

# **TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI DOSIS KOAGULAN, pH DAN GRADIEN  
KECEPATAN TERHADAP TINGKAT PENURUNAN KEKERUHAN  
DAN  $BOD_5$  PADA TANGKI KOAGULASI DAN FLOKULASI  
DI RS. Dr. SOEPRAOEN MALANG**

Disusun oleh:  
**Idhe Zanthos**  
**99.26.003**



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

**2005**

# RIHMA SAGUT

MELAKSANAKAN KEGIATAN KEMAHKAMAHAN DAN KEMAHKAMAHAN  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN

RIHMA SAGUT  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN

KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN  
KEMAHKAMAHAN KEMAHKAMAHAN

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan Tugas Akhir yang berjudul :

**PENGARUH VARIASI DOSIS KOAGULAN, pH DAN GRADIEN KECEPATAN  
TERHADAP TINGKAT PENURUNAN KEKERUHAN DAN BOD<sub>5</sub> PADA  
TANGKI KOAGULASI DAN FLOKULASI  
DI RUMAH SAKIT Dr. SOEPRAOEN MALANG**

Disusun oleh :

**Idhe Zanthos**

**99.26.003**

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



Ketua

Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi M.Sc., Ph.D

Dewan Penguji

Penguji I

Sekretaris

DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi M.Sc., Ph.D

Evy Hendrianti, ST, MMT

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI DOSIS KOAGULAN, pH DAN GRADIEN KECEPATAN  
TERHADAP TINGKAT PENURUNAN KEKERUHAN DAN  $BOD_5$  PADA  
TANGKI KOAGULASI DAN FLOKULASI  
DI RUMAH SAKIT Dr. SOEPRAOEN MALANG

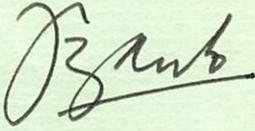
Disusun oleh :

**Idhe Zanthos**

**99.26.003**

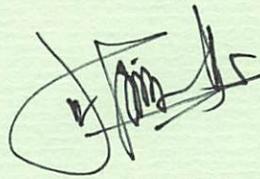
Diperiksa dan Disetujui,

Pembimbing I



Ir. Indrayanto

Pembimbing II



Sudiro, ST, 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 Komprehensif 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

**PENGARUH VARIASI DOSIS KOAGULAN, pH DAN GRADIEN KECEPATAN**  
**TERHADAP TINGKAT PENURUNAN KEKERUHAN DAN BOD<sub>5</sub> PADA**  
**TANGKI KOAGULASI DAN FLOKULASI**  
**DI RUMAH SAKIT Dr. SOEPRAOEN MALANG**

Disusun oleh :

**Idhe Zanthos**

99.26.003

**Teknik Lingkungan**

Majelis Penguji

Panitia Ujian Komprehensif Tugas Akhir

  
Ketua  
Nurul H, MTP

Sekretaris

  
DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

Dewan Penguji

Penguji I

  
Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi M.Sc., Ph.D

Penguji II

  
Evy Hendrianti, ST, MMT.

# بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

*Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang*

*Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:*

*GUSTI ALLAH SWT, tanpa kehendak-Mu semua ini takkan pernah terjadi, manusia hanya bisa berusaha dan berdoa, Engkaulah yang memutuskannya.....*

*NABI MUHAMMAD SAW, berikanlah aku syafaatmu.*

*EMAK DAN BAPAK, ribuan kilo jalan yang kalian tempuh, lewati rintangan untuk aku anakmu. Seperti udara kasih yang kalian berikan, tak sanggup ku membalas..... Dengan doa-doa baluri sekujur tubuhku, dengan apa ku membalas.....*

*MBA META dan MBA DEDE, kedua kakakku yang telah membimbingku sejak aku kecil sampai besar tanpa mengenal lelah.*

*ELVIRA DAMAYANTI, wanita yang telah mempunyai tempat yang paling spesial di dalam hatiku. She is my love, my spirit, my hope and my happiness..... She always at my side, when I'm happy and when I'm sad. You're Everything to me!!!!*

*NAWAK – NAWAK T. LINGKUNGAN.*

*Raden Mas Firman Ardiyanto putra mahkota kerajaan siluman, "selamat pagi Firman". Bapak latief guru besar spss dan Ibu siti Nurhaliza selamat menempuh hidup baru, Amelia "lyonk" etikasari. 135 sampel latihan mata hehehe.... Tante Yeti sing ngabari aku seminar minggu ke 2 maret, aku sujud sukur nang ngarep kos hehehe lagi... Kartjiban bin Kardian bengi-bengi nang araya trus ngeprint sampe isuk hehehe maneh.... Mas Agus "akhirnya". Mas yufride suwun nyewo montore, Anna and Vita sido ora tuku Tupperware. Ketut gradien kecepatan, Samsi tersenyum juga, Made and Indah penyambung lidah Pak Indra. Anton medan maju terus, Bagus Ndoy pewaris tunggal keluarga tau ming, Bayu mule nang malang kene hujan, Amang Dani "Aku kangen ambek kon, Ojo mudah menyerah" Andri CK, yo opo kabare cah-cah magetan hehehe terus... Zulfan kebo ilang, Reno, Kaisar taufan, Didik Kempot, Herman BF, Kilal and Kuya kena tipu terus, Eli "semangat, semangat, semangat", miqdar der dor, Juleha Sporty Bandung, Yuni kon saiki ndek ndi, DJ evi suwun kopinya, Dini si waktu senggang, Puma makasih pendapat2nya, Sigit penunjuk jalan sampe nyasar, johan makasih waktu ujian, Djarwing ayo semangat, Mas Dwi Cahyo makasih printernya dan penitipan sepedanya hehehe lagi... Anto klotok kapan nyusul, lila ratu permen, leli AQC. Arek 2000 dan 2001 sing aku nggak ngerti jenenge tapi ngerti raine suwun kabeh!*

*MT. HARYONO. VIII NO 999*

*"Muhamad Syamsul Negro Ambon 1 Rido" suwun komputer and kamare aku gawe terus, Agus Wedus Ambon 2 kartolo jonantan, Firman (loh jenengmu perasaan wis ono, tapi gak popo wis, kon kan termasuk penghuni), Sarifo, Yudi, Dodi, Cupetong, Tasin basin, mas Ari, Dadang, Opan Pak No dan Bu No Matur sembah nuwun engge.*

*ARADUAS AT NGALAM CITY*

*Satria Jodhi Tampan Sanjaya saudara sebots, kapan kita ladub lagi dah lams nih. Okje lapedro udah jago main PS bilang ayas. Mas Agung Lanange jagad, Dondi Paimo nyanyi yuk "I don't know what you hear about me, SINGO EDAN", Mas Alfian Raja Listrik, Oka pelajar berseragam, Risa, Debbi, Nila, Dek Kiki sarjana bareng, Mas Dodi.*

*ADEPES sing tak tumpai kanggo riwa riwi*

*Vega biru, Honda Win, Shogun ijo, Astrea Ireng, Satria biru, RX King, and yang terakfir Jupiter merah (Saiki kok wis nggak ono kabare)*

*MAC (Malang Angkot Community)*

*AL, ADL, MM, CKL, ABG, AMG, AJG, PBB, LG*

*AREMA SINGO EDAN*

*Arema Singo Edan jangan loyo, Arema Singo Edan jangan kendu. Kalo Arema loyo, Kalo Arema Kendu. Bukan Singo tapi putri Solo*

*Semua teman teman yang tidak bisa aku sebutkan satu-persatu karena keterbatasan ingatanku, MATUR SUWUN KABEHI!!*

اَلْحَمْدُ لِلّٰهِ رَبِّ الْعٰلَمِيْنَ

*Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh variasi dosis koagulan, pH dan gradient kecepatan terhadap tingkat penyisiran kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> pada tangki koagulasi dan flokulasi di RS. Dr. Soepraoen Malang” ini dengan baik. Skripsi untuk memenuhi persyaratan di dalam memperoleh gelar sarjana S-1 bagi mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Perlu dimaklumi bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna apalagi sebutan baik, namun skripsi ini merupakan usaha maksimal sesuai dengan kemampuan yang dimiliki oleh penulis.

Dalam penyelesaian skripsi ini banyak ditopang dan dibantu oleh berbagai pihak, baik yang bersifat moril maupun materi. Oleh sebab itu, sudah sepantasnya dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi selaku ketua jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang
2. Bapak Ir. Indrayanto selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dalam skripsi ini.
3. Bapak Sudiro, ST. MT. Selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dalam skripsi ini.
4. Bapak Hardianto, ST, Ibu Anis A, ST, Ibu Evy Hendriarianti, ST. MMT. Bapak Bovi Villa S, ST. Selaku dosen pengajar Teknik Lingkungan.
5. Bapak, Ibu, dan keluarga tercinta yang telah banyak memberikan doa, bantuan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Semoga semua bantuan yang tak terhingga ini dibalas oleh Allah SWT dengan berlipat ganda

“Tak Ada Gading Yang Tak Retak”, begitulah kata pepatah. Maka penyusun pun menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak guna kesempurnaan skripsi ini. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai informasi ilmu pengetahuan.

Penyusun

## ABSTRACT

Zanthos. Idhe 2005. *Influence of variation of dose coagulant, pH, and gradien of speed toward turbidness decrease rate and BOD<sub>5</sub> at tank of coagulation and flocculation in hospital Dr. Soepraoen Malang*, The thesis, majors of environmental technique. Malang National institute of technology. Counsellor, Indrayanto, Ir. Sudiro, ST, MT.

Keyword: Coagulation and flocculation, turbidness , BOD<sub>5</sub>, pH, dose of coagulant, gradient speed.

One of important problem in the case of healthy environment improvement is the emerge of full consciousness in distributing and processing dumped water in a proper and a correct system, a dump liquid is a wasted liquid produced by domestic and industrial activities. Hospital is considered as one of domestic dumped water source, which in general contain of micro organism, poisoned chemical material, and radio active. The purpose of this research is to find out the influence of coagulant dose (alum), pH and gradient speed at coagulation and flocculation tank at Dr. Soepraoen hospital, Malang.

While the benefit of the research is to reduce the turbid ness and BOD<sub>5</sub> rate at Dr Soepraoen hospital, in order to achieve the standart requirement. The research process is conducted at coagulation and flocculation tank by pouring dumped water into coagulation and flocculation tank, continued by pH managing process to dumped water, with pH variety 6,7,8. This action followed by injection of coagulation with dose variety (25, 30, 45 mg/l). Then followed by coordinating gradient speed of coagulation and flocculation tank with variety (30/15, 45/20, 60/25 s<sup>-1</sup> ). The dumped water which came out from effluent coagulation and flocculation tank tested its turbidness and BOD<sub>5</sub> content. The test of turbidness and BOD<sub>5</sub> using turbidimetry and titimetry method. This research data is examined statistically by applying univariate anova.

The result of research analysis shows that the bigger pH, coagulant dose and gradien speed will produce bigger turbidness concentration decrease is accured at pH 8, coagulant dose 45 mg/l, tank coagulation gradient speed 60 s<sup>-1</sup> and tank flocculation gradien speed 25 s<sup>-1</sup> which able to reduce 95,05 % turbidness. While the biggest BOD<sub>5</sub> content decrease, occurred at pH 8, coagulant dose 45 mg/l, tank coagulation gradient speed 60 s<sup>-1</sup> and tank flocculation gradien speed 25 s<sup>-1</sup> which able to reduce BOD<sub>5</sub> up to 63,07 %.

## ABSTRAK

Idhe Zanthos. 2005. *Pengaruh variasi dosis koagulan, pH, dan gradien kecepatan terhadap tingkat penurunan kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> pada tangki koagulasi dan flokulasi di RS. Dr. Soepraoen Malang*. Skripsi, jurusan teknik lingkungan. Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing, Ir. Indrayanto. Sudiro, ST, MT.

Kata kunci: Koagulasi dan flokulasi, Kekeruhan, BOD<sub>5</sub>, pH, Dosis koagulan, gradient kecepatan

Salah satu permasalahan penting dalam hal peningkatan lingkungan yang sehat adalah kesadaran dalam menyalurkan dan mengolah air limbah secara baik dan benar, limbah cair merupakan buangan yang berbentuk cair yang berasal dari kegiatan domestik dan industri. Rumah sakit merupakan salah satu sumber air limbah domestik yang umumnya mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radio aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dosis koagulan (alum), pH dan gradien kecepatan pada tangki koagulasi dan flokulasi di rumah sakit Dr. Soepraoen Malang. Sedangkan manfaatnya adalah menurunkan kekeruhan dan kadar BOD<sub>5</sub> rumah sakit Dr. Soepraoen Malang, sehingga memenuhi ambang batas yang telah ditentukan

Proses penelitian dilakukan di tangki koagulasi dan flokulasi dengan cara memasukkan air limbah ke dalam bak koagulasi dan flokulasi, lalu melakukan pengaturan pH pada air limbah dengan variasi pH 6,7,8. Setelah itu penginjeksian koagulan dengan variasi dosis (25,30,45 mg/l), lalu pengaturan gradient kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi dengan variasi (30/15, 45/20, 60/25 s<sup>-1</sup>). Air limbah yang keluar dari effluent tangki koagulasi dan flokulasi diuji kandungan kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> nya. Pengujian kandungan kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> menggunakan metode turbidimetry dan titimetry, data penelitian di uji secara statistik dengan menggunakan univariate anova

Analisa hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar pH, dosis koagulan dan gradien kecepatan maka semakin besar pula penurunan konsentrasi kekeruhan dan BOD<sub>5</sub>. Penurunan konsentrasi kekeruhan yang terbesar, terjadi pada perlakuan pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> yang mampu menurunkan kekeruhan sebesar 95,05 %. Sedangkan penurunan kandungan BOD yang terbesar, terjadi pada perlakuan pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> yang mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 63,07 %.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	i
<b>KATA PENGANTAR</b>	ii
<b>ABSTRAK</b>	iii
<b>DAFTAR ISI</b>	v
<b>DAFTAR TABEL</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1. Tujuan Penelitian	3
1.4.2. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Air Limbah Rumah Sakit	4
2.1.1. Sumber Air Limbah Rumah Sakit	4
2.1.2. Karakteristik air Limbah Rumah Sakit	4
2.1.3. Kategori Limbah Rumah Sakit	5
2.1.4. Pengaruh Air Limbah Rumah Sakit	5
2.2. Pengolahan Air Limbah	6
2.2.1. Noggerath (NSI Spiral Sleeve)	6
2.2.2. Grease Trap	6
2.2.3. Equalization Tank	6
2.2.4. Coagulation and Flocculation Tank	6
2.2.4.1. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Koagulasi dan Flokulasi	8

Proses Koagulasi dan Flokulasi	8
2.2.4.2. Pengadukan Cepat dan Lambat	10
2.2.4.3. Alum	13
2.2.5. FBC – Bioreactor (Biodetox)	13
2.2.6. Holding Tank	14
2.2.7. Mixed Media Filter	14
2.2.8. Treated Water Tank	14
2.3. Parameter Air Limbah	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Lokasi Penelitian	17
3.2. Waktu Penelitian	17
3.3. Alat dan Bahan	17
3.3.1. Alat-alat	17
3.3.2. Bahan	18
3.4. Prosedur Penelitian	18
3.4.1. Persiapan Alat	18
3.4.2. Penelitian Pendahuluan	18
3.4.3. Proses Penelitian	19
3.4.4. Analytical Quality Control	19
3.4.5. Metode Analisa Parameter	20
3.4.6. Metode Analisa Data	20
3.5. Kerangka Penelitian	21
<b>BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil Penelitian	22
4.1.1. Data Kekkeruhan Awal	22
4.1.2. Data kekkeruhan Akhir	22
4.1.3. Penurunan Kekkeruhan	24
4.1.4. Analisa Uji Duncan	25
4.1.5. Analisa Uji Korelasi	27

4.1.6. Analisa Uji Regresi	28
4.2. Data BOD <sub>5</sub> awal	31
4.2.1. Data BOD <sub>5</sub> akhir	31
4.2.2. Penurunan BOD <sub>5</sub>	33
4.2.3. Analisa Uji Duncan	34
4.2.4. Analisa Uji Korelasi	36
4.2.5. Analisa Uji Anova Regresi	37
4.3. Pembahasan	40
4.3.1. Penurunan Kekeruhan Dengan Menggunakan Variasi Dosis Koagulan, pH, dan Gradien Kecepatan	40
4.3.2. Penurunan BOD <sub>5</sub> Dengan Menggunakan Variasi Dosis Koagulan, pH, dan Gradien Kecepatan	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Kekeruhan akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi	29
Tabel 4.2. Nilai rata-rata kekeruhan akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi	30
Tabel 4.3. Penurunan kekeruhan dan persentase penurunan kekeruhan setelah proses koagulasi dan flokulasi	31
Tabel 4.4. Uji Duncan	33
Tabel 4.5. Korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi perlakuan	34
Tabel 4.6. Hasil uji anova regresi	35
Tabel 4.7. Model summary	35
Tabel 4.8. Persamaan regresi	36
Tabel 4.9. BOD <sub>5</sub> akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi	38
Tabel 4.10. Nilai rata-rata BOD <sub>5</sub> akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi	39
Tabel 4.11. Penurunan BOD <sub>5</sub> dan persentase penurunan BOD <sub>5</sub> setelah proses koagulasi dan flokulasi	40
Tabel 4.12. Uji Duncan	42
Tabel 4.13. Korelasi antara % penurunan BOD <sub>5</sub> dengan variasi Perlakuan	43
Tabel 4.14. Hasil uji anova regresi	44
Tabel 4.15. Model summary	44
Tabel 4.16. Persamaan regresi	45

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Jenis-jenis agitator	21
Grafik 4.1. Persentase penurunan kekeruhan	32
Grafik 4.2. Persentase penurunan BOD <sub>5</sub>	41

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Salah satu permasalahan penting dalam hal peningkatan lingkungan yang sehat adalah kesadaran dalam menyalurkan dan mengolah air limbah secara baik dan benar, limbah cair merupakan buangan yang berbentuk cair yang berasal dari kegiatan domestik dan industri. Rumah sakit merupakan salah satu sumber air limbah domestik yang umumnya mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radio aktif. Pembuangan air limbah domestik atau rumah sakit kebanyakan belum melalui sistem pengolahan yang benar, ada beberapa rumah sakit yang langsung membuang langsung ke saluran umum atau sungai dan atau dimasukkan ke sumur-sumur peresapan yang sebelumnya dilewatkan septic tank, akan tetapi hal tersebut belum menjadi jaminan bahwa air limbah yang dibuang sudah memenuhi standart yang telah ditentukan.

Apabila pembuangan ini berlangsung terus menerus maka akan terjadi akumulasi limbah di badan air penerima, sehingga terjadi pencemaran yang membahayakan kehidupan manusia. Jika masalah ini dibiarkan berlarut-larut tanpa pengelolaan yang baik, maka tugas yang dihadapi masyarakat serta pemerintah akan semakin berat karena masalah yang ditimbulkan, tak hanya masalah teknis saja tetapi juga menyangkut masalah sosial

Rumah sakit sebagai salah satu pelayanan umum berfungsi untuk menangani, merawat dan mengobati orang sakit akan menghasilkan limbah, diantaranya air limbah dengan kuantitas dan kualitas yang perlu mendapat perhatian, karena di dalamnya mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3).

Sumber air limbah rumah sakit yang mengandung B3 diantaranya berasal dari ruang perawatan, ruang bedah, laundry, laboratorium dan ruang roentgen. Kandungan bahan – bahan dalam air limbah rumah sakit dapat bersifat toksik, infeksius dan radioaktif. Semakin tinggi kelas rumah sakit semakin kompleks jumlah dan jenis air limbah yang dihasilkan karena kompleksitasnya dapat melebihi limbah industri pada umumnya.

Dengan adanya air limbah rumah sakit yang mempunyai potensi dapat membahayakan kesehatan masyarakat maupun lingkungan, maka sebagai upaya untuk menangani dampak yang mungkin ditimbulkan pihak rumah sakit Dr. Soepraoen Malang telah melakukan upaya pengolahan terhadap air limbah diantaranya adalah dengan proses koagulasi dan flokulasi. Beberapa hal yang diduga menjadi faktor pendukung adalah dosis koagulan, pH dan gradien kecepatan

## **1.2. PERUMUSAN MASALAH**

Adakah pengaruh variasi dosis koagulan, pH dan gradien kecepatan terhadap tingkat penurunan kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> pada proses koagulasi dan flokulasi.

## **1.3. RUANG LINGKUP PENELITIAN**

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Bak yang digunakan adalah bak koagulasi dan flokulasi yang terdapat pada instalasi pengolahan air limbah rumah sakit Dr. Soepraoen Malang
2. Air limbah yang digunakan adalah limbah asli rumah sakit Dr. Soepraoen Malang
3. Parameter uji adalah kekeruhan dan kadar BOD<sub>5</sub> yang dihasilkan oleh tangki koagulasi dan flokulasi
4. Variasi perlakuan pada tangki koagulasi dan flokulasi, dosis koagulan (25,30,45 mg/l), pH (6,7,8) dan gradien kecepatan pada tangki koagulasi dan flokulasi (30/15,45/20,60/25 s<sup>-1</sup>)

## **1.4. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1.4.1. Tujuan Penelitian**

Mengetahui pengaruh variasi dosis koagulan (alum), pH dan gradien kecepatan terhadap penurunan kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> pada tangki koagulasi dan flokulasi di rumah sakit Dr. Soepraoen Malang

### **1.4.2. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk melengkapi prosedur pengolahan limbah rumah sakit Dr. Soepraoen Malang

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. AIR LIMBAH RUMAH SAKIT**

Rumah sakit adalah sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan kegiatan serta dapat berfungsi sebagai tempat pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian. (Permenkes RI No. 986/Menkes/Per/XI/1992, tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit). Pelayanan kesehatan di rumah sakit diutamakan pada pelayanan untuk penyembuhan dan pemulihan yang bersifat darurat, akut maupun kronis. Pada kenyataannya pelayanan tersebut meliputi rawat inap dan rawat jalan. Variasi pelayanan tersebut tergantung kelas rumah sakitnya (rumah sakit kelas A, B, C, dan D).

##### **2.1.1. Sumber Air Limbah Rumah Sakit**

Air limbah rumah sakit adalah semua limbah cair yang berasal dari rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif (Depkes RI, 1995).

Sumber air limbah rumah sakit bervariasi sesuai dengan jenis dan kelas rumah sakitnya (Depkes RI, 1988). Umumnya berasal dari dapur, pencucian linen, ruang perawatan dan unit lain sesuai dengan kelas rumah sakit.

Volume buangan air limbah pada masing-masing rumah sakit berbeda, tergantung dari jumlah pasien dan rata-rata pemakaian air. Karena pada dasarnya sebagian air bersih setelah proses akan terbuang ke lingkungan sebagai air limbah.

##### **2.1.2. Karakteristik Air Limbah Rumah Sakit**

Karakteristik air limbah rumah sakit dipengaruhi oleh unit-unit yang ada serta macam atau jenis penyakitnya dari pasien yang dirawat, secara garis besar (Achmadi, 1990) membedakannya sebagai berikut:

- a. Air limbah non toksik, yaitu air limbah yang tidak mengandung zat-zat beracun, misalnya dari dapur.

- b. Air limbah toksik, yaitu air limbah yang mengandung zat-zat beracun, misalnya dari poliklinik dan kamar bedah.
- c. Air limbah pathogen, yaitu air limbah yang tidak mengandung kuman-kuman penyakit, misalnya dari ruang perawatan penyakit menular.
- d. Air limbah non pathogen, air limbah yang tidak mengandung kuman-kuman penyakit, misalnya dari dapur
- e. Air limbah yang mengandung zat radioaktif, misalnya dari ruang radioaktif.

### **2.1.3. Kategori Limbah Rumah Sakit**

Secara umum limbah rumah sakit dapat dibagi menjadi 4 kategori, yaitu:

- a. Limbah secara umum yang bersifat normal sebagaimana limbah rumah tangga kurang lebih 85% dari seluruh limbah rumah sakit
- b. Limbah infeksius, semua jenis limbah yang terkontaminasi oleh mikroorganisme pathogen termasuk limbah patologis kurang lebih 10%.
- c. Limbah toksis yang bersifat toksis, korosif dan mudah terbakar termasuk sisa-sisa bahan farmasi lebih kurang 4-5%.
- d. Limbah yang mengandung radio isotop lebih kurang 1% (Achmadi, 1990).

### **2.1.4. Pengaruh Air Limbah Rumah Sakit**

#### **a. Pengaruh terhadap kesehatan**

Air limbah yang dihasilkan rumah sakit dapat membahayakan dan menimbulkan gangguan kesehatan bagi pengunjung dan terutama kepada petugas yang menangani limbah tersebut serta masyarakat yang berada di sekitar rumah sakit.

Air limbah rumah sakit sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain membawa kuman penyakit, juga dapat mengandung bahan-bahan beracun, penyebab iritasi, gangguan bau dan bahan-bahan lain yang mudah terbakar (Depkes RI, 1992).

#### **b. Pengaruh terhadap ekosistem**

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada dalam air limbah, maka akan menyebabkan turunnya kadar oksigen yang terlarut dalam air limbah tersebut. Hal ini dapat menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu.

Selain kematian kehidupan di dalam air disebabkan kurangnya oksigen, juga disebabkan adanya zat beracun (Sugiharto, 1987).

## **2.2. PENGOLAHAN AIR LIMBAH**

Tujuan utama pengolahan air limbah yaitu untuk mengurangi BOD, partikel tercampur dan membunuh organisme pathogen.

Pengolahan air limbah di Rumah Sakit Dr Soepraoen adalah sebagai berikut:

### **2.2.1. Noggerath (NSI Spiral Sieve)**

Berfungsi untuk menyaring sampah/kotoran yang terikut dalam saluran air limbah. Sampah yang tersaring tersebut di kumpulkan, di keringkan, lalu di kompresi secara otomatis sehingga sampah yang keluar berupa sampah padat yang kering. Sampah kering tersebut lalu ditampung dalam kantong plastik dan kemudian dapat di bakar di dalam incinerator.

### **2.2.2. Grease Trap**

Grease Trap berfungsi untuk menjebak lemak dan sisa-sisa minyak yang biasanya berasal dari dapur maupun kantin. Sisa-sisa minyak atau lemak yang mengapung di dalam bak ini secara periodic harus di ambil secara manual, agar tidak lolos ke dalam bak equalisasi.

### **2.2.3. Equalization Tank (Bak Pengumpul)**

Bak Equalisasi berfungsi untuk menampung air limbah dari seluruh limbah yang ada. Di dalam bak pengumpul terdapat campuran dari berbagai sumber air limbah dengan debit dan karakter yang berbeda-beda.

Di samping untuk menampung debit air yang berbeda, bak pengumpul juga berfungsi untuk menyamakan karakteristik air limbah. Dengan adanya homogenasi air limbah akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Semakin homogen air limbah maka system pengolahan semakin stabil dan hasilnya semakin maksimal.

### **2.2.4. Coagulation and Flocculation Tank**

koagulasi dan flokulasi merupakan proses umum yang sering dilakukan untuk mengolah air yang telah tercemar oleh zat-zat pencemar yang tinggi tingkatannya.

Pengertian koagulasi dan flokulasi untuk lebih jelasnya dapat didefinisikan sebagai berikut:

- Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia (koagulan) ke dalam air baku dengan maksud mengurangi daya tolak menolak antar partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung menjadi flok-flok kecil
- Flokulasi adalah proses penggabungan flok-flok kecil (proses koagulasi) menjadi flok-flok yang berukuran besar sehingga mudah mengendap.

### **Proses koagulasi**

Pada proses koagulasi tahap destabilisasi koloid dan pembentukan mikroflok terjadi penambahan elektrolit positif dari koagulan. Didalam air koagulan akan bereaksi ganda yaitu reaksi disosiasi (penguraian) dan reaksi hidrolisa. Sesuai dengan konsep destabilisasi koloid, apabila konsentrasi muatan partikel kecil (kekeruhan rendah) maka penetralan oleh elektrolit positif akan sulit terjadi. Untuk itu diperlukan penambahan zat bantu koagulasi, berupa material kekeruhan yang berfungsi untuk menambah konsentrasi muatan koloid, agar mampu berinteraksi secara positif dari koagulan sehingga mempermudah penggabungan partikel koloid.

### **Proses flokulasi**

Flokulasi merupakan proses memperbesar gumpalan inti flok dengan cara agitasi untuk menghasilkan flok-flok yang mudah mengendap. Seperti yang kita ketahui bahwa koloid-koloid yang tidak stabil cenderung untuk menggumpal. Kecepatan menggumpal ditentukan oleh banyaknya benturan yang terjadi antara partikel-partikel koloid.

Pada proses flokulasi ini waktu kontak antar partikel dapat terjadi melalui beberapa cara yaitu:

- Kontak yang dihasilkan oleh gerak Brownian Motion atau Brownian Diffusion
- Kontak yang dihasilkan karena gerak cairan, misalnya karena pengadukan.

- Kontak yang dihasilkan dari partikel yang mengendap yakni dengan adanya tumbukan antara partikel yang mempunyai kecepatan mengendap yang lebih besar dengan partikel yang mempunyai kecepatan mengendap yang lebih kecil bergabung sehingga memiliki kecepatan mengendap yang lebih besar lagi. Kemudian kemudian bertumbukan lagi dengan partikel yang mempunyai kecepatan mengendap yang lebih kecil dan seterusnya.

#### **2.2.4.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi**

- pH  
 Nilai pH cukup berpengaruh dalam proses koagulasi dan flokulasi . Hal ini karena nilai pH sangat mempengaruhi dalam penetapan dosis koagulan optimum, adanya batasan nilai pH dapat terjadi karena pengaruh dari pemilihan jenis koagulan yang dipakai. Pada proses koagulasi dan flokulasi terdapat suatu range nilai pH, ini dimaksudkan agar terjadi proses yang baik dengan dosis koagulan tertentu. Adapun besarnya range pH yang optimum tidak harus sama untuk masing-masing jenis koagulan tergantung dari komposisi dan dosis koagulan yang dipakai, serta komposisi kimiawi air baku. Range pH pada proses pembentukan flok optimal sebesar 6-8 (Schulz,Okun,A,1984)
- Kekерuhan  
 Kekерuhan teramati sebagai sifat optis larutan yang mengandung zat tersuspensi di dalamnya. Semakin tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan, semakin tinggi kekерuhan, begitu pula sebaliknya. Range kekерuhan pada air limbah berkisar 1000 – 9000 NTU. (Sri Sumestri Santika,1984)
- Temperatur  
 Temperatur mempengaruhi besarnya viscositas air. Semakin tinggi temperatur maka semakin kecil nilai viscositas menyebabkan berubahnya gradien kecepatan sehingga

mempengaruhi proses dan koagulasi. Bila temperatur kecil maka gradient kecepatan kecil begitu sebaliknya.

- Komposisi zat kimia dalam air

Didalam air terlarut garam mineral yang sangat dipengaruhi oleh senyawa pembentuk konsentrasinya, baik organik maupun anorganik. Pengaruh yang disebabkan oleh garam mineral dalam air adalah kemampuannya dalam menggantikan kedudukan ion hidroksidanya pada senyawa kompleks hidrosid. Selain hal tersebut diatas garam mineral yang terlarut didalam air baku berpengaruh menentukan

- Range pH optimum pada proses koagulasi
- Dosis koagulan optimum
- Waktu yang diperlukan pada proses koagulasi dan flokulasi.

- Gradien kecepatan

Pada proses koagulasi dan flokulasi dipengaruhi oleh gradient kecepatan, yaitu karakteristik yang digunakan un-tuk pencampuran fluida yang dinyatakan dengan  $(\text{detik})^{-1}$ , gradient kecepatan harus dipilih sesuai dengan tujuan proses yang diinginkan . ( Fair, Gordon, Geyer, John, Okun, Daniel, 1968 ). Kriteria untuk pengadukan cepat, nilai  $G \times t_d \geq 300 \text{ detik}^{-1}$ , dengan  $t_d = 30-60 \text{ detik}$ . Sedangkan pengadukan lambat, nilai  $G \times t_d$  antara  $20.000 - 200.000 \text{ detik}^{-1}$  (Tom D Reynold, 1982)

- Waktu detensi

Waktu detensi merupakan salah satu factor penting pada proses koagulasi dan flokulasi. Waktu detensi merupakan fungsi dari debit dan kapasitas bak, waktu detensi ini mempengaruhi besarnya gradient kecepatan, besarnya gradient kecepatan berbanding terbalik dengan waktu detensi sehingga diperlukan penyesuaian waktu detensi dengan gradient kecepataannya.

diperlukan untuk pengadukan cepat berkisar 1 menit, sedangkan untuk pengadukan lambat berkisar 15 menit.

- **Koagulan**

Koagulan merupakan zat kimia yang dapat mengikat partikel koloid dalam proses koagulasi dan flokulasi, sehingga dapat terjadi pembentukan flok-flok untuk kemudian mengendap. Dalam memilih koagulan harus disesuaikan dengan jenis koloid yang terkandung di dalam air baku agar proses ikatan pembentukan flok dapat efektif.

- **Turbulensi**

Turbulensi adalah keadaan dimana aliran fluida bergerak karena gerakan-gerakan oleh fluida tersebut. Turbulensi sangat penting dalam proses koagulasi karena memberikan kesempatan besar pada partikel-partikel koloid untuk bercampur dengan bahan koagulan yang ditambahkan secara cukup dan merata. Aliran turbulensi ini dapat dibuat dengan cara pengadukan.

- **Zeta potensial**

Zeta potensial adalah zeta potensial elektro statis yang ada di sekitar kulit, suatu partikel yang dapat mempengaruhi stabilitas koloid dalam pergerakan air.

#### **2.2.4.2. Pengadukan cepat dan lambat**

Pengadukan cepat diperlukan untuk proses koagulasi, sedangkan pengadukan lambat diperlukan untuk proses flokulasi. Proses koagulasi memerlukan pengadukan cepat karena beberapa alasan yaitu:

1. Untuk dapat melarutkan koagulan dalam air
2. Untuk mendistribusikan koagulan secara cukup merata dalam air
3. Untuk dapat menghasilkan partikel-partikel halus sebagai inti koagulasi sebelum reaksi koagulasi selesai.

Proses flokulasi memerlukan pengadukan lambat juga karena beberapa alasan yaitu:

1. Memberi kesempatan pada partikel-partikel flok kecil yang sudah terakogulasi untuk bergabung menjadi flok-flok yang ukurannya semakin lama semakin besar.
2. Memudahkan flokulan dan benang-benangnya untuk mengikat flok-flok kecil menjadi ikatan flok yang ukurannya semakin lama semakin besar.
3. Mencegah pecahnya kembali flok-flok yang terbentuk.

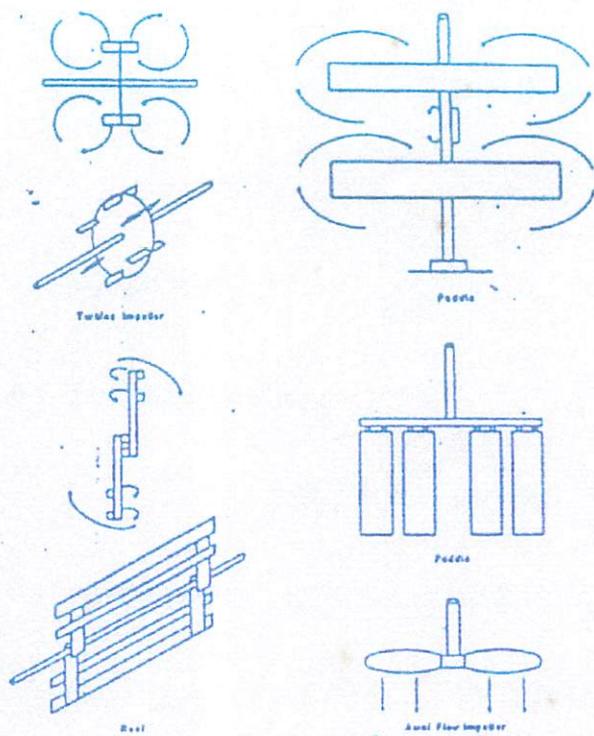


FIG. 6 Types of Agitators

The arrows represent the flow patterns created by the agitator units. Paddle and reel type units tend to impart a general rotary motion to the water, as well as some internal turbulence.

### Gambar 2.1. Jenis-jenis agitator

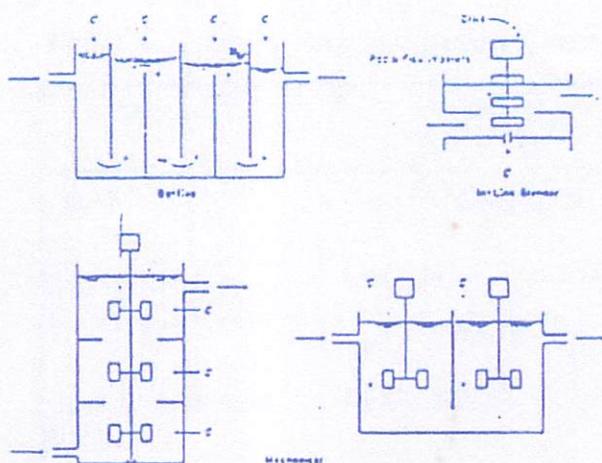


FIG. 7 Types of Rapid Mixers

C designates the point of chemical injection. Practice in design of rapid mixing units has been to provide 10-30-sec detention time with relatively high powered mixing devices, sized to yield velocity gradients in the order of 300 f/s, or more.

### 2.2.4.3. Alum

Alum mempunyai fungsi sebagai koagulan yaitu bahan kimia yang dibutuhkan pada proses penjernihan air untuk membantu pengendapan partikel yang kecil yang tidak dapat mengendap dengan cara gravitasi.

Ada tiga jenis alum yaitu:

1. Potas alum (Alumunium Potasium Sulphate) dengan rumus kimia  $\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  yang mempunyai ciri-ciri antara lain:
  - a. Kristal putih bening.
  - b. Larutan dalam air tidak larut dalam alcohol
  - c. Merupakan hasil kristalisasi larutan alumunium sulfat dan kalium sulfat.
2. Soda alum (alumunium Sodium Sulphate) dengan rumus kimia  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  yang mempunyai ciri-ciri antara lain:
  - a. Kristal tidak berwarna
  - b. Larut dalam air tidak larut dalam alcohol
  - c. Dibuat dengan reaksi antara alumunium sulfat dan NaCl.
3. Alumunium sulfat dengan rumus kimia  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  atau filter alum yang dipakai di pabrik kertas untuk pengendapan resin di serat-serat kertas

### 2.2.5. FBC – Bioreactor (Biodetox)

FBC – Bioreactor (Biodetox) merupakan system pengolahan limbah secara aerobic dengan menggunakan system Fixed Bed Cascade. Sistem ini terdiri dari sebuah reactor dan di dalamnya terdapat elemen fixed bed yang berfungsi sebagai tempat berkembang biaknya mikroorganismenya. Mikroorganismenya pembentuk film akan melekat, tumbuh dan berkembang pada permukaan elemen tersebut. Kemudian dari sisi bawah elemen fixed bed tersebut di aerasi dengan menggunakan Blower untuk menciptakan suasana aerobic.

Pada start up pertama, bakteri di masukkan ke dalam bioreactor, bakteri yang di tambahkan tersebut yaitu jenis Noggies. Bakteri akan tumbuh dalam beberapa hari

kenudian membentuk lapisan film dan segera menyebar ke seluruh permukaan fixed bed.

#### **2.2.6. Holding Tank**

Holding tank ini berfungsi sebagai bak penampungan sementara dan bak retensi air limbah yang sudah di proses dari biodetox. Klorinasi dibubuhkan sebelum masuk biodetox dengan menggunakan kaporit yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang masih terbawa/terikut aliran air

#### **2.2.7. Mixed Media Filter**

Mixed Media Filter berfungsi untuk menyaring partikel-partikel (suspended solids) yang terbawa dari holding tank.

#### **2.2.8. Treated Water Tank (Bak Penampungan Air Bersih)**

Treated Water Tank (Bak Penampungan Air Bersih) berfungsi sebagai bak penampungan air dari mixed media filter. Sebagian air yang ada di dalam bak ini dibuang langsung ke saluran pembuangan, sebagian lagi ada yang digunakan untuk backwash, pompa sprayer, taman, dan lain-lain.

### **2.3. PARAMETER AIR LIMBAH**

#### **a. Suhu**

Suhu air limbah merupakan salah satu factor yang amat penting karena dapat mempengaruhi aktifitas metabolisme maupun perkembangbiakan organisme. Dalam proses pengolahan limbah, suhu dipengaruhi oleh asal sumber air limbah yang masuk misalnya dari sisa kurasan boiler (ketel uap). Berkaitan dengan proses pengolahan limbah, factor suhu sangat berpengaruh pada pertumbuhan bakteri. Pada suhu yang tinggi bakteri akan mati sehingga proses dekomposisi akan terhambat. Apabila suhu air naik maka laju metabolisme bakteri juga naik yang mengakibatkan kebutuhan oksigen juga meningkat. Hal tersebut berhubungan dengan ketersediaan oksigen dalam air (Sugiharto, 1987). Sedangkan lemak pada suhu normal sampai tinggi cenderung

mencair. Pada suhu rendah akan menggumpal/membeku yang dapat menyebabkan penyumbatan pipa saluran air limbah

#### **b. pH**

pH berpengaruh terhadap kelangsungan kehidupan bakteri. Bakteri tidak dapat tumbuh pada pH yang tidak sesuai dengan persyaratan. Berdasarkan hal tersebut dikenal adanya pengertian pH minimum, Maksimum dan optimum. pH suatu solusi merupakan kunci pada pertumbuhan mikroorganismenya. Kebanyakan mikroorganismenya tidak dapat bertahan hidup pada pH diatas 9,5 atau di bawah 4,0. Umumnya pH optimum untuk pertumbuhan bakteri berkisar 6,5 – 7,5 (Unus Suriawiria. 1993).

#### **c. TSS (Total Suspended Solid)**

Dalam air limbah terdapat dua kelompok zat, yaitu zat terlarut dan zat padat tersuspensi. Zat padat dalam bentuk suspensi menurut ukurannya di bedakan menjadi partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (tersuspensi). Zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat anorganik seperti tanah liat, pasir dan organik seperti protein dan sisa makanan. Di dalam air limbah jenis partikel koloid merupakan penyebab kekeruhan dan partikel-partikel ini secara visual tidak dapat di lihat. Zat padat tersuspensi dapat di klasifikasikan menjadi zat padat terapung yang bersifat organik dan zat padat terendap merupakan zat padat dalam suspensi yang bila keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh beratnya

#### **d. BOD (Biological Oxygen Demand)**

BOD adalah jumlah oksigen yang di butuhkan oleh mikroorganismenya untuk menguraikan zat organik secara biologis di dalam air. BOD merupakan ukuran tak langsung dari zat organik dalam limbah. Adanya bahan organik dalam limbah secara alamiah akan mengalami penguraian karena adanya aktivitas bakteri. Aktivitas ini akan menghabiskan sejumlah oksigen, semakin banyak zat organik yang terkandung dalam air limbah maka kebutuhan oksigen akan tinggi pula, sehingga oksigen terlarut dalam air limbah akan semakin rendah bahkan dapat habis sama sekali (nol). Apabila kebutuhan oksigen tidak seimbang dengan pesediaan yang ada dalam air limbah dan

bila hal tersebut terjadi, maka kegiatan akan di lanjutkan oleh bakteri anaerobic yang dapat menimbulkan bau busuk dan menghasilkan gas. Standart Konsentersasi parameter BOD untuk rumah sakit adalah 30 – 75 mg/l (Sri Sumentri Santika, 1984).

#### **e.COD (Chemical Oxygen Demand)**

Uji COD adalah suatu pembakaran kimia secara basah, dari bahan organic dalam sampel. Larutan asam dikromat digunakan untuk mengoksidasi bahan organic pada suhu tinggi. Uji COD merupakan analisis kimia, uji ini mengukur senyawa-senyawa organic yang tidak di pecahkan seperti pelarut pembersih sedangkan bahan yang dapat dipecah secara biologic diukur dalam uji BOD. Analisis BOD dan COD dari suatu limbah akan menghasilkan nilai-nilai yang berbeda karena kedua uji pengukur bahan yang berbeda. Nilai-nilai COD lebih tinggi dari nilai BOD. Perbedaan antara kedua nilai di sebabkan oleh banyak factor seperti bahan kimia yang tahan terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak terhadap oksidasi kimia, seperti lignin. Bahan kimia yang dapat dioksidasi secara kimia dan peka terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak dalam uji BOD 5 hari, Misalnya lemak berantai panjang, sel-sel mikroba dan adanya bahan toksik dalam limbah yang akan mengganggu uji BOD dan COD suatu limbah akan terjadi selama pengolahan limbah. Bahan yang teroksidasi secara biologic tetapi teroksidasi secara kimia tidak turun.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. LOKASI PENELITIAN**

Lokasi penelitian adalah Rumah Sakit Dr. Soepraoen Malang yang terletak di Jalan S. Supriadi No. 22 Sukun – Malang.

#### **3.2. WAKTU PENELITIAN**

Waktu penelitian, akan dilakukan selama 1 bulan dan dilaksanakan mulai Bulan Februari 2005

#### **3.3. ALAT DAN BAHAN**

##### **3.3.1. Alat - alat**

###### **A. Analisa kekeruhan:**

1. Turbidity meter
2. Tabung sample cell.
3. Secondary turbidity standart (STS)

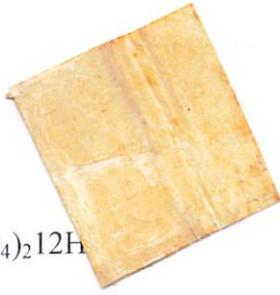
###### **B. Analisa BOD:**

1. Botol-botol inkubasi Winkler (terbuat dari kaca) 250 – 320 ml dimana volumenya diketahui dengan tepat, karena tercantum pada botolnya. Botol tersebut dapat memakai tutup khusus lingkar air (water seal), tetapi biasanya dasar tutupnya membentuk kerucut supaya kelebihan air dan gelembung udara dapat di hilangkan dengan mudah.
2. Inkubator : suhu terjamin  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ; gelap.
3. 4 labu takar 1 liter; 3 labu takar 2 liter; bermacam-macam pipet.
4. 2 buret 25 atau 50 ml untuk titrasi tiosulfat
5. Gelas arloji untuk menimbang beratnya gram.
6. 1 erlemeyer 250 ml untuk standarisasi tiosulfat; 1 erlenmeyer 500 ml.

### 3.3.2. Bahan

#### A. Analisa kekeruhan:

1. Alum  $\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
2. Aquades
3. Koloid
4. Asam asetat
5. NaOH



#### B. Analisa BOD:

1. Air suling: tidak boleh mengandung zat beracun seperti Cr,  $\text{Cl}_2$ , dan sebagainya.
2. Larutan bufer fosfat.
3. Larutan magnesium sulfat
4. Larutan kalsium klorida.
5. Larutan feriklorida.
6. Larutan basa NaOH atau KOH, dan asam HCl atau  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 N
7. Bubuk inhibitor nitrifikasi.
8. Benih (inoculum seed)
9. Air pengencer (larutan kerja).
10. Larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (natrium sulfite) hanya untuk air yang mengandung senyawa khlor aktif.

## 3.4. PROSEDUR PENELITIAN

### 3.4.1. Persiapan Alat

Menyiapkan alat – alat yang akan digunakan untuk penelitian.

### 3.4.2. Penelitian Pendahuluan

Melakukan analisa kekeruhan dan kadar BOD, sebelum masuk ke bak koagulasi dan flokulasi

### 3.4.3. Proses Penelitian

1. Persiapan alat bak koagulasi dan flokulasi
2. Memasukkan air limbah ke dalam bak koagulasi dan flokulasi, lalu melakukan pengaturan pH pada air limbah dengan variasi pH 6,7,8. Setelah itu penginjeksian koagulasi dengan variasi penambahan dosis (25,30,45 mg/l), lalu pengaturan gradient kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi dengan variasi (30/15, 45/20, 60/25 s<sup>-1</sup>)
3. Pengulangan dilakukan 5 kali
4. Parameter uji adalah kekeruhan dan kadar BOD<sub>5</sub>

### 3.4.4. Analytical Quality Control (AQC)

AQC adalah suatu analisa untuk menjamin ketepatan (akurasi) dan ketelitian (presisi) dari data hasil pengukuran yang diperoleh. Akurasi dan presisi data hasil pengukuran menunjukkan kualitas data penelitian.

Akurasi adalah beda nilai rata – rata data pengukuran dan nilai sebenarnya, sedangkan presisi data ditunjukkan dengan penyebaran data pengukuran disekitar nilai rata-rata, presisi data dinyatakan dengan standar deviasi

AQC dinyatakan baik bila:

- Hanya menggunakan metode yang telah diuji bersama dan dapat diterima (dinyatakan dalam standart)
- Secara rutin menganalisa sampel standart.

Langkah-langkah pelaksanaan AQC

- Membuat larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya setiap akan melakukan analisa sampel.
- Melakukan analisis terhadap larutan standar setiap akan melakukan analisis pada sampel.
- Hasilnya diplot pada control chart
- Bila analisis dari larutan standar berada dalam daerah  $X \pm 2\delta$ , berarti analisis yang dilakukan cukup teliti dan analisis sampel dapat dilakukan.

### **3.4.5. Metode Analisa Parameter.**

- Metode analisa kandungan kekeruhan menggunakan metode turbidimetry NTU (Nephelometric Turbidity Unit) karena penggunaannya mudah dan secara digital
- Metode analisa BOD<sub>5</sub>, dengan menentukan selisih oksigen pada hari pertama dengan oksigen terlarut pada hari kelima memakai metode titrasi winkler.

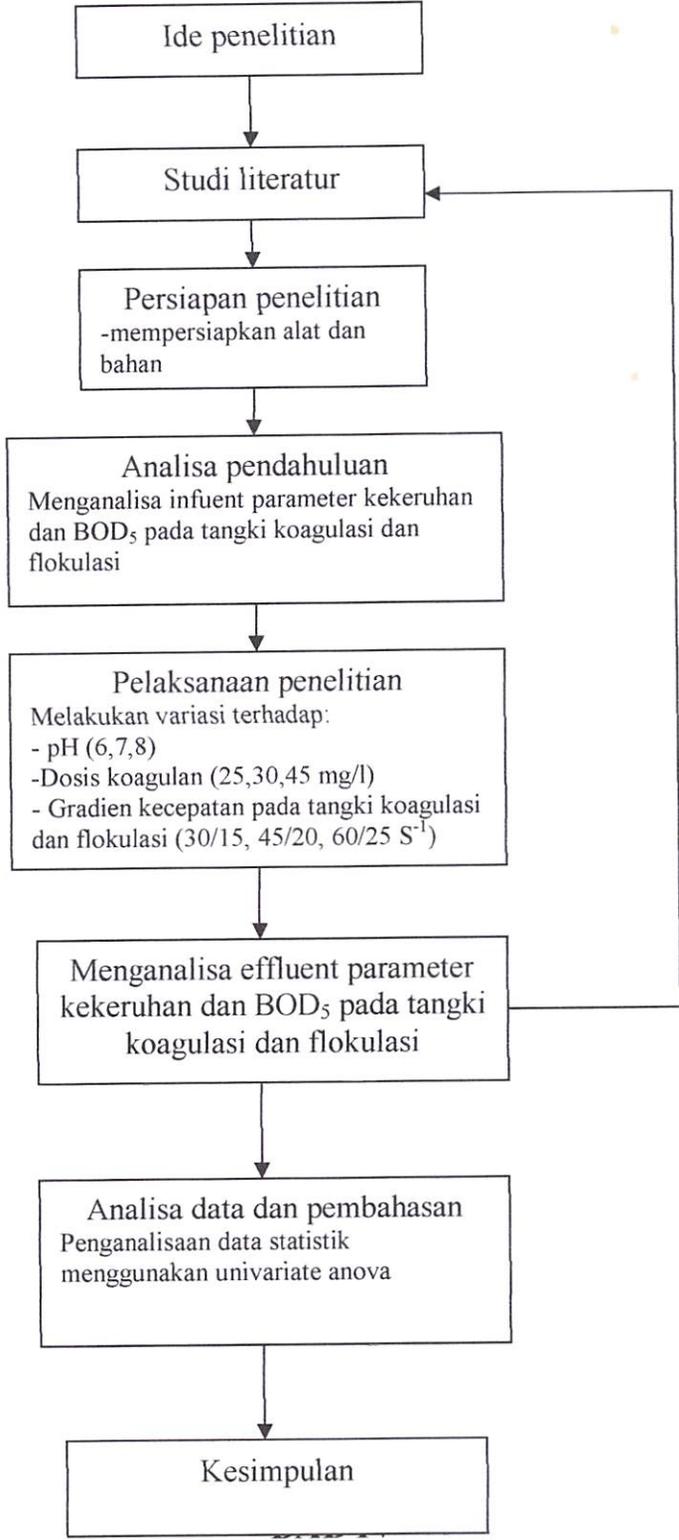
### **3.4.6. Metode Analisa Data.**

Data yang diperoleh dari hasil penelitian umumnya diolah dan dianalisa dengan metode statistik, agar hasil dari analisa tersebut efektif. Metode statistik ini terdiri dari metode statistik deskriptif dan inferens. Statistik deskriptif adalah suatu metode untuk mengumpulkan data, mengolah dan menyajikan data secara sistematis ke dalam bentuk table dan grafik (presentation grafis) sebagai dasar untuk berbagai pengambilan keputusan. Sedangkan statistik inferens merupakan fase dalam menggambarkan interpretasi dan kesimpulan mengenai data yang tersedia

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mengolah data dari hasil penelitian ini adalah metode statistik deskriptif, dimana data disajikan melalui table dan grafik untuk kemudian diambil kesimpulan dari penyajian data tersebut.

Analisa data statistik menggunakan Univariate Anova untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan. terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan dan BOD. Statistik deskriptif meliputi. Uji Duncan untuk menentukan dosis koagulan dan pH optimum, Uji korelasi untuk melihat keterikatan antara variabel satu dengan lainnya dan uji regresi untuk melihat bentuk hubungan antar variabel.

### 3.5. KERANGKA PENELITIAN



## BAB IV

### ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil penelitian

##### 4.1.1 Data kekeruhan awal

Pada analisa awal air limbah Rumah Sakit Dr. Soepraoen Malang dengan menggunakan metode turbidimetry, didapat nilai parameter kekeruhan awal sebesar 37431,62 NTU

##### 4.1.2. Data kekeruhan akhir

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, nilai parameter kekeruhan akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi serta lama pengendapan selama 30 menit dapat dilihat pada tabel 4.1. Sedangkan rata-ratanya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.1. Kekeruhan akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi

pH	Dosis koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan tangki koagulasi (S <sup>-1</sup> )	Gradien kecepatan tangki flokulasi (S <sup>-1</sup> )	Kekeruhan (NTU)				
				1	2	3	4	5
6	25	30	15	12035,70	12030,82	12036,61	12033,27	12039,01
		45	20	11377,02	11321,17	11370,12	11324,13	11373,40
		60	25	10022,37	10081,12	10041,33	10021,71	10056,43
	30	30	15	9547,96	9560,17	9570,36	9565,36	9562,13
		45	20	9480,45	9462,39	9483,51	9478,23	9470,62
		60	25	9361,66	9366,26	9327,40	9372,42	9373,51
	45	30	15	8270,13	8274,17	8271,17	8273,15	8274,10
		45	20	7591,13	7587,12	7586,15	7583,17	7582,11
		60	25	6320,18	6318,72	6319,13	6316,55	6312,41
7	25	30	15	10471,24	10473,62	10480,21	10476,33	10475,45
		45	20	9812,36	9860,42	9892,66	9874,23	9898,15
		60	25	9716,55	9712,89	9721,16	9717,20	9718,54
	30	30	15	8951,28	8967,18	8945,27	8961,31	8955,60
		45	20	8818,33	8821,32	8823,43	8835,50	8830,51
		60	25	8767,72	8771,82	8751,12	8730,45	8762,19
	45	30	15	7502,61	7532,60	7512,17	7512,33	7514,20
		45	20	6415,52	6417,50	6412,76	6418,52	6409,43
		60	25	5326,90	5336,82	5312,88	5330,21	5302,42
8	25	30	15	7752,64	7764,72	7761,88	7755,17	7749,81
		45	20	7521,40	7550,67	7550,66	7552,92	7541,44
		60	25	7430,26	7416,71	7418,10	7427,16	7441,17
	30	30	15	6863,62	6862,89	6866,72	6862,01	6856,18
		45	20	6772,91	6742,33	6717,62	6733,21	6721,17
		60	25	6612,62	6620,72	6612,88	6613,80	6617,32
	45	30	15	4851,82	4831,33	4841,20	4881,55	4810,92
		45	20	3623,12	3616,17	3621,23	3662,18	3633,81
		60	25	1846,89	1851,20	1824,13	1872,19	1876,23

Tabel 4.2. Nilai rata-rata Kekeruhan akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi

pH	Dosis koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan tangki koagulasi ( $S^{-1}$ )	Gradien kecepatan tangki flokulasi ( $S^{-1}$ )	Rata-rata kekeruhan (NTU)
6	25	30	15	12035,08
		45	20	11353,17
		60	25	10044,59
	30	30	15	9561,20
		45	20	9475,04
		60	25	9368,05
	45	30	15	8272,54
		45	20	7585,34
		60	25	6317,40
7	25	30	15	10475,37
		45	20	9867,56
		60	25	9717,27
	30	30	15	8956,13
		45	20	8825,82
		60	25	8756,66
	45	30	15	7514,78
		45	20	6414,75
		60	25	5321,85
8	25	30	15	7758,82
		45	20	7543,42
		60	25	7426,68
	30	30	15	6862,28
		45	20	6737,45
		60	25	6615,47
	45	30	15	4843,36
		45	20	3631,30
		60	25	1854,13

#### 4.1.3. Penurunan kekeruhan

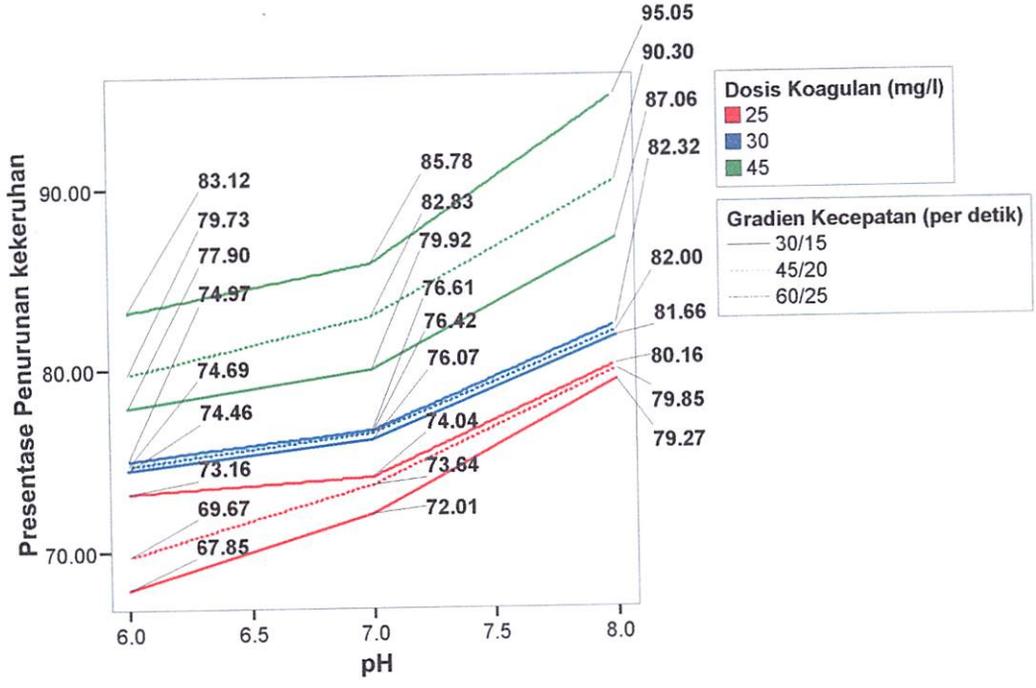
Berdasarkan data awal dan tabel 4.2. dapat diketahui besarnya penurunan kekeruhan dan persentase penurunan kekeruhan setelah proses koagulasi dan flokulasi dapat dilihat pada table 4.3.

Tabel 4.3. Penurunan kekeruhan dan persentase penurunan kekeruhan setelah proses koagulasi dan flokulasi

pH	Dosis koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan tangki koagulasi (S <sup>-1</sup> )	Gradien kecepatan tangki flokulasi (S <sup>-1</sup> )	Penurunan kekeruhan (NTU)	Persentase penurunan kekeruhan (%)
6	25	30	15	25396,54	67,85
		45	20	26078,45	69,67
		60	25	27387,03	73,16
	30	30	15	27870,42	74,46
		45	20	27956,58	74,69
		60	25	28063,57	74,97
	45	30	15	29159,08	77,90
		45	20	29846,28	79,73
		60	25	31114,22	83,12
7	25	30	15	26956,25	72,01
		45	20	27564,06	73,64
		60	25	27714,35	74,04
	30	30	15	28475,49	76,07
		45	20	28065,80	76,42
		60	25	28674,96	76,61
	45	30	15	29916,84	79,92
		45	20	31016,87	82,83
		60	25	32109,77	85,78
8	25	30	15	29672,80	79,27
		45	20	29888,20	79,85
		60	25	30005,34	80,16
	30	30	15	30569,34	81,66
		45	20	30694,17	82,00
		60	25	30816,15	82,33
	45	30	15	32588,26	87,06
		45	20	33800,32	90,30
		60	25	35577,49	95,05

Persentase penurunan kekeruhan yang paling tinggi dan paling rendah setelah proses koagulasi dan flokulasi dapat dilihat pada grafik 4.1.

Grafik 4.1. Persentase penurunan kekeruhan



4.1.4. Analisa Uji Duncan

Untuk melihat persentase penurunan kekeruhan pada unit koagulasi dan flokulasi yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan, dilakukan Uji Duncan. Hasil Uji Duncan dapat dilihat pada table 4.4

Keterangan:

- P1: pH 6      T1: Dosis koagulan 25 mg/l
- P2: pH 7      T2: Dosis koagulan 30 mg/l
- P3: pH 8      T3: Dosis koagulan 45 mg/l
- K1: Gradien kecepatan pada tangki koagulasi 30/dt
- K2: Gradien kecepatan pada tangki koagulasi 45/dt
- K3: Gradien kecepatan pada tangki koagulasi 60/dt
- F1: Gradien kecepatan pada tangki flokulasi 15/dt
- F2: Gradien kecepatan pada tangki flokulasi 20/dt
- F3: Gradien kecepatan pada tangki flokulasi 25/dt

Perlakuan dengan variasi	N	subset																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
P1T1K1F1	5	67,8																										
P1T1K2F2	5		69,7																									
P2T1K1F1	5			72,0																								
P1T1K3F3	5				73,2																							
P2T1K2F2	5					73,6																						
P2T1K3F3	5						74,0																					
P1T2K1F1	5							74,5																				
P1T2K2F2	5								74,7																			
P1T2K3F3	5									74,9																		
P2T2K1F1	5										76,0																	
P2T2K2F2	5											76,4																
P2T2K3F3	5												76,6															
P1T3K1F1	5													77,9														
P3T1K1F1	5														79,3													
P1T3K2F2	5															79,7												
P3T1K2F2	5																79,8											
P2T3K1F1	5																	79,9										
P3T1K3F3	5																		80,2									
P3T2K1F1	5																			81,7								
P3T2K2F2	5																				82,0							
P3T2K3F3	5																					82,3						
P2T3K2F2	5																						82,8					
P1T3K3F3	5																							83,1				
P2T3K3F3	5																								85,8			
P3T3K1F1	5																									87,1		
P3T3K2F2	5																										90,3	
P3T3K3F3	5																											95,1
Sig.		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.704E-03.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b Alpha = .05

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa, terjadi perbedaan yang sangat nyata pada penurunan kekeruhan, terlihat pada sample P1T1K1F1 (pH 6, Dosis koagulan 25 mg/l, Gradien kecepatan tangki koagulasi 30/dt dan gradient kecepatan tangki flokulasi 15/dt)

Penurunannya sangat rendah bila dibandingkan dengan sample P3T3K3F3 (pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, Gradien kecepatan tangki koagulasi 60/dt, dan gradient kecepatan tangki flokulasi 25/dt) dengan penurunan yang sangat tinggi. Ini membuktikan bahwa Uji Duncan yang dilakukan terhadap penurunan kekeruhan, sangat berbeda nyata (signifikan)

#### 4.1.5. Analisa Uji Korelasi

Untuk mengetahui hubungan antar variabel yang diamati dan keeratan hubungan variabel tersebut, maka kita menganalisa data dengan menggunakan korelasi. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi perlakuan

Correlations					
		% Penurunan Kekeruhan (NTU)	Dosis Koagulan Alum (mg/L)	pH	Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)
% Penurunan Kekeruhan (NTU)	Pearson Correlation	1	.704	.617	.043
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.622
	N	135	135	135	135
Dosis Koagulan Alum (mg/L)	Pearson Correlation	.704	1	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.	1.000	1.000
	N	135	135	135	135
pH	Pearson Correlation	.617	.000	1	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.	1.000
	N	135	135	135	135
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	Pearson Correlation	.043	.000	.000	1
	Sig. (2-tailed)	.622	1.000	1.000	.
	N	135	135	135	135

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan tabel 4.5. tersebut, terdapat hubungan yang kuat (diatas 0,5) antara dosis koagulan alum dengan persentase penurunan kekeruhan, hal ini bisa dilihat melalui nilai korelasi sebesar 0,704 (*yarnest, 2003*), menunjukkan bahwa semakin banyak dosis koagulan alum maka semakin tinggi penurunan kekeruhannya. Selain itu juga terdapat hubungan yang kuat (diatas 0,5) antara pH dengan persentase penurunan kekeruhan, hal ini bisa dilihat melalui nilai korelasi sebesar 0,617, menunjukkan bahwa semakin besar nilai pH maka semakin besar juga penurunan kekeruhannya. Sedangkan antara gradien kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi dengan persentase penurunan kekeruhan terdapat hubungan yang kurang kuat (dibawah 0,5) hal ini bisa dilihat melalui nilai korelasi sebesar 0,043. Tingkat signifikansi penurunan kekeruhan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0,000) jauh lebih kecil dari 0,01 maka korelasinya sangat nyata (signifikan)

#### 4.1.6. Analisa Uji Anova Regresi

Untuk mengetahui bentuk hubungan antar variabel yang diamati, maka dilakukan uji Anova Regresi. Dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Uji Anova regresi

#### ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4321.322	3	1440.441	316.543	.000
	Residual	596.120	131	4.551		
	Total	4917.442	134			

a Predictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

b Dependent Variable: % Penurunan Kekeruhan (NTU)

Dari Uji Anova atau  $F_{TEST}$  didapat  $F_{HITUNG}$  316,543 dengan tingkat signifikansi 0,00, karena probabilitas (0,000) lebih kecil dari 0,05, maka regresi bisa dipakai untuk memprediksi penurunan kekeruhan

Tabel 4.7. Model summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.937	.879	.876	2.13320

a Predictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

Tabel 4.8. Persamaan regresi

		Coefficients				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	29.352	1.867		15.723	.000
	Dosis Koagulan Alum (mg/L)	.500	.022	.704	23.152	.000
	pH	4.562	.225	.617	20.289	.000
	Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	2.112E-02	.015	.043	1.409	.161

a Dependent Variable: % Penurunan Kekeruhan (NTU)

Dari tabel 4.8. dapat kita ketahui:

1. Persamaan regresi untuk:

$$Y = 29,352 + 0,500 X_1 + 4,562 X_2 + 2,112 \cdot 10^{-2} X_3$$

Y = Penurunan kekeruhan

X<sub>1</sub> = Dosis koagulan Alum

X<sub>2</sub> = pH

X<sub>3</sub> = Gradien kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi

Berdasarkan hasil analisa statistik, nilai R sebesar 0,937 menunjukkan hubungan yang kuat antara variabel penurunan kekeruhan dengan pH, dosis koagulan dan gradien kecepatan. (karena mendekati 1) (yarnest, 2003) . Sedangkan nilai R square sebesar 0,879, disebut koefisien determinasi, menunjukkan bahwa 87,9 % penurunan kekeruhan dipengaruhi oleh pH, dosis koagulan dan gradien kecepatan. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi diatas dapat diterima.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent

Hipotesa:

H<sub>0</sub> = Koefisien regresi tidak signifikan

H<sub>1</sub> = Koefisien regresi signifikan

Keputusan:

Dasar pengambilan keputusan:

a) Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik

$T_{hitung} > \text{statistik } t_{tabel}$  maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik hitung berdasarkan tabel 4.8. didapatkan  $t_{hitung}$  sebesar 23,152 (dosis koagulan alum), 20,289 (pH), 1,409 (Gradien kecepatan), sedangkan  $t_{tabel}$  1,896. Karena  $t_{hitung} >$  dari  $t_{tabel}$  maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak untuk dosis koagulan dan pH, tetapi pada gradien kecepatan  $t_{tabel} > t_{hitung}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak

b) Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, begitu pula sebaliknya. Terlihat bahwa pada kolom signifikan adalah 0,000 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05, sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Dengan kata lain dosis koagulan dan pH benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kekeruhan.

#### 4.2. Data BOD<sub>5</sub> awal

Pada analisa awal air limbah Rumah Sakit Dr. Soepraoen Malang dengan menggunakan metode titrimetri, didapat nilai parameter BOD awal sebesar 143,76 mg/l

##### 4.2.1 Data BOD<sub>5</sub> akhir

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, nilai parameter BOD<sub>5</sub> akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi dapat dilihat pada table 4.9. Sedangkan rata-ratanya dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.9. BOD<sub>5</sub> akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi

pH	Dosis koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan tangki koagulasi (S <sup>-1</sup> )	Gradien kecepatan tangki flokulasi (S <sup>-1</sup> )	BOD <sub>5</sub> (mg/l)				
				1	2	3	4	5
6	25	30	15	76,60	76,62	76,61	76,60	76,62
		45	20	76,49	76,48	76,49	76,50	76,47
		60	25	76,30	76,31	76,29	76,28	76,30
	30	30	15	74,82	74,81	74,82	74,80	74,81
		45	20	74,76	74,75	74,76	74,75	74,77
		60	25	74,59	74,56	74,57	74,58	74,57
	45	30	15	73,12	73,11	73,10	73,12	73,13
		45	20	73,10	73,09	73,08	73,10	73,11
		60	25	73,06	73,02	73,04	73,07	73,01
7	25	30	15	65,72	65,71	65,70	65,73	65,72
		45	20	64,49	64,50	64,51	64,48	64,49
		60	25	64,32	64,33	64,32	64,31	64,33
	30	30	15	63,66	63,67	63,65	63,66	63,68
		45	20	63,51	63,50	63,52	63,51	63,50
		60	25	62,39	62,40	62,41	62,38	62,39
	45	30	15	60,06	60,04	60,05	60,07	60,06
		45	20	60,02	60,02	60,01	60,02	60,03
		60	25	59,98	59,97	59,96	59,99	59,97
8	25	30	15	56,87	56,72	56,79	56,81	56,80
		45	20	56,72	56,70	56,73	56,74	56,72
		60	25	56,31	56,30	56,32	56,34	56,33
	30	30	15	55,77	55,74	55,72	55,73	55,75
		45	20	55,61	55,60	55,62	55,64	55,62
		60	25	55,30	55,32	55,31	55,30	55,34
	45	30	15	54,91	54,90	54,89	54,91	54,92
		45	20	53,72	53,70	53,71	53,73	53,72
		60	25	53,10	53,07	53,09	53,11	53,09

Tabel 4.10. Nilai rata-rata BOD<sub>5</sub> akhir setelah proses koagulasi dan flokulasi

pH	Dosis koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan tangki koagulasi (S <sup>-1</sup> )	Gradien kecepatan tangki flokulasi (S <sup>-1</sup> )	Rata-rata BOD <sub>5</sub> (mg/l)
6	25	30	15	76,61
		45	20	76,49
		60	25	76,30
	30	30	15	74,81
		45	20	74,76
		60	25	74,57
	45	30	15	73,12
		45	20	73,10
		60	25	73,04
7	25	30	15	65,72
		45	20	64,49
		60	25	64,32
	30	30	15	63,66
		45	20	63,51
		60	25	62,39
	45	30	15	60,06
		45	20	60,02
		60	25	59,97
8	25	30	15	56,80
		45	20	56,72
		60	25	56,32
	30	30	15	55,74
		45	20	55,62
		60	25	55,31
	45	30	15	54,91
		45	20	53,72
		60	25	53,09

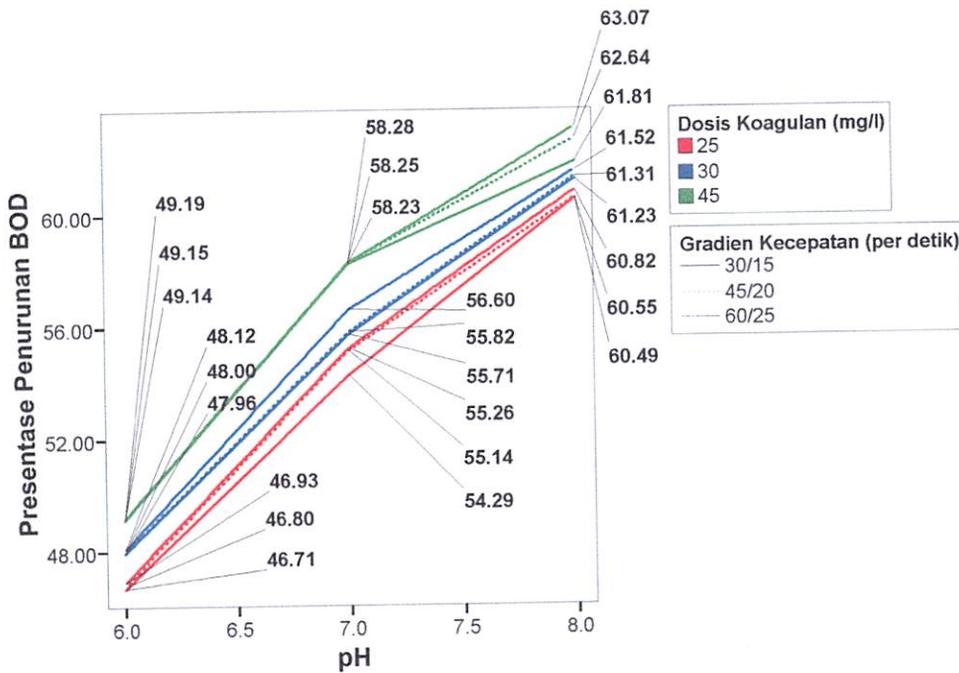
#### 4.2.2. Penurunan BOD<sub>5</sub>

Berdasarkan data awal dan tabel 4.10. dapat diketahui besarnya penurunan BOD<sub>5</sub> dan persentase penurunan BOD<sub>5</sub> setelah proses koagulasi dan flokulasi dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Penurunan BOD<sub>5</sub> dan persentase penurunan BOD<sub>5</sub> setelah proses koagulasi dan flokulasi

pH	Dosis koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan tangki koagulasi (S <sup>-1</sup> )	Gradien kecepatan tangki flokulasi (S <sup>-1</sup> )	Penurunan BOD <sub>5</sub> (mg/l)	Persentase penurunan BOD <sub>5</sub> (mg/l)
6	25	30	15	67,15	46,71
		45	20	67,27	46,80
		60	25	67,46	46,93
	30	30	15	68,95	47,96
		45	20	69,00	48,00
		60	25	69,19	48,12
	45	30	15	70,64	49,14
		45	20	70,66	49,15
		60	25	70,72	49,19
7	25	30	15	78,04	54,29
		45	20	79,27	55,14
		60	25	79,44	55,26
	30	30	15	80,10	55,71
		45	20	80,25	55,82
		60	25	81,37	56,60
	45	30	15	83,70	58,23
		45	20	83,74	58,25
		60	25	83,79	58,28
8	25	30	15	86,96	60,49
		45	20	87,04	60,55
		60	25	87,44	60,82
	30	30	15	88,02	61,23
		45	20	88,14	61,31
		60	25	88,45	61,52
	45	30	15	88,85	61,81
		45	20	90,04	62,64
		60	25	90,67	63,07

Persentase penurunan BOD<sub>5</sub> yang paling tinggi dan paling rendah pada unit koagulasi dan flokulasi dapat dilihat pada grafik 4.2.



### 4.2.3 Analisa Uji Duncan

Untuk melihat persentase penurunan BOD<sub>5</sub> pada unit koagulasi dan flokulasi yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan, dilakukan Uji Duncan. Hasil Uji Duncan dapat dilihat pada table 4.12

#### Keterangan:

- P1: pH 6      T1: Dosis koagulan 25 mg/l
- P2: pH 7      T2: Dosis koagulan 30 mg/l
- P3: pH 8      T3: Dosis koagulan 45 mg/l
- K1: Gradien kecepatan pada tangki koagulasi 30/dt
- K2: Gradien kecepatan pada tangki koagulasi 45/dt
- K3: Gradien kecepatan pada tangki koagulasi 60/dt
- F1: Gradien kecepatan pada tangki flokulasi 15/dt
- F2: Gradien kecepatan pada tangki flokulasi 20/dt
- F3: Gradien kecepatan pada tangki flokulasi 25/dt

Perlakuan dengan variasi	N	subset																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
P1T1K1F1	5	46.7																												
P1T1K2F2	5		46.8																											
P2T1K1F1	5			46.9																										
P1T1K3F3	5				47.9																									
P2T1K2F2	5					48.0																								
P2T1K3F3	5						48.1																							
P1T2K1F1	5							49,1																						
P1T2K2F2	5							49,1																						
P1T2K3F3	5								49.2																					
P2T2K1F1	5									54.3																				
P2T2K2F2	5										55.1																			
P2T2K3F3	5											55.3																		
P1T3K1F1	5												55.7																	
P3T1K1F1	5													55.8																
P1T3K2F2	5														56.6															
P3T1K2F2	5															58.2														
P2T3K1F1	5																58.3													
P3T1K3F3	5																	58,4												
P3T2K1F1	5																		60.5											
P3T2K2F2	5																			60.6										
P3T2K3F3	5																				60,8									
P2T3K2F2	5																					61,2								
P1T3K3F3	5																						61,3							
P2T3K3F3	5																							61,5						
P3T3K1F1	5																								61,8					
P3T3K2F2	5																									62,6				
P3T3K3F3	5																										63,1			
Sig.		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.604E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b Alpha = .05.

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa, terjadi perbedaan yang sangat nyata pada penurunan BOD<sub>5</sub>, terlihat pada sample P1T1K1F1 (pH 6, Dosis koagulan 25 mg/l, Gradien kecepatan tangki koagulasi 30/dt dan gradient kecepatan tangki flokulasi 15/dt)

Penurunannya sangat rendah bila dibandingkan dengan sampel P3T3K3F3 (pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, Gradien kecepatan tangki koagulasi 60/dt, dan gradient kecepatan tangki flokulasi 25/dt) dengan penurunan yang sangat tinggi. Ini membuktikan bahwa Uji Duncan yang dilakukan terhadap penurunan kekeruhan, sangat berbeda nyata (signifikan)

#### 4.2.4. Analisa Uji Korelasi

Untuk mengetahui hubungan antar variabel yang diamati dan keceratan hubungan variabel tersebut, maka kita menganalisa data dengan menggunakan korelasi. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Korelasi antara % penurunan BOD<sub>5</sub> dengan variasi perlakuan

##### Correlations

		% Penurunan BOD (mg/l)	Dosis Koagulan Alum (mg/L)	pH	Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)
% Penurunan BOD (mg/l)	Pearson Correlation	1	.180	.971	.007
	Sig. (2-tailed)	.	.036	.000	.937
	N	135	135	135	135
Dosis Koagulan Alum (mg/L)	Pearson Correlation	.180	1	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.036	.	1.000	1.000
	N	135	135	135	135
pH	Pearson Correlation	.971	.000	1	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.	1.000
	N	135	135	135	135
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	Pearson Correlation	.007	.000	.000	1
	Sig. (2-tailed)	.937	1.000	1.000	.
	N	135	135	135	135

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan tabel 4.13 tersebut, terdapat hubungan yang kuat (diatas 0,5) antara dosis pH dengan persentase penurunan BOD<sub>5</sub>, hal ini bisa dilihat melalui nilai korelasi sebesar 0,971 (*yarnest, 2003*), menunjukkan bahwa semakin besar nilai pH maka semakin besar pula penurunan BOD<sub>5</sub> nya. Tetapi terdapat hubungan yang kurang kuat (dibawah 0,5) antara dosis koagulan dengan persentase penurunan BOD<sub>5</sub>, hal ini bisa dilihat melalui nilai korelasi sebesar 0,180. Begitu pula antara gradien kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi dengan persentase penurunan BOD<sub>5</sub> terdapat hubungan yang kurang kuat (dibawah 0,5) hal ini bisa dilihat melalui nilai korelasi sebesar 0,007. Tingkat signifikasi penurunan BOD<sub>5</sub> yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas (0,000) jauh lebih kecil dari 0,01 maka korelasinya sangat nyata (signifikan)

#### 4.2.5. Analisa Uji Anova Regresi

Untuk mengetahui bentuk hubungan antar variabel, maka dilakukan uji Anova Regresi. Dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hasil Uji Anova regresi

##### ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4238.260	3	1412.753	1742.147	.000
	Residual	106.231	131	.811		
	Total	4344.491	134			

a Predictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

b Dependent Variable: % Penurunan BOD (mg/l)

Dari Uji Anova atau F TEST didapat F HITUNG 1742,147 dengan tingkat signifikasi 0,00, karena probabilitas (0,000) lebih kecil dari 0,05, maka regresi bisa dipakai untuk memprediksi penurunan BOD<sub>5</sub>

Tabel 4.15. Model summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.988	.976	.975	.90051

a Predictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

Tabel 4.16. Persamaan regresi

Coefficients		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3.912	.788		4.964	.000
	Dosis Koagulan Alum (mg/L)	.120	.009	.180	13.202	.000
	pH	6.747	.095	.971	71.077	.000
	Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	3.200E-03	.006	.007	.506	.614

a Dependent Variable: % Penurunan BOD (mg/l)

Dari table 4.16. dapat kita ketahui:

1. Persamaan regresi untuk:

$$Y = 3,912 + 0,120 X_1 + 6,747 X_2 + 3,2 \cdot 10^{-3} X_3$$

$$Y = \text{Penurunan BOD}_5$$

$$X_1 = \text{Dosis koagulan Alum}$$

$$X_2 = \text{pH}$$

$$X_3 = \text{Gradien kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi}$$

Berdasarkan hasil analisa statistik, nilai R sebesar 0,988 menunjukkan hubungan yang kuat antara variabel penurunan BOD<sub>5</sub> dengan pH, dosis koagulan dan gradien kecepatan. (karena mendekati 1) (yarnest, 2003) . Sedangkan nilai R square sebesar 0,976, disebut koefisien determinasi, menunjukkan bahwa 97,6 % penurunan BOD<sub>5</sub> dipengaruhi oleh pH, dosis koagulan dan gradien kecepatan. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi diatas dapat diterima.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent

Hipotesa:

H<sub>0</sub> = Koefisien regresi tidak signifikan

H<sub>1</sub> = Koefisien regresi signifikan

Keputusan:

Dasar pengambilan keputusan:

a) Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik

$T_{hitung} > \text{statistik } t_{tabel}$  maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik hitung berdasarkan tabel 4.15. didapatkan  $t_{hitung}$  sebesar 13,202 (dosis koagulan alum), 71,077 (pH), 0,506 (Gradien kecepatan), sedangkan  $t_{tabel}$  1,896. Karena  $t_{hitung} >$  dari  $t_{tabel}$  maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak, tetapi pada gradien kecepatan  $t_{tabel} > t_{hitung}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak

b) Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, begitu pula sebaliknya. Terlihat bahwa pada kolom signifikan adalah 0,000 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05, sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Dengan kata lain dosis koagulan dan pH benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan BOD<sub>5</sub>.

## 4.3 Pembahasan

### 4.3.1. Penurunan kekeruhan dengan menggunakan variasi dosis koagulan, pH, dan gradien kecepatan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan kekeruhan dengan menggunakan variasi; dosis koagulan (25,30,45 mg/l), pH (6,7,8) dan gradien kecepatan (30/15,45/20,60/25 s<sup>-1</sup>) telah terbukti dapat menurunkan kekeruhan hingga kisaran 67,85 – 95,05 % (tabel 4.3)

Dari tabel 4.3. dapat diketahui persentase penurunan kekeruhan yang terbesar dan terkecil dari tiap-tiap perlakuan. Pada perlakuan pH 6, dosis koagulan 25 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 15 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan kekeruhan sebesar 67,85 % sedangkan pada perlakuan pH 6, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan kekeruhan sebesar 83,12 %

Selain itu perlakuan dengan menggunakan pH 7, dosis koagulan 25 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 15 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan kekeruhan sebesar 72,01 % sedangkan pada perlakuan pH 7, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan kekeruhan sebesar 85,78 %. Selanjutnya perlakuan pada pH 8, dosis koagulan 25 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 15 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan kekeruhan sebesar 79,27 % dan yang terakhir perlakuan pada pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan kekeruhan sebesar 95,05 %

Dari penjelasan diatas menunjukkan bahwa dengan penggunaan pH 8 lebih banyak terjadi penurunan kekeruhan dibandingkan dengan penggunaan pH 7 dan pH 6, dikarenakan pH adalah salah satu pendukung pembentukan flok, semakin besar pH maka semakin membantu pembentukan flok tersebut. Range pH pada proses pembentukan flok optimal sebesar 6-8 (Schulz, Okun,A, 1984) . Selain itu penggunaan dosis koagulan 45 mg/l juga lebih banyak terjadi penurunan kekeruhan dibandingkan dengan penggunaan dosis koagulan 25 mg/l dan 30 mg/l.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan maka semakin besar pula penurunan kekeruhannya, karena besarnya dosis koagulan menambah konsentrasi muatan koloid agar mampu berinteraksi secara positif dari koagulan sehingga semakin mempermudah penggabungan partikel koloid (*Hardjono, 1999*). Gradien kecepatan pada tangki koagulasi dan flokulasi juga berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan, dalam hal ini gradien kecepatan pada tangki koagulasi (60/dt) dan gradien kecepatan pada tangki flokulasi (25/dt) yang berkemampuan tinggi menurunkan tingkat kekeruhan., tetapi dalam penelitian ini masih diakui terdapat kelemahan variasi variabel pada gradien kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi.

Pada tabel 4.5. menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat (diatas 0,5) antara penurunan kekeruhan dengan pH sebesar 0,617 dan dosis koagulan sebesar 0,704, (*Yarnest, 2003*) yang menunjukkan bahwa semakin besar pH dan semakin banyak dosis koagulan yang diberikan maka semakin tinggi pula penurunan kekeruhannya.

Pada tabel 4.6. menyatakan pengaruh variabel pH, dosis koagulan dan gradien kecepatan adalah signifikan, sedangkan pada tabel 4.7. Nilai R square sebesar 0,879 menyatakan bahwa 87,9 % penurunan kekeruhan dipengaruhi oleh variabel tersebut. Sedangkan sisanya 12,1% dipengaruhi oleh faktor lain seperti suhu, tekanan dan waktu kontak. (*Hardjono, 1999*)

#### **4.3.2. Penurunan BOD<sub>5</sub> dengan menggunakan variasi dosis koagulan, pH, dan gradien kecepatan**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan BOD<sub>5</sub> dengan menggunakan variasi dosis koagulan (25,30,45 mg/l), pH (6,7,8) dan gradien kecepatan (30/15,45/20,60/25 s<sup>-1</sup>) telah terbukti dapat menurunkan BOD<sub>5</sub> hingga kisaran 46,71-63,07 % (tabel 4.11 )

Dari tabel 4.11. dapat diketahui persentase penurunan BOD<sub>5</sub> yang terbesar dan terkecil dari tiap-tiap perlakuan. Pada perlakuan pH 6, dosis koagulan 25 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 15 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 46,71 % sedangkan pada perlakuan pH 6, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 49,19 %

Selain itu perlakuan dengan menggunakan pH 7, dosis koagulan 25 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 15 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 54,29 % sedangkan pada perlakuan pH 7, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 58,28 %. Selanjutnya perlakuan pada pH 8, dosis koagulan 25 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 15 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 60,49 % dan yang terakhir perlakuan pada pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 60 S<sup>-1</sup> dan gradien kecepatan tangki flokulasi 25 S<sup>-1</sup> mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 63,07 %

Dari penjelasan diatas menunjukkan bahwa dengan penggunaan pH 8 lebih banyak terjadi penurunan BOD<sub>5</sub> dibandingkan dengan penggunaan pH 7 dan pH 6, dikarenakan pH adalah salah satu pendukung pembentukan flok, semakin besar pH maka semakin membantu pembentukan flok tersebut. Range pH pada proses pembentukan flok optimal sebesar 6-8 (Schulz, Okun, A, 1984). Selain itu penggunaan dosis koagulan 45 mg/l juga lebih banyak terjadi penurunan BOD<sub>5</sub> dibandingkan dengan penggunaan dosis koagulan 25 mg/l dan 30 mg/l. Perbedaan ini menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan maka semakin besar pula penurunan BOD<sub>5</sub> nya, karena besarnya dosis koagulan menambah konsentrasi

muatan koloid agar mampu berinteraksi secara positif dari koagulan sehingga semakin mempermudah penggabungan partikel koloid (*Hardjono, 1999*). Gradien kecepatan pada tangki koagulasi dan flokulasi juga berpengaruh terhadap penurunan BOD<sub>5</sub>, dalam hal ini gradien kecepatan pada tangki koagulasi (60/dt) dan gradien kecepatan pada tangki flokulasi (25/dt) yang berkemampuan tinggi menurunkan BOD<sub>5</sub>, tetapi dalam penelitian ini masih diakui terdapat kelemahan variasi variabel pada gradien kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi.

Pada tabel 4.13. menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat (diatas 0,5) antara penurunan BOD<sub>5</sub> dengan pH sebesar 0,971 (*Yarnest, 2003*) yang menunjukkan bahwa semakin besar pH maka semakin tinggi pula penurunan kekeruhannya.

Pada tabel 4.14. menyatakan pengaruh variabel pH, dosis koagulan dan gradien kecepatan adalah signifikan, sedangkan pada tabel 4.15. Nilai R square sebesar 0,976 menyatakan bahwa 97,6 % penurunan BOD<sub>5</sub> dipengaruhi oleh variabel tersebut. Sedangkan sisanya 2,4% dipengaruhi oleh faktor lain seperti suhu, tekanan dan waktu kontak. (*Hardjono,1999*)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian pada tangki koagulasi dan flokulasi di rumah sakit Dr. Soepraoen Malang, maka dapat kita ketahui pengaruh variasi dosis koagulan, pH dan gradien kecepatan terhadap penurunan parameter kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi dosis koagulan, pH dan gradient kecepatan terhadap penurunan parameter kekeruhan yang paling optimum terjadi pada perlakuan pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30/dt dan gradient kecepatan tangki flokulasi 25/dt sebesar 95,05 %
2. Pengaruh variasi dosis koagulan, pH dan gradient kecepatan terhadap penurunan parameter BOD<sub>5</sub> yang paling optimum terjadi pada perlakuan pH 8, dosis koagulan 45 mg/l, gradien kecepatan tangki koagulasi 30/dt dan gradient kecepatan tangki flokulasi 25/dt sebesar 63,07 %
3. Berdasarkan penjelasan diatas dapat diketahui bahwa semakin besar dosis koagulan, pH bersifat basa, dan gradien kecepatan besar. Maka semakin efektif dalam menurunkan parameter kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> di tangki koagulasi dan flokulasi

## **5.2. Saran**

1. Pengaruh gradien kecepatan terhadap penurunan kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> di tangki koagulasi dan flokulasi, perlu memperhatikan karakteristik dari air limbah yang terdapat pada rumah sakit Dr. Soepraoen Malang
2. Untuk menyempurnakan penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan perlakuan-perlakuan lain yang berpengaruh pada penurunan parameter kekeruhan dan BOD<sub>5</sub>

## DAFTAR PUSTAKA

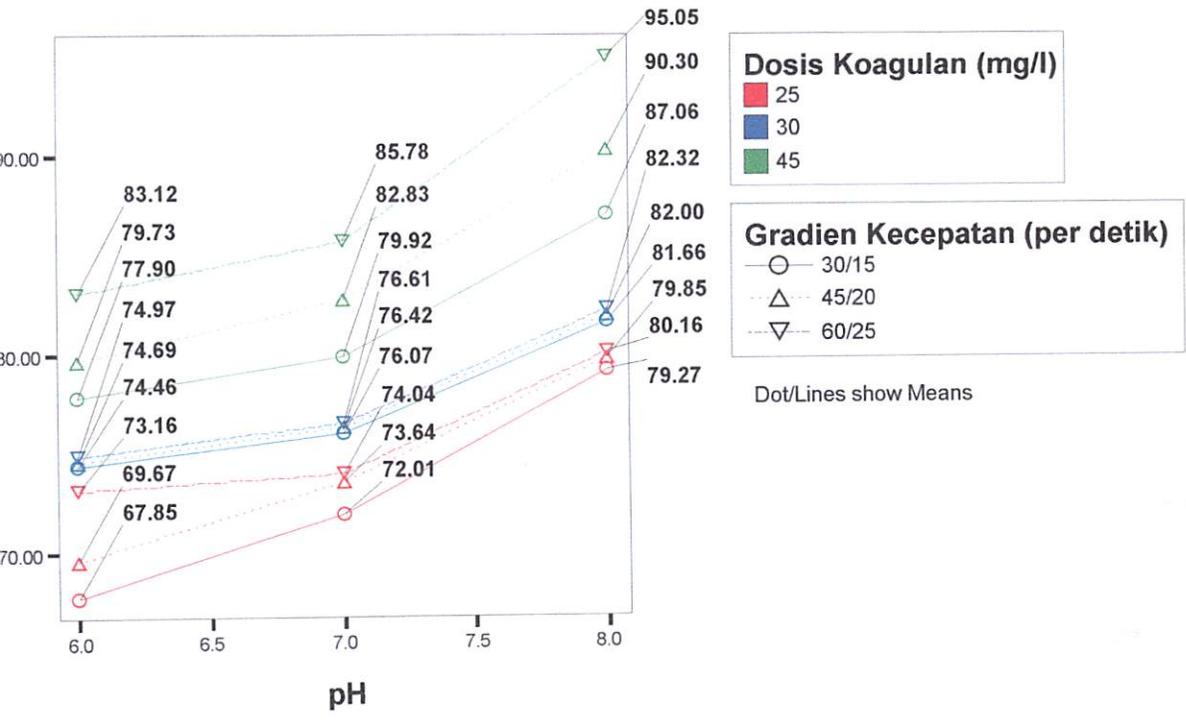
- Achmadi, 1990, *Kimia Dasar; Prinsip dan Terapan Modern*, Erlangga, Jakarta
- Fair, G.M, Gayaer, J.C, D.A, Okun, 1968, *Water and Waste Water engineering Volume 2*, John Willey and Sons, Inc
- Jurnal Perhimpunan Rumah Sakit Seluruh Indonesia Nomor 46 Tahun XII/1994  
*Jendela Rumah Sakit.*
- Marsono, B.D,\_, *Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis*, Teknik Lingkungan ITS
- Metcalf and Eddy, 1977, *Waste Water engineering, Collection Treatment disposal*, New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing Company LTD
- Anonim, Permenkes R.I, No. 986/Menkes/Per/XI/1992, Tentang, *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah sakit*
- Sri Sumestri Santika dan Alaerts, G, 1984, *Metode Penelitian Air*, Penerbit Usaha Nasional Surabaya
- Sugiharto, 1987, *Dasar – Dasar Pengolahan Air limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Suryawira Unus, 1986, *Mikrobiologi Lingkungan*, P.T, Alumni Bandung
- Yarnest, 2004, *Panduan Aplikasi Statistik Dengan Menggunakan SPSS Versi 11.0*, Dioma Malang

LAMPPIRAN

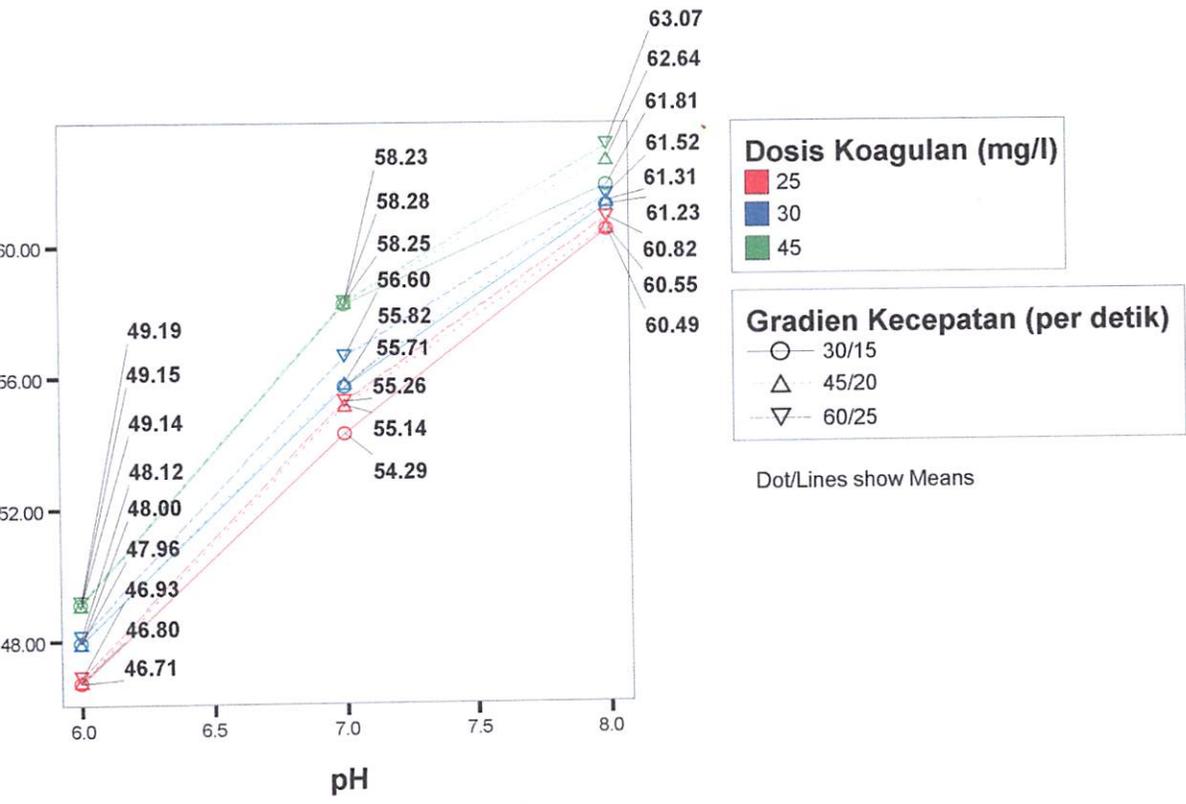
LAMPPIRAN

LAMPPIRAN

# Active Graph



# Active Graph



### Appropriate Analysis of Variance

**Between-Subjects Factors**

	N
Jan P1T1K1F1	5
P1T1K2F2	5
P1T1K3F3	5
P1T2K1F1	5
P1T2K2F2	5
P1T2K3F3	5
P1T3K1F1	5
P1T3K2F2	5
P1T3K3F3	5
P2T1K1F1	5
P2T1K2F2	5
P2T1K3F3	5
P2T2K1F1	5
P2T2K2F2	5
P2T2K3F3	5
P2T3K1F1	5
P2T3K2F2	5
P2T3K3F3	5
P3T1K1F1	5
P3T1K2F2	5
P3T1K3F3	5
P3T2K1F1	5
P3T2K2F2	5
P3T2K3F3	5
P3T3K1F1	5
P3T3K2F2	5
P3T3K3F3	5

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Presentase Penurunan kekeruhan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4917.258 <sup>a</sup>	26	189.125	111008.33	.000
Corrected Total	840600.612	135			
Intercept	840600.612	1	840600.612	4.93E+08	.000
PERINGKUAN	4917.258	26	189.125	111008.33	.000
Error	845518.053	108	1.704E-03		
Total	4917.442	134			

R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

**Hoc Tests**

Peringkuan dgn variasi

**Homogeneous Subsets**

Presentase Penurunan kekeruhan

,b

ian dgn variasi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
1F1	5	67.8480				
2F2	5		69.6720			
1F1	5			72.0140		
3F3	5				73.1640	
2F2	5					73.6380
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
1F1	5					
2F2	5					
2F2	5					
1F1	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
2F2	5					
3F3	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

for groups in homogeneous subsets are displayed.

on Type III Sum of Squares

or term is Mean Square(Error) = 1.704E-03.

Presentase Penurunan kekeruhan

b

an dgn variasi	Subset					
	6	7	8	9	10	11
1F1						
2F2						
1F1						
3F3						
2F2	74.0400					
3F3		74.4560				
1F1			74.6860			
2F2				74.9720		
3F3					76.0720	
1F1						76.4220
2F2						
3F3						
1F1						
1F1						
2F2						
2F2						
1F1						
3F3						
1F1						
2F2						
3F3						
2F2						
3F3						
3F3						
1F1						
2F2						
3F3						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

for groups in homogeneous subsets are displayed.

on Type III Sum of Squares

or term is Mean Square(Error) = 1.704E-03.

**Presentase Penurunan kekeruhan**

a,b

uan dgn variasi	Subset					
	12	13	14	15	16	17
<1F1						
<2F2						
<1F1						
<3F3						
<2F2						
K3F3						
K1F1						
K2F2						
K3F3						
.K1F1						
:K2F2	76.6100					
:K3F3		77.8980				
3K1F1			79.2680			
1K1F1				79.7320		
3K2F2					79.8480	
1K2F2						79.9240
3K1F1						
1K3F3						
2K1F1						
2K2F2						
2K3F3						
3K2F2						
3K3F3						
3K3F3						
3K1F1						
3K2F2						
3K3F3	1.000	1.000	1.000	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) = 1.704E-03.



**Presentase Penurunan kekeruhan**

.b

ian dgn variasi	Subset			
	24	25	26	27
1F1				
2F2				
1F1				
3F3				
2F2				
3F3				
1F1				
2F2				
3F3				
1F1				
2F2				
3F3				
1F1				
1F1				
2F2				
2F2				
1F1				
3F3				
1F1				
2F2				
3F3				
2F2				
3F3				
3F3	85.7820			
1F1		87.0600		
2F2			90.3000	
3F3				95.0460
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

for groups in homogeneous subsets are displayed.  
 on Type III Sum of Squares  
 or term is Mean Square(Error) = 1.704E-03.  
 ses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.  
 lpha = .05.

**urriate Analysis of Variance**

**Between-Subjects Factors**

	N
an P1T1K1F1	5
P1T1K2F2	5
P1T1K3F3	5
P1T2K1F1	5
P1T2K2F2	5
P1T2K3F3	5
P1T3K1F1	5
P1T3K2F2	5
P1T3K3F3	5
P2T1K1F1	5
P2T1K2F2	5
P2T1K3F3	5
P2T2K1F1	5
P2T2K2F2	5
P2T2K3F3	5
P2T3K1F1	5
P2T3K2F2	5
P2T3K3F3	5
P3T1K1F1	5
P3T1K2F2	5
P3T1K3F3	5
P3T2K1F1	5
P3T2K2F2	5
P3T2K3F3	5
P3T3K1F1	5
P3T3K2F2	5
P3T3K3F3	5

**Tests of Between-Subjects Effects**

endent Variable: Presentase Penurunan BOD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4344.474 <sup>a</sup>	26	167.095	1041932.8	.000
Corrected Total	412790.170	135	412790.170	2.57E+09	.000
Residual	4344.474	26	167.095	1041932.8	.000
Corrected Total	1.732E-02	108	1.604E-04		
Corrected Total	417134.661	135			
Corrected Total	4344.491	134			

R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

**Hoc Tests**

**kuan dgn variasi**

**ogeneous Subsets**

**Presentase Penurunan BOD**

i,b

Kategori dan variasi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
1F1	5	46.7100				
2F2	5		46.7960			
3F3	5			46.9260		
1F1	5				47.9580	
2F2	5					47.9980
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					
2F2	5					
3F3	5					
1F1	5					

**Presentase Penurunan BOD**

a,b

uan dgn variasi	Subset					
	6	7	8	9	10	11
<1F1						
<2F2						
<3F3						
<1F1						
<2F2						
<3F3	48.1240					
K1F1		49.1400				
K2F2		49.1520				
K3F3			49.1900			
K1F1				54.2860		
K2F2					55.1380	
K3F3						55.2560
?K1F1						
?K2F2						
?K3F3						
3K1F1						
3K2F2						
3K3F3						
1K1F1						
1K2F2						
1K3F3						
2K1F1						
2K2F2						
2K3F3						
3K1F1						
3K2F2						
3K3F3						
	1.000	.137	1.000	1.000	1.000	1.000

ns for groups in homogeneous subsets are displayed.

ad on Type III Sum of Squares

error term is Mean Square(Error) = 1.604E-04.







tions

**Correlations**

		% Penurunan Kekeruhan (NTU)	Dosis Koagulan Alum (mg/L)	pH	Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)
Penurunan Kekeruhan (NTU)	Pearson Correlation	1	.704**	.617**	.043
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.622
	N	135	135	135	135
Dosis Koagulan Alum	Pearson Correlation	.704**	1	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.	1.000	1.000
	N	135	135	135	135
pH	Pearson Correlation	.617**	.000	1	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.	1.000
	N	135	135	135	135
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	Pearson Correlation	.043	.000	.000	1
	Sig. (2-tailed)	.622	1.000	1.000	.
	N	135	135	135	135

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

tions

**Correlations**

		% Penurunan BOD (mg/l)	Dosis Koagulan Alum (mg/L)	pH	Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)
Penurunan BOD (mg/l)	Pearson Correlation	1	.180*	.971**	.007
	Sig. (2-tailed)	.	.036	.000	.937
	N	135	135	135	135
Dosis Koagulan Alum	Pearson Correlation	.180*	1	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	.036	.	1.000	1.000
	N	135	135	135	135
pH	Pearson Correlation	.971**	.000	1	.000
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.	1.000
	N	135	135	135	135
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	Pearson Correlation	.007	.000	.000	1
	Sig. (2-tailed)	.937	1.000	1.000	.
	N	135	135	135	135

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ssion

### Variables Entered/Removed<sup>b</sup>

Variables Entered	Variables Removed	Method
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L) <sup>a</sup>		Enter

requested variables entered.

pendent Variable: % Penurunan Kekeruhan (NTU)

### Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.937 <sup>a</sup>	.879	.876	2.13320

redictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

### ANOVA<sup>b</sup>

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	4321.322	3	1440.441	316.543	.000 <sup>a</sup>
Residual	596.120	131	4.551		
Total	4917.442	134			

redictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

pendent Variable: % Penurunan Kekeruhan (NTU)

### Coefficients<sup>a</sup>

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	29.352	1.867		15.723	.000
Dosis Koagulan Alum (mg/L)	.500	.022	.704	23.152	.000
pH	4.562	.225	.617	20.289	.000
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	2.112E-02	.015	.043	1.409	.161

pendent Variable: % Penurunan Kekeruhan (NTU)

### ession

**Variables Entered/Removed<sup>b</sup>**

Variables Entered	Variables Removed	Method
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum <sup>a</sup> (mg/L)		Enter

requested variables entered.

Dependent Variable: % Penurunan BOD (mg/l)

**Model Summary**

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.988 <sup>a</sup>	.976	.975	.90051

Predictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

**ANOVA<sup>b</sup>**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	4238.260	3	1412.753	1742.147	.000 <sup>a</sup>
Residual	106.231	131	.811		
Total	4344.491	134			

Predictors: (Constant), Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik), pH, Dosis Koagulan Alum (mg/L)

Dependent Variable: % Penurunan BOD (mg/l)

**Coefficients<sup>a</sup>**

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	3.912	.788		4.964	.000
Dosis Koagulan Alum (mg/L)	.120	.009	.180	13.202	.000
pH	6.747	.095	.971	71.077	.000
Gradien Kecepatan tangki koagulasi dan flokulasi (per detik)	3.200E-03	.006	.007	.506	.614

Dependent Variable: % Penurunan BOD (mg/l)

**KESEHATAN DAERAH MILITER V**  
**BRAWIJAYA**  
**RUMAH SAKIT TK.II 05.05.01 Dr. SOEPRAOEN**

**SURAT KETERANGAN**  
**NOMOR: SKET/162/VIII/2005**

Menerangkan bahwa:

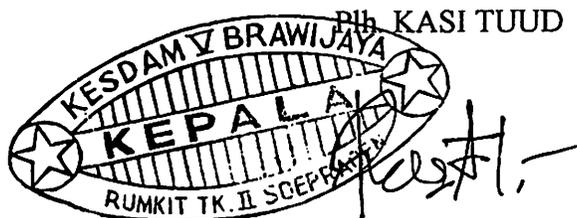
Nama : IDHE ZANTHOS  
Status : Mahasiswa Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang  
NIM : 99.26.003

Terhitung mulai tanggal 16 Januari 2005 s/d 17 Februari 2005 telah melaksanakan kegiatan penelitian untuk Tugas Akhir dengan judul “ Pengaruh Variasi Dosis Koagulan, Gradien Kecepatan dan pH Terhadap Tingkat Penyisian Kekeruhan Dan BOD Pada Tangki Koagulasi dan Flokulasi Di Rumah Sakit Dr. Soepraoen Malang”

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk digunakan seperlunya.

Malang, 25 Februari 2005

An. KARUMKIT TK.II 05.05.01 Dr. SOEPRAOEN



**ROESLAN SOEMARSONO**  
**KAPTEN CKM NRP. 34091**

Tembusan:

Kasi TUUD Pasi Watkes Rumkit

Tk. II 05.05.01 Dr Soepraoen

HATAN DAERAH MILITER V

BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK II 05.05.01 Dr. SOEPRAOEN

**SURAT KETERANGAN LABORATORIUM**

**NOMOR: SKET/147/VIII/2005**

JUDUL : Parameter kekeruhan dan BOD<sub>5</sub> pada tangki Koagulasi dan Flokulasi

DOSEN : Idhe Zanthos

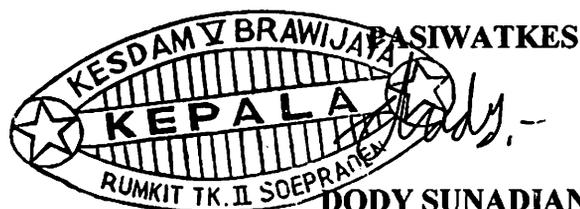
PEKERJA : Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang

Dosis Koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan Tangki koagulasi (S <sup>-1</sup> )	Gradien kecepatan tangki flokulasi (S <sup>-1</sup> )	Kekeruhan (NTU)				
			1	2	3	4	5
25	30	15	12035.70	12030.82	12036.61	12033.27	12039.01
25	45	20	11377.02	11321.17	11370.12	11324.13	11373.40
25	60	25	10022.37	10081.12	10041.33	10021.71	10056.43
30	30	15	9547.96	9560.17	9570.36	9565.36	9562.13
30	45	20	9480.45	9462.39	9483.51	9478.23	9470.62
30	60	25	9361.66	9366.26	9327.40	9372.42	9373.51
45	30	15	8270.13	8274.17	8271.17	8273.15	8274.10
45	45	20	7591.13	7587.12	7586.15	7583.17	7582.11
45	60	25	6320.18	6318.72	6319.13	6316.55	6312.41
25	30	15	10471.24	10473.62	10480.21	10476.33	10475.45
25	45	20	9812.36	9860.42	9892.66	9874.23	9898.15
25	60	25	9716.55	9712.89	9721.16	9717.20	9718.54
30	30	15	8951.28	8967.18	8945.27	8961.31	8955.60
30	45	20	8818.33	8821.32	8823.43	8835.50	8830.51
30	60	25	8767.72	8771.82	8751.12	8730.45	8762.19
45	30	15	7502.61	7532.60	7512.17	7512.33	7514.20
45	45	20	6415.52	6417.50	6412.76	6418.52	6409.43
45	60	25	5326.90	5336.82	5312.88	5330.21	5302.42
25	30	15	7762.54	7764.72	7761.88	7755.17	7749.81
25	45	20	7521.40	7550.67	7550.66	7552.92	7541.44
25	60	25	7430.26	7416.71	7418.10	7427.16	7441.17
30	30	15	6863.62	6862.89	6866.72	6862.01	6856.18
30	45	20	6772.91	6742.33	6717.62	6733.21	6721.17
30	60	25	6612.62	6620.72	6612.88	6613.80	6617.32
45	30	15	4851.82	4831.33	8441.20	4881.55	4810.92
45	45	20	3623.12	3616.17	3621.23	3662.18	3633.81
45	60	25	1846.89	1851.20	1824.13	1872.19	1876.23

Dosis koagulan (mg/l)	Gradien kecepatan Tangki koagulasi (S <sup>-1</sup> )	Gradien kecepatan tangki flokulasi (S <sup>-1</sup> )	BOD <sub>5</sub> (mg/l)				
			1	2	3	4	5
25	30	15	76.60	76.62	76.61	76.60	76.62
25	45	20	76.49	76.48	76.49	76.50	76.47
25	60	25	76.30	76.31	76.29	76.28	76.30
30	30	15	74.82	74.81	74.82	74.80	74.81
30	45	20	74.76	74.75	74.76	74.75	74.77
30	60	25	74.59	74.56	74.57	74.58	74.57
45	30	15	73.12	73.11	73.10	73.12	73.13
45	45	20	73.10	73.09	73.08	73.10	73.11
45	60	25	73.06	73.02	73.04	73.07	73.01
25	30	15	65.72	65.71	65.70	65.73	65.72
25	45	20	64.49	64.50	64.51	64.48	64.49
25	60	25	64.32	64.33	64.32	64.31	64.33
30	30	15	63.66	63.67	63.65	63.66	63.68
30	45	20	63.51	63.50	63.52	63.51	63.50
30	60	25	62.39	62.40	62.41	62.38	62.39
45	30	15	60.06	60.04	60.05	60.07	60.06
45	45	20	60.02	60.02	60.01	60.02	60.03
45	60	25	59.98	59.97	59.96	59.99	59.97
25	30	15	56.87	56.72	56.79	56.81	56.80
25	45	20	56.72	56.70	56.73	56.74	56.72
25	60	25	56.31	56.30	56.32	56.34	56.33
30	30	15	55.77	55.74	55.72	55.73	55.75
30	45	20	55.61	55.60	55.62	55.64	55.62
30	60	25	55.30	55.32	55.31	55.30	55.34
45	30	15	54.91	54.90	54.89	54.91	54.92
45	45	20	53.72	53.70	53.71	53.73	53.72
45	60	25	53.10	53.07	53.09	53.11	53.09

Malang, 23 Februari 2005

KASI LABORATORIUM



DODY SUNADIANTO

KAPTEN CKM NRP 34029

## **PROSEDUR ANALISA PARAMETER ALAT DAN BAHAN**

### **Alat - alat**

#### **A. Analisa kekeruhan:**

1. Turbidity meter
2. Tabung sample cell.
3. Secondary turbidity standart (STS)

#### **B. Analisa BOD:**

1. Botol-botol inkubasi Winkler (terbuat dari kaca) 250 – 320 ml dimana volumenya diketahui dengan tepat, karena tercantum pada botolnya. Botol tersebut dapat memakai tutup khusus lingkar air (water seal), tetapi biasanya dasar tutupnya membentuk kerucut supaya kelebihan air dan gelembung udara dapat di hilangkan dengan mudah.
2. Inkubator : suhu terjamin  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ; gelap.
3. 4 labu takar 1 liter; 3 labu takar 2 liter; bermacam-macam pipet.
4. 2 buret 25 atau 50 ml untuk titrasi tiosulfat
5. Gelas arloji untuk menimbang beratnya gram.
6. 1 erlenmeyer 250 ml untuk standarisasi tiosulfat; 1 erlenmeyer 500 ml.

### **Bahan**

#### **A. Analisa kekeruhan:**

1. Alum  $\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
2. Aquades
3. Koloid
4. Asam asetat
5. NaOH

## **B. Analisa BOD:**

1. Air suling: tidak boleh mengandung zat beracun seperti Cr, Cl<sub>2</sub>, dan sebagainya.
2. Larutan bufer fosfat.
3. Larutan magnesium sulfat
4. Larutan kalsium klorida.
5. Larutan feriklorida.
6. Larutan basa NaOH atau KOH, dan asam HCl atau H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N
7. Bubuk inhibitor nitrifikasi.
8. Benih (inoculum seed)
9. Air pengencer (larutan kerja).
10. Larutan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (natrium sulfite) hanya untuk air yang mengandung senyawa khlor aktif.

## **CARA KERJA**

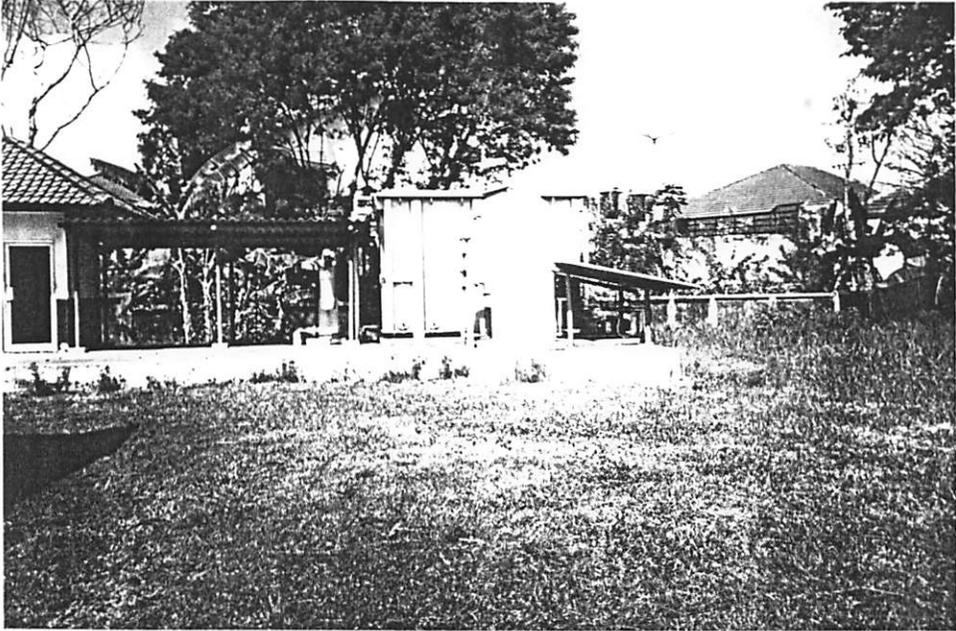
### **A. Analisa kekeruhan**

1. Hidupkan alat, tunggu 15 menit agar sinar cahaya pembacaan stabil
2. Putar switch batas (range) pengukuran 10, 100, 1000, pilih salah satu diantaranya sesuai standart (STS) yang dipakai .
3. Tutup tempat pengukuran dengan penutup cell (cover). Tepatkan jarum berhimpit dengan nol, jika belum tepat dengan nol putar switch standardize
4. Tempatkan standart (STS) yang dipilih sesuai dengan kondisi sample yang ada pada lubang pembacaan, selanjutnya tutup dengan cover. Putar standardize sampai jarum menunjukkan angka kekeruhan yang sama dengan angka kekeruhan yang ada pada standart.
5. Ambil sample, masukkan dalam cuvet. Ganti standart yang ada dengan cuvet sample, tutup kembali dengan cover. Tunggu turbidimeter untuk membaca kekeruhan sample, sampai ditanda I

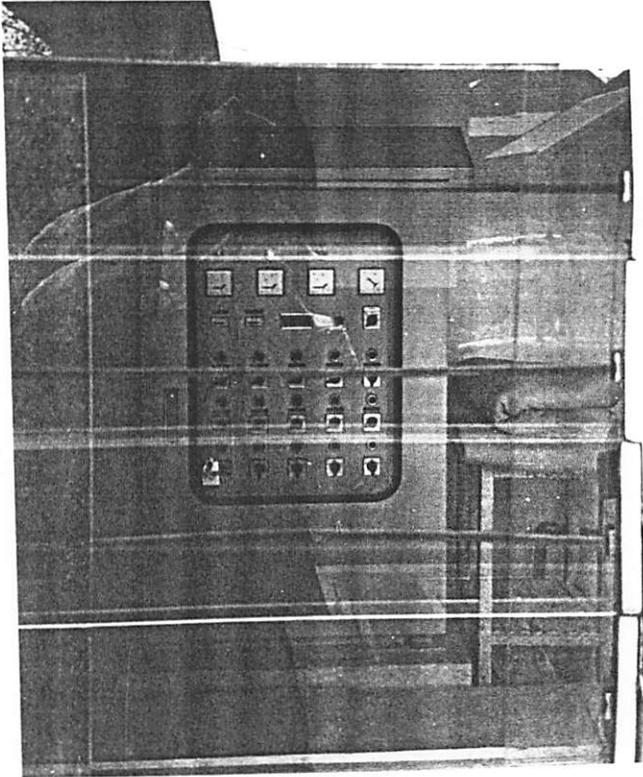
jarum relative tidak bergerak. Baca dan catat kadar kekeruhan yang ditunjukkan oleh jarum pembacaan.

## **B. Analisa BOD<sub>5</sub>**

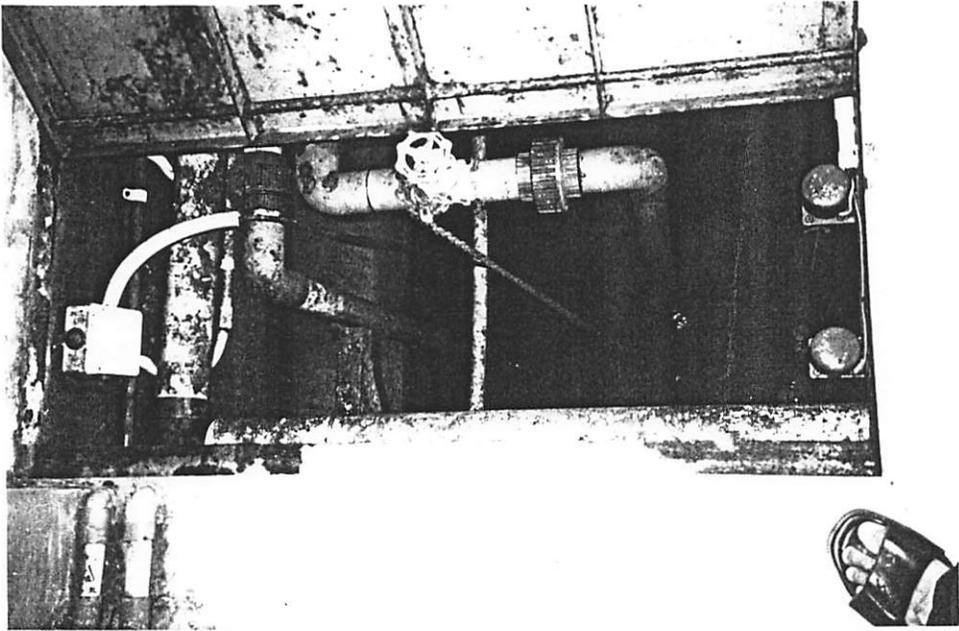
1. Sampel yang diduga mengandung sisa khlor aktif (yang dapat menghalangi proses mikrobiologis) harus ditentukan khlor aktifnya. Per mol khlor aktif yang dikandung sample, dibutuhkan satu mol zat pereduksi
2. Sampel yang mengandung oksigen yang melebihi kejenuhannya, misalnya lebih dari 9 mg O<sub>2</sub>/l pada 20<sup>0</sup> C, perlu diturunkan kasdar oksigennya dengan cara pengocokan. Keadaan tersebut dapat terjadi pada sample yang dipenuhi ganggang.
3. Pengenceran sample: Oleh karena jumlah oksigen dalam botol terbatas, maksimum 9 mg O<sub>2</sub>/l tersedia dan baiknya oksigen terlarut pada masa akhir inkubasi antara 3 dan 6 mg O<sub>2</sub>/l, maka sample perlu diencerkan. Karena kadar BOD tidak diketahui terlebih dahulu, beberapa pengenceran harus dicoba secara serempak agar supaya setelah inkubasi selama 5 hari paling sedikit 1 sampel masih mengandung antara 3 dan 6 mg O<sub>2</sub>/l.
4. Botol-botol BOD (sample dan blanko) lalu disimpan dalam incubator (suhu 20<sup>0</sup>C ± 1<sup>0</sup>C) selama 5 hari
5. Kalau jumlah sample BOD lebih banyak (yang memakai air pegencer yang sama), 2 blanko cukup



**INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RS. Dr. SOEPRAOEN**



**RUANG KONTROL**



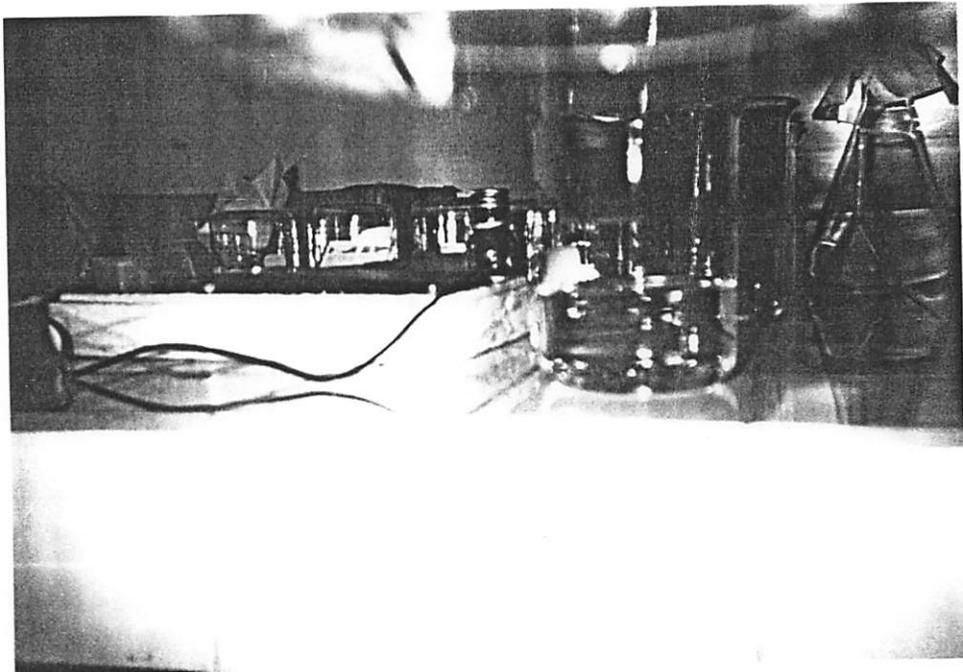
**TANGKI KOAGULASI DAN FLOKULASI**



**TURBIDIMETER**



**SAMPEL KEKERUHAN**



**SAMPEL BOD<sub>5</sub>**

## ANALITY QUALITY CONTROL

Hasil pengukuran dan perhitungan standart deviasi kekeruhan

No	Konsentrasi (x = NTU)	X <sup>2</sup>
1	12034.17	144821247.6
2	11352.21	128872671.9
3	10032.50	100651056.3
4	9562.20	91435668.84
5	9473.02	89738107.92
6	9361.20	87632065.44
7	8272.54	68434918.05
8	7581.90	57485207.61
9	6320.45	39948088.2
10	10473.22	109688337.2
11	9865.61	97330.260.67
12	9716.23	94405125.41
13	8954.23	80178234.89
14	8826.17	77901276.87
15	8750.59	76572825.35
16	7511.56	56423533.63
17	6415.72	41161463.12
18	5322.89	28333157.95
19	7756.73	60166860.29
20	7541.45	56873468.1
21	7427.50	55167756.25
22	6863.27	47104475.09
23	6735.40	45365613.16
24	6617.50	43791306.25
25	5561.35	30928613.82
26	3630.42	13179949.38
27	1855.12	3441470.214
	213815.15	1827032759

$$\begin{aligned}
 N &= 27 \\
 \Sigma x &= 213815.15 \\
 \Sigma x^2 &= 1827032759
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= (\Sigma x) / N \\
 &= 213815.15 / 27 \\
 &= 7919.0796
 \end{aligned}$$

Standart deviasi dihitung berdasarkan persamaan :

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \left[ \frac{[\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2 / n]}{n - 1} \right]^{0.5} \\
 &= \left[ \frac{1827032759 - (213815.15)^2 / 27}{26} \right]^{0.5} \\
 &= 2268,628
 \end{aligned}$$

Maka batas-batasnya adalah:

$$\bar{X} \pm \sigma = 5650,45 - 10187.71$$

$$\bar{X} \pm 2\sigma = 3381,82 - 12456,34$$

## ANALITY QUALITY CONTROL

Hasil pengukuran dan perhitungan standart deviasi BOD

No	Konsentrasi (x = mg/l)	X <sup>2</sup>
1	76.62	5870.62
2	76.49	5850.72
3	76.30	5821.69
4	74.82	5598.03
5	74.74	5586.06
6	74.56	5559.19
7	73.13	5347.99
8	73.10	5343.61
9	73.06	5337.76
10	65.72	4319.11
11	64.50	4160.25
12	64.32	4137.06
13	63.68	4055.14
14	63.52	4034.79
15	62.40	3893.76
16	60.67	3680.85
17	60.01	3601.2
18	59.95	3594
19	56.77	3222.83
20	56.73	3218.29
21	56.30	3169.69
22	55.76	3109.17
23	55.62	3093.58
24	55.33	3061.41
25	54.89	3012.91
26	53.73	2886.91
27	53.07	2816.42
	1735.79	113383.04

$$\begin{aligned} N &= 27 \\ \Sigma x &= 1735.79 \\ \Sigma x^2 &= 113383.04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X} &= (\Sigma x) / N \\ &= 1735.79 / 27 \\ &= 64.288 \end{aligned}$$

Standart deviasi dihitung berdasarkan persamaan :

$$\begin{aligned} \sigma &= \left[ \frac{[\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2 / n]}{n - 1} \right]^{0.5} \\ &= \left[ \frac{113383.04 - (1735.79)^2 / 27}{26} \right]^{0.5} \\ &= 8.301 \end{aligned}$$

Maka batas-batasnya adalah:

$$\bar{X} \pm \sigma = 55,987 - 72,589$$

$$\bar{X} \pm 2\sigma = 47,686 - 80,89$$

**PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : Idhe Fathes  
Nim : 99.26.003  
Jurusan : Teknik Lingkungan.  
Judul Tugas Akhir :

Pada Ujian Tugas Akhir :

Hari, Tanggal : Sabtu, 2 April '05  
Perbaikan :

→ Revisi saran utk pengaruh G dari karakteristik limbah

→ arah hubungan variabel dan analisa korelasi  
kelua & jelaskan

Malang, ... 2 ... April '05

Dosen Penguji

(..... Ery H .....)

Perbaikan dC  
Fupin 7/4 '05

PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : Idhe Zantitas

Nim : 99 26 003

Jurusan : Teknik Lingkungan.

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi ....

Pada Ujian Tugas Akhir :

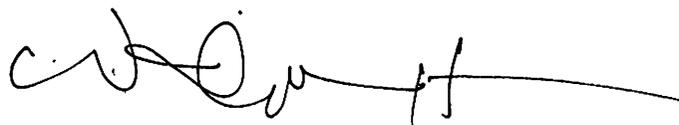
Hari, Tanggal : .....

Perbaikan

1. Judul : → yg terjadi penyisihan di Pengendap
2. Abstrak b. Inggris
3. Kesesuaian Rumus Masalah - Tujuan Penelitian  
da Kesimpulan.
4. Bahas td yg menentukan Optimum koagulasi  
flokulasi → G. td =  $(10^4 - 10^5)$  → !
5. Datas → perbaiki sesuai komentar

Malang, .....

Dosen Penguji



(.....)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. BENDUNGAN SIGURA – GURA 2 TELP. (0341) 551951 MALANG

NAMA : IDHE ZANTHOS  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
NIM : 99.26.003  
DOSEN PEMBIMBING : Ir. INDRAYANTO

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	28 Sep/04	Pembatasan masalah - Masalah - Percobaan	
2.	7 Feb/05	Revisi: perumusan masalah → batasan masalah	
3.	17 Feb/05	Revisi Standar range - Variabel proses penelitian	
4.	19 Feb/05	Hasil perbaikan = cek -	



# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

## FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. BENDUNGAN SIGURA - GURA 2 TELP. (0341) 551951 MALANG

NAMA : IDHE ZANTHOS  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
NIM : 99.26.003  
DOSEN PEMBIMBING : Ir. INDRAYANTO

### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	26 Feb 05	Grafik, Tabel - per- baikan.	
	4 Mar 05	Penyempurnaan : - warn - ketik garis tebal.	
	7 Mar 05	Perbaikan	
		Kajin ke semina	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. BENDUNGAN SIGURA -- GURA 2 TELP. (0341) 551951 MALANG

NAMA : IDHE ZANTHOS  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
NIM : 99.26.003  
DOSEN PEMBIMBING : SUDIRO, ST, MT.

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	30 Nov 2000	- studi di pertambangan yg keliatan yg Sipil. - Ruj lingkup di jelaskan yg apa yg apa di tempat. - kel ktd ktp → di pmbah A Q C !	
	6-1-2001	: Pahami ttg AQC serta prosedur !!	
	16-1-2005	- Mekanik - analisis parameter ? - analisis data : lanjutkan.	
	31-1-2005	: jelaskan ttg analisa data. yg digambarkan. → lanjutkan	
	2-2-2005	: lanjutkan ke proses pemukiman.	



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

Jl. BENDUNGAN SIGURA - GURA 2 TELP. (0341) 551951 MALANG

NAMA : IDHE ZANTHOS  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
NIM : 99.26.003  
DOSEN PEMBIMBING : SUDIRO, ST, MT.

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	23/2-2005	phuksi data hasil penelitian di brat yg komunikatif	
	25/2-2005	= Analisis ke pemenuhan kepuha = Analisis korelasi ke antar variabel	
	28/2-2005	= Pelajaran dan paham mengenai uji korelasi dan regresi	
	3/3-2005	= Analisis korelasi ? = Analisis regresi ?	
	4/3-2005	= pelajaran tentang analisis regresi dan interpretasi model regresi	
	19/3-2005	= Pembahasan di pertemuan	
	17/3-2005	= Kesimpulan - Sesi di seminar	