorbat berpindah ke tempat adsorpsi dalam pori-pori. Molekul dari larutan adsorbat dipindahkan dan diikat oleh adsorban dalam proses adsorpsi. Proses kinetik adsorpsi terjadi dimana molekul dipindahkan

dari larutan ke dalam pori-pori partikel karbon. Dengan demikian molekul adsorbat dalam diikat oleh adsorban. Dan yang terakhir adalah pelekatan molekul adsorbat ke permukaan partikel adsorban.

4.1.2.2 Hasil Penelitian Terhadap Parameter COD secara Kontinyu

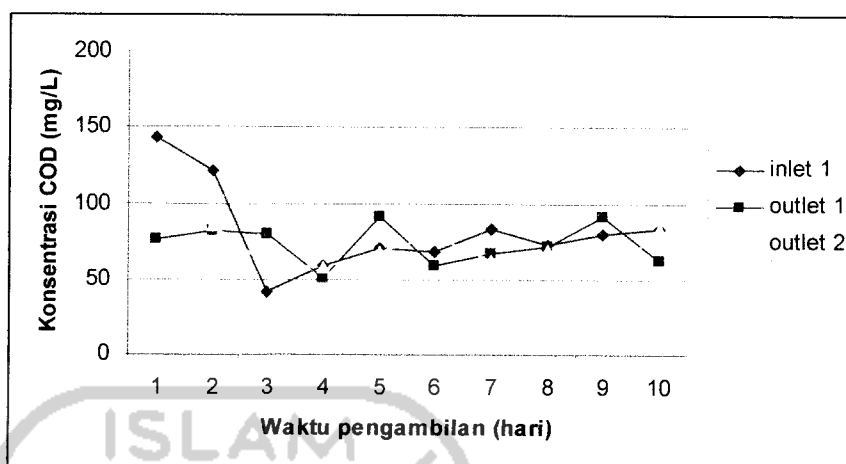
Pengukuran parameter COD dalam penelitian ini dilakukan satu kali dalam satu hari sebanyak sepuluh sampel. Berikut ini data yang diperoleh beserta efisiensi parameter COD dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data konsentrasi COD dan efisiensinya

Hari ke-	inlet 1 (mg/L)	outlet 1 (mg/L)	outlet 2 (mg/L)	efisiensi 1 (%)	efisiensi 2 (%)
1	143.012	76.627	100.027	46.420	-30.538
2	121.647	82.223	85.783	29.482	-4.330
3	41.272	80.187	58.501	-41.747	27.044
4	58.568	50.937	58.246	0.549	-14.349
5	70.522	91.634	67.979	3.606	25.814
6	67.979	59.077	78.622	-15.656	-33.084
7	82.731	66.962	61.874	25.211	7.598
8	73.320	72.048	68.996	5.897	4.236
9	79.933	91.379	48.648	39.139	46.762
10	82.731	62.383	83.240	-0.615	-33.434
Xr	82.171	73.345	71.192		
efisiensi				9.229	-0.428

Keterangan : Tanda (-) menunjukkan kenaikan konsentrasi COD

Dari tabel di atas efisiensi COD juga dapat dibaca melalui gambar 4.5



Gambar 4.3. Hubungan antara konsentrasi COD dengan hari pengambilan.

Dari hasil penelitian kontinyu yang disajikan dalam bentuk data seperti yang terdapat pada tabel 4.4 dapat dilihat terjadinya penurunan dan kenaikan konsentrasi parameter COD. Untuk meminimalkan konsentrasi COD tersebut salah satunya adalah parameter yang berpengaruh pada proses adsorpsi yaitu banyaknya dosis laterit (adsorban) yang digunakan pada limbah tersebut.

Penurunan konsentrasi COD ini dapat disebabkan oleh kemampuan tanah laterit yang digunakan sebagai media adsorban yang mampu menyerap suatu ikatan kimia-fisika. Maksudnya tanah laterit bukan hanya berfungsi dalam meremoval parameter-parameter kimia yang terkandung dalam limbah cair *septic tank* misalkan BOD, COD, Phospat, Amoniak, dll melainkan dalam parameter fisika pun tanah laterit dianggap mampu dalam

mengurangi tingkat kekeruhan yang ada pada limbah tersebut. Laterit yang digunakan sebagai adsorban terlebih dahulu telah di aktivasi dengan pemanasan sinar matahari langsung selama 3-4 hari yang berfungsi untuk memperbesar pori-pori laterit sehingga mampu maksimal dalam mengsorbsi kandungan-kandungan zat yang terdapat dalam limbah cair domestik (*outlet septic tank*), selain itu laterit juga mampu dalam menyaring zat-zat organik yang terkandung dalam limbah *septic tank*, sehingga dapat memungkinkan material yang bersifat *soluble* akan dapat tertahan pada laterit, maka pada ouletnya terjadilah penurunan konsentrasi COD.

Kenaikan parameter COD dalam penelitian ini disebabkan oleh adanya padatan yang mengendap dalam limbah cair tersebut yang menyebabkan kepekatan pada limbah cair meningkat. Hal lain yang menjadi pertimbangan dengan kenaikan parameter ini adalah dengan kondisi reaktor yang tertutup oleh perlak menghalangi masuknya sinar matahari dan akan menyerap panas yang datang dari sinar matahari, sehingga suhu air akan meningkat karena panas yang masuk tidak diteruskan melainkan tetap tertahan. Hal ini berpengaruh terhadap keberadaan oksigen yang cenderung berkurang sehingga menyebabkan bakteri atau organisme

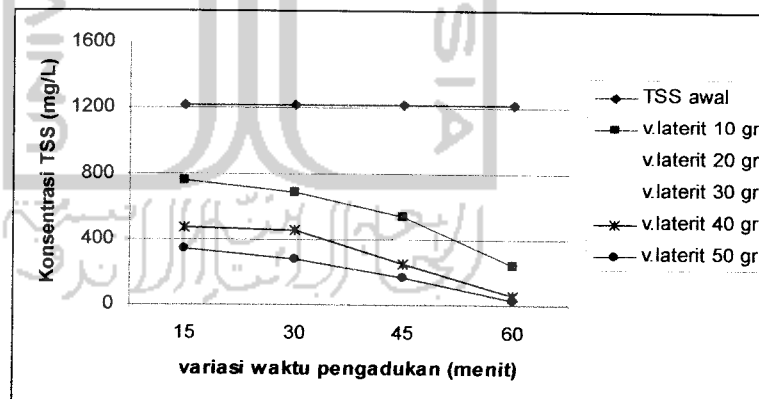
mikroskopik yang berasal dari limbah cair yang ada pada bak tersebut menjadi mati. Penyumbatan atau clogging di dalam reaktor dapat menyebabkan kenaikan pada parameter ini karena dengan semakin kencang laju aliran, maka akan semakin banyak bahan organik yang terakumulasi yang berukuran kecil maupun besar yang akan ikut mengalir, karena bahan organik ini belum sempat terendapkan dan ikut mengalir bersamaan dengan aliran air yang cukup cepat, mengakibatkan kurangnya waktu tinggal limbah pada reaktor, sehingga tanah laterit tidak mampu mengolah air limbah secara optimum.

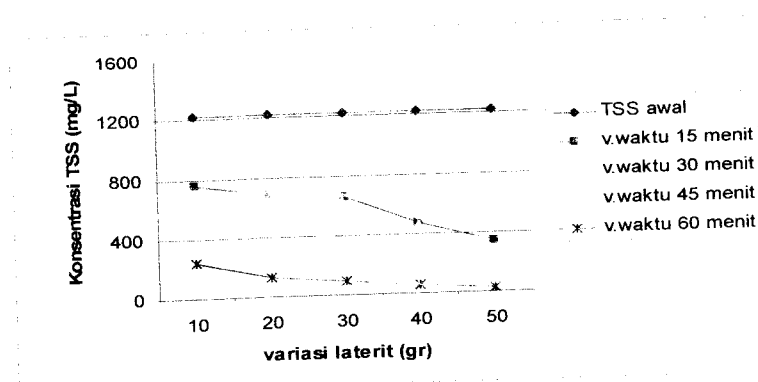
4.1.2.3 Hasil Penelitian Terhadap Parameter TSS secara *Batch*

Sama halnya dengan pengukuran parameter COD, pengukuran parameter TSS dalam penelitian ini juga dilakukan satu kali dengan menggunakan sampel limbah yang sama dengan variasi berat laterit dan waktu yang berbeda. Hasil penelitian penurunan TSS dengan variasi laterit 10gr, 20gr, 30gr, 40gr dan 50 gr dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut :

Tabel 4.5. Data konsentrasi TSS beserta efisiensinya

Waktu (menit)	Variasi Berat (gr)	TSS Awal (mg/l)	TSS (mg/l)	Efisiensi (%)
15	10	1223	762	37.694
	20	1223	689	43.663
	30	1223	654	46.525
	40	1223	469	61.652
	50	1223	346	71.709
30	10	1223	687	43.827
	20	1223	602	50.777
	30	1223	536	56.173
	40	1223	456	62.715
	50	1223	277	77.378
45	10	1223	532	56.500
	20	1223	421	65.576
	30	1223	389	68.193
	40	1223	251	79.477
	50	1223	168	86.263
60	10	1223	245	79.967
	20	1223	128	89.534
	30	1223	89	92.723
	40	1223	56	95.421
	50	1223	24	98.038

**Gambar 4.4.** Hubungan konsentrasi TSS dengan variasi waktu pengadukan



Gambar 4.5. Hubungan konsentrasi TSS dengan variasi massa tanah laterit

Pada kedua grafik hubungan konsentrasi tersebut dengan variasi waktu dan massa (berat) tanah laterit, ditunjukkan adanya penurunan yang, hal ini disebabkan dengan semakin lama waktu pengadukan dan semakin banyak massa tanah laterit yang digunakan maka peng adsorpsiaan akan semakin maksimal.

Laterit sebagai penyerap (adsorpsi) dapat terjadi karena pada laterit terdapat mineral lempung yang dapat dengan mudah menyerap beberapa molekul organik yang terdapat di dalam air buangan. Pada beberapa kejadian, terutama untuk molekul organik tak berkutub, kekuatan interaksi antara mineral lempung dengan bahan organik relatif lemah, hanya sesuai dengan penyerapan secara fisik. Laterit sebagai proses alihrupe : Bahan pencemar dalam bentuk senyawa organik misalnya urin, tinja, pupuk kandang, limbah cair, limbah padat, dan insektisida kemungkinan besar akan mengalami

proses alihrupa dan terpecah menjadi senyawa yang tidak beracun karena mengalami peruraian oleh kegiatan mikroorganisme.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu : (1) Luas permukaan adsorben : Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben. (2) Ukuran partikel : Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (*Tchobanoglous, 1991*). (3) Waktu kontak : Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan menempel adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar antara 10 – 15 menit (*Reynolds, 1982*). (4) Distribusi ukuran pori : Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel yang mau masuk kedalam partikel adsorben.

4.1.2.4 Hasil Penelitian Terhadap Parameter TSS secara Kontinyu

Pengukuran parameter TSS dalam penelitian ini dilakukan satu kali dalam satu hari sebanyak sepuluh sampel yang dilaksanakan pada tanggal 31 Agustus 2006 hingga tanggal 9 September 2006. Berikut ini data yang diperoleh beserta efisiensi parameter TSS dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Data konsentrasi TSS beserta efisiensinya

Hari ke-	TSS			efisiensi	
	inlet 1	outlet 1	Outlet 2	efisiensi 1	efisiensi 2
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)
1	1436	982	342	76	65
2	1286	768	268	79	65
3	852	568	224	74	61
4	1348	787	300	78	62
5	859	585	252	71	57
6	586	347	102	83	71
7	716	423	186	74	56
8	468	168	82	82	51
9	1488	755	373	75	51
10	890	701	450	49	36
Xr	993	608	258		
Efisiensi				74.0927	57.3870

kencang menyebabkan limbah cair tersebut tidak memiliki waktu yang cukup untuk kontak dengan laterit sebagai adsorban, mengakibatkan tidak maksimalnya fungsi laterit.

Hal lain yang menyebabkan kenaikan parameter TSS yaitu dikarenakan kondisi reaktor yang tertutup sehingga sinar matahari tidak dapat masuk dan akan menyerap panas yang datang dari sinar matahari, menyebabkan suhu limbah meningkat karena panas yang masuk tidak diteruskan tetapi tertahan didalam reaktor. Kadar oksigen jadi cenderung berkurang sehingga menyebabkan kematian pada bakteri atau mikroorganisme yang ada pada limbah cair tersebut. Dan pada akhirnya bakteri itu akan terurai kembali, hasil peruraian ini akan menaikkan nilai TSS dalam bak reaktor sehingga kondisi air dalam bak menjadi tidak bagus, tidak jernih dan cenderung keruh.

4.2 Analisis Data Dengan Menggunakan Anova

Analisa data hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan uji statistik yaitu *Analysis Of variance (ANOVA)* satu jalur untuk penelitian secara kontinyu dan *ANOVA* dua jalur untuk penelitian secara batch, analisis ini merupakan pendekatan yang memungkinkan digunakannya data sampel untuk menguji apakah nilai dari dua atau lebih rerata populasi yang tidak diketahui adalah sama (*Damanhuri, 2001*).

4.2.1 Uji Statistik Anova dua arah pada penelitian Secara *Batch*

1. Anova untuk Analisa COD

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ atau $84.47598 \geq 3.244818$, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara tiap variasi waktu, variasi massa laterit dengan konsentrasi COD.

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ atau $0.998009 \leq 1.867332$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada perubahan konsentrasi COD pada tiap variasi waktu pengadukan.

2. Anova Untuk Analisa TSS

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ atau $80.30835 \geq 3.244818$, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara pada tiap variasi waktu dan variasi massa laterit serta konsentrasi TSS.

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ atau $0.9745 \leq 1.867332$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada perubahan konsentrasi TSS pada tiap variasi waktu pengadukan.

4.2.2 Uji Statistik Anova satu arah pada penelitian Secara Kontinyu

1. Anova untuk Analisa COD

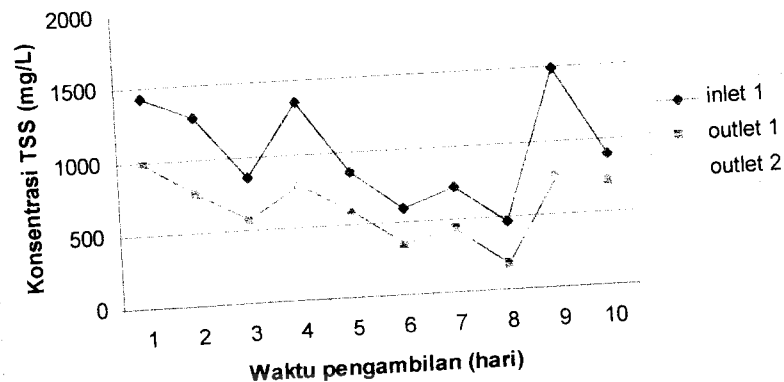
Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ atau $0.777218 \leq 3.354131$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD bagian inlet dan outletnya.

2. Anova untuk Analisa TSS

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ atau $19.55435 \geq 3.354131$, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS bagian inlet dan outletnya.

4.2.3 Analisa Data untuk adsorpsi Batch Tes Statistik model isotherm Freundlich, Langmuir dan BET

Pada penelitian ini digunakan perbandingan antara model isotherm Freundlich, model isotherm Langmuir dan model isotherm BET. Diantara persamaan isotherm tersebut, persamaan Langmuir dan Freundlich adalah yang paling banyak digunakan karena persamaan ini sudah digunakan secara luas (Masschelein, 1992) dan lebih memberikan hasil yang memuaskan (Wesley, 1989).



Gambar 4.6. Hubungan konsentrasi TSS dengan waktu pengambilan

Dari Gambar 4.6 menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi TSS pada outlet yang disebabkan karena terjadinya proses pengendapan partikel-partikel yang terdapat dalam air buangan. Hal ini dapat terjadi karena kondisi air buangan pada inlet sangat tenang (laminer) sehingga partikel-partikel yang memiliki berat yang lebih besar mudah untuk mengendap dan juga karena peran laterit yang memiliki kemampuan untuk menyaring (filtrasi), penyangga, proses alih rupa dan menyerap (adsorpsi) padatan tersuspensi (Total Suspended Solid) yang terdapat pada air limbah *septic tank*.

Tidak konstannya nilai TSS pada tiap hari pengambilan dikarenakan debit limbah yang masuk pada sistem pengolahan sebelumnya yang fluktuatif yaitu 3 hari sekali, sehingga pada saat limbah terisi penuh laju aliran pada reaktor laterit akan menjadi

$$\text{Model Freundlich} = \frac{x}{m} = KC^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$= \log (x/m) = \log K + \frac{1}{n} \log C \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\text{Model Langmuir} = \frac{x}{m} = \frac{q_m bC}{1 + bC} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$= \frac{1}{(x/m)} = \frac{1}{b} + \frac{1}{abc} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$\text{Model BET} = \frac{C}{\frac{x}{m}(C_s - C)} = \frac{1}{bq_m} + \frac{(b-1)}{bq_m} \left(\frac{C}{C_s} \right) \dots\dots(4.6)$$

Pengujian dengan menggunakan model ishoterm Freundlich, Langmuir dan BET pada setiap variasi waktu pengadukan proses *batch* bertujuan untuk mengetahui suatu perbedaan yang terjadi tanah laterit dalam meng sorpsi limbah domestik *septic tank*, dan membandingkan antara keduanya untuk mendapatkan model isotherm yang cocok diantara keduanya pada proses batch. Untuk lebih jelas data isotherm adsorpsi terdapat pada lampiran 2.

4.2.4 Isotherm adsorpsi pada Parameter COD

Grafik isotherm freundlich didapat dengan cara mengeplotkan nilai x/m pada sumbu Y dan nilai C pada sumbu X pada skala logaritma. Untuk grafik isotherm dengan model Langmuir di plotkan antara nilai $1/(x/m)$

sebagai sumbu Y dan $1/C$ sebagai sumbu X sedangkan grafik isotherm model

BET di plotkan nilai $\frac{C}{C_s - C\left(\frac{x}{m}\right)}$ sebagai sumbu Y dan C/C_s sebagai sumbu

X. (lampiran II) B

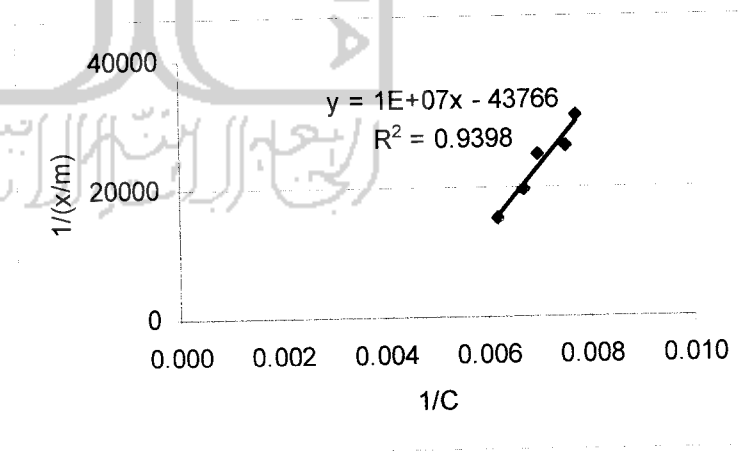
4.2.4.1. Isotherm adsorpsi model Freundlich

Variasi waktu pengadukan 60 menit

Setelah diplotkan pada skala logaritma, maka didapat grafik dengan nilai linier sampai tak terhingga (tidak terbatas), maka tidak dapat dibuat persamaan isotherm freundlich.

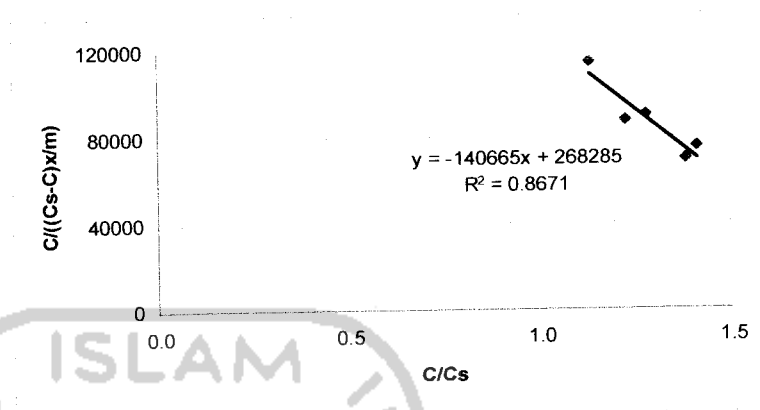
4.2.4.2. Isotherm Adsorpsi Model Langmuir

Variasi waktu pengadukan 60 menit



4.2.4.3. Isotherm Adsorpsi Model BET

Variasi waktu pengadukan 60 menit



4.2.5 Isotherm adsorpsi pada Parameter TSS

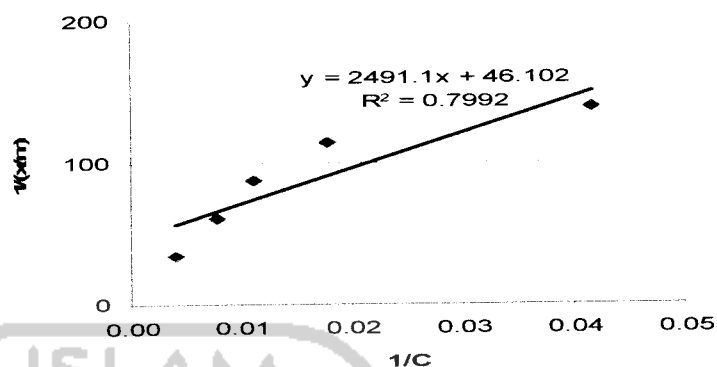
1.2.5.1. Isotherm Adsorpsi Model Freundlich

Variasi waktu pengadukan 60 menit

Setelah diplotkan pada skala logaritma, maka didapat grafik dengan nilai linier sampai tak terhingga (tidak terbatas), maka tidak dapat dibuat persamaan isotherm freundlich.

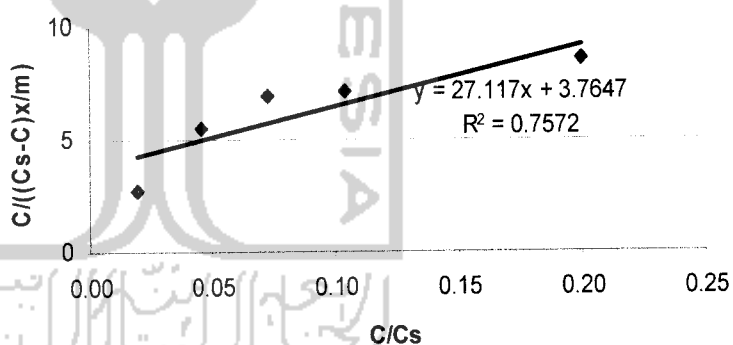
1.2.5.2. Isotherm adsorpsi Model Langmuir

Variasi waktu pengadukan 60 menit



1.2.5.3. Isotherm adsorpsi model BET

Variasi waktu pengadukan 60 menit



Setelah dari hasil pengamatan statistik pada sistem *batch* dapat dibuat persamaan pendekatan sorpsi pada kesetimbangan yang disebut isotherm adsorpsi. Pada pengamatan ini menggunakan model persamaan yang biasa digunakan yaitu isotherm Freundlich, Langmuir dan BET dan dari

perbandingan ketiganya akan diperoleh model adsorpsi yang tepat pada kesetimbangan tanah laterit sebagai adsorban.

Berdasarkan perhitungan diperoleh dalam model adsorpsi freundlich Setelah diplotkan pada skala logaritma, maka didapat grafik dengan nilai linier sampai tak terhingga (tidak terbatas), maka model ini tidak cocok untuk adsorpsi dengan menggunakan laterit pada limbah cair *septic tank*. Untuk model yang tepat digunakan adalah model yang memiliki nilai perbandingan konsentrasi antara konsentrasi awal dengan konsentrasi model paling kecil (Lampiran 2) atau dapat juga dilihat melalui koefisiensi korelasi (R^2) yang mendekati nilai 1. Didapat bahwa tanah laterit dalam mengsorpsi limbah cair *septic tank* tidak dapat semaksimal karbon aktif. Ketiga model tidak ada yang cocok dengan metode sorpsi baik secara freundlich, langmuir ataupun BET karena memiliki nilai konsentrasi model yang terlalu tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis dan pemaparan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari penelitian tersebut:

1. Pada penelitian secara *Batch*, laterit dengan kalsinasi (aktivasi) pemanasan sinar matahari mampu menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair *septic tank*.
2. Pada penelitian secara *kontinyu*, laterit dengan kalsinasi (aktivasi) pemanasan sinar matahari mampu menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair *septic tank*.
3. Semakin besar ukuran mesh tanah laterit, maka semakin tinggi kemampuannya dalam mengsorpsi limbah cair *septic tank*.
4. Model adsorpsi isotherm ketiganya tidak ada yang cocok untuk tanah laterit dalam meremoval limbah cair *septic tank*.
5. Pada penelitian secara batch model isotherm adsorpsi freundlich, langmuir dan BET tidak ada yang sesuai dengan kemampuan tanah laterit dalam mengsorpsi limbah cair *septic tank*.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, penulis dapat memberikan beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian tersebut:

1. Perlu dilakukan studi pustaka dan penelitian lebih lanjut mengenai efektifitas penggunaan tanah laterit sebagai adsorban untuk mereduksi limbah cair *septic tank*.
2. Perlu dilakukannya perpanjangan waktu dalam pengolahan menggunakan laterit untuk mengetahui waktu jenuh dan melihat jelas kecenderungan perubahan efisiensi pada reaktor.
3. Untuk penelitian lanjut (lapangan) hendaknya dilakukan variasi waktu kontak dan variasi laterit yang lebih besar dalam menurunkan kandungan COD dan TSS yang ada pada limbah *septic tank*.
6. Penelitian dengan metode adsorpsi ini perlu dilanjutkan lagi dengan variabel penelitian yang berbeda, misalnya variasi bahan adsorben, media, temperatur, debit dan lain-lain, sehingga diharapkan dapat melengkapi penelitian yang sudah dilakukan.
7. Untuk aplikasi pengolahan limbah domestik *septic tank* DEWATS digunakan sistem *batch* karena memberikan hasil yang lebih efektif dan efisien.

8. Sebaiknya menghitung model adsorpsi untuk mengetahui suatu perbedaan yang terjadi pada tanah laterit dan variasi waktu maupun massa laterit dalam meng sorpsi limbah cair *septic tank*.



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G, 1984. "*Metodologi Penelitian Air*", Usaha Nasional Indonesia, hal 86-102, 149-244, Jakarta
- Amsyari, F. 1997, "*Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*", hal. 50-52 Khalia Jakarta, Indonesia.
- Azwar, A, 1995, "*Pengantar Kesehatan Lingkungan*", Mutiara Sumber Widya, Jakarta.
- Cornelia, Shintia Anita (00/136757/PA/08179), 2005. Tugas Akhir "*Hubungan Antara Total Suspended Solid (TSS) dengan Turbiditas dan Total Dissolved Solid (TDS) dengan konduktivitas studi Kasus Limbah Cair Tapioka*". Jurusan MIPA. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UGM Yogyakarta.
- Dix, H.M. 1981, "*Environmental Pollution, atmosphere, land, water, and noise*" John wiley and sons, chichers, P.
- Giok, Tan Tjeng, Ir. 1983. "*Rencana Septic Tank*". Yayasan Lembaga Penelitian Masalah Bangunan. Bandung.
- Hakim, Lukman. Dkk. Modul Praktikum Laboratorium Lingkungan 1, 2003, Jurusan Teknik Lingkungan UII. Yogyakarta.
- Hakim, Lukman. Dkk. Modul Praktikum Laboratorium Lingkungan II, 2003, Jurusan Teknik Lingkungan UII. Yogyakarta.

Hartono (99/128455/PA/07782). Tugas Akhir "*Sintesis Lempung Terpillar Silika dengan Metode Preswelling dan Bentonit Alam Gunung Pacitan dengan Uji Pemanfaatan Sebagai Adsorben*". Jurusan MIPA. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UGM Yogyakarta.

Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, Syamsul Arifin Siradz. "*Kemampuan dalam Menjerap P Kaolin yang Berasal dari Beberapa Tanah Merah di Indonesia*". Vol 1. No.25-31.1997.

Maimunah, Siti (00/136561/PA/08121). 2005, Tugas Akhir "*Pemanfaatan Zeolit Alam Termodifikasi Sebagai Adsorben Penjernihan Nira Tebu dengan Variasi Ukuran dan Macam Zeolit*". Jurusan MIPA. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UGM Yogyakarta.

Metcalf and Eddy, 1991, "*Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse 3rd Edition*", Mc Graw, Inc, New York, USA

Miladina, Nur (00/136674/PA/08150). 2005, Tugas Akhir "*Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan $AlCl_3$ Sebagai Bahan Pengaktif dan Uji Coba Penyerapan Cr (III) pada Pengolahan Limbah Cair Penyamakan Kulit*". Jurusan MIPA. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UGM Yogyakarta.

Odum, E. P. 1972. "*Fundamentals of Ecologi*", thirt edition, WB Sounders Compani, London.

- Reynolds, Tom D, 1982, "*Unit Operations and Process in Environmental Engineering*", Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA, pp. 165 – 166.
- Savitri Dina, Yulianto Andik, Prihantono Ari. 1999, "*Pemanfaatan Arang Ampas Tebu (Bagasse) sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kandungan Logam Berat Pada Limbah Industri Pelapisan Logam*", Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Singgih, Ibnu, P. 2002, "Proses Biokimia DEWATS". DEWATS. LPTP-BORDA. Yogyakarta.
- Soemirat, J, (1994), "*Kesehatan Lingkungan*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Sugiharto, 1987, "*Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*", Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Wardana, 1995, "*Dampak Pencemaran Lingkungan*", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

LAMPIRAN I

**PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 82 TAHUN 2001
TENTANG
PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR**



LAMPIRAN

PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

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

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

NH ₃ -N	mg/L	0.5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0.05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	
Kadmium	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	
Krom (V)	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.01	
Tembaga	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0.3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0.03	0.03	0.03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0.1 mg/L
Mangan	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.005	
Seng	mg/L	0.05	0.05	0.05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Klorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0.02	0.02	0.02	(-)	
Fluorida	mg/L	0.5	1.5	1.5	(-)	

Nitrit sebagai N	mg/L	0.06	0.06	0.06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Klorin bebas	mg/L	0.03	0.03	0.03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100ml
Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
Gross - A	bg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross - B	bg/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
Sebagai Fenol	ug/L					
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Heptachlor dan Heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
	ug/L					
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan :

mg = miligram

ug = mikrogram

ml = militer

L = liter

Bq = Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

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

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

Nilai DO merupakan batas minimum.

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

Tanda £ adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd.

MEGAWATI SOEKARNO PUTRI



LAMPIRAN II

HASIL PENGUJIAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAN* (COD) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)



Ha

Hasil Anova Two Faktor untuk konsentrasi COD secara Batch

An

Anova: Two-Factor Without Replication

<i>SUMMARY</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
15	3	10365.22	3455.074	32127046
	3	20361.11	6787.038	1.31E+08
	3	30359.08	10119.69	2.96E+08
	3	40356.46	13452.15	5.29E+08
	3	50349.61	16783.2	8.28E+08
30	3	10358.96	3452.987	32147543
	3	20348.08	6782.693	1.31E+08
	3	30341.99	10114	2.97E+08
	3	40334.93	13444.98	5.29E+08
	3	50326.37	16775.46	8.28E+08
45	3	10350.89	3450.296	32174026
	3	20341.08	6780.36	1.31E+08
	3	30334.98	10111.66	2.97E+08
	3	40333.19	13444.4	5.29E+08
	3	50319.24	16773.08	8.28E+08
60	3	10344.19	3448.062	32196040
	3	20332.18	6777.393	1.31E+08
	3	30325.99	10108.66	2.97E+08
	3	40315.5	13438.5	5.29E+08
	3	50312.42	16770.81	8.28E+08
	20	600000	30000	2.11E+08
	20	3658.9	182.945	3.4E-27
	20	3152.572	157.6286	247.3914

ANO

ANOVA

Sour

Row:

Colur

Error

Total

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Rows	1.33E+09	19	70082330	0.998009	0.484277	1.867332
Columns	1.19E+10	2	5.93E+09	84.47598	1.03E-14	3.244818
Error	2.67E+09	38	70222117			
Total	1.59E+10	59				

Hasil Anova Two Faktor untuk konsentrasi TSS secara Batch

Anova: Two-Factor Without Replication

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
15	3	11985	3995	27098149
	3	21912	7304	1.21E+08
	3	31877	10625.67	2.82E+08
	3	41692	13897.33	5.11E+08
	3	51569	17189.67	8.08E+08
30	3	11910	3970	27342499
	3	21825	7275	1.22E+08
	3	31759	10586.33	2.83E+08
	3	41679	13893	5.11E+08
	3	51500	17166.67	8.09E+08
45	3	11755	3918.333	27859372
	3	21644	7214.667	1.23E+08
	3	31612	10537.33	2.84E+08
	3	41474	13824.67	5.14E+08
	3	51391	17130.33	8.11E+08
60	3	11468	3822.667	28858706
	3	21351	7117	1.25E+08
	3	31312	10437.33	2.87E+08
	3	41279	13759.67	5.17E+08
	3	51247	17082.33	8.13E+08
	20	600000	30000	2.11E+08
	20	24460	1223	0
	20	7781	389.05	52249.84

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	1.31E+09	19	68989346	0.9745	0.507949	1.867332
Columns	1.14E+10	2	5.69E+09	80.30835	2.26E-14	3.244818
Error	2.69E+09	38	70794610			
Total	1.54E+10	59				

Hasil Anova Single Factor untuk konsentrasi COD secara kontinyu

Anova: Single
Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	10	821.7135	82.17135	878.9916
Column 2	10	733.4545	73.34545	184.9323
Column 3	10	711.915	71.1915	242.6156

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	676.9771	2	338.4885	0.777218	0.469697	3.354131
Within Groups	11758.86	27	435.5132			
Total	12435.83	29				

Hasil Anova Single Factor untuk konsentrasi TSS secara kontinyu

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	10	9929	992.9	135510.8
Column 2	10	6084	608.4	58427.6
Column 3	10	2579	257.9	13410.77

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2703052	2	1351526	19.55435	5.62E-06	3.354131
Within Groups	1866142	27	69116.38			
Total	4569194	29				

Konsentrasi COD secara batch

Waktu (menit)	Variasi Berat (gr)	COD Awal (mg/l)	COD Akhir (mg/l)	Efisiensi (%)
15	10	182.945	182.276	0.366
	20	182.945	178.169	2.611
	30	182.945	176.131	3.725
	40	182.945	173.510	5.157
	50	182.945	166.667	8.898
30	10	182.945	176.017	3.787
	20	182.945	165.135	9.735
	30	182.945	159.048	13.062
	40	182.945	151.989	16.921
	50	182.945	143.427	21.601
45	10	182.945	167.942	8.201
	20	182.945	158.135	13.561
	30	182.945	152.036	16.895
	40	182.945	150.240	17.877
	50	182.945	136.292	25.501
60	10	182.945	161.240	11.864
	20	182.945	149.233	18.427
	30	182.945	143.048	21.808
	40	182.945	132.558	27.542
	50	182.945	129.479	29.225

Konsentrasi COD secara kontinyu

Hari ke-	Hari / tanggal	inlet 1 (mg/l)	outlet 1 (mg/l)	outlet 2 (mg/l)	efisiensi 1 (%)	efisiensi 2 (%)
1	Kamis, 31 Agustus 2006	143.012	76.627	100.027	46.420	-30.538
2	Jumat, 1 September 2006	121.647	82.223	85.783	29.482	-4.330
3	Sabtu, 2 September 2006	41.272	80.187	58.501	-41.747	27.044
4	Minggu, 3 September 2006	58.568	50.937	58.246	0.549	-14.349
5	Senin, 4 September 2006	70.522	91.634	67.979	3.606	25.814
6	Selasa, 5 September 2006	67.979	59.077	78.622	-15.656	-33.084
7	Rabu, 6 September 2006	82.731	66.962	61.874	25.211	7.598
8	Kamis, 7 September 2006	73.320	72.048	68.996	5.897	4.236
9	Jumat, 8 September 2006	79.933	91.379	48.648	39.139	46.762
10	Sabtu, 9 September 2006	82.731	62.383	83.240	-0.615	-33.434

S deng.

x/m
0.014
0.008
0.006
0.006
0.005

S denga

x/m
0.016
0.009
0.007
0.006
0.006

S dengan

x/m
0.021
0.012
0.008
0.007
0.006

dengan r

x/m	x
0.029	
0.016	
0.011	
0.009	
0.007	

Konsentrasi TSS secara batch

Waktu (menit)	Variasi Berat (gr)	TSS Awal (mg/l)	TSS (mg/l)	Efisiensi (%)
15	10	1223	762	37.694
	20	1223	689	43.663
	30	1223	654	46.525
	40	1223	469	61.652
	50	1223	346	71.709
30	10	1223	687	43.827
	20	1223	602	50.777
	30	1223	536	56.173
	40	1223	456	62.715
	50	1223	277	77.378
45	10	1223	532	56.500
	20	1223	421	65.576
	30	1223	389	68.193
	40	1223	251	79.477
	50	1223	168	86.263
60	10	1223	245	79.967
	20	1223	128	89.534
	30	1223	89	92.723
	40	1223	56	95.421
	50	1223	24	98.038

Konsentrasi TSS secara kontinyu

Hari ke-	TSS			efisiensi	
	inlet 1	outlet 1	outlet 2	efisiensi 1	efisiensi 2
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(%)	(%)
1	1436	982	342	76	65
2	1286	768	268	79	65
3	852	568	224	74	61
4	1348	787	300	78	62
5	859	585	252	71	57
6	586	347	102	83	71
7	716	423	186	74	56
8	468	168	82	82	51
9	1488	755	373	75	51
10	890	701	450	49	36

No	m	C	x	x/m	log C	log x/m	1/C	1/(x/m)
1	0	1223						
2	10000	532	207.30	0.021	2.726	-1.683	0.002	48.239
3	20000	421	240.60	0.012	2.624	-1.920	0.002	83.126
4	30000	389	250.20	0.008	2.590	-2.079	0.003	119.904
5	40000	251	291.60	0.007	2.400	-2.137	0.004	137.174
6	50000	168	316.50	0.006	2.225	-2.199	0.006	157.978

352

No	m	C	x	x/m	log C	log x/m	1/C	1/(x/m)
1	0	1223						
2	10000	245	293.40	0.029	2.389	-1.533	0.004	34.083
3	20000	128	328.50	0.016	2.107	-1.784	0.008	60.883
4	30000	89	340.20	0.011	1.949	-1.945	0.011	88.183
5	40000	56	350.10	0.009	1.748	-2.058	0.018	114.253
6	50000	24	359.70	0.007	1.380	-2.143	0.042	139.005

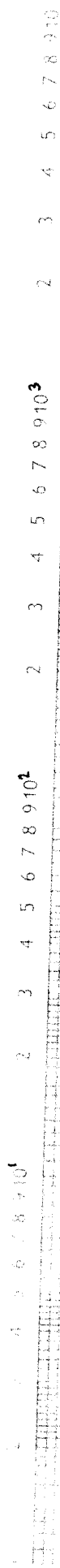
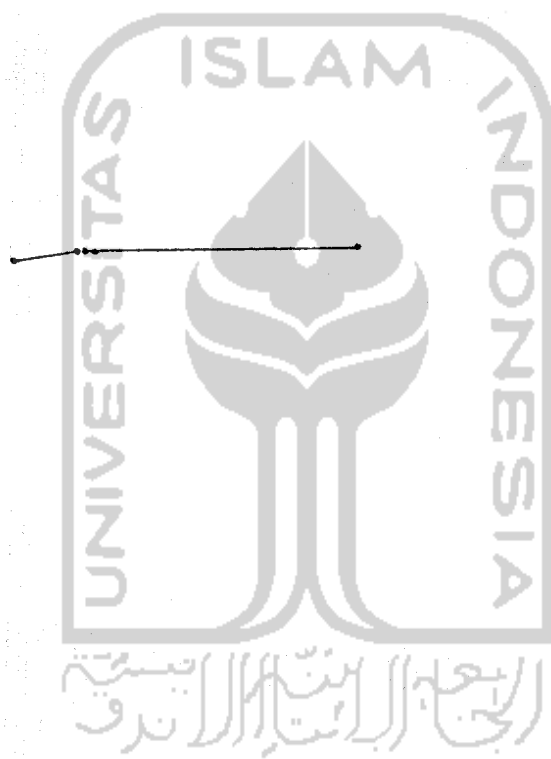
108

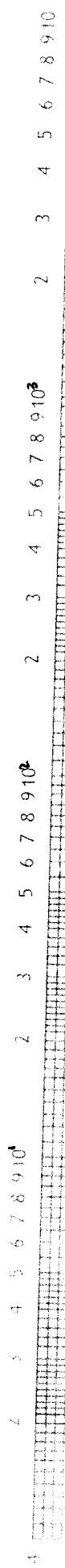
PERHITUNGAN GRAFIK LINIER UNTUK KONSENTRASI COD

		Langmuir			Freundlich		
No	m	C	x	x/m	1/C	1/(x/m)	log C
1	0	182.945					
2	10000	182.276	0.201	0.0000201	0.005	49825.610	2.2607
3	20000	178.169	1.433	0.0000716	0.006	13958.682	2.2508
4	30000	176.131	2.044	0.0000681	0.006	14675.668	2.2458
5	40000	173.51	2.831	0.0000708	0.006	14131.779	2.2393
6	50000	166.667	4.883	0.0000977	0.006	10238.768	2.2218
		175.351					

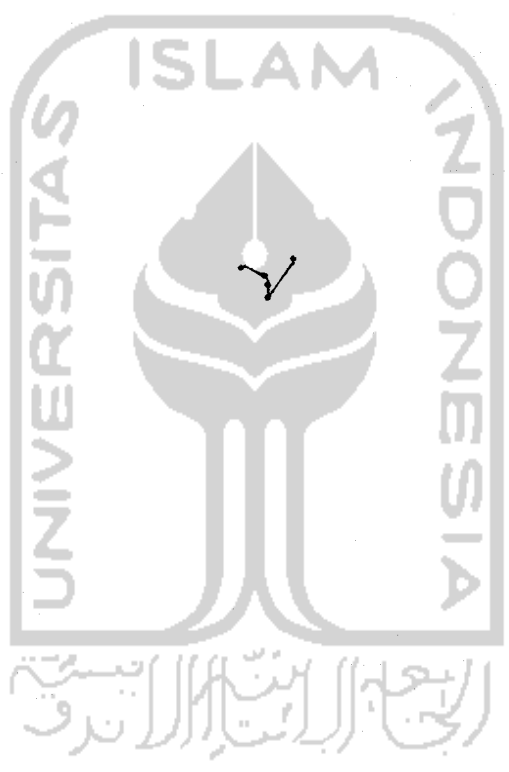
No	m	C	x	x/m	1/C	1/(x/m)	log C
1	0	182.945					
2	10000	176.017	2.078	0.0002078	0.006	4811.393	2.2456
3	20000	165.135	5.343	0.0002672	0.006	3743.215	2.2178
4	30000	159.048	7.169	0.0002390	0.006	4184.626	2.2015
5	40000	151.989	9.287	0.0002322	0.007	4307.189	2.1818
6	50000	143.427	11.855	0.0002371	0.007	4217.487	2.1566
		159.123					

No	m	C	x	x/m	1/C	1/(x/m)	log C
1	0	182.945					
2	10000	167.942	4.501	0.000450	0.0060	2221.778	2.2252
3	20000	158.135	7.443	0.000372	0.0063	2687.089	2.1990
4	30000	152.036	9.273	0.000309	0.0066	3235.304	2.1819
5	40000	150.240	9.812	0.000245	0.0067	4076.849	2.1768
6	50000	136.292	13.996	0.000280	0.0073	3572.475	2.1345
		152.929					

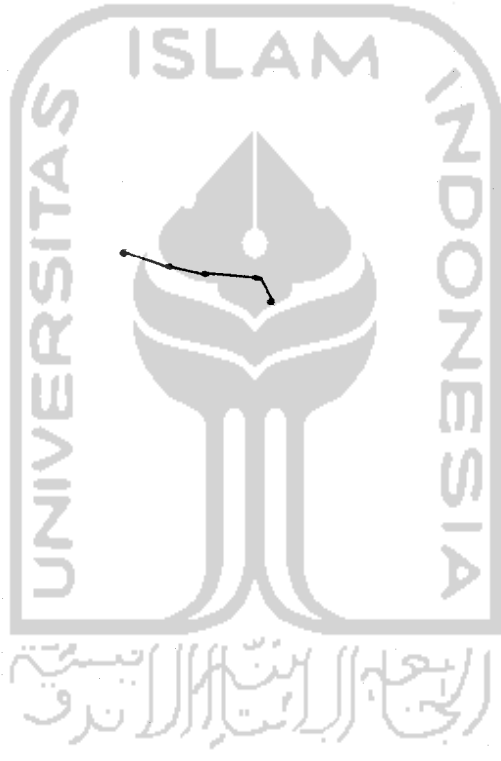




-3-



-4-



$\frac{1}{x}$
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 3 4 5 6 7 8 9 10
 4 5 6 7 8 9 10
 5 6 7 8 9 10
 6 7 8 9 10
 7 8 9 10
 8 9 10
 9 10
 10

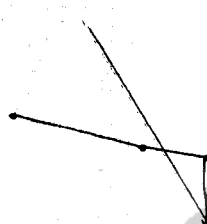
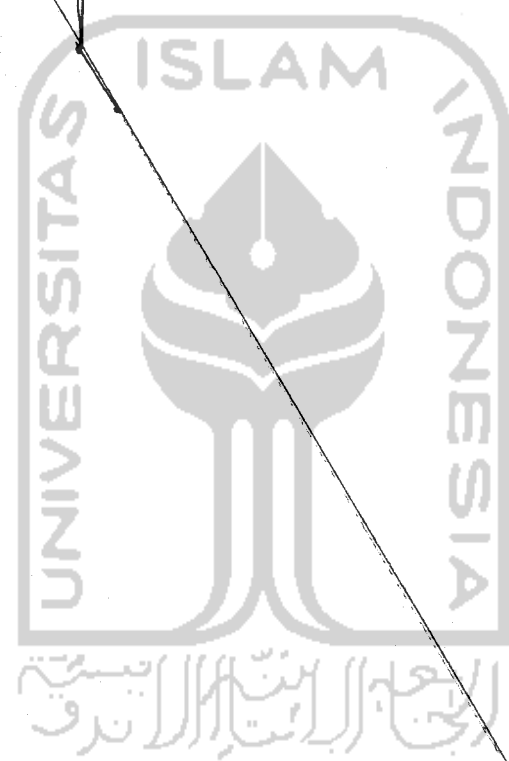
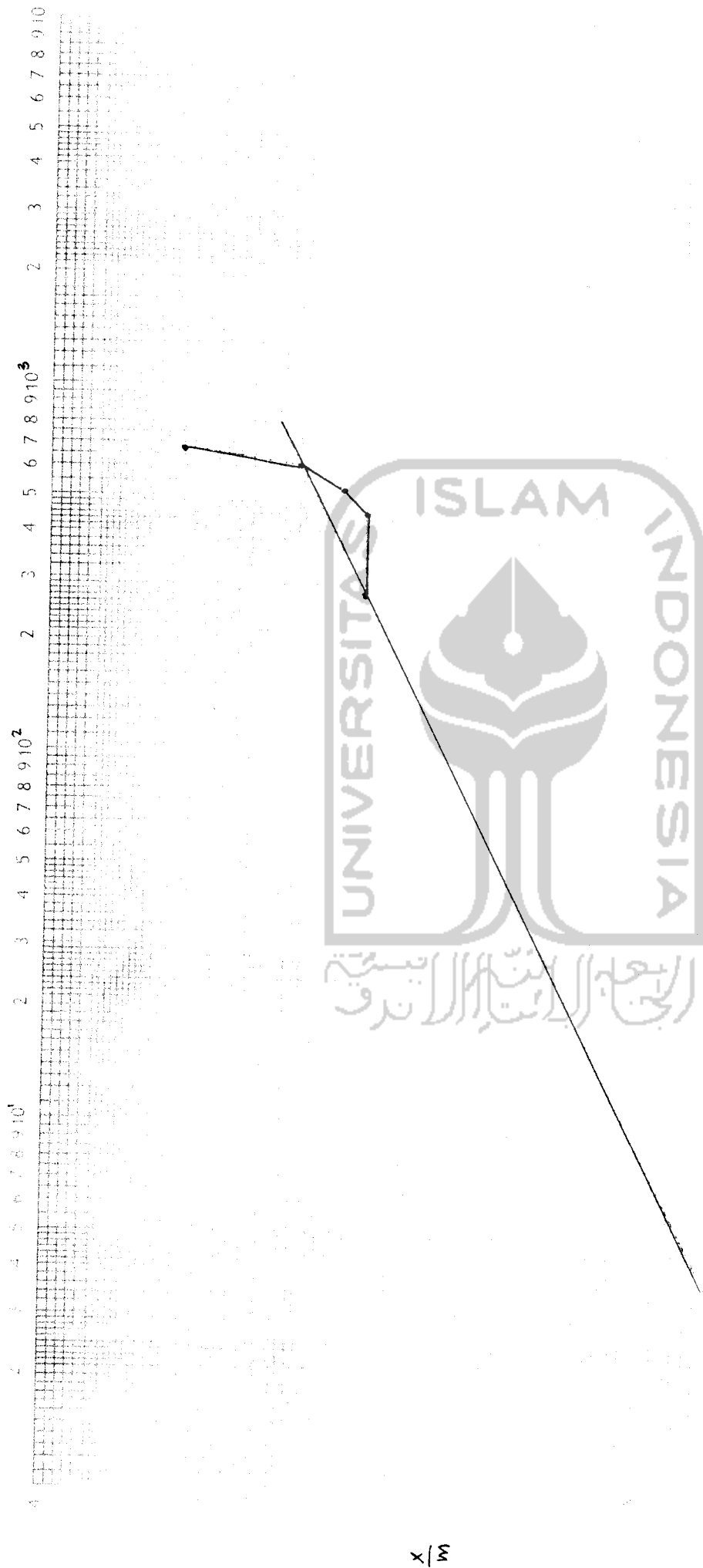
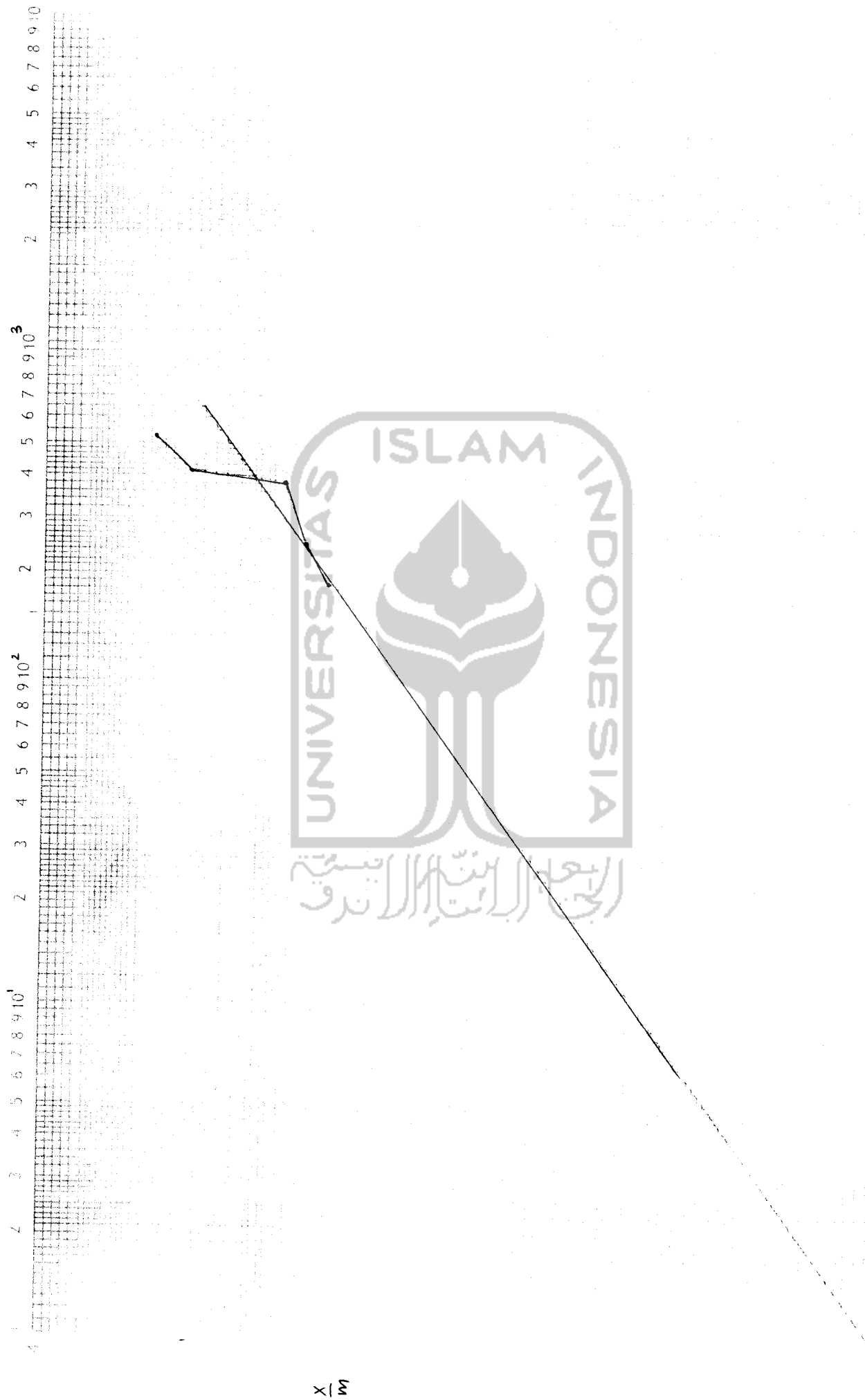


Table 1. Data for Graph 1

GRAFIK ISHOTERM FREUNDLICH UNTUK PENURUNAN TSS PADA VARIASI WAKTU 15 MENIT

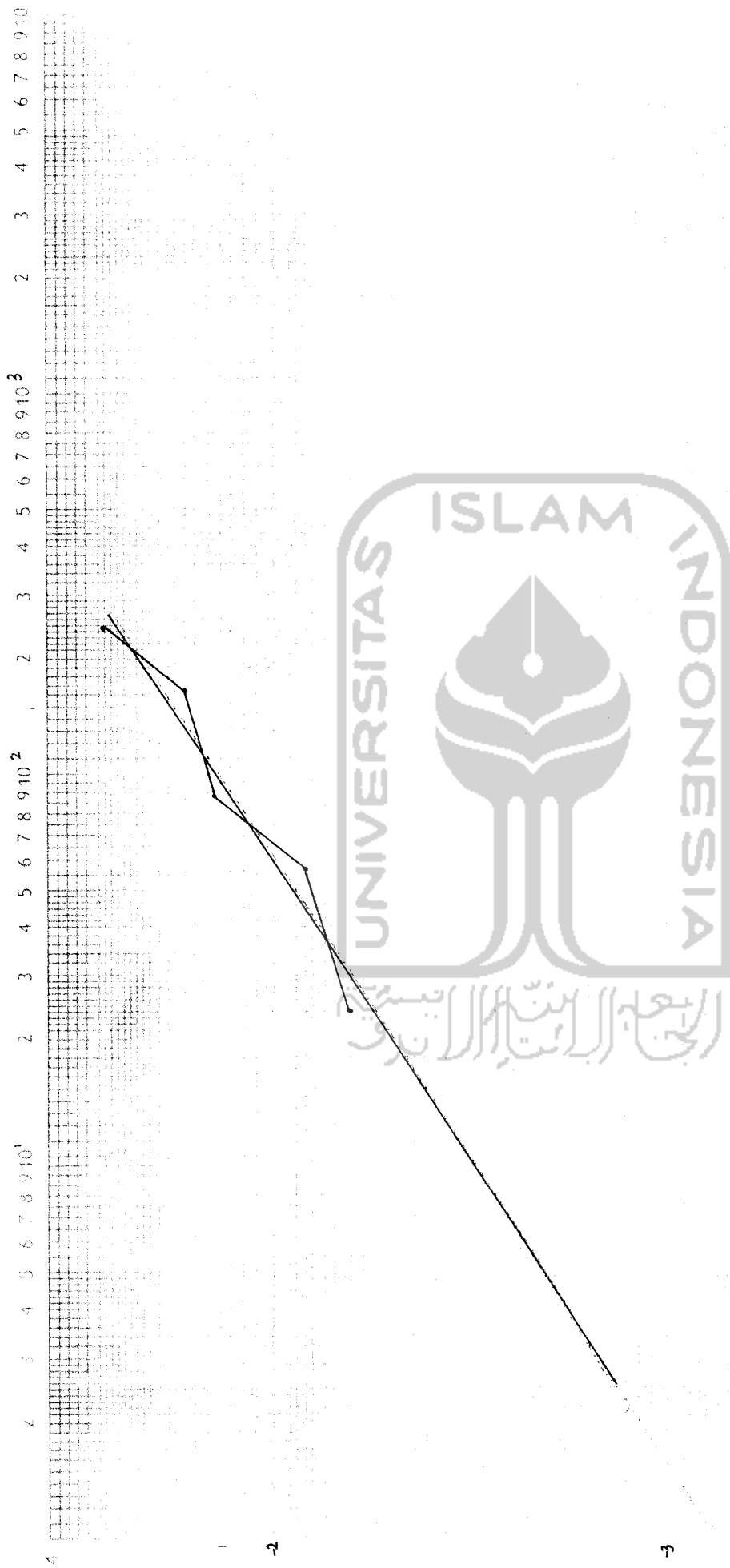


$\frac{m}{x}$



Doc: 10010 Logaritma & Bujur 10010

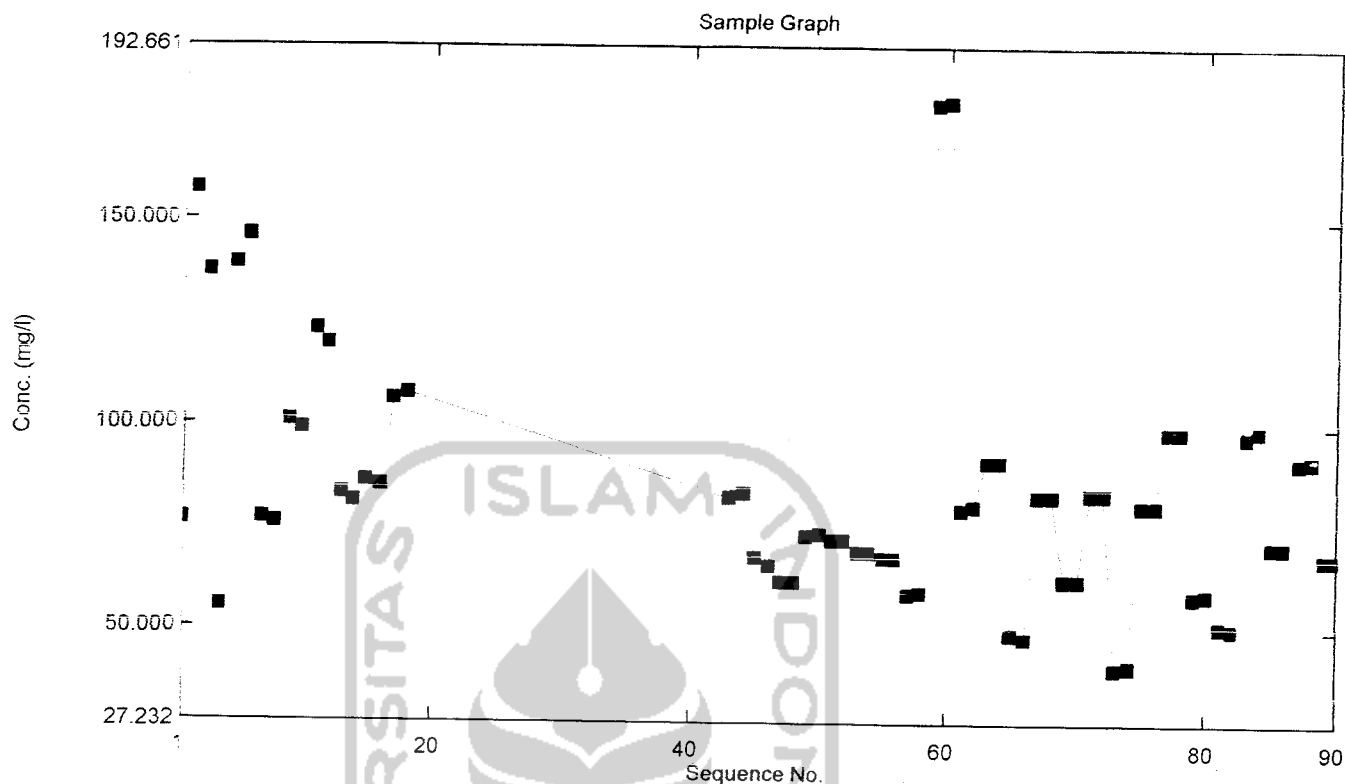
GRAFIK (SHORT TERM FREQUENCY) UNTUK PENYULUHAN TES PADA VARIASI WAKTU 45 MENIT



Sample Table Report

10/02/2006 03:16:47 PM

File Name: F:\bani.pho



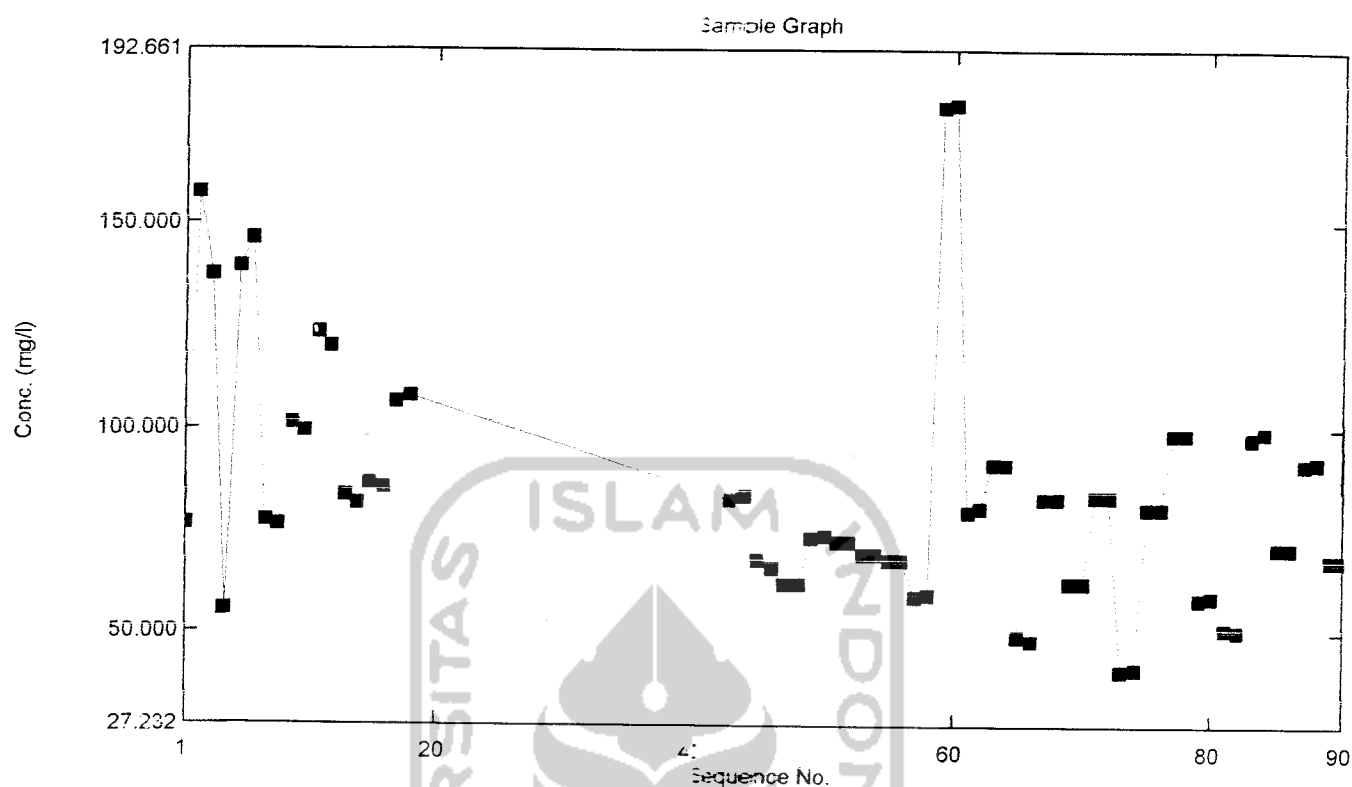
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	Hr 1 Inlet	Unknown		76.627	0.015	
2	Hr 1 Inlet 2	Unknown		157.510	0.035	
3	Hr 1 outlet 1	Unknown		137.671	0.030	
4	sampel asi	Unknown		55.770	0.010	
5	Hr 1 in 1.1	Unknown		139.705	0.031	
6	Hr 1 in 1.2	Unknown		146.319	0.032	
7	Hr 1 in 2.1	Unknown		77.135	0.016	
8	Hr 1 in 2.2	Unknown		76.118	0.015	
9	Out hr 1.1	Unknown		101.044	0.021	
10	Out hr 1.2	Unknown		99.009	0.021	
11	Hr 2 in 1.1	Unknown		123.427	0.027	
12	Hr 2 in 1.2	Unknown		119.866	0.026	
13	Hr 2 in 2.1	Unknown		83.240	0.017	
14	Hr 2 in 2.2	Unknown		81.205	0.016	
15	Out hr 2.1	Unknown		86.292	0.018	
16	Out hr 2.2	Unknown		85.274	0.017	
17	sampel Awal 1	Unknown		106.131	0.022	
18	sampel Awal 2	Unknown		107.657	0.023	

Sample Table Report

10/02/2006 03:16:47 PM

File Name: F:\bani.pho



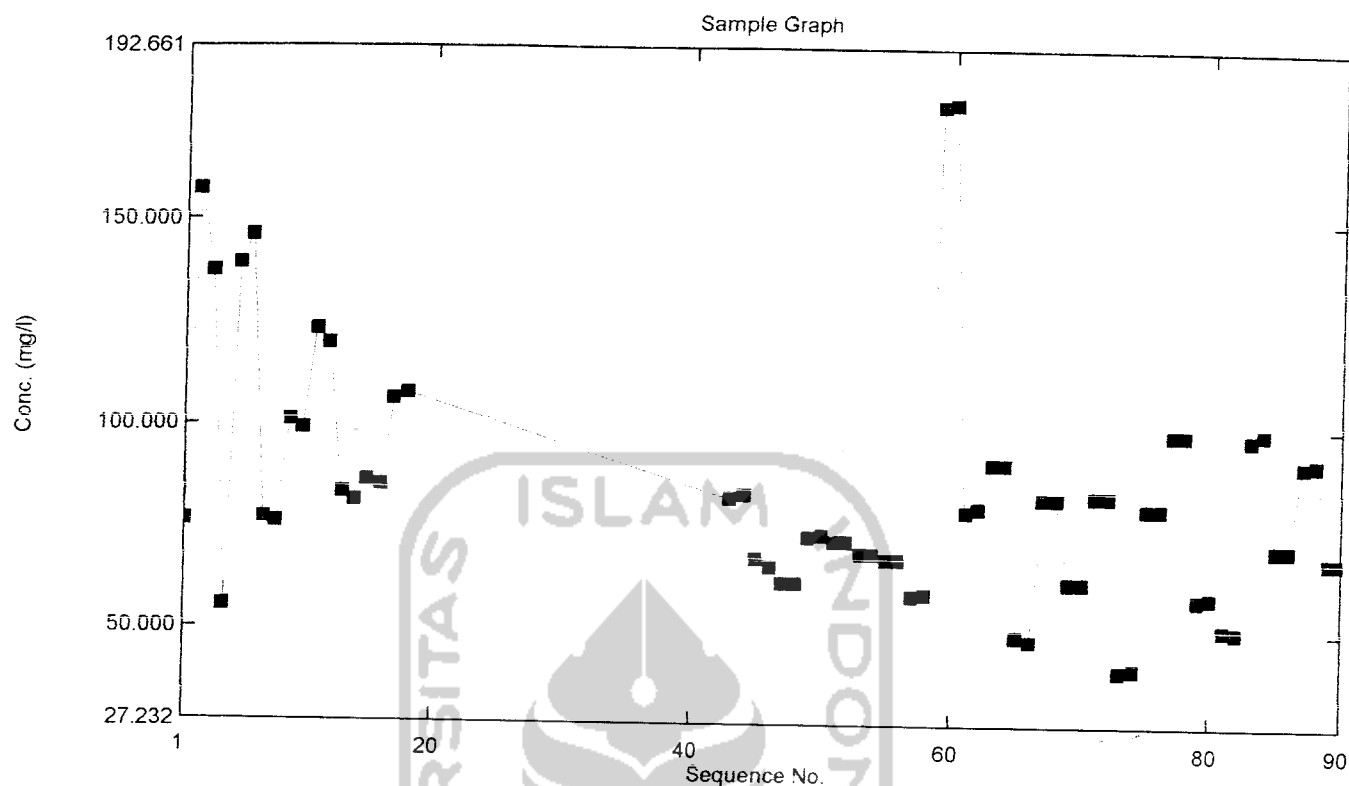
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL500	Comments
19	in H 3 1.1	Unknown	✓	123.427	0.027	
20	in H 3 1.2	Unknown	✓	133.092	0.029	
21	in H 3 2.1	Unknown	✓	347.764	0.080	
22	in H 3 2.2	Unknown	✓	354.378	0.082	
23	Out H 3 1	Unknown	✓	536.493	0.126	
24	Out H 3 2	Unknown	✓	541.580	0.127	
25	in H 4 1.1	Unknown	✓	673.842	0.159	
26	in H 4 1.2	Unknown	✓	674.351	0.159	
27	in H 4 2.1	Unknown	✓	720.134	0.170	
28	in H 4 2.2	Unknown	✓	722.169	0.170	
29	Out H 4 1	Unknown	✓	789.317	0.186	
30	Out H 4 2	Unknown	✓	789.317	0.186	
31	in H 5 1.1	Unknown	✓	794.404	0.188	
32	in H 5 1.2	Unknown	✓	794.404	0.188	
33	in H 5 2.1	Unknown	✓	810.174	0.191	
34	in H 5 2.2	Unknown	✓	810.683	0.192	
35	out H 5 1	Unknown	✓	799.491	0.189	
36	out H 5 2	Unknown	✓	799.491	0.189	

Sample Table Report

10/02/2006 03:16:47 PM

File Name: F:\bani.pho



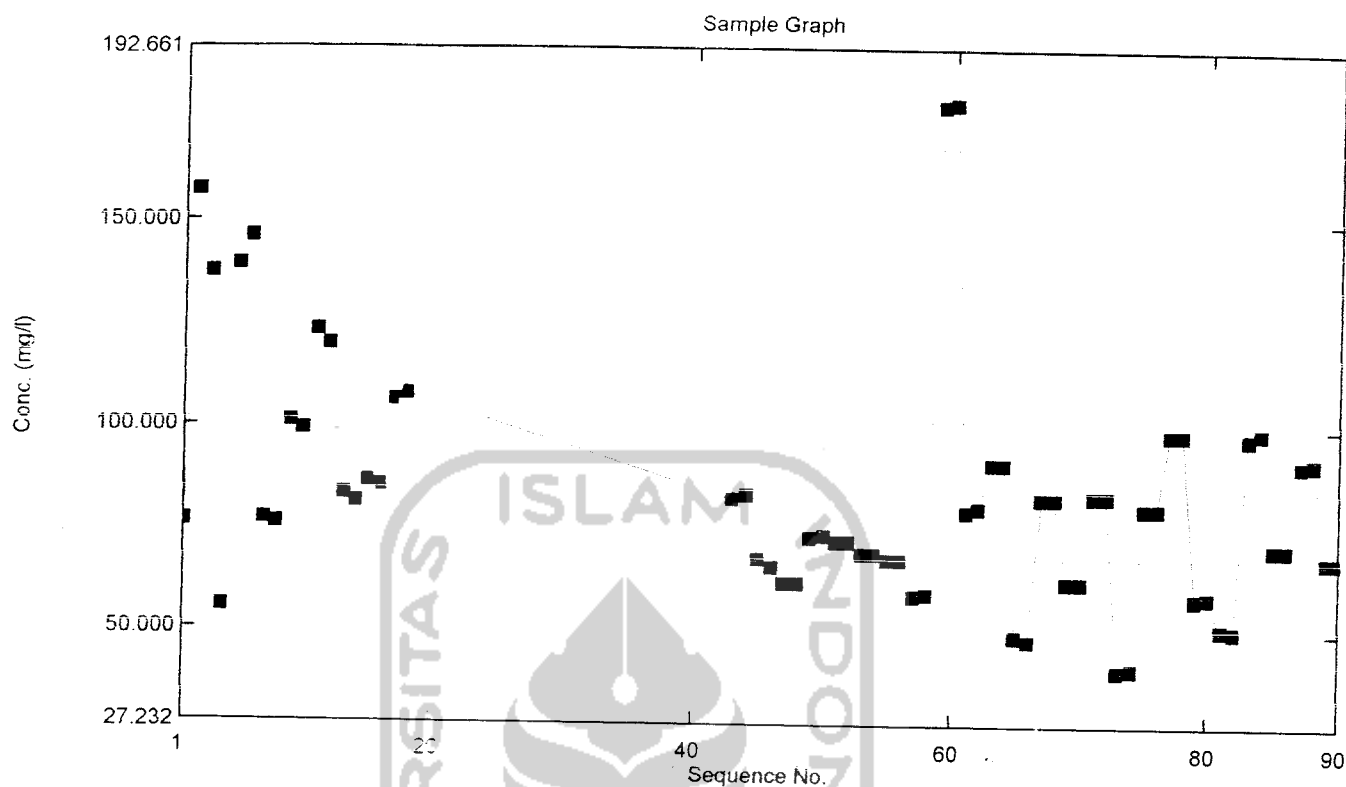
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
37	in H 6 1.1	Unknown	✓	837.135	0.198	
38	in H 6 1.2	Unknown	✓	840.187	0.199	
39	in H 6 2.1	Unknown	✓	860.535	0.203	
40	in H 6 2.2	Unknown	✓	868.675	0.205	
41	Out H 6 1	Unknown	✓	867.149	0.205	
42	Out H 6 2	Unknown	✓	869.183	0.206	
43	in H 7 1.1	Unknown		82.222	0.017	
44	in H 7 1.2	Unknown		83.240	0.017	
45	in H 7 2.1	Unknown		67.979	0.013	
46	in H 7 2.2	Unknown		65.944	0.013	
47	out H 7.1	Unknown		61.874	0.012	
48	out H 7.2	Unknown		61.874	0.012	
49	in H 8 1.1	Unknown		73.066	0.015	
50	in H 8 1.2	Unknown		73.574	0.015	
51	in H 8 2.1	Unknown		72.048	0.014	
52	in H 8 2.2	Unknown		72.048	0.014	
53	out H 8 1	Unknown		68.996	0.014	
54	out H 8 2	Unknown		68.996	0.014	

Sample Table Report

10/02/2006 03:16:47 PM

File Name: F:\bani.pho



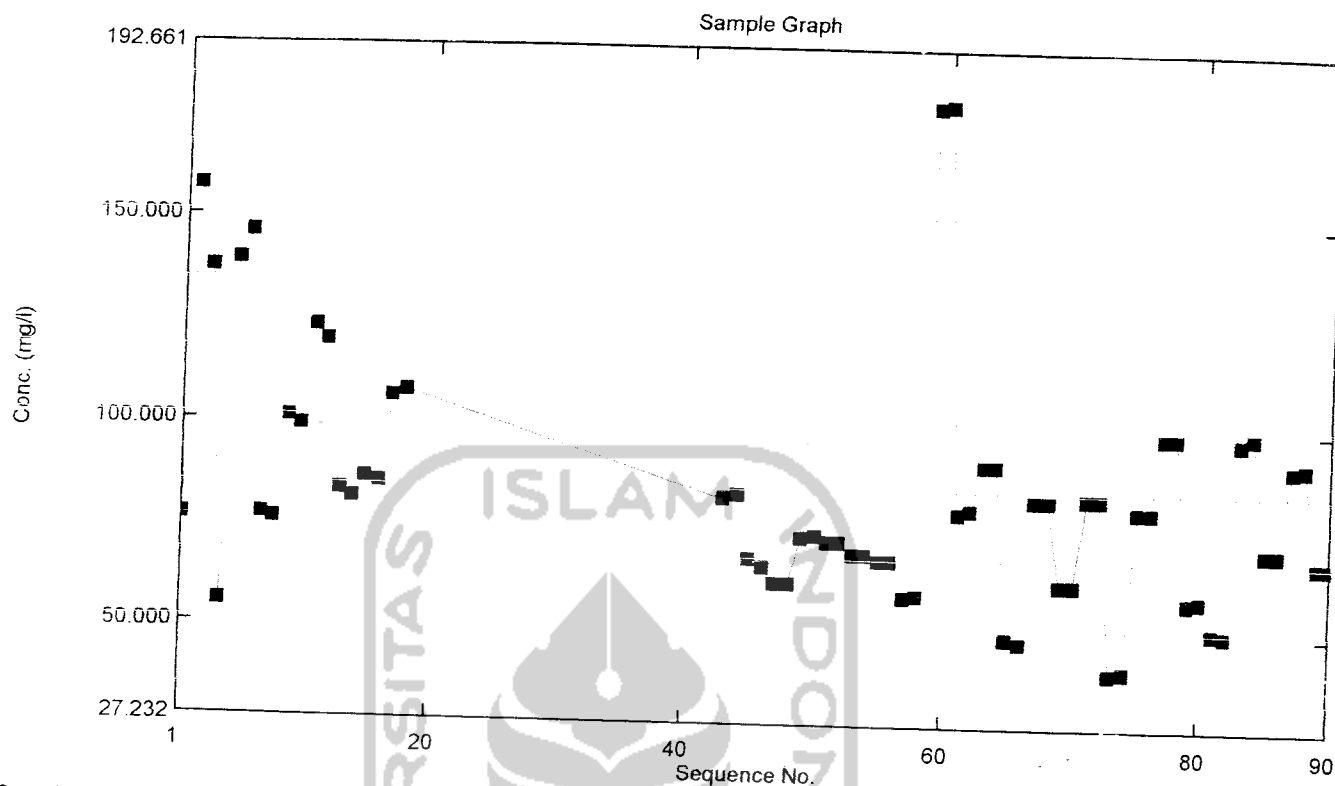
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
55	ul in H 6 1.1	Unknown		67.979	0.013	
56	ul in H 6 1.2	Unknown		67.979	0.013	
57	ul in H 6 2.1	Unknown		58.822	0.011	
58	ul in H 6 2.2	Unknown		59.331	0.011	
59	ul out H 6 1	Unknown		178.367	0.040	
60	ul out H 6 2	Unknown		178.876	0.040	
61	in H9 1.1	Unknown		79.679	0.016	
62	in H9 1.2	Unknown		80.187	0.016	
63	in H9 2.1	Unknown		91.379	0.019	
64	in H9 2.2	Unknown		91.379	0.019	
65	out H9 1	Unknown		49.157	0.009	
66	out H9 2	Unknown		48.139	0.009	
67	in H10 1.1	Unknown		82.731	0.017	
68	in H10 1.2	Unknown		82.731	0.017	
69	in H10 2.1	Unknown		62.383	0.012	
70	in H10 2.2	Unknown		62.383	0.012	
71	out H10 1	Unknown		83.240	0.017	
72	out H10 2	Unknown		83.240	0.017	

Sample Table Report

10/02/2006 03:16:47 PM

File Name: F:\bani.pho



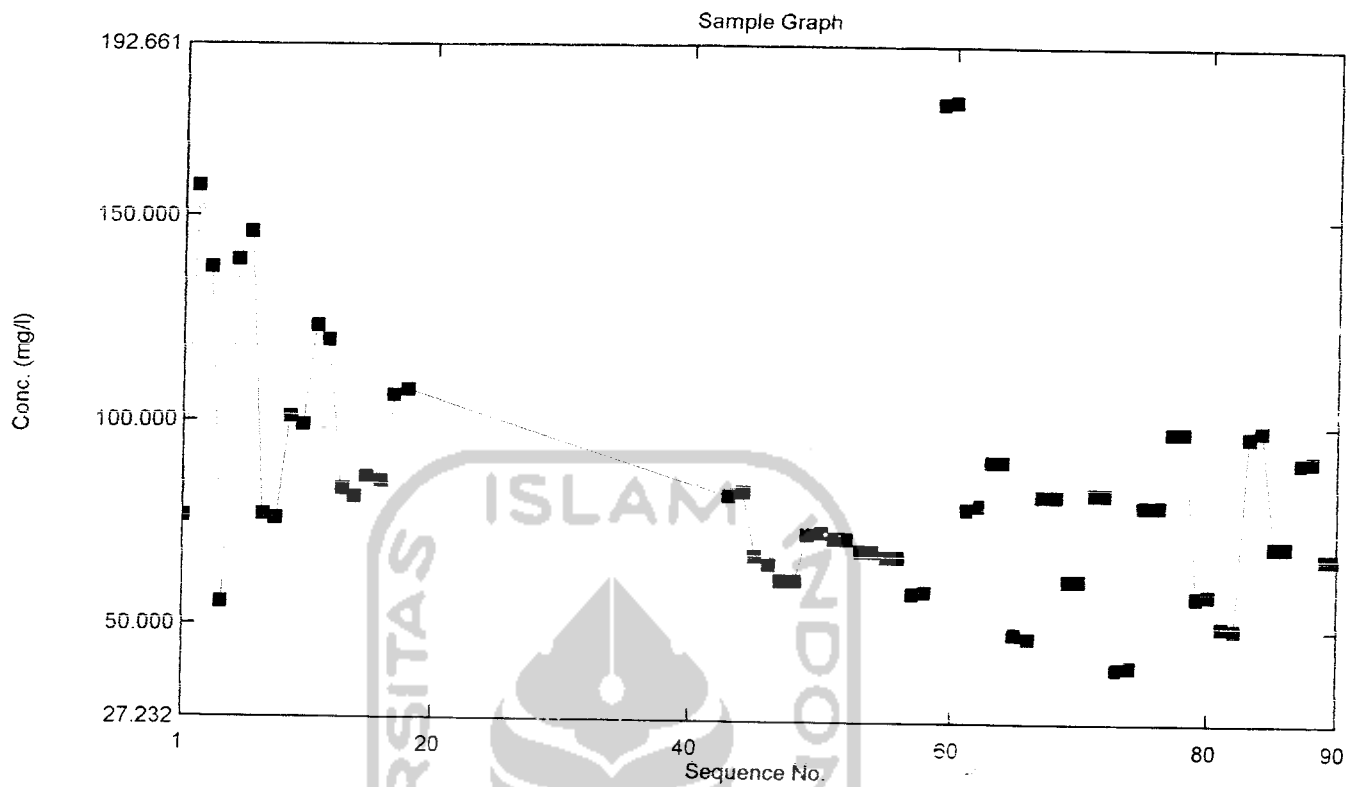
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
73	ul in H3 1.1	Unknown		41.017	0.007	
74	ul in H3 1.2	Unknown		41.526	0.007	
75	ul in H3 2.1	Unknown		80.187	0.016	
76	ul in H3 2.2	Unknown		80.187	0.016	
77	ul out H3.1	Unknown		98.501	0.021	
78	ul out H3.2	Unknown		98.501	0.021	
79	ul in H4 1.1	Unknown		58.313	0.011	
80	ul in H4 1.2	Unknown		58.822	0.011	
81	ul in H4 2.1	Unknown		51.191	0.009	
82	ul in H4 2.2	Unknown		50.683	0.009	
83	out H4 1	Unknown		97.483	0.020	
84	out H4 2	Unknown		99.009	0.021	
85	ul in H5 1.1	Unknown		70.522	0.014	
86	ul in H5 1.2	Unknown		70.522	0.014	
87	ul in H5 2.1	Unknown		91.379	0.019	
88	ul in H5 2.2	Unknown		91.888	0.019	
89	ul out H5 1	Unknown		67.979	0.013	
90	ul out H5 2	Unknown		67.979	0.013	

Sample Table Report

10/02/2006 03:16:47 PM

File Name: F:\bani.pho



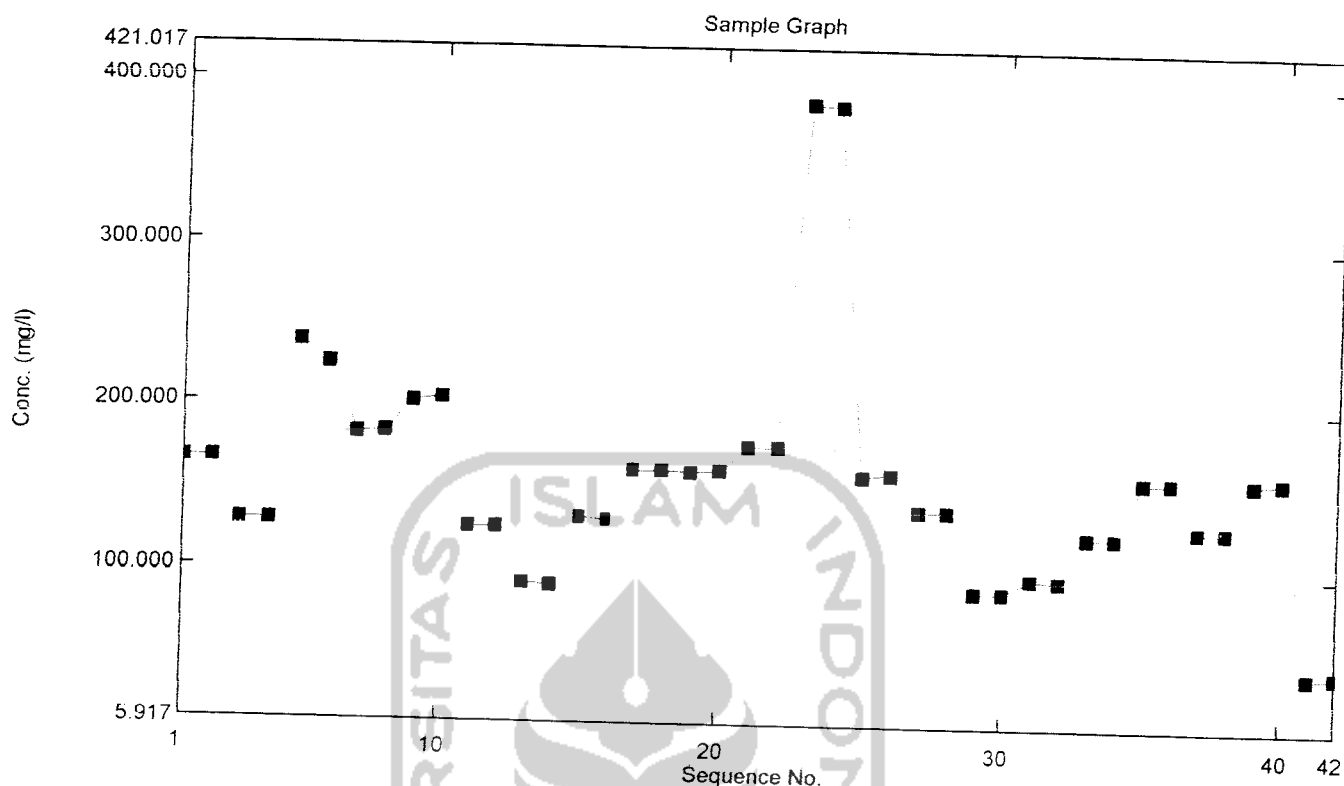
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
91						

Sample Table Report

10/03/2006 12:02:56 PM

File Name: F:\Bani COD Batch.pho



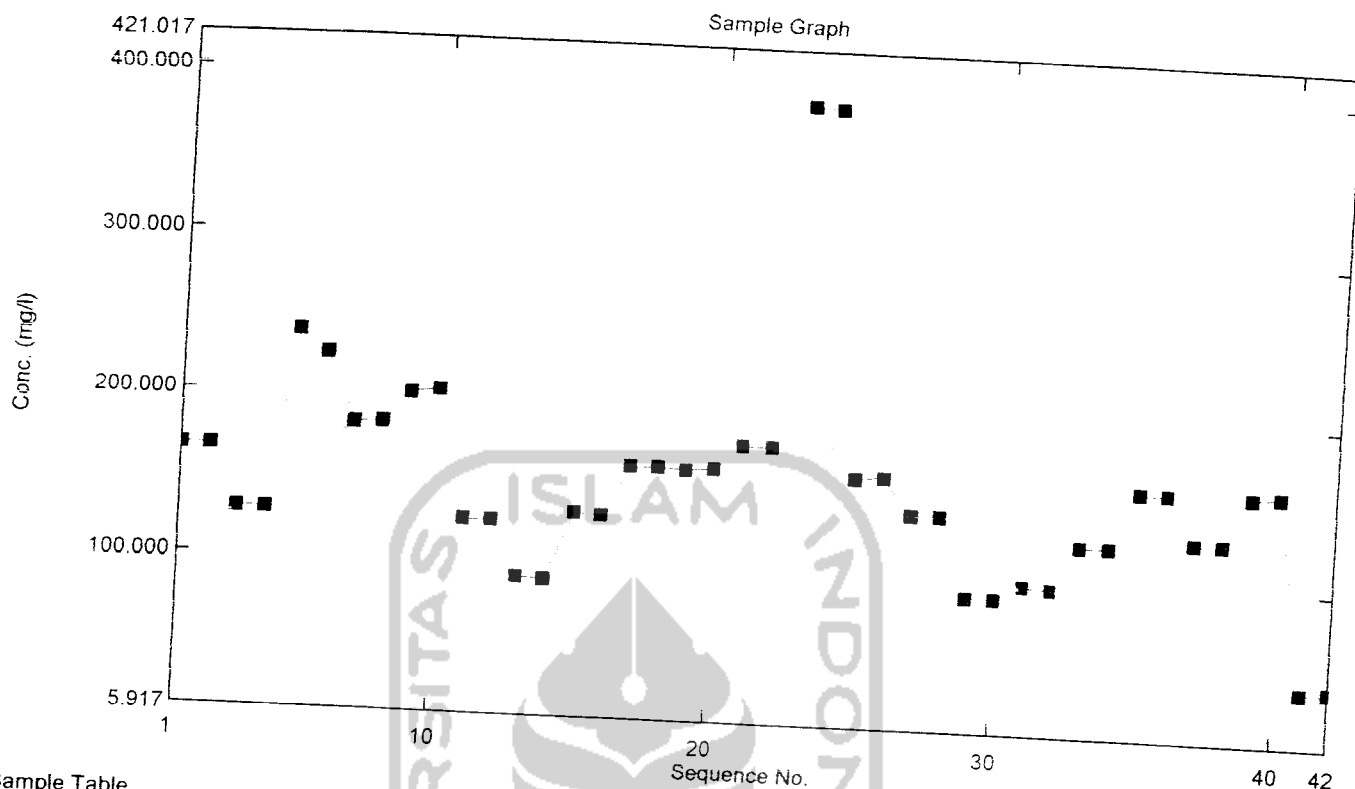
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	10 gr 15 1	Unknown		166.557	0.037	
2	10 gr 15 2	Unknown		166.558	0.037	
3	20 gr 15 1	Unknown		128.514	0.028	
4	20 gr 15 2	Unknown		128.514	0.028	
5	30 gr 15 1	Unknown		238.902	0.054	
6	30 gr 15 2	Unknown		224.558	0.051	
7	40 gr 15 1	Unknown		182.436	0.041	
8	40 gr 15 2	Unknown		182.545	0.041	
9	50 gr 15 1	Unknown		202.275	0.046	
10	50 gr 15 2	Unknown		204.211	0.046	
11	10 gr 30 1	Unknown		125.452	0.027	
12	10 gr 30 2	Unknown		125.452	0.027	
13	20 gr 30 1	Unknown		91.579	0.019	
14	20 gr 30 2	Unknown		90.351	0.019	
15	30 gr 30 1	Unknown		132.075	0.029	
16	30 gr 30 2	Unknown		130.549	0.028	
17	40 gr 30 1	Unknown		161.071	0.036	
18	40 gr 30 2	Unknown		161.071	0.036	

Sample Table Report

10/03/2006 12:02:56 PM

File Name: F:\Bani COD Batch.pho



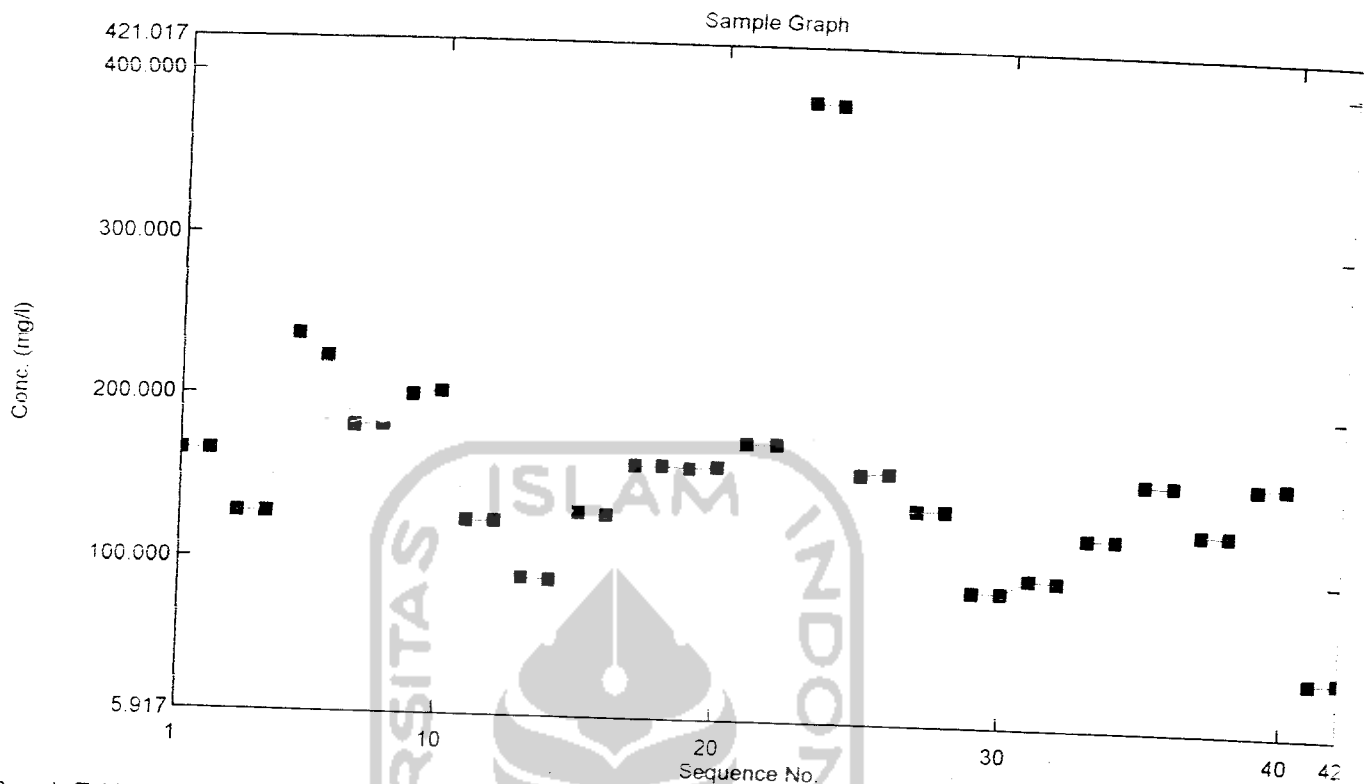
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
19	50 gr 30 1	Unknown		160.562	0.036	
20	50 gr 30 2	Unknown		161.071	0.036	
21	10 gr 45 1	Unknown		176.332	0.039	50 gr
22	10 gr 45 2	Unknown		175.823	0.039	"
23	20 gr 45 1	Unknown		386.426	0.090	40 gr
24	20 gr 45 2	Unknown		385.917	0.090	"
25	30 gr 45 1	Unknown		159.545	0.035	30 gr
26	30 gr 45 2	Unknown		160.562	0.036	"
27	40 gr 45 1	Unknown		138.179	0.030	20 gr
28	40 gr 45 2	Unknown		138.179	0.030	"
29	50 gr 45 1	Unknown		89.344	0.018	10 gr
30	50 gr 45 2	Unknown		89.344	0.018	"
31	10 gr 60 1	Unknown		97.992	0.021	
32	10 gr 60 2	Unknown		95.957	0.020	
33	20 gr 60 1	Unknown		123.427	0.027	
34	20 gr 60 2	Unknown		123.427	0.027	
35	30 gr 60 1	Unknown		157.510	0.035	
36	30 gr 60 2	Unknown		157.510	0.035	

Sample Table Report

10/03/2006 12:02:56 PM

File Name: F:\Bani COD Batch.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
37	40 gr 60 1	Unknown		128.514	0.028	
38	40 gr 60 2	Unknown		128.005	0.028	
39	50 gr 60 1	Unknown		158.019	0.035	
40	50 gr 60 2	Unknown		159.545	0.035	
41	Awal 1	Unknown		40.509	0.007	
42	Awal 2	Unknown		41.017	0.007	
43						

10 / 17 / 2006 12:05:53 PM

SAMPLE TABLE REPORT

Laterit 10 gr

No.	Waktu (menit)	Conc. COD (mg/L) (1)	Conc. COD (mg/L) (2)	Efisiensi (%)
1.	15	182.945	182.276	0.366
2.	30	182.945	176.017	3.787
3.	45	182.945	167.942	8.201
4.	60	182.945	184.240	-0.708

Laterit 20 gr

No.	Waktu (menit)	Conc COD (mg/L) (1)	Conc COD (mg/L) (2)	Efisiensi (%)
1.	15	182.945	178.169	2.611
2.	30	182.945	165.135	9.735
3.	45	182.945	158.135	13.561
4.	60	182.945	178.233	2.576

Laterit 30 gr

No.	Waktu (menit)	Conc COD (mg/L) (1)	Conc COD (mg/L) (2)	Efisiensi (%)
1.	15	182.945	176.131	3.725
2.	30	182.945	177.048	3.223
3.	45	182.945	164.199	16.895
4.	60	182.945	153.205	16.342



APPROPRIATE WASTEWATER TREATMENT
DEWATS – LPTP Office : Kayen No. 176, Jl. Kaiuranig
Km. 6,6 Yogyakarta 55283
Tel. / Fax : 0274 – 881751 E-mail : dewats@idoia.net.id

Laterit 40 gr

No.	Waktu (menit)	Conc COD (mg/L) (1)	Conc COD (mg/L) (2)	Effisiensi (%)
1.	15	182.945	183.510	1.309
2.	30	182.945	191.989	4.944
3.	45	182.945	151.240	16.350
4.	60	182.945	152.558	16.10

Laterit 50 gr

No.	Waktu (menit)	Conc COD (mg/L) (1)	Conc COD (mg L) (2)	Effisiensi (%)
1.	15	182.945	166.667	1.398
2.	30	182.945	153.427	1.135
3.	45	182.945	146.292	20.035
4.	60	182.945	141.479	22.666



LABORATORIUM KIMIA ANALITIK

PUSAT TEKNOLOGI AKSELERATOR DAN PROSES BAHAN (BATAN)

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 Ykbb, Yogyakarta 55281, Telp. (62) (0274) 488435, 484436, Fax. (0274) 487824 Email : ptapb@batan.go.id

Form-29/Sert/Uji

Nomor : 062/KA/VIII/06
Number :
Halaman : 1 dari 1
Page :

Sertifikat Pengujian

Test Certificate

Dibuat untuk
Certified for

UGM – DEWATS
Kayen 176 Jl. Kaliurang Km 6,6 Yogyakarta

Jenis / Nama Contoh
Type / Name of sample

: Laterit Purbalingga

Asal Contoh
Origin of sample

UGM – DEWATS
Kayen 176 Jl. Kaliurang Km 6,6 Yogyakarta

Jumlah Contoh
Amount of sample

: 1 (satu)

Kode Contoh
Sample Code

: 582/P/KA

Parameter
Parameters

: Fe dan Ca

Tanggal Pengambilan Contoh
Sample taken on

: -

Tanggal Penerimaan Contoh
Sample received on

: 18 Juli 2006

Tanggal Pengujian Contoh
Sample tested on

: 03 Agustus 2006

Hasil Pengujian

Test Result

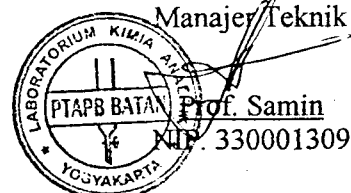
Nama Contoh	Kode	Label	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Laterit Purbalingga	582/P/KA	---	Ca	%	7,260 ± 0,049	XRF
			Fe	%	7,323 ± 0,014	XRF

Keterangan :

XRF : X-Ray Fluorescence

Yogyakarta, 07 Agustus 2006

Manajer Teknik



Prof. Samin

NIP. 330001309

Catatan :
Note

1 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
These test result are only valid for the tested samples

2 Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak/digandakan tanpa ijin dari Manajer Teknik Laboratorium

The certificate shall not be reproduced (copied) without the written permission of the laboratory Technical Manager

Tanggal	Lab. Number	Field Number	Measured By	Result	Remark	Physical Properties
17/04/2006					Sampel berbagai deterjen dan sabun mandi diukur kadar fosfatnya treatment: Sebanyak x gram sampel dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diukur PO ₄ -P nya dengan Spectroquant NOVA 60	
026/04/2006		1	Fenika Rahiem	3.45 mg PO ₄ -P/L 10.57 mg PO ₄ -L	Sampel det Attack 0.3115 g/100 mL	
027/04/2006		3	Fenika Rahiem	0.03 mg PO ₄ -P/L 0.0919 mg PO ₄ -L	Sampel det Surf J.3004 g/100 mL	
028/04/2006		5	Fenika Rahiem	2.76 mg PO ₄ -P/L 8.46 mg PO ₄ -L	Sampel det Daia 0.1232 g/100 mL	
029/04/2006		7	Fenika Rahiem	2.71 mg PO ₄ -P/L 8.3 mg PO ₄ -L	Sampel det B29 0.3098 g/100 mL	
030/04/2006		9	Fenika Rahiem	0.01 mg PO ₄ -P/L 0.031 mg PO ₄ -L	Sampel det Rhiso 0.3278 g/100 mL	
031/04/2006		11	Fenika Rahiem	1.92 mg PO ₄ -P/L 5.88 mg PO ₄ -L	Sampel sabun mandi Give 0.3609 g/100 mL	Terbentuk endapan setelah larutan sampel dicampur dengan reagen P-1A dan Reagen P-2A
032/04/2006		13	Fenika Rahiem	0.9 mg PO ₄ -P/L 2.76 mg PO ₄ -L	Sampel sabun mandi (bayi) Johnsons & Johnsons 0.3520 g/100 mL	Terbentuk endapan setelah larutan sampel dicampur dengan reagen P-1A dan Reagen P-2A
20/04/2006					Meneruskan pengukuran fosfat sampel sabun mandi dan sampo	
033/04/2006		12	Fenika Rahiem	2.54 mg PO ₄ -P/L 7.78 mg PO ₄ -L	Sampel sabun mandi Give 0.3398 g/100 mL	Terbentuk endapan setelah larutan sampel dicampur dengan reagen P-1A dan Reagen P-2A
034/04/2006		15	Fenika Rahiem	1.30 mg PO ₄ -P/L 4.17 mg PO ₄ -L	Sampel sabun mandi Lifebuoy 0.3030 g/100 mL	Terbentuk endapan setelah larutan sampel dicampur dengan reagen P-1A dan Reagen P-2A
035/04/2006		17	Fenika Rahiem	1.76 mg PO ₄ -P/L 5.39 mg PO ₄ -L	Sampel sabun mandi Fres 0.3704 g/100 mL	Terbentuk endapan setelah larutan sampel dicampur dengan reagen P-1A dan Reagen P-2A
036/04/2006		19	Fenika Rahiem	1.12 mg PO ₄ -P/L 3.43 mg PO ₄ -L	Sampel sabun mandi Cussons 0.3112 g/100 mL	Terbentuk endapan setelah larutan sampel dicampur dengan reagen P-1A dan Reagen P-2A
037/04/2006		21	Fenika Rahiem	1.97 mg PO ₄ -P/L 6.04 mg PO ₄ -L	Sampel sabun mandi Nuvo 0.3330 g/100 mL	Terbentuk endapan setelah larutan sampel dicampur dengan reagen P-1A dan Reagen P-2A
038/04/2006		S1	Fenika Rahiem	0.09 mg PO ₄ -P/L 0.28 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Lifebuoy 1 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL =0.028 mg PO ₄ /mL sampo	
039/04/2006		S2	Fenika Rahiem	2.24 mg PO ₄ -P/L 7.42 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Clear 1 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL =0.742 mg PO ₄ /mL san.po	

21/04/2006	040/04/2006	S3	Fenika Rahiem	0 mg PO ₄ -P/L 0 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Pantene 5 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
24/04/2006	041/04/2006	B1	Fenika Rahiem	0.01 mg PO ₄ -P/L 0.031 mg PO ₄ -L	B1= Sunclin (pemutih/bleaching) 1.5 mL sampel pemutih dilarutkan dim akuades hingga 100 mL note: pengenceran disesuaikan dengan cara pakai pemutih, yaitu 30 mL pemutih dalam 2 L air.	Timbul gas berwarna kekuningan saat sampel ditambah reagen P-1A. Gas ini kemungkinan besar adalah gas klorin (Cl ₂) hasil reaksi antara NaOCl (bahan aktif pemutih) dengan asam sulfat (yang terkandung dalam reagen P-1A)
	042/04/2006	B2	Fenika Rahiem	0.02 mg PO ₄ -P/L 0.061 mg PO ₄ -L	B2= Bayclin (pemutih/bleaching) 1.5 mL sampel pemutih dilarutkan dim akuades hingga 100 mL	Timbul gas berwarna kekuningan saat sampel ditambah reagen P-1A. Gas ini kemungkinan besar adalah gas klorin (Cl ₂) hasil reaksi antara NaOCl (bahan aktif pemutih) dengan asam sulfat (yang terkandung dalam reagen P-1A)
	043/04/2006	B3	Fenika Rahiem	0 mg PO ₄ -P/L 0 mg PO ₄ -L	B3= So Klin Pemutih (bleaching) 1.5 mL sampel pemutih dilarutkan dim akuades hingga 100 mL	Timbul gas berwarna kekuningan saat sampel ditambah reagen P-1A. Gas ini kemungkinan besar adalah gas klorin (Cl ₂) hasil reaksi antara NaOCl (bahan aktif pemutih) dengan asam sulfat (yang terkandung dalam reagen P-1A)
26/04/2006	044/04/2006	S4	Fenika Rahiem	64 mg PO ₄ -P/L 1.96 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Dove Moisture Cream 6 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
					Sampel berbagai deterjen diukur kadar fosfatnya treatment:	
					Sebanayk x gram sampel dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diukur PO ₄ -P nya dengan Spectroquant NOVA 60	
	045/04/2006	30	Fenika Rahiem	0.14 mg PO ₄ -P/L 0.43 mg PO ₄ -L	Sampel det. So Klin Power 0.3291 g/100 mL	
	046/04/2006	35	Fenika Rahiem	0.93 mg PO ₄ -P/L 2.85 mg PO ₄ -L	Sampel det. Nofla Bubblex 0.1023 g/100 mL	
	047/04/2006	36	Fenika Rahiem	4.66 mg PO ₄ -P/L 14.26 mg PO ₄ -L	Sampel det. Tanpa Fosfat (Ditab) 0.1611 g/100 mL	
	048/04/2006	28	Fenika Rahiem	0.05 mg PO ₄ -P/L 0.15 mg PO ₄ -L	Sampel det. So Klin Automatic 0.3817 g/100 mL	
28/04/2006					Menoniskan pengukuran fosfat sampel deterjen dan sampo	

05/04/2006	34	Fenka Rahiem	2.63 mg PO ₄ -P/L 8.06 mg PO ₄ -L	Sampel det. Prowash 0.3442 g/100 mL	
05/04/2006	S5	Fenka Rahiem	0.03 mg PO ₄ -P/L 0.09 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Sunsilk Anti Dandruff 6 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL. Kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
05/04/2006	S6	Fenka Rahiem	1.59 mg PO ₄ -P/L 4.87 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Eneron sun mawar 6 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL. Kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
05/04/2006	S7	Fenka Rahiem	1.21 mg PO ₄ -P/L 3.71 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Zinc 6 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL. Kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
05/04/2006	S8	Fenka Rahiem	0 mg PO ₄ -P/L 0 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Rejoice anti ketombe 5 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL. Kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
2/5/2006					
001/05/2006	1	Fenka Rahiem	6.57 pH	Sampel Limbah cair Komunal Muja-Muju, Yogyakarta Tanggal ambil sampel: 02/05/2006 Inlet kamar mandi	
002/05/2006	2	Fenka Rahiem	6.59 pH	Inlet kloset	
003/05/2006	3	Fenka Rahiem	6.72 pH	Outlet	
004/05/2006	1	Fenka Rahiem	0.55 mg PO ₄ -P/L (1:4 dil.) 1.69 mg PO ₄ -L (1:4 dil.) 8.45 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Inlet kamar mandi	
005/05/2006	2	Fenka Rahiem	4.02 mg PO ₄ -P/L (1:4 dil.) 12.32 mg PO ₄ -L (1:4 dil.) 61.8 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Inlet kloset	
006/05/2006	3	Fenka Rahiem	1.29 mg PO ₄ -P/L (1:4 dil.) 3.95 mg PO ₄ -L (1:4 dil.) 19.75 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Outlet	
007/05/2006	1	Fenka Rahiem	212 mg/L COD 14540	Inlet kamar mandi	
008/05/2006	2	Fenka Rahiem	300 mg/L COD 14540	Inlet kloset	
009/05/2006	3	Fenka Rahiem	241 mg/L COD 14540	Outlet	
010/05/2006	1	Fenka Rahiem	238 mg/L COD 14541	Inlet kamar mandi	
011/05/2006	2	Fenka Rahiem	858 mg/L COD 14541	Inlet kloset	

	05/04/2006	34	Fenka Rahiem	2.63 mg PO ₄ -P/L 8.06 mg PO ₄ -L	Sampel det. Prowash 0.3412 g/100 mL	
	05/04/2006	S5	Fenka Rahiem	0.03 mg PO ₄ -P/L 0.00 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Sunsilk Anti Dandruff 6 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan dituang ke dalam bejana dengan Spectroquant NOVA 60	
	05/04/2006	S6	Fenka Rahiem	1.59 mg PO ₄ -P/L 4.87 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Frieston satu tetes 6 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
	05/04/2006	S7	Fenka Rahiem	1.21 mg PO ₄ -P/L 3.71 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Zinc 6 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
	05/04/2006	S8	Fenka Rahiem	0 mg PO ₄ -P/L 0 mg PO ₄ -L	Sampel sampo Rejoice anti ketombe 5 mL dilarutkan ke dalam akuades hingga 100 mL kemudian diambil 10 mL dan diencerkan hingga 100 mL dan diukur kadar fosfatnya dengan Spectroquant NOVA 60	
2/5/2006					Sampel Limbah cair Komunal Muja-Muju, Yogyakarta Tanggal ambil sampel= 02/05/2006	
	001/05/2006	1	Fenka Rahiem	6.87 pH	Inlet kamar mandi	
	002/05/2006	2	Fenka Rahiem	6.59 pH	Inlet kloset	
	003/05/2006	3	Fenka Rahiem	6.72 pH	Outlet	
	004/05/2006	1	Fenka Rahiem	0.55 mg PO ₄ -P/L (1.4 dill) 1.69 mg PO ₄ -L (1.4 dill) 8.45 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Inlet kamar mandi	
	005/05/2006	2	Fenka Rahiem	4.02 mg PO ₄ -P/L (1.4 dill) 12.32 mg PO ₄ -L (1.4 dill) 61.6 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Inlet kloset	
	006/05/2006	3	Fenka Rahiem	1.29 mg PO ₄ -P/L (1.4 dill) 3.95 mg PO ₄ -L (1.4 dill) 19.75 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Outlet	
	007/05/2006	1	Fenka Rahiem	212 mg/L COD 14540	Inlet kamar mandi	
	008/05/2006	2	Fenka Rahiem	300 mg/L COD 14540	Inlet kloset	
	009/05/2006	3	Fenka Rahiem	241 mg/L COD 14540	Outlet	
	010/05/2006	1	Fenka Rahiem	238 mg/L COD 14541	Inlet kamar mandi	
	011/05/2006	2	Fenka Rahiem	858 mg/L COD 14541	Inlet kloset	

01/05/2006	3	Fenika Rahiem	298 mg/L COD 14541	Outlet	Sampel Limbah cair R.S. Krakatau Medika, Cilegon Tanggal pengambilan sampel= 05/05/2006
01/05/2006					Inlet
013/05/2006	A	Fenika Rahiem	3.86 mg PO ₄ -P/L 11.81 mg PO ₄ -L		
014/05/2006	B	Fenika Rahiem	2.57 mg PO ₄ -P/L 7.88 mg PO ₄ -L	Outlet	
015/05/2006	A	Fenika Rahiem	246 mg/L COD (14541)	Inlet	
016/05/2006	B	Fenika Rahiem	54 mg/L COD (14540)	Outlet	
017/05/2006	A	Fenika Rahiem	6.43 pH	Inlet	
018/05/2006	B	Fenika Rahiem	6.39 pH	Outlet	
12/05/2006					Sampel Limbah cair R.S. Krakatau Medika, Cilegon Tanggal pengambilan sampel= 05/05/2006 Tujuan pengukuran ingin mengetahui kealaman sampel terhadap (pH) fosfat dan pH setelah beberapa waktu (1 hari)
019/05/2006	A	Fenika Rahiem	3.89 mg PO ₄ -P/L 11.92 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Inlet	
020/05/2006	B	Fenika Rahiem	2.6 mg PO ₄ -P/L 7.97 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Outlet	
021/05/2006	A	Fenika Rahiem	6.38 pH	Inlet	
022/05/2006	B	Fenika Rahiem	6.33 pH	Outlet	
023/05/2006	A	Fenika Rahiem	230 mg/L COD 14541	Inlet	
024/05/2006	B	Fenika Rahiem	55 mg/L COD 14540	Outlet	
19/05/2006					Sampel Limbah cair R.S. Krakatau Medika, Cilegon Tanggal pengambilan sampel= 05/05/2006 Tujuan pengukuran ingin mengetahui kealaman sampel terhadap COD, fosfat dan pH setelah beberapa waktu (14 hari)
025/05/2006	A	Fenika Rahiem	3.9 mg PO ₄ -P/L 11.95 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Inlet	
026/05/2006	B	Fenika Rahiem	2.59 mg PO ₄ -P/L 7.94 mg PO ₄ -L (sampel asli)	Outlet	
027/05/2006	A	Fenika Rahiem	230 mg/L COD 14541	Inlet	
028/05/2006	B	Fenika Rahiem	36 mg/L COD 14540	Outlet	
029/05/2006	A	Fenika Rahiem	6.31 pH	Inlet	
030/05/2006	B	Fenika Rahiem	6.39 pH	Outlet	

31/05/2006	031/05/2006	-	Fenka Rahem	47.8 %	<p>Sampel= Laterit Cip-cok Atas yang diaktivasi 400 der. Celsius bekas penelitian tgl. 07/09/2005</p> <p>Tujuan mengukur "porositas" laterit</p> <p>Treatment</p> <p>Calas beker 1000 ml diisi laterit hingga tanda kemudian ditambahi akuades hingga tanda, dan diukur banyaknya volume akuades yang dibutuhkan</p> <p>V akuades 478 ml</p> <p>porositas (478 mL/1000 mL) 100%</p>
1/6/2006					<p>I = Laterit Pejalin, Suroadi, Grinsing</p> <p>II = Laterit Sembung, Limbung</p> <p>Sebanyak 100 gram laterit dicampur dengan 100 mL akuades, kemudian</p>
					<p>diaduk hingga bercampur, selanjutnya diukur pH - nya dengan tina</p> <p>Instrumen dan komparator Lovibond</p> <p>Khusus untuk laterit II tidak dapat diukur pH-nya dengan komparator karena terbentuk suspensi yang sulit dijernihkan dengan cara penyaringan.</p>
	001/06/2006	I	Fenka Rahem	5.48 pH	
	002/06/2006	II	Fenka Rahem	5.43 pH	
	003/06/2006	I	Fenka Rahem	6.4 pH	
2/6/2006					<p>Sampel Biogas Industri Tahu, Gunung Kidul</p> <p>A- pengukuran biogas run pertama</p> <p>B- pengukuran biogas run kedua</p> <p>keaduan awal Gas Meter</p>
	004/06/2006	A	Fenka Rahem	470 l 0 menit 31 der. Celsius	
	005/06/2006	A	Fenka Rahem	555 l 5 menit 31 der. Celsius	
	006/06/2006	A	Fenka Rahem	640 L 10 menit 31 der. Celsius	
	007/06/2006	B	Fenka Rahem	652 l 0 menit 31 der. Celsius	keaduan awal Gas Meter
	008/06/2006	B	Fenka Rahem	752 l 5 menit 31.6 der. Celsius	
	009/06/2006	B	Fenka Rahem	853 L 10 menit 31.6 der. Celsius	
12/6/2006					<p>A, B, C = Laterit dari Magelang (dari pak Ithut)</p>

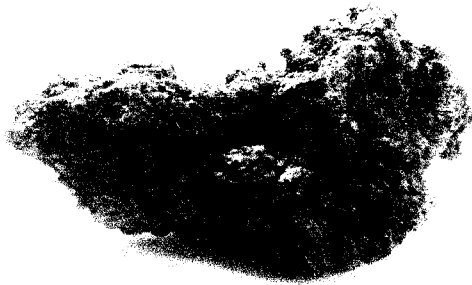
[illegible]

LAMPIRAN III

DOKUMENTASI PENELITIAN



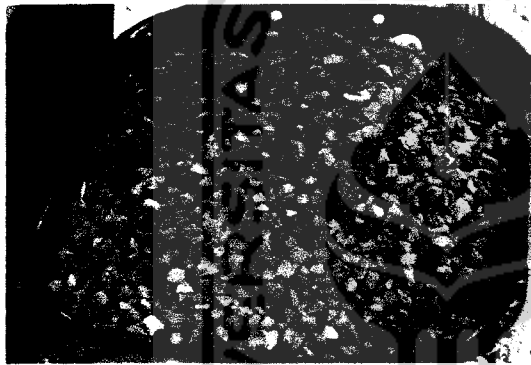
BAHAN – BAHAN DALAM PENELITIAN



Tanah Laterit dari Purbalingga



Tanah Laterit yang sudah dipecah

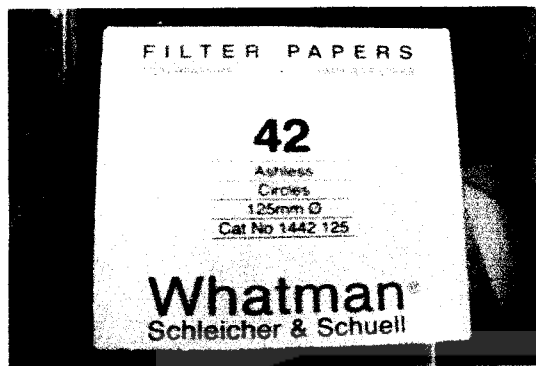


Tanah Laterit

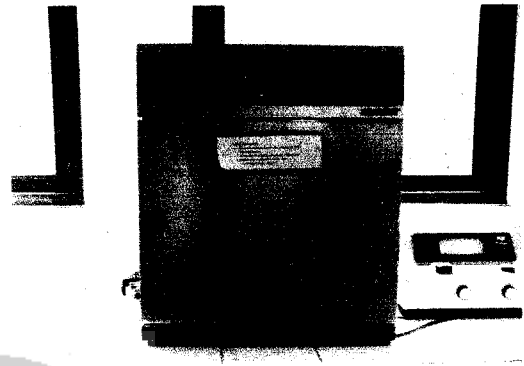


Alat dan bahan pengukuran COD

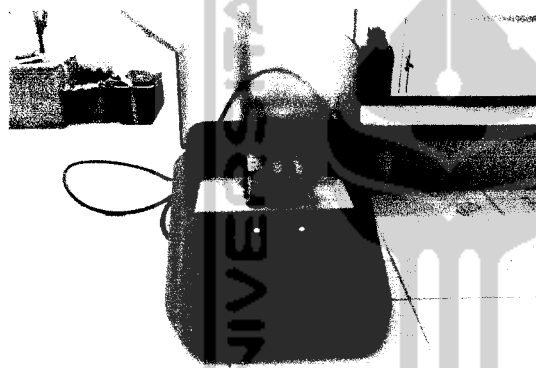
ALAT – ALAT YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN



Kertas Saring Halus



Oven



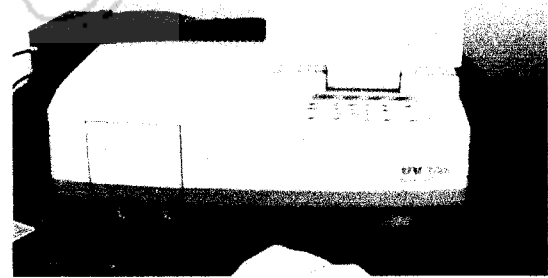
Termoreaktor



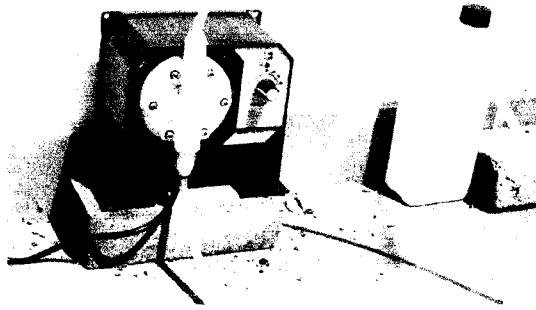
Timbangan



Spektrometer dan pendukung



Spektrometer



Dosing Pump



Desikator



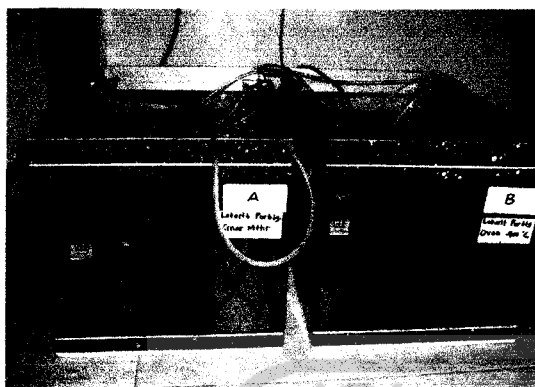
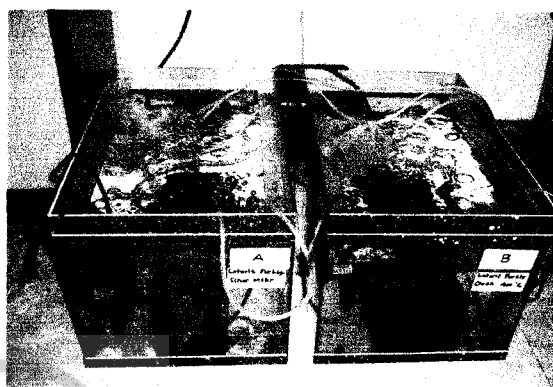
Proses pengayakan tanah laterit



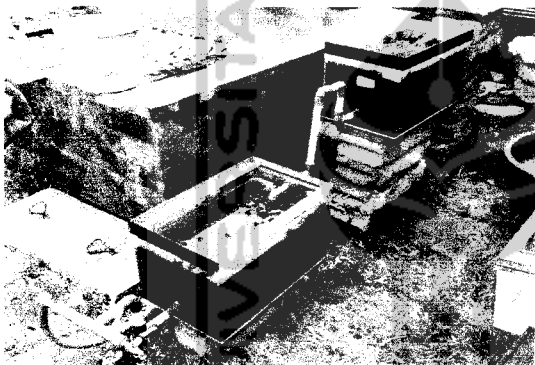
Proses penghalusan laterit

الْحَمْدُ لِلَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

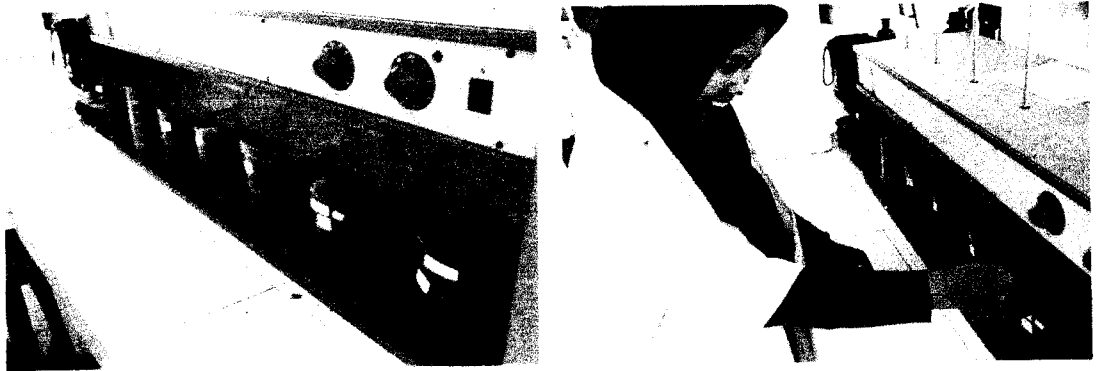
PROSES PENELITIAN



Proses pra-laboratorium



Proses penelitian secara kontinyu



Proses Penelitian batch



			7,91 mg PO ₄ -P/L (sampel asli)			
029/06/2006	1	Fenka Rahiem	40 mg/L COD 14540	Inlet		
030/06/2006	2	Fenka Rahiem	45 mg/L COD 14540	Outlet		
031/06/2006	1	Fenka Rahiem	6,16 pH	Inlet		
032/06/2006	2	Fenka Rahiem	6,04 pH	Outlet		
006/2006						
033/06/2006	1	Fenka Rahiem	2,88 mg PO ₄ -P/L	Sampel: Limbah cair vertikal DEWATS		
			8,83 mg PO ₄ -P/L (sampel asli)	Inlet		
034/06/2006	2	Fenka Rahiem	2,86 mg PO ₄ -P/L	Outlet		
			8,76 mg PO ₄ -P/L (sampel asli)			
035/06/2006	1	Fenka Rahiem	37 mg/L COD 14540	Inlet		
036/06/2006	2	Fenka Rahiem	42 mg/L COD 14540	Outlet		
037/06/2006	1	Fenka Rahiem	6,1 pH	Inlet		
038/06/2006	2	Fenka Rahiem	5,86 pH	Outlet		
039/06/2006	A	Fenka Rahiem	5,66 pH	Ax= Limbah Kacang Atom PT Dua Kelinci		Limbah cair berwarna putih keruh
040/06/2006	B	Fenka Rahiem	5,62 pH	Bx= Limbah Kacang Garing PT Dua Kelinci		Limbah cair berwarna coklat keruh
041/06/2006	A50	Fenka Rahiem	704 mg/L COD 14540 (1,4 dil)	Total sesuai dengan range pengukuran (0-14540 < 150 mg/L)		
			1520 mg/L COD (sampel asli)			
042/06/2006	A51	Fenka Rahiem	724 mg/L COD 14541 (1,4 dil)	Total sesuai dengan range pengukuran (0-14540 < 150 mg/L)		
			4120 mg/L COD (sampel asli)			
043/06/2006	A201	Fenka Rahiem	266 mg/L COD 14541 (1,19 dil)	Rata-rata COD A51&A201= 4720 mg/L COD		
			5320 mg/L COD (sampel asli)			
044/06/2006	B50	Fenka Rahiem	276 mg/L COD 14540 (1,4 dil)	Tidak sesuai dengan range pengukuran COD 14540 (>150 mg/L)		
			1380 mg/L COD (sampel asli)			
045/06/2006	E 31	Fenka Rahiem	2532 mg/L COD 14541 (1,4 dil)			
			12660 mg/L COD (sampel asli)			
046/06/2006	B201	Fenka Rahiem	-----	Sampel setelah pemanasan 2 jam menjadi keruh, sehingga turbiditas tinggi		
047/06/2006	A5	Fenka Rahiem	0,05 mg PO ₄ -P/L (1,4 dil)	akibatnya harga COD yang teramat tidak akan valid		
			0,15 mg PO ₄ -P/L (1,4 dil)			
			0,75 mg PO ₄ -P/L (sampel asli)			
048/06/2006	B5	Fenka Rahiem	2,3 mg PO ₄ -P/L (1,4 dil)			
			7,05 mg PO ₄ -P/L (1,4 dil)			