

SKRIPSI

PENURUNAN COD, TSS, MINYAK LEMAK PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGALANGAN IKAN TUNA DENGAN METODE *DISSOLVED AIR FLOTATION (DAF)* SISTEM *RECYCLE*

Oleh :
MEICHIA
0226033

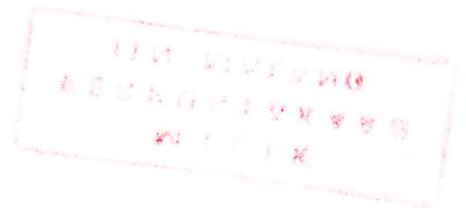
**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

2012

INTERNATIONAL INFORMATION SYSTEM
FOR THE LATEST DATA ON DEMOGRAPHY
AND ECONOMIC DEVELOPMENT
AND SOCIAL AND ECONOMIC TRANSFORMATIONS



SECRET
RECEIVED
DATE:

SECRET
OFFICE OF THE ASSISTANT SECRETARY FOR PUBLIC AFFAIRS
DEPARTMENT OF STATE
WASHINGTON, D.C. 20520-1225

SECRET

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENURUNAN COD, TSS, MINYAK LEMAK PADA LIMBAH CAIR
INDUSTRI PENGALANGAN IKAN TUNA DENGAN METODE
DISSOLVED AIR FLOTATION (DAF)
SISTEM RECYCLE**

OLEH:

MEICHIA

02.26.033

Menyetujui:

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Candra Dwiratna, ST. MT
NIP. P. 103 000 0349

Hardianto, ST. MT
NIP. P. 103 000 0350

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 103 990 0327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENURUNAN COD, TSS, MINYAK LEMAK PADA LIMBAH CAIR
INDUSTRI PENGALANGAN IKAN TUNA DENGAN METODE
DISSOLVED AIR FLOTATION (DAF)
SISTEM *RECYCLE***

OLEH:

MEICHIA

02.26.033

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan / Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata Satu (S-1), dan diterima untuk mengetahui salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Tanggal 24 September 2008.

Menyetujui

Panitia Ujian Komprehensif Skripsi

Ketua

Sekretaris



Ir. Agusina Nurul Hidayati, MTP

NIP. Y. 103 900 0214

Sudiro. ST. MT

NIP. Y. 103 990 0327

Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Sudiro. ST. MT

NIP. Y. 103 990 0327

Evvy Hendriarianti, ST, MMT

NIP.P. 103 030 0382

ABSTRAKSI

Limbah yang dihasilkan oleh industri pengalengan ikan tuna memiliki konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Minyak Lemak yang cukup tinggi. Untuk mendapatkan kualitas air limbah yang baik perlu dilakukan suatu sistem pengolahan yang dapat menurunkan konsentrasi COD, TSS, Minyak Lemak sehingga memenuhi standart baku mutu air limbah.

Pada penelitian ini menggunakan metode *Dissolved Air Flotation* (DAF) sistem *Recycle* untuk mengolah limbah cair industri pengalengan ikan tuna. Sistem operasi DAF, menggunakan udara terlarut dimana udara tersebut dilarutkan kedalam air pada tangki tekan. Selanjutnya udara terlarut tersebut dilepaskan pada tekanan atmosfir sehingga akan menghasilkan gelembung – gelembung udara. Gelembung udara akan menempel pada partikel solid, sehingga densitas partikel lebih kecil dari air dan partikel akan mengapung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode DAF sistem *Recycle* terhadap persentase penurunan konsentrasi COD, TSS, minyak lemak dengan variasi tekanan 4 atm dan 5 atm, dan variasi waktu detensi 20, 40, 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem operasi DAF mampu menurunkan konsentrasi COD, TSS, minyak lemak. Persentase penurunan COD dan TSS terbaik pada variasi tekanan 5 atm dengan variasi waktu detensi 60 menit yaitu 39,24 % dan 86,33 % dan persentase penurunan minyak lemak terbaik pada variasi tekanan 4 atm dengan waktu detensi 60 menit yaitu 100 % dan 5 atm dengan waktu detensi 20, 40, 60 menit yaitu 100 %.

Kata kunci : COD, *Dissolved Air Flotation* (DAF) sistem *Recycle*, TSS, Minyak Lemak

Meichia, Dwiratna Chandra, Hardianto, 2008. **The Reduction of COD, TSS, and Fat Oil Contents in the Waste Water of Industry Canning of Tuna by Dissolved Air Flotation (DAF) Recycle System Method.** Final Assignment. Concentration of Environmental Engineering, Malang National Technological Institute.

ABSTRACT

The waste produced by the tuna fish canning industry brings along higher concentrations of COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), and Fat Oil. Obtaining favorable waste quality needs having a reliable processing system to meet the standard of waste quality.

Research employs *Dissolved Air Flotation* (DAF) in the Recycle System to process liquid waste of tuna fish canning industry. Operation system of DAF considers dissolved air in which the air comes into the water through pressure tank. The dissolved air will be released on atmospheric pressure producing air bubble. The air bubble attaches into the solid particle in which the particle density seems smaller than water and the particle floats.

The purpose of research to know of influence DAF method of Recycle system on the percentage of the reduction of COD, TSS and fat oil concentrations with the pressure variations of 4 atm and 5 atm, and the detention time variation of 20, 40 and 60 minutes. Results of research indicate that the DAF operation system reduces the concentration of COD, TSS and fat oil. The percentage of the best reduction of COD and TSS in the 5 atms of pressure variation and 60 minutes detention time variation attains to 39.24 % and 86.33 %. The percentage of the best reduction of fat oil in the 4 atms of pressure variation and 60 minutes detention time variation reaches about 100 %, while in the 5 atms of pressure variation and 20, 40 and 60 minutes detention time variations equal to 100 %.

Keywords: COD, *Dissolved Air Flotation* (DAF) in the Recycle System, TSS, Fat Oil

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak Pada Limbah Cair Industri Pengalengan Ikan Tuna Dengan Metode *Dissolved Air Flotation* (DAF) Sistem Recycle”** ini tepat waktu

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro , ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Chandra Dwiratna, ST. MT selaku Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Hardianto, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Ibu Evy Herdriarianti, ST. MMT selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan, kritik dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
5. Ibu Tuani Lidiawati, ST, MT selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan, kritik dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan khususnya Angkatan '02' dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang saya susun.

Dan akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang.

Malang, Oktober 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

ABSTRAK

KATA PENGATAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DARTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.4 RUANG LINGKUP	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 AIR BUANGAN	4
2.2 SUMBER AIR BUANGAN	4
2.3 KAREKTERISTIK FISIK AIR BUANGAN	5
2.4 SISTEM PENGOLAHAN AIR BUANGAN	5
2.5 INDUSTRI PENGALANGAN IKAN TUNA	8
2.6 PROSES PRODUKSI IKAN TUNA	8
2.7 FLOTASI	9
2.7.1 Pengertian Flotasi	9
2.7.2 Jenis Flotasi	10
2.7.3 Mekanisme Pemisahan Partikel Dari Cairan.....	11

2.8	<i>DISSOLVED AIR FLOTATIO</i>	13
2.8.1	Solubilitas Udara	13
2.8.2	Sistem Operasi <i>Dissolved Air Flotation</i>	14
2.8.2.1	Sitem tanpa <i>recycle</i> (total/ <i>full flow pressurization</i>)	14
2.8.2.2	Sistem split (partial/ <i>split flow pressurization</i>)	14
2.8.2.3	Sistem <i>recycle</i> (<i>recycle flow pressurization</i>)	15
2.8.3	Parameter Desain <i>Dissolved Air Flotation</i>	15
2.8.4	Peralatan <i>Dissolved Air Flotation</i>	16
2.9	KRITERIA DESAIN	17
2.10	PARAMETER COD, TSS DAN MINYAK LEMAK	18
2.10.1	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	18
2.10.2	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	19
2.10.3	Minyak Lemak	19
2.11	Metode Pengolahan Data	20
2.11.1.	Statistik Deskriptif dan Inferensi	21
2.11.2.	Analisis Data Statistik dalam Minitab	21
2.11.3.	Keunggulan Minitab	22
2.11.4.	Analisis Korelasi	23
2.11.5.	Analisis Regresi	25
2.11.6	Analisis ANOVA	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	VARIABEL PENELITIAN	28
3.2	PARAMETER PENELITIAN	28
3.3	ALAT DAN BAHAN	28
3.3.1	Alat penelitian	28
3.3.2	Bahan	29
3.4	PROSEDUR PENELITIAN	29

3.5	PENGOLAHAN DATA	30
3.6	KERANGKA PENELITIAN	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	KAREKTERISTIK AIR SAMPEL	32
4.2	HASIL PENELITIAN	33
4.3	ANALISIS STATISTIK	33
4.3.1	Analisis Deskriptif	33
4.3.1.1	Parameter COD.....	33
4.3.1.2	Parameter TSS.....	36
4.3.1.3	Parameter minyak lemak	38
4.3.2	Analisis ANOVA	40
4.3.3	Analisa Korelasi	42
4.3.4	Analisa Regresi.....	45
4.4	PEMBAHASAN COD, TSS, Minyak Lemak	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	KESIMPULAN.....	56
5.2.	SARAN	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik limbah cair pengalengan ikan tuna	9
Tabel 2.2	Solubilitas Udara	13
Tabel 2.3	Kriteria Desain	18
Tabel 2.4	Koefisien Korelasi <i>Guiford</i>	24
Tabel 4.1	Karakteristik Limbah Industri Pengalengan Ikan Dan Standar Kualitas Air	32
Tabel 4.2	Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Limbah Pengalengan Ikan	33
Tabel 4.3	Nilai Akhir Konsentrasi TSS Pada Limbah Pengalengan Ikan	33
Tabel 4.4	Nilai Akhir Konsentrasi Minyak Lemak Pada Limbah Pengalengan Ikan	33
Tabel 4.5	Nilai % Penurunan COD Pada Limbah Pengalengan Ikan	35
Tabel 4.6	Nilai % Penurunan TSS Pada Limbah Pengalengan Ikan	37
Tabel 4.7	Nilai % Penurunan Minyak Lemak Pada Limbah Pengalengan Ikan	39
Tabel 4.8	Hasil Uji ANOVA % Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak	40
Table 4.9	Korelasi Antara %Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak	42
Tabel 4.10	Koefisien Persamaan Regresi % Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak	46
Tabel 4.11	Hasil Uji ANOVA Analisa Regresi % Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tertangkapnya gelembung udara yang naik keatas permukaan oleh struktur material flokulen.....	12
Gambar 2.2	Penyerapan gelembung udara ke dalam struktur flok sebagai flok yang terbentuk.	12
Gambar 2.3.	Sistem operasi tanpa <i>recycle</i>	14
Gambar 2.4.	Sistem Operasi <i>Split</i>.....	15
Gambar 2.5.	Sistem Operasi <i>Recycle</i>.....	15
Gambar 3.1	Diagram Alir karangka Penelitian.....	31
Gambar 4.1	Grafik Konsentrasi Akhir COD	34
Gambar 4.2	Grafik % Penurunan COD (mg/l).....	35
Gambar 4.3	Grafik Konsentrasi Akhir TSS (mg/l).....	36
Gambar 4.4	Grafik % Penurunan TSS (mg/l)	37
Gambar 4.5	Grafik Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mg/l)	38
Gambar 4.6	Grafik % Penurunan Minyak Lemak (mg/l)	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan industri semakin pesat sehingga secara tidak langsung meningkatkan jumlah limbah pada industri tersebut, baik dari segi volume maupun karakteristiknya. Salah satunya penghasil limbah tersebut adalah industri pengalengan ikan tuna.

Limbah yang dihasilkan oleh industri pengalengan ikan tuna adalah limbah cair dari bekas pencucian yang mengandung banyak protein, lemak, karbohidrat dengan material organik terlarut dan tersuspensi yang relatif tinggi. Oleh karena itu sifat zat organik yang ada didalam limbah pengalengan ikan ini mudah membusuk, apabila air buangan ini dibuang langsung ke badan air penerima akan menimbulkan proses deoksigenasi atau pengurangan kadar oksigen didalam air, adapun komponen air limbah pengalengan ikan antara lain, pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak, sehingga diperlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

Beberapa macam metode pengolahan untuk mengolah limbah cair dari industri pengalengan ikan tuna, salah satunya pengolahan fisik dengan menggunakan DAF (*dissolved air flotation*). Flotasi udara terlarut (*dissolved air flotation* atau DAF) sistem ini menggunakan udara terlarut yang akan menghasilkan gelembung dengan ukuran 20-100 μm . Sistem ini banyak digunakan pada pengolahan air buangan, khususnya yang mengandung partikel tersuspensi, hidroksida logam, material protein (partikel / terlarut), lemak minyak, pewarna, serat, BOD maupun COD dengan melarutkan gas atau udara ke dalam air buangan pada tekanan atmosfer. Gas atau udara akan menghasilkan gelembung yang berfungsi untuk mengapungkan partikel hidrofilik ke permukaan dan bisa dihilangkan dengan mengambil buihnya (W.Wesley Eckenfelder, Jr 2000).

Penelitian Supriyanto dan Prasetyo (2006) diketahui bahwa penggunaan DAF dengan sistem kontinyu pada proses pengolahan limbah pertamina dapat menurunkan minyak lemak dari konsentrasi awal 112,33 mg/l menjadi 36,4 mg/l (67,60 %), COD dari konsentrasi awal 1241,37 mg/l menjadi 259,97 mg/l (79,06 %). Selain itu dari penelitian Elizabeth Rotua (2002), dapat diketahui bahwa dengan menggunakan DAF sebagai pengolahan fisik pada limbah rumah potong hewan, dapat menurunkan TSS dari konsentrasi awal 8943 mg/l menjadi 3200 mg/l (63,87 %) dan nilai COD dari konsentrasi awal 50709 mg/l menjadi 25600 mg/l (52 %).

Hasil penelitian tersebut, maka akan dilakukan penelitian untuk menurunkan konsentrasi TSS, COD, Minyak Lemak pada limbah pengalengan ikan tuna dengan sistem pengoperasian *recycle*. Sistem operasi *recycle* memiliki keuntungan, yakni ukuran gelembung udara yang dihasilkan sangat halus. Gelembung udara yang lebih halus akan melekat pada padatan secara lebih baik sehingga menghasilkan *effluent* yang lebih bagus. Namun, cara ini juga memiliki kekurangan, yakni membutuhkan area yang lebih luas dibandingkan dengan sistem tanpa *recycle* karena beban hidraulik meningkat dengan adanya penambahan *recycle* (Sakti, 2005).

1.2 PERUMUSAN MASALAH

1. Berapakah variasi tekanan dan waktu detensi yang efisien untuk penyisihan COD, TSS, Minyak Lemak pada limbah cair pabrik pengalengan ikan tuna dengan *recycle*.
2. Berapakah tekanan dan waktu optimum yang diperlukan dalam pengoperasian *dissolved air flotation* .

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh variasi tekanan dan waktu detensi terhadap efisiensi penyisihan COD, TSS, Minyak Lemak pada limbah cair pabrik pengalengan ikan tuna dengan *recycle*.

2. Mengetahui tekanan dan waktu optimum yang diperlukan dalam pengoperasian *dissolved air flotation* .

1.4 RUANG LINGKUP

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Sampel yang digunakan adalah limbah asli pabrik pengalengan ikan tuna "X".
3. Parameter yang dianalisis adalah konsentrasi COD, TSS, Minyak Lemak.
4. Analisis sampel dengan variasi :
 - Tekanan 4 atm, 5 atm.
 - Waktu detensi 20 menit, 40 menit, 60 menit (waktu *recycle*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Buangan

Air buangan disebut juga air limbah yaitu kombinasi dari cairan dan sampah – sampah yang ada dan digabung dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada (*Metcalf dan Eddy, 1991*). Sedangkan menurut Ehler dan Steel (1975), air buangan adalah cairan yang dialirkan oleh saluran air buangan sehingga secara umum dapat dikemukakan bahwa air buangan yaitu cairan yang berasal dari rumah tangga, industri dan tempat lainnya yang biasanya mengandung zat – zat yang membahayakan kehidupan dan mengganggu kelestarian lingkungan hidup. Menurut *Metcalf dan Eddy* (1991), air buangan industri air limbah industri) yaitu air buangan yang sebagian besar terdiri atas buangan atau limbah hasil proses industri.

Kuantitas dan kualitas air limbah industri tergantung dari :

1. Besar kecilnya industri
2. Pengawasan proses industri
3. Derajat penggunaan air bersih
4. Derajat pengolahan air bersih

2.2 Sumber Air Buangan

Sumber air limbah cair terdiri dari :

- 1) Aktivitas manusia
 - a) Domestik, misalnya :
 - Rumah tangga
 - Perkantoran
 - Perdagangan
 - Pelayanan jasa (rumah sakit, usaha transportasi, perhotelan dan lain-lain)

b) Non domestik, misalnya :

- Perindustrian
- Pertanian

2) Aktivitas alam

Misalnya : air hujan

2.3 Karakteristik Fisik Air Buangan

Karakteristik air buangan sangat penting untuk diketahui guna menentukan cara pengolahan yang tepat, terbaik dan efektif. Berikut ini akan dijelaskan beberapa macam karakteristik air buangan (*Metcalf dan Eddy, 1991*).
yaitu :

a). Warna

Warna yang ada pada air limbah cair merupakan sifat fisik kualitatif yang dapat dijadikan penilaian terhadap limbah cair.

b). Bau

Air limbah baru biasanya menghasilkan bau yang tidak begitu menyengat tetapi berbagai senyawa yang berbau dilepaskan pada saat air limbah terurai secara biologis pada kondisi anaerobik.

c). Temperatur

Suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari pada suhu air bersih. Suhu sangat berpengaruh terhadap aktivitas biologis, kelarutan gas, viskositas, didalam proses sedimentasi secara reaksi kimia dan biokimia.

d). Padatan (*Solid*)

Bahan padat total terdiri dari bahan padat tidak terlarut atau bahan padat terapung serta senyawa yang terlarut dalam air.

2.4 Sistem Pengolahan Air Buangan

Sistem pengolahan air buangan dibagi kedalam 3 golongan yaitu :

1. Pengolahan fisik

Pengolahan fisik yaitu merupakan suatu proses pengolahan yang tidak melibatkan penggunaan bahan kimia secara langsung hanya pemisahan secara

fisik. Pengolahan fisik pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, diinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisihkan terlebih dahulu. Proses pengolahan fisik antara lain :

- a. Screening
- b. Sedimentasi
- c. Filtrasi
- d. Flotasi

2. Pengolahan kimia

Pengolahan secara kimiawi merupakan proses pengolahan air dengan menambahkan bahan kimia. Misalnya klor Cl_2 , atau kaporit $\text{Ca}(\text{OCl})_2$. Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun; dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

3. Pengolahan biologis

Pengolahan biologi yaitu suatu proses yang melibatkan mikroorganisme dalam menguraikan senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair. Semua air buangan yang *biodegradable* dapat diolah secara biologi. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya. Proses pengolahan biologis antara lain :

- a. Activated sludge
- b. Aerated Logoon
- c. Trickling Filter
- d. RBC (*Rotating Biological Contractor*)

Sistem pengolahan air buangan dapat pula dibagi atas tahap perlakuan yang ditentukan oleh persyaratan kandungan bahan pencemar yang terdapat dalam air buangan tersebut yaitu :

➤ Pengolahan awal (*pretreatment*)

Pada pengolahan awal, biasanya partikel yang berukuran agak besar seperti halnya benda-benda mengapung atau benda-benda mengendap dapat dipisahkan sehingga tidak mengganggu proses penanganan selanjutnya.

➤ Pengolahan Primer (*primary treatment*)

Dalam pengolahan pendahuluan bertujuan untuk mensortir kerikil, lumpur, menghilangkan zat padat, memisahkan lemak, maka pada pengolahan pertama bertujuan untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan. Pengendapan adalah kegiatan utama pada tahap ini dan pengendapan yang dihasilkan terjadi karena adanya kondisi yang sangat tenang.

➤ Pengolahan Sekunder (*secondary treatment*)

Pengolahan kedua umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan – bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada proses ini sangat dipengaruhi oleh banyaknya faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kekotoran jenis kotoran yang ada sebagainya.

➤ Pengolahan tersier (*tertiary treatment*)

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan-pengolahan terdahulu. Oleh karena itu, pengolahan jenis ini baru akan digunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua masih banyak terdapat zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat umum. Pengolahan ketiga ini merupakan pengolahan secara khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah, biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah yang khusus pula.

➤ Pengolahan Lumpur (*sludge treatment*)

Pengolahan lumpur diperlukan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. Untuk itu perlu kiranya terlebih dahulu mengenal sedikit tentang lumpur tersebut.

Flotasi udara terlarut tanpa menggunakan koagulan menurut pengolahannya termasuk pengolahan secara fisik dan menurut tahap perlakuannya termasuk pengolahan *pretreatment*.

2.5 Industri Pengalengan Ikan Tuna

Industri pengalengan ikan tuna merupakan industri pengalengan atau cara pengawetan bahan pangan yang dipak secara hermetis (kedap terhadap udara, air, mikro, dan benda asing lainnya) dalam suatu wadah, yang kemudian disterilkan secara komersial untuk membunuh semua mikroba pathogen (penyebab penyakit) dan pembusuk. Pengalengan secara hermetis memungkinkan makanan dapat terhindar dari kebusukan, perubahan kadar air, kerusakan akibat oksidasi, atau perubahan cita rasa. Limbah yang dihasilkan oleh industri pengalengan ikan tuna adalah limbah cair dari bekas pencucian yang mengandung banyak protein, lemak, karbohidrat dengan material organik terlarut dan tersuspensi yang relatif tinggi. Oleh karena itu sifat zat organik yang ada didalam limbah pengalengan ikan ini mudah membusuk, apabila dibuang langsung ke badan air penerima akan menimbulkan proses deoksigenasi atau pengurangan kadar oksigen didalam air. Adapun komponen air limbah pengalengan ikan antara lain, pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak (Anonim, 2007).

2.6 Proses Produksi Ikan Tuna

- Beberapa tahap pengawetan ikan dalam kaleng adalah sebagai berikut :
 - 1) Industri pengalengan ikan tuna diawali dari ikan yang digunakan telah melewati tahap seleksi, sehingga mutu kesegarannya dijamin masih baik.
 - 2) Ikan tersebut telah melalui proses penyiangan, sehingga terhindar dari sumber mikroba kontaminan, yaitu yang terdapat pada isi perut dan insang,.
 - 3) Pemanasan telah cukup untuk membunuh mikroba pembusuk dan penyebab penyakit.

- 4) Ikan termasuk kedalam makanan golongan berasam rendah, yaitu mempunyai kisaran pH 5,6 – 6,5. Adanya medium pengalengan dapat meningkatkan derajat keasaman (menurunkan pH), sehingga produk dalam kaleng menjadi awet.
 - 5) Penutupan kaleng dilakukan secara rapat hermetis, yaitu rapat sempurna sehingga tidak dapat dilalui oleh gas, mikroba, udara, uap, air, dan kontaminasi lainnya. Dengan demikian, produk dalam kaleng menjadi lebih awet.
- Adapun karakteristik limbah cair industri pengalengan ikan tuna tersebut seperti yang terdapat pada table 2.1

Tabel 2.1 Karakteristik limbah cair pengalengan ikan tuna

Karakteristik	Standart Mutu
Kadar air (%) maksimum	12,0
Kadar protein (%) minimum	5,0
Kadar abu tidak larut dalam asam (%) maks	1,0
Benda asing (%) maksimum	1,0
Bau	Khas

Sumber : (Anonim, 2007).

2.7 Flotasi

2.7.1 Pengertian Flotasi

Flotasi adalah satuan operasi untuk memisahkan partikel cair dan partikel padat dari fasa cair. Prinsip pemisahan berdasarkan perbedaan densitas material dengan cairan, bila densitas partikel lebih kecil dari cairannya maka partikel akan terflotasi secara spontan, sedangkan partikel padat atau cairan yang densitasnya lebih besar dari cairannya akan dipisahkan dengan bantuan gelembung udara.

Gelembung udara akan dihasilkan dengan mendispersikan udara kedalam cairan, gelembung yang terbentuk akan naik dan dalam perjalanan keatas akan berkontak dengan partikel padat kemudian melekat dan membentuk gumpalan,

gumpalan udara dengan partikel padat mempunyai densitas yang rendah sehingga gumpalan akan mengambang kepermukaan cairan.

Pemisahan padatan dengan sedimentasi terbatas masalah waktu, karena kehadiran partikel-partikel yang sangat halus yang sukar dipisahkan atau partikel padat yang tidak mempunyai perbedaan densitas dengan cairan asal. Dengan flotasi, partikel-partikel yang sangat kecil dan ringan tersebut dapat dipisahkan dengan sempurna dan dalam waktu yang lebih pendek (*Metcalf dan Eddy, 1991*).

Proses flotasi dilaksanakan dengan memasukkan gelembung gas atau udara yang halus kedalam fase cair. Gaya apung dari kombinasi partikel dan gelembung gas menyebabkan partikel naik kepermukaan cairan.

2.7.2 Jenis Flotasi

Flotasi dibedakan, menjadi beberapa jenis yaitu :

a. *Electrolic Flotation*

Pada sistem ini menggunakan sel elektrolit yang dialiri listrik, sehingga senyawa air akan terpecah menghasilkan gelembung oksigen dan hidrogen. Gelembung-gelembung tersebut akan menempel pada permukaan partikel dan mengangkat partikel keatas. Unit ini menghasilkan gelembung dengan ukuran 10-50 μm , sehingga banyak digunakan untuk memisahkan partikel yang sangat kecil maupun flok yang mudah pecah.

b. *Dissolved Air Flotation*

Sistem ini menggunakan udara terlarut yang akan menghasilkan gelembung dengan ukuran 20-100 μm . Sistem ini banyak digunakan pada pengolahan air buangan.

c. *Dispersed Air Flotation*

Pada sistem ini udara didispersikan oleh alat pneumaik maupun mekanik untuk mengapungkan partikel dengan gelembung udara yang berukuran kurang lebih 1 mm. Untuk mengontrol ukuran dan stabilitas gelembung udara harus ditambahkan bahan kimia pembantu *frothes*.

d. Mechanical Cell Flotation

Pada sistem ini digunakan aerasi udara secara mekanik yang akan menghasilkan gelembung yang dapat mengangkat partikel.

e. Flotation Columns

Sistem ini udara diinjeksikan dengan alat pneumatic sehingga menghasilkan gelembung udara.

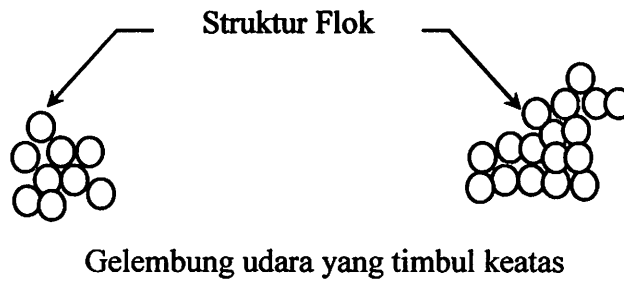
Pada penelitian ini yang digunakan adalah *Dissolved Air Flotation (DAF)*. Flotasi udara terlarut (*dissolved air flotation* atau DAF) merupakan jenis flotasi yang banyak digunakan dalam pengolahan air buangan, khususnya yang mengandung partikel tersuspensi, hidroksida logam, material protein (partikel / terlarut), lemak minyak, pewarna, serat, BOD maupun COD dengan melarutkan gas atau udara ke dalam air buangan pada tekanan atmosfer. Gas atau udara akan menghasilkan gelembung yang berfungsi untuk mengapungkan partikel hidrofilik ke permukaan dan bisa dihilangkan dengan mengambil buihnya (Eckenfelder, 2000).

2.7.3 Mekanisme Pemisahan Partikel Dari Cairan

Ada tiga jenis mekanisme pemisahan partikel dalam cairan dalam flotasi :

1. Pengapungan

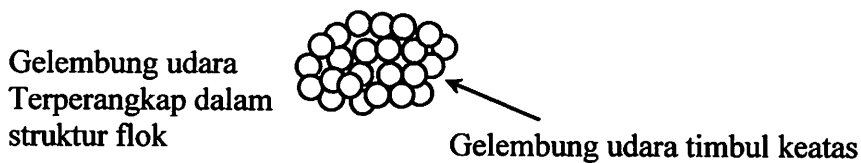
Mekanisme ini lebih banyak terjadi pada partikel flokulen. Gelembung gas yang naik keatas dan tertangkap oleh struktur material flokulen. Ikatan yang terjadi antara gelembung gas dan partikel hanyalah penangkapan secara fisik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 : Tertangkapnya gelembung udara yang naik keatas permukaan oleh struktur material flokulen.

2. Penyerapan

Mekanisme ini terjadi karena penyerapan gelembung gas kedalam struktur flokulen padat tersuspensi sehingga membentuk flokulen baru dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 : Penyerapan gelembung udara ke dalam struktur flok sebagai flok yang terbentuk.

3. Pelekatan

Pelekatan terjadi karena adanya gaya tarik antara molukuler yang dipergunakan pada suatu permukaan antara dua fasa dan mengakibatkan tegangan permukaan (*Montgomery, 1985*).

Fenomena pelekatan gelembung gas dan padatan dapat dijelaskan sebagai berikut. Mula – mula gelembung gas yang terbentuk naik ke permukaan. Padatan akan berkontak dengan gelembung gas yang naik, kemudian akan melekat pada gelembung gas dan dengan demikian padatan akan terpisah dengan cairannya. Pada pemisahan partikel padat atau cairan dengan massa jenis yang lebih besar daripada cairannya yang terpenting adalah pelekatan antara partikel dan

gelembung gas harus lebih besar dari pada kecenderungan cairan membasahi partikel (Montgomery, 1985).

2.8 Dissolved Air Flotation

Pada *Dissolved Air Flotation*, menggunakan udara terlarut dimana udara tersebut dilarutkan kedalam air pada tangki tekan. Selajutnya udara terlarut dilepaskan pada tekanan atmosfir sehingga akan menghasilkan gelembung – gelembung udara. Gelembung udara akan menempel pada partikel solid, sehingga detensi lebih kecil dari air dan akan menampung.

2.8.1 Solubilitas Udara

Pada sistem DAF, udara dilarutkan di dalam cairan yang akan diolah dengan memberikan tekanan pada tangki tekan. Aliran dari tangki bertekanan dilepaskan ketekanan atmosfir pada tangki terbuka, udara akan meninggalkan larutan sebagai gelembung yang halus dan rapat, menempelkan pada padatan untuk bersama-sama naik ke permukaan lalu dipisahkan (Eckenfelder, 2000).

Pelarutan udara ke dalam larutan sangat dipengaruhi oleh temperatur, dimana solubilitas udara akan berkurang apabila temperatur semakin bertambah. Besarnya solubilitas udara terhadap temperatur dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Solubilitas Udara

Suhu (°C)	Solubilitas Udara (mg/L)
0	37,50
5	32,94
10	29,27
15	26,25
20	23,74
25	21,58
30	19,60

Sumber : Vissia Chantri, 2005

Selain tekanan, banyaknya udara terlarut ke dalam air tergantung pada :

- Efisiensi saturasi, yang dipengaruhi oleh tipe saturator yang digunakan.
- Komposisi udara di dalam saturator.
- Efisiensi pelepasan udara.

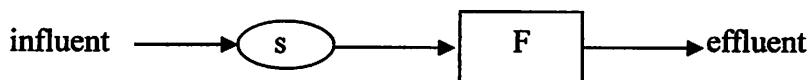
2.8.2 Sistem Operasi *Dissolved Air Flotation*

Dalam pengolahan air buangan, *dissolved air flotation* mempunyai beberapa sistem operasi. Sistem operasi *dissolved air flotation* di bagi menjadi tiga yaitu:

- 1) Sistem tanpa *recycle* (*total/full flow pressurization*)
- 2) Sistem split (*partial/split flow pressurization*)
- 3) Sistem *recycle* (*recycle flow pressurization*)

2.8.2.1 Sistem tanpa *recycle* (*total/full flow pressurization*)

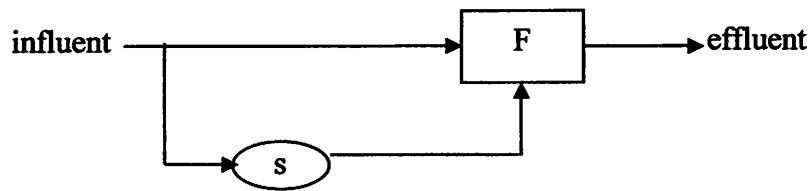
Sistem tanpa *recycle* adalah sistem dimana aliran influent dimasukan tangki saturasi agar udara dapat terlarut, kemudian dilepaskan di dalam tangki flotasi sehingga terjadi proses pembentukan gelembung udara.



Gambar 2.3. Sistem operasi tanpa *recycle*
(Sumber : Zoubolis dan Avranas , 2000)

2.8.2.2 Sistem split (*partial/split flow pressurization*)

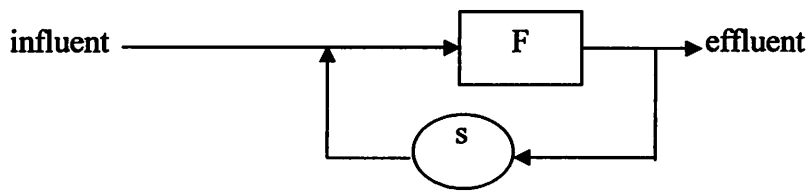
Sistem split adalah sistem dimana aliran influent dibagi, sebagian dimasukan ketangki saturasi agar udara dapat terlarut, sedangkan sebagian lagi langsung dimasukkan kedalam tangki flotasi. Sistem ini digunakan pada partikel dengan konsentrasi rendah mudah terflotasi dan udara yang dibutuhkan sedikit.



Gambar 2.4. Sistem Operasi *Split*
(Sumber : Zoubolis dan Avranas , 2000)

2.8.2.3 Sistem *recycle (recycle flow pressurization)*

Sistem *recycle* adalah sistem dimana sebagian aliran effluent dikembalikan ke tangki tekan untuk melarutkan udara dan dilepaskan pada tangki flotasi.



Gambar 2.5. Sistem Operasi *Recycle*
(Sumber : Zoubolis dan Avranas , 2000)

Keterangan : S : Tangki Saturasi

F : Tangki Flotasi

2.8.3 Parameter Desain *Dissolved Air Flotation*

Variabel proses yang mempengaruhi sistem flotasi berdasarkan dua kategori, yaitu perencanaan dan operasi. Parameter-parameter penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *dissolved air flotation* antara lain :

1. *Hydraulic loading rate*
2. *Solid loading rate*

Proses flotasi dipengaruhi oleh banyak faktor tetapi yang paling penting adalah

- Tekanan Udara
- Distribusi tekanan Udara
- Waktu detensi pada saat pembentukan gelembung udara
- Banyaknya padatan yang akan terflotasi
- Banyak ukuran dan berat jenis dari partikel
- Bahan kimia yang digunakan dalam proses flotasi
- Proses selama terbentuknya produk terflotasi
- Penguapan pada permukaan padat.

Pada operasi *dissolved air flotation* ada dua hal sistem operasi yang perlu diperhatikan, yaitu operasi yang bersifat fisik, misal tekanan udara dan sistem operasi bersifat kimia, misal bila digunakan dosis koagulan, pH dan konsentrasi influen. Selain itu juga memperhitungkan parameter pendukung lainnya agar *dissolved air flotation* yang dapat bekerja optimum.

2.8.4 Peralatan *Dissolved Air Flotation*

Peralatan *dissolved air flotation* yang digunakan dalam percobaan ini ada dua unit yaitu :

1. Unit Saturasi

Unit saturasi merupakan alat utama yang digunakan untuk melarutkan udara ke dalam air pada tekanan tertentu. Besar tekanan operasi pada unit operasi sebesar 3-5 atm dengan waktu detensi 0,5-3 menit.

Pada unit ini terdiri dari beberapa alat antara lain tangki saturator, pompa, kompresor dan lain-lain. Selain pada unit ini dilengkapi katub penurunan tekanan (exhaust valve) untuk menjaga tekanan yang terjadi pada tangki flotasi, exhaust valve untuk mengontrol kondisi tangki saturasi.

2. Unit flotasi

Unit flotasi berupa bak yang berfungsi sebagai tempat pengapungan padatan tersuspensi, pada unit ini dibagi menjadi dua zone yaitu zona kontak dan klarifikasi. Pada zona kontak ini terjadi kontak antara partikel dan gelembung udara, sehingga gelembung udara dapat menyelimuti partikel. Untuk zona

kontak diharapkan aliran yang terjadi bersifat laminar, hal ini agar mengurangi penggabungan gelembung menjadi lebih besar dan agar penggabungan partikel dan gelembung lebih sempurna. Pada zona klarifikasi terjadi pemisahan antara air dan ikatan partikel-gelembung yang mempunyai densitas lebih kecil dari air, sehingga akan mengapung. *Hydroulic loading rate* dan *solid loading rate* merupakan parameter penting dalam merencanakan unit ini. Besar *hydraulic loading rate* pada *dissolved air flotation* sebesar 75-235 m³/m²hari dan *solid loading rate* sebesar 50-100 kg/m²hari. (Eckenfelder, 2000).

3. Kompresor

Kompresor digunakan untuk mensuplai udara ke dalam tangki tekan atau saturasi. Pada kompresor ini harus di perhatikan tekanan yang di hasilkan stabil mungkin.

4. Pompa

Pompa berfungsi untuk mengembalikan arah aliran kedalam sistem *dissolved air flotation*, melewati tangki saturasi. Penggunaan pompa disesuaikan dengan tekanan operasi tangki saturasi.

2.9 Kriteria Desain

Tangki saturasi dan tangki flotasi merupakan unit utama dalam *dissolved air flotation* dalam penelitian ini. Kedua unit ini diharapkan dapat melarutkan udara kedalam air pada tekanan tertentu, sehingga dapat terjadi penempelan partikel karena dentensi campuran gelembung partikel lebih rendah dari detensi air, sehingga dapat mengapung . Dalam merencanakan unit saturasi dan unit flotasi digunakan kriteria desain sebagai berikut :

Tabel 2.3 Kriteria Desain

Kriteria Desain	
Hydrolic loading	2 -10 m ³ / hr ,m ²
Waktu detensi tangki saturasi	0,5 – 3 menit
Kedalaman tangki saturasi	30 – 100 menit
Waktu detensi tangki flotasi	20 – 60 menit
Solid Loading rate	2 – 15 kg/m ³ .hari
Tekanan di tangki saturasi	3 – 5 atm

Sumber : Vissia Chantri, 2005

2.10 Parameter COD, TSS dan Minyak Lemak

2.10.1 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD merupakan jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air (Alaerts dan Santika,1987). Selain tes COD, pengukuran kandungan zat-zat organik dapat pula dilakukan dengan tes *Biological Oxygen Demand* (BOD).

Ada beberapa keuntungan tes COD dibandingkan dengan tes BOD :

- Analisis COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisa BOD memerlukan waktu 5 hari.
- Untuk menganalisa COD antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumnya analisa BOD selalu membutuhkan pengenceran.
- Ketelitian dan ketepatan tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD.
- Gangguan dari zat-zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD (Alaerts dan Santika 1987).

Analisa COD dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya dengan metode spektrotometri dan *closed reflux titrimetric*. Metode *spektrofotometri*

dalam membaca nilai COD menggunakan alat *spektrofotometri* sedangkan metode *closed reflux titrimetric* menggunakan titrasi. Menurut industri secara intensif, terutama untuk menentukan ukuran – ukuran desain dan kontrol kualitas pada sistem pembuangan.

2.10.2 Total Suspended Solid (TSS)

TSS merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan. TSS dapat diklasifikasi menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan anorganik (Alaerts dan Santika, 1987). Pada umumnya material yang terlingkup dalam TSS berupa tanah liat, kwarts, protein, sisa tanaman dan bakteri.

Limbah yang mengandung TSS tinggi dapat merusak ekosistem perairan sebagai badan air penerima. Material TSS dapat menghalangi sinar matahari menembus lapisan perairan, sehingga proses fotosintesis menurun yang menyebabkan konsentrasi oksigen menurun pula. Konsentrasi oksigen yang menurun mengakibatkan kematian pada makhluk hidup perairan tersebut dan hal ini akan meningkatkan proses eutrofikasi. Metode yang digunakan untuk mengukur konsentrasi TSS adalah metode gravimetri (Alaerts dan Santika, 1987).

2.10.3 Minyak Lemak

Minyak lemak didalam air buangan menjadi perhatian yang khusus karena kelarutannya yang sulit dalam air dan terpisah dari air. Meskipun karakteristik ini merupakan keuntungan dalam memfasilitasi pemisahan minyak lemak dengan menggunakan peralatan pemisahan, tetapi juga mempersulit transportasi buangan melalui pipa.

Minyak yang dikeluarkan ke lingkungan biasanya mempunyai efek yang berbahaya, dan memiliki bau yang tidak sedap, dan dapat menimbulkan pembakaran di permukaan badan air penerima, selain itu oksigen terlarut akan semakin berkurang dengan keberadaan minyak dan lemak yang terkandung di dalam badan air.

Material buangan yang mengandung minyak lemak sering diukur berdasarkan kemampuan ekstraksi hexana atau freonnya. Hexana dan Freon merupakan pelarut utama yang digunakan untuk ekstraksi campuran minyak dari air buangan (M. Abid Baig, 2003).

Lemak bukan merupakan campuran kimia dan spesifik, tetapi lebih pada suatu campuran umum dari material semi cairan yang dapat meliputi asam lemak, sabun, gemuk, lilin, dan material serupa lain yang dapat diekstraksi.

Lemak adalah satu jenis lipid yaitu unsur alami yang dapat larut dalam bahan pelarut non polar. Minyak Lemak memiliki beberapa fungsi dalam sistem hidup, termasuk sumber energi. Walaupun karbohidrat bertindak sebagai suatu sumber energi yang siap digunakan. Jumlah berat yang sama dari lemak menyediakan lebih dari dua kali jumlah energi tersebut.

Minyak lemak dapat dikarakterisasi dengan tiga cara :

1. Dengan polaritas
2. Degradasi
3. Karakteristik fisik

Lemak minyak polar kebanyakan diperoleh dari material binatang dan sayuran, yang biasanya banyak ditemukan dalam air buangan pemrosesan makanan. Minyak lemak non polar berasal dari petroleum atau sumber-sumber mineral. Pada umumnya minyak lemak polar bersifat biodegradable, sedangkan untuk jenis nonpolar biasanya bioresistensi (tidak dapat didegradasi secara biologis).

2.11. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisis, asumsi bentuk distribusi, dan banyaknya variabel yang dilibatkan. Metodologi statistik berdasarkan proses analisisnya meliputi analisa deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi) (Soleh, 2005).

2.11.1. Statistika Deskriptif dan Inferensi

Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Statistik deskriptif memberikan informasi secara visual dan lebih bersifat subyektif dalam pembuatan analisisnya.

Analisis statistik deskriptif menunjukkan ukuran kecenderungan pusat seperti rata – rata (Mean), media, Kuartil 1 (Q1), kuartil 3 (Q3), serta ukuran penyebaran data seperti standar deviasi (StDev) dan standar error of mean (SE Mean). Statistik deskriptif menyediakan pula informasi data tertinggi (maksimum) dan terendah (minimum) yang berguna untuk mengukur range sebagai ukuran penyebaran data.

Minitab menyediakan alat statistik untuk analisis deskriptif yaitu *Display Descriptive Statistik* yang merupakan sub menu dari menu utama yaitu *Basic Statistic* atau statistik sederhana (Iriawan dan Astuti, 2006).

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan. Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih obyektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai ingkat kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.11.2. Analisis Data Statistik dalam Minitab

Minitab merupakan salah satu program aplikasi statistika yang banyak digunakan untuk mempermudah pengolahan data statistik. Minitab menyediakan program – program untuk mengolah data statistik secara lengkap. Anda dapat mencari *software*-nya dalam *website*

www.minitab.com. Seperti yang telah dijelaskan, komputer berperan sebagai alat bantu untuk melakukan analisa data, sedangkan manusia berperan besar dalam mendesain dan menafsirkan output yang dihasilkan Minitab (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.11.3. Keunggulan Minitab

Keunggulan minitab adalah dapat digunakan dalam pengolahan data statistik untuk tujuan sosial maupun teknik. Dibandingkan dengan program statistika lainnya. Minitab telah diakui sebagai program statistik lainnya, Minitab telah diakui sebagai program statistika yang sangat kuat dengan tingkat akurasi taksiran statistik yang tinggi.

Kini selain SPSS, program aplikasi statistika yang banyak digunakan adalah Minitab karena ia mempunyai keunggulan. Adapaun keunggulan Minitab (terutama Minitab 14) dibandingkan program statistika lainnya (Iriawan dan Astuti, 2006) adalah :

- Pada Minitab 14, tampilan menu yang lebih lengkap dan disertai toolbar – toolbar akan memudahkan pengguna dalam menjalankan perintah.
- Minitab menyediakan Stat Guide yang menjelaskan cara melakukan interpretasi table dan grafik statistika yang dihasilkan oleh Minitab dengan cara yang mudah dipahami.
- Ukuran worksheet dinamis dan memuat kolom sampai 4.000.
- Bahasa pemrograman macro lebih mudah. Minitab memiliki bahasa pemrograman macro yang sudah tersedia dalam Minitab versi sebelumnya. Bahasa pemrograman macro hampir mirip dengan bahasa pemrograman basic.
- Minitab 13 dan 14 mempunyai file Minitab Worksheet (MTW) dan Minitab Project (MPJ) yang digunakan untuk membedakan file worksheet dan file project. Minitab versi sebelumnya hanya memiliki file Minitab

Worksheet (WTW). File Minitab Project (MPJ) mempermudah penyimpanan semua pekerjaan dalam 1 project.

- Minitab 13 dan 14 menyediakan ReportPad agar mudah membuat laporan project yang telah dibuat.
- Dalam Minitab, pengguna bisa membuat nama yang panjang pada file tanpa harus menyingkat nama file.
- Minitab 14 memiliki beberapa tambahan, khususnya dalam melakukan analisis pengendalian kualitas statistik, desain eksperimen, analisis regresi, analisis reliabilitas, dan beberapa tambahan dalam analisis data kategori.
- Minitab 13 dan 14 menyediakan metode Taguchi untuk desain robust yang banyak digunakan dalam desain eksperimen.

2.11.4. Analisis Korelasi

Untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel digunakan analisis korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk atau arah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup $(-1,1)$. Untuk membaca besarnya derajat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni :

- Melihat tanda dari derajat keeratan, positif atau negatif. Hubungan statistik kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolak belakang dengan peubah nilainya. Atau dengan kata lain, apabila nilai satu peubah membesar maka nilai peubah lainnya mengecil. Sedangkan hubungan statistika kedua peubah akan bernilai positif jika hubungan kedua peubah searah atau dengan kata

lain apabila satu peubah nilainya membesar maka peubah lainnya ikut membesar dan sebaliknya.

- Melihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statistika dua peubah menurut *Guilford* pada Table 2.4.

Tabel 2.4 Koefisien Korelasi *Guilford*

Nilai Hubungan Statistika dua Peubah	Keterangan
< 0,2	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara 0,2 s/d 0,4	Hubungan kedua peubah lemah
Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,9 s/d 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat

(Sumber: Soleh, 2005)

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistik dua peubah sama dengan “1” memiliki makna bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara kedua peubah. Atau dengan kata lain, nilai suatu peubah dapat dengan tepat atau dijelaskan oleh peubah lainnya. Lain halnya dengan nilai statistik dua peubah sama dengan “0” menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah atau terjadi hubungan nonlinier (Iriawan dan Astuti, 2006).

➤ Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

H_0 : Tidak ada korelasi antara variabel ($\rho = 0$)

H_1 : Ada korelasi antara dua variabel ($\rho \neq 0$)

Di mana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

➤ Input data dalam software Minitab 14 (Iriawan dan Astuti, 2006).

- a. Pilih basic statistic > correlation
- b. Pada kotak dialog, klik dua kali pada semua variabel (variabel bebas dan variabel terikat).
- c. Untuk menampilkan p-Value, pilih display p-value.
- d. Klik ok.

2.11.5. Analisis Regresi

Analisis regresi adalah suatu analisis yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respons dan variabel predictor, mengetahui pengaruh variabel predictor terhadap variabel respons dan untuk memprediksi pengaruh variabel predictor terhadap variabel respons (Iriawan dan Astuti, 2006).

Model regresi memiliki variabel respons (y) dan variabel prediktor (x). Kedua variabel respons atau variabel terikat (Y). Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Bentuk persamaan regresi secara umum adalah :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Dimana :

Y = Variabel respons.

β_0 = Intersep (nilai Y ketika variabel bebas bernilai nol)

$\beta_1 \dots \beta_k$ = Parameter model regresi untuk variabel $X_1, X_2, \dots, X_k$

$X_{1,2,\dots,k}$ = Variable bebas

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji F yang digunakan untuk mengetahui kelinieran model regresi.

Hipotesis :

H_0 = Y tidak memiliki hubungan linier dengan X_1 dan X_2

H_1 = Y memiliki hubungan linier dengan X_1 dan X_2

Pengambilan Keputusan :

Dengan membandingkan statistik F hitung dengan F tabel. Apabila F hitung > dari F tabel, maka kesimpulannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Atau variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier.

- Uji T digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variabel bebas.

Hipotesis :

H_0 = Koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = Koefisien regresi signifikan

Pengambilan Keputusan :

Dengan membandingkan statistik t hitung dengan t tabel. Jika statistik t hitung < dari t tabel, maka kesimpulannya adalah H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika variabel statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

1. Input data dalam software Minitab 14 (Iriawan dan Astuti, 2006).
 - a. Pilih stat > Regression > Regression
 - b. Dalam Response, masukan variabel terikat dengan cara klik dua kali pada variabel terikat.
 - c. Dalam Prediktor, masukan variabel bebas dengan cara klik dua kali pada semua variabel bebas.
 - d. Klik option > muncul kotak dialog option.
 - e. Dibawah display, pilih variance inflation factors. (untuk mengidentifikasi adanya multikolinier dalam model)
 - f. Pada kotak dialog option, klik ok
 - g. Pada kotak dialog regression klik ok.

2.11.6. Analisis ANOVA

Output analisis dalam sub-sub bab ditampilkan dalam window Session. Output memiliki 2 bagian utama, yaitu ANOVA dan output hasil uji perbandingan berpasangan. Output bagian pertama adalah ANOVA. Adapun hipotesis masalah adalah :

Hipotesis

H_0 : Rata –rata sampel perlakuan adalah identik.

$$(\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0)$$

H_1 : Rata –rata sampel perlakuan adalah tidak identik.

$$(\tau_i \neq 0)$$

Daerah penolakan

Hipotesis awal akan ditolak apabila nilai F melebihi $F_{\alpha, a-1, N-a}$, dimana α adalah banyak replikasi ditiap level faktor dan N adalah banyaknya seluruh pengamatan. Untuk mendapatkan nilai $F_{\alpha, a-1, N-a}$. Selain menggunakan nilai F, kita bisa pula menggunakan p – value. Hipotesis awal akan ditolak apabila p – value kurang dari α (Iriawan dan Astuti, 2006).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

a. Variabel Terikat

- Penurunan TSS, COD, minyak lemak limbah pengalengan ikan.

b. Variabel Bebas

- Variasi nilai tekanan 4 atm, 5 atm.
- Variasi waktu detensi di *recycle* 20 menit, 40 menit, 60 menit.

c. Variabel tetap

- Variasi waktu detensi di tangki saturasi 3 menit.

Variasi nilai tekanan dan variasi waktu detensi dapat di lihat pada Tabel 2.3 Yaitu tabel Kriteria Desain.

3.2 Parameter Penelitian

Parameter penelitian adalah minyak lemak, TSS dan COD. Analisis TSS dan COD dilakukan dengan standart prosedur analisis yang terdapat pada Metoda Penelitian Air (Alaerts dan Santika, 1987).

3.3 Alat Dan Bahan

3.3.1 Alat penelitian

1. Bak Penampung Influent

Bak penampung effluent berupa tank yang berfungsi sebagai tempat menampung limbah pengalengan ikan.

2. Tangki Saturasi

Tangki saturasi berfungsi sebagai tempat pelarutan udara dengan air. Pada tangki ini dilengkapi dengan manometer, exthrust valve, thermo duople untuk mengontrol kondisi tekanan pada tangki saturasi. Pada outlet tangki saturasi yang menghubungkan tangki flotasi dipasang katup dan nozzle yang berfungsi untuk membentuk gelembung udara.

3. Tangki Flotasi

Tangki flotasi merupakan unit paling penting dalam penelitian ini. Pada bak ini diharapkan proses flotasi terjadi yaitu mengapungkan partikel di permukaan.

4. Kompresor

Kompresor digunakan untuk mensuplai udara ke dalam tangki tekan atau saturasi. Pada kompresor ini harus di perhatikan tekanan yang di hasilkan stabil mungkin.

5. Pompa

Pompa berfungsi untuk mengembalikan arah aliran ke dalam sistem *dissolved air flotation*, melewati tangki saturasi. Penggunaan pompa disesuaikan dengan tekanan operasi tangki saturasi.

6. Bak Effluent

Air dari unit flotasi dialirkan ke bak penampung effluent. Air ini nantinya sebagian akan dibuang dan sebagian lagi akan dikembalikan untuk melarutkan udara ke air (*recycle*).

3.3.2 Bahan

Sampel limbah pengalengan ikan yang diambil dari industri pengalengan ikan tuna "X".

3.4 Prosedur Penelitian

Gambar rangkaian alat penelitian ada pada lampiran.

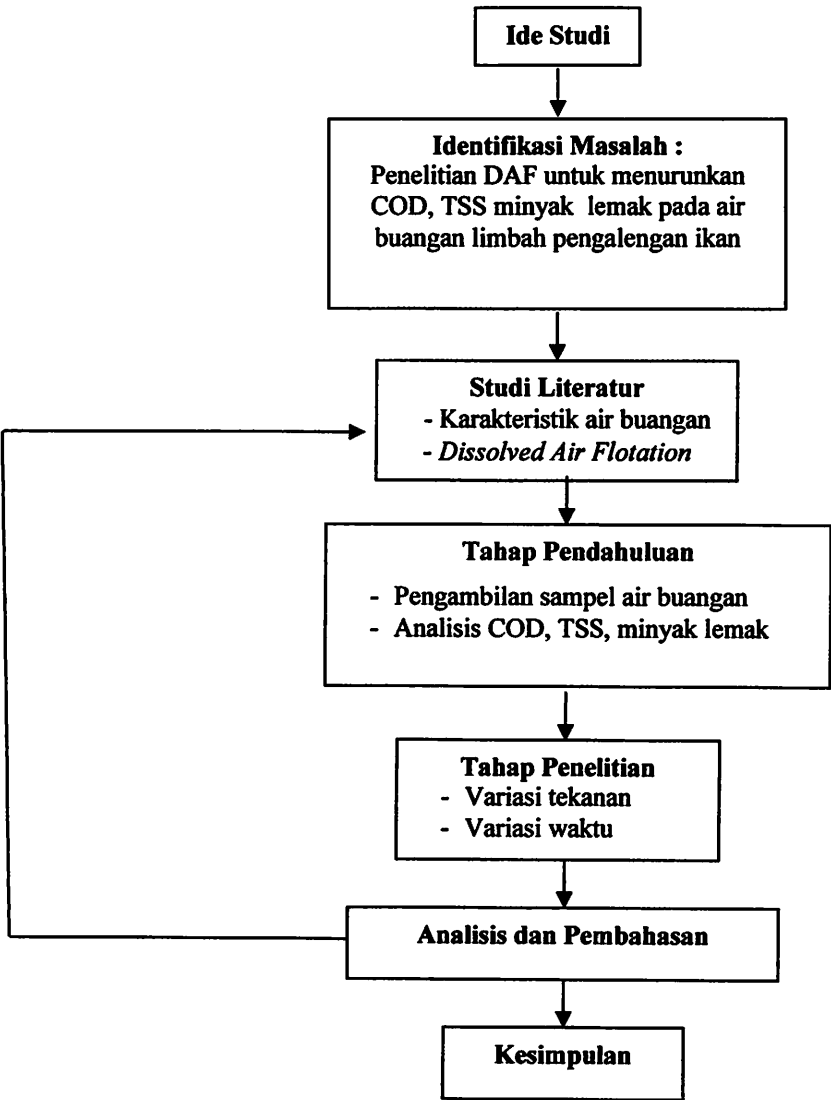
- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Melakukan analisa awal untuk mengetahui TSS, COD, minyak lemak pengalengan ikan.
- c. Mengalirkan limbah cair yang ada dibak penampung ke dalam tangki flotasi.
- d. Limbah cair yang ada di tangki flotasi kemudian dialirkan ke tangki saturasi, pada tangki saturasi dimasukkan udara hingga diperoleh tekanan yang diinginkan.

- e. Waktu yang dibutuhkan untuk mencampur udara dan air dalam tangki saturasi adalah 3 menit.
- f. Tekanan didalam tangki saturasi dijaga agar selalu konstan dengan tekanan yang diinginkan.
- g. Air limbah dari tangki saturasi dipompa ke tangki flotasi.
- h. Kemudian sebagian dialirkan ke bak effluent, sebagian lagi dialirkan kembali ke tangki saturasi (*recycle*), *recycle* dilakukan sesuai variasi waktu *recycle*. Sistem *recycle* adalah sistem dimana sebagian aliran effluent dikembalikan ke tangki tekan untuk melarutkan udara dan dilepaskan pada tangki flotasi.
- i. Kemudian air limbah dialirkan ke bak effluent untuk analisa (air limbah yang dianalisa adalah campuran dari sebagian limbah yang di *recycle* dan yang tidak di *recycle*).

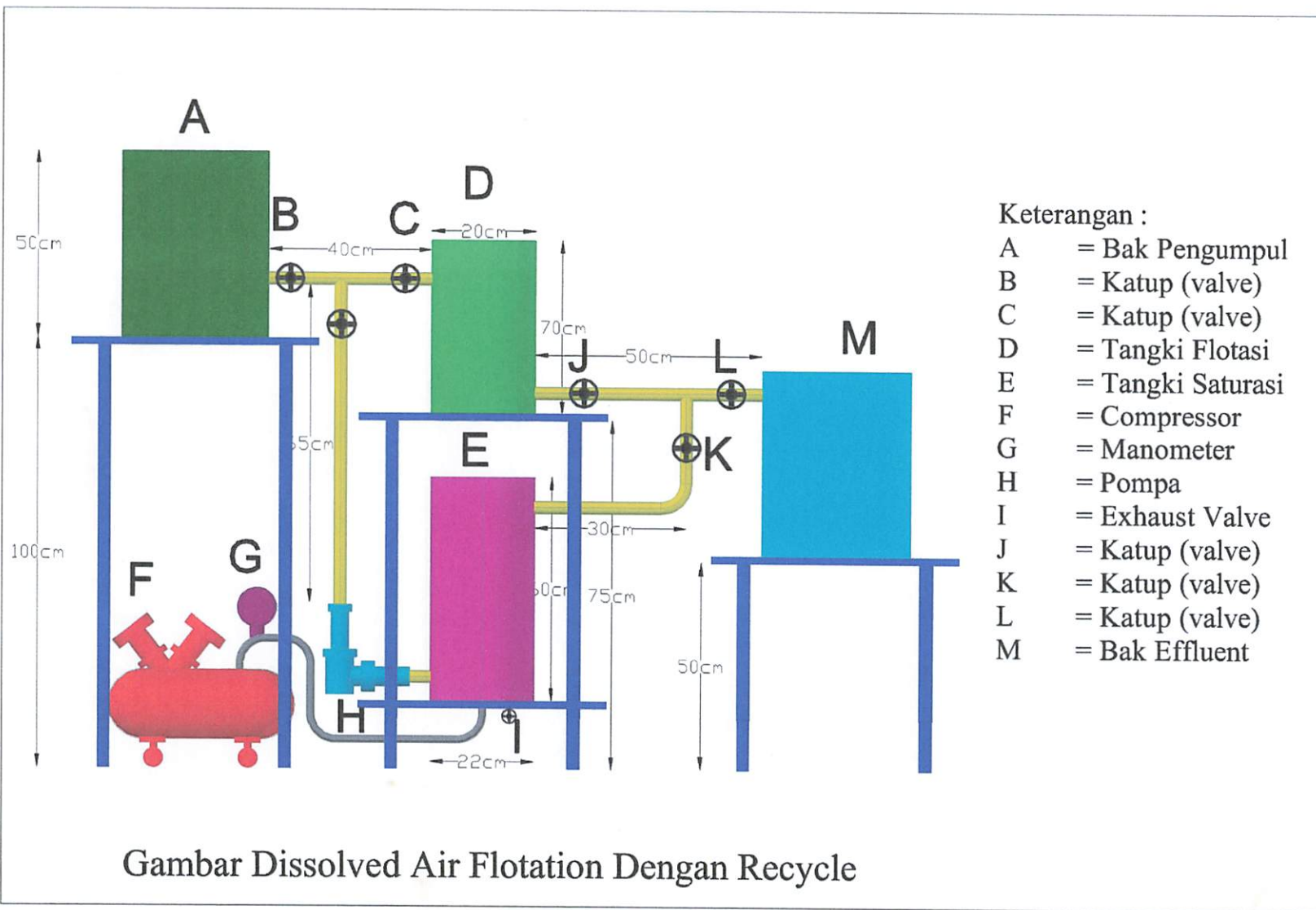
3.5 Pengolahan data

Hasil percobaan yang didapat, dilakukan analisis data metode analisis deskriptif, uji korelasi dan regresi, analisis deskriptif ditunjukkan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sample penelitian yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Analisis variasi (Anova) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak secara statistik antara dua variasi yang dilakukan (variasi tekanan dan waktu detensi) terdapat penurunan COD, TSS, minyak lemak pada air limbah pengalengan ikan. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuatnya hubungan antara variable tekanan dan waktu detensi terhadap penurunan COD, TSS, minyak lemak. Analisis regrasi bertujuan untuk mengetahui apakah variable tekanan dan waktu dapat memprediksi penurunan COD, TSS, minyak lemak.

3.6 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 KAREKTERISTIK AIR SAMPEL

Air sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah yang berasal dari pabrik pengalengan ikan tuna di daerah Pandaan. Karakteristik air sungai yang digunakan berdasarkan parameter yang akan diteliti dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Industri Pengalengan Ikan Dan Standar Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Hasil	*Standart Baku Mutu	Keterangan
1	pH		6,8	6-9	Memenuhi standart
2	BOD	Mg/l	754,4	100	Belum memenuhi standart
3	COD	Mg/l	1320,5	150	Belum memenuhi standart
4	TSS	Mg/l	1106,5	30	Belum memenuhi standart
5	Minyak Lemak	Mg/l	20,3	6,5	Belum memenuhi standart

Sumber : - Hasil Penelitian

* keputusan Gubernur Jawa Timur no 45 Tahun 2002

4.2 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan dengan sistem *recycle* menggunakan tangki flotasi, tangki saturasi, bak *inlet*, bak *outlet*, pompa dan kompresor. Variasinya pada tekanan 4 atm, 5 atm dengan variasi waktu detensi 20 menit, 40 menit, 60 menit.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan data konsentrasi COD, TSS, minyak lemak dapat dilihat pada Table 4.2, 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.2 Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Limbah Pengalengan Ikan

Variasi Tekanan	Waktu (mnt)	COD Awal (mg/l)	COD Akhir (mg/l)			
			1	2	3	Rata - rata
4	20	1320.5	1282.7	1282.6	1282.5	1282.7
	40	1320.5	972	971.9	972	972
	60	1320.5	876.6	876.6	876.6	876.6
5	20	1320.5	1279.2	1279.1	1279.2	1279.2
	40	1320.5	957.6	957.6	957.5	957.6
	60	1320.5	802.2	802.1	802.2	802.2

Sumber : Hasil Penelitian, 2008

Tabel 4.3 Nilai Akhir Konsentrasi TSS Pada Limbah Pengalengan Ikan

Variasi Tekanan	Waktu (mnt)	TSS Awal (mg/l)	TSS Akhir (mg/l)			
			1	2	3	Rata - rata
4	20	1106	271.4	271.4	271.3	271.4
	40	1106	230.6	230.5	230.6	230.6
	60	1106	193	193	192.9	193
5	20	1106	188.6	188.5	188.6	188.6
	40	1106	173.8	173.7	173.8	173.8
	60	1106	151.2	151.2	151.1	151.2

Sumber : Hasil Penelitian, 2008

Tabel 4.4 Nilai Akhir Konsentrasi Minyak Lemak Pada Limbah Pengalengan Ikan

Variasi Tekanan	Waktu (mnt)	Minyak Lemak Awal (mg/l)	Minyak Lemak Akhir (mg/l)			
			1	2	3	Rata - rata
4	20	20.3	4.8	4.7	4.8	4.8
	40	20.3	4.2	4.2	4.1	4.2
	60	20.3	0	0	0	0
5	20	20.3	0	0	0	0
	40	20.3	0	0	0	0
	60	20.3	0	0	0	0

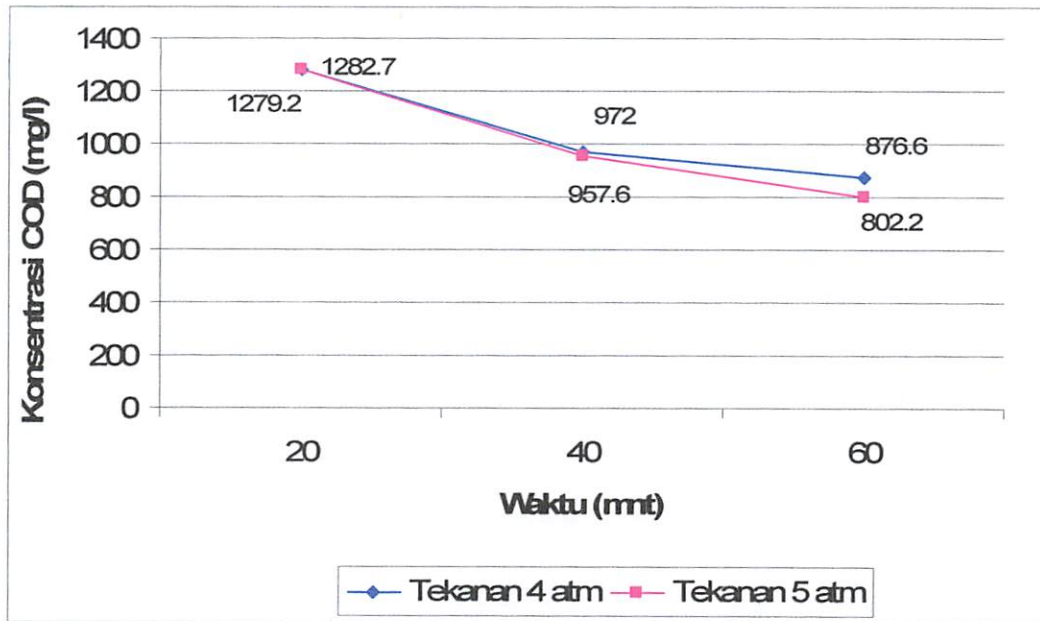
Sumber : Hasil Penelitian, 2008

4.3 Analisis Statistik

4.3.1. Analisis Deskriptif

4.3.1.1. Parameter COD

Hasil perhitungan pada tabel 4.2 diplotkan ke dalam grafik seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Akhir COD (mg/l)

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi COD mengalami peningkatan pada reaktor seiring dengan variasi tekanan dan variasi waktu menit pengambilan sampel. Penurunan konsentrasi COD terendah terjadi pada variasi tekanan 5 atm dengan variasi waktu 60 menit yaitu 802.2 mg/l dan nilai konsentrasi akhir tertinggi terjadi pada variasi tekanan 4 atm dengan variasi waktu 20 menit yaitu 1282.7mg/l.

Untuk mengetahui persentase penurunan COD Total pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

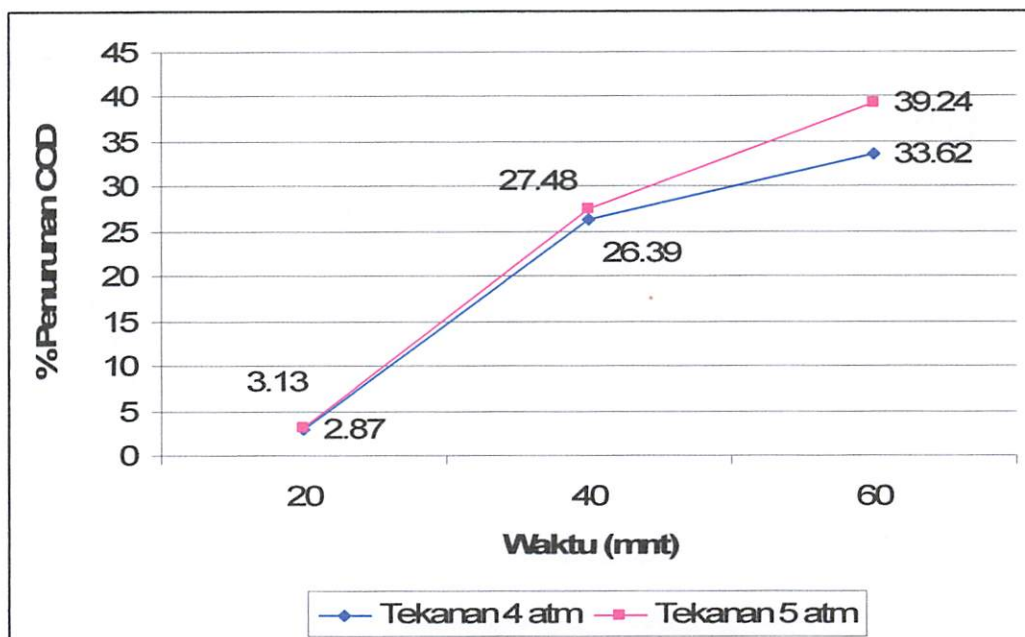
Hasil perhitungan persentase penurunan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai % Penurunan COD Pada Limbah Pengalengan Ikan

Variasi Tekanan (atm)	Waktu (mnt)	% Penurunan COD			
		1	2	3	Rata-rata
4	20	2,86	2,87	2,88	2,87
	40	26,39	26,39	26,39	26,39
	60	33,62	33,62	33,62	33,62
5	20	3,12	3,14	3,13	3,13
	40	27,48	27,48	27,49	27,48
	60	39,25	39,22	39,25	39,24

Sumber : Hasil Penelitian, 2008

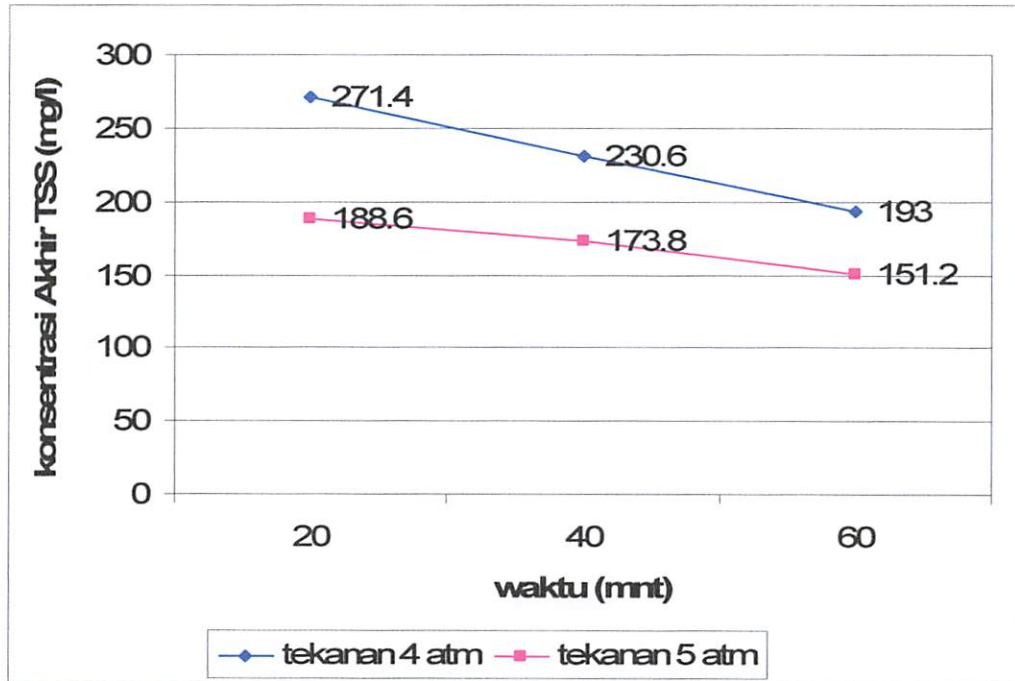
Berdasarkan Tabel 4.5 diperoleh persentase penurunan terkecil terjadi pada variasi tekanan 4 atm dengan variasi waktu 20 menit yaitu 2,87 % sedangkan persentase penurunan terbesar terjadi pada variasi tekanan 5 atm dengan variasi waktu 60 menit yaitu 39,24 %. Selanjutnya Tabel 4.5 diplotkan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik % Penurunan COD

4.3.1.2. Parameter TSS

Hasil perhitungan pada Tabel 4.3 Diplotkan ke daam grafik seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi TSS (mg/l)

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi TSS mengalami peningkatan pada variasi tekanan dan variasi waktu menit pengambilan sampel. Penurunan kadar TSS terendah terjadi pada variasi tekanan 5 atm dengan variasi waktu 60 menit yaitu 151,2 mg/l dan nilai konsentrasi akhir tertinggi terjadi pada variasi tekanan 4 atm dengan variasi waktu 20 menit yaitu 271,4 mg/l.

Untuk mengetahui persentase penurunan TSS Total pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

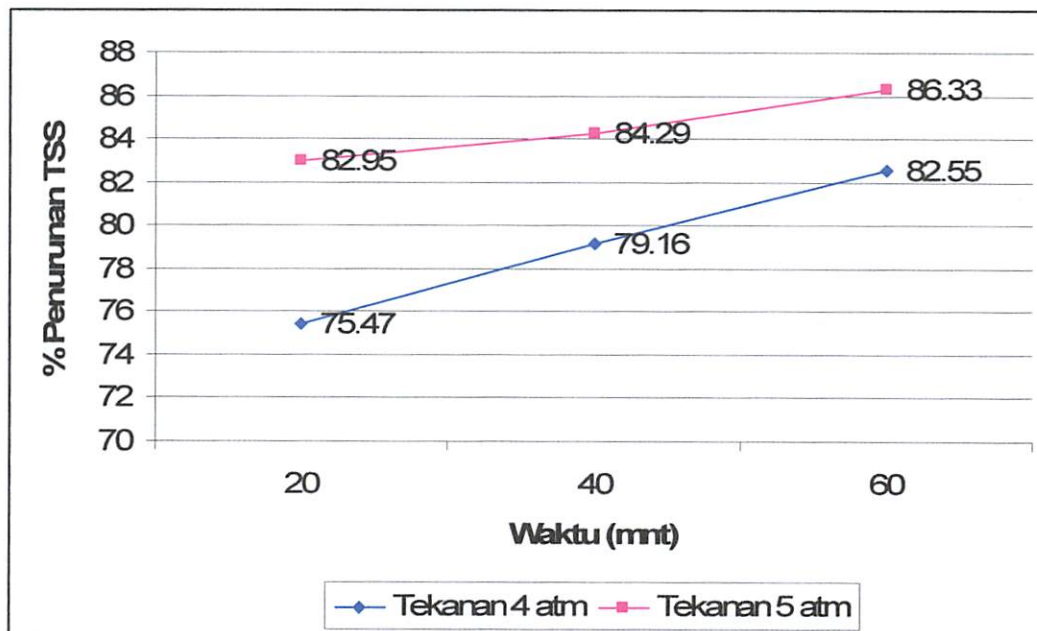
Hasil perhitungan persentase penurunan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai % Penurunan TSS Pada Limbah Pengalengan Ikan

Variasi Tekanan (atm)	Waktu (mnt)	% Penurunan TSS			
		1	2	3	Rata-rata
4	20	75,47	75,47	75,48	75,47
	40	79,16	79,17	79,16	79,16
	60	82,56	82,55	82,56	82,55
5	20	82,95	82,96	82,95	82,95
	40	84,29	84,30	84,29	84,29
	60	86,33	86,33	86,34	86,33

Sumber : Hasil Penelitian, 2008

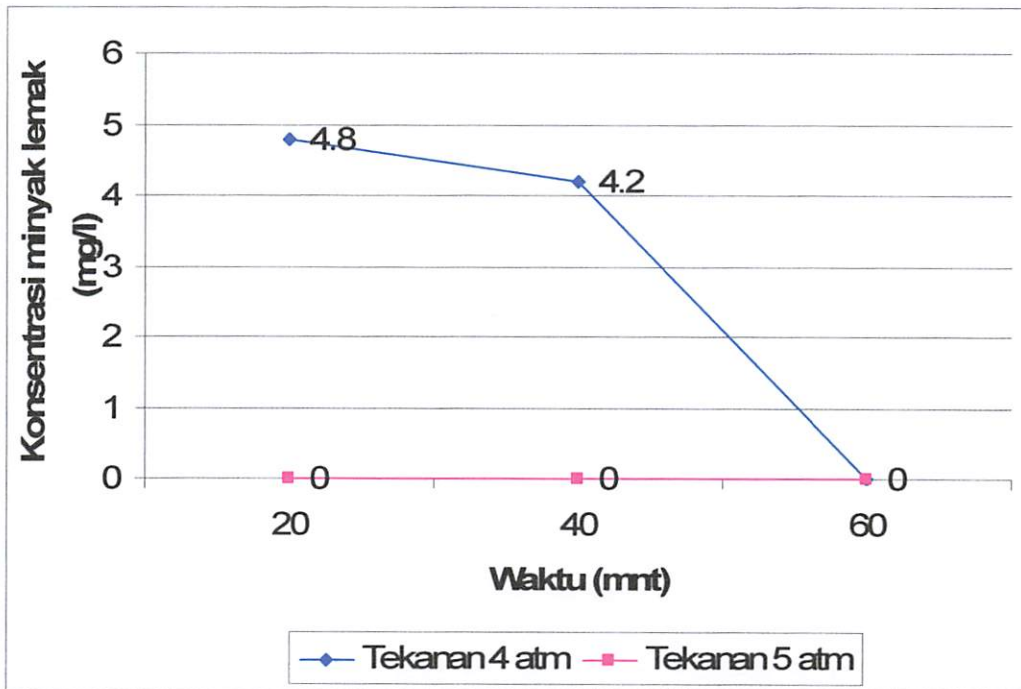
Berdasarkan Tabel 4.6 diperoleh persentase penurunan terkecil terjadi pada variasi tekanan 4 atm dengan variasi waktu 20 menit yaitu 75,47 % sedangkan persentase penurunan terbesar terjadi pada variasi tekanan 5 atm dengan variasi waktu 60 menit yaitu 86,33 %. Selanjutnya Tabel 4.6 diplotkan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik % Penurunan TSS

4.3.1.3 Parameter minyak lemak

Hasil perhitungan pada tabel 4.4 diplotkan ke dalam grafik seperti pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi minyak lemak (mg/l)

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi Minyak Lemak mengalami peningkatan pada variasi tekanan dan variasi waktu menit pengambilan sampel. Penurunan konsentrasi Minyak Lemak terendah terjadi pada variasi tekanan 4 atm dengan variasi waktu 40 menit yaitu 4,2 mg/l dan nilai konsentrasi akhir tertinggi terjadi pada variasi tekanan 4 atm, variasi waktu 60 menit yaitu 0 mg/l dan dengan variasi tekanan 5 atm dan variasi waktu 20, 40, 60 menit yaitu 0 mg/l.

Untuk mengetahui persentase penurunan Minyak Lemak Total pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

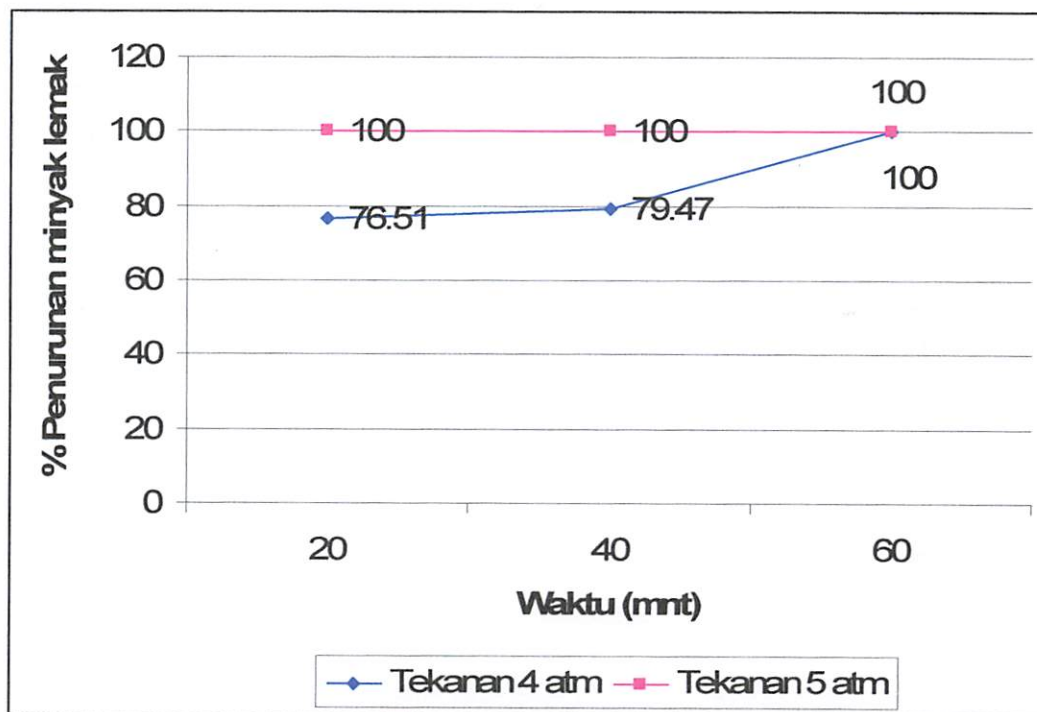
Hasil perhitungan persentase penurunan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai % Penurunan Minyak Lemak Pada Limbah Pengalengan Ikan

Variasi Tekanan (atm)	Waktu (mnt)	% Penurunan Minyak Lemak			
		1	2	3	Rata -rata
4	20	76,35	76,85	76,35	76,51
	40	79,31	79,31	79,80	79,47
	60	100	100	100	100
5	20	100	100	100	100
	40	100	100	100	100
	60	100	100	100	100

Sumber : Hasil Penelitian, 2008

Berdasarkan Tabel 4.7 diperoleh persentase penurunan terkecil terjadi pada variasi tekanan 4 atm dengan waktu 20 menit yaitu 76,51 % sedangkan persentase penurunan terbesar terjadi pada variasi tekanan 4 atm dengan variasi waktu 60 menit yaitu 100 % dan tekanan 5 atm dengan variasi waktu 20,40,60 menit yaitu 100 %. Selanjutnya Tabel 4.7 diplotkan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik % Penurunan minyak lemak

4.3.2. Analisis ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan terhadap persentase konsentrasi akhir COD, TSS, Minyak Lemak maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor dengan menggunakan program minitab 14. Hasil uji ANOVA % penurunan COD, TSS, Minyak Lemak dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Uji ANOVA % Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak

Variabel Terikat	Hasil Uji One Way Anova					
%Penurunan COD	Source	DF	SS	MS	F	P
	Factor	2	11342	5671	34.37	0.000
	Error	51	8415	165		
	Total	53	19757			
	S = 12.85 R-Sq = 57.41% R-Sq(adj) = 55.74%					
% Penurunan TSS	Source	DF	SS	MS	F	P
	Factor	2	53884.8	26942.4	273.10	0.000
	Error	51	5031.4	98.7		
	Total	53	58916.2			
	S = 9.933 R-Sq = 91.46% R-Sq(adj) = 91.13%					
% penurunan minyak-lemak	Source	DF	SS	MS	F	P
	Factor	2	70839	35419	267.40	0.000
	Error	51	6755	132		
	Total	53	77594			
	S = 11.51 R-Sq = 91.29% R-Sq(adj) = 90.95%					

Keterangan : Output Minitab 14, hasil penelitian, 2008

- DF : Derajat bebas
- SS : Variasi residual
- MS : Mean square error
- F : Nilai statistik uji
- P : Nilai probabilitas

Hipotesis hasil uji ANOVA :

- H_0 = Ke - 18 perlakuan adalah identik
- H_1 = Ke - 18 perlakuan adalah tidak identik.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitungan (angka F output) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitungan (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

Keputusan :

1. Analisis % Penurunan COD

Terlihat bahwa F hitungan dari output adalah 34.37. Jika melihat tabel distribusi F pada tabel A5, nilai $F_{(5\%,2,51)} = 3,186$. Karena nilai F lebih besar dari $F_{(5\%,2,51)}$ dengan α toleransi 5 %, maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke 18 perlakuan memiliki rata – rata tidak identik. Kesimpulan adalah bahwa variasi tekanan dan waktu memberikan hasil yang berbeda nyata pada nilai % penurunan COD.

2. Analisis % Penurunan TSS

Terlihat bahwa F hitungan dari output adalah 273,10. Jika melihat tabel distribusi F pada tabel A5, nilai $F_{(5\%,2,51)} = 3,186$. Karena nilai F lebih besar dari $F_{(5\%,2,51)}$ dengan α toleransi 5 %, maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke 18 perlakuan memiliki rata – rata tidak identik. Kesimpulan adalah bahwa variasi tekanan dan waktu memberikan hasil yang berbeda nyata pada nilai % penurunan TSS.

3. Analisis % Penurunan minyak lemak

Terlihat bahwa F hitungan dari output adalah 267,40. Jika melihat tabel distribusi F pada tabel A5, nilai $F_{(5\%,2,51)} = 3,186$. Karena nilai F lebih besar dari $F_{(5\%,2,51)}$ dengan α toleransi 5 %, maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke 18 perlakuan memiliki rata – rata tidak identik. Kesimpulan adalah bahwa variasi tekanan dan waktu memberikan hasil yang berbeda nyata pada nilai % penurunan minyak lemak.

4.3.3 Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, dalam hal ini hubungan antara penurunan konsentrasi COD, TSS, Minyak Lemak dengan variasi tekanan dan variasi waktu pengambilan sampel. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.9 .

Table 4.9 Korelasi Antara % Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak

Variabel Terikat	Hasil Uji Korelasi
Korelasi %Penurunan COD Variasi Tekanan dan Variasi Waktu menit	Correlations: % Penurunan COD, Variasi Tekanan Pearson correlation of %Penurunan COD and Variasi Tekanan = 0.746 P-Value = 0.082 Correlations: % Penurunan COD, Waktu (mnt) Pearson correlation of %Penurunan COD and Waktu (mnt) = 0.964 P-Value = 0.000
Korelasi %Penurunan TSS Variasi Tekanan dan Variasi Waktu menit	Correlations: % penurunan TSS, Variasi Tekanan Pearson correlation of % penurunan TSS and Variasi Tekanan = 0.769 P-Value = 0.000 Correlations: % penurunan TSS, Waktu (mnt) Pearson correlation of % penurunan TSS and Waktu (mnt) = 0.601 P-Value = 0.008
Korelasi % Penurunan minyak lemak Variasi Tekana dan Variasi Waktu menit	Correlations: % Penurunan minyak Lemak, Variasi Tekanan Pearson correlation of %Peurunan minyak Lemak and Variasi Tekanan = 0.705 P-Value = 0.001 Correlations: % Penurunan minyak Lemak, Waktu (mnt) Pearson correlation of %Peurunan minyak Lemak and Waktu (mnt) = 0.461 P-Value = 0.054

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasinya yaitu :

1. Analisis % penurunan COD

Besarnya hubungan antara tekanan dengan % penurunan COD sebesar 0,746.

Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena

berada di antara selang 0,7 dengan 0,9 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang artinya semakin besar tekanannya maka nilai persen penurunan yang dihasilkan akan meningkat. Sedangkan besarnya hubungan waktu operasi dengan persen penurunan adalah 0,964. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat karena diantara 0,9 dengan 1 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya tanda negatif pada koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasi maka persen penurunan yang dihasilkan akan semakin meningkat.

2. Analisis % penurunan TSS

Besarnya hubungan antara tekanan dengan % penurunan TSS sebesar 0,769. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena berada di antara selang 0,7 dengan 0,9 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang artinya semakin besar tekanannya maka nilai persen penurunan yang dihasilkan akan meningkat. Sedangkan besarnya hubungan waktu operasi dengan persen penurunan adalah 0,601. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sedang karena diantara 0,4 dengan 0,7 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya tanda negatif pada koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasi maka persen penurunan yang dihasilkan akan semakin meningkat.

3. Analisis % penurunan minyak lemak

Besarnya hubungan antara tekanan dengan % penurunan minyak lemak sebesar 0,705. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena berada di antara selang 0,7 dengan 0,9 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang artinya semakin besar tekanannya maka nilai persen penurunan yang dihasilkan akan meningkat. Sedangkan besarnya hubungan waktu operasi dengan persen penurunan adalah 0,461. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sedang karena diantara 0,4 dengan 0,7 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya tanda

negatif pada koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasi maka persen penurunan yang dihasilkan akan semakin meningkat.

Agar lebih meyakinkan perlu dilakukan uji hipotesis:

Hipotesis hasil uji korelasi:

- H_0 = Tidak ada korelasi antara dua variabel ($\rho = 0$).
- H_1 = Ada korelasi antara dua variabel ($\rho \neq 0$).

Dasar pengambilan keputusan:

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima.
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Keputusan :

1. Analisis % penurunan COD

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.9 memperlihatkan bahwa nilai P untuk variasi tekanan adalah 0,082. Karena nilai P lebih besar dari α ($\alpha = 0,05$), maka H_0 diterima dan menolak hipotesis alternatif (H_1). Oleh karena itu, kesimpulan yang diperoleh dari uji hipotesis ini adalah tidak ada korelasi antara variabel tekanan dan persen penurunan, dimana 55,6 % peningkatan persen penurunan pada masing-masing waktu operasi tidak dipengaruhi oleh variasi tekanan. Sedangkan nilai P untuk variasi waktu adalah 0,000. Karena nilai P lebih kecil dari α ($\alpha = 0,05$), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yang menyatakan ada korelasi antara dua variabel. Oleh karena itu, kesimpulan yang diperoleh dari uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel waktu dan persen penurunan COD, dimana 92,9 % peningkatan nilai % penurunan COD pada masing-masing tekanan dipengaruhi oleh waktu operasi .

2. Analisis % penurunan TSS

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.9 memperlihatkan bahwa nilai P untuk variasi tekanan adalah 0,000. Karena nilai P lebih kecil dari α ($\alpha = 0,05$), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Oleh karena itu, kesimpulan yang diperoleh dari uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel tekanan dan persen penurunan, dimana 59,1 % peningkatan persen penurunan TSS pada masing-masing waktu operasi

dipengaruhi oleh variasi tekanan. Sedangkan nilai P untuk variasi waktu adalah 0,008. Karena nilai P lebih kecil dari α ($\alpha = 0,05$), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yang menyatakan ada korelasi antara dua variabel. Oleh karena itu, kesimpulan yang diperoleh dari uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel waktu dan persen penurunan TSS, dimana 36,1 % peningkatan nilai % penurunan TSS pada masing-masing tekanan dipengaruhi oleh waktu operasi.

3. Analisis % penurunan minyak lemak

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.9 memperlihatkan bahwa nilai P untuk variasi tekanan adalah 0,001. Karena nilai P lebih kecil dari α ($\alpha = 0,05$), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Oleh karena itu, kesimpulan yang diperoleh dari uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel tekanan dan persen penurunan minyak lemak, dimana 49,7 % peningkatan persen penurunan pada masing-masing waktu operasi dipengaruhi oleh variasi tekanan. Sedangkan nilai P untuk variasi waktu adalah 0,054. Karena nilai P lebih besar dari α ($\alpha = 0,05$), maka H_1 diterima dan menolak hipotesis alternatif (H_0) yang menyatakan tidak ada korelasi antara dua variabel. Oleh karena itu, kesimpulan yang diperoleh dari uji hipotesis ini adalah tidak ada korelasi antara variabel waktu dan persen penurunan minyak lemak, dimana 21,2 % peningkatan nilai % penurunan minyak lemak pada masing-masing tekanan tidak dipengaruhi oleh waktu operasi.

4.3.4 Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas (variasi tekanan dan variasi waktu menit dan variabel terikat (konsentrasi COD, TSS, minyak lemak) digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan data atau signifikansi prediksi dari hubungan/ korelasi data. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.10

**Tabel 4.10 Koefisien Persamaan Regresi % Penurunan COD, TSS,
Minyak Lemak**

Variabel Terikat	Hasil Uji Persamaan Regresi				
	Predictor	Coef	SE Coef	T	P
% penurunan COD	Constant	-21.763	8.723	-2.49	0.025
	Tekanan	2.323	1.860	1.25	0.231
	Waktu	0.83575	0.05695	14.68	0.000
	S = 9.03353 R-Sq = 96.4% R-Sq(adj) = 96.1%				
	%Penurunan COD = - 21.8 + 2.32 Variasi Tekanan + 0.836Waktu (mnt)				
% penurunan TSS	Constant	51.977	1.855	28.02	0.000
	Tekanan	5.4633	0.3955	13.81	0.000
	Waktu	0.13075	0.01211	10.80	0.000
	S = 0.838948 R-Sq = 95.3% R-Sq(adj) = 94.7%				
	%Penurunan TSS = 52.0 + 5.46 variasi Tekanan + 0.131 Waktu (mnt)				
% penurunan Minyak Lemak	Constant	14.89	13.61	1.09	0.291
	Tekanan	14.673	2.901	5.06	0.000
	Waktu	0.29362	0.08883	3.31	0.005
	S = 6.15461 R-Sq = 70.9% R-Sq(adj) = 67.0%				
	%Penurunan Minyak Lemak = 14.9 + 14.7 variasi Tekanan + 0.294 Waktu (mnt)				

Sumber : Output Minitab 14, hasil Penelitian, 2008

Keterangan : - S = Standar deviasi model.
 - R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi.
 - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
 - T = Nilai statistik.
 - P = Nilai probabilitas.

1). Persamaan Regresi

Dimana :

Y = Persentase Penurunan Konsentrasi parameter

X_1 = Variasi Tekanan

X_2 = Variasi Waktu (mnt)

- Analisis % penurunan COD

$$Y = -21,8 + 2,32 X_1 + 0,836 X_2$$

Koefisien regresi sebesar 2,32 untuk variabel X_1 (variasi tekanan) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 atm tekanan akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 2,32 mg/l dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi 0,836 untuk variabel X_2 (variasi waktu menit) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 menit waktu operasi akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 0,836 mg/l dengan anggapan variabel lain besarnya konstan

- Analisis % Penurunan TSS

$$Y = 52,0 + 5,46 X_1 + 0,131 X_2$$

Koefisien regresi sebesar 5,46 untuk variabel X_1 (variasi tekanan) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 atm tekanan akan meningkatkan persentase penurunan TSS sebesar 5,46 mg/l dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi 0,131 untuk variabel X_2 (variasi waktu menit) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 menit waktu operasi akan meningkatkan persentase penurunan TSS sebesar 0,131 mg/l dengan anggapan variabel lain besarnya konstan

- Analisis % penurunan Minyak lemak

$$Y = 14,9 + 14,7 X_1 + 0,294 X_2$$

Koefisien regresi sebesar 14,7 untuk variabel X_1 (variasi tekanan) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 atm tekanan akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 14,7 mg/l dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi 0,294 untuk variabel X_2 (variasi waktu menit) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 menit waktu operasi akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 0,294 mg/l dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

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

Hipotesis :

- H_0 = Koefisien regresi tidak signifikan
- H_1 = Koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan :

- ❖ Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

1. Analisis COD

Nilai t tabel adalah 1,761 sedangkan nilai t hitung berdasarkan Tabel 4.10 adalah 1,25 (variasi tekanan) dan 14,68 (variasi waktu menit). Semua nilai t hitung lebih besar dari t tabel, maka koefisien regresi signifikan.

2. Analisis TSS

Nilai t tabel adalah 2.131 sedangkan nilai t hitung berdasarkan Tabel 4.10 adalah 13,81 (variasi tekanan) dan 10,80 (variasi waktu menit). Semua nilai t hitung lebih besar dari t tabel, maka koefisien regresi signifikan.

3. Analisis Minyak Lemak

Nilai t tabel adalah 2,131 sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.10 adalah 5,06 (variasi tekanan) dan 3,31 (variasi waktu menit). Semua nilai t hitung lebih besar dari t tabel, maka koefisien regresi signifikan.

- ❖ Berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak

1. Analisis COD

Pada Tabel 4.10 nilai P untuk variasi tekanan adalah 0,231 dan untuk variasi waktu menit adalah 0,000 yang artinya probabilitas jauh di

bawah 0,05. Dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi tekanan dan variasi waktu menit benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan COD.

2. Analisis TSS

Pada Tabel 4.10 nilai P untuk variasi tekanan adalah 0,000 dan untuk variasi waktu menit adalah 0,000 yang artinya probabilitas jauh di bawah 0,05. Dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi tekanan dan variasi waktu menit benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan TSS.

3. Analisis Minyak Lemak

Pada Tabel 4.10 nilai P untuk variasi tekanan adalah 0,000 dan untuk variasi waktu menit adalah 0,005 yang artinya probabilitas jauh di bawah 0,05. Dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi tekanan dan variasi waktu menit benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan Minyak Lemak.

❖ Nilai R Square

1. Analisis COD

Dari hasil analisis regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 93,5 % hal ini berarti 93,5 % penurunan COD dapat dijelaskan oleh variasi tekanan dan variasi waktu menit. Sedangkan sisanya 6,5 % dijelaskan oleh sebab – sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

2. Analisis TSS

Dari hasil analisis regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 95,3 % hal ini berarti 95,3 % penurunan TSS dapat dijelaskan oleh variasi tekanan dan variasi waktu menit. Sedangkan sisanya 4,7 % dijelaskan oleh sebab – sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

3. Analisis Minyak Lemak

Dari hasil analisis regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 70,9 % hal ini berarti 70,9 % penurunan minyak lemak dapat dijelaskan oleh variasi tekanan dan variasi waktu menit. Sedangkan sisanya 29,1 % dijelaskan oleh sebab – sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

3). Uji F untuk uji Kelinearan model regresi

Untuk menguji kelinieran model regresi, menggunakan tabel analisis ANOVA untuk regresi dengan memperhatikan nilai F dan P. Adapun tabel analisa ANOVA regresi untuk persentase penurunan COD, TSS, Minyak Lemak diperlihatkan pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Uji ANOVA Analisis Regresi % Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak

Variabel Terikat	Hasil ANOVA Untuk Analisa Regresi					
	Source	DF	SS	MS	F	P
% Penurunan COD	Regresion	2	3377.0	1688.5	108.48	0.000
	Residual Error	15	233.5	15.6		
	Total	17	3610.5			
% Penurunan TSS	Regresion	2	216.37	108.19	153.71	0.000
	Residual Error	15	10.56	0.70		
	Total	17	226.39			
% Penurunan Minyak Lemak	Regresion	2	1382.72	691.36	18.25	0.000
	Residual Error	15	568.19	37.88		
	Total	17	1950.90			

Sumber : Output Minitab 14, hasil Penelitian, 2008

Hipotesis :

- H_0 = Y tidak memiliki hubungan linear dengan X_1 dan X_2
- H_1 = Y memiliki hubungan linear dengan X_1 dan X_2

1. Analisis COD

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai F. Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, didapatkan nilai F hitung sebesar 108,46. Dari tabel distribusi F tabel 3,68. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulan adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas)

mempunyai hubungan linier atau nilai persentase penurunan dengan tekanan dan waktu menit operasi mempunyai hubungan linier. Nilai probabilitas 0,000, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan COD.

2. Analisis TSS

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai F. Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, didapat nilai F hitung 153,71. Dari tabel distribusi F tabel 3,68. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau nilai persentase penurunan dengan variasi tekanan dan waktu menit operasi mempunyai hubungan linier. Nilai probabilitas 0,000, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi penurunan TSS.

3. Analisis Minyak Lemak

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai F. Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, dapat nilai F hitung sebesar 18,25. Dari tabel distribusi F tabel 3,68. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau nilai persentase penurunan minyak lemak dengan variasi tekanan dan waktu menit operasi mempunyai hubungan linier. Nilai probabilitas 0,000, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi penurunan minyak lemak.

2.4. Pembahasan COD, TSS, Minyak Lemak

Dari hasil penelitian yang diperoleh, *Dissolved air flotation* dengan *recycle* dengan variasi tekanan dan variasi waktu menit terbukti dapat menurunkan konsentrasi COD, TSS, dan Minyak Lemak. Kemampuan penurunan konsentrasi COD antara 2,87 % - 39,24 %, TSS antara 75,47 % - 86,33 % dan Minyak Lemak antara 4,8 % – 100 % . Pada Tabel 4.2, 4.3, 4.4 dan Gambar 4.1, 4.3, 4.5 dapat diketahui bahwa semakin meningkatnya variasi tekanan dan waktu pengambilan sampel yang semakin lama maka persentase penurunan COD semakin meningkat pula. Hal ini ditunjukkan dengan persentase COD terbesar terjadi pada tekanan 5 atm, menit ke-60 yaitu 39,24 % dan persentase terkecil terjadi pada tekanan 4 atm, menit ke-20 yaitu 2,87 %, persentase TSS terbesar terjadi pada tekanan 5 atm, menit ke-60 yaitu 86,33 % dan persentase penurunan terkecil terjadi pada tekanan 4 atm, menit ke-20 yaitu 75,47 %, persentase minyak lemak terbesar terjadi pada tekanan 4 atm, menit ke-60 yaitu 100 % dan tekanan 5 atm, menit 20, 40, 60 yaitu 100 % persentase penurunan terkecil terjadi pada tekanan 4 atm, menit ke-20 yaitu 76,51 %.

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui pengaruh variasi tekanan dan waktu operasi terhadap persentase penurunan COD, TSS dan minyak lemak. Semakin meningkatnya tekanan dan lamanya waktu pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan COD, TSS dan minyak lemak. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi tekanan maka gelembung yang dihasilkan semakin banyak, sehingga menyebabkan kontak udara dengan limbah semakin besar sehingga persentase penurunan semakin besar. Hubungan antara tekanan dengan jumlah udara terlarut dinyatakan sebagai solubilitas udara secara mekanis dirumuskan sebagai berikut :

$$S_a = k_H \cdot P$$

Dimana S_a = Solubilitas udara (kg/m^3)

k_H = Koefisien Henry ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{Pa}$)

P = Tekanan parsial gas (Pa)

Nilai solubilitas dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur maka solubilitas udara akan berkurang. Waktu *recycle* yang semakin lama akan

membuat limbah lebih sering berkontak dengan udara sehingga penyisihan COD, TSS dan minyak lemak semakin meningkat. Hal ini juga dapat ditunjukkan dari besar dan arah hubungan tekanan operasi terhadap persentase penurunan COD, TSS dan minyak lemak dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya.

Nilai koefisien korelasi COD menunjukkan hubungan kedua variabel antara tekanan dan % penurunan COD adalah kuat dan searah yang artinya semakin besar tekanannya maka nilai % penurunan yang dihasilkan akan meningkat. Sedangkan hubungan antara waktu dengan % penurunan COD adalah kuat dan searah yang artinya semakin lama waktu operasi maka nilai % penurunan yang dihasilkan akan semakin meningkat. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P untuk variasi tekanan tidak ada korelasi antara kedua variabel dimana % penurunan pada masing-masing waktu operasi tidak dipengaruhi oleh variasi tekanan. Sedangkan nilai P untuk variasi waktu ada korelasi antara kedua variabel dimana nilai % penurunan COD pada masing – masing tekanan dipengaruhi oleh waktu operasi. Nilai koefisien korelasi TSS menunjukkan hubungan kedua variabel antara tekanan dan % penurunan TSS adalah kuat dan searah yang artinya semakin besar tekanannya maka nilai % penurunan yang dihasilkan akan meningkat. Sedangkan hubungan antara waktu dengan % penurunan TSS adalah sedang dan searah yang artinya semakin lama waktu operasi maka nilai % penurunan yang dihasilkan akan semakin meningkat. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P untuk variasi tekanan ada korelasi antara kedua variabel dimana % penurunan pada masing-masing waktu operasi dipengaruhi oleh variasi tekanan. Sedangkan nilai P untuk variasi waktu ada korelasi antara kedua variabel dimana nilai % penurunan TSS pada masing – masing tekanan dipengaruhi oleh waktu operasi. Nilai koefisien korelasi minyak lemak menunjukkan hubungan kedua variabel antara tekanan dan % penurunan minyak lemak adalah kuat dan searah yang artinya semakin besar tekanannya maka nilai % penurunan yang dihasilkan akan meningkat. Sedangkan hubungan antara waktu dengan % penurunan minyak lemak adalah sedang dan searah yang artinya semakin lama waktu operasi maka nilai % penurunan yang dihasilkan akan semakin meningkat. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P untuk variasi tekanan ada korelasi antara kedua variabel dimana % penurunan pada

masing-masing waktu operasi dipengaruhi oleh variasi tekanan. Sedangkan nilai P untuk variasi waktu tidak ada korelasi antara kedua variabel dimana nilai % penurunan minyak lemak pada masing – masing tekanan tidak dipengaruhi oleh waktu operasi.

Dari hasil analisis regresi nilai R square menunjukkan bahwa 93,5 % nilai persentase konsentrasi COD, 95,3 % nilai persentase konsentrasi TSS, 70,9 % nilai persentase konsentrasi minyak lemak dipengaruhi oleh variabel tekanan dan waktu pengambilan sampel. Sisanya COD 6,5 %, TSS 4,7 %, minyak lemak 29,1 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak termasuk dalam model regresi. Maksud dari model regresi dipengaruhi oleh faktor lain yaitu nilai % R Square COD, TSS, minyak lemak selain dipengaruhi oleh variasi tekanan dan waktu operasi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang terjadi selama proses penelitian tapi tidak termasuk dalam faktor yang dianalisa (Iriawan dan Astuti, 2006).

Berdasarkan analisis penurunan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak, konsentrasi COD hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan fisik dengan menggunakan metode *Dissolved air flotation* dengan *recycle* belum memenuhi standart baku mutu menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No 45 Tahun 2002. Dari hasil penelitian terlihat, bahwa nilai persentase COD lebih rendah dibandingkan dengan nilai persentase penurunan TSS dan minyak lemak. Hal ini disebabkan oleh penurunan COD tidak efektif jika hanya dengan pengolahan fisik seperti yang diterapkan dalam penelitian. Sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut setelah *dissolved air flotation* dengan *recycle*, misalnya menggunakan pengolahan biologis, karena COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat – zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi (Alaerts dan Santika, 1984). Sedangkan persentase penurunan TSS dan minyak lemak lebih baik, hal ini disebabkan karena *Dissolved Air Flotation* merupakan pengolahan air buangan secara fisik. Khususnya yang mengandung partikel tersuspensi, hidroksida logam, material protein (partikel / terlarut), lemak minyak, pewarna, serat dengan melarutkan gas atau udara ke dalam air buangan pada tekanan atmosfir. Gas atau udara akan menghasilkan

gelembung yang berfungsi untuk mengapungkan partikel hidrofilik ke permukaan dan bisa dihilangkan dengan mengambil buihnya (Eckenfelder, 2000). Penurunan TSS, minyak lemak dipengaruhi juga oleh mekanisme pemisahan partikel dari cairan yaitu pengapungan, penyerapan dan pelekatan. Mekanisme ini terjadi karena gelembung gas yang terbentuk akan naik kepermukaan, padatan akan berkontak dengan gelembung gas yang naik, kemudian akan melekat pada gelembung gas dan dengan demikian padatan akan terpisah dengan cairannya (*Montgomery, 1985*).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Efisiensi penyisihan tertinggi COD, TSS dan minyak lemak adalah sebesar 39,24 % 86,33 % dan 100 %
2. Kinerja *Dissolved air flotation* dengan *recycle* dalam penyisihan COD dan TSS belum memenuhi standart baku mutu no 45 Tahun 2002 dengan nilai konsentrasi akhir yang diperoleh untuk COD dan TSS sebesar 802,2 mg/l dan 151,2 mg/l, sedangkan nilai konsentrasi akhir minyak lemak sebesar 0 mg/l, memenuhi standart baku mutu no 45 Tahun 2002.
3. Tekanan dan waktu optimum persentase penurunan tertinggi dalam variasi waktu periode operasi yang telah ditentukan untuk masing-masing parameter penelitian adalah diperoleh tekanan maksimum 5 atm dengan waktu detensi 60 menit untuk COD dan TSS. Sedangkan pada minyak lemak dengan tekanan maksimum 4 atm dengan waktu detensi 60 menit dan tekanan 5 atm dengan waktu detensi 20, 40, 60 menit untuk proses *dissolved air flotation* dengan *recycle*.

5.2. Saran

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang proses dan kinerja *dissolved air flotation* dengan *recycle*, maka disarankan dilakukan kajian dan penelitian tentang :

1. Perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut setelah *dissolved air flotation* dengan *recycle*, misalnya menggunakan pengolahan biologis.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan variasi tekanan dan variasi waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts and Santika, 1987. **Metode Penelitian Air** . Surabaya.
- Astuti dan Iriawan, 2006. **Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Yogyakarta : Andi.
- Anonim. 2007. Ikan Kalengan Tetap Kaya Gizi, [http:// www. kompas. Com/ kesehatan/ news/0303/232600.htm](http://www.kompas.Com/kesehatan/news/0303/232600.htm), Diakses pada tanggal 20 oktober 2007 pukul 14.00 am.
- Chantrim Vissia, 2005. **Pemisahan Minyak dan Lemak Dengan Dissolved Air Flotation pada Air Buangan Industri Katering**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Elizabeth Rotua,(2002). **Penggunaan DAF sebagai Pengolahan Fisik pada Limbah Rumah Potong Hewan Dalam menurunkan COD dan TSS**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Bandung.
- Degremont, 1979. **Water Treatment Handbook**. John Wiley dan Sons. Ney York.
- Masduqi dan Slamet, 2000. **Satuan Proses**. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Metcalf and Eddy, 1991. **Waste Water Engineering**.
- Montgomery, J. M, 1985. **Water Treatment Principles and Design**.
- Paul. N. 1984, **Waste Water Treatment Technology**. Volume 3.
- Prihantono Ari, 2004. **Studi Penurunan Total Suspended Solid Menggunakan Dissolved Air Flotation**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Reynold, T. D, 1996. **Unit Operasi and Processes in Environmental Engineering**.
- Triatmojo Bambang, 1996. **Hidraulika I**. Beta Offset. Yogyakarta.
- Siregar Sakti. , 2005. **Instalasi Pengelolaan Air Limbah**. Yogyakarta.
- Soleh, Achmad Zanba,r (2005). **Ilmu Statistika Pendekatan Teoritis dan Aplikatif disertai Contoh Penggunaan SPSS**. Bandung: Rekayasa Sains
- Sughiarto, (1987). **Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah**. Jakarta: Universitas Indonesia

Sutrisno.C. Totok, (1987). **Teknologi PenyediaannAir Bersih**. Jakarta : Rineka Cipta

Djoko Supriyanto dan Gunawan Budi Prasetyo, (2006). **Penggunaan DAF Dengan Sistem Kontinyu Pada Pengolahan Limbah Pertamina Dapat Menurunkan Minyak Lemak**. Tugas Akhir Teknik Kimia FTI-ITS

W. Wesley Eckenfelder, Jr. 2000. **Environmental Engineering Series**.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN

Desain Alat Proses *Dissolved Air Flotation*

▪ Tangki Saturasi

Perencanaan :

- Debit air buangan = $5 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu detensi = 3 menit
- Kedalaman = 60 cm
- Volume tangki = debit $\times$ waktu detensi
= $6,944.10^{-3} \text{ m}^3 / \text{menit} \times 3 \text{ menit}$
= $0,020832 \text{ m}^3 = 20832 \text{ cm}^3$

Diameter

Volume = Luas (A) $\times$ kedalaman (h)

Volume = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$

$d^2 = \frac{4 \times \text{volume}}{\pi \times \text{kedalaman}}$

$d = \sqrt{\frac{4 \times \text{volume}}{\pi \times \text{kedalaman}}}$

= $\sqrt{\frac{4 \times \text{volume}}{\frac{22}{7} \times 60 \text{ cm}}}$

= 21,02120142 cm

- Cek diameter 22 cm

Volume = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$

= $\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (22)^2 \times 60$

= $22817,14 \text{ cm}^3$

= $0,022817 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{debit} \times \text{waktu detensi} \\ 22817,14 \text{ cm}^3 &= \text{debit} \times \text{waktu detensi}\end{aligned}$$

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\text{Waktu detensi}}$$

$$= \frac{22817,14 \text{ cm}^3}{3 \text{ menit}}$$

$$= 7605,713 \text{ cm}^3/\text{menit}$$

$$= 10,95 \text{ m}^3/\text{hari}$$

▪ Tangki Flotasi

- Diameter tangki = 0,20 m
- Tinggi tangki = 0,7 m
- Volume tangki = $\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (0,20)^2 \times 0,7$
= 0,022 m³

LAMPIRAN B

DATA HASIL PENELITIAN



SA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



Komite Akreditasi Nasional

Laboratorium Pengaji

IP - 227 - IDN

Nomor : 205 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 3 dari 5

Page 3 of 5

Kode Contoh Uji : Ext. 173-178 /PC / VI / 2008/ 213- 218
Sample Code
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 17 - 25 juni 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Air Limbah Hasil Penelitian Industri Pengalengan Ikan					
Sampel Pengulangan 1 (pertama)					
a. Kode sampel 4 atm 20 menit					
1	COD	mg/L	1282,7	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	271,4	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	4,8	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
b. Kode Sampel 4 atm 40 menit					
1	COD	mg/L	972	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	230,6	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	4,2	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
c. Kode Sampel 4 atm 60 menit					
1	COD	mg/L	876,6	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	193	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt*)	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
d. Kode Sampel 5 atm 20 menit					
1	COD	mg/L	1279,2	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	188,6	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	-
e. Kode Sampel 5 atm 40 menit					
1	COD	mg/L	957,6	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	173,8	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	-
f. Kode Sampel 5 atm 60 menit					
1	COD	Mg/L	802,2	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	Mg/L	151,2	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	Mg/L	tt*)	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



PT. JASATIRTA 1

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



Komite Akreditasi Nasional

Laboratorium Penguji

LP - 227 - IDN

Nomor : 205 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 4 dari 5

Page 4 of 5

Kode Contoh Uji : Ext. 179-184 / PC / VI / 2008/ 219- 224

Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Place of Analysis

Tanggal Analisa : 17 - 25 juni 2008

Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Air Limbah Hasil Penelitian Industri Pengalengan Ikan					
Sampel Pengulangan 2 (kedua)					
a. Kode sampel 4 atm 20 menit					
1	COD	mg/L	1282,6	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	271,4	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	4,7	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
b. Kode Sampel 4 atm 40 menit					
1	COD	mg/L	971,9	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	230,5	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	4,2	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
c. Kode Sampel 4 atm 60 menit					
1	COD	mg/L	876,5	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	193	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt*)	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
d. Kode Sampel 5 atm 20 menit					
1	COD	mg/L	1279,1	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	198,5	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	-
e. Kode Sampel 5 atm 40 menit					
1	COD	mg/L	957,6	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	173,7	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	-
f. Kode Sampel 5 atm 60 menit					
1	COD	Mg/L	802,1	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	Mg/L	151,2	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	Mg/L	tt*)	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7



Kat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



PT JASATIRTA 1

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



Komite Akreditasi Nasional

Laboratorium Penguji

LP - 227 - ION

Nomor : 205 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 5 dari 5

Page 5 of 5

Kode Contoh Uji : Ext. 185-190 / PC / VI / 2008/ 225- 230
 Sample Code
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -
 Sampling Method
 Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
 Place of Analysis
 Tanggal Analisa : 17 - 25 juni 2008
 Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Air Limbah Hasil Penelitian Industri Pengalengan Ikan					
Sampel Pengulangan 3 (ketiga)					
a. Kode sampel 4 atm 20 menit					
1	COD	mg/L	1282,5	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	271,3	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	4,8	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
b. Kode Sampel 4 atm 40 menit					
1	COD	mg/L	972	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	230,6	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	4,1	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
c. Kode Sampel 4 atm 60 menit					
1	COD	mg/L	876,6	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	192,9	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7
d. Kode Sampel 5 atm 20 menit					
1	COD	mg/L	1279,2	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	188,6	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	-
e. Kode Sampel 5 atm 40 menit					
1	COD	mg/L	957,5	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	mg/L	173,8	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	-
f. Kode Sampel 5 atm 60 menit					
1	COD	Mg/L	802,2	APHA. Ed.20. 5220 C, 1998	-
2	TSS	Mg/L	151,1	APHA. Ed.20. 2540 D, 1998	-
3	Minyak dan Lemak	Mg/L	tt	APHA. Ed.20. 5220 B, 1998	MDL = 2,7



at atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
 Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from
 Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation

LABORATORIUM

PROSEDUR ANALISIS

LAMPIRAN C

Lampiran Prosedur Analisa

A. Pemeriksaan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

1. Metode

Closed Reflux Titrimetric

2. Prinsip

Senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperature 150°C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) dititrasi dengan larutan fero ammonium sulfat (FAS) memakai indikator ferroin. Materi organik yang teroksidasi akan dikalkulasi dengan bentuk ekivalensi oksigen.

3. Pereaksi

1) Larutan standar kalium dikromat 0.0167 M

Tambahkan 4,193 gram $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103°C selama 2 jam, pada 500 mL air destilasi. Lalu tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 3,33 gram H_2SO_4 . larutkan dan dinginkan sampai temperature kamar kemudian encerkan volumenya menjadi 1000 mL.

2) Pereaksi asam sulfat

Tambahkan A_{25}SO_4 (bentuk kristal atau bubuk) pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gram A_{25}SO_4 per kg H_2SO_4 . Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh A_{25}SO_4 larut.

3) Larutan indikator ferroin

Larutkan 1,485 gram 1,10-Phenantrolin monohidrat dan 695 mg $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 mL, lalu larutan indikator ferroin diencerkan dengan perbandingan 1 : 4 (1 mL larutan indikator ferroin dan 4 mL air destilasi) sebelum digunakan.

4) Larutan ferroin ammonium sulfat (FAS)

Larutkan 39,2 gram $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 mL H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volume 1000 mL. Larutan ini harus distandarisasi dengan cara sebagai berikut :

Masukkan 2,5 mL air destilasi, 1,5 mL kalium dikromat dan 3,5 mL pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Dinginkan pada temperature kamar,

kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator ferroin. Titrasi dengan FAS sampai berwarna awal merah kecoklatan. Molaritas FAS yang dipakai dengan rumus :

$$\text{Molaritas FAS} = \frac{(\text{mL K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,1)}{\text{mL FAS}}$$

4. Cara kerja

- 1) Cuci tabung COD dan rendam dalam 20% H₂SO₄ untuk penggunaan pertama kali.
- 2) Masukkan 2,5 mL sampel, 1,5 mL kalium dikromat dan 3,5 mL pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.
- 3) Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150⁰C selama 2 jam.
- 4) Dinginkan pada suhu kamar, kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah yang lebih besar. Tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator ferroin. Titrasi dengan FAS. Titik akhir titrasi adalah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan sampai berwarna merah kecoklatan. Catat mL FAS yang dipakai untuk titrasi.
- 5) Buat blanko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel, lalu langkah-langkah pengerjaan diatas diulangi kembali. Catat mL FAS yang dipakai untuk titrasi blanko tersebut.

5. Perhitungan

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = \frac{(A - B) \times M \times 8000}{\text{mL sampel}}$$

dengan :

A = mL FAS yang dipakai untuk titrasi blanko

B = mL FAS yang dipakai untuk titrasi sampel

M = molaritas FAS

B. Pemeriksaan TSS (*Total Suspended Solid*)

1. Metode

Metode Gravimetri

2. bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau filter fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah Zat padat tersuspensi.

3. Prosedur analisa

- Cawan dipanaskan dalam furnace pada suhu 550°C selama 1 jam
- Masukkan cawan dalam oven pada suhu 105°C selama 15 menit.
- Masukkan kertas saring/filter dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
- Dinginkan dalam desikator selama 10 menit, lalu timbang (a gr).
- Kocok dan saring sampel sebanyak 10 mL.
- Letakkan filter diatas cawan lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
- Dinginkan dalam desikator selama 10 menit, lalu timbang (b gr)

4. Perhitungan

$$\text{Zat padat Tersuspensi (TSS)mg/L} = \frac{b-a}{c} \times 1000$$

Dimana :

a = berat cawan + kertas saring (gr)

b = berat cawan + kertas saring + residu (gr)

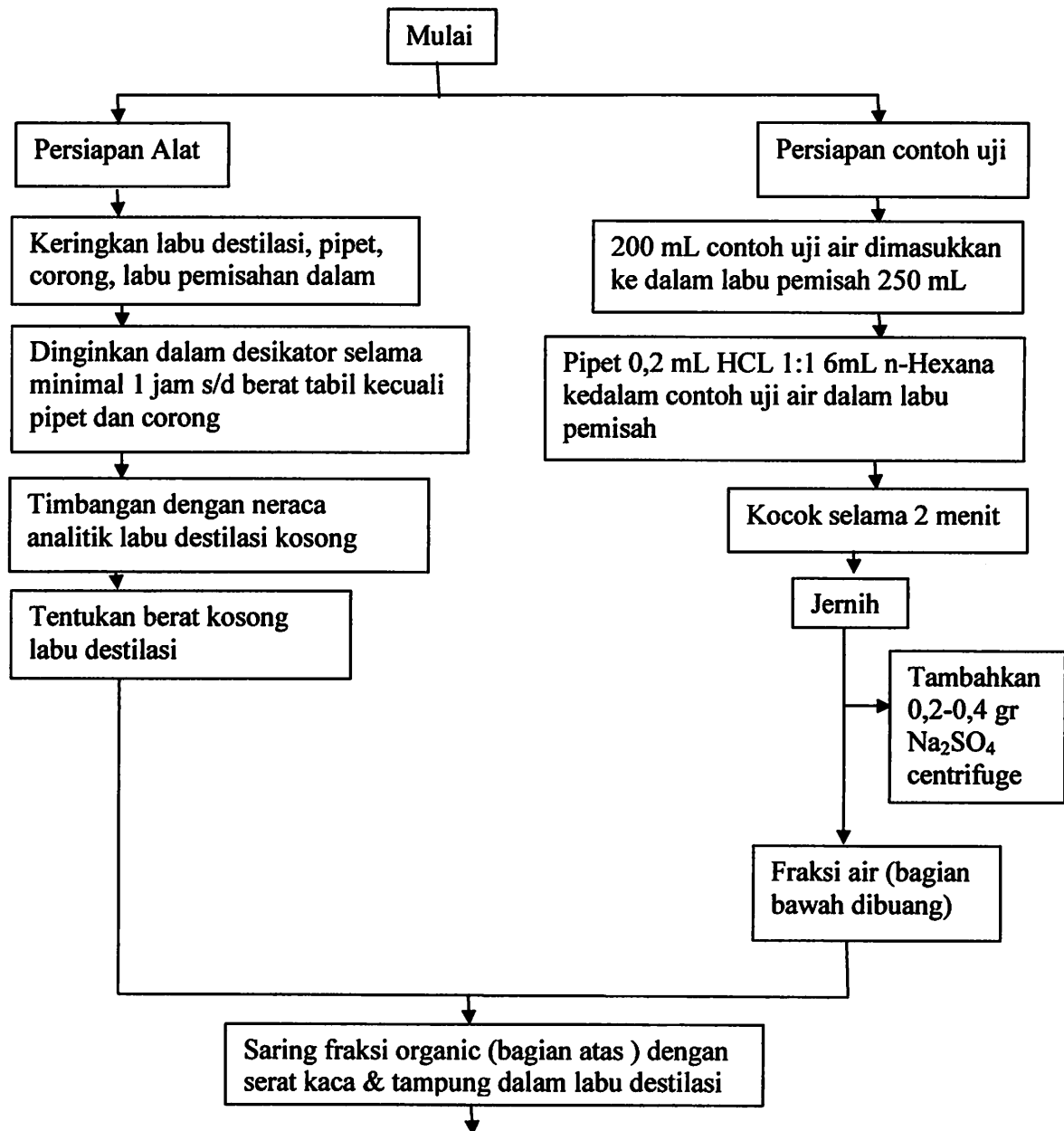
c = volume sampel (mL)

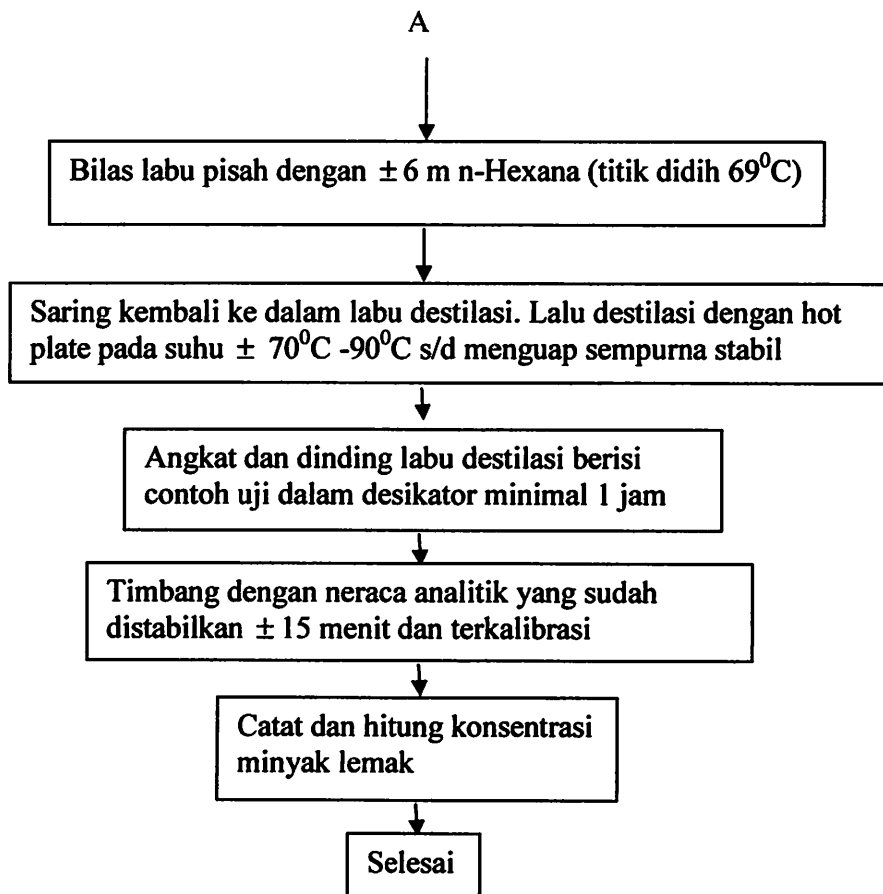
C. Pemeriksaan Minyak Lemak

1. Metode

Metode Gravimetri

2. Prosedur Analisa Minyak Lemak dengan metode Gravimetri





3. Cara pelaksanaan

1). Peralatan

- Neraca analitik yang ketelitian 0,1 mg dan sudah dikalibrasi
- Serat kaca
- Alat destilasi
- Desikator
- Corong pemisah/labu pisah
- Gelas ukur 500 mL
- Labu destilasi berleher asa (corong gelas 250 mL)
- Hot plate
- Pipet ukur 10 mL
- Otomatis pipet 100 - 1000 μL

2). Bahan penunjang analisa

- Larutan asam klorida, HCL 1:1 (p.a)
- n-Hexana (titik didih 69⁰C)
- Serbuk Na₂SO₄ anhidrat
- Serat kaca

3). Persiapan pengujian alat

- Sediakan labu desilasi yang sudah bersih dan bebas dari lemak/kontaminan, kemudian masukkan ke dalam oven dengan pemanasan pada suhu 100⁰C selama 1 jam.
- Dinginkan ke dalam desikator sehingga suhu dingin stabil, kemudian timbang dengan neraca analitik.
- Ulangi langkah 1 dan 2 sampai diperoleh berat tetap.

4). Pelaksanaan analisa kada minyak lemak

- Ambil contoh uji yang tersedia dan yang sesuai dengan metode pengambilan contoh uji kualitas SNI 06-2412-1991.
- Ukuran 200 ml sampel dan masukkan corong pisah 250 mL, tambahkan 0,2 mL HCL 1:1.
- Tambahkan 6 mL n-Hexana ke dalam corong pemisah dan kocok kuat-kuat selama 2 menit.
- Biarkan selama ± 2 menit sampai fraksi organik terpisah dari fraksi air.
- Jika terbentuk emulsi goyongkan perlahan-lahan selama 5-10 menit atau sampai tidak terjadi emulsi lagi.
- Pisahkan lapisan fraksi organik dari contoh uji ke dalam gelas piala yang bersih dengan cara membuang lapisan bawah lalu sisanya lapisan atas.
- Jika fraksi n-Hexana masih mengandung air (tidak jernih) tambahkan 0,2-0,4 gr Na₂SO₄ pada serat kaca.
- Tampung/masukan contoh uji (lapisan atas) yang sudah diperiksa tersebut di atas, dengan cara menyaring memakai serat kaca ke dalam labu destilasi yang sudah ditimbang berat tetapnya. Bilas corong pisah tersebut dengan 6 ml n-Hexana dan saring lagi ke dalam labu destilasi yang telah terisi contoh uji tersebut diatas.

- Destilasi diatas Hot plate hingga n-Hexana menguap sempurna.
- Setelah pendestilasian selesai, angkat labu destilasi dan keringkan di oven (untuk penguapan lebih sempurna) bila perlu.
- Dinginkan labu destilasi dalam desikator.
- Timbang labu destilasi yang sudah berisi contoh uji tersebut pada timbangan analitik.
- Catat berat yang diperoleh dan hitung kadarnya.

5). Perhitungan

Kadar Minyak Lemak (mg/L)

$$\text{Minyak Lemak (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 1000 \times 1000}{mL \text{ sampel uji}}$$

Keterangan :

A = Bobot labu + Residu (gram)

B = bobot labu kosong (gram)

❖ Kondisi khusus

- a) Apabila hasil perhitungan kadar minyak lemak > 20 mg/L maka ulangi pengujian dengan memperkecil contoh uji atau pengeceran.
- b) Apabila tidak ada n-Hexana bisa dipakai alternative Reagen Methyl-tert-butyl ether (titik didih 55°C-56°C).

6). Daftar Reagen analisa minyak lemak metode gravimetric

- a) Larutan Asam Klorida HCL 1:1
- b) Serbuk Na₂SO₄
- c) Freon (Trichlorotrifluoroethane 1.1.2-Tricchloro -1.2.2-Trifluoroethane) yang mempunyai titik didih 47°C.
- d) n-Hexana (titik didih 69°C)

LAMPIRAN D

DATA ANALISIS MINITAB

MINITAB

7/30/2008 1:10:24 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Retrieving project from file: 'G:\MINITA~1\MINITAB BARU.MPJ'

- **One-way ANOVA: %Penurunan COD, Variasi Tekanan, Waktu (mnt)**

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	11342	5671	34.37	0.000
Error	51	8415	165		
Total	53	19757			

S = 12.85 R-Sq = 57.41% R-Sq(adj) = 55.74%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----			
%Penurunan COD	18	22.12	14.57	(----*----)			
Variasi Tekanan	18	4.50	0.51	(----*----)			
Waktu (mnt)	18	40.00	16.80	(----*----)			
				+-----+-----+-----+-----			
				0 12 24 36			

Pooled StDev = 12.85

- **Correlations: %Penurunan COD, Variasi Tekanan**

Pearson correlation of %Penurunan COD and Variasi Tekanan = 0.746
P-Value = 0.082

- **Correlations: %Penurunan COD, Waktu (mnt)**

Pearson correlation of %Penurunan COD and Waktu (mnt) = 0.964
P-Value = 0.000

- **Regression Analysis: %Penurunan COD versus Variasi Tekanan, Waktu (mnt)**

The regression equation is

%Penurunan COD = - 21.8 + 2.32 Variasi Tekanan + 0.836 Waktu (mnt)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-21.763	8.723	-2.49	0.025
Variasi Tekanan	2.323	1.860	1.25	0.231
Waktu (mnt)	0.83575	0.05695	14.68	0.000

S = 3.94532 R-Sq = 93.5% R-Sq(adj) = 92.7%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	3377.0	1688.5	108.48	0.000
Residual Error	15	233.5	15.6		
Total	17	3610.5			

Source	DF	Seq SS
Variasi Tekanan	1	24.3
Waktu (mnt)	1	3352.7

- **One-way ANOVA: % penurunan TSS, Variasi Tekanan, Waktu (mnt)**

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	53884.8	26942.4	273.10	0.000
Error	51	5031.4	98.7		
Total	53	58916.2			

S = 9.933 R-Sq = 91.46% R-Sq(adj) = 91.13%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----			
% penurunan TSS	18	81.792	3.654				(--*)
Variasi Tekanan	18	4.500	0.514	(--*)			
Waktu (mnt)	18	40.000	16.803		(--*)		
				+-----+-----+-----+-----			
				0 25 50 75			

Pooled StDev = 9.933

- **Correlations: % penurunan TSS, Variasi Tekanan**

Pearson correlation of % penurunan TSS and Variasi Tekanan = 0.769
P-Value = 0.000

- **Correlations: % penurunan TSS, Waktu (mnt)**

Pearson correlation of % penurunan TSS and Waktu (mnt) = 0.601
P-Value = 0.008

- **Regression Analysis: % penurunan TSS versus Variasi Tekanan, Waktu (mnt)**

The regression equation is

% penurunan TSS = 52.0 + 5.46 Variasi Tekanan + 0.131 Waktu (mnt)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	51.977	1.855	28.02	0.000
Variasi Tekanan	5.4633	0.3955	13.81	0.000
Waktu (mnt)	0.13075	0.01211	10.80	0.000

S = 0.838948 R-Sq = 95.3% R-Sq(adj) = 94.7%

Analysis of Variance

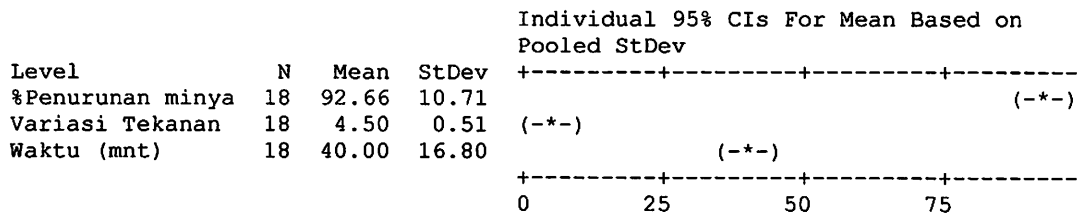
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	216.37	108.19	153.71	0.000
Residual Error	15	10.56	0.70		
Total	17	226.93			

Source	DF	Seq SS
Variasi Tekanan	1	134.32
Waktu (mnt)	1	82.06

- **One-way ANOVA: %Penurunan minyak Lemak, Variasi Tekanan, Waktu (mnt)**

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	70839	35419	267.40	0.000
Error	51	6755	132		
Total	53	77594			

S = 11.51 R-Sq = 91.29% R-Sq(adj) = 90.95%



Pooled StDev = 11.51

- **Correlations: %Penurunan minyak Lemak, Variasi Tekanan**

Pearson correlation of %Penurunan minyak Lemak and Variasi Tekanan = 0.705
P-Value = 0.001

- **Correlations: %Penurunan minyak Lemak, Waktu (mnt)**

Pearson correlation of %Penurunan minyak Lemak and Waktu (mnt) = 0.461
P-Value = 0.054

- **Regression Analysis: %Penurunan m versus Variasi Teka, Waktu (mnt)**

The regression equation is

%Penurunan minyak Lemak = 14.9 + 14.7 Variasi Tekanan + 0.294 Waktu (mnt)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	14.89	13.61	1.09	0.291
Variasi Tekanan	14.673	2.901	5.06	0.000
Waktu (mnt)	0.29362	0.08883	3.31	0.005

S = 6.15461 R-Sq = 70.9% R-Sq(adj) = 67.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	1382.72	691.36	18.25	0.000
Residual Error	15	568.19	37.88		
Total	17	1950.90			

Source	DF	Seq SS
Variasi Tekanan	1	968.88
Waktu (mnt)	1	413.84

LAMPIRAN E

TABEL 1 DAN TABEL 2

TABEL T

df	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,025$	df	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,025$
1	6.314	12.706	101	1.660	1.984
2	2.920	4.303	102	1.660	1.983
3	2.353	3.182	103	1.660	1.983
4	2.132	2.776	104	1.660	1.983
5	2.015	2.571	105	1.659	1.983
6	1.943	2.447	106	1.659	1.983
7	1.895	2.365	107	1.659	1.982
8	1.860	2.306	108	1.659	1.982
9	1.833	2.262	109	1.659	1.982
10	1.812	2.228	110	1.659	1.982
11	1.796	2.201	111	1.659	1.982
12	1.782	2.179	112	1.659	1.981
13	1.771	2.160	113	1.658	1.981
14	1.761	2.145	114	1.658	1.981
15	1.753	2.131	115	1.658	1.981
16	1.746	2.120	116	1.658	1.981
17	1.740	2.110	117	1.658	1.980
18	1.734	2.101	118	1.658	1.980
19	1.729	2.093	119	1.658	1.980
20	1.725	2.086	120	1.658	1.980
21	1.721	2.080	121	1.658	1.980
22	1.717	2.074	122	1.657	1.980
23	1.714	2.069	123	1.657	1.979
24	1.711	2.064	124	1.657	1.979
25	1.708	2.060	125	1.657	1.979
26	1.706	2.056	126	1.657	1.979
27	1.703	2.052	127	1.657	1.979
28	1.701	2.048	128	1.657	1.979
29	1.699	2.045	129	1.657	1.979
30	1.697	2.042	130	1.657	1.978
31	1.696	2.040	131	1.657	1.978
32	1.694	2.037	132	1.656	1.978
33	1.692	2.035	133	1.656	1.978
34	1.691	2.032	134	1.656	1.978
35	1.690	2.030	135	1.656	1.978
36	1.688	2.028	136	1.656	1.978
37	1.687	2.026	137	1.656	1.977
38	1.686	2.024	138	1.656	1.977
39	1.685	2.023	139	1.656	1.977
40	1.684	2.021	140	1.656	1.977
41	1.683	2.020	141	1.656	1.977
42	1.682	2.018	142	1.656	1.977
43	1.681	2.017	143	1.656	1.977
44	1.680	2.015	144	1.656	1.977
45	1.679	2.014	145	1.655	1.976
46	1.679	2.013	146	1.655	1.976
47	1.678	2.012	147	1.655	1.976
48	1.677	2.011	148	1.655	1.976
49	1.677	2.010	149	1.655	1.976
50	1.676	2.009	150	1.655	1.976

51	1.675	2.008	151	1.655	1.976
52	1.675	2.007	152	1.655	1.976
53	1.674	2.006	153	1.655	1.976
54	1.674	2.005	154	1.655	1.975
55	1.673	2.004	155	1.655	1.975
56	1.673	2.003	156	1.655	1.975
57	1.672	2.002	157	1.655	1.975
58	1.672	2.002	158	1.655	1.975
59	1.671	2.001	159	1.654	1.975
60	1.671	2.000	160	1.654	1.975
61	1.670	2.000	161	1.654	1.975
62	1.670	1.999	162	1.654	1.975
63	1.669	1.998	163	1.654	1.975
64	1.669	1.998	164	1.654	1.975
65	1.669	1.997	165	1.654	1.974
66	1.668	1.997	166	1.654	1.974
67	1.668	1.996	167	1.654	1.974
68	1.668	1.995	168	1.654	1.974
69	1.667	1.995	169	1.654	1.974
70	1.667	1.994	170	1.654	1.974
71	1.667	1.994	171	1.654	1.974
72	1.666	1.993	172	1.654	1.974
73	1.666	1.993	173	1.654	1.974
74	1.666	1.993	174	1.654	1.974
75	1.665	1.992	175	1.654	1.974
76	1.665	1.992	176	1.654	1.974
77	1.665	1.991	177	1.654	1.973
78	1.665	1.991	178	1.653	1.973
79	1.664	1.990	179	1.653	1.973
80	1.664	1.990	180	1.653	1.973
81	1.664	1.990	181	1.653	1.973
82	1.664	1.989	182	1.653	1.973
83	1.663	1.989	183	1.653	1.973
84	1.663	1.989	184	1.653	1.973
85	1.663	1.988	185	1.653	1.973
86	1.663	1.988	186	1.653	1.973
87	1.663	1.988	187	1.653	1.973
88	1.662	1.987	188	1.653	1.973
89	1.662	1.987	189	1.653	1.973
90	1.662	1.987	190	1.653	1.973
91	1.662	1.986	191	1.653	1.972
92	1.662	1.986	192	1.653	1.972
93	1.661	1.986	193	1.653	1.972
94	1.661	1.986	194	1.653	1.972
95	1.661	1.985	195	1.653	1.972
96	1.661	1.985	196	1.653	1.972
97	1.661	1.985	197	1.653	1.972
98	1.661	1.984	198	1.653	1.972
99	1.660	1.984	199	1.653	1.972
100	1.660	1.984	200	1.653	1.972

(Sumber: Sudjana, 2002)

TABEL F ($\alpha = 5\%$)

df	Df 1	Df 2	Df 3	Df 4	Df 5
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40

52	4.03	3.18	2.78	2.55	2.39
53	4.02	3.17	2.78	2.55	2.39
54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.39
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38
56	4.01	3.16	2.77	2.54	2.38
57	4.01	3.16	2.77	2.53	2.38
58	4.01	3.16	2.76	2.53	2.37
59	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37
61	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37
62	4.00	3.15	2.75	2.52	2.36
63	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36
64	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36
66	3.99	3.14	2.74	2.51	2.35
67	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35
68	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35
69	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35
71	3.98	3.13	2.73	2.50	2.34
72	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
73	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
74	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
75	3.97	3.12	2.73	2.49	2.34
76	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33
77	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33
78	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
79	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
81	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33
82	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33
83	3.96	3.11	2.71	2.48	2.32
84	3.95	3.11	2.71	2.48	2.32
85	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
86	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
87	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
88	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
89	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32
91	3.95	3.10	2.70	2.47	2.31
92	3.94	3.10	2.70	2.47	2.31
93	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
94	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
95	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
96	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
97	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
98	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
99	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
101	3.94	3.09	2.69	2.46	2.30
102	3.93	3.09	2.69	2.46	2.30
103	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
104	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
105	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30

160	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
161	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
162	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
163	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
164	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
165	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
166	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
167	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
168	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
169	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
170	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
171	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
172	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
173	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
174	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
175	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
176	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27
177	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27
178	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26
179	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26
180	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
181	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
182	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
183	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
184	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
185	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
186	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
187	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
188	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
189	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
190	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
191	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
192	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
193	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
194	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
195	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
196	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
197	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
198	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
199	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26

(Sumber: Sudjana, 2002)

106	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
107	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
108	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
109	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
110	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
111	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
112	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
113	3.93	3.08	2.68	2.45	2.29
114	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29
115	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29
116	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
117	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
118	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
119	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
121	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
122	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
123	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
124	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
126	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
127	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
128	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
129	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
130	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
131	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
132	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
133	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
134	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
135	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
136	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
137	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
138	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
139	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
140	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
141	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
142	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
143	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
144	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
145	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
146	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
147	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
148	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
149	3.90	3.06	2.67	2.43	2.27
150	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
151	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
152	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
153	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
154	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
155	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
156	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
157	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
158	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
159	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27

LAMPIRAN F

DOKUMENTASI PENELITIAN



**Gambar Rangkaian *Dissolved Air Flotation* (DAF)
System *Recycle***



Gambar bak penampung



Gambar Tangki Flotasi



Gambar Tangki Saturasi



Gambar Bak Effluent



Gambar Pompa



Gambar compressor



Sampel Awal



Gambar Sampel 4 atm,20 menit dan 4 atm,40 menit



Gambar Sampel 4 atm,60 menit dan 5 atm,20 menit



Gambar Sampel 5 atm,40 menit dan 5 atm,60 menit



Gambar sampel

"Qta mencintai seseorang.....
Bukan karena dari itu,
melainkan karena bagaimana dia.....
Membuat Qta merasa dicintai....."

Terima kasihku, aku persembahkan kepadamu ya YESUS ku, Engkau tidak pernah meninggalkan aku sendiri. Dikala aku sedih Engkau selalu menghiburku, dikala aku putus asa Engkau selalu menguatkan aku. Pantaslah kalau aku sebagai hambamu selalu menyembahmu.

"Banyak orang yang berkata tentang aku: "Baginya tidak ada pertolongan dari pada ALLAH. "Sela Tetapi Engkau, TUHAN, adalah perisai yang melindungi aku, Engkau kemuliaanku dan yang mengangkat kepalaku "
(Masmur 3: 3-4)

Kupersembahkan ini untuk orang-orang yang membuat merasa dicintai sebuah karya untuk kedua orang tuaku yang tercinta.....

"Ayahanda Effrisas Raba Unggau"

"Ibunda Suprangingati"

Sebuah ungkapan atau pun kata-kata terimakasih tidak akan cukup ananda ucapkan atas semua pengorbanan, jerih payah, do'a dan air mata yang telah Ayah, sungguh anaknda bersyukur telah memiliki orang tua seperti Ayahanda dan Ibunda, dengan separuh hati mengasuh, membimbing dan membekali ananda dengan ilmu dunia. Dukungan Ayahanda dan Ibunda berikan selama ini untuk ananda telah memberikan semangat tersendiri bagi ananda untuk bisa

menyelesaikan karya ini.

Terimakasih yang tak terhingga atas nasehat dari Ayahanda dan Ibunda sehingga kuat dan sanggup menghadapi segala cobaan dan rintangan. Terimakasih atas semua limpahan kasih sayang, do'a, dorongan dan arahnya, maupun materi yang diberikan serta lilin penerang yang kau berikan hingga mengantarkan 'Chia' menjadi Seorang Sarjana.....

Saudariku Yang Tercinta dan Kusayangi.....

....K'Eva, K'Epeng, Adeku Atot & Adeku Neneng.....

Banyak hal yang selama ini sangat aku ingat sampai sekarang ini, semua kenangan masa – masa kecil bersama sampai kita tumbuh dewasa bersama dirumah.dan satu hal yang slama ini "Aku amat sayang dan cintai" kalian semua, dan apapun yang terjadi kita adalah lima saudara yang tidak akan terpisahkan oleh apapun. Terima kasih atas perhatian, dorongan, do'a, air mata dan support selama ini..... Semua itu membuat aku bangga telah punya saudara seperti kalian semua, dan untuk keponakanku Veronika & Kristanti Terimakasih buat perhatian dan do'anya, kalian keponakanku yang aku paling kusayangi dan cintai. Tingkah laku kalian dan kepolosan kalian membuat aku makin sayang sama kalian. Buat Lekseh sekeluarga terimakasih banyak ya.....Buat tante ku Mba Gati terimakasih banyak ya buat dukungan, perhatian dan do'anya akhirnya chia jadi sarjana juga. Buat om Tono (Alm) aku percaya om sudah bahagia disana dan tersenyum bahagia walaupun om jauh disana..Buat keponakanku Yana terimakasih ya untuk dukungan Doanya Tetap Semangat.....

To all my friend :

"kadang cahaya hidup kita padam tetapi menyala kembali karena orang lain. Setiap orang berhutang rasa terima kasih paling dalam kepada siapa pun juga yang telah mengobarkan kembali cahaya itu". Terimakasih buat sahabatku "Opi (Ropy) Terimakasih ya.. kamu bener2 orang yang paling ngerti aku disaat aku merasakan semua orang penuh dengan kepura2an, makasih supportnya kamu selalu membuat aku tertawa, kamu memang temanku yang paling langka, terlalu banyak kenangan yang kita jalani baik suka dan maupun duka, aku pasti kangen banget sama kamu, kenapa ya aku paling ngga bisa marah sama kamu selalu ngga tega. Opi.. jadi cowok itu harus kuat yang tegar gitu lo... eh ingat kalau nikah jgn lupa aku ya. buat Teguh.. Terimakasih ya.. buat bantuan nya selama ini, pesanku Guh.. kalau ada masalah jangan dipendam sendiri, kamu lo ngga sendiri. Jun ... akhirnya kita lulus juga ya setelah banyak yang kita alami akhirnya lewat juga Jun jangan lupa reuni lagi di Malang ya... buat Reni.. biarlah kenangan yang pahit itu menjadi pelajaran buat kita juga guru yang paling baik untuk kita lebih maju selangkah demi selangkah lagi karena kita punya

YESUS yang mempunyai Rancangan Damai Sejahtera Bukan Rancangan Kecelakaan... buat Agung... akhirnya kita Lulus juga ya... apa yang kita takutin lewat juga.. Terimakasih ya.... udah mau mengantarin aku kesana kemari, buat Candra doaku cepat sembuh ya Can, biar cepat kerjain skripsimu, ayo SEMANGAT Can pasti kamu bisa sobat, K, Timo makasih ya kak udah bantuin ngantar Chia berobat, semangat Kak Semua indah pada waktunya, buat temen2ku (Ina, Titis, Eni, Ivan, Irfan, K, Bily, Baiq, Zombi, tetap Semangat, Aku Yakini Kalian pasti lulus juga.. Cayo-Cayo... Buat om (Farhan) Terima kasihnya buat bantuannya, udah mau temani Chia ambil limbah di Padaan Terimakasih udah selalu siap jadi Sopir Chia kemana Chia suruh he... he... ayo om semangat biar cepat lulus juga... buat Prana makasih banyak ya... Udah gambarin rangkaian alat aku. Buat Mba Devi... Makasih ya Mba udah Banyak Bantu Chia selama ini juga sudah merawat Chia... ayo mba kejar cintanya sampai dapat he..he... K, Evelyn terimakasih ya... udah Bantu cari jawaban skripsiku... juga untuk saran dan masukan untuk skripsi Chia..... bingung juga mau tnya ke siapa? untung ada K, Evelyn yang siapa membantu makasih ya.. kak... doaku K, Evelyn cepat sembuh "Amin", buat K, Dody makasih buat bantuannya... kak akhirnya kita lulus juga ya... buat K, Eka, K, Nini, K, Sahid, K, Nesta, K, Bayu, K, Erwin "Akhirnya kita bisa satu tenda juga he... he..."

Buat Bu Tuani ..yang paling baik terimakasih buat buku-bukunya, masukan dan sarannya semuanya berguna untuk Pegangan Hidup Chia selama ini... untuk Mba Ika terimakasih buat bantuan bukunya...

Buat Anak-anak ERC (K, Roslin, K, Hansi, K, Hero, K, Yani, K, Wulan, Abang David, K, Alan, Buat Ibuku K, Celhy, K, Telhy.. Terima Kasih.... Banyak ya.. sudah bantu aku dari Maba sampai aku lulus sekarang ... he..he.. maaf selama ini Chia selalu merepotkan kalian semua Chia ngga akan lupa disaat2 kebersamaan kita semua...

Buat Semua Teman-temanku... Angkatan '02 Semangat..... Cepat Lulus ya... And buat teman-teman yang namanya tidak disebutkan Chia minta maafya... Chia tetap ingat kok jasa-jasa kalian semuanya.....