

LAPORAN TUGAS AKHIR

UJI EFEKTIFITAS PROSES AERASI PADA PENGOLAHAN AIR LINDI DI TPA SUPIT URANG

Disusun oleh :

YETTY HARYUNNA

99.26.048/P



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2005**

LAPORAN TUGAS AKHIR

MANAJEMEN KEARIFAN BUDAYA SEBAGAI STRATEGI PERSAINGAN
DAN KEBERKAYANGAN

Disusun oleh:

ANGGARAN VITRY

1902010001



KELOMPOK KEARIFAN BUDAYA
MANAJEMEN KEARIFAN BUDAYA SEBAGAI STRATEGI PERSAINGAN
DAN KEBERKAYANGAN

MAJALAH

2002

LEMBAR PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UJI EFEKTIFITAS PROSES AERASI PADA PENGOLAHAN AIR
LINDI DI TPA SUPIT URANG**

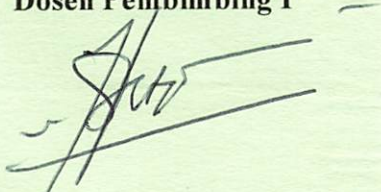
Di susun oleh :

YETTY HARYUNNA

99.26.048/P

Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

Dosen Pembimbing II



Ir. Sudiro, MT

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2005**

BERITA ACARA UJIAN KOMPREHENSIP TUGAS AKHIR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Ujian Komprehensif Tugas Akhir Program
Jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Lingkungan pada tanggal 2-April-2005

**UJI EFEKTIFITAS PROSES AERASI PADA PENGOLAHAN AIR
LINDI DI TPA SUPIT URANG**

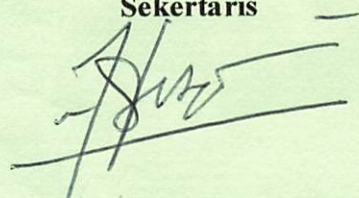
Di susun oleh :

YETTY HARYUNNA

99.26.048/P


**Majelis Penguji
Panitia Ujian Komprehensif Tugas Akhir**



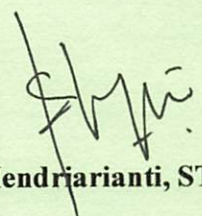
Sekretaris

DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

Dewan Penguji

Penguji I


Ir. Raphael Sotang

Penguji II


Evi Hendrianti, ST, MMT

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan Tugas Akhir yang berjudul:

UJI EFEKTIFITAS PROSES AERASI PADA PENGOLAHAN AIR LINDI DI TPA SUPIT URANG

Di susun oleh :

YETTY HARYUNNA

99.26.048/P

Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Ujian Komprehensif Tugas Akhir Program Jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada tanggal 2- April-2005

Mengetahui:
Majelis Penguji
Panitia Ujian Komprehensif Tugas Akhir



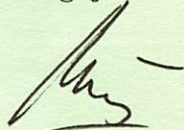
Ir. Agustina Nurul Hidayati, MTP

Sekretaris

DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

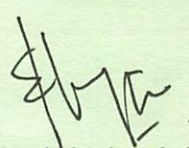
Dewan Penguji

Penguji I



Ir. Raphael Sotang

Penguji II



Evi Hendriarianti, ST, MMT

Skripsi Ini Kupersembahkan Untuk:

- ❖ ALLAH SWT atas rahmat dan hidayahNya aku bisa seperti ini dan juga untuk junjunganku Nabi Besar MUHAMMAD SAW.
- ❖ Abah dan mama yang tercinta, terima kasih segala doa dan restunya, sampai ananda berhasil menyelesaikan kuliah dengan baik, disamping dukungan dan pengorbanan baik moril maupun sprituil, ijinkan aku ucapakan " Aku Bangga Memiliki Orang Tua Yang Sabar dan Penuh Kasih Sayang Seperti Kalian", terima kasih tak terhingga dari lubuk hatiku yang paling dalam dan ananda beribu minta maaf atas kesalahan yang pernah ananda perbuat.
- ❖ Keluargaku yang tercinta, nining, kai, nini Sungai Malang (terima kasih atas doanya yang selalu menyertaiku) paman Aang & acil Saptiah, mama Aluh & paman Imis, paman Ancah & istrinya serta keluarga besarku terutama sikecil Ricky, Novi & semua sepupu-sepupuku yang kusayangi.
- ❖ Adikku "Mamat" (kuliah yang benar jangan kecewakan abah dan mama, karena masa depan ada ditanganmu).
- ❖ Mas Koe "Tommy" kamu selalu ada saat suka dan dukaku serta yang selama ini memberiku kekuatan dan semangat untuk selalu maju.
- ❖ Keluarga besar Kediri, Ibu Tutik, mbak Retty & mas Arif, Danie & si kecil Alya (terima kasih atas bantuan doa dan segalanya, saya tidak akan melupakan semua kebaikan yang diberikan ibu dan keluarga selama ini).

- ❖ Teman-teman seperjuangan terutama "Lyonk" (tiada kalimat yang sempurna untuk menggambarkan kebaikanmu, tapi "ucapku terima kasih tiada terhingga untukmu") you're my best friend, Latif (terima kasih selama ini kamu banyak membantu aku), Firman & santos (kalian anak-anak yang humoris), Khardian, Ana, Vita, Ketut, Made, Indah, Samsi, Mas Agus, Yufride (akhirnya kita lulus juga ya).
- ❖ Teman-teman TL '99, Elly (sabar ya ini hanya merupakan keberhasilan yang tertunda), Julaiha & Anton (cepat selesain skripsinya), Dini, Evi, Bagus, Ririn (semoga kalian cepat lulus) dan teman-temanku yang telah lulus duluan, Puma, Ira, Yuni, Bayu, Lili, Ayu, Restu, Miqdar, Andri (terima kasih segala bantuannya selama kita bersama), Sugeng (ku harap kita akan jadi teman yang baik sampai kapanpun dan terima kasih atas supportnya).
- ❖ Teman-teman TL '00, Nila (terima kasih banyak atas bantuannya selama ini baik itu kebersamaan kita di kos maupun di kampus), Awal & Erwin (thanks bantuannya selama aku penelitian), Trias, Dewi, Sari, Lalu & seluruh adik-adik tingkatku yang tidak dapat aku sebutkan satu persatu, terima kasih atas doanya.
- ❖ Teman-teman kos Wlingi 27 yang baik-baik, Era, Diah, Ani (cepatan selesain skripsinya ok!), Ocha (terima kasih atas pinjaman printer dan komputernya), Dian & Ade (akhirnya kita wisuda bareng) Vina (teman sekamarku yang paling bandel), Nana, Desy, Dina (yang telah kabur dari kos-kosan), Yuli, Anik, Linda, Ratna (jaga kos-kosan ya kalo aku udah pulang ke Kalimantan)

KATA PENGANTAR

Saya panjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT di mana berkat dan karuniaNya maka Tugas Akhir saya dengan judul “**Uji Efektifitas Proses Aerasi pada Pengolahan Air Lindi Di TPA Supit Urang**” dapat diselesaikan.

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya saya tujukan kepada Institut Teknologi Nasional Malang yang dalam hal ini telah memberikan saya kesempatan untuk menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Lingkungan.

Pada kesempatan ini pula, saya menghaturkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan dan selaku Dosen Pembimbing I dalam pembuatan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Sudiro, MT, selaku Dosen Pembimbing II dalam pembuatan Tugas Akhir.
3. Bapak Hardianto, ST, selaku Dosen Wali Teknik Lingkungan.
4. Ibu Anis Artiyani, ST, selaku Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan.
5. Ibu Evi Hendriarianti, ST, MMT dan seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang selama ini banyak membantu saya selama menempuh pendidikan di Institut Teknologi Nasional Malang
6. Teman-temanku khususnya Teknik Lingkungan yang banyak membantu selama pembuatan Tugas Akhir.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat hal-hal yang dapat dikembangkan lebih lanjut, untuk itu saya menyambut baik saran dan kritik demi kesempurnaan Tugas Akhir ini, saya juga berharap agar Tugas Akhir ini berguna bagi kita semua terutama teman-teman mahasiswa di Jurusan Teknik Lingkungan

Malang, April 2005

Penyusun

ABSTRAK

Uji Efektifitas Proses Aerasi Pada Pengolahan AirLindi Di TPA Supit Urang
Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang
Di Susun Oleh : Yetty Haryunna
Hery Setyobudiarso
Sudiro

Sampah adalah bahan buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan binatang, karena tidak dapat dipergunakan dan diinginkan. Sampah harus ditangani dengan baik, sebab dapat menjadi media penyebar bibit penyakit. Secara estetika tidak sedap dipandang mata dan menimbulkan bau tidak sedap. Proses dekomposisi sampah akan melepaskan gas dan lindi. Lindi adalah cairan yang melewati sampah dan telah melarutkan mineral tersuspensi ataupun terlarut dari sampah. Dimana dalam kasus yang ditimbulkan oleh air lindi adalah bau tidak enak dan tercemarnya tanah. Dengan melihat kondisi diatas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan salah satunya adalah menggunakan proses aerasi agar kandungan BOD, NO₃ dan PO₄ dapat diminimalkan, sehingga tidak mencemari lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas proses aerasi terhadap pengolahan lindi dan terhadap penurunan BOD, NO₃ dan PO₄. Dan berdasarkan variasi debit udara 1,2 L/menit, 3,5 L/menit dan 5 L/menit dan variasi waktu 2 jam, 4 jam dan 6 jam sebagai pembandingan. Penelitian dilaksanakan di Balai Laboratorium Kesehatan Lingkungan Surabaya dan lokasi pengambilan sampel di TPA Supit Urang Malang.

Dari hasil penelitian diketahui semakin besar debit udara dan lamanya waktu proses aerasi yang dilakukan maka semakin efektif menurunkan kandungan BOD, NO₃ dan PO₄. Dimana penurunan konsentrasi BOD sebesar 857,01 mg/l dengan % removal sebesar 15,16 % pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam. Pada konsentrasi NO₃ diketahui penurunannya sebesar 13,48 mg/l dengan % removal konsentrasi sebesar 38,13 % pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam. Dan untuk konsentrasi PO₄ penurunannya sebesar 9,48 mg/l dengan % removal sebesar 70,91 % pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam.

ABSTRACT

Effectiveness Testing on the Process of Aeration of Leachate at TPA Supit Urang
Majors of Environmental Engineering Technological Institute National Malang

By : Yetty Haryunna
Hery Setyobudiarso
Sudiro

Waste is disposals which resulted from the activities of human and animals, because they cannot be used or not wanted. Waste should be handled well, because it can be the source of diseases. Aesthetically, they are not enjoyably seen and the do not smell good. The process of waste decomposition will release gas and leachate. Leachate is liquid which pass through and has dissolved the suspended mineral or soluble from the waste. In the case of leachate, the result is bad smell and soil pollution. Observing those conditions, a further research will be needed, one of them by using the process of aeration in order that the content of BOD, NO_3 and PO_4 can be minimized so that the pollution can be avoided.

This research was aimed at identifying the effectiveness of the process of aeration on the leachate processing and to the decreasing of BOD, NO_3 and PO_4 . and, this research was based on the variety of air discharge 1.2 L/minute, 3.5 L/minute and 5 L/minute and the variety of time 2 hours, 4 hours and 6 hours as the comparison. BOD, NO_3 and PO_4 testing was conducted at Balai Laboratorium Kesehatan Lingkungan Surabaya and the location of sample gathering was TPA Supit Urang Malang.

From the result of the research it is identified that the bigger the number of air discharge and the longer the process of aeration taken, the more effective the process will be able to decrease the content of BOD, NO_3 and PO_4 . it is identified that the decrease of BOD concentration is 857.01 mg/l with the removal of 15.16 % on the air discharge of 5 L/minute, with the time of 6 hours. On the concentration of NO_3 it is known that decrease is 13.48 mg/l with the removal of 38.13 % on the air discharge of 5 L/minute, with the time of 6 hours. And for the concentration of PO_4 , the decrease is 9.48 mg/l with the removal of 70.91 % on the air discharge of 5 L/minute, with the time 6 hours.

DAFTAR ISI

	HAL
Kata Pengantar	i
Abstrak	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	iv
Daftar Gambar	v
Daftar Lampiran	vi
BAB I PEN DAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Sampah.....	5
2.2 Tempat Pembuangan Akhir.....	6
2.3 Lindi.....	8
2.3.1 Pengertian Lindi (Leachate).....	8
2.3.2 Karakteristik Lindi.....	10
2.4 Parameter Uji.....	13
2.5 Aerasi.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu Dan tempat Penelitian.....	18
3.2 Jenis Sampel.....	18
3.3 Lokasi Sampel.....	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	18
3.5 Metode Analisa Parameter.....	19

3.6	Alat Pengolahan Sampel Lindi.....	20
3.7	Diagram Alir Proses Penelitian.....	21

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Hasil.....	22
4.1.1	Konsentrasi Awal BOD, NO ₃ dan PO ₄ sebelum Proses Aerasi.....	22
4.1.2	Analisa BOD.....	22
4.1.2.1	Konsentrasi Akhir BOD setelah Proses Aerasi.....	22
4.1.2.2	Penurunan Konsentrasi BOD Setelah Proses Aerasi.....	23
4.1.2.3	Analisa Anova.....	24
4.1.2.4	Analisa Korelasi.....	26
4.1.2.5	Analisa Regresi.....	28
4.1.3	Analisa NO ₃	31
4.1.3.1	Konsentrasi Akhir NO ₃ setelah Proses Aerasi.....	31
4.1.3.2	Penurunan Konsentrasi NO ₃ Setelah Proses Aerasi.....	31
4.1.3.3	Analisa Anova.....	33
4.1.3.4	Analisa Korelasi.....	34
4.1.3.5	Analisa Regresi.....	36
4.1.4	Analisa PO ₄	39
4.1.4.1	Konsentrasi Akhir PO ₄ setelah Proses Aerasi.....	39
4.1.4.2	Penurunan Konsentrasi PO ₄ Setelah Proses Aerasi.....	39
4.1.4.3	Analisa Anova.....	41
4.1.4.4	Analisa Korelasi.....	42
4.1.4.5	Analisa Regresi.....	44

4.2	Pembahasan.....	47
4.2.1	Pengaruh Variabel Debit Udara Dan Waktu Terhadap % Penurunan BOD.....	47
4.2.2	Pengaruh Variabel Debit Udara Dan Waktu Terhadap % Penurunan NO ₃	49
4.2.3	Pengaruh Variabel Debit Udara Dan Waktu Terhadap % Penurunan PO ₄	51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....	55

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

	HAL
2.1 Tabel Kisaran Kandungan Komposisi Lindi	12
4.1 Tabel Konsentrasi Awal Sebelum Proses Aerasi	22
4.2 Tabel Konsentrasi Akhir BOD Setelah Proses Aerasi	23
4.3 Tabel Penurunan Konsentrasi BOD Dengan Proses Aerasi	23
4.4 Tabel Persentase Penurunan Konsentrasi BOD	24
4.5 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi Akhir BOD	25
4.6 Tabel Uji Duncan Konsentrasi BOD	26
4.7 Tabel Korelasi Antara Konsentrasi BOD Dengan Waktu (jam) Dan Debit Udara (L/menit)	27
4.8 Tabel Hasil Uji Regresi ANOVA	28
4.9 Tabel Persamaan Regresi	28
4.10 Tabel Persamaan R Square	29
4.11 Tabel Konsentrasi Akhir NO_3 Setelah Proses Aerasi	31
4.12 Tabel Penurunan Konsentrasi NO_3 Dengan proses Aerasi	31
4.13 Tabel Persentase Penurunan Konsentrasi NO_3	32
4.14 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi Akhir NO_3	33
4.15 Tabel Uji Duncan Konsentrasi NO_3	34
4.16 Tabel Korelasi Antara Konsentrasi NO_3 Dengan Waktu (jam) Dan Debit Udara (L/menit)	35
4.17 Tabel Hasil Uji Regresi ANOVA	36
4.18 Tabel Persamaan Regresi	36
4.19 Tabel Persamaan R Square	37
4.20 Tabel Konsentrasi Akhir PO_4 Setelah Proses Aerasi	39
4.21 Tabel Penurunan Konsentrasi PO_4 Dengan Proses Aerasi	39
4.22 Tabel Persentase Penurunan Konsentrasi PO_4	40
4.23 Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi Akhir PO_4	41

4.24	Tabel Uji Duncan Konsentrasi PO ₄	42
4.25	Tabel Korelasi Antara Konsentrasi PO ₄ Dengan Waktu (jam) Dan Debit Udara (L/menit)	43
4.26	Tabel Hasil Uji Regresi ANOVA	44
4.27	Tabel Persamaan Regresi	44
4.28	Tabel Persamaan R Square	45

DAFTAR-GAMBAR

	HAL
Gambar 2.1 Cara Memasukkan Oksigen Kedalam Water Pump	16
Gambar 2.2 Cara Mengontakan Air Dengan Oksigen Melalui Pemutaran Baling-baling	17
Gambar 3.1 Alat Pengolahan Lindi	20
Gambar 4.1 % Removal Konsentrasi BOD Pada Debit Udara 1,2, 3,5 Dan 5 L/menit dan Pada Waktu Perlakuan 2, 4 Dan 6 Jam	24
Gambar 4.2 % Removal Konsentrasi NO ₃ Pada Debit Udara 1,2, 3,5 Dan 5 L/menit dan Pada Waktu Perlakuan 2, 4 Dan 6 Jam	32
Gambar 4.3 % Removal Konsentrasi PO ₄ Pada Debit Udara 1,2, 3,5 Dan 5 L/menit dan Pada Waktu Perlakuan 2, 4 Dan 6 Jam	40

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Pemeriksaan Kimia
- Lampiran 2. Prosedur Analisa BOD, NO₃ dan PO₄
- Lampiran 3. SPSS
- Lampiran 4. Foto Penelitian

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah adalah bahan buangan yang dihasilkan dari kegiatan manusia dan makhluk hidup yang mungkin tidak digunakan lagi. Sampah harus ditangani dengan baik karena dapat menjadi media penyebaran bibit penyakit, secara estetika tidak sedap dipandang dan menimbulkan bau yang tidak sedap untuk disekitarnya.

Semakin bertumbuh kembangnya tingkat perkembangan penduduk akan membawa dampak meningkatnya volume sampah di daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Pengelolaan persampahan saat ini membutuhkan perhatian khusus dari pihak kebersihan dan Pemda terkait. Pengelolaan yang dilakukan meliputi pengontrolan terhadap sumber sampah, sistem penyimpanan, pengumpulan, pemindahan dan transportasi, pengolahan serta pembuangan akhir.

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah tempat pembuangan sampah pada tahap terakhir dalam pengelolannya, sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. TPA merupakan tempat dimana sampah diisolasikan agar tidak menimbulkan gangguan terhadap penduduk sekitarnya. Untuk itu diperlukan penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keinginan terpenuhi.

Pembuangan sampah mengenal beberapa metode dalam pelaksanaannya antara lain *open dumping, controlled landfill dan sanitary landfill*. System

pembuangan sampah menggunakan tanah sebagai lokasi akhir (baik *open dumping* maupun (*controlled landfill*). Karena sampah yang dibuang merupakan sampah yang belum terolah, maka tanah selain sebagai lokasi pembuangan, juga berfungsi sebagai media pengolahan.

Proses pembusukan sampah akan melepaskan gas dan lindi (*Leachate*). Lindi (*Leachate*) merupakan air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak sekali senyawa sehingga memiliki kandungan bahan pencemar khususnya zat organik yang sangat tinggi. Lindi ini dapat bergerak karena perbedaan head (Techobanoglous, 1977) dan dapat merembes ke dalam tanah yang pada akhirnya dapat mencemari air tanah maupun air permukaan apabila konsentrasi kontaminanya tinggi.

Leachate dikumpulkan dalam satu kolam pengumpul melalui sistem perpipaan yang belubang-lubang, saluran pengumpul maupun pengaturan kemiringan dasar TPA akan bergerak sesuai kemiringan yang ada mengarah pada titik pengumpulan yang disediakan. Tempat pengumpulan lindi umumnya berupa kolam penampung yang ukurannya dihitung berdasar debit lindi dan kemampuan unit pengolahannya. Pengolahan lindi dapat menerapkan beberapa metode diantaranya penguapan/evaporasi terutama untuk daerah dengan kondisi iklim kering, sirkulasi lindi ke dalam timbunan TPA untuk menurunkan baik kuantitas pencemarannya atau pengolahan biologis seperti halnya pengolahan air limbah.

Di TPA Supit Urang Malang pengolahan lindi dilakukan dengan mengumpulkan lindi dalam bak pengumpul kemudian dibiarkan menguap dan

sebagian meresap ke dalam tanah. Lindi yang masuk ke dalam tanah dapat mencemari air tanah maupun air permukaan.

Aerasi adalah suatu proses penambahan oksigen (O_2) ke dalam air yang bertujuan untuk menurunkan konsentrasi zat pencemar. Pada pengolahan lindi dengan menggunakan aerasi ini adalah pengaturan udara atau oksigen pada bak aerasi, dimana bakteri aerob akan menguraikan bahan organik di dalam air dengan bantuan oksigen (O_2). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan lingkungan dan kondisi sehingga bakteri pengurai bahan organik atau bakteri aerob dapat tumbuh dan berkembang biak sehingga kelangsungan hidupnya terjamin.

Penyediaan udara yang lancar dapat mencegah terjadinya penumpukan endapan yang ada di dalam bak aerasi. Dengan banyaknya endapan tersebut akan menyebabkan terjadinya penahanan pemberian oksigen (O_2) ke dalam sel. Untuk itu diperlukan penelitian tentang proses aerasi sehingga media ini dapat menjadi salah satu pengolahan alternatif dalam menurunkan kandungan BOD, NO_3 dan PO_4 .

1.2 Rumusan Masalah

Dari batasan tersebut maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan untuk mengetahui bagaimana kemampuan proses aerasi dalam menurunkan kandungan BOD, NO_3 dan PO_4 , dan mengetahui tingkat % penurunan yang optimal dengan melakukan variasi debit udara dan waktu.

1.3 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini menggunakan skala laboratorium.
2. Sampel yang digunakan di ambil langsung dari timbunan sampah pada bak penampung lindi.
3. Parameter yang diteliti hanya meliputi:
 - a.) BOD
 - b.) NO_3
 - c.) PO_4
4. Variabel yang di gunakan meliputi :
 - a). Waktu : 2 jam, 4 jam, 6 jam.
 - b). Debit udara : 1,2 L/mnt, 3,5 L/mnt, 5 L/mnt.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas proses aerasi terhadap pengolahan lindi dan terhadap penurunan BOD, NO_3 dan PO_4 .

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan menggunakan proses aerasi di harapkan menurunkan efluen zat pencemar yang terdapat pada lindi sehingga nantinya dapat meningkatkan kenyamanan lingkungan dan kondisi pada bakteri organik atau aerob dapat tumbuh dan berkembang biak sehingga kelangsungan hidupnya terjamin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan lagi, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang, yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Haryoto Kusnoputranto,1993). Sampah adalah bahan buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktivitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau tidak digunakan lagi keberadaannya.

Secara umum klasifikasi sampah menurut istilah teknik dapat dibagi menjadi enam kelompok (Bahar,1985), yaitu:

1. Sampah organik mudah busuk (*garbage*), yaitu sampah padat semi basah berupa bahan-bahan organik yang umumnya berasal dari sektor pertanian dan makanan, sampah sayuran dan makanan, misalnya sisa dapur, sisa makanan, sampah sayuran dan kulit buah-buahan. Limbah ini mempunyai ciri-ciri mudah terurai oleh mikro organisme dan mudah membusuk.
2. Sampah organik tak mudah membusuk (*rubbish*), yaitu sampah organik cukup kering yang sulit terurai oleh mikroorganisme, sehingga sulit membusuk. Contoh sampah ini adalah kayu, kertas dan plastik.

3. Sampah abu (*ashes*), yaitu sampah padat yang berupa abu, misalnya abu hasil pembakaran. Sampah ini mudah terbawa angin karena ringan, tetapi tidak mudah mumbusuk.
4. Sampah sapuan jalan (*street sweeping*), sampah padat hasil sapuan jalan yang berisi berbagai sampah yang tersebar di jalanan, seperti dedaunan, kertas dan plastik
5. Sampah industri (*industrial waste*), yaitu semua sampah yang berasal dari buangan industri. Limbah ini sangat tergantung dari jenis industrinya.

2.2 Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sampah masih mengalami proses penguraian secara alamiah dengan jangka waktu yang panjang. Beberapa jenis sampah dapat terurai dengan cepat, sementara yang lain lebih lambat, bahkan beberapa komponen sampah tidak berubah puluhan tahun, misalnya plastik.

Aboejoewono (1985) menggambarkan secara sederhana tahapan-tahapan dari proses kegiatan dalam pengelolaan sampah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Sampah

Pengumpulan diartikan sebagai pengelolaan sampah dari tempat asalnya sampai ke tempat pembuangan sementara sebelum menuju tahap berikutnya.

Pada tahap ini digunakan sarana bantuan berupa tong sampah, bak sampah, peti kemas sampah, gerobak dorong maupun tempat pembuangan sementara sampah (TPS/Dipo). Untuk melakukan pengumpulan (tanpa pemilahan), umumnya melibatkan sejumlah tenaga yang mengumpulkan sampah setiap periode waktu tertentu.

2. Pengolahan Sampah

Tahap pengangkutan dilakukan dengan menggunakan sarana bantuan berupa alat transportasi tertentu menuju ke tempat pembuangan akhir/pengolahan. Pada tahap ini juga melibatkan tenaga yang pada periode waktu tertentu mengangkut sampah dari tempat pembuangan sementara ke tempat pembuangan akhir (TPA).

3. Pembuangan Akhir

Pada tahap pembuangan akhir/pengolahan, sampah akan mengalami proses baik secara fisik, kimia maupun biologis sedemikian sampai tahap penyelesaian seluruh proses. Sidik et al (1985) mengemukakan bahwa ada dua proses pembuangan akhir, yaitu: *open dumping* (penimbunan secara terbuka) dan *sanitary landfill* (pembuangan secara sehat). Pada sistem *open dumping*, sampah ditimbun di areal tertentu tanpa membutuhkan tanah penutup, sedangkan pada cara *sanitary landfill*, sampah ditimbun secara berselang-seling antara lapisan sampah dan lapisan tanah sebagai penutup.

2.3 Lindi

2.3.1 Pengertian Lindi (Leachate)

Lindi (Leachate) adalah cairan hasil proses dekomposisi timbunan sampah yang terkumpul di bagian dasar timbunan. Lindi umumnya merupakan hasil lapisan presipitasi, run off yang tidak terkontrol dan masuk ke dalam landfill dan dapat menginfiltrasi air tanah (Tchobanoglous,1993).

Volume lindi tergantung pada jumlah air yang masuk ke lahan pembuangan. Air yang masuk ke lahan pembuangan antara lain berasal dari air hujan dan air embun yang melekat pada sampah padat. Air hujan merupakan faktor utama yang mempengaruhi debit lindi yang dihasilkan. Semakin kecil rembesan air hujan yang masuk ke timbunan sampah, akan semakin kecil pula debit lindi yang dihasilkan, yang pada gilirannya akan memperkecil kebutuhan unit pengolahannya.

Lindi dapat merembes ke dalam tanah dan mencemari air tanah. Perembesan ini sangat tergantung dari sifat tanah dasar dari TPA. Sifat tanah dasar dari TPA dibagi menjadi dua yaitu tanah yang dapat dirembesi oleh lindi secara perlahan dan tanah kedap air. Jika lokasi TPA mempunyai struktur tanah yang dapat dirembesi air secara bersamaan akan terjadi penyaringan, sehingga kandungan zat pencemar menjadi berkurang. Pada lokasi TPA dengan struktur tanah kedap air, lindi tidak dapat merembes dan kemungkinan dapat melimpah keluar TPA sehingga mencemari air di sekitar TPA, sehingga untuk kasus ini, perlu dilakukan sistem pengendalian lindi. Jika lindi masuk ke dalam badan air, kandungan organik yang tinggi akan mengurangi kandungan oksigen di dalam air.

Mikroorganisme dan biota air yang tergantung dengan keberadaan oksigen akan musnah. Komponen yang tidak dapat membusuk akan tinggal dalam badan air dalam waktu yang cukup lama. Ketika komponen tersebut masuk ke dalam rantai makanan hewan air, bahan tersebut akan terakumulasi dan dapat meracuni hewan tersebut.

Produksi lindi dapat diperkirakan dengan persamaan keseimbangan air seperti berikut :

$$L_o = I - E - aW$$

Dimana :

L_o	=	Produksi lindi (leachate) dalam m^3 /tahun
I	=	Total air masuk, m^3 /tahun
E	=	Penguapan, m^3 /tahun
a	=	Kapasitas penyerapan sampah, m^3 /tahun sampah
W	=	Berat sampah yang tertimbun, ton/tahun.

Total air (I) yang masuk dipengaruhi oleh curah hujan jika diterapkan pendaur ulang lindi (leachate). Air permukaan dan air tanah jika memungkinkan dijaga agar tidak masuk ke TPA. Penguapan (E) dipengaruhi oleh angin, suhu udara, kelembaban dan tekanan atmosfer. Vegetasi yang tumbuh pada TPA yang sudah selesai dioperasikan akan menambah laju penguapan. Kapasitas penyerapan air oleh sampah (a) adalah jumlah maksimum air yang diserap oleh sampah sebelum dihasilkan lindi. Cairan yang terdapat di dalam sampah merupakan akibat gaya kapiler dari struktur mikro sampah. Pemadatan dan berat jenis sampah

sangat mempengaruhi kapasitas serap sampah. Sampah dengan berat jenis 0,7 sampai 0,8 ton/m³ dapat menyerap sekita 0,1 samapi 0,2 m³ air per m³ sampah.

2.3.2 Karakteristik Lindi

Lindi terjadi adanya proses dekomposisi dalam tanah. Yang dimaksud dengan lindi adalah cairan yang melewati sampah dan telah melarutkan material tersuspensi ataupun terlarut dari sampah. Cairan lindi bersumber dari air yang terjadi dari dekomposisi dan cairan yang masuk ke landfill dari sumber luar, seperti aliran permukaan, air hujan, air tanah maupun dari sumber lain.

Sesuai dengan proses terjadinya, maka lindi mengandung bahan-bahan yang dapat menimbulkan pencemaran, terutama bila sampah mengandung bahan beracun dan berbahaya. Lindi dari sampah domestik dapat menimbulkan pencemaran karena kandungan bahan organikny yang tinggi.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik lindi yang terbentuk di tempat pembuangan akhir sampah. Di mana faktor tersebut adalah:

1. Komposisi tanah

Karena lindi berasal dari proses dekomposisi sampah, maka komposisi sampah yang berbeda akan menghasilkan karakteristik yang berbeda.

2. pH

pH mempengaruhi proses kimia yang didasarkan pada transfer masa seperti presifitasi, pelarutan, reaksi redoks dan penyerapan (adsorpsi). Pada kondisi pH yang berbeda akan terjadi transfer masa yang berbeda pula sehingga akan dihasilkan karakteristik yang berbeda.

3. Umur landfill

Variasi karakteristik lindi yang dihubungkan dengan landfill adalah pada derajat/tingkat stabilitas sampah yang terjadi.

4. Pengolahan Lindi

Lindi berasal dari pembusukan sampah, untuk menampung lindi harus dibuat lapisan dasar tanah yang kedap air dan saluran pengumpul lindi ke dalam tanah. Debit lindi akan semakin besar manakala terjadi hujan lebat, namun kualitas air lindi akan menurun. Untuk membuang lindi dasar lahan, lindi dialirkan kesuatu saluran yang direncanakan dan kemudian diolah terlebih dahulu dengan maksud menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung di dalamnya.

Salah satu usaha dalam pengelolaan lindi dalam sanitary landfill adalah mengusahakan pengurangan kuantitas yang lolos ke lapisan tanah di bawah timbunan, yaitu dengan :

1. Menampung dan menyalurkan lindi yang keluar dari lahan efektif.
 2. Memperbaiki kuantitas dan kualitas lindi yaitu dengan pengelolaan lindi yang tertampung.
-

Tabel 2.1. Kisaran kandungan komposisi kimia lindi

Parameter	Kisaran
COD (mg/l)	150 – 100000
BOD (mg/l)	100 – 90000
pH	5,3 – 8,5
Alkalinity (mg CaCO ₃ /l)	300 – 11500
Kesadahan (mg CaCO ₃ /l)	500 – 8900
NH ₄ (mg/l)	1 – 1500
N-organik (mg/l)	1 – 2000
N-tot (mg/l)	50 – 5000
NO ₃ (mg/l)	0,1 – 50
NO ₂ (mg/l)	0 – 25
P-total (mg/l)	0,1 – 30
PO ₄ (mg/l)	0,3 – 25
Ca (mg/l)	10 – 2500
Mg (mg/l)	50 – 1150
Na (mg/)	50 – 4000
K (mg/l)	10 – 2500
SO ₄ (mg/l)	10 – 1200
Cl (mg/l)	30 – 4000
Fe (mg/l)	0,4 – 2200
Zn (mg/l)	0,05 – 170
Mn (mg/l)	0,4 – 50
CN (mg/l)	0,04 – 90
Phenol (mg/l)	0,04 – 44
AOX (µg/l)	320 – 3500
As (µg/l)	5 – 1600
Cd (µg/l)	0,5 – 140
Co (µg/l)	4 – 950
Ni (µg/l)	20 – 2050
Pb (µg/l)	8 – 1020
Cr (µg/l)	30 – 1600
Cu (µg/l)	4 – 1400
Hg (µg/l)	0,2 – 50

(sumber : Ehrig, 1989; Ardreottola dkk, 1990 dalam Made Mira T, 2002)

2.4. Parameter Uji

Banyak parameter yang dapat di analisis pada air, terutama bila air itu telah tercemar. Karena keterbatasan waktu dan biaya, dalam tugas akhir ini dipilih parameter-parameter yang relevan dengan lindi (Leachate) khususnya TPA Supit Urang Malang.

- **BOD**

BOD adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses biologis yang benar-benar terjadi didalam air, sedangkan angka BOD adalah jumlah oksigen yang di perlukan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organis yang tersuspensi dalam air. Adanya oksigen terlarut di dalam air adalah sangat penting untuk menunjang kehidupan kita dan mikroorganisme lainnya. Kemampuan untuk pencemaran secara alamiah tergantung pada cukup tidaknya kadar oksigen terlarut.

- **PO₄**

Fosfat (PO₄) dalam air alami dapat berasal dari proses pelarutan mineral fosfat oleh air atau karena masuknya limbah yang mengandung fosfat misalnya limbah rumah tangga, pertanian dan industri. Dalam air fosfat terdapat dalam berbagai bentuk tetapi yang sering ditetapkan dalam pemantauan kualitas air adalah ortho fosfat dan fosfat total.

Fosfat merupakan salah satu unsur yang diperlukan oleh tubuh manusia dan juga merupakan bahan penyubur sehingga banyak digunakan dalam usaha pertanian. Meskipun demikian, kadar fosfat yang berlebihan dapat merupakan gangguan, terutama bagi air waduk dan danau. Di dalam tanah fosfat berpengaruh

terhadap keseimbangan unsur hara. Kadar fosfat yang tersedia naik, maka keseimbangan unsur hara akan terganggu.

- **NO₃**

Nitrat (NO₃) merupakan bentuk nitrogen yang teroksidasi dengan tingkat oksidasi + 5. Jika konsentrasi nitrat dalam air cukup besar, dapat dikatakan bahwa proses pencemaran air sudah berlangsung cukup lama.

Purifikasi alamiah sudah berlangsung cukup lama, sehingga potensi bahaya dari zat pencemar sudah cukup besar berkurang. Namun konsentrasi nitrat yang tinggi juga sangat berbahaya, terutama ibu-ibu yang sedang hamil, karena dapat menyebabkan methamoglobinemia (bayi biru).

Nitrat merupakan salah satu unsur penting untuk sintesa protein tumbuhan dan hewan, akan tetapi nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas, sehingga air kekurangan oksigen terlarut.

Seperti halnya nitrit, kadar nitrat dapat bervariasi tergantung kondisi airnya. Diperairan bebas nitrat berasal dari proses oksidasi nitrit atau limbah industri, pertanian dan buangan rumah tangga. Karena nitrat dapat dibatasi yaitu tidak boleh melebihi 10 mg/l. Kadar nitrat secara alamiah biasanya agak rendah, namun kadar nitrat dapat menjadi tinggi selagi pada air tanah di daerah-daerah yang diberi pupuk yang mengandung NO₃. Pengukuran nitrat dalam air dilakukan dengan cara spektrofotometer ultraviolet.

2.5. Aerasi

Perpindahan massa zat dari phase gas ke cair atau sebaliknya, terjadi bila ada kontak intim antar permukaan cairan dengan gas atau udara. Di dalam praktek pengolahan air dan air limbah phase gas umumnya udara dan proses perpindahan gas umumnya diberi istilah "aerasi". Gas-gas yang menjadi perhatian di bidang pengolahan air adalah O_2 , CO_2 , CH_4 , H_2S , NH_3 dan Cl_2 . Gaya penggerak perpindahan massa dari udara kedalam air atau sebaliknya dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi zat di dalam larutan dan kelarutan gas pada kondisi tertentu.

Di dalam proses-proses lumpur aktif, kolom aerasi, dan stabilisasi lumpur secara aerobik, oksigen harus disuplai ke sel-sel biomas untuk respirasi aerobik, dan pengadukan harus cukup untuk menjaga agar biomass tetap tersuspensi. Pada metabolisme aerobik oksigen akan bertindak sebagai akseptor elektron selama proses katabolisme. Perpindahan oksigen dan pengadukan dapat dilakukan dengan menginjeksi udara bertekanan, pengadukan mekanik (mechanical aeration), atau kombinasi keduanya, serta dapat menggunakan injeksi langsung gas oksigen sesuai dengan kebutuhan.

Dalam proses pengolahan air minum aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut, oksidasi kandungan besi dan mangan dalam air, mereduksi kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut agar terasa lebih segar. Berbeda dengan proses pengolahan limbah, kebutuhan oksigen untuk pengolahan air minum relatif lebih rendah, sehingga proses aerasi dapat digunakan dengan

metoda lebih sederhana seperti metoda jatuhan secara alami, atau injeksi udara dengan tekanan lebih rendah.

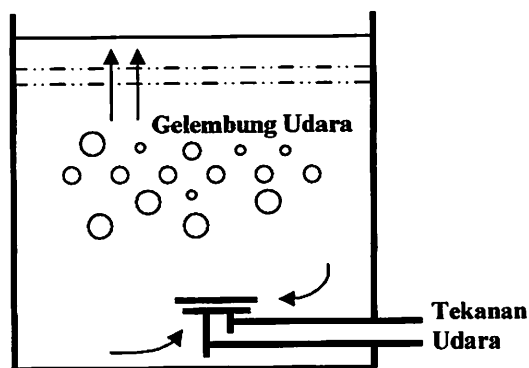
Fungsi utama aerasi dalam pengolahan air dan air limbah adalah melarutkan oksigen didalam campuran tersuspensi lumpur aktif dalam bioreaktor dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, membantu pengadukan air. Didalam proses lumpur aktif, sebagaimana dalam proses biokimia yang lainnya, laju suplai oksigen harus seimbang dengan laju konsumsi oksigen oleh biomass.

Aerator untuk perpindahan oksigen ditentukan berdasar pada kapasitas oksigenasinya (OC), yang didefinisikan sebagai laju suplai oksigen oleh aerator kedalam air bersih pada kondisi standar (20 °C, 1 Atm).

Pada prakteknya terdapat 2 cara menambahkan oksigen dalam air yaitu:

1. Memasukkan udara ke dalam air.

Adalah proses memasukkan udara atau oksigen kedalam air dengan water Pump dengan tekanan udara 0,03 Mpa.

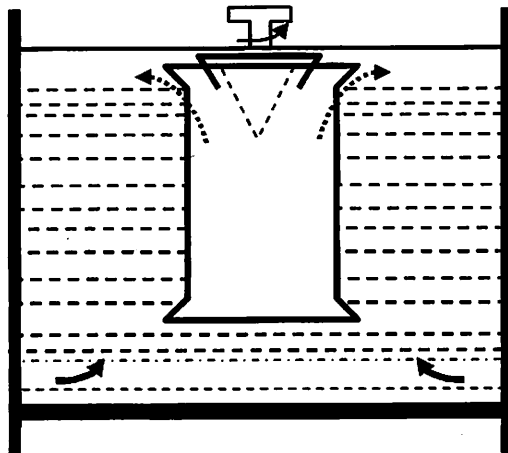


Gambar 2.1 Cara memasukkan oksigen kedalam air dengan water Pump

Apabila water Pump diletakkan ditengah-tengah, maka akan meningkatkan kecepatan berkontraknya gelembung udara dengan air, sehingga proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu, biasanya water pump ini diletakkan pada dasar bak aerasi dengan memasukkan udara yang diberi tekanan udara 0,03 Mpa.

2. Memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen

Adalah cara mengontakkan air dengan oksigen melalui pemutaran baling-baling yang diletakkan pada permukaan air. Akibat dari pemutaran air ini, air akan terangkat keatas dan dengan terangkatnya maka air akan mengadakan kontak langsung dengan udara disekitarnya



Gambar 2.2. Cara mengontakkan air dengan oksigen melalui pemutaran baling-baling.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Balai Laboratorium Kesehatan Lingkungan Surabaya. Waktu pelaksanaan pada bulan Oktober sampai Desember 2004.

3.2 Jenis Sampel

Jenis sampel yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

Lindi (Leachate) yang diambil dari kolam penampungan lindi di TPA Supit Urang yang mengalir langsung dari timbunan sampah.

3.3 Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel di daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Supit Urang Malang.

3.4 Prosedur penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap :

1. Melakukan uji parameter BOD, PO_4 dan NO_3 yang terdapat pada lindi dan pengujiannya dilakukan sebelum dan sesudah proses aerasi, dilaksanakan dilaboratorium.
2. Melakukan pengolahan lindi (Leachate) dengan proses aerasi, dilaksanakan dilaboratorium.

Cara kerja pengolahan lindi (Leachate) dengan menggunakan proses aerasi :

A. Persiapan Alat dan Bahan

1. Sampel lindi.
2. Air Pump dengan debit udara: 1,2 L/menit, 3,5 L/menit, 5 L/menit.
3. Selang Udara dengan diameter $\pm 0,05$ mm.
4. Bak aerasi lindi dengan diameter ± 30 cm dan tinggi 0,5 meter.
5. Botol penampung lindi setelah proses aerasi.

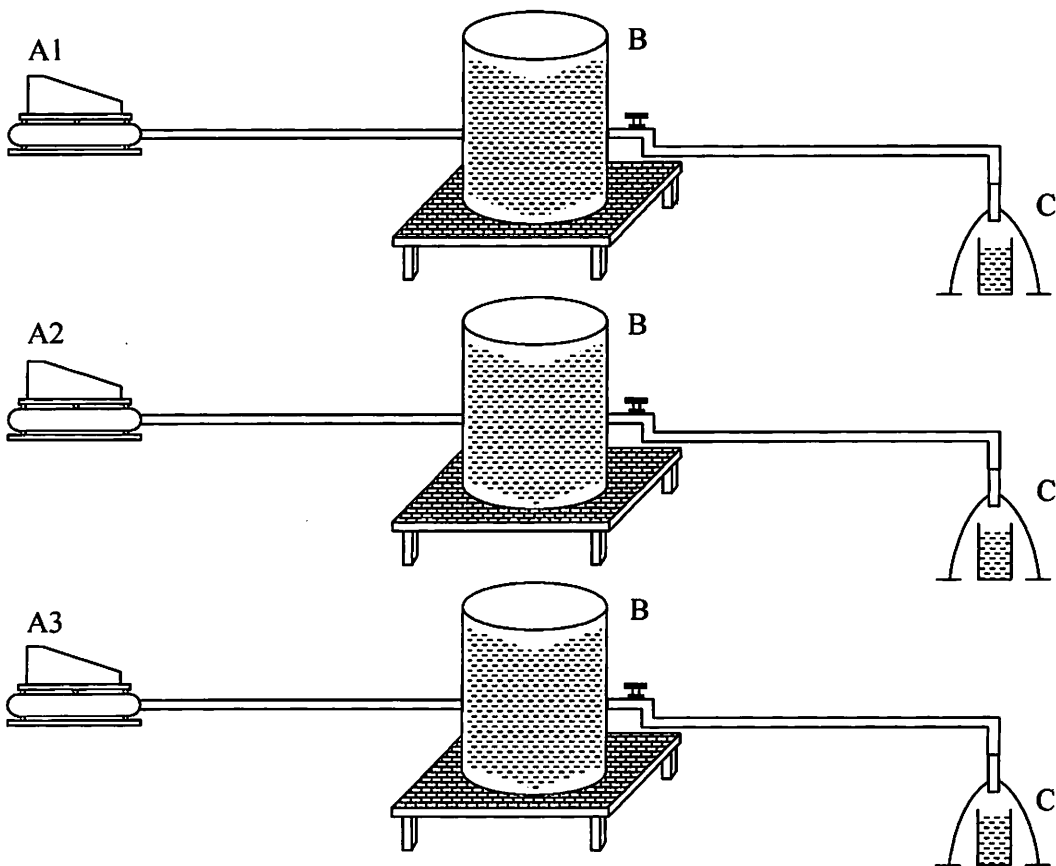
B. Cara kerja

1. Sampel lindi di tuangkan ke dalam bak aerasi dengan diameter ± 30 cm dan tinggi 0,5 meter, masing-masing sebanyak 10 liter.
2. Air Pump kemudian diaktifkan sesuai dengan debit udara masing-masing yaitu : 1,2 L/menit, 3,5 L/menit, 5 L/menit.
3. Setelah itu sampel lindi yang telah melalui proses aerasi kemudian dilakukan uji parameter BOD, NO_3 dan PO_4 .
4. Uji parameter dilakukan setelah : 2 jam, 4 jam dan 6 jam

3.5. Metode Analisa Parameter

1. Metode analisa BOD menggunakan TITRIMETRI, sedangkan PO_4 dan NO_3 menggunakan SPEKTROFOTOMETRI.
 2. Analisis data statistik menggunakan UNIVARIATE ANOVA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan (variasi debit udara dan waktu) terhadap penurunan konsentrasi BOD, PO_4 dan NO_3 pada lindi dengan menggunakan proses aerasi.
-

3.6 Alat Pengolahan Sampel Lindi



Gambar 3.1. Alat Pengolahan Lindi

Keterangan:

A1 = Air Pump dengan debit udara sebesar 1,2 L/mnt.

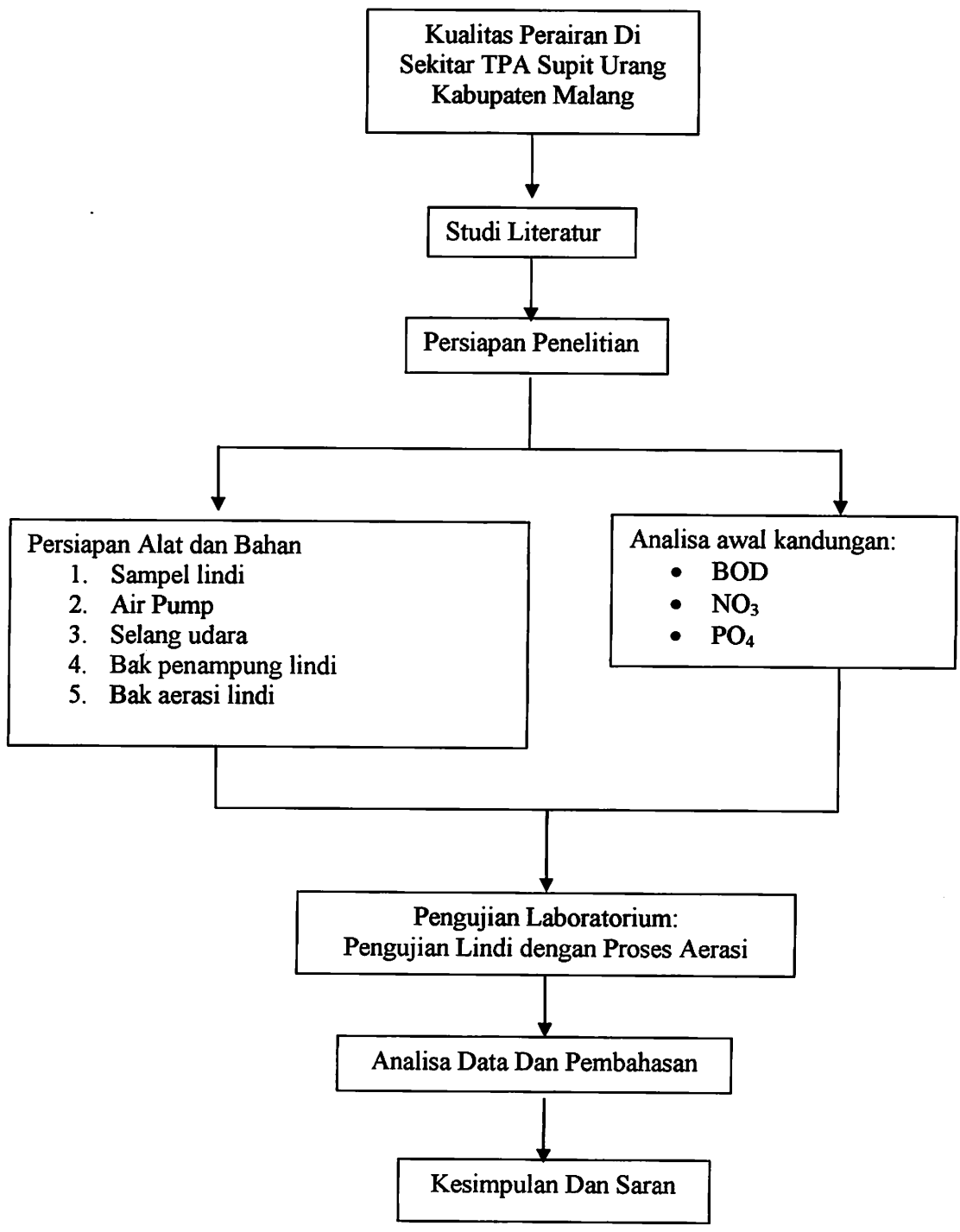
A2 = Air Pump dengan debit udara sebesar 3,5 L/mnt.

A3 = Air Pump dengan debit udara sebesar 5,0 L/mnt.

B = Bak penampung lindi menggunakan aerasi.

C = Efluen lindi sesudah melalui proses aerasi.

3.6. Diagram Alir Proses Penelitian



BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hasil.

4.1.1. Konsentrasi awal BOD, NO₃ dan PO₄ sebelum proses Aerasi

Data konsentrasi awal BOD, NO₃ dan PO₄ pada lindi sebelum di lakukan proses aerasi dapat dilihat pada tabel 4.1

4.1. Tabel konsentrasi awal sebelum proses Aerasi

Parameter	Konsentrasi awal BOD, NO ₃ dan PO ₄ sebelum proses Aerasi (mg/l)		
	1	2	3
BOD	5650,80	5650,98	5650,97
NO ₃	35,26	35,33	35,35
PO ₄	13,47	13,36	13,37

4.1.2. Analisa BOD

4.1.2.1. Konsentrasi akhir BOD setelah proses Aerasi

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan dengan menggunakan proses aerasi dan bervariasi debit udara dengan pengolahan 1,2 L/menit, 3,5 L/menit, 5 L/menit dengan waktu 2 jam, 4 jam, 6 jam maka didapat konsentrasi akhir pada BOD lindi dan dapat dilihat pada tabel 4.2.

4.2. Tabel konsentrasi akhir BOD setelah proses aerasi

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Konsentrasi BOD setelah proses Aerasi (mg/l)		
		1	2	3
1,2	2	5380,00	5379,81	5379,78
	4	5194,83	5195,10	5194,96
	6	5056,47	5056,59	5056,49
3,5	2	5264,15	5263,93	5264,17
	4	5077,66	5077,65	5076,36
	6	4963,73	4964,16	4963,82
5,0	2	5186,25	5185,83	5185,90
	4	4949,26	4948,78	4948,86
	6	4792,73	4792,80	4792,96

4.1.2.2. Penurunan konsentrasi BOD setelah proses Aerasi

Berdasarkan hasil penelitian kandungan BOD yang telah dilakukan, maka didapat penurunan konsentrasi BOD pada lindi dengan menggunakan proses aerasi dapat dilihat pada tabel 4.3.

4.3. Tabel penurunan konsentrasi BOD dengan proses aerasi

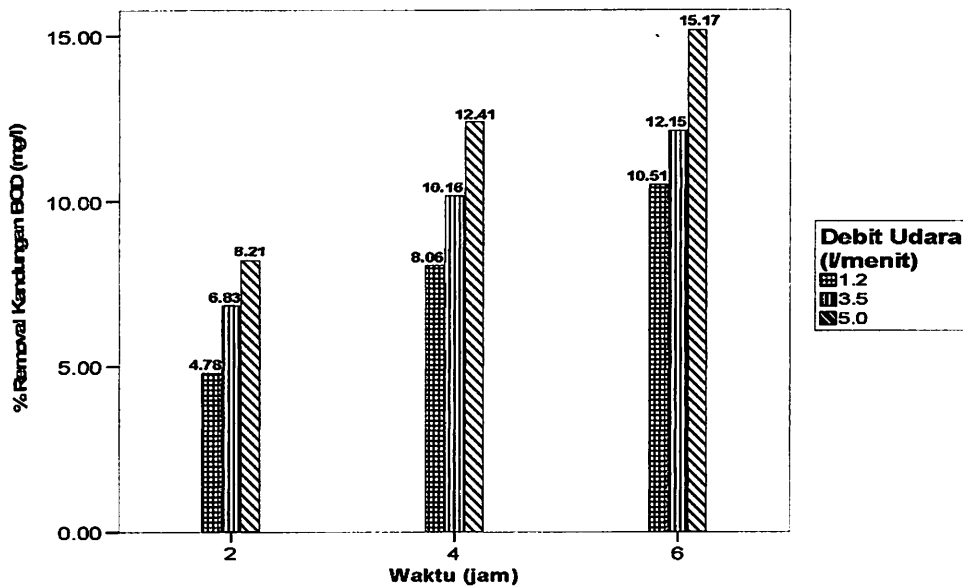
Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Penurunan konsentrasi BOD setelah proses Aerasi (mg/l)		
		1	2	3
1,2	2	270,80	270,17	270,19
	4	455,97	454,88	455,01
	6	594,33	593,39	593,55
3,5	2	386,65	386,05	385,80
	4	683,14	572,33	571,61
	6	687,07	685,82	686,15
5,0	2	464,55	464,15	463,80
	4	701,54	701,00	701,11
	6	858,07	857,18	857,01

Sedangkan untuk persentase removal BOD pada tiap variasi dapat dilihat pada tabel 4.4.

4.4. Tabel Persentase penurunan konsentrasi BOD

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Persentase penurunan konsentrasi BOD setelah proses aerasi (%R)			Rata-rata
		1	2	3	
1,2	2	4,79	4,78	4,78	4,78
	4	8,07	8,05	8,05	8,06
	6	10,52	10,50	10,51	10,51
3,5	2	6,84	6,83	6,83	6,83
	4	10,24	10,13	10,12	10,13
	6	12,17	12,13	12,14	12,15
5,0	2	8,22	8,21	8,20	8,21
	4	12,41	12,40	12,42	12,41
	6	15,18	15,17	15,16	15,17

Dari tabel 4.4 didapat penurunan konsentrasi akhir BOD lindi yang paling tinggi dan paling rendah dengan menggunakan proses aerasi serta dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. % Removal Konsentrasi BOD pada debit udara 1,2; 3,5 dan 5 L/menit, dan pada waktu perlakuan 2, 4 dan 6 jam.

4.1.2.3. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi BOD maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.5.

4.5. Hasil Uji ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap konsentrasi akhir BOD

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	243.980	8	30.497	50209.227	.000
Intercept	2597.982	1	2597.982	4277166.006	.000
KONS	243.980	8	30.497	50209.227	.000
Error	1.093E-02	18	6.074E-04		
Total	2841.973	27			
Corrected Total	243.991	26			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Pada tabel 4.5 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir BOD di antara kelompok perlakuan.

Hipotesis

H_0 = Kesembilan rata-rata perlakuan identik

H_1 = Kesembilan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Keputusan:

Terlihat bahwa F hitung adalah 50269,227 dengan probabilitas 0,000.

Karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak, atau rata-rata konsentrasi akhir BOD dalam kesembilan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir BOD yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.6. berikut ini:

4.6. Tabel uji Duncan konsentrasi BOD

Duncan		% Removal Kandungan BOD								
SAMPEL	N	Subset								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
t1p1	3	4.7833								
t1p2	3		6.8333							
t2p1	3			8.0567						
t1p3	3				8.2100					
t2p2	3					10.1633				
t3p1	3						10.5100			
t3p2	3							12.1467		
t2p3	3								12.4100	
t3p3	3									15.1700
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 6.074E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

Pada tabel 4.6 menjelaskan bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata pada penurunan konsentrasi BOD seperti terlihat pada sampel t1p1 (debit udara 1,2 L/menit dan waktu 2 jam) penurunannya sangat rendah sebesar 4.78 % dibanding dengan sampel t3p3 (debit udara 5 L/menit dan waktu 6 jam) penurunannya tinggi sebesar 15.17 %.

4.1.2.4. Analisa Korelasi.

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.7.

**4.7. Tabel Korelasi antara konsentrasi BOD dengan waktu (jam)
dan debit udara (L/ menit)**

Correlations				
		% Removal Kandungan BOD (mg/l)	Waktu (jam)	Debit udara (l/menit)
Pearson Correlation	% Removal Kandungan BOD (mg/l)	1.000	.815	.556
	Waktu (jam)	.815	1.000	.000
	Debit udara (l/menit)	.556	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	% Removal Kandungan BOD (mg/l)	.	.000	.001
	Waktu (jam)	.000	.	.500
	Debit udara (l/menit)	.001	.500	.
N	% Removal Kandungan BOD (mg/l)	27	27	27
	Waktu (jam)	27	27	27
	Debit udara (l/menit)	27	27	27

Dari tabel 4.7 menunjukkan bahwa :

Tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah sebagai berikut :

- Besar hubungan % removal konsentrasi BOD dengan waktu adalah 0.815, yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas (0,5) (Yarnest, 2004), sedangkan tanda positif menyatakan adanya hubungan yang searah, yang berarti jika penurunan BOD rendah maka waktu harus dinaikkan. Tingkat signifikan konsentrasi BOD dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0.000) jauh kecil dari (0.05), maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan % removal konsentrasi BOD dengan debit udara 0.556, yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas (0,5) (Yarnest, 2004), sedangkan tanda positif menyatakan adanya hubungan yang searah, yang berarti jika penurunan BOD rendah maka debit udara harus dinaikkan. Tingkat signifikan konsentrasi BOD dan debit udara yang ditunjukkan dengan nilai

probabilitas (0.01) jauh lebih kecil dari (0.05), maka korelasinya nyata (signifikan).

4.1.2.5. Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut:

4.8. Tabel Hasil Uji Regresi ANOVA

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	237.518	2	118.759	440.349	.000
	Residual	6.473	24	.270		
	Total	243.991	26			

a Predictors: (Constant), Debit udara (l/menit), Waktu (jam)

b Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 440,349 dengan tingkat signifikan 0,000. karena probabilitas (0,000) lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi BOD.

4.9. Tabel persamaan Regresi

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
		B		Beta		
1	(Constant)	.349	.336		1.040	.309
	Waktu (jam)	1.500	.061	.815	24.509	.000
	Debit udara (l/menit)	1.070	.064	.556	16.734	.000

a Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD

4.10. Tabel Persamaan R Square

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.987	.973	.971	.51932

a Predictors: (Constant), Debit Udara (l/menit), Waktu (jam)

b Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD

Dari tabel 4.9 dan 4.10 diatas dapat kita ketahui :

1. Persamaan regresi untuk :

$$Y = 0.349 + 1.500 X_1 + 1.070 X_2$$

Y : % removal konsentrasi BOD; X_1 : waktu; X_2 : debit udara.

Berdasarkan hasil analisa statistik maka nilai R square (r^2) sebesar 0.973 bisa disebut koefisien determinan, yang dalam hal ini berarti 97,3 % menunjukkan variabel tersebut dapat mewakili persamaan regresi diatas. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi diatas dapat diterima.

Koefisien regresi untuk waktu sebesar 1.500 % menyatakan bahwa setiap penambahan waktu (karena tanda +) 1 jam akan meningkatkan % penurunan konsentrasi BOD sebesar 1.500 % dan koefisien regresi untuk debit udara sebesar 1.070 % menyatakan bahwa setiap penambahan debit udara 1 L/menit akan meningkatkan % penurunan konsentrasi BOD sebesar 1.070 %.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesa :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Keputusan :

Dasar pengambilan keputusan :

- a) Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik t hitung $<$ statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.9 adalah 24.509 (waktu); 16.734 (debit udara) sedangkan t tabel 2.042. Karena statistik t hitung $>$ statistik t tabel maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.
- b) Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas $>$ 0.05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, begitu pula sebaliknya.

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan (*significance*) adalah 0.000, atau probabilitas lebih kecil dari 0.05, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, atau koefisien regresi signifikan, waktu dan debit udara benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi BOD.

4.1.3. Analisa NO₃

4.1.3.1. Konsentrasi akhir NO₃ setelah proses Aerasi

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi akhir NO₃ setelah proses aerasi dapat dilihat pada tabel 4.11.

4.11. Tabel Konsentrasi akhir NO₃ setelah proses Aerasi

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Konsentrasi akhir NO ₃ setelah proses aerasi (mg/l)		
		1	2	3
1,2	2	32,74	32,81	33,19
	4	28,97	29,23	28,91
	6	26,34	26,37	26,42
3,5	2	30,15	30,21	30,17
	4	26,16	25,97	26,19
	6	24,52	24,34	24,77
5,0	2	27,82	27,75	28,16
	4	23,80	23,77	24,03
	6	21,93	22,00	21,07

4.1.3.2. Penurunan Konsentrasi NO₃ setelah proses Aerasi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka penurunan konsentrasi dan persentase NO₃ dengan menggunakan aerasi dapat dilihat pada tabel 4.12; 4.13

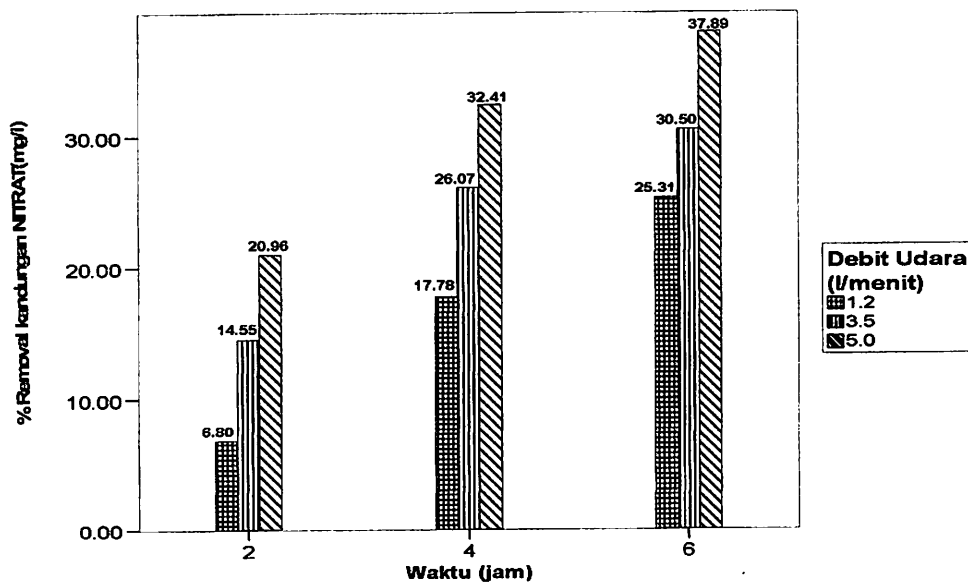
4.12. Tabel Penurunan konsentrasi NO₃ setelah proses aerasi

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Penurunan konsentrasi NO ₃ setelah proses aerasi (mg/l)		
		1	2	3
1,2	2	2,52	2,52	2,16
	4	6,29	6,10	6,44
	6	8,92	8,96	8,93
3,5	2	5,11	5,12	5,18
	4	9,10	9,36	9,16
	6	10,74	10,99	10,58
5,0	2	7,44	7,58	7,19
	4	11,46	11,56	11,32
	6	13,33	13,33	13,48

4.13. Tabel Persentase Penurunan konsentrasi NO₃ setelah proses aerasi

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Persentase Penurunan konsentrasi NO ₃ setelah proses aerasi (%R)			Rata-rata
		1	2	3	
1,2	2	7,15	7,13	6,11	6,80
	4	17,84	17,27	18,22	17,78
	6	25,30	25,36	25,26	25,31
3,5	2	14,50	14,50	14,65	14,55
	4	25,80	26,50	25,91	26,07
	6	30,46	31,11	29,93	30,50
5,0	2	21,10	21,45	20,34	20,96
	4	32,50	32,71	32,02	32,41
	6	37,80	37,73	38,13	37,89

Dari tabel 4.13 didapat hasil penurunan konsentrasi akhir NO₃ lindi yang paling tinggi dan paling rendah dengan menggunakan proses aerasi dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. % Removal Konsentrasi NO₃ pada debit udara 1,2; 3,5 dan 5 L/menit, dan pada waktu perlakuan 2, 4 dan 6 jam.

4.1.3.3. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi NO_3 maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil uji tersebut tertera dalam tabel 4.14.

4.14. Hasil Uji ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap konsentrasi akhir NO_3

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2230.392	8	278.799	1591.958	.000
Intercept	15018.103	1	15018.103	85754.207	.000
KONS	2230.392	8	278.799	1591.958	.000
Error	3.152	18	.175		
Total	17251.647	27			
Corrected Total	2233.545	26			

a R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

Pada tabel 4.14 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir NO_3 di antara kelompok perlakuan.

Hipotesis

H_0 = Kesembilan rata-rata perlakuan identik

H_1 = Kesembilan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Keputusan:

Terlihat bahwa F hitung adalah 1591.958 dengan probabilitas 0,000.

Karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak, atau rata-rata konsentrasi akhir NO_3 dalam kesembilan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir NO_3 yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.15. berikut ini:

4.15. Tabel uji Duncan konsentrasi NO_3

% Removal kandungan NITRAT

Duncan

SAMPLE	N	Subset								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1p1	3	6.7967								
T1p2	3		14.5500							
T2p1	3			17.7767						
T1p3	3				20.9633					
T3p1	3					25.3067				
T2p2	3						26.0700			
T3p2	3							30.5000		
T2p3	3								32.4100	
T3p3	3									37.8867
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = .175.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

Pada tabel 4.15 menjelaskan bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata pada penurunan konsentrasi NO_3 seperti terlihat pada sampel t1p1 (debit udara 1,2 L/menit dan waktu 2 jam) penurunannya sangat rendah sebesar 6.79 % dibanding dengan sampel t3p3 (debit udara 5 L/menit dan waktu 6 jam) penurunannya tinggi sebesar 37.88 %.

4.1.3.4. Analisa Korelasi.

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.16.

**4.16. Tabel Korelasi antara konsentrasi NO₃ dengan waktu (jam)
dan debit udara (L/ menit)**

Correlations				
		% Removal kandungan NITRAT(mg/l)	Waktu (jam)	Debit udara (l/menit)
Pearson Correlation	% Removal kandungan NITRAT (mg/l)	1.000	.769	.616
	Waktu (jam)	.769	1.000	.000
	Debit udara (l/menit)	.616	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	% Removal kandungan NITRAT (mg/l)	.	.000	.000
	Waktu (jam)	.000	.	.500
	Debit udara (l/menit)	.000	.500	.
N	% Removal kandungan NITRAT (mg/l)	27	27	27
	Waktu (jam)	27	27	27
	Debit udara (l/menit)	27	27	27

Dari tabel 4.16 menunjukkan bahwa :

Tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah sebagai berikut :

- Besar hubungan % removal konsentrasi NO₃ dengan waktu adalah 0.769, yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas (0,5) (Yarnest, 2004), sedangkan tanda positif menyatakan adanya hubungan yang searah, yang berarti jika penurunan NO₃ rendah maka waktu harus dinaikkan. Tingkat signifikan NO₃ dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0.000) jauh kecil dari 0.05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan % removal konsentrasi NO₃ dengan debit udara 0.616, yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas (0,5) (Yarnest, 2004), sedangkan tanda positif menyatakan adanya hubungan yang searah, yang berarti jika penurunan NO₃ rendah maka waktu harus dinaikkan. Tingkat signifikan NO₃ dan

debit udara yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0.000) jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya nyata (signifikan).

4.1.3.5. Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratn hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut:

4.17. Tabel Hasil Uji Regresi ANOVA

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2166.962	2	1083.481	390.545	.000
	Residual	66.583	24	2.774		
	Total	2233.545	26			

a Predictors: (Constant), Debit udara (l/menit), Waktu (jam)

b Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 390.545 dengan tingkat signifikan 0,000. karena probabilitas (0,000) lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi NO_3 .

4.18. Tabel persamaan Regresi

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	T	Sig.
		B		Beta		
1	(Constant)	-5.130	1.077		-4.765	.000
	Waktu(jam)	4.282	.196	.769	21.814	.000
	Debit udara (l/menit)	3.584	.205	.616	17.471	.000

a Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT

4.19. Tabel Persamaan R Square

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.985	.970	.968	1.66562

a Predictors: (Constant), Debit Udara (l/menit), Waktu (jam)

b Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT

Dari tabel 4.18 dan tabel 4.19 diatas dapat kita ketahui :

- 1 Persamaan regresi untuk :

$$Y = -5.130 + 4.282 X_1 + 3.584 X_2$$

Y : konsentrasi NO_3 ; X_1 : waktu; X_2 : debit udara.

Berdasarkan hasil analisa statistik, maka nilai R square (r^2) sebesar 0.970 bisa disebut koefisien determinan, yang dalam hal ini berarti 97 % menunjukkan variabel tersebut dapat mewakili persamaan regresi diatas. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi diatas dapat diterima.

Koefisien regresi untuk waktu sebesar 4.282 % menyatakan bahwa setiap penambahan waktu (karena tanda +) 1 jam akan meningkatkan penurunan konsentrasi NO_3 sebesar 4.282 % dan koefisien regresi untuk debit udara sebesar 3.584 % menyatakan bahwa setiap penambahan debit udara 1 L/menit akan meningkatkan penurunan konsentrasi NO_3 sebesar 3.584 %.

- 2 Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesa :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Keputusan :

Dasar pengambilan keputusan :

- a) Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.18 adalah 21.814 (waktu); 17.471 (debit udara) sedangkan t tabel 2.042 Karena statistik t hitung > statistik t tabel maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.
- b) Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas > 0.05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, begitu pula sebaliknya.

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan (*significance*) adalah 0.000, atau probabilitas lebih kecil dari 0.05, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, atau koefisien regresi signifikan, waktu dan debit udara benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi NO_3 .

4.1.4. Analisa PO₄

4.1.4.1. Konsentrasi akhir PO₄ setelah proses Aerasi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka didapat konsentrasi akhir PO₄ setelah melalui proses aerasi dan dapat dilihat pada tabel 4.20.

4.20. Tabel Konsentrasi akhir PO₄ setelah proses aerasi

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Konsentrasi akhir PO ₄ setelah proses aerasi (mg/l)		
		1	2	3
1,2	2	11,16	10,94	11,25
	4	9,27	9,20	8,96
	6	6,53	6,62	6,60
3,5	2	9,97	9,38	9,36
	4	7,71	7,66	7,63
	6	5,58	6,19	5,82
5,0	2	7,24	7,20	7,16
	4	5,27	5,31	5,66
	6	3,74	3,78	3,89

4.1.4.2. Penurunan Konsentrasi PO₄ setelah proses Aerasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses aerasi dapat menurunkan konsentrasi PO₄, penurunan konsentrasi PO₄ dan persentase penurunan dapat dilihat pada tabel 4.21 ; 4.22

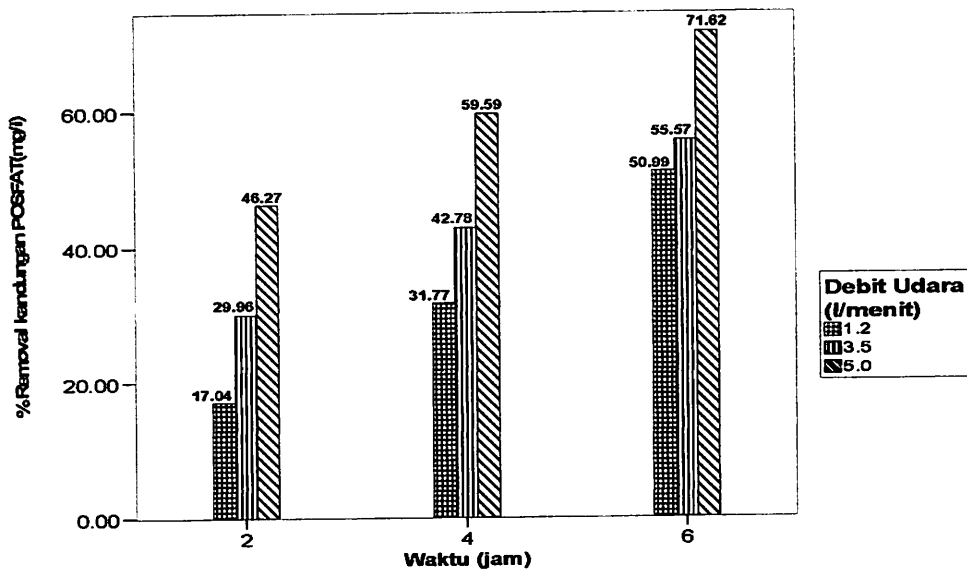
4.21. Tabel Penurunan konsentrasi PO₄ setelah proses aerasi

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Penurunan konsentrasi PO ₄ setelah proses aerasi (mg/l)		
		1	2	3
1,2	2	2,31	2,42	2,12
	4	4,20	4,16	4,41
	6	6,94	6,79	6,77
3,5	2	4,00	3,98	4,01
	4	5,76	5,70	5,74
	6	7,62	7,17	7,55
5,0	2	6,23	6,16	6,21
	4	8,20	8,05	7,71
	6	9,73	9,58	9,48

4.22. Tabel Persentase penurunan konsentrasi PO₄ setelah proses aerasi

Debit udara (L/mnt)	Waktu (Jam)	Persentase Penurunan konsentrasi PO ₄ setelah proses aerasi (%R)			Rata-rata
		1	2	3	
1,2	2	17,15	18,11	15,86	17,04
	4	31,18	31,14	32,98	31,77
	6	51,52	50,82	50,64	50,99
3,5	2	29,68	29,55	30,66	29,97
	4	42,76	42,66	42,93	42,78
	6	56,57	53,67	56,47	55,78
5,0	2	46,25	46,11	46,45	46,27
	4	60,88	60,25	57,65	59,59
	6	72,23	71,71	70,91	71,62

Dari tabel 4.22 didapat hasil konsentrasi akhir PO₄ lindi yang paling tinggi dan paling rendah dengan menggunakan proses aerasi dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. % Removal Konsentrasi PO₄ pada debit udara 1,2; 3,5 dan 5 L/menit, dan pada waktu perlakuan 2, 4 dan 6 jam.

4.1.4.3. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi PO_4 maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil tersebut terdapat pada tabel 4.23.

4.23. Hasil Uji ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap konsentrasi akhir PO_4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6775.585	8	846.948	838.083	.000
Intercept	54836.219	1	54836.219	54262.245	.000
KONS	6775.585	8	846.948	838.083	.000
Error	18.190	18	1.011		
Total	61629.994	27			
Corrected Total	6793.775	26			

a R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

Pada tabel 4.23 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir PO_4 di antara kelompok perlakuan.

Hipotesis

H_0 = Kesembilan rata-rata perlakuan identik

H_1 = Kesembilan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Keputusan:

Terlihat bahwa F hitung adalah 838.083 dengan probabilitas 0,000.

Karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak, atau rata-rata konsentrasi akhir PO_4 dalam kesembilan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir PO₄ yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.24. berikut ini:

4.24. Tabel uji Duncan konsentrasi PO₄

% Removal kandungan POSFAT

Duncan

SAMPEL	N	Subset								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1p1	3	17.0400								
T1p2	3		29.9633							
T2p1	3			31.7667						
T2p2	3				42.7833					
T1p3	3					46.2700				
T3p1	3						50.9933			
T3p2	3							55.5700		
T2p3	3								59.5933	
T3p3	3									71.6167
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.011.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

Pada tabel 4.24 menjelaskan bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata pada penurunan konsentrasi PO₄ seperti terlihat pada sampel t1p1 (debit udara 1,2 L/menit dan waktu 2 jam) penurunannya sangat rendah sebesar 17.04 % dibanding dengan sampel t3p3 (debit udara 5 L/menit dan waktu 6 jam) penurunannya tinggi sebesar 71.61 %.

4.1.4.4. Analisa Korelasi.

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.25.

**4.25. Tabel Korelasi antara konsentrasi PO₄ dengan waktu (jam)
dan debit (L/ menit)**

Correlations				
		% Removal kandungan POSFAT(mg/l)	Waktu (jam)	Debit udara (l/menit)
Pearson Correlation	% Removal kandungan POSFAT (mg/l)	1.000	.728	.649
	Waktu (jam)	.728	1.000	.000
	Debit udara (l/menit)	.649	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	% Removal kandungan POSFAT (mg/l)	.	.000	.000
	Waktu (jam)	.000	.	.500
	Debit udara (l/menit)	.000	.500	.
N	% Removal kandungan POSFAT (mg/l)	27	27	27
	Waktu (jam)	27	27	27
	Debit udara (l/menit)	27	27	27

Dari tabel 4.25 menunjukkan bahwa :

Tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah sebagai berikut :

- Besar hubungan % removal konsentrasi PO₄ dengan waktu adalah 0.728, yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas (0,5) (Yarnest, 2004), sedangkan tanda positif menyatakan adanya hubungan yang searah, yang berarti jika penurunan PO₄ rendah maka waktu harus dinaikkan. Tingkat signifikan PO₄ dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0.000) jauh kecil dari 0.05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan % removal konsentrasi PO₄ dengan debit udara 0.649, yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena diatas (0,5) (Yarnest, 2004), sedangkan tanda positif menyatakan adanya hubungan yang searah, yang berarti jika penurunan PO₄ rendah maka waktu harus dinaikkan. Tingkat signifikan PO₄ dan

debit udara akan dengan nilai probilitas (0.000) jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya nyata (signifikan).

4.1.4.5. Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut:

4.26. Tabel Hasil Uji Regresi ANOVA

ANOVA						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6467.861	2	3233.930	238.143	.000
	Residual	325.915	24	13.580		
	Total	6793.775	26			

- a Predictors: (Constant), Debit udara (l/menit), Waktu (jam)
 b Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 238.143 dengan tingkat signifikan 0,000. karena probilitas (0,000) lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi PO_4 .

4.27. Tabel persamaan Regresi

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	T	Sig.
		B		Beta		
1	(Constant)	-4.542	2.382		-1.907	.069
	Waktu (jam)	7.076	.434	.728	16.292	.000
	Debit udara (l/menit)	6.590	.454	.649	14.521	.000

- a Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT

4.28. Tabel Persamaan R Square

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.976	.952	.948	3.68507

a Predictors: (Constant), Debit Udara (l/menit), Waktu (jam)

b Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT

Dari tabel 4.27 dan 4.28 diatas dapat kita ketahui :

- 1 Persamaan regresi untuk :

$$Y = -4.542 + 7.076 X_1 + 6.590 X_2$$

Y : % removal konsentrasi PO₄; X₁ : waktu; X₂ : debit udara.

Berdasarkan hasil analisa statistik, maka nilai R square (r²) sebesar 0.952 bisa disebut koefisien determinan, yang dalam hal ini berarti 95,2 % menunjukkan variabel tersebut dapat mewakili persamaan regresi diatas. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi diatas dapat diterima.

Koefisien regresi waktu sebesar 7.076 % menyatakan bahwa setiap penambahan waktu (karena tanda +) 1 jam akan meningkatkan penurunan konsentrasi PO₄ sebesar 7.076 % dan koefisien regresi debit udara sebesar 6.590 % menyatakan bahwa setiap penambahan debit udara 1 L/menit akan meningkatkan penurunan konsentrasi PO₄ sebesar 6.590 %.

- 2 Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesa :

H₀ = koefisien regresi tidak signifikan

H₁ = koefisien regresi signifikan

Keputusan :

Dasar pengambilan keputusan :

a) Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik t hitung $<$ statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.27 adalah 16.292 (waktu); 14.521 (debit udara), sedangkan t tabel 2.042 Karena statistik t hitung $>$ statistik t tabel maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.

b) Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas $>$ 0.05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, begitu pula sebaliknya.

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan (*significance*) adalah 0.000, atau probabilitas lebih kecil dari 0.05, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, atau koefisien regresi signifikan, waktu dan debit udara benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi PO_4 .

4.2. Pembahasan.

4.2.1. Pengaruh Variabel Debit Udara dan Waktu terhadap % Penurunan

BOD.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses aerasi yang dilakukan terhadap lindi (*Leachate*) dengan variasi debit udara (1,2 L/menit, 3,5 L/menit, 5 L/menit) dan variasi waktu (2 jam, 4 jam, 6 jam) sudah terbukti dapat menurunkan konsentrasi pada BOD hingga kisaran 4,79 – 15,16 % (tabel 4.4). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan BOD pada lindi semakin meningkat seiring dengan tingginya debit dan lamanya proses aerasi.

Pada gambar 4.1 menunjukkan penurunan konsentrasi akhir yang paling rendah dengan debit udara 1,2 L/menit dengan waktu 2 jam dan penurunan konsentrasi akhir BOD yang paling tinggi pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam, hal ini disebabkan oleh debit udara pada pengolahan yang kecil 1,2 L/menit, dengan kecepatan yang kecil pula, hal ini menunjukkan bahwa pengaruh debit udara yang semakin kecil mengakibatkan penurunan konsentrasi BOD menjadi semakin rendah. Debit udara 1,2 L/menit mempunyai konsentrasi paling sedikit dibandingkan dengan variasi debit udara 3,5 L/menit dan 5 L/menit, karena semakin besar debit udara akan mempercepat penurunan konsentrasi BOD, dimana oksigen dalam proses aerasi sangat berperan penting dalam penurunan konsentrasi (*Ronald L. Droste, 1997*). Dari hasil analisa statistik diketahui koefisien regresi untuk debit udara sebesar 1.070 % menunjukkan bahwa setiap penambahan debit udara 1 L/menit, akan meningkatkan penurunan % removal konsentrasi BOD sebesar 1.070 %.

Lamanya waktu yang pada proses aerasi akan mempengaruhi dalam penurunan konsentrasi BOD, terbukti waktu dalam pengolahan 2 jam lindi yang diolah belum cukup optimal dalam mengikat oksigen dan penurunan konsentrasi BOD juga rendah dibanding dengan waktu 4 jam dan 6 jam. Semakin lama waktu dalam proses aerasi maka penurunan konsentrasi BOD akan semakin tinggi, hal ini sesuai dengan hasil analisa statistik menunjukkan bahwa dengan koefisien regresi untuk waktu sebesar 1.500 % yang menunjukkan setiap penambahan waktu 1 jam akan meningkatkan penurunan % removal konsentrasi BOD sebesar 1.500 %. Menurut (*Sotirakou, E. et all, 1999*) proses aerasi yang dilakukan pada sampel air dalam menurunkan tingkat konsentrasi yang terdapat pada sampel air tersebut diperlukan waktu aerasi yang lama.

Debit udara dan waktu mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD pada lindi dengan menggunakan proses aerasi. Pada tabel 4.8 diketahui pengaruh kedua variabel ini signifikan, sedangkan nilai R square yang bisa disebut koefisien determinan menyatakan 97.3 % penurunan konsentrasi BOD sama-sama dipengaruhi oleh variabel debit udara dan waktu.

Aerasi yang menggunakan sistem pemberian oksigen pada konsentrasi DO di dalam air limbah dan untuk meningkatkan penurunan konsentrasi BOD akan mempengaruhi karakteristik fisik air limbah tersebut. Pernyataan tersebut diatas menandai adanya keuntungan penggunaan udara pada konsentrasi oksigen yang lebih tinggi untuk air limbah pada aerasi (*Tajuddin, R.M, Ismail, A.F, and Salim, M.R, 2002*).

Menurut *Kusmayadi (2001)* lindi yang berwarna keruh, antara lain mengandung BOD yang tinggi kadang ada yang sampai melebihi baku mutu limbah cair sehingga dapat mencemari sungai dan perairan dan sekitarnya, oleh karena itu dapat dilakukan penanggulangan sejak dini agar pencemaran tersebut tidak sampai melampaui batas yang tertinggi. Secara tidak langsung, BOD merupakan gambaran kadar organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air (*Davis and Cornwell, 1991 dalam Hefni Effendi, 2003*). Hal yang terpenting adalah kesetimbangan antara jumlah aliran dan BOD dari air limbah dibandingkan dengan volume tangki yang akan dipergunakan, mengingat kondisi air limbah yang dapat berubah secara cepat dalam waktu 24 jam (*Sugiharto, 1987*).

4.2.2. Pengaruh Variabel Debit Udara dan Waktu terhadap % Penurunan

NO₃.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses aerasi yang dilakukan terhadap lindi (*Leachate*) dengan variasi debit udara (1,2 L/menit, 3,5 L/menit, 5 L/menit) dan variasi waktu (2 jam, 4 jam, 6 jam) sudah terbukti dapat menurunkan konsentrasi pada NO₃. Konsentrasi NO₃ dapat diturunkan hingga kisaran 7,15 – 38,13 % (tabel 4.13), hal ini menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan NO₃ pada lindi semakin meningkat seiring dengan tingginya debit udara dan lamanya proses aerasi yang dilakukan.

Pada gambar 4.2 menunjukkan penurunan konsentrasi akhir yang paling rendah dengan debit udara 1,2 L/menit dengan waktu 2 jam dan penurunan

konsentrasi akhir NO_3 yang paling tinggi pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam, hal ini disebabkan oleh debit udara, karena semakin kecil debit udara maka akan mempengaruhi tingkat penurunan konsentrasi NO_3 . Menurut (Anonim 2001 dalam Bayu C.S.B, 2004), jika debit udara terlalu kecil maka air akan menjadi jenuh bersama DO (dissolved oxygen) dan akan mempengaruhi penurunan konsentrasi NO_3 pada proses aerasi. Hal tersebut diatas memberikan gambaran bahwa besar kecilnya debit udara sangat mempengaruhi penurunan konsentrasi NO_3 . Dari hasil analisa statistik diketahui koefisien regresi untuk debit udara sebesar 3.584 % menunjukkan bahwa setiap penambahan debit udara 1 L/menit akan meningkatkan penurunan konsentrasi NO_3 sebesar 3.584 %.

Waktu dalam relatif singkat yaitu selang 2 jam (antara 2 jam, 4 jam dan 6 jam) juga akan mempengaruhi penurunan konsentrasi NO_3 kalau dibandingkan waktu yang relatif lama penurunan konsentrasi NO_3 akan semakin besar, oleh karena itu dalam proses aerasi waktu juga sangat dibutuhkan untuk bisa menurunkan konsentrasi NO_3 , karena dengan semakin lamanya waktu maka konsentrasi NO_3 dapat diturunkan. Sesuai dengan hasil analisa statistik dengan koefisien regresi untuk waktu sebesar 4.282 % menunjukkan bahwa setiap penambahan waktu 1 jam akan meningkatkan persentase penurunan konsentrasi NO_3 sebesar 4.282 %. Menurut (David S. Sloan and Roy A. Pelletier, 2000) dengan waktu aerasi alami terlalu banyak udara yang masuk pada sistem aerasi dan menghasilkan nitrifikasi lengkap tetapi denitrifikasi kurang, yang mengakibatkan nitrat tinggi pada effluent, sedangkan pada waktu tertentu udara

tidak cukup akan tersedia pada tangki aerasi dan menghasilkan nitrat yang sangat rendah.

Debit udara dan waktu dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi NO_3 pada pengolahan lindi dengan proses aerasi seperti yang ditampilkan pada tabel 4.18 bahwa pengaruh dari variabel ini signifikan, sedangkan nilai R square yang bisa disebut koefisien determinan menyatakan 97 % penurunan konsentrasi NO_3 dipengaruhi bersama-sama oleh variabel debit udara dan waktu. Air limbah yang berasal dari rumah tangga banyak sekali mengandung nitrat, akan tetapi hal ini bisa ditekan dengan pengolahan air limbah yang benar (Sugiharto, 1987). Pada umumnya kadar nitrat yang lebih dari 5 mg/liter menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan sedangkan kadar nitrat yang melebihi 0,2 mg/liter dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (bloomng) (Hefni Effendi, 2003).

4.2.3. Pengaruh Variabel Debit Udara dan Waktu terhadap % Penurunan

PO_4

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses aerasi yang dilakukan terhadap lindi (*Leachate*) dengan variasi debit udara (1,2 L/menit, 3,5 L/menit, 5 L/menit) dan variasi waktu (2 jam, 4 jam, 6 jam) sudah terbukti dapat menurunkan konsentrasi pada PO_4 . Dan konsentrasi PO_4 dapat diturunkan hingga kisaran 17,15 – 70,91 % (tabel 4.22). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan penurunan kandungan PO_4 pada lindi semakin meningkat seiring dengan

tingginya debit udara dan lamanya proses aerasi yang dilakukan. Dilihat pada penurunan konsentrasi akhir rata-rata nilai yang terbesar penurunannya sebesar 9,59 mg/l sedangkan penurunan terkecil sebesar 2,28 mg/l.

Pada gambar 4.3 menunjukkan penurunan konsentrasi akhir yang paling rendah dengan debit udara 1,2 L/menit dengan waktu 2 jam dan penurunan konsentrasi akhir NO_3 yang paling tinggi pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam, hal ini disebabkan oleh debit udara, sebab semakin kecilnya debit udara akan mempengaruhi penurunan konsentrasi PO_4 , terlihat pada penurunan konsentrasi PO_4 yang paling kecil pada debit udara 1,2 L/menit, hal ini menunjukkan bahwa besar kecilnya debit udara sangat mempengaruhi penurunan konsentrasi PO_4 , karena semakin besar debit udara yang digunakan maka semakin besar pula penurunan konsentrasi PO_4 . Dari hasil analisa statistik diketahui koefisien regresi untuk debit udara sebesar 6.590 % menyatakan bahwa setiap penambahan debit udara 1 L/menit akan meningkatkan penurunan konsentrasi PO_4 sebesar 6.590 %.

Besar kecilnya waktu yang dilakukan pada proses aerasi maka akan mempengaruhi dalam penurunan konsentrasi PO_4 , terbukti dalam penelitian ini waktu dalam pengolahan yang terkecil 2 jam, sehingga lindi yang diolah belum cukup optimal mengikat oksigen dalam proses aerasi dan penurunan konsentrasi PO_4 juga rendah dibanding dengan variasi waktu 4 jam dan 6 jam. Semakin lama waktu dalam proses aerasi maka penurunan konsentrasi PO_4 akan semakin tinggi. Sesuai dengan hasil analisa statistik dengan koefisien regresi untuk waktu sebesar 7.076 % menyatakan setiap penambahan waktu 1 jam maka akan meningkatkan

penurunan konsentrasi penurunan PO_4 sebesar 7.076 %. Menurut (Sotirakou, E. et al, 1999) proses aerasi yang dilakukan pada sampel air dalam menurunkan tingkat konsentrasi yang terdapat pada sampel air tersebut diperlukan waktu aerasi yang lama.

Debit udara dan waktu mempengaruhi penurunan konsentrasi PO_4 pada lindi dengan menggunakan proses aerasi. Seperti yang ditampilkan pada tabel 4.25 diketahui pengaruh kedua variabel ini signifikan, sedangkan nilai R square yang bisa disebut koefisien determinan menyatakan 95.2 % penurunan konsentrasi PO_4 dipengaruhi bersama-sama oleh variabel debit udara dan waktu.

Menurut Ali Masduqi (2004) keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air menyebabkan suatu fenomena yang disebut autrofikasi (pengkayaan nutrien). Untuk mencegah kejadian tersebut, air lindi yang akan dibuang harus diolah terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan fosfat sampai pada nilai tertentu. Dalam pengolahan limbah, fosfat dapat disisihkan dengan proses fisika-kimia maupun biologis. Penyisihan fosfat secara presipitasi kimiawi dapat dilakukan dalam filter teraerasi secara biologis dengan menambahkan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dinyatakan bahwa:

1. Proses aerasi pada pengolahan lindi efektif dalam menurunkan konsentrasi BOD, NO₃ dan PO₄ dengan penambahan debit udara dan lamanya proses aerasi.
2. Untuk penurunan BOD masih kurang efisien, hal ini dapat disebabkan bahwa % penyisihannya hanya sebesar 15,16 %, terdapat pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam.
3. Untuk penurunan NO₃ masih kurang efisien, hal ini dapat disebabkan bahwa % penyisihannya hanya sebesar 38,13 % terdapat pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam.
4. Untuk penurunan PO₄ bisa dikatakan efisien, hal ini dapat disebabkan bahwa % penyisihannya sebesar 70,91 % terdapat pada debit udara 5 L/menit dengan waktu 6 jam.

5.2. Saran

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai:

1. Pengukuran kandungan oksigen untuk mengetahui kejenuhan oksigen setelah proses aerasi.
 2. Penambahan jumlah variasi debit udara dan waktu aerasi, karena dengan debit udara dan waktu yang digunakan dalam penelitian ini masih belum signifikan dalam menurunkan konsentrasi BOD, NO₃ dan PO₄.
 3. Perlu dibuat desain alat proses aerasi yang berbeda misalnya dengan menggunakan bahan yang lebih baik atau dimodifikasi dengan berbagai peralatan tambahan yang dapat menunjang keberhasilan dalam usaha menurunkan konsentrasi berbagai parameter dalam air limbah.
-

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharsono, Gogiek, 2004, "Studi Penelitian Pengaruh Proses Aerasi dan Pembebanan Hidrolik Terhadap Kualitas Lindi Melalui Media Tanah", Skripsi UNMER Malang.
- Cipta Setia Bisma, Bayu, 2004, "Penurunan Kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Multiple Tray Aerator ", Skripsi ITN Malang.
- Droste, Ronald L., 1997, " *Aeration in Water and Wastewater Treatment* ", Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment, Published Simultaneously In Canada.
- Effendi, Hefni, 2003, " Telaah Kualitas Air ", Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Kusmayadi, 2001, " Pengolahan Lindian (Leachate) TPA Piyungan Sebagai Upaya Pencegahan Pencemaran Sungai Opak Yogyakarta ", Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia.
- Masduqi, Ali, 2004, " Penurunan Senyawa Fosfat dalam Air Limbah Buatan dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Haloisit ", Jurnal IPTEK Surabaya.
- Mira T, Made, 2002, " Studi Penurunan Kandungan Koliform Dalam Lindi Sampah TPA Supit Urang Dengan Menggunakan Pemanas Energi Surya ", Skripsi ITN Malang.
- Santika, Sri Sumentri ; Alaerts G, 1984, " Metode Penelitian Air ", Usaha Nasional, Surabaya.
- Sitirakou, E. et all, 1999, " *Ammonia and Phosphorus Removal In Municipal Wastewater Treatment Plant With Extended Aeration* ", Global Nest; The Int. Journal.
- Sloan, David S and Pelletier, Roy A, 2000, " *A New Approach To Activated Sludge Process Control* ", Florida Water Resources Journal.
- Sugiharto, 1987, " Dasar-Dasar pengolahan Air Limbah ", Penerbit Universitas Indonesia.
- Tajuddin, R.M., Ismail, A.F., and Salim, M.R., 2002, " *Oxygen Enriched Air Using Membrane For Palm Oil Wastewater Treatment* ", Songklanakarin Journal Science Technology.
- Yarnest, 2004, " Panduan Aplikasi statistik dengan menggunakan SPSS versi 11.0 ", Dioma Malang.

LAMPIRAN



DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA

Jl. Karangmenjangan 18 Surabaya 60285

Telp. Kepala Lab. (031) 5020708 - T.U. (031) 5021451 - Fax. (031) 5021452



Surabaya, 15 Desember 2004

Nomor : 93/051/AB/XII/2004
Jenis Bahan : Air Limbah Lindi TPA Supit Urang
Alamat Pengirim : Yetty Haryunna
ITN Malang
Diambil Oleh : Yang bersangkutan
Diterima di BLK tgl : Nopember 2004

HASIL PEMERIKSAAN KIMIA

No	KODE BAHAN	BOD (mg/l.)	NO ₃ (mg/L)	PO ₄ (mg/L)
1	Larutan sebelum aerasi (1)	5650,80	35,26	13,47
2	Larutan sebelum aerasi (2)	5649,98	35,33	13,36
3	Larutan sebelum aerasi (3)	5649,97	35,35	13,37
4	Lar. Setelah 2 Jam Tab. I (1)	5380,00	32,74	11,16
5	Lar. Setelah 2 Jam Tab. I (2)	5379,81	32,81	10,94
6	Lar. Setelah 2 Jam Tab. I (3)	5379,78	32,19	11,25
7	Lar. Setelah 4 Jam Tab. I (1)	5194,83	28,97	9,27
8	Lar. Setelah 4 Jam Tab. I (2)	5195,10	29,23	9,20
9	Lar. Setelah 4 Jam Tab. I (3)	5194,96	28,91	8,96
10	Lar. Setelah 6 Jam Tab. I (1)	5056,47	26,34	6,53
11	Lar. Setelah 6 Jam Tab. I (2)	5056,59	26,37	6,62
12	Lar. Setelah 6 Jam Tab. I (3)	5056,42	26,42	6,60
13	Lar. Setelah 2 Jam Tab. II (1)	5264,15	30,15	9,47
14	Lar. Setelah 2 Jam Tab. II (2)	5263,93	30,21	9,38
15	Lar. Setelah 2 Jam Tab. II (3)	5264,17	30,17	9,36
16	Lar. Setelah 4 Jam Tab. II (1)	5077,66	26,16	7,71
17	Lar. Setelah 4 Jam Tab. II (2)	5077,65	25,97	7,66
18	Lar. Setelah 4 Jam Tab. II (3)	5078,36	26,19	7,63
19	Lar. Setelah 6 Jam Tab. II (1)	4963,73	24,52	5,85
20	Lar. Setelah 6 Jam Tab. II (2)	4964,16	24,34	6,19
21	Lar. Setelah 6 Jam Tab. II (3)	4963,82	24,77	5,82
22	Lar. Setelah 2 Jam Tab. III (1)	5186,25	27,82	7,24
23	Lar. Setelah 2 Jam Tab. III (2)	5185,83	27,75	7,20
24	Lar. Setelah 2 Jam Tab. III (3)	5185,90	28,16	7,16
25	Lar. Setelah 4 Jam Tab. III (1)	4949,26	23,80	5,27
26	Lar. Setelah 4 Jam Tab. III (2)	4948,78	23,77	5,31
27	Lar. Setelah 4 Jam Tab. III (3)	4948,86	24,03	5,66
28	Lar. Setelah 6 Jam Tab. III (1)	4792,73	21,93	3,74
29	Lar. Setelah 6 Jam Tab. III (2)	4792,80	22,00	3,78
30	Lar. Setelah 6 Jam Tab. III (3)	4792,96	21,87	3,89

BALAI LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA
an. DIVISI SIE KIMIA DAN IMMUNOLOGI



dr. Rr. NURY NURSIANTI
Telp. 140 161 678

PROSEDUR ANALISA BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND

1. Tinjauan Umum

a. Prinsip :

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan zat organik secara biokimia selama inkubasi dalam waktu tertentu.

Penentuan BOD pada dasarnya adalah pengukuran selisih kadar oksigen terlarut segera (DO_0 hari) dari kadar oksigen terlarut sesudah inkubasi 5 hari pada suhu 20°C (DO_5 hari).

b. Pengganggu :

- 1) Contoh untuk penentuan BOD selama waktu penyimpanan antara sampling dan analisa akan mengalami degradasi, sehingga menghasilkan harga BOD yang rendah. Untuk meminimalkan pengurangan BOD maka analisa dilakukan segera atau disimpan pada suhu 4°C .
- 2) Asam kuat atau basa kuat.
- 3) Sisa klor.
- 4) Contoh mengandung oksigen terlalu jenuh mengandung lebih dari 9 mg/l oksigen terlarut (DO).

c. Persyaratan :

- 1) Permenkes RI No. 173/Menkes/Per/VIII/1977, untuk air buangan :
Rata-rata dalam waktu 24 jam : 20 mg/l.
Maksimum yang diperbolehkan : 30 mg/l.
- 2) Kep MENKLH No. Kep-03/MENKLH/1991 baku mutu air limbah golongan
I : 20 mg/l.
II : 50 mg/l.
III : 150 mg/l.
IV : 300 mg/l.

2. Peralatan

- a) Botol BOD/botol oksigen 250-300ml, cuci botol dengan detergen, bilas baik-baik, keringkan.
- b) Inkubator $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- c) Alat gelas.
- d) Buret, atau DO meter untuk BOD (DO meter dengan probe)

3. Reagen

e) Larutan dasar Fosfat :

Larutan 8,5 g KH_2PO_4 ; 21,75 g K_2HPO_4 ; 33,4 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1,7 g NH_4Cl dalam 500 ml air suling, encerkan dengan air suling sampai 1 L.

f) Larutan Magnesium sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$):

Larutan 22,5 g magnesium sulfat dengan air suling dan encerkan sampai 1 L.

g) Larutan Kalsium Klorida (CaCl_2):

Larutan 27,5 g kalsium klorida anhidrat dengan air suling dan encerkan sampai 1 L.

h) Larutan ferri klorida ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) :

Larutan 0,25 g kalsium klorida anhidrat dengan air suling dan encerkan sampai 1 L.

i) Larutan asam dan basa 1 N.

Untuk menetralkan contoh air yang bereaksi basa atau asam.

1) Larutan asam 1 N : tambahkan 28 ml asam sulfat (H_2SO_4) pekat perlahan-lahan dan sambil dikocok pada air suling encerkan sampai 1 L.

2) Larutan basa 1 N : Larutan 40 g natrium hidroksida (NaOH) dalam air suling, encerkan sampai 1 L.

j) Larutan natrium sulfite (Na_2SO_3) 0,025 N :

Larutan 1,575 g natrium sulfite anhidrat dalam 1 L air suling.

Larutan ini tidak stabil, buat setiap hari.

k) Air pengencer.

l) Reagen-reagen pada penentuan DO.

1. Cara kerja

d. Persiapan pendahuluan :

1) Untuk pemeriksaan BOD, pengambilan contoh perlu diperlakukan secara khusus.

a. Untuk contoh yang diambil secara acak (grab sample) :

Apabila analisa/penentuan dilakukan dalam 2 jam tidak perlu disimpan dalam termos es. Apabila penentuan akan dilakukan lebih dari 2 jam didinginkan dan waktu penyimpanan dilaporkan. Apabila contoh digunakan untuk keperluan monitoring, diusahakan analisa dilakukan dalam waktu 2 atau 6 jam sesudah sampling.

b. Untuk contoh yang diambil secara komposit (composite sample) :
Simpan contoh pada suhu 4°C selama pengumpulan. Waktu komposit sampai 24 jam, pengukuran dimulai dari pengumpulan limbah.

2) Pembuatan air pengencer :

Dalam botol masukkan air suling untuk pengencer. Tambahkan ke dalam 1 L air suling masing-masing 1 ml. Larutan-larutan berikut:

- Dapar fosfat.
- Magnesium sulfat.
- Ferri klorida.
- Kalsium klorida.

Campur dan aerasi dengan pompa udara (aerator) minimal selama 30 menit. Simpan dengan tutup yang diberi kertas.

3) Perlakuan pendahuluan/penghilangan pengganggu :

a) Jika contoh bersifat asam atau basa, netralkan dengan H_2SO_4 1 N atau NaOH 1 N sampai pH 6,5 – 7,5, sejauh mana penambahan reagen tersebut tidak mengencerkan contoh lebih dari 0,5 %.

b) Jika contoh mengandung sisa klor yang tinggi, netralkan dengan larutan Na_2SO_3 0,025 N. Jumlah volume Na_2SO_3 yang ditambahkan ditentukan sebagai berikut : Pada 100 mL- 1 L contoh yang telah dinetralkan, tambahkan 10 mL asam asetat (1+1) atau H_2SO_4 (1+50) tambah 10 mL larutan KI (10 g/100 mL)

dan titrasi dengan Na_2SO_3 0,025 N dengan menggunakan indikator larutan amilum sampai hilangnya warna biru mula-mula. Ke dalam contoh yang sudah dinetralkan tambahkan larutan Na_2SO_3 yang jumlahnya sesuai dengan yang sudah ditentukan. Sesudah 10 – 20 menit uji contoh kembali untuk memeriksa adanya sisa klor.

e. Pemeriksaan/pengujian :

1) Pengenceran contoh :

- a) Sebelum melakukan pengenceran, diukur dahulu DO contoh segera. Buat beberapa pengenceran dari contoh yang disiapkan untuk mendapatkan pengurangan kandungan oksigen yang diinginkan.

Pengenceran-pengenceran adalah sebagai berikut :

0,0 – 1,0 % = (100 x) untuk limbah industri yang berat.

1 – 5 % = (20 x) untuk air limbah yang belum diolah dan telah diendapkan.

5 – 25 % = (20 – 4 x) untuk air buangan yang sudah diolah secara biologis.

25 – 100 % = (4 – 1 x) untuk air sungai yang terpolusi.

- b) Contoh diencerkan dengan air pengencer sesuai dengan faktor pengenceran yang sudah diperhitungkan. Pengenceran dapat dilakukan langsung dalam botol BOD atau dalam gelas ukur, kemudian dipindahkan dalam botol BOD.

- Pengenceran dalam gelas ukur :

Apabila untuk penentuan oksigen terlarut (DO) digunakan modifikasi azida, tuangkan hati-hati air pengencer ke dalam gelas ukur 1 – 2 L sampai kira-kira setengahnya dengan dijaga jangan sampai ada udara yang masuk. Tambah contoh yang akan diencerkan, volumenya sesuai dengan pengencerannya dan encerkan dengan air pengencer sampai tanda. Tuangkan contoh yang sudah diencerkan hati-hati ke dalam 2 buah botol

BOD. Tentukan oksigen terlarut segera dari botol yang satu dan botol yang lainnya ditutup rapat, diinkubasi selama 5 hari.

- Pengenceran dalam botol BOD :

Isi botol BOD diukur terlebih dahulu. Contoh diukur dengan pipet volume sesuai dengan pengenceran yang dikehendaki, masukkan dalam botol BOD yang sudah diketahui isinya, tambahkan air pengencer. Apabila digunakan metode modifikasi azida untuk penentuan DO, gunakan 2 buah botol BOD, apabila digunakan metode elektroda untuk penentuan DO gunakan 1 buah botol BOD.

- 2) Penentuan DO (oksigen terlarut) segera = $DO_{\text{mula-mula}} = DO_0 \text{ hari}$.
Tentukan DO segera setelah pengisian contoh yang sudah diencerkan ke dalam botol BOD. Gunakan metode modifikasiazida atau elektroda membran.
- 3) Blanko air pengencer. Air pengencer ditentukan DO segera dan DO setelah diinkubasi selama 5 hari. Do up take sebaliknya tidak lebih dari 0,2 mg/l dan sebaliknya tidak lebih dari 0,1 mg/l.
- 4) Waktu inkubasi. Inkubasi contoh yang sudah diencerkan, air pengencer pada $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

5 Perhitungan

$$BOD_5, \text{ mg/L} = (D1 - D2) / P$$

D1 = Oksigen terlarut segera contoh diencerkan (mg/L).

D2 = Oksigen terlarut contoh yang diencerkan setelah inkubasi 5 hari pada suhu 20°C (mg/L).

P = Desimal bagian volume contoh yang digunakan.

Pengenceran contoh yang sudah memenuhi syarat diperiksa sebagai berikut:

DO contoh = a mg/L O_2 .

DO_0 air pengencer = b mg/L O_2 .

$DO_{5.20}$ contoh = c mg/L O_2 .

$DO_{5.20}$ air pengencer = d mg/L O_2 .

DO air pengencer rata-rata = $(b + d) / 2 = z \text{ mg/L } O_2$.

Pengurangan/depletion = $(a - c) / z \times 100 \%$.

Kalau tidak antara 20 % - 80 %, maka harus diulangi pengenceran contoh.

Sumber : PETUNJUK PEMERIKSAAN AIR BUANGAN DAN AIR KOLAM RENANG. Cetakan ke - 2 DEPKES 1993.

PROSEDUR ANALISA NITRAT (NO_3)

1. Peralatan

1. Spektrofotometer
2. Gelas ukur
3. pipet
4. Erlenmeyer
5. Labu takar
6. Buret
7. Corong besar dan kecil
8. Timbangan
9. Cawan
10. Kompor pemanas air

2 Reagen

a. Larutan Brusin – Sulfanilat

Mengambil 1 gram brusin sulfanilat dan 0,1 gram asam sulfanilat lalu larutkan dalam 70 ml air panas. Kemudian tambahkan 3 ml HCL pekat. Setelah dingin encerkan dengan aquades sampai volume 100 ml. Simpan dalam botol tertutup.

b Larutan H_2SO_4 .

Melarutkan 500 ml H_2SO_4 pekat ke dalam 125 ml aquades. Simpan dalam botol tertutup

c. Larutan NaCL.

Melarutkan 300 gram NaCL ke dalam 1 liter aquades.

d Larutan baku nitrat (100 ppm)

Larutan 1,631 g KNO_3 dalam 20 ml air suling dan encerkan dalam labu ukur 1 liter sampai batas.

1 Cara Kerja

- a. Mengambil 10 ml sampel air yang jernih (bila keruh harus disaring), lalu tambahkan 2 ml larutan NaCl, 10 ml larutan H₂SO₄ dan 0,5 ml larutan Brusin-Sulfanilat. Setiap penambahan pereaksi harus dikocok. Kemudian dipanaskan di atas pemanas air (95 °C) selama 20 menit. Tambahkan aquades hingga volumenya 20 ml. Setelah dingin ukur intensitasnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm.
- b. Lakukan larutan standart dengan pengenceran 50 ppm, 25 ppm, 10 ppm, 1 ppm. Lakukan prosedur yang sama dengan sampel air pada 10 ml tiap larutan standar. buat kurva kalibrasi antara absorbansi vs konsentrasi (ppm). Tentukan slope (ppm/unit absorben).
- c. Perhitungan :
Konsentrasi Nitrat = A X S =ppm.
A = Absorbansi sampel
S = Kemiringan kurva kalibrasi (ppm/unit absorben).

Sumber : METODE PENELITIAN AIR . Disusun: Dr.Ir.G.Alaerts ; Ir. Sri Sumestri Santika, MSc. Penerbit : "Usaha Nasional" Surabaya.

PROSEDUR ANALISA FOSFAT (PO_4)

1. Peralatan.

1. Labu takar
2. Pipet
3. Timbangan
4. Erlenmeyer
5. Batu didih
6. Pemanas listrik
7. Labu takar
8. sendok kaca

2. Reagen

- a. Indikator fenol fetalein
- b. NaOH 1 N
- c. Larutan asam

Tuang kurang lebih 600 ml air suling ke dalam labu takar 1 berukuran 1 liter, lalu tambahkan dengan hati-hati 300 ml asam sulfat pekat, encerkan larutan tersebut sampai volumenya menjadi 1 liter.

- d. Kristal ammonium persulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$.

3. Cara Kerja :

- a. Diambil 50 ml sampel, tuang sampel ke dalam erlenmeyer 250 ml, dan tambah 1 tetes indikator fenol fetein. Kalau larutan berwarna merah, tambah larutan asam tetes demi tetes sampai warna merah tersebut hilang. Lalu tambah 1 ml lagi dari larutan asam tersebut, serta 0,4 gr $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$.
- b. Letakkan gelas erlenmeyer berisi sampel dengan batu didih didalamnya pada pemanas listrik yang sudah dipanaskan dan didihkan selama 30 menit sampai 40 menit. Dinginkan, lalu tambah air suling sampai volume menjadi kira-kira 30 ml, tambah 1 tetes indikator fenol ftaein, dan netralkan larutan dengan NaOH 1 N sampai warnanya kemerah-merahan (merah muda).

- c. Tuang dengan hati-hati isi erlenmeyer ke dalam labu takar 100 ml, secara kuantitatif, kecuali batu didih (setelah isi dipindahkan ke labu takar, bilas dinding erlenmeyer serta batu didih dengan beberapa ml air suling, yang juga ikut dituang ke dalam labu takar ; ulangi pembilasan 3 sampai 4 kali isi labu takar sampai 100 ml dengan air suling.
- d. Larutan induk fosfat 50 ppm
Di dalam labu takar 1 L, larutan 219,5 mg KH_2PO_4 dengan air suling encerkan sampai 1 L.
- e. Periksa dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm

Sumber : METODE PENELITIAN AIR . Disusun: Dr.Ir.G.Alaerts ; Ir. Sri Sumestri Santika, MSc. Penerbit : "Usaha Nasional" Surabaya

ivariate Analysis of Variance

etween-Subjects Factors

	N
PEL t1p1	3
t1p2	3
t1p3	3
t2p1	3
t2p2	3
t2p3	3
t3p1	3
t3p2	3
t3p3	3

Descriptive Statistics

endent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

PEL	Mean	Std. Deviation	N
	4.7833	.00577	3
	6.8333	.00577	3
	8.2100	.01000	3
	8.0567	.01155	3
	10.1633	.06658	3
	12.4100	.01000	3
	10.5100	.01000	3
	12.1467	.02082	3
	15.1700	.01000	3
al	9.8093	3.06337	27

vene's Test of Equality of Error Variances^a

endent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

F	df1	df2	Sig.
8.105	8	18	.000

the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Design: Intercept+KONS

Tests of Between-Subjects Effects

endent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	243.980 ^a	8	30.497	50209.227	.000
Intercept	2597.982	1	2597.982	4277166.0	.000
KONS	243.980	8	30.497	50209.227	.000
Error	1.093E-02	18	6.074E-04		
Total	2841.973	27			
Corrected Total	243.991	26			

R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

% Removal Kandungan BOD (mg/l)

ican^{a,b}

MPEL	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
1	3	4.7833	6.8333	8.0567	8.2100	10.1633	10.5100
2	3						
1	3						
3	3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	3						
1	3						
2	3						
3	3						
3	3						

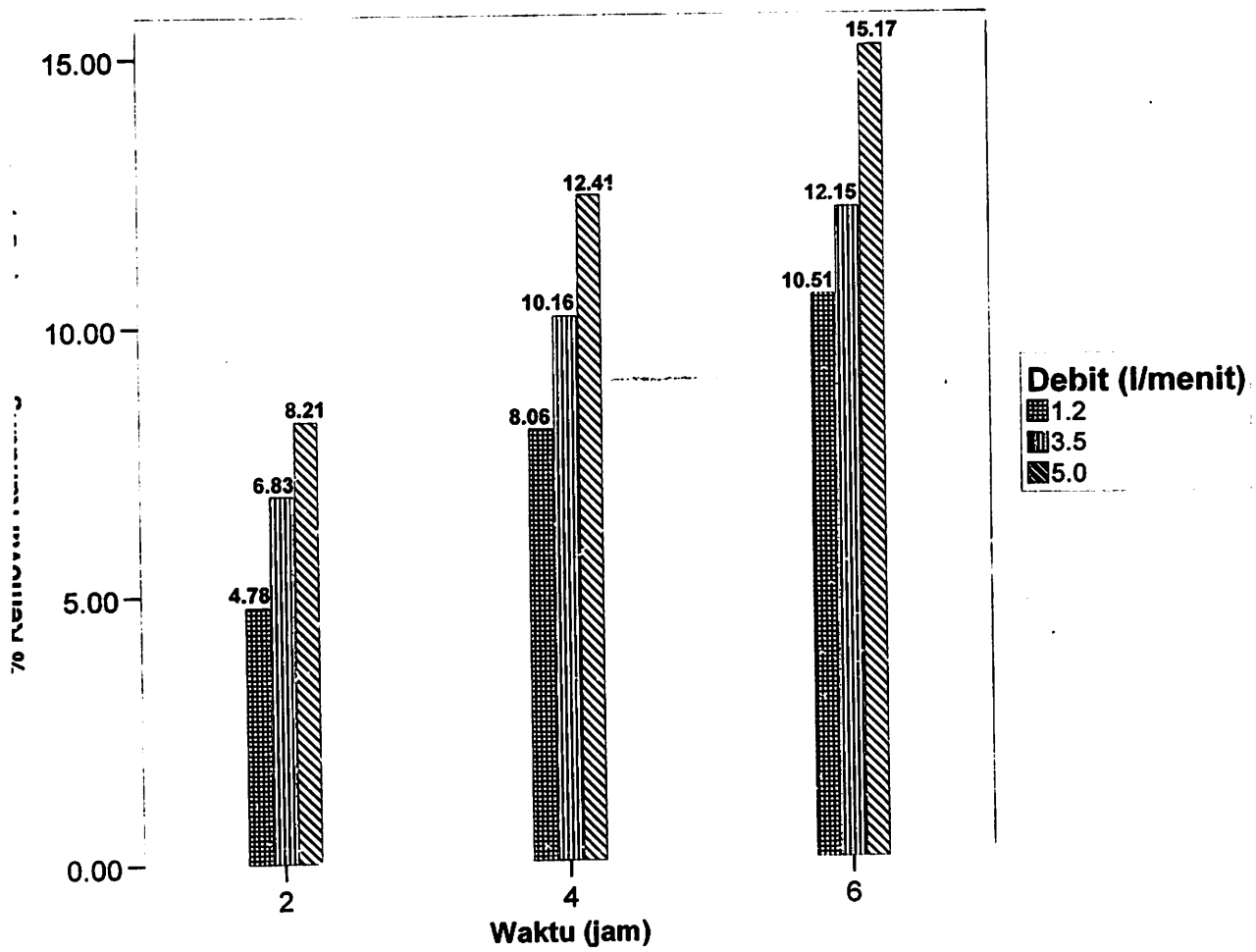
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 based on Type III Sum of Squares
 Error term is Mean Square(Error) = 6.074E-04.

% Removal Kandungan BOD (mg/l)

ican^{a,b}

MPEL	Subset		
	7	8	9
1	12.1467	12.4100	15.1700
2			
1			
3	1.000	1.000	1.000
2			
1			
2			
3			
3			

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 based on Type III Sum of Squares
 Error term is Mean Square(Error) = 6.074E-04.
 1. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
 2. Alpha = .05.



Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Removal Kandungan BOD (mg/l)	9.8093	3.06337	27
Waktu (jam)	4.00	1.664	27
Tekanan (l/menit)	3.233	1.5925	27

Correlations

		% Removal Kandungan BOD (mg/l)	Waktu (jam)	Tekanan (l/menit)
Pearson Correlation	% Removal Kandungan BOD (mg/l)	1.000	.815	.556
	Waktu (jam)	.815	1.000	.000
	Tekanan (l/menit)	.556	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	% Removal Kandungan BOD (mg/l)		.000	.001
	Waktu (jam)	.000		.500
	Tekanan (l/menit)	.001	.500	
		27	27	27
		27	27	27
		27	27	27

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tekanan (l/menit), Waktu (jam)		Enter

1. All requested variables entered.
2. Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.987 ^a	.973	.971	.51932

- a. Predictors: (Constant), Tekanan (l/menit), Waktu (jam)
b. Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

ANOVA^b

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	237.518	2	118.759	440.349	.000 ^a
Residual	6.473	24	.270		
Total	243.991	26			

- a. Predictors: (Constant), Tekanan (l/menit), Waktu (jam)
b. Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.349	.336		1.040	.309
Waktu (jam)	1.500	.061	.815	24.509	.000
Tekanan (l/menit)	1.070	.064	.556	16.734	.000

Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4.6333	14.6999	9.8093	3.02247	27
Residual	-.9646	.7201	.0000	.49895	27
Predicted Value	-1.713	1.618	.000	1.000	27
Residual	-1.858	1.387	.000	.961	27

Dependent Variable: % Removal Kandungan BOD (mg/l)

ivariate Analysis of Variance

etween-Subjects Factors

		N
MPEL	t1p1	3
	t1p2	3
	t1p3	3
	t2p1	3
	t2p2	3
	t2p3	3
	t3p1	3
	t3p2	3
	t3p3	3

Descriptive Statistics

endent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

MPEL	Mean	Std. Deviation	N
1	6.7967	.59475	3
2	14.5500	.08660	3
3	20.9633	.56748	3
1	17.7767	.47816	3
2	26.0700	.37643	3
3	32.4100	.35369	3
1	25.3067	.05033	3
2	30.5000	.59102	3
3	37.8867	.21362	3
Total	23.5844	9.26853	27

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

endent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

F	df1	df2	Sig.
2.041	8	18	.100

is the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

. Design: Intercept+KONS

Tests of Between-Subjects Effects

endent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2230.392 ^a	8	278.799	1591.958	.000
Intercept	15018.103	1	15018.103	85754.207	.000
KONS	2230.392	8	278.799	1591.958	.000
Error	3.152	18	.175		
Total	17251.647	27			
Corrected Total	2233.545	26			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

% Removal kandungan NITRAT(mg/l)

ican^{a,b}

MPEL	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
1	3	6.7967					
2	3		14.5500				
1	3			17.7767			
3	3				20.9633		
1	3					25.3067	
2	3						26.0700
2	3						
3	3						
3	3						
		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

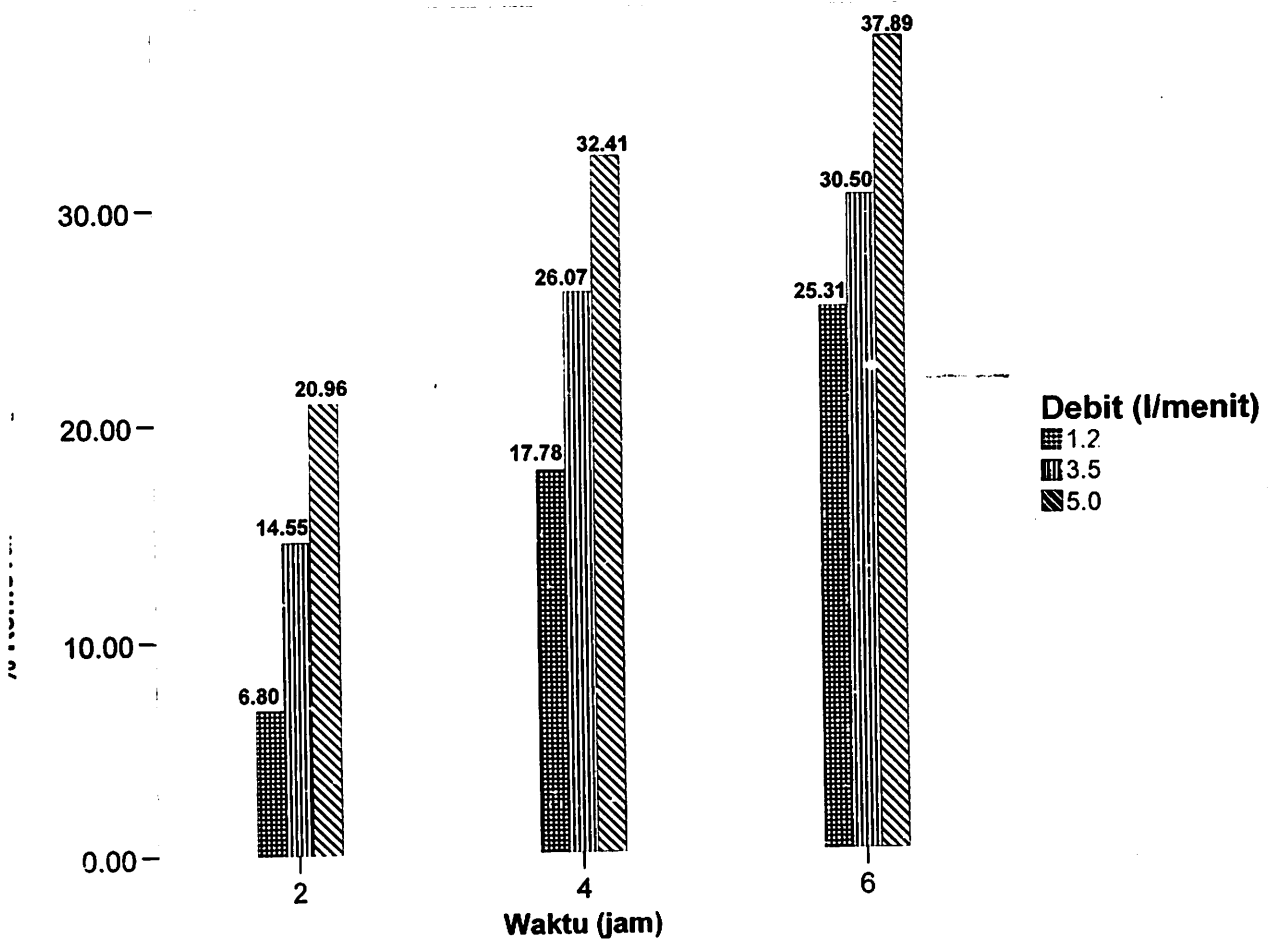
ns for groups in homogeneous subsets are displayed.
 ed on Type III Sum of Squares
 error term is Mean Square(Error) = .175.

% Removal kandungan NITRAT(mg/l)

ican^{a,b}

MPEL	Subset		
	7	8	9
1			
2			
1			
3			
1			
2	30.5000		
2		32.4100	
3			37.8867
3			
3	1.000	1.000	1.000

ns for groups in homogeneous subsets are displayed.
 ed on Type III Sum of Squares
 error term is Mean Square(Error) = .175.
 .. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
 .. Alpha = .05.



Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Removal kandungan NITRAT(mg/l)	23.5844	9.26853	27
Waktu (jam)	4.00	1.664	27
Tekanan (l/menit)	3.233	1.5925	27

Correlations

		% Removal kandungan NITRAT(mg/l)	Waktu (jam)	Tekanan (l/menit)
Pearson Correlation	% Removal kandungan NITRAT(mg/l)	1.000	.769	.616
	Waktu (jam)	.769	1.000	.000
	Tekanan (l/menit)	.616	.000	1.000
(1-tailed)	% Removal kandungan NITRAT(mg/l)		.000	.000
	Waktu (jam)	.000		.500
	Tekanan (l/menit)	.000	.500	
		27	27	27
		27	27	27
		27	27	27

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tekanan (l/menit), Waktu (jam)		Enter

All requested variables entered.

Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.985 ^a	.970	.968	1.66562

a. Predictors: (Constant), Tekanan (l/menit), Waktu (jam)

b. Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

ANOVA^b

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	2166.962	2	1083.481	390.545	.000 ^a
Residual	66.583	24	2.774		
Total	2233.545	26			

a. Predictors: (Constant), Tekanan (l/menit), Waktu (jam)

b. Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

Coefficients^a

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-5.130	1.077		-4.765	.000
Waktu (jam)	4.282	.196	.769	21.814	.000
Tekanan (l/menit)	3.584	.205	.616	17.471	.000

Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Adjusted Value	7.7338	38.4795	23.5844	9.12933	27
Adjusted	-3.1740	2.7944	.0000	1.60027	27
Predicted Value	-1.736	1.632	.000	1.000	27
Residual	-1.906	1.678	.000	.961	27

Dependent Variable: % Removal kandungan NITRAT(mg/l)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
MPEL	t1p1	3
	t1p2	3
	t1p3	3
	t2p1	3
	t2p2	3
	t2p3	3
	t3p1	3
	t3p2	3
	t3p3	3

Descriptive Statistics

Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT(mg/l)

MPEL	Mean	Std. Deviation	N
1	17.0400	1.12903	3
2	29.9633	.60682	3
3	46.2700	.17088	3
1	31.7667	1.05097	3
2	42.7833	.13650	3
3	59.5933	1.71220	3
1	50.9933	.46490	3
2	55.5700	1.64621	3
3	71.6167	.66493	3
Total	45.0663	16.16475	27

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT(mg/l)

F	df1	df2	Sig.
3.850	8	18	.008

Reject the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Design: Intercept+KONS

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT(mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6775.585 ^a	8	846.948	838.083	.000
Intercept	54836.219	1	54836.219	54262.245	.000
KONS	6775.585	8	846.948	838.083	.000
Error	18.190	18	1.011		
Total	61629.994	27			
Corrected Total	6793.775	26			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

% Removal kandungan POSFAT(mg/l)

an^{a,b}

MPEL	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
1	3	17.0400					
2	3		29.9633				
3	3			31.7667			
4	3				42.7833		
5	3					46.2700	
6	3						50.9933
7	3						
8	3						
9	3						
		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

is for groups in homogenous subsets are displayed.
 on Type III Sum of Squares
 error term is Mean Square(Error) = 1.011.

% Removal kandungan POSFAT(mg/l)

an^{a,b}

MPEL	Subset		
	7	8	9
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7	55.5700		
8		59.5933	
9			71.6167
	1.000	1.000	1.000

is for groups in homogeneous subsets are displayed.
 d on Type III Sum of Squares
 error term is Mean Square(Error) = 1.011.
 Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
 Alpha = .05.

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-4.542	2.382		-1.907	.069
Waktu (jam)	7.076	.434	.728	16.292	.000
Tekanan (l/menit)	6.590	.454	.649	14.521	.000

Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT(mg/l)

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	17.5164	70.8590	45.0663	15.77225	27
Residual	-7.3046	5.7014	.0000	3.54051	27
Predicted Value	-1.747	1.635	.000	1.000	27
Residual	-1.982	1.547	.000	.961	27

Dependent Variable: % Removal kandungan POSFAT(mg/l)


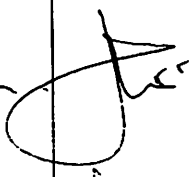
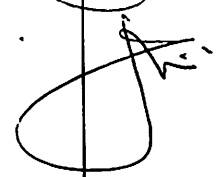
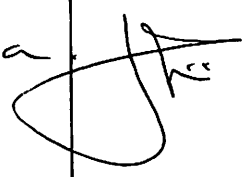
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Yetty Haryunna

NIM : 99.26.048/P

Jurusan : Teknik Lingkungan

Dosen Pembimbing II : Ir. Sudiro, MT

NO.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	26 Januari 2005	<ul style="list-style-type: none"> = kelayakan analisa dlm. = kelay. pembalokan. = pda arah variabel. = arah variabel. = lanjutkan. 	
	5-2-2005	<ul style="list-style-type: none"> = pembalokan di pda = lanjutkan ke kesimpulan 	
	11-2-2005	<ul style="list-style-type: none"> = kesimpulan & saran. = di pertajam. 	
	14-2-2005	<ul style="list-style-type: none"> = Siap di seminar 	

JALAN BENDUNGAN SIGURA-GURA NO.2
MALANG

PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama

YETTY HARYANA

Nim

99.26.048 P

Jurusan

Teknik Lingkungan.

Judul Tugas Akhir

Pada Ujian Tugas Akhir :

Hari, Tanggal

Perbaikan

- Bisa kembali sekeruh TA ini, perbaikan
kesalahan - kesalahan pengetikan

Apd sdh diperbaiki

AS 7'05
4

Malang,

2 - 4 - 2005

Dosen Penguji



(RAFAEL S)

PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : Yetty Haryuana

Nim : 9926048/P

Jurusan : Teknik Lingkungan.

Judul Tugas Akhir :

Uji Efektifitas Proses Aerasi pada
Pengolahan Air Limbah TPA Cipta Urang

Pada Ujian Tugas Akhir :

Hari, Tanggal : Sabtu, 2 April 05

Perbaikan :

1). Perbaiki "abstract"

2). Carikan variasi waktu hal. 4

3). Jelaskan besar koef. dan analisa korelasi di
besar koef. regresi utk setiap variabel dan
perubahan parameter yg signifikan

Malang, 2 April 05

Dosen Penguji

[Signature]
B. H

Perbaikan oleh
[Signature] - 9/1/05



Gambar 1. Kolam Penampungan Cairan Lindi Yang Mengalir Dari Lokasi Timbunan sampah.



Gambar 2. Pengambilan Sampel Lindi pada kolam penampungan .



Gambar 3. Alat Pengolahan Lindi Dengan Proses Aerasi



Gambar 4. Alat Pengolahan Lindi Dengan Proses Aerasi



Gambar 5. Sampel Lindi Setelah melalui Uji Parameter.



Gambar 6. Uji Spektrofotometer.