

36223/H/09



MILIK PERPUSTAKAAN
ITS



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

RSL
628.357
Aso
P

2009

TUGAS AKHIR - PL 1603

**PENELITIAN EFISIENSI REMOVAL PROSES
KOAGULASI-FLOKULASI UNTUK
LIMBAH SABUN MANDI CAIR DAN SHAMPOO**

MUKHAMMAD ASROFI
NRP 3305 100 048

Dosen Pembimbing
Ir. M. Razif, MM.

| PERPUSTAKAAN ITS | |
|---------------------|---------|
| Tgl. Terima | 12-8-09 |
| Terima Dari | H |
| No. Agenda Prp. | 1604 |

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - PL 1603

REMOVAL EFFICIENCY RESEARCH OF COAGULATION-FLOCCULATION FOR LIQUID SOAP AND SHAMPOO WASTE

**MUKHAMMAD ASROFI
NRP 3305 100 048**

Supervisor
Ir. M. Razif, MM.

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty Of Civil Engineering And Planning
Institute Of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2009**

**PENELITIAN EFISIENSI REMOVAL PROSES
KOAGULASI-FLOKULASI UNTUK LIMBAH SABUN
MANDI CAIR DAN SHAMPOO**

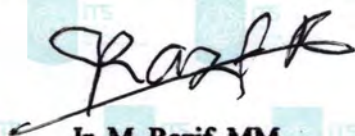
TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**MUKHAMMAD ASROFI
NRP. 3305 100 048**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



**Ir. M. Razif, MM.
NIP. 130936830**



**SURABAYA
AGUSTUS, 2009**

ABSTRAK

PENELITIAN EFISIENSI REMOVAL PROSES KOAGULASI-FLOKULASI UNTUK LIMBAH SABUN MANDI CAIR DAN SHAMPOO

Nama : MUKHAMMAD ASROFI
NRP : 3305 100 048
Jurusan : Teknik Lingkungan
Fakultas : FTSP
Dosen Pembimbing : Ir. M. Razif, MM.

Abstrak

Limbah rumah tangga khususnya limbah dari kamar mandi yaitu limbah sabun mandi cair merupakan limbah yang banyak dihasilkan oleh masyarakat baik di perkotaan maupun masyarakat pedesaan. Limbah ini mengandung kadar COD yang cukup tinggi dan akan membahayakan badan air penerima limbah tersebut. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu pengolahan terhadap limbah tersebut.

Penelitian efisiensi removal ini menggunakan sistem batch dengan variasi limbah yaitu sabun mandi cair merk "L" (3mL/30L; 5mL/30L; 7mL/30L) dan shampoo "L" (1mL/30L; 3mL/30L; 5mL/30L) ditambah sabun mandi cair "L" (5mL/30L) serta variasi dosis koagulan (0,25gr/L; 0,5gr/L; 1gr/L; 2gr/L; 4gr/L; 8gr/L), sedangkan dosis flokulan mengikuti dosis koagulan berdasarkan kombinasi optimum yang dicari pada penelitian pendahuluan. Kombinasi koagulan-flokulan optimum adalah 1: 0,003125.

Dari hasil penelitian, pada variasi limbah sabun mandi cair (0,1mL/L) efisiensi removal COD 76,48% dan surfaktan 80,34%. Pada limbah sabun mandi cair (0,167mL/L) efisiensi removal COD 85,00% dan surfaktan 76,67%. Pada limbah sabun mandi cair (0,233mL/L) efisiensi removal COD 85,67% dan surfaktan 61,83%. Sedangkan pada limbah campuran sabun mandi cair (0,167mL/L) dan shampoo (0,033mL/L) efisiensi removal COD 90,93% dan surfaktan 51,19%. Pada variasi limbah sabun mandi cair (0,167mL/L) dan shampoo (0,1mL/L) efisiensi removal COD 75,81% dan surfaktan 51,97%. Pada variasi limbah sabun mandi cair (0,167mL/L) dan shampoo (0,167mL/L) efisiensi removal COD 73,33% dan surfaktan 76,17%.

Kata kunci: Koagulasi-Flokulasi, COD, Sabun, Shampoo, Batch

REMOVAL EFFICIENCY RESEARCH OF COAGULATION-FLOCCULATION FOR LIQUID SOAP AND SHAMPOO WASTE

Name : MUKHAMMAD ASROFI
ID No. : 3305 100 048
Departement : Environmental Engineering, FTSP-ITS
Supervisor : Ir. M. Razif, MM.


Abstract

Domestic waste especially bathroom waste such as liquid soap is a waste which is produced in much number by resident in cities or in villages. This waste contains COD in high concentration and can pollute the river which receives this. Because of that problem, so the waste has to be treated by a treatment.

This removal efficiency research, which use batch system, use many waste variable, they are "L" liquid soap waste (3mL/30L; 5mL/30L; 7mL/30L) and "L" shampoo waste (1mL/30L; 3mL/30L; 5mL/30L) plus "L" liquid soap waste (5mL/30L). The other variable are coagulant dose (0,25gr/L; 0,5gr/L; 1gr/L; 2gr/L; 4gr/L; 8gr/L) and the flocculant dose will follow the coagulant dose with a optimum combination which is gotten in the previous research. The optimum combination of coagulation-flocculation is 1:0,003125.

Based on the research result, COD removal efficiency for liquid soap waste (0,1mL/L) is 76,48% and surfactant 80,34%. For liquid soap waste (0,167mL/L), COD removal efficiency is 85,00% and surfactant is 76,67%. For liquid soap waste (0,233mL/L), COD removal efficiency is 85,67% and surfactant is 61,83%. For the mix waste of liquid soap (0,167mL/L) and shampoo (0,033mL/L) waste, COD removal efficiency is 90,93% and surfactant is 51,19%. For liquid soap (0,167mL/L) and shampoo (0,1mL/L) waste variable, COD removal efficiency is 75,81% and surfactant is 51,97%. For liquid soap (0,167mL/L) and shampoo (0,167mL/L) waste variable, COD removal efficiency is 73,33% and surfactant is 76,17%

Key words : Coagulation-Flocculation, COD, Soap, Shampoo, Batch

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT dan syukur Alhamdulillah atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Penelitian Efisiensi Removal Proses Koagulasi-Flokulasi untuk Limbah Sabun Mandi Cair dan Shampoo”**. Tidak lupa saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberikan kontribusi baik secara langsung ataupun tidak langsung terhadap Tugas Akhir ini, diantaranya adalah:

1. Bapak Ir. M. Razif MM. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing saya hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Ir. Joni Hermana B., MSc.ES., PhD, Bapak Abdu F. Assomadi, SSi., MT., dan Bapak Ir. Didiek Bambang S., MT., selaku dosen penguji atas saran dan masukan.
3. Dosen-dosen pengajar di Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
4. Seluruh laboran Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
5. Orang tua dan saudara di rumah atas segala doa dan semangatnya.
6. Indias Prasetyono, teman-teman satu dosen asisten Tugas PBPAM-PBPAB dan teman-teman angkatan 2005 yang telah memberikan semangat.
7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Saya menyadari masih ada kekurangan dalam laporan Tugas akhir ini. Semoga segala yang telah saya susun ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan lingkungan di sekitar kita.

Surabaya, Agustus 2009

Penyusun

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------|------|
| Abstrak | i |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | v |
| Daftar Gambar | ix |
| Daftar Tabel | xi |
| Daftar Lampiran | xiii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Ruang Lingkup | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |

BAB II KAJIAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Umum | 5 |
| 2.2 Teori Koagulasi-Flokulasi | 6 |
| 2.2.1 Pengadukan Cepat | 9 |
| 2.2.2 Pengadukan Lambat | 15 |
| 2.2.3 Koagulan Primer | 17 |
| 2.3 Emulsi | 18 |
| 2.3.1 Stabilisasi Emulsi | 19 |
| 2.3.2 Destabilisasi Emulsi | 20 |
| 2.4 Surfaktan | 20 |
| 2.4.1 Kelompok Surfaktan | 28 |
| 2.4.2 Sifat Surfaktan | 33 |
| 2.5 Perbedaan Surfaktan, Deterjen, Sabun dan Shampoo | 34 |
| 2.6 Kandungan Zat Kimia dalam Sabun Mandi Cair | 35 |
| 2.7 Kandungan Zat Kimia dalam Shampoo | 37 |
| 2.7.1 Selenium Sulfida | 37 |
| 2.7.2 Methylchloroisothiazolinone | 37 |
| 2.7.3 Ammonium Lauryl Sulfate (ALS) | 38 |

| | |
|--|----|
| 2.7 Proses Larutnya Minyak dengan Air..... | 38 |
| 2.8 Hasil Penelitian oleh Peneliti Sebelumnya..... | 39 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Kerangka Penelitian..... | 41 |
| 3.2 Tahapan Penelitian..... | 44 |
| 3.2.1 Ide Tugas Akhir..... | 44 |
| 3.2.2 Penelitian Awal | 44 |
| 3.2.3 Kajian Pustaka | 45 |
| 3.2.4 Persiapan Peralatan dan Bahan..... | 45 |
| 3.2.5 Prosedur Pembuatan Limbah..... | 47 |
| 3.2.6 Penelitian Pendahuluan | 48 |
| 3.2.7 Pelaksanaan Penelitian Inti..... | 49 |
| 3.2.8 Prosedur Analisa Parameter..... | 51 |
| 3.2.9 Tahapan Analisis Data dan Pembahasan..... | 51 |
| 3.2.10 Batasan Kriteria Kelayakan Efisiensi Removal Proses Koagulasi dan Flokulasi pada Beberapa Variasi Konsentrasi Limbah..... | 52 |
| 3.2.11 Penarikan Kesimpulan..... | 52 |

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Pengaruh Koagulasi-Flokulasi terhadap Destabilisasi Emulsi | 53 |
| 4.2 Penentuan Kombinasi optimum antara dosis koagulan dan flokulan..... | 57 |
| 4.3 Pengaruh Penambahan Koagulan dan Flokulan Terhadap Efisiensi Removal COD..... | 61 |
| 4.3.1 Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah A | 64 |
| 4.3.2 Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah B..... | 66 |
| 4.3.3 Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah C..... | 68 |
| 4.3.4 Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah D | 69 |
| 4.3.5 Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah E..... | 71 |
| 4.3.6 Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah F | 73 |
| 4.4 Pengaruh Dosis Koagulan dan Flokulan Terhadap Efisiensi Removal Kadar Surfaktan | 74 |

| | |
|---|----|
| 4.4.1 Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah A..... | 76 |
| 4.4.2 Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah B..... | 77 |
| 4.4.3 Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah C..... | 78 |
| 4.4.4 Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah D..... | 79 |
| 4.4.5 Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah E..... | 80 |
| 4.4.6 Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah F..... | 81 |
| 4.5 Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH..... | 82 |
| 4.5.1 Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah A..... | 84 |
| 4.5.2 Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah B..... | 85 |
| 4.5.3 Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah C..... | 87 |
| 4.5.4 Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah D..... | 88 |
| 4.5.5 Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah E..... | 89 |
| 4.5.6 Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah F..... | 91 |
| 4.6 Penentuan Dosis Penambahan Koagulan dan Flokulan yang Layak..... | 92 |

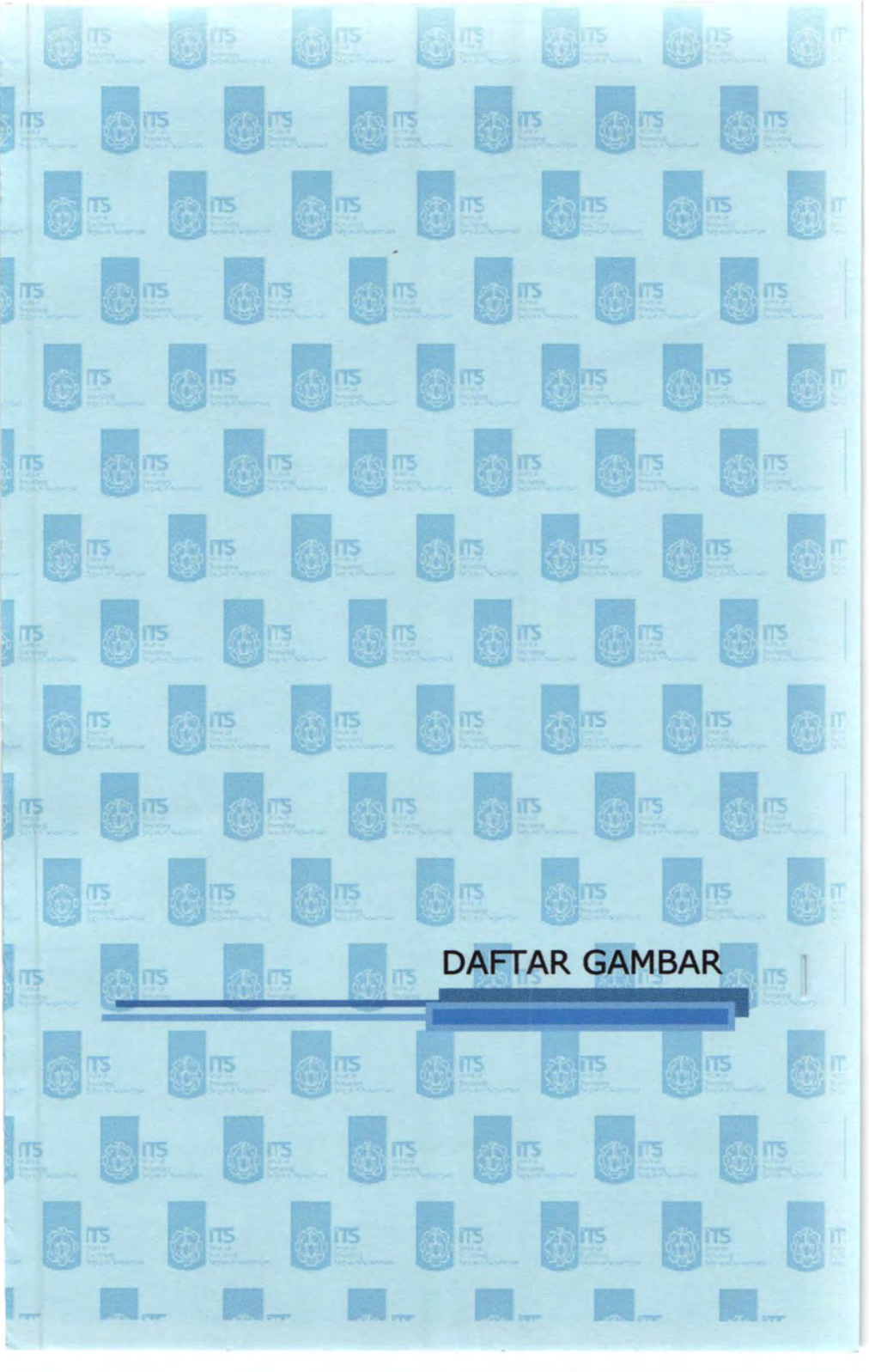
| | |
|--|----|
| 4.7 Pengaruh Penambahan Shampoo Terhadap Dosis Koagulan-Flokulan yang Layak | 93 |
| 4.7.1 Pengaruh Penambahan Shampoo Terhadap Efisiensi Removal Berdasarkan Parameter COD..... | 93 |
| 4.7.2 Pengaruh Penambahan Shampoo Terhadap Efisiensi Removal Berdasarkan Parameter Surfaktan | 95 |
| 4.8 Manfaat Penelitian..... | 96 |
| 4.9 Kekurangan Dalam Penelitian..... | 97 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|---------------------|-----|
| 5.1 Kesimpulan..... | 99 |
| 5.2 Saran..... | 100 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| Daftar Pustaka | 103 |
|-----------------------------|-----|

Lampiran


The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, followed by the letters 'ITS' in a bold, sans-serif font, and the full name 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember' in a smaller font below it. The logos are arranged in a grid across the entire page.

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Grafik Removal Proses Koagulasi | 8 |
| Gambar 2.2 | Tipe Pengaduk Paddle..... | 14 |
| Gambar 2.3 | Aliran Air pada Saat Pengadukan | 14 |
| Gambar 2.4 | Struktur Surfaktan | 22 |
| Gambar 2.5 | Rumus-Rumus Senyawa Sulfonat..... | 29 |
| Gambar 2.6 | Rumus Senyawa LAS dan ABS | 30 |
| Gambar 2.7 | Tipe Non-Ionik Surfaktan | 32 |
| Gambar 2.8 | Bagan Alir Penggolongan Surfaktan..... | 32 |
| Gambar 2.9 | Struktur Surfaktan dalam Emulsi..... | 37 |
| Gambar 3.1 | Metode Penelitian | 42 |
| Gambar 3.2 | Beakerglass (a) dan Jar Test Aparatus (b)..... | 45 |
| Gambar 3.3 | Erlenmeyer (a) dan Reflux (b) | 46 |
| Gambar 3.4 | pH Meter | 47 |
| Gambar 4.1 | Proses Deemulsifikasi Minyak dalam Air..... | 56 |
| Gambar 4.2 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD dan MBAS pada Penelitian Pendahuluan 1 | 57 |
| Gambar 4.3 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD dan MBAS pada Penelitian Pendahuluan 2 | 58 |
| Gambar 4.4 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD dan MBAS pada Penelitian Pendahuluan 3 | 59 |
| Gambar 4.5 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah A | 65 |
| Gambar 4.6 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah B..... | 67 |
| Gambar 4.7 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah C | 68 |
| Gambar 4.8 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah D | 70 |
| Gambar 4.9 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah E | 72 |
| Gambar 4.10 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah F | 73 |


| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.11 | Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah A | 77 |
| Gambar 4.12 | Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah B | 78 |
| Gambar 4.13 | Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah C | 79 |
| Gambar 4.14 | Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah D | 80 |
| Gambar 4.15 | Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah E | 81 |
| Gambar 4.16 | Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah F | 82 |
| Gambar 4.17 | Grafik pH Awal pada Beberapa Variasi Limbah | 83 |
| Gambar 4.18 | Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah A ... | 84 |
| Gambar 4.19 | Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah B ... | 86 |
| Gambar 4.20 | Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah C ... | 87 |
| Gambar 4.21 | Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah D ... | 88 |
| Gambar 4.22 | Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah E.... | 90 |
| Gambar 4.23 | Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah F.... | 91 |
| Gambar 4.24 | Grafik Efisiensi Removal (%) COD dalam Semua Variasi Limbah..... | 94 |
| Gambar 4.25 | Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan dalam Semua Variasi Limbah..... | 95 |



DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL


| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Baku Mutu Air Baku Berdasarkan Kelas Sungai | 5 |
| Tabel 2.2 Nilai Konstanta K_L dan K_T | 15 |
| Tabel 2.3 Perbedaan Surfaktan, Deterjen, Sabun dan Shampoo | 34 |
| Tabel 4.1 Variasi Dosis Alum dan Polyelectrolite pada Penelitian Pendahuluan 2 | 58 |
| Tabel 4.2 Variasi Dosis Alum dan Polyelectrolite pada Penelitian Pendahuluan 3 | 59 |
| Tabel 4.3 Variasi Dosis Alum dan PE | 60 |
| Tabel 4.4 Variasi Limbah Yang Digunakan pada Penelitian.... | 60 |
| Tabel 4.5 Efisiensi Removal (%) COD | 63 |
| Tabel 4.6 Efisiensi Removal (%) Surfaktan | 75 |



DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------|-------------------------------|
| Lampiran A | Prosedur Analisa Parameter |
| Lampiran B | Data Analisa Laboratorium |
| Lampiran C | Gambar Kegiatan Laboratorium |
| Lampiran D | Gambar Peralatan Laboratorium |

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember' in smaller text below it. The logos are arranged in a grid-like fashion across the entire page.

BAB I PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki iklim tropis yang cenderung bertemperatur panas. Terutama setelah isu global warming mulai mengembang, dimana suhu rata-rata bumi mulai meningkat, sehingga suhu media lingkungan pun naik, yang nantinya menyebabkan kondisi badan manusia menjadi mudah berkeringat. Hal ini menyebabkan produk-produk pembersih tubuh semakin banyak bermunculan, terutama produk sabun yang banyak digunakan untuk membersihkan tubuh saat mandi.

Pihak industri pun cepat tanggap akan kebutuhan konsumen pengguna sabun dengan mengeluarkan produk-produk sabun yang bermacam-macam jenisnya. Bahan-bahan yang digunakan untuk memproduksi sabun kebanyakan adalah bahan kimia yang berbahaya bagi media lingkungan.

Jenis-jenis sabun yang beredar di pasaran memiliki komposisi yang berbeda-beda. Namun, ada beberapa bahan kimia yang sering ditemukan dalam komposisi sabun yang beredar di pasaran, antara lain adalah sodium chloride, triclocarban, glycerin, dan Sodium Laureth Sulfate. Limbah sabun mandi cair ini merupakan bahan yang berbahaya bagi media lingkungan terutama karena mengandung kadar COD yang tinggi. Limbah yang dihasilkan dari penggunaan sabun mandi cair ini kebanyakan masih langsung dibuang di badan air yang menyebabkan terjadinya pencemaran badan air.

Pada penelitian awal memakai jartest (metoda koagulasi-flokulasi) yang dilakukan penulis di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS tanggal 11 Agustus 2008 untuk limbah sabun mandi cair 2mL/L telah dilakukan percobaan memakai bahan koagulan dari chitosan, PAC, karbon aktif, alum, dan kapur.

Konsentrasi COD yang terkandung pada blanko limbah sabun mandi cair tersebut adalah 2580 mg/L, efisiensi removal

(%) COD untuk sampel yang ditambahkan chitosan sebagai koagulan adalah 34,8%. Efisiensi Removal COD oleh PAC adalah sebesar 49,06% dan efisiensi removal COD oleh karbon aktif adalah 33,24%. Efisiensi Removal COD oleh alum adalah sebesar 85,07% dan efisiensi removal COD oleh kapur adalah sebesar 72,79%.

Dari hasil penelitian awal ini dapat diketahui bahwa penggunaan alum sebagai koagulan dan peningkatan pH (dengan penambahan kapur) dapat menghasilkan efisiensi removal COD untuk limbah sabun mandi cair masing-masing hingga 85,07% dan 72,79%.

Sementara itu, di pasaran tiap tahunnya diproduksi sabun mandi cair yang kapasitas produksinya selalu meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat. Hal ini tentunya sangat berpotensi untuk mencemari badan air yang menerima limbah sabun mandi cair bekas pemakaian masyarakat. Untuk menghitung dampak pencemaran sabun mandi cair tersebut, berikut ini diberikan ilustrasi perhitungan beban pencemaran. Berdasarkan hasil penelitian awal diketahui bahwa dalam 2mL/L sabun mandi cair terkandung 2580mg/L COD. Jika diasumsi setiap orang menggunakan 5mL sabun mandi cair per 30 liter air pembilas untuk setiap kali mandi, maka pemakaian sabun mandi cair tiap orang selama satu bulan adalah 300mL. Dengan demikian di Kota Surabaya yang penduduknya berjumlah sekitar tiga juta jiwa, akan dihasilkan limbah sabun mandi cair sebanyak 900.000 L/hari yang setara dengan 193,5 kg COD/hari. Berdasarkan besarnya beban pencemaran sabun mandi cair inilah yang melatarbelakangi pentingnya dilakukan penelitian ini.

Dalam prakteknya, limbah sabun mandi cair sering dihasilkan dari limbah kamar mandi bersamaan dengan limbah shampoo. Shampoo mempunyai komposisi bahan kimia yang berbeda dengan sabun mandi cair, sehingga perlu juga diteliti juga kemampuan proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair yang bercampur dengan shampoo.

Di area perkotaan, penggunaan sabun mandi cair dan shampoo berbeda-beda jenis dan jumlahnya, sehingga konsentrasi limbahnya juga sangat beragam. Besarnya jumlah sabun dan shampoo yang digunakan sangat tergantung kebiasaan sehari-hari masyarakat.

Untuk meneliti berbagai variasi dosis koagulan dan flokulan, masih perlu diketahui kombinasi optimum antara dosis koagulan dan flokulan. Selain itu juga perlu dicari efisiensi removal dari koagulan dan flokulan pada proses koagulasi-flokulasi terhadap berbagai konsentrasi limbah sabun mandi cair dan shampoo. Kemudian perlu juga dicari mengenai pengaruh dari penambahan shampoo terhadap efisiensi removal koagulan-flokulan sabun mandi cair.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan, sebagai berikut:

1. Bagaimana efisiensi removal proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair.
2. Bagaimana efisiensi removal proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair dan shampoo.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan alat jar-test di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP-ITS
2. Limbah yang digunakan adalah limbah sabun mandi cair buatan, yaitu diambil dari sabun mandi cair murni dari merk "L" dan sabun mandi cair yang dicampur dengan shampoo yang juga dari merk "L".
3. Variabel penelitian adalah :
 - a. konsentrasi sabun mandi cair dan shampoo
 - b. konsentrasi koagulan dan flokulan.

4. Perlakuan yang diberikan selama penelitian adalah dengan pengaturan alat jar test pada kondisi :
 - Untuk proses koagulasi pengadukan 100 rpm: selama 1 menit.
 - Untuk proses flokulasi pengadukan 40 rpm: selama 20 menit.
 - Untuk proses pengendapan : selama 30 menit.
5. Pengambilan sampel dilakukan di bagian tengah beaker glass setelah proses pengendapan selama 30 menit.
6. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah COD, deterjen, dan pH.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mencari efisiensi removal proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair.
2. Mencari efisiensi removal proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair dan shampoo.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai dasar untuk perancangan reaktor pengolahan sederhana dengan menggunakan proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair
2. Sebagai masukan untuk pengambilan kebijakan tentang peraturan pengolahan limbah kamar mandi khususnya limbah sabun mandi dalam skala kota (perda).
3. Sebagai dasar untuk menghitung beban pencemaran rumah tangga yang berasal dari air limbah kamar mandi.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Umum

Air limbah adalah air buangan dari suatu lingkungan masyarakat dimana bahan ini dapat seluruhnya berasal dari rumah tangga atau dapat juga mengandung air buangan dari industri atau pertanian. Air limbah rumah tangga terdiri dari buangan tubuh manusia (tinja dan air seni), buangan dapur dan buangan kamar mandi yang berasal dari pembersihan badan, pencucian pakaian, penyiapan makanan, dan pencucian peralatan dapur juga memberikan kontribusi bermacam-macam bahan kimia, misalnya detergen, sabun, lemak, minyak dan sebagainya. Kadar dan komponen penyusun air limbah rumah tangga yang dihasilkan sangat tergantung dari kondisi sosial dan ekonomi penduduk perkotaan.

Berikut ini adalah beberapa kriteria baku mutu air untuk kelas sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Berdasarkan Kelas Sungai

| PARAMETER | SATUAN | KELAS | | | |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | I | II | III | IV |
| pH | | 6 - 9 | 6 - 9 | 6 - 9 | 5 - 9 |
| BOD | mg/L | 2 | 3 | 6 | 12 |
| COD | mg/L | 10 | 25 | 50 | 100 |
| DO | mg/L | 6 | 4 | 3 | 0 |
| Total Phosphat sebagai P | mg/L | 0.2 | 0.2 | 1 | 5 |
| NO ₃ sebagai N | mg/L | 10 | 10 | 20 | 20 |
| Minyak dan Lemak | ug/L | 1000 | 1000 | 2000 | (-) |
| Detergen sebagai MBAS | ug/L | 200 | 200 | 200 | (-) |

Sumber : PP No. 82 Tahun 2001

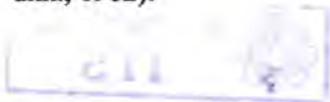


Dimana :

- Kelas I : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas II : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas IV : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.

2.2 Teori Koagulasi-Flokulasi

Partikel koloid dapat menyebabkan warna dan kekeruhan sulit dipisahkan dari air karena partikel tersebut tidak mengendap oleh gravitasi dan karena ukurannya sangat kecil. Untuk dapat diendapkan, partikel koloid harus diikat dan mempunyai ukuran yang lebih besar (Benefield dkk., 1982). Selain itu umumnya partikel (gerak brown) yang menyebabkan membentuk suspensi yang sangat stabil (Slamet dan Masduki, 2000). Suatu zat kimia dapat digunakan sebagai agregat partikel koloid dengan menghancurkan ikatan yang membuat koloid stabil (Benefield dkk., 1982).



Pada proses pengadukan untuk koagulasi-flokulasi terjadi 2 proses yaitu koagulasi yang merupakan proses destabilisasi koloid dan partikel dalam air menggunakan bahan kimia (disebut koagulan) seperti alum, yang akhirnya menyebabkan pembentukan inti gumpalan (inti flok). Senyawa limbah yang berada di dalam air perlu dibentuk menjadi gumpalan untuk mempermudah proses pemisahan dan untuk memperbesar ukuran partikel. Biasanya digunakan sejenis bahan kimia dengan sifat tertentu yang disebut flokulan untuk membentuk gumpalan flok. Penambahan flokulan ini akan menyebabkan partikel-partikel minyak dan koloid tersebut bertumbukan membentuk partikel besar yang berat dan dapat mengendap oleh gravitasi. Flokulan yang biasa digunakan adalah polielektrolit. Penambahan flokulan disertai juga dengan pengadukan hingga flok-flok terbentuk. Flok-flok inilah yang akan mengumpulkan dan mengendapkan partikel-partikel kecil dan koloid hingga mengendap. (Alaert dan Santika, 1987)

Suatu limbah koloidal yang mengandung partikel-partikel kecil dapat dianggap stabil bila:

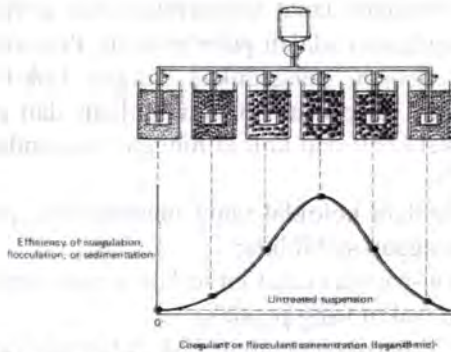
1. Partikel-partikel kecil ini terlalu ringan untuk mengendap dalam waktu yang pendek.
2. Partikel-partikel tersebut tidak dapat menyatu, bergabung dan menjadi partikel yang lebih besar dan berat, karena muatan listrik pada permukaan elektrostatik antara partikel satu dengan lainnya.

Dengan pembubuhan flokulan, maka stabilitas tersebut akan terganggu karena sebagian kecil flokulan tinggal terlarut dalam air, molekul-molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan listriknya karena sebagian besar molekul flokulan bermuatan positif dan koloid bermuatan negatif.

Koagulasi dan flokulasi biasanya dilakukan pada pengolahan air limbah karena tingkat kekeruhan dan suspended solidnya yang tinggi (Reynold and Richards, 1995). Jadi bila konsentrasi COD-nya tinggi seringkali kekeruhannya juga tinggi sehingga penurunan COD dapat dilakukan dengan menggunakan

proses koagulasi-flokulasi. Dari penelitian awal yang telah dilakukan, didapatkan bahwa prosentase penyisihan kekeruhan oleh koagulasi-flokulasi bisa dicapai hingga 80%. Menurut Pari (2002), dinyatakan bahwa koagulasi-flokulasi bisa menurunkan COD sekitar 40-70%.

Berikut ini adalah gambar pola grafik efisiensi removal proses koagulasi. Dalam gambar tersebut nampak bahwa bentuk grafik adalah melengkung dengan titik puncak di tengah pada konsentrasi limbah yang sama dengan dosis koagulan yang bervariasi.



Gambar 2.1. Grafik Removal Proses Koagulasi (Sundstrom and Klei, 1979)

Menurut Al-Layla (1978), ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses koagulasi adalah:

- a. Kualitas air
- b. Kuantitas dan karakteristik koloid yang terkandung
- c. Nilai pH air
- d. Kecepatan Pengadukan, waktu pengadukan dan kecepatan paddle
- e. Temperatur
- f. Alkalinitas
- g. Karakteristik ion dalam air

2.2.1. Pengadukan Cepat

Pengadukan cepat dalam pengolahan air adalah untuk menghasilkan turbulensi air sehingga dapat mendispersikan bahan kimia yang akan dilarutkan kedalam air (koagulan) (Slamet dan Masduki, 2000). Bagian padatan yang terdispersi pada air permukaan dan air buangan terdiri dari material tersuspensi yang tak terendapkan yang memiliki ukuran partikel dari 0,1 milimicron (10^{-7} mm) sampai 100 micron (10^{-3} mm). Karena koloid memiliki ukuran berkisar antara 1 milimicron (10^{-6} mm) sampai satu micron (10^{-3} mm), maka sebagian besar dari partikel yang tidak terendapkan adalah berupa partikulat koloid. Supracoloidal mempunyai ukuran yang berkisar antara satu micron (10^{-3} mm) sampai 100 micron (10^{-1} mm). Kebanyakan partikel dari sebagian ini memiliki beberapa karakteristik koloid seperti kecepatan pengendapan yang biasa diabaikan.

Koagulasi adalah proses pengadukan cepat dengan pembubuhan bahan kimia/koagulan yang berfungsi untuk mengurangi gaya tolak – menolak antar partikel koloid kemudian bergabung membentuk flok – flok. Pengaduk cepat digunakan dalam proses koagulasi, karena :

- Untuk melarutkan koagulan dalam air.
- Untuk mendistribusikan koagulan secara merata dalam air.
- Untuk menghasilkan partikel – partikel halus sebagai inti koagulasi (coagulating agent) sebelum reaksi koagulan selesai.

Proses pengadukan cepat dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Pengadukan mekanis

Adalah membuat aliran turbulen dengan tenaga penggerak motor dimana bak pengaduk dilengkapi dengan peralatan mekanis, seperti :

- Paddle dengan putaran 2 – 150 rpm
- Turbine dengan putaran 10 – 150 rpm
- Propeller dengan putaran 150 – 1500 rpm

2. Pengaduk Hidrolis

Pengadukan cepat secara hidrolis dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan kondisi alirannya, yaitu :

a. Open channel flow

◆ Hydraulic jump mixer

Dengan lompatan air menggunakan drop atau tanpa drop pada saluran sehingga dapat membentuk aliran superkritis.

◆ Parshall flume

Sangat efektif untuk pengadukan cepat ketika hydraulic jump digabung dekat downstream saluran.

◆ Palmer Bowlus flume

Merupakan modifikasi dari parshall flume

◆ Weir

Sangat efektif digunakan sebagai pengaduk cepat bila kapasitasnya kecil.

b. Flow in pressure pipe

◆ Hydraulic energy dissipator

◆ Turbulent flow pipe mixer

Proses yang terjadi dalam pengadukan cepat ini adalah sebagai berikut:

1. Destabilisasi Partikel Koloid

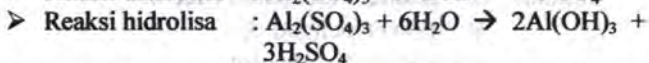
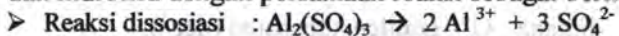
Pada umumnya, partikel koloid adalah penyebab kekeruhan yang bersifat hydrophobic (bermuatan negatif). Agar terjadi penggabungan diperlukan destabilisasi yang hanya dapat dicapai dengan penambahan elektrolit yang bermuatan positif, sehingga diharapkan gaya tolak menolak antar partikel dapat diperkecil. Selanjutnya diperlukan suatu gaya yang dapat memperkecil jarak antar partikel, yakni dengan mengadakan tumbukan antar partikel. Oleh karena itu, dalam proses koagulasi diperlukan turbulensi yang cukup

tinggi untuk meratakan koagulan keseluruh bagian zat cair dan memungkinkan terbentuknya inti flok.

Proses destabilisasi sangat dipengaruhi oleh derajat hidrasi partikel dan konsentrasi muatan. Bila konsentrasi muatan koloid kurang besar, maka proses destabilisasi akan terhambat. Oleh karena itu, untuk memudahkannya diperlukan tambahan partikel koloid baru yang dapat memperbesar muatan.

2. Pembentukan Mikroflokk

Pada proses koagulasi, tahap destabilisasi partikel koloid dan pembentukan mikroflokk terjadi pada penambahan elektrolit positif Al^{3+} dari koagulan $Al_2(SO_4)_3$. Didalam air, koagulan alum akan bereaksi ganda yakni disosiasi dan hidrolisa dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Dalam hal ini Al^{3+} berfungsi sebagai elektrolit positif penetral muatan negatif partikel pada proses destabilisasi. $Al(OH)_3$ merupakan presipitat sebagai inti pembentuk mikroflokk. Sesuai dengan konsep destabilisasi koloid, apabila konsentrasi muatan partikel koloid kecil (kekeruhan rendah), maka penetralan oleh Al^{3+} sulit terjadi. Untuk itu diperlukan penambahan zat bantu koagulasi berupa material kekeruhan.

3. Proses koagulasi

Proses mixing atau pengadukan adalah proses dimana dua atau lebih material dicampur untuk memperoleh derajat keseragaman yang diinginkan. Proses mixing digunakan untuk menimbulkan kondisi turbulensi yang cukup besar pada aliran. Pada proses pengadukan cepat memerlukan waktu yang relatif cukup singkat, karena pada prinsipnya tujuan utama dari mixing adalah mendispersikan zat – zat kimia. Dengan waktu pengadukan yang singkat, maka volume pengadukan relatif kecil. Waktu mixing yang

pendek dikonversikan dengan meningkatnya gradien kecepatan (G).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi adalah sebagai berikut:

1. Gradien kecepatan (G)

Merupakan perbedaan kecepatan antara dua titik atau volume terkecil fluida yang tegak lurus perpindahan. Gradien kecepatan berhubungan dengan waktu pengadukan. Nilai G yang terlalu besar dapat mengganggu titik akhir pembentukan flok.

$$\text{Rumus : } G = \left(\frac{P}{\mu \times C} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana : G = gradien kecepatan (det^{-1})

P = power pengaduk

μ = viskositas absolut

C = volume bak (m^3)

$$\text{Rumus lainnya : } G = \left[\frac{hf \times y}{\mu \times T} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana : y = densitas air

hf = kehilangan tekanan

T = waktu detensi (td)

2. Waktu kontak (td)

Waktu kontak adalah nilai kontak antara partikel kimia dengan air baku yang dipengaruhi oleh volume bak dan debit air baku.

$$\text{Rumus : } td = \frac{\text{volume}}{\text{debit}} = \frac{V}{Q} \dots\dots\dots (2.3)$$

Jumlah benturan partikel sebanding dengan nilai gradien kecepatan dan waktu detensi (td).

3. Putaran rotasi pengaduk (n)

$$\text{Rumus : } n^3 = \frac{P \times gc}{Dt^5 \times \gamma \times Kt} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana : n = putaran rotasi pengaduk (rps)

P = power pengaduk

gc = kecepatan gravitasi

Dt = diameter pengaduk

γ = densitas air

Kt = konstanta pengaduk untuk turbulensi

4. Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds adalah bilangan untuk menentukan apakah aliran itu laminar, turbulen atau transisi.

$$\text{Rumus : } NRe = \frac{Dt^2 \times n \times \gamma}{\mu} \dots\dots\dots (2.5)$$

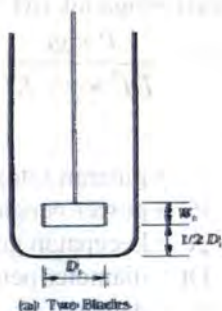
dimana : Nre = bilangan Reynolds

n = putaran rotasi pengaduk (rps)

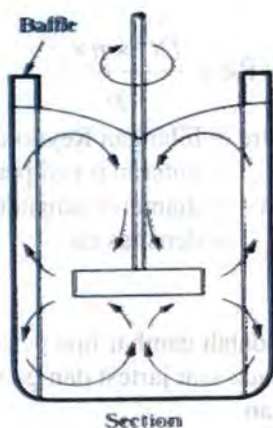
dt = diameter pengaduk

γ = densitas air

Berikut ini adalah gambar tipe pengaduk yang digunakan untuk pengadukan pada saat jartest dan gambar aliran pada saat dilakukan pengadukan.



Gambar 2.2. Tipe Pengaduk Paddle
(Sumber : Reynold and Richards, 1995)



Gambar 2.3. Aliran Air pada Saat Pengadukan
(Sumber : Reynold and Richards, 1995)

Berikut ini adalah tabel yang mencantumkan nilai konstanta K_L dan K_T berdasarkan jenis pengaduk yang digunakan beserta variasi jumlah pengaduknya. (Reynolds and Richards, 1995)

Tabel 2.2. Nilai Konstanta K_L dan K_T

| TYPE OF IMPELLER | K_L | K_T |
|---|-------|-------|
| Propeller, pitch of 1, 3 blades | 41.0 | 0.32 |
| Propeller, pitch of 2, 3 blades | 43.5 | 1.00 |
| Turbine, 4 flat blades, vaned disc | 60.0 | 5.31 |
| Turbine, 6 flat blades, vaned disc | 65.0 | 5.75 |
| Turbine, 6 curved blades | 70.0 | 4.80 |
| Fan turbine, 6 blades at 45° | 70.0 | 1.65 |
| Shrouded turbine, 6 curved blades | 97.5 | 1.08 |
| Shrouded turbine, with stator, no baffles | 172.5 | 1.12 |
| Flat paddles, 2 blades (single paddle), $D_p/W = 4$ | 43.0 | 2.25 |
| Flat paddles, 2 blades, $D_p/W = 6$ | 36.5 | 1.70 |
| Flat paddles, 2 blades, $D_p/W = 8$ | 33.0 | 1.15 |
| Flat paddles, 4 blades, $D_p/W = 6$ | 49.0 | 2.75 |
| Flat paddles, 6 blades, $D_p/W = 6$ | 71.0 | 3.82 |

From: (1) "Mixing of Liquids in Chemical Processing" by J. H. Rushton. In *Industrial and Engineering Chemistry* 44, no. 2 (December 1952): 2953, copyright 1952, American Chemical Society; (2) "Mixing — Present Theory and Practice" by J. H. Rushton and J. Y. Oldblue. In *Chemical Engineering Progress* 46, no. 4 (April 1955): 161, and (3) *Unit Operations of Chemical Engineering* by W. L. McCabe, J. C. Smith, and P. Harriott, 5th ed. Copyright © 1995 by McGraw-Hill, Inc. Reprinted by permission.

(Sumber : Reynold and Richards, 1995)

2.2.2. Pengadukan Lambat

Pengadukan lambat berfungsi untuk menghasilkan getaran air secara perlahan sehingga terjadi kontak antar partikel untuk membentuk gabungan partikel berukuran besar. Pengadukan lambat digunakan pada proses flokulasi untuk pembesaran inti gumpalan (flok). Gradien kecepatan diturunkan secara perlahan-lahan agar gumpalan yang terbentuk tidak pecah lagi dan berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar. Penggabungan inti gumpalan (flok) sangat tergantung pada karakteristik flok dan nilai gradien kecepatan (Slamet dan Masduki, 2000).

Derajat hasil flokulasi tergantung pada kemudahan dan kecepatan penggumpalan dan jumlah peruraian partikulat selama flokulasi, sehingga hasil flokulasi ditentukan oleh sifat flok dan velositas gradien G dan GT . (Reynold and Richards, 1995)

Pengadukan lambat (agitasi dan stirring) digunakan dalam proses flokulasi, karena:

1. Memberi kesempatan kepada partikel flok yang sudah terkoagulasi untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin membesar.
2. Memudahkan flokulan untuk mengikat flok – flok kecil.
3. Mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk.

Proses agitasi ini dapat dilakukan dengan beberapa cara :

1. Cara Mekanis

Pengadukan dengan menggunakan alat – alat mekanis, yaitu paddle, turbin atau impeller yang digerakkan secara mekanis dengan motor. Bentuk dan cara kerjanya sama dengan alat mekanis yang digunakan pada pengadukan cepat, hanya saja nilai gradien kecepatannya jauh lebih kecil.

2. Cara Hidrolis

- Baffle channel flocculator

Flokulator yang berbentuk saluran dan dilengkapi dengan baffle. Ada 2 jenis aliran yaitu aliran horizontal dan vertikal.

- Hydraulic jet action flocculator

Sangat sesuai dengan pengolahan air minum debit kecil.

- Gravel bed flocculator

Menggunakan media kerikil untuk membentuk flok dan sangat sesuai untuk pengolahan air minum skala kecil.

- Sistem Orifice

Menggunakan pipa – pipa orifice yang dipasang pada dinding – dinding beton dimana pengadukan terjadi (diharapkan) melewati lubang – lubang orifice tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi adalah sebagai berikut :

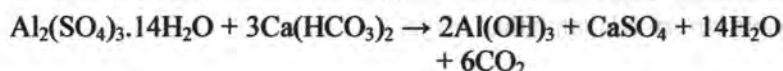
1. Gradien kecepatan (G)

2. Waktu detensi
Headloss saluran (Hf)

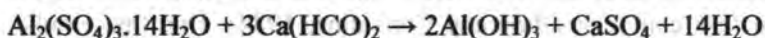
2.2.3. Koagulan Primer

Koagulan primer yang sering digunakan dalam pengolahan air minum, yaitu alumunium sulfat dan garam feri. Alumunium sulfat lebih sering digunakan karena biasanya lebih murah. Garam feri mempunyai kelebihan daripada alum karena lebih efektif dengan range pH yang lebih lebar. (Reynold and Richards, 1995).

Alkalinitas yang cukup harus terdapat pada air untuk dapat bereaksi dengan Alumunium Sulfat untuk menghasilkan flok hidroksida. Dipegaruhi oleh pH, umumnya alkalinitas dalam bentuk ion bikarbonat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Beberapa air tidak punya alkalinitas yang cukup untuk bereaksi dengan alum, maka alkalinitas harus ditambahkan. Umumnya alkalinitas dalam bentuk ion bikarbonat harus ditambahkan dengan cara penambahan kalsium hidroksida. Reaksi yang terjadi adalah:



Namun air pada umumnya telah memiliki alkalinitas yang cukup, sehingga tidak perlu penambahan bahan kimia selain Alumunium Sulfat. pH optimum untuk alum adalah sekitar 4,5 – 8,0. (Reynolds and Richards, 1995)

Dalam hal ini Al^{3+} berfungsi sebagai elektrolit positif penetral muatan negatif partikel pada proses destabilisasi. $\text{Al}(\text{OH})_3$ merupakan presipitat sebagai inti pembentuk mikrofluk. Sesuai dengan konsep destabilisasi koloid, apabila konsentrasi

muatan partikel koloid kecil (kekeruhan rendah), maka penetralan oleh Al^{3+} sulit terjadi. Untuk itu diperlukan penambahan zat bantu koagulasi berupa material kekeruhan

Keuntungan penambahan alumunium sulfat :

- Harga relatif murah
- Sudah dikenal luas oleh operator, sehingga tidak perlu pengawasan khusus.

Kerugian penggunaan alumunium sulfat :

- Meski relatif murah, tidak jarang membawa kepada biaya akhir pada suatu periode yang lebih mahal dibandingkan dengan koagulan lain
- Umumnya dipasok dalam bentuk padatan, sehingga perlu waktu dan energi dalam pelarutannya

Rentang pH untuk koagulasi alum relatif sempit yaitu antara 6 sampai 8,5 sehingga untuk mengatasi hal tersebut terkadang diperlukan alkali pembantu (lime, NaOH, Na_2CO_3) yang berarti ada tambahan biaya.

2.3 Emulsi

Koloid didefinisikan sebagai sistem dispersi dengan besar partikel terletak antara 10^{-3} - 10^{-4} cm. Yang termasuk sistem koloid meliputi sol, emulsi, aerosol, buih dan gel. Emulsi merupakan dispersi suatu cairan di dalam cairan yang lain yang tidak saling larut. Biasanya terdiri dari dua fasa yaitu fasa minyak dan fasa cair (Considine and Considine, 1984). Dua tipe emulsi minyak dalam air (M/A) dan emulsi air dalam minyak (A/M) (Sukardjo, 1985).

Emulsi minyak dalam air dapat terbentuk dengan adanya surfaktan maupun tanpa adanya surfaktan. Pembentukan emulsi tanpa adanya surfaktan dapat terjadi selama proses produksi minyak yang menghasilkan turbulen, yang menyebabkan dispersi minyak di dalam fasa air. Sedangkan emulsi minyak dengan adanya surfaktan dapat terbentuk karena surfaktan merupakan molekul tidak simetris yang mempunyai gugus hidrofobik dan

hidrofilik sehingga dapat berada pada antarmuka minyak dan air (Roques and Aurelle, 1991).

2.3.1. Stabilisasi Emulsi

Adanya muatan sistem terdispersi yang menyebabkan antarpartikel saling berinteraksi merupakan faktor yang penting pada emulsi minyak dalam air. Dalam emulsi ini sumber muatan pada partikel terdispersi berasal dari surfaktan yang diadsorpsi dengan gugus hidrofiliknya terorientasi pada fasa cair. Dalam emulsi yang distabilkan oleh ion surfaktan, jenis muatan partikel terdispersi tergantung pada ion amfifatiknya. (Rosen, 1978)

Stabilisasi emulsi dapat dipertahankan dengan ditambahkan suatu zat pengemulsi (surfaktan) pada sistem, yang mempunyai struktur polar (pada bagian kepala struktur molekul) dan bagian nonpolar yang dapat larut dalam minyak (pada bagian ekor struktur molekul). Zat pengemulsi ini akan terkonsentrasi pada antarmuka minyak-air, sehingga menurunkan tegangan antarmuka minyak-air dan menyebabkan muatan pada partikel-partikel terdispersi (Considine and Considine, 1984). Penurunan tegangan antarmuka ini akan mengurangi gaya yang menyebabkan penggumpalan sehingga emulsi menjadi stabil.

Namun dodesil sulfat, merupakan surfaktan anionik, dengan gugus aktif hidrofobiknya bermuatan negatif ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SO}_4$). Surfaktan ini menstabilkan emulsi dengan gugus aktifnya melingkupi fasa minyak, sehingga masing-masing butiran emulsi bermuatan negatif yang saling tolak menolak dan mencegah terjadinya agregasi partikel-partikel emulsi. Emulsi dengan surfaktan Na-dodesil sulfat, akan terganggu kestabilannya dengan perubahan pH dan adanya ion positif (kation) yang kuat.

2.3.2. Destabilisasi Emulsi

Rusaknya emulsi terjadi dalam dua tahap (Becher, 1985): pertama flokulasi dan kedua koalesensi. Flokulasi yaitu proses terjadinya agregat (gumpalan) partikel terdispersi, sedang koalesensi adalah proses terjadinya interaksi dan kombinasi dua atau lebih partikel-partikel terdispersi untuk membentuk suatu tetesan yang lebih besar. Mekanisme koalesensi terjadi dalam dua tahap : (1) penipisan lapisan fasa kontinyu yang berada di antara partikel terdispersi, (2) pecahnya lapisan tersebut. Emulsi menjadi tidak stabil karena meningkatnya luas daerah antar muka dan naiknya energi bebas, karena itu emulsi akan pecah untuk menurunkan kembali energi bebasnya. (Becher, 1985)

2.4 Surfaktan

Surfaktan atau *Surface Active Agent* merupakan unsur yang menentukan suatu senyawa yang berfungsi sebagai deterjen atau tidak, karena surfaktan bertanggung jawab atas keseluruhan fungsi deterjen, yaitu pembersih (*cleaning*), pembusaan (*foaming*), pembasahan (*wetting*), pelarutan (*solubilizing*), dan lain-lain (Malik dan Dhingra, 1978).

Surfaktan digambarkan sebagai zat yang berfungsi dalam proses pembasahan dan pengikatan kotoran. Proses pembasahan yaitu dengan cara memperkecil tegangan antar zat pengotor dan permukaan material. Turunnya tegangan permukaan disebabkan oleh patahnya ikatan hidrogen pada lapisan permukaan air. Adanya perbedaan sifat dua gugus penyusun surfaktan, yaitu gugus yang bersifat hidrofobik akan larut dalam minyak/lemak (menjauhi air) dan gugus yang bersifat hidrofilik yang masuk berada pada permukaan air mengakibatkan terjadinya gaya tarik antar molekul air dan gugus hidrofilik surfaktan. Gugus hidrofobik merupakan bagian dari surfaktan yang berfungsi untuk mengikat kotoran (*dirt*) dalam proses pembersihan, sedangkan

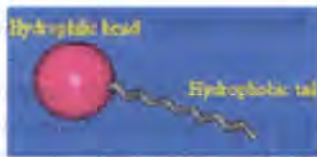
gugus hidrofiliknya merupakan bagian yang berfungsi sebagai pembasahan.

Apabila bahan-bahan surfaktan telah mengikat zat pengotor (*dirt*) terkumpul, maka bagian yang bersifat nonpolar dan mengikat kotoran tersebut akan bergabung dan membentuk kelompok (50-150 molekul) yang disebut dengan micelle. Micell ini terbentuk akibat dari pengikatan antar gugus hidrofobik untuk memperkecil tingkat kontak dengan air, dimana gugus hidrofilik berada pada bagian luar/permukaan micell (Fessenden dan Fessenden, 1986). Penurunan tegangan permukaan ini merupakan salah satu factor utama penyebab terbentuknya busa, sehingga dapat menyebabkan terjadinya buih atau lapisan (film) pada permukaan air, hal ini akan mempersulit proses pelarutan oksigen dalam air.

Menurut Widodo (2000), terdapat pengaruh lain yang dapat ditimbulkan oleh surfaktan dalam air :

- a) Pada konsentrasi lebih dari 0,3 mg/L dapat menyebabkan buih yang stabil.
- b) Kombinasi antara polyphospat dengan surfaktan dalam deterjen dapat menyebabkan eutrofikasi.
- c) Pada konsentrasi melebihi ambang batas dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia dan kematian pada beberapa jenis hewan serta tumbuhan.

Surfaktan merupakan senyawa organik yang dalam molekulnya memiliki sedikitnya satu gugus hidrofilik dan satu gugus hidrofobik. Apabila ditambahkan ke suatu cairan pada konsentrasi rendah, maka dapat mengubah karakteristik tegangan permukaan dan antarmuka cairan tersebut. Antarmuka adalah bagian dimana dua fasa saling bertemu/kontak. Permukaan yaitu antarmuka dimana satu fasa kontak dengan gas, biasanya udara. (digilib.itb.ac.id, 2008)



Gambar 2.4. Struktur Surfaktan
(Sumber : digilib.itb.ac.id, 2008)

Ekor : Hidrofobik (grup nonpolar)

- Bersifat tidak larut dalam media air
- Bersifat mudah larut dalam media hidrokarbon

Kepala : Hidrofilik (grup polar)

- Bersifat mudah larut dalam media air
- Bersifat tidak larut dalam media hidrokarbon

Ada dua ukuran yang digunakan untuk melihat sejauh mana produk kimia aman di lingkungan yaitu daya racun (toksisitas) dan daya urai (biodegradable). Alkyl benzene sulfonate (ABS) dalam lingkungan mempunyai tingkat biodegradable sangat rendah, sehingga deterjen ini dikategorikan sebagai 'non-biodegradable'.

Dalam pengolahan limbah konvensional, ABS tidak dapat terurai, sekitar 50% bahan aktif ABS lolos dari pengolahan dan masuk dalam sistem pembuangan. Hal ini dapat menimbulkan masalah keracunan pada biota air dan penurunan kualitas air. Linear Alkyl Sulfonate (LAS) mempunyai karakteristik lebih baik, meskipun belum dapat dikatakan ramah lingkungan. LAS mempunyai gugus alkil lurus/ tidak bercabang yang dengan mudah dapat diurai oleh mikroorganisme.

LAS relatif mudah didegradasi secara biologi dibanding ABS. LAS bisa terdegradasi sampai 90 persen. Akan tetapi prosesnya sangat lambat, karena dalam memecah bagian ujung rantai kimianya khususnya ikatan α -methyl harus diputus dan butuh

proses beta oksidasi. Karena itu perlu waktu. Menurut penelitian, alam membutuhkan waktu sembilan hari untuk mengurai LAS. Itu pun hanya sampai 50 persen.

Detergen ABS sangat tidak menguntungkan karena ternyata sangat lambat terurai oleh bakteri pengurai disebabkan oleh adanya rantai bercabang pada spektrumnya. Dengan tidak terurainya secara biologi deterjen ABS, lambat laun perairan yang terkontaminasi oleh ABS akan dipenuhi oleh busa, menurunkan tegangan permukaan dari air, pemecahan kembali dari gumpalan (flock) koloid, pengemulsian lemak dan minyak, pemusnahan bakteri yang berguna, penyumbatan pada pori – pori media filtrasi.

Kerugian lain dari penggunaan deterjen adalah terjadinya proses eutrofikasi di perairan. Ini terjadi karena penggunaan deterjen dengan kandungan fosfat tinggi. Eutrofikasi menimbulkan pertumbuhan tak terkendali bagi eceng gondok dan menyebabkan pendangkalan sungai. Sebaliknya deterjen dengan rendah fosfat beresiko menyebabkan iritasi pada tangan dan kaustik. Karena diketahui lebih bersifat alkalis. Tingkat keasamannya (pH) antara 10 – 12. (Wordpress, 2008)

A. Detergen

Produk yang disebut deterjen ini merupakan pembersih sintesis yang terbuat dari bahan-bahan turunan minyak bumi. Dibanding dengan produk terdahulu yaitu sabun, deterjen mempunyai keunggulan antara lain mempunyai daya cuci yang lebih baik serta tidak terpengaruh oleh kesadahan air.

Detergen adalah Surfaktant anionik dengan gugus alkil (umumnya $C_9 - C_{15}$) atau garam dari sulfonat atau sulfat berantai panjang dari Natrium ($RSO_3^- Na^+$ dan $ROSO_3^- Na^+$) yang berasal dari derivat minyak nabati atau minyak bumi (*fraksi parafin dan olefin*).

Setelah Perang Dunia II, detergen sintetis mulai dikembangkan akan tetapi karena gugus utama surfaktan ABS yang sulit di biodegradabel maka pada tahun 1965 industri mengubahnya dengan yang biodegradabel yaitu dengan gugus utama surfaktant LAS

Proses pembuatan detergen dimulai dengan membuat bahan penurun tegangan permukaan, misalnya : p - alkilbenzena sulfonat dengan gugus alkil yang sangat bercabang disintesis dengan polimerisasi propilena dan dilekatkan pada cincin benzena dengan reaksi alkilasi Friedel - Craft Sulfonasi, yang disusul dengan pengolahan dengan basa.

Pada umumnya, deterjen mengandung bahan-bahan berikut:

1. Surfaktan (*surface active agent*) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hydrophile (suka air) dan hydrophobe (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Surfaktant ini baik berupa anionic (Alkyl Benzene Sulfonate/ABS, Linier Alkyl Benzene Sulfonate/LAS, Alpha Olein Sulfonate/AOS), Kationik (Garam Ammonium), Non ionic (Nonyl phenol polyethoxyle), Amphoterik (Acyl Ethylenediamines)
2. *Builder* (Permbentuk) berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral penyebab kesadahan air. Baik berupa Phosphates (Sodium Tri Poly Phosphate/STPP), Asetat (Nitril Tri Acetate/NTA, Ethylene Diamine Tetra Acetate/EDTA), Silikat (Zeolit), dan Sitrat (asam sitrat).
3. *Filler* (pengisi) adalah bahan tambahan deterjen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambah kuantitas atau dapat memadatkan dan memantapkan sehingga dapat menurunkan harga. Contoh : Sodium sulfat

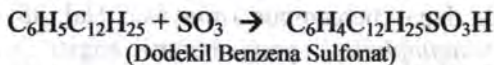
4. *Additives* adalah bahan suplemen/ tambahan untuk membuat *produk* lebih menarik, misalnya pewangi, pelarut, pemutih, pewarna dan sebagainya yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci deterjen. *Additives* ditambahkan lebih untuk maksud komersialisasi produk. Contoh : Enzyme, Borax, Sodium chloride, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) dipakai agar kotoran yang telah dibawa oleh detergent ke dalam larutan tidak kembali ke bahan cucian pada waktu mencuci (anti Redeposisi). Wangi – wangian atau parfum dipakai agar cucian berbau harum, sedangkan air sebagai bahan pengikat.

Menurut kandungan gugus aktifnya maka detergen diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Detergen jenis keras

Detergen jenis keras sukar dirusak oleh mikroorganisme meskipun bahan tersebut dibuang akibatnya zat tersebut masih aktif. Jenis inilah yang menyebabkan pencemaran air. Contoh: Alkil Benzena Sulfonat (*ABS*).

Proses pembuatan *ABS* ini adalah dengan mereaksikan Alkil Benzena dengan Belerang Trioksida, asam Sulfat pekat atau Oleum. Reaksi ini menghasilkan Alkil Benzena Sulfonat. Jika dipakai Dodekil Benzena maka persamaan reaksinya adalah



Reaksi selanjutnya adalah netralisasi dengan *NaOH* sehingga dihasilkan Natrium Dodekil Benzena Sulfonat

2. Detergen jenis lunak

Detergen jenis lunak, bahan penurun tegangan permukaannya mudah dirusak oleh mikroorganisme, sehingga tidak aktif lagi setelah dipakai .

Contoh: Lauril Sulfat atau Lauril Alkil Sulfonat. (*LAS*).

Proses pembuatan (LAS) adalah dengan mereaksikan Lauril Alkohol dengan asam Sulfat pekat menghasilkan asam Lauril Sulfat dengan reaksi:



Asam Lauril Sulfat yang terjadi dinetralkan dengan larutan NaOH sehingga dihasilkan Natrium Lauril Sulfat.

Awalnya deterjen dikenal sebagai pembersih pakaian, namun kini meluas dalam bentuk produk-produk seperti:

1. *Personal cleaning product*, sebagai produk pembersih diri seperti sampo, sabun cuci tangan, dll.
2. *Laundry*, sebagai pencuci pakaian, merupakan produk deterjen yang paling populer di masyarakat.
3. *Dishwashing product*, sebagai pencuci alat-alat rumah tangga baik untuk penggunaan manual maupun mesin pencuci piring.
4. *Household cleaner*, sebagai pembersih rumah seperti pembersih lantai, pembersih bahan-bahan porselen, plastik, metal, gelas, dll.

Unsur kunci dari deterjen adalah bahan surfaktan atau bahan aktif permukaan, yang beraksi dalam menjadikan air menjadi lebih basah (*wetter*) dan sebagai bahan pencuci yang lebih baik. Surfaktan terkonsentrasi pada batas permukaan antara air dengan gas (udara), padatan-padatan (*debu*), dan cairan-cairan yang tidak dapat bercampur (minyak). Hal ini terjadi karena struktur "*Amphiphilic*", yang berarti bagian yang satu dari molekul adalah suatu yang bersifat polar atau gugus ionik (sebagai kepala) dengan afinitas yang kuat untuk air dan bagian lainnya suatu hidrokarbon (sebagai ekor) yang tidak suka air.

Deterjen Sintetik mempunyai sifat-sifat mencuci yang baik dan tidak membentuk garam-garam tidak larut dengan ion-ion kalsium dan magnesium yang biasa terdapat dalam air sadah. Deterjen sintetik mempunyai keuntungan tambahan karena secara relatif bersifat asam kuat, oleh karena itu tidak menghasilkan

endapan sebagai asam-asam yang mengendap suatu karakteristik yang tidak nampak pada sabun.

B. Sabun

Sabun adalah suatu gliserida (*umumnya C_{16} dan C_{18} atau karboksilat suku rendah*) yang merupakan hasil reaksi antara ester (*suatu derivat asam alkanoat yaitu reaksi antara asam karboksilat dengan alkanol yang merupakan senyawa aromatik dan bermuatan netral*) dengan hidroksil dengan residu gliserol (*1.2.3 - propanatriol*). Apabila gliserol bereaksi dengan asam - asam yang jenuh (*suatu olefin atau polyunsaturat*) maka akan terbentuk lipida (*trigliserida atau triasilgliserol*).

Gliserida (*lelehan lemak sapi atau lipida lain*) dididihkan bersama - sama dengan larutan lindi (*dulu digunakan abu kayu karena mengandung K-karbonat tapi sekarang NaOH*) terjadi hidrolisis menjadi gliserol dan garam Sodium dari asam lemak, setelah sabun terbentuk kedalamnya ditambahkan NaCl agar sabun mengendap dan dapat dipisahkan dengan cara penyaringan. Gliserol, lindi dan NaCl berlebih dipisahkan dengan cara destilasi. Sabun yang masih kotor dimurnikan dengan cara pengendapan berulang - ulang (*represipitasi*). Akhirnya ditambahkan zat aditif (*batu apung, parfum dan zat pewarna*).

Sabun termasuk dalam kelas umum senyawa yang disebut dengan **surfaktan** (dari kata *surface active agent*), yakni senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan air. (Fessenden dan Fessenden, 1986).

Jenis - jenis Sabun :

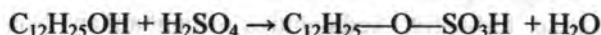
1. Sabun keras atau sabun cuci.
Dibuat dari lemak dengan NaOH, misalnya Na - Palmitat dan Na - Stearat.
2. Sabun lunak atau sabun mandi.
Dibuat dari lemak dengan KOH, misalnya K-Palmitat dan K- Stearat

2.4.1 Kelompok Surfaktan

Berdasarkan kepada keadaan grup hidrofilik, surfaktan diklasifikasikan sebagai berikut:

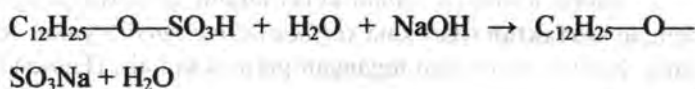
a) Surfaktan Anionik

Surfaktan ini bagian hidrofobiknya mempunyai muatan negatif berasal dari gugus sulfat ($\text{—O—SO}_4\text{—}$) dan gugus sulfonate ($\text{—SO}_3\text{—}$). Pada bagian hidrofobiknya biasanya mengandung rantai hidrokarbon parafin pada cincin aromatik. Surfaktan anionik berasal dari sulfat adalah hasil reaksi antara asam sulfat dengan alkohol rantai panjang yang akan menghasilkan sulfat alkohol (ester non-organik) dengan sifat aktif permukaan yang dimilikinya. Macam alkohol yang digunakan yaitu dedocyl alkohol atau lauryl alkohol.



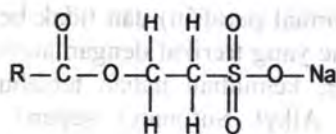
Lauryl Alkohol

Sulfat alkohol tersebut kemudian dinetralisis dengan NaOH dan akan menghasilkan sifat aktif permukaan (surfaktan).

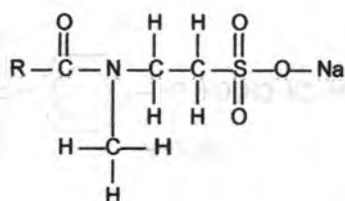


Na-Lauryl Sulfat

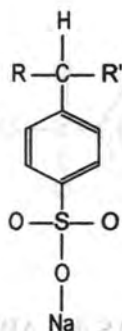
Gugus Na berfungsi sebagai ion yang membantu mempertinggi sifat surfaktan. Selain NaOH, dapat digunakan juga Na-phospat, Na-silikat, Na-tripolyphospat dan Na-pyrophospat untuk mempertinggi sifat surfaktan. Pada dasarnya sulfonat diturunkan dari ester, amida dan alkyl benzene dengan rumus molekul dari masing-masing seperti gambar berikut ini.



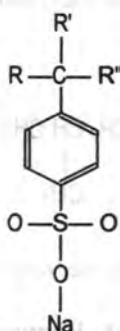
Ester



Amide



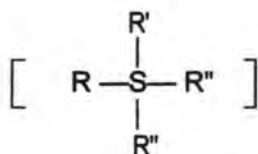
Sekunder



Tersier

Gambar 2.5. Rumus-Rumus Senyawa Sulfonat
(Malik and Dhingra, 1978)

Ester dan amida adalah asam organik yang mempunyai 16 dan 18 atom karbon. ABS (Alkyl Benzene Sulfonate) diturunkan dari polimer propylene dan alkyl group rata-rata 12 atom karbon pada gugus alkylnya dan bercabang banyak yang sukar untuk didegradasi oleh mikroorganisme. Akan tetapi untuk saat ini, dikembangkan bahan yang mempunyai rantai



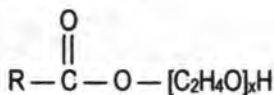
Surfaktan kationik digunakan secara luas pada larutan bersifat asam dan system pelarutan tanpa air seperti pelunak (*softener*) tekstil, pewarna kain, zat-zat pengemulsi dan lain-lain. Surfaktan kationik dikenal memiliki sifat desinfektan yang dapat digunakan untuk sterilisasi terhadap gangguan bakteri yang mungkin terjadi. Surfaktan jenis ini misalnya benzalkonium klorida

c) Surfaktan Amfoterik

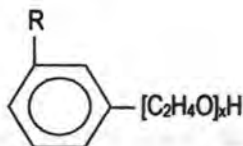
Bagian aktif permukaan mengandung muatan negatif dan positif misalnya sulfobetaine.

d) Surfaktan Non Ionik

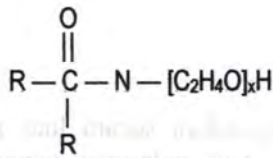
Surfaktan nonionik dapat diketahui dari sifat molekulnya yaitu jika dalam air tidak terurai menjadi ion-ionnya dan sifat surfaktannya tergantung pada gugus yang terikat pada molekul yang larut dalam air. Gugus tersebut terdiri dari polimerisasi dari ethylene yang terikat. Struktur molekul dari nonionik surfaktan dapat dilihat pada gambar berikut.



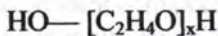
Tipe Ester



Tipe Ary



Tipe Amide



Tipe Polymer Ethylene Oxide

Gambar 2.7. Tipe Non-Ionik Surfaktan
(Rubiyatadji, 1993)

Surfaktan ini memiliki kecenderungan lebih mahal dari surfaktan anionik karena dalam pembuatannya melakukan proses yang lebih sukar, misalnya poli(oksietilena), alkil fenol.

Berikut ini adalah bagan alir yang menunjukkan penggolongan surfaktan berdasarkan jenis grup hidrofiliknya.



Gambar 2.8. Bagan Alir Penggolongan Surfaktan

2.4.2 Sifat Surfaktan

Sifat umum surfaktan :

1. Sebagai larutan koloid

Mc. Bain telah membuktikan bahwa larutan zat aktif permukaan larutan koloid. Molekul-molekulnya terdiri dari gugus yang hidrofil (suka air) dan gugus yang hidrofob (tak suka air).

Pada konsentrasi tinggi partikel koloid ini akan saling menggumpal, gumpalan ini disebut misel atau agregat baik berbentuk sferik (daya hantar listriknya tinggi) atau lamelar (daya hantar listriknya kecil disebut juga koloid netral) dan ada dalam kesetimbangan bolak – balik dengan sekitarnya (pelarut atau dispersi larutan). Kesetimbangan ini akan mencapai konsentrasi kritik misel menurut aturan Jones dan Burry.

2. Adsorpsi

Apabila larutan mempunyai tegangan permukaan lebih kecil daripada pelarut murni, zat terlarut akan terkonsentrasi pada permukaan dan terjadi adsorpsi positif. Sebaliknya adsorpsi negatif menunjukkan bahwa molekul-molekul zat terlarut lebih banyak terdapat dalam rongga larutan daripada dipermukaan.

Hubungan antara derajat penyerapan dan penurunan tegangan permukaan dinyatakan dalam persamaan Gibbs

3. Mempunyai daya melarutkan

Partikel-partikel tunggal relatif tidak larut, sedangkan misel mempunyai kelarutan tinggi. Makin panjang rantai hidrokarbonnya, makin tinggi temperatur kritik larutan.

Sifat khusus surfaktan :

1. Pembasahan

Perubahan dalam tegangan permukaan yang menyertai proses pembasahan dinyatakan oleh Hukum Dupre.

2. Daya busa
Busa ialah dispersi gas dalam cairan dan zat aktif permukaan memperkecil tegangan antarmuka, sehingga busa akan stabil, jadi surfaktant mempunyai daya busa.
3. Daya Emulsi
Emulsi adalah suspensi partikel cairan dalam fasa cairan yang lain, yang tidak saling melarutkan. Sama hanya dengan pembasahan, maka surfaktant akan menurunkan tegangan antarmuka, sehingga terjadi emulsi yang stabil.

2.5 Perbedaan Surfaktan, Deterjen, Sabun dan Shampoo

Dari pengertian diatas dapat diketahui perbedaan antara surfaktan, deterjen, sabun dan shampoo adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3. Perbedaan Surfaktan, Deterjen, Sabun dan Shampoo

| No. | Jenis Perbedaan | Surfaktan | Deterjen | Sabun | Shampoo |
|-----|-----------------------------|---|------------------------|--|-------------------------|
| 1. | Bahan dasar | Minyak bumi, Minyak Nabati, dan Minyak Hewani | Minyak bumi | Minyak Nabati dan Minyak Hewani | Minyak Nabati |
| 2. | Rantai Karbon | Mencakup Detergen dan Sabun | umumnya $C_9 - C_{15}$ | umumnya C_{16} dan C_{18} atau karboksilat suku rendah | umumnya $C_{10}-C_{18}$ |
| 3. | Efek terhadap kesadahan air | Tergantung Jenis Deterjen atau Sabun | Tetap berbusa | Tidak berbusa | Tidak berbusa |

| No. | Jenis Perbedaan | Surfaktan | Deterjen | Sabun | Shampoo |
|-----|-----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 4. | Fungsi | Pembersih, Kosmetik, dll | Pembersih | Pembersih | Pembersih |
| 5. | Biodegradable | Tergantung Jenis Deterjen atau Sabun | Lambat | Cepat | Cepat |

2.6 Kandungan Zat Kimia dalam Sabun Mandi Cair

Sabun adalah surfaktan yang digunakan dengan air untuk mencuci dan membersihkan. Sabun biasanya berbentuk padatan tercetak yang disebut batang karena sejarah dan bentuk umumnya. Penggunaan sabun cair juga telah meluas, terutama pada sarana-sarana publik. Jika diterapkan pada suatu permukaan, air bersabun secara efektif mengikat partikel dalam suspensi mudah dibawa oleh air bersih. Di negara berkembang, deterjen sintetik telah menggantikan sabun sebagai alat bantu mencuci (Wikipedia, 2008).

Banyak sabun merupakan campuran garam natrium atau kalium dari asam lemak yang dapat diturunkan dari minyak atau lemak dengan direaksikan dengan alkali (seperti natrium atau kalium hidroksida) pada suhu 80–100 °C melalui suatu proses yang dikenal dengan saponifikasi. Lemak akan terhidrolisis oleh basa, menghasilkan gliserol dan sabun mentah (Wikipedia, 2008).

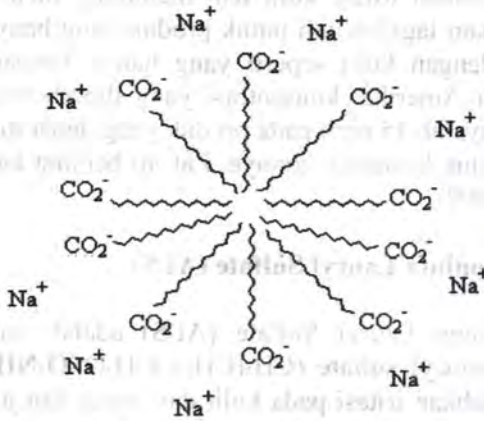
Berikut ini adalah zat yang terkandung dalam sabun mandi (Wikipedia, 2008):

1. *Sodium Laureth Sulfate* adalah suatu jenis deterjen dan surfaktan yang banyak ditemukan terkandung dalam produk-

produk sabun, shampoo, pasta gigi dan lain-lain. Zat ini merupakan zat busa yang murah dan sangat efektif dalam membentuk busa. Sodium Laureth Sulfate ini adalah surfaktan anionik sehingga bisa diikat oleh koagulan seperti alum (Al^{3+}) yang bersifat positif.

2. *Sodium Chloride*, juga dikenal dengan garam dapur, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia NaCl. Senyawa ini adalah garam yang paling mempengaruhi salinitas laut dan cairan ekstraselular pada banyak organisme multiselular. Sebagai komponen utama pada garam dapur, natrium klorida sering digunakan sebagai bumbu dan pengawet makanan.
3. *Triclocarban* adalah suatu zat yang bisa berfungsi sebagai anti fungi dan anti bakteri yang biasa digunakan sebagai bahan membuat desinfektan, sabun dan lainnya.
4. *Glycerin* merupakan komponen sentral dari banyak macam lemak yang ada. Gliserin ini berasa manis, tak berwarna, tak berbau, dan memiliki toksisitas yang rendah.

Sabun terdiri atas bagian hidrofilik (polar) dan hidrofobik (nonpolar). Bagian hidrofobik berupa rantai hidrokarbon panjang, sedangkan bagian hidrofiliknya berupa karboksilat dan Na^+ . Pada saat di dalam air, Na^+ yang terkandung dalam bagian hidrofilik akan lepas dan menjadi ion bebas sehingga akan tersisa kepala ikatan surfaktan yang bersifat anionik yaitu karboksilat ($-COO^-$). Oleh karena itu, gugus sabun ini diikat oleh koagulan yang positif seperti alum (Al^{3+}). Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan bahwa sabun dalam air akan menjadi bersifat anionik karena Na^+ -nya bergerak bebas.



Gambar 2.9. Struktur Surfaktan dalam Emulsi.

2.7 Kandungan Zat Kimia dalam Shampoo

2.7.1. Selenium Sulfida

Zat ini terkandung dalam sampel shampoo "L" yang digunakan. Zat ini mempunyai nomor atom 34 dan mempunyai simbol Se. Zat ini biasa digunakan sebagai bahan aktif shampoo anti ketombe. Zat ini beracun dalam dosis yang besar dan dapat menyebabkan kanker (Wikipedia, 2008).

2.7.2. Methylchloroisothiazolinone

Zat ini biasa digunakan dalam shampoo dan digabungkan dengan metylisothiazolinone dan dikenal dengan nama Kathon CG. Zat ini biasa ditemukan dalam produk kosmetik dan produk perawatan tubuh yang berfasa cair (Wikipedia, 2008).

Zat ini pertama kali digunakan pada tahun 1970-an. Pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan rasa terbakar dan juga

dapat menyebabkan iritasi kulit dan membran, oleh karena itu jarang digunakan lagi kecuali untuk produk yang hanya sebentar bersentuhan dengan kulit seperti yang hanya langsung dibilas (shampoo). Di Amerika, konsentrasi yang diperbolehkan untuk digunakan hanyalah 15 ppm pada produk yang dapat dibilas dan 8 ppm pada produk kosmetik lainnya. Zat ini bersifat karsinogenik (Wikipedia, 2008).

2.7.3. Ammonium Lauryl Sulfate (ALS)

Ammonium Lauryl Sulfate (ALS) adalah nama umum ammonium dedocyl sulfate ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{NH}_4$). Zat ini dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, dan juga apabila terhirup dapat menyebabkan iritasi pada alat pernapasan.

Human and Environmental Risk Assessment (HERA) telah melakukan penelitian, bahwa zat ini tidak beracun bila mengenai kulit, namun hanya akan menyebabkan iritasi. Pada konsentrasi kurang dari 1% maka tidak terlalu berbahaya, tetapi bila lebih dari 10% maka dapat menyebabkan iritasi serius pada kulit (Wikipedia, 2008).

2.8 Proses Larutnya Minyak dengan Air

Semua trigliserida bersifat hidrofobik (takut air) sehingga minyak dan lemak tidak larut dalam air (mengapung). Air dan minyak dapat bercampur membentuk emulsi cair apabila suatu pengemulsi (emulgator) ditambahkan dalam larutan tersebut. Karena kebanyakan emulsi adalah dispersi air dalam minyak, dan dispersi minyak dalam air, maka zat pengemulsi yang digunakan harus dapat larut dengan baik di dalam air maupun minyak. Contoh pengemulsi tersebut adalah senyawa organik yang memiliki gugus polar dan non-polar. Bagian non-polar akan berinteraksi dengan minyak/ mengelilingi partikel-partikel minyak, sedangkan bagian yang polar akan berinteraksi kuat

dengan air. Apabila bagian polar ini terionisasi menjadi bermuatan negatif, maka pertikel-partikel minyak juga akan bermuatan negatif. Muatan tersebut akan mengakibatkan pertikel-partikel minyak saling tolak-menolak dan tidak akan bergabung, sehingga emulsi menjadi stabil.

Contohnya: ada sabun yang merupakan garam karboksilat. Molekul sabun tersusun dari “ekor” alkil yang non-polar (larut dalam minyak) dan kepala ion karboksilat yang polar (larut dalam air). Prinsip tersebut yang menyebabkan sabun dan deterjen memiliki daya pembersih. Ketika kita mandi atau mencuci pakaian, “ekor” non-polar dari sabun akan menempel pada kotoran dan kepala polarnya menempel pada air. Sehingga tegangan permukaan air akan semakin berkurang, sehingga air akan jauh lebih mudah untuk menarik kotoran.

Pengolahan minyak dan lemak dapat dilakukan dengan penambahan pelarut, surfaktan, enzim, mikroorganisme, kaustik dan bahan kimia lainnya.

2.9 Hasil Penelitian oleh Peneliti Sebelumnya

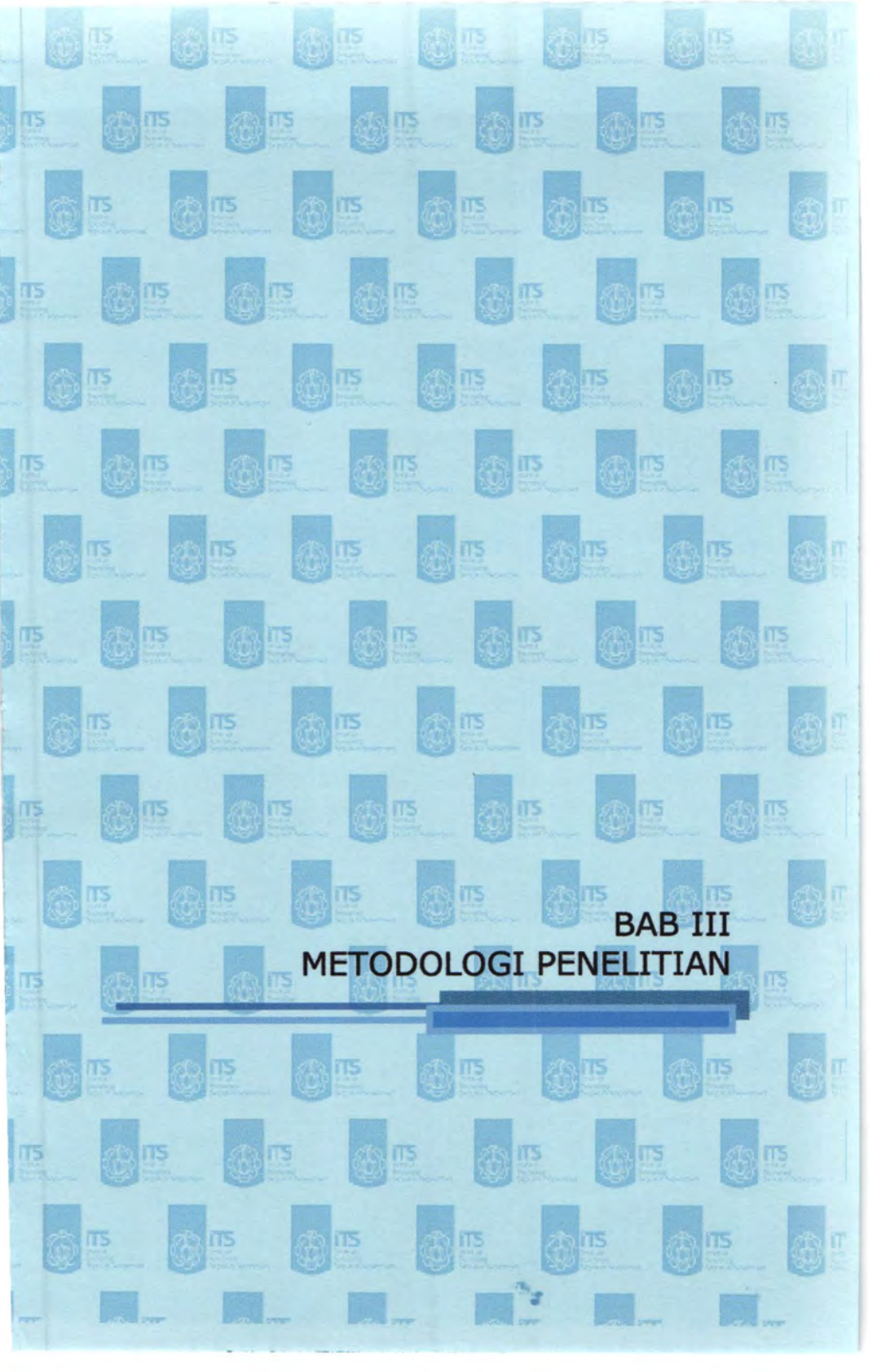
Putra (2008) telah melakukan penelitian untuk limbah shampoo “S” yang menghasilkan kesimpulan: pada konsentrasi air limbah 25%, proses pengolahan terbaik 10 mL tawas ditambah 20 mL PAC dan adsorpsi sebesar 87,15% untuk kekeruhan, tawas 60 mL dan adsorpsi sebesar 91,2% untuk COD, dan 90 mL tawas sebesar 87,5% untuk kadar sulfida.

Sedangkan, Pramudito (2008) telah melakukan penelitian tentang pengolahan limbah minyak goreng. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa besarnya removal chitosan dengan konsentrasi 20 mL pada variasi limbah 70:30 adalah 48,91%, removal chitosan dengan konsentrasi 40mL pada variasi limbah 50:50 adalah 43,83%, dan removal chitosan dengan konsentrasi 40mL pada variasi limbah 20:80 adalah 34,85%.

Rochman dan Supriyanto (2003) telah melakukan penelitian mengenai pengendapan limbah deterjen dengan menggunakan limbah deterjen berlawanan muatan. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa deterjen berlawanan muatan dapat membentuk reaksi penggaraman sehingga mengendap sebagai fasa tersuspensi. Kesimpulan lainnya adalah deterjen natrium lauril sulfat dapat diendapkan jika dicampur dengan cetil pirimidium klorida dan membentuk endapan putih cetil pirimidium lauril sulfat (CPLS). Selain dua kesimpulan tersebut, juga disimpulkan bahwa nilai pH dan waktu sedimentasi mempengaruhi kecepatan sedimentasi suspensi CPLS. Kecepatan sedimentasi optimum terjadi pada saat pH netral.

Rochman dkk. (2004) meneliti tentang pengukuran laju biodegradasi limbah deterjen di Kali Mas Surabaya. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa konsentrasi rata-rata deterjen yang masuk ke Kali Mas pada pagi hari (07.00-08.00 WIB) sebesar 0,3744 ppm dan pada sore hari (16.00-17.00 WIB) sebesar 0,599 ppm. Besarnya orde reaksi laju biodegradasi deterjen pada pagi hari (07.00-08.00 WIB) berkisar antara 0,4103-1,8462 dan konstanta laju reaksinya berkisar antara 0,1367-1,6125, sedangkan pada sore hari (16.00-17.00 WIB) besarnya laju biodegradasi deterjen berkisar antara 0,3002-1,5141 dan konstanta lajunya berkisar antara 0,1706-0,4514 dan dari keseluruhan lokasi pengambilan sampel, laju biodegradasi limbah deterjen di Kali Mas antara pagi dan sore tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Rochman (2004) juga melakukan kajian khusus tentang ancaman limbah deterjen pada Prokasih (Program Kali Bersih). Dalam kajian khusus tersebut, disimpulkan bahwa di pematuan air perlu dilengkapi dengan tangki koagulan atau limbah deterjen kationik yang disiapkan untuk menghadapi melonjaknya kadar deterjen di limbah cair domestik tersebut. Selain itu, untuk limbah cair domestik yang memiliki lahan kosong perlu dibuat wetland sebagai treatment awal sebelum dilepas ke sungai.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, and the letters 'ITS' in white to the right of the shield. The logos are arranged in a grid-like pattern across the entire page.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian efektifitas dari proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan alum dan flokulan Poly Elektrolit dengan perlakuan yang diberikan adalah variasi kecepatan pengadukan, waktu pengendapan dan konsentrasi koagulan pada proses koagulasi-flokulasi. Hasil dari penelitian ini akan diketahui efektifitas proses koagulasi-flokulasi untuk mengolah limbah sabun mandi cair buatan.

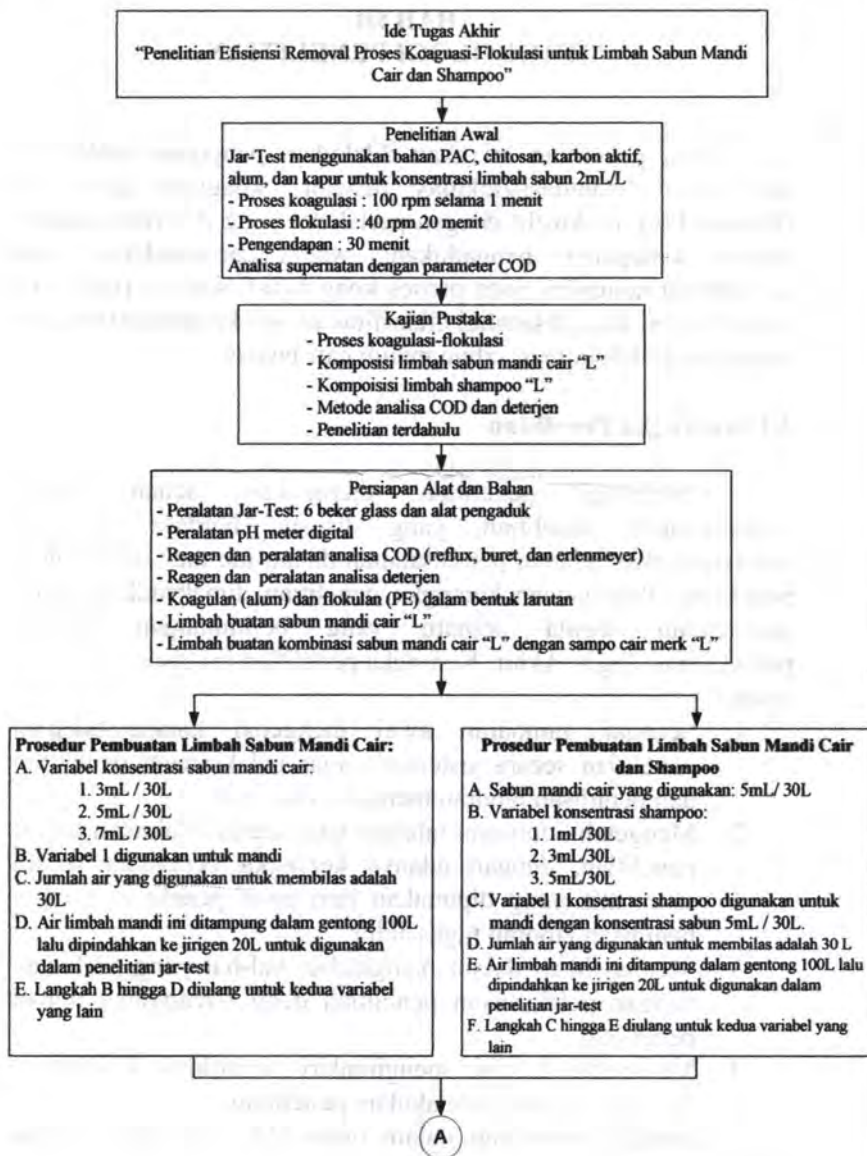
3.1 Kerangka Penelitian

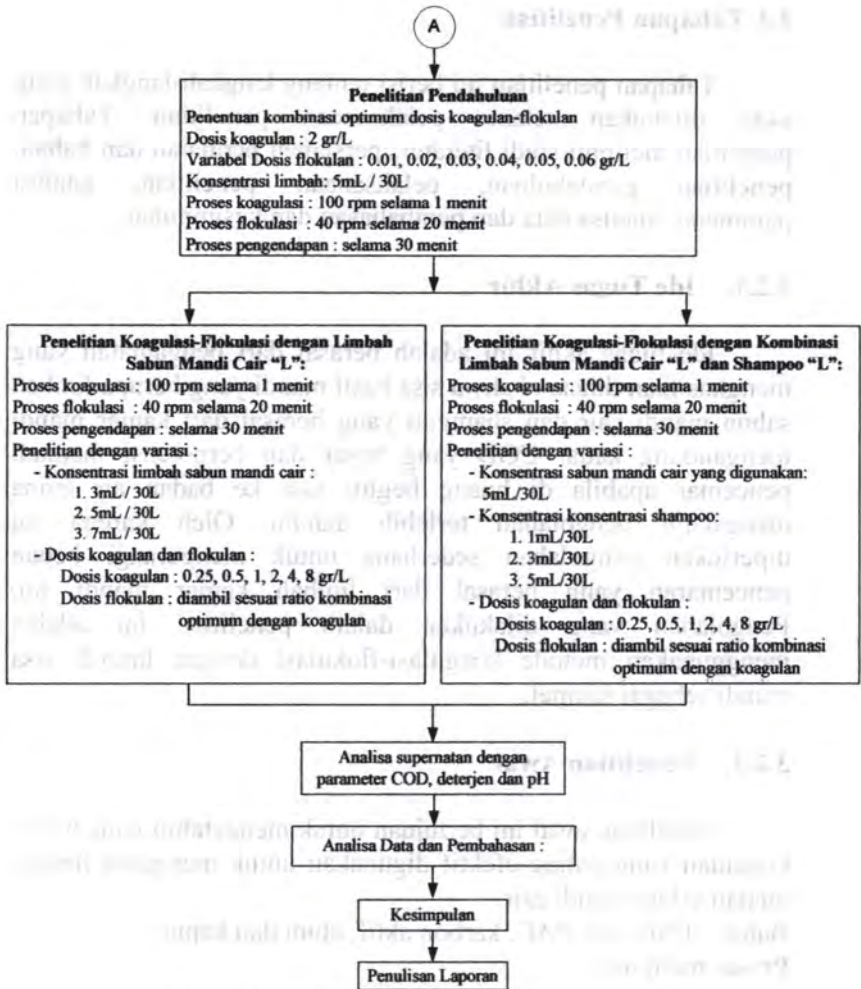
Metodologi penelitian merupakan acuan dalam melaksanakan penelitian, yang disusun berdasarkan pada pemikiran akan adanya permasalahan dalam ide mencapai tujuan penelitian. Penyusunan kerangka penelitian dimaksudkan untuk mengetahui segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan Tugas Akhir. Kerangka penelitian ini disusun dengan tujuan :

1. Sebagai gambaran awal mengenai tahapan-tahapan penelitian secara sistematis agar pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan menjadi sistematis.
2. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian, dengan adanya kerangka penelitian secara sistematis yang digunakan dari awal penelitian sampai penulisan laporan tugas akhir.
3. Memudahkan dalam mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian demi tercapainya tujuan penelitian.
4. Memperkecil dan menghindari terjadinya kesalahan-kesalahan selama melakukan penelitian.

Kerangka penelitian dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1







Gambar 3.1 Bagan Alir Metodologi Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini berisi tentang langkah-langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, persiapan peralatan dan bahan, penelitian pendahuluan, pelaksanaan penelitian, analisa parameter, analisa data dan pembahasan dan kesimpulan.

3.2.1. Ide Tugas Akhir

Ide tugas akhir ini adalah berasal dari pengamatan yang menghasilkan dugaan bahwa sisa hasil mandi yang berupa limbah sabun mandi cair dan shampoo yang berasal dari kamar mandi mengandung kadar COD yang besar dan berpotensi menjadi pencemar apabila di buang begitu saja ke badan air tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu. Oleh karena itu diperlukan pengolahan sederhana untuk mengurangi beban pencemaran yang berasal dari limbah kamar mandi ini. Pengolahan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan limbah sisa mandi sebagai sampel.

3.2.2. Penelitian Awal

Penelitian awal ini bertujuan untuk mengetahui jenis bahan koagulan yang paling efektif digunakan untuk mengolah limbah buatan sabun mandi cair.

Bahan : Chitosan, PAC, karbon aktif, alum dan kapur

Proses meliputi :

- Proses koagulasi : 100 rpm selama 1 menit
- Proses flokulasi : 40 rpm 20 menit
- Pengendapan : 30 menit

Dari supernatan yang telah dipisahkan dari hasil koagulasi-flokulasi dan sedimentasi dilakukan analisa parameter COD. Dari hasil analisa parameter COD dapat diketahui bahwa koagulan

yang paling besar efisiensi removalnya adalah alum dengan removal hingga 85,07%. Dengan demikian alum digunakan sebagai koagulan dalam penelitian ini.

3.2.3. Kajian Pustaka

Kajian pustaka awal sampai akhir penelitian untuk menunjang jalannya penelitian, guna memperoleh dasar teori yang jelas dan kuat untuk penelitian dan juga dalam pelaksanaan analisis dan pembahasan sehingga pada akhirnya diperoleh suatu kesimpulan dari hasil penelitian ini. Sumber pustaka yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku teks, jurnal penelitian, internet, penelitian pendahuluan dan lain sebagainya yang berupa pustaka mengenai koagulasi-flokulasi, limbah sabun mandi cair, limbah shampoo, dan beberapa topik lain yang mendukung penelitian.

3.2.4. Persiapan Peralatan dan Bahan

Alat-alat yang dipersiapkan adalah :

1. Peralatan jar-test (Gambar 3.2)

Meliputi Jar Test Aparatus dan Beakerglass 1000 mL.



(a)

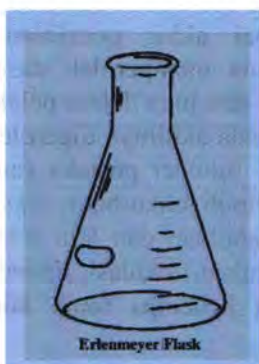


(b)

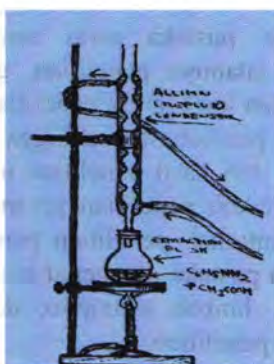
Gambar 3.2 Beakerglass (a) dan Jar Test Aparatus (a)

2. Peralatan dan reagen analisa COD (Gambar 3.3)

Peralatan dan reagen untuk analisa COD ini meliputi reflux, buret erlenmeyer 250 mL, HgSO_4 , dikromat, AgSO_4 , indikator ferroin dan larutan FAS.



(a)



(b)

Gambar 3.3 Erlenmeyer (a) dan Reflux (b)

3. Peralatan dan reagen analisa deterjen

Peralatan :

- ✓ Spektrofotometer
- ✓ Timbangan analitik
- ✓ Corong pemisah 250 mL
- ✓ Labu ukur 100 mL ; 500 mL; 1000 mL
- ✓ Gelas piala 200 mL
- ✓ Pipet volimetrik 1,0 mL

Bahan :

Larutan Indikator Fenolftalin, Larutan NaOH 1 N, Larutan H_2SO_4 1 N, Larutan Biru Metilen, Kloroform, Larutan Pencuci, H_2O_2 30%, Isopropil alkohol ($i\text{-C}_3\text{H}_7\text{OH}$), Serabut kaca (*glass wool*)

4. Peralatan analisa pH (Gambar 3.4)

Bahan : Larutan penyangga 4, 7 dan 10

Peralatan : pH meter digital



Gambar3.4 pH meter

Sedangkan bahan yang harus dipersiapkan untuk penelitian adalah :

1. Koagulan Alum dan Flokulan PE.
2. Limbah buatan sabun mandi cair “L”.
3. Limbah buatan kombinasi sabun mandi cair “L” dan shampoo “L”.

3.2.5. Prosedur Pembuatan Limbah

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan limbah buatan yang karakteristiknya diupayakan mendekati karakteristik limbah sabun mandi cair dan shampoo yang sebenarnya. Proses meliputi :

- ❖ Prosedur pembuatan limbah sabun mandi cair
 - A. Variabel konsentrasi sabun mandi cair:
 1. 3mL / 30L
 2. 5mL / 30L
 3. 7mL / 30L
 - B. Variabel 1 digunakan untuk mandi
 - C. Jumlah air yang digunakan untuk membilas adalah

30L

- D. Air limbah mandi ini ditampung dalam gentong 100L lalu dipindahkan ke jirigen 20L untuk digunakan dalam penelitian jar-test
- E. Langkah B hingga D diulang untuk kedua variabel yang lain

❖ **Prosedur pembuatan limbah sabun mandi cair dan shampoo**

- A. Sabun mandi cair yang digunakan: 5mL/ 30L
- B. Variabel konsentrasi shampoo:
 - 1. 1mL/30L
 - 2. 3mL/30L
 - 3. 5mL/30L
- C. Variabel 1 konsentrasi shampoo digunakan untuk mandi dengan konsentrasi sabun 5mL / 30L.
- D. Jumlah air yang digunakan untuk membilas adalah 30 L
- E. Air limbah mandi ini ditampung dalam gentong 100L lalu dipindahkan ke jirigen 20L untuk digunakan dalam penelitian jar-test
- F. Langkah C hingga E diulang untuk kedua variabel yang lain

3.2.6. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bermaksud untuk mengetahui kombinasi koagulan dan flokulan yang optimum yang nantinya digunakan untuk proses penelitian koagulasi-flokulasi.

Proses penelitian dilakukan dengan:

- Dosis koagulan : 2 gram/liter
Koagulan yang dibubuhkan adalah alum dalam bentuk serbuk, dimana pembubuhannya dilakukan pada awal pengadukan cepat.
- Dosis flokulan : 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 gram/liter

Flokulan yang dibubuhkan adalah flokulan PE yang masih berbentuk serbuk, dimana pembubuhannya dilakukan pada beberapa detik akhir dari pengadukan cepat agar flokulan dapat tercampur merata.

- Konsentrasi limbah sabun mandi "L" : 5 mL/ 30 L
- Proses koagulasi : 100 rpm selama 1 menit
- Proses flokulasi : 40 rpm selama 20 menit
- Pengendapan : 30 menit

Setelah proses pengendapan, maka dilakukan analisa COD, deterjen dan pH. Hasil yang didapat dari percobaan pendahuluan yang removalnya paling besar merupakan kombinasi dosis koagulasi-flokulasi yang optimum.

3.2.7. Pelaksanaan Penelitian Inti

Sistem yang digunakan dalam penelitian inti adalah batch. Penelitian inti ini dilakukan secara 2 tahap yakni untuk limbah sabun mandi cair "L" dan selanjutnya untuk limbah sabun mandi cair "L" dengan shampoo "L".

❖ Penelitian Koagulasi-Flokulasi dengan limbah sabun mandi cair "L"

- Proses koagulasi: 100 rpm selama 1 menit.
- Proses flokulasi: 40 rpm selama 20 menit.
- Proses pengendapan: selama 30 menit.
- Penelitian dengan variasi :

▪ Konsentrasi limbah sabun mandi cair :

✓ 3mL / 30L

✓ 5mL / 30L

✓ 7mL / 30L

▪ Dosis koagulan dan flokulan :

✓ Dosis Koagulan: 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 gr/L.

Koagulan yang dibubuhkan adalah alum dalam bentuk serbuk, dimana pembubuhannya dilakukan pada awal pengadukan cepat.

- ✓ Dosis flokulan: diambil sesuai ratio kombinasi optimum dengan koagulan. Flokulan yang dibubuhkan adalah flokulan yang sudah dibuat dalam bentuk larutan dimana pembubuhannya dilakukan pada beberapa detik akhir pengadukan cepat agar flokulan dapat tercampur merata.
- ❖ Penelitian Koagulasi-Flokulasi dengan Kombinasi Limbah Sabun Mandi Cair "L" dan Limbah Shampoo "L"
 - Proses koagulasi: 100 rpm selama 1 menit
 - Proses flokulasi: 40 rpm selama 20 menit
 - Proses pengendapan: selama 30 menit
 - Penelitian dengan variasi :
 - Konsentrasi sabun mandi cair yang digunakan: 5mL/30L
 - Konsentrasi limbah sabun mandi cair :
 - ✓ 1mL/30L
 - ✓ 3mL/30L
 - ✓ 5mL/30L
 - Dosis koagulan dan flokulan :
 - ✓ Dosis Koagulan: 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 gr/L
Koagulan yang dibubuhkan adalah alum dalam bentuk serbuk, dimana pembubuhannya dilakukan pada awal pengadukan cepat.
 - ✓ Dosis flokulan: diambil sesuai ratio kombinasi optimum dengan koagulan
Flokulan yang dibubuhkan adalah flokulan yang sudah dibuat dalam bentuk larutan dimana pembubuhannya dilakukan pada beberapa detik akhir pengadukan cepat agar flokulan dapat tercampur merata.

3.2.8. Prosedur Analisa Parameter

Analisa akhir air limbah ini untuk mengetahui kandungan air limbah yang telah mengalami pengolahan dengan koagulasi-flokulasi. Parameter yang diukur adalah COD, deterjen, dan pH. Prosedur untuk melakukan analisa parameter ini dimasukkan ke dalam lampiran A.

3.2.9. Tahapan Analisis Data dan Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian pendahuluan, penelitian inti dan analisa parameter, maka dilakukan analisis data dan pembahasan terhadap data yang diperoleh dari hasil analisa parameter COD, deterjen dan pH. Analisis data dan pembahasan ini dilakukan untuk mendapatkan:

1. Kombinasi optimum antara dosis koagulan dan flokulan.
2. Dosis koagulan-flokulan yang paling efisien dari berbagai variabel pada proses koagulasi-flokulasi untuk mengolah limbah sabun mandi cair.
3. Dosis koagulan-flokulan yang paling efisien dari berbagai variabel pada proses koagulasi-flokulasi untuk mengolah limbah sabun mandi cair dan shampoo.
4. Pengaruh penambahan shampoo terhadap dosis optimum koagulan-flokulan untuk mengolah limbah sabun mandi cair.

Metode analisis data dan pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan analisis data dan pembahasan, dilakukan pengumpulan dan pengolahan data sehingga memudahkan untuk melakukan analisis dan pembahasan. Dalam pengolahan data ini dilakukan penghitungan efisiensi removal dengan rumus: $\left(\frac{C_o - C}{C_o}\right) \times 100\%$

Keterangan: C_o : Konsentrasi COD atau surfaktan

dalam Blanko

C : Konsentrasi COD atau surfaktan dalam supernatan setelah koagulasi-flokulasi dan sedimentasi

2. Hasil dari pengolahan data ini berupa grafik yang ditampilkan pada bab analisis data dan pembahasan.
3. Data-data yang masih berupa tabel dicantumkan di dalam lampiran laporan ini.

3.2.10. Batasan Kriteria Kelayakan Efisiensi Removal Proses Koagulasi dan Flokulasi pada Beberapa Variasi Konsentrasi Limbah

Pada penelitian ini, dosis penambahan koagulan alum dan flokulan polyelectrilit (PE) yang paling efisien terhadap efisiensi removal COD dan konsentrasi Surfaktan setiap variasi dosis per variasi limbah dipilih berdasarkan batasan-batasan berikut ini:

1. Efisiensi removal COD dan surfaktan dari berbagai variasi konsentrasi limbah minimal 70 %. Apabila tidak terpenuhi sampai 70 %, maka dipilih removal yang paling tinggi dan paling mendekati 70%.
2. Apabila terdapat efisiensi removal COD dan surfaktan yang hampir sama atau sama, maka dipilih yang penggunaannya dosis koagulan-flokulannya lebih rendah.
3. Dipilih efisiensi removal yang pH akhirnya paling mendekati 7 (netral) agar tidak perlu ditambahkan pengolahan tambahan untuk mengolah pH yang rendah.

3.2.11. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan didasarkan data yang diperoleh dari penelitian inti dan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'.

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam analisis data dan pembahasan ini terdapat beberapa aspek yang akan dijelaskan lebih lanjut antara lain penentuan kombinasi optimum antara dosis koagulan dan flokulan, penentuan efisiensi removal yang layak dari proses koagulasi-flokulasi dengan berbagai variabel koagulan-flokulan untuk limbah sabun mandi cair, dan penentuan efisiensi removal yang layak dari proses koagulasi-flokulasi dengan berbagai variabel koagulan-flokulan untuk limbah sabun mandi cair dan shampoo.

4.1. Pengaruh Koagulasi-Flokulasi terhadap Destabilisasi Emulsi

Secara alami air dan minyak sulit untuk bersatu, dimana minyak akan selalu terapung di atas permukaan air karena berat jenis minyak lebih ringan daripada berat jenis air. Namun, bila ditambahkan suatu pengemulsi (emulgator) ke dalam kedua cairan tersebut maka air dan minyak akan bercampur dan membentuk emulsi cair. Kebanyakan emulsi adalah dispersi air dalam minyak, dan dispersi minyak dalam air, maka zat pengemulsi yang digunakan harus dapat larut dengan baik di dalam air maupun minyak. Salah satu jenis pengemulsi adalah surfaktan. Surfaktan memiliki dua bagian yang berbeda yaitu bagian polar dan non-polar. Bagian polar berupa senyawa ion, sedangkan bagian non-polarnya berupa gugus rantai karbon. Bagian polar akan berinteraksi kuat dengan air, sedangkan bagian non-polar akan berinteraksi dengan minyak. Dengan demikian surfaktan akan menyebabkan terjadinya emulsi. Dalam emulsi yang distabilkan oleh ion surfaktan, jenis muatan partikel terdispersi tergantung pada ion amfifatiknya. (Rosen, 1978)

Pada percobaan jarrest dengan menggunakan alum pada sistem emulsi minyak dalam air, didapatkan adanya minyak yang lepas dari sistem emulsi dan kembali memisah dari fasa cair ketika dilakukan koagulasi dan flokulasi. Minyak yang lepas dari emulsi, menunjukkan bahwa emulsi tidak stabil dan pecah akibat adanya gangguan sistem emulsi dari luar. Sistem emulsi minyak dalam air ini akan mengalami deemulsifikasi jika pada sistem tersebut diberi ion positif melalui penambahan alum.

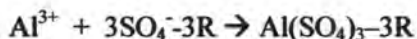
Sistem emulsi minyak dalam air, merupakan sistem dispersi butiran-butiran minyak (non polar) pada medium pendispersi yaitu air (polar). Minyak terdispersi stabil pada medium yang sangat berbeda kepolarannya tersebut diakibatkan adanya zat penstabil, yang terorientasi pada antar muka keduanya, yaitu Sodium Laureth Sulfat (SLS). Surfaktan ini mempunyai gugus aktif yang selalu berorientasi pada antar muka zat. Gugus aktif surfaktan bersifat polar pada struktur kepalanya dan non polar pada struktur ekornya. Dalam menstabilkan emulsi minyak dalam air, bagian kepala terorientasi pada permukaan air (polar-polar) dan bagian ekor terorientasi pada minyak (non polar-non polar).

Sabun mandi cair "L" memiliki bahan aktif surfaktan yakni *Sodium Laureth Sulfate* (SLS), sedangkan shampoo "L" memiliki bahan aktif surfaktan berupa *Ammonium Lauryl Sulfat* (ALS). Kedua bahan tersebut memiliki gugus aktif permukaan yang bersifat anionik (bermuatan negatif pada sisi polarnya). Gugus aktif ini akan menstabilkan sistem emulsi dengan membungkus butiran minyak dan menyebabkan emulsi bermuatan negatif. Masing-masing butiran emulsi akan saling menolak karena mempunyai muatan permukaan yang sama, sehingga akan mencegah terbentuknya agregat. Kestabilan emulsi ini akan tetap jika tidak ada pengaruh apapun dari luar misalnya penambahan asam atau basa, atau zat-zat lain dan ion-ion yang masuk ke dalam sistem emulsi. Ion-ion masuk ke dalam sistem emulsi salah satunya adalah akibat dari penambahan koagulan. Suatu zat kimia dapat digunakan sebagai agregat

partikel koloid dengan menghancurkan ikatan yang membuat koloid stabil. (Benefield dkk, 1982)

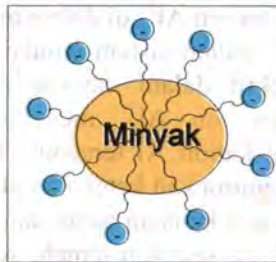
Pada penambahan aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ke dalam larutan akan terbentuk ion Al^{3+} . Karena adanya ion tersebut dalam larutan surfaktan akan masuk ke dalam sistem emulsi dan mengganggu kestabilan emulsi yang ada dengan merubah orientasi gugus aktif surfaktan. Gugus aktif surfaktan tidak terorientasi pada antar muka fasa minyak dan fasa air, tetapi akan terjadi ikatan dengan ion-ion Al^{3+} di dalam air.

Adanya ion Al^{3+} dalam sistem emulsi akan menyebabkan surfaktan kurang efektif dalam menstabilkan emulsi minyak dalam air. Masuknya ion Al^{3+} menyebabkan gugus aktif surfaktan terikat pada kation Al tersebut. Terikatnya surfaktan pada ion Al^{3+} akan menurunkan ketebalan atmosfer pada emulsi. Akibatnya, kepolaran emulsi akan turun dan gaya tolak-menolak antar butiran emulsi juga semakin lemah, sehingga akan mudah terbentuk agregat. Didalam air, koagulan alum (ion Al^{3+}) akan bereaksi dengan gugus aktif surfaktan (ion SO_4^- -R) dengan persamaan reaksi untuk Sodium Laureth Sulfate (SLS) ataupun Ammonium Lauryl Sulfate (ALS) sebagai berikut:

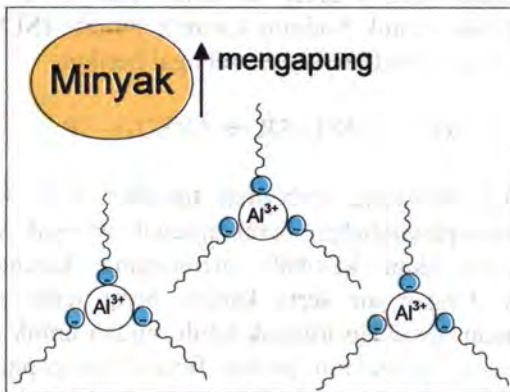


$\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \text{-} 3\text{R}$ yang terbentuk tersebut akan mengendap karena adanya penambahan berat agregat. Minyak yang lepas dari surfaktan akan kembali mengapung karena berbeda polaritasnya dengan air serta karena berat jenis yang lebih ringan. Dengan demikian minyak lebih mudah untuk dipisahkan dari air karena mengalami proses flotasi (pengapungan). Hal inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan konsentrasi COD dan surfaktan antara blanko dengan limbah yang telah ditambahkan koagulan dan flokulan ke dalamnya. Dimana pada blanko, yang terambil pada sebagai supernatan adalah emulsi dari minyak, surfaktan dan air. Sedangkan pada limbah yang telah mengalami deemulsifikasi karena penambahan koagulan-

flokulan, yang terambil sebagai supernatan hanya air, surfaktan dan alum yang belum mengendap. Minyak tidak lagi terambil sebagai supernatan karena setelah mengalami proses deemulsifikasi, minyak tersebut terlepas dari emulsi dan kembali mengapung di atas permukaan air (sehingga terjadi flotasi). Proses terjadinya deemulsifikasi minyak dalam air oleh penambahan alum dapat dilihat pada gambar berikut.



(a). Terjadinya proses emulsifikasi



(b). Deemulsifikasi Gugus Sulfat

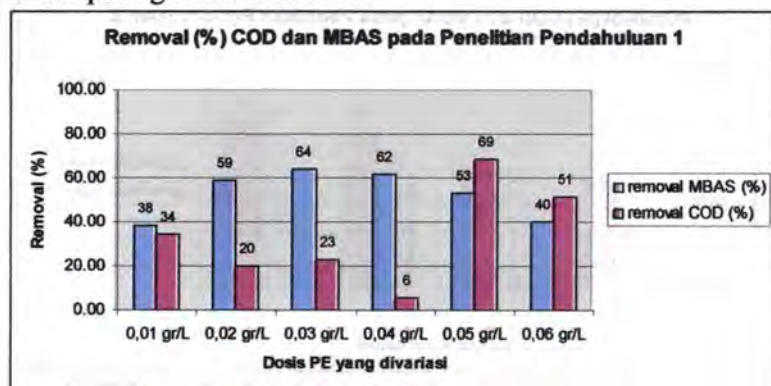
Gambar 4.1. Proses Deemulsifikasi Minyak dalam Air

Fungsi dari flokulan PE adalah untuk membantu memperbesar ukuran partikel yang sudah terbentuk, dimana kinerja PE tidak terpengaruh oleh adanya muatan. Ikatan antara

partikel koloid dan koagulan serta flokulan tersebut akan menjadi suatu senyawa yang lebih kompleks dan stabil sehingga membentuk ukuran yang lebih besar yang kemudian terendapkan dengan lebih baik. Oleh karena hal tersebut, baik konsentrasi surfaktan maupun COD juga mengalami penurunan.

4.2. Penentuan Kombinasi optimum antara dosis koagulan dan flokulan

Untuk penentuan perbandingan kombinasi optimum antara koagulan dan flokulan dilakukan penelitian pendahuluan dengan menggunakan jar test secara batch. Dimana limbah buatan dibuat dengan menggunakan 5 mL sabun mandi cair untuk mandi dengan air sebanyak 30 L sehingga terbentuk konsentrasi sebesar 0,167 mL/L. Lalu dilakukan koagulasi-flokulasi dengan menggunakan jar test. Koagulan yang dipakai (alum) adalah dengan konsentrasi 2 gr/L. Sedangkan variasinya adalah flokulan PE (polyelectrolite) dengan berbagai konsentrasi sebesar 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06 gr/L. Sehingga dalam penelitian pendahuluan ini yang dibandingkan adalah efisiensi removal (%) COD berdasarkan variasi dosis flokulan dalam dosis koagulan yang sama. Hasil analisis efisiensi removal (%) COD dapat dilihat pada gambar berikut ini.

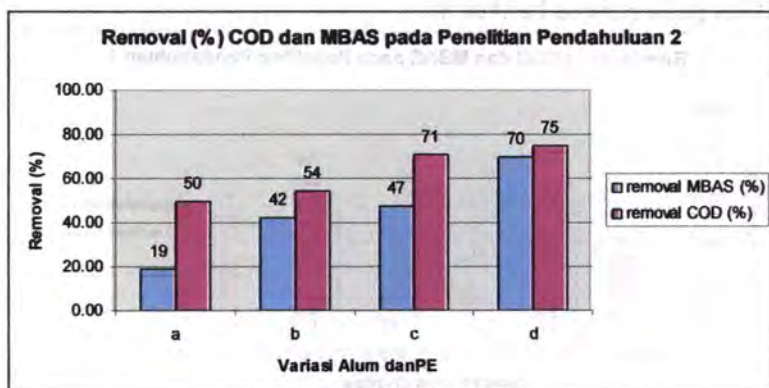


Gambar 4.2. Grafik Efisiensi Removal (%) COD dan MBAS pada Penelitian Pendahuluan 1

Dari gambar di atas terlihat bahwa belum adanya efisiensi removal dari salah satu variasi dosis alum dan PE yang mencapai 70 %, sehingga dilakukan penelitian pendahuluan kembali. Pada penelitian pendahuluan kedua ini variasi alum dan PE didasarkan pada variasi alum dan PE dengan efisiensi removal terbesar pada penelitian pendahuluan pertama yaitu alum 2 gr/L dan PE 0,05 gr/L. Pada Tabel 4.1 berikut adalah variasi dosis alum dan PE pada penelitian pendahuluan kedua. Sedangkan pada Gambar 4.3 adalah efisiensi removal COD dan MBAS yang dihasilkan dari jartest yang dilakukan.

Tabel 4.1 Variasi Dosis Alum dan PE pada Penelitian Pendahuluan 2

| Variasi Alum dan PE | alum | PE |
|---------------------|------|-------|
| a | 4 | 0,05 |
| b | 1 | 0,05 |
| c | 2 | 0,1 |
| d | 2 | 0,025 |

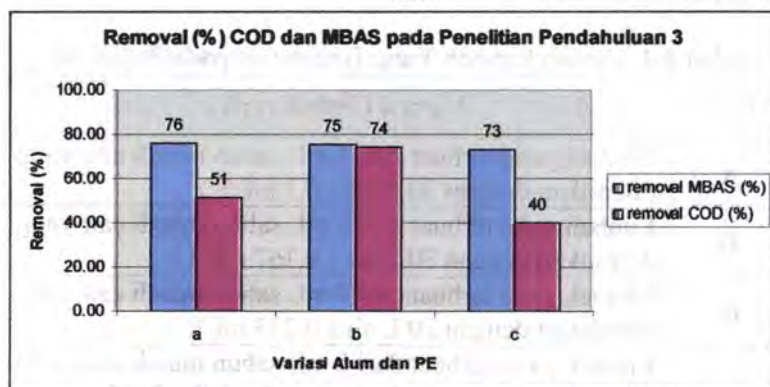


Gambar 4.3. Grafik Efisiensi Removal (%) COD dan MBAS pada Penelitian Pendahuluan 2

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa efisiensi removal terbesar pada variasi dosis d yaitu alum 2 gr/L dan PE 0,025 gr/L. Meskipun telah mencapai efisiensi removal di atas 70%, namun masih ada kemungkinan untuk mendapatkan variasi kombinasi yang lebih optimum. Sehingga dilakukan penelitian pendahuluan ketiga dengan menggunakan variasi dosis PE seperti pada Tabel 4.2 berikut. Kemudian didapatkan hasil efisiensi removal COD dan MBAS yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

Tabel 4.2 Variasi Dosis Alum dan PE pada Penelitian Pendahuluan 3

| Variasi Alum dan PE | alum | PE |
|---------------------|------|----------|
| a | 2 | 0.0125 |
| b | 2 | 0.00625 |
| c | 2 | 0.003125 |



Gambar 4.4. Grafik Efisiensi Removal (%) COD dan MBAS pada Penelitian Pendahuluan 3

Dari gambar diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan efisiensi penurunan COD, kombinasi optimum untuk koagulan dan flokulan (alum : PE) adalah sebesar 2 : 0,00625 atau 1:0,003125. Sehingga untuk proses penelitian selanjutnya

digunakan perbandingan alum dan PE sesuai dengan kombinasi optimum. Perbandingan dosis dalam beberapa variasi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.3. Variasi Dosis Alum dan PE

| No. | Dosis Alum (gr/L) | Dosis PE (mg/L) |
|-----|-------------------|-----------------|
| I | 0,25 | 0,00078125 |
| II | 0,5 | 0,0015625 |
| III | 1 | 0,003125 |
| IV | 2 | 0,00625 |
| V | 4 | 0,0125 |
| VI | 8 | 0,025 |

Adapun variasi limbah yang nantinya digunakan dalam penelitian ini tertera pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4. Variasi Limbah Yang Digunakan pada Penelitian

| Simbol | Variasi Limbah (gr/L) |
|----------|---|
| A | Limbah yang terbuat dari 3 mL sabun mandi cair yang dilarutkan dengan 30 L air (0,1 mL/L) |
| B | Limbah yang terbuat dari 5 mL sabun mandi cair yang dilarutkan dengan 30 L air (0,167 mL/L) |
| C | Limbah yang terbuat dari 7 mL sabun mandi cair yang dilarutkan dengan 30 L air (0,233 mL/L) |
| D | Limbah yang terbuat dari 5 mL sabun mandi cair yang dilarutkan dengan 30 L air (0,167 mL/L) dan 1 mL Shampoo yang dilarutkan dengan 30 L air yang sama (0,033 mL/L) |
| E | Limbah yang terbuat dari 5 mL sabun mandi cair yang dilarutkan dengan 30 L air (0,167 mL/L) dan 3 mL Shampoo yang dilarutkan dengan 30 L air yang sama (0,1 mL/L) |

| Simbol | Variasi Limbah (gr/L) |
|--------|---|
| F | Limbah yang terbuat dari 5 mL sabun mandi cair yang dilarutkan dengan 30 L air (0,167 mL/L) dan 5 mL Shampoo yang dilarutkan dengan 30 L air yang sama (0,167 mL/L) |

Pada setiap variasi limbah dibuat satu blanko dengan konsentrasi limbah yang sama. Pada blanko tersebut tidak ditambahkan koagulan dan flokulan, namun tetap mengalami perlakuan yang sama mulai dari pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit, pengadukan lambat 40 rpm selama 20 menit, hingga sedimentasi selama 30 menit.

4.3. Pengaruh Penambahan Koagulan dan Flokulan Terhadap Efisiensi Removal COD

Pada subbab ini dibahas tentang pengaruh penambahan koagulan alum dan flokulan PE terhadap efisiensi removal COD dan surfaktan pada proses koagulasi dan flokulasi limbah sabun mandi cair dan shampoo. Sehingga dapat diketahui efisiensi removal terbaik dari penambahan koagulan dan flokulan pada beberapa variasi konsentrasi limbah buatan yang mengandung sabun mandi cair saja atau sabun mandi cair dengan shampoo. Untuk lebih jelasnya tentang pengaruh penambahan koagulan dan flokulan dapat dilihat pada sub-subbab berikut.

Pada pembahasan kali ini, akan diketahui besarnya efisiensi penyisihan bahan organik dalam proses koagulasi-flokulasi secara batch dengan mengukur perubahan kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dari larutan limbah yang diteliti.

Untuk penentuan pengaruh penambahan dosis koagulan dan flokulan maka konsentrasi limbah divariasikan dengan beberapa dosis koagulan dan flokulan. Pada limbah A, konsentrasi awal COD dalam blanko adalah sebesar 421 mg/L. Pada limbah B,

konsentrasi awal COD dalam blanko adalah sebesar 448 mg/L. Pada limbah C, konsentrasi awal COD dalam blanko adalah sebesar 314 mg/L. Pada limbah D, konsentrasi awal COD dalam blanko adalah sebesar 504 mg/L. Pada limbah E, konsentrasi awal COD dalam blanko adalah sebesar 496 mg/L. Pada limbah F, konsentrasi awal COD dalam blanko adalah sebesar 480 mg/L.

Konsentrasi COD yang terukur dalam analisa parameter menunjukkan jumlah surfaktan dan minyak yang berasal dari tubuh. Surfaktan akan mengubah sifat partikel dari hidrofil menjadi lebih bersifat hidrofob, kemudian adanya laju udara dari pengadukan yang berfungsi sebagai pengikat partikel yang memiliki sifat permukaan hidrofobik menyebabkan terjadinya proses flotasi. Flotasi ini menyebabkan emulsi dan surfaktan yang ada menjadi mengambang di permukaan air. Sementara itu, yang diambil sebagai sampel adalah yang berada di bagian tengah beaker glass sehingga sampel yang diambil ini tidak dapat mewakili kondisi blanko secara keseluruhan (tidak representatif) karena blanko tidak homogen. Hal ini menyebabkan nilai awal parameter COD menjadi bervariasi.

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi removal COD dan surfaktan beserta contoh perhitungan efisiensi removal COD pada variasi limbah A dan variasi dosis I.

efisiensi removal dengan rumus : $\left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) \times 100\%$

Keterangan: C_0 : Konsentrasi COD atau surfaktan dalam Blanko
 C : Konsentrasi COD atau surfaktan dalam supernatan setelah koagulasi-flokulasi dan sedimentasi

Contoh Perhitungan efisiensi removal COD pada variasi limbah A dan variasi dosis I:

Konsentrasi COD awal : 421 mg/L

Konsentrasi COD dalam supernatan : 89,6 mg/L

$$\text{Efisiensi Removal COD} = \left(\frac{421 - 89,6}{421} \right) \times 100\% = 78,72\%$$

Hasil perhitungan efisiensi removal (%) kadar COD lainnya dapat dilihat pada tabel berikut. Pada tabel berikut disajikan data efisiensi removal COD pada setiap variasi limbah dan variasi dosis koagulan dan flokulan. (Perhitungan efisiensi removal ada di lampiran B)

Tabel 4.5. Efisiensi Removal (%) COD

| Variasi Dosis Alum dan PE | Efisiensi removal (%) COD | | |
|---------------------------|---------------------------|------------------|------------------|
| | Variasi limbah A | Variasi limbah B | Variasi limbah C |
| I | 78.72 | 89.96 | 74.20 |
| II | 70.31 | 85.00 | 85.67 |
| III | 85.04 | 97.00 | 71.46 |
| IV | 76.48 | 97.00 | 71.46 |
| V | 19.24 | 70.09 | 97.13 |
| VI | 58.43 | 64.06 | 68.47 |

Lanjutan Tabel 4.5.

| Variasi Dosis Alum dan PE | Efisiensi removal (%) COD | | |
|---------------------------|---------------------------|------------------|------------------|
| | Variasi limbah D | Variasi limbah E | Variasi limbah F |
| I | 90.93 | 70.97 | 68.33 |
| II | 81.86 | 75.81 | 73.33 |
| III | 89.09 | 79.03 | 76.67 |
| IV | 78.23 | 79.03 | 81.67 |

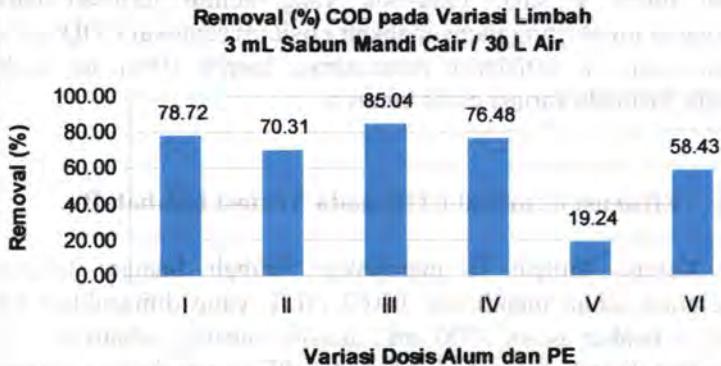
| Variasi Dosis Alum dan PE | Efisiensi removal (%) COD | | |
|---------------------------|---------------------------|------------------|------------------|
| | Variasi limbah D | Variasi limbah E | Variasi limbah F |
| V | 79.96 | 85.48 | 81.67 |
| VI | 76.39 | 83.87 | 76.67 |

Besarnya variasi dosis alum dan PE mengacu pada Tabel 4.3. Sedangkan untuk besarnya variasi konsentrasi limbah mengacu pada Tabel 4.4.

4.3.1. Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah A

Pada proses ini disediakan 6 beaker glass yang berisi 1000 mL larutan limbah A, dimana dibuat dengan konsentrasi 3 mL sabun mandi cair / 30 L air (0,1 mL/L), dimana hasil analisis awal yang diketahui konsentrasi COD dalam blanko sebesar 421 mg/L. Kemudian masing-masing beaker glass ditambahkan dengan alum dan PE dengan variasi 0,25:0,00078125 mg/L; 0,5:0,0015625 mg/L; 1:0,003125 mg/L; 2:0,00625 mg/L; 4:0,0125 mg/L dan 8:0,025 mg/L. Setelah itu dilakukan pengadukan menggunakan jar test pada kecepatan 100 rpm (1 menit), 40 rpm (20 menit), dan dibiarkan mengendap selama 30 menit. Secara visual flok yang terbentuk berwarna putih dan sebagian besar mengendap di dasar beaker glass, sedangkan pada permukaan larutan terdapat lapisan flok yang tipis dan berwarna putih. Dari variasi dosis I sampai III terdapat endapan putih yang semakin meningkat jumlahnya yang diikuti dengan penipisan lapisan putih yang ada pada permukaan, dan endapan menurun pada variasi dosis IV serta terjadi penebalan lapisan putih di permukaan. Pada variasi dosis V dan VI hanya terdapat sedikit endapan putih, tetapi lapisan putih yang terdapat permukaan menjadi lebih banyak. Pada variasi dosis V masih banyak terdapat flok yang melayang meskipun telah mengalami proses sedimentasi selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pengambilan larutan yang bening (supernatan) yaitu

bagian tengah dari beaker glass untuk dilakukan analisis COD. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.5. Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah A

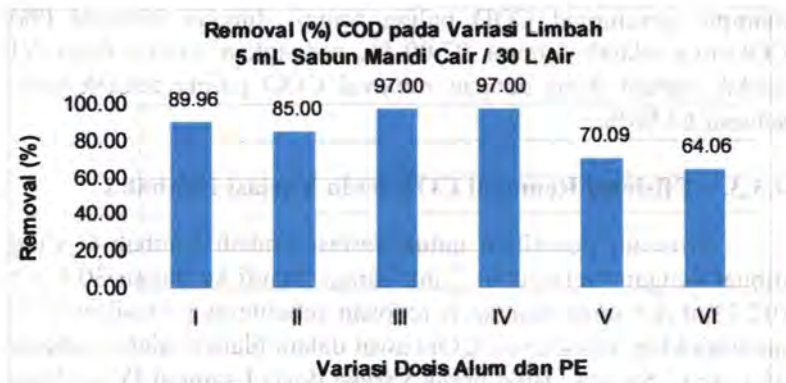
Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa semakin banyak alum yang dibubuhkan ke dalam larutan surfaktan tidak selalu berbanding lurus dengan besarnya removal COD. Hal ini terbukti dengan turunnya persen removal pada variasi V dan VI. Penurunan ini dikarenakan jumlah ion Al^{3+} yang ada dalam larutan terlalu banyak sehingga dimungkinkan yang seharusnya ion Al^{3+} tersebut dapat mengikat 3 ion negatif dari koloid tidak lagi mengikat ion negatif.

Dosis yang mampu meremoval COD paling tinggi pada variasi dosis III yakni 1 gr/L:0,003125 gr/L penambahan alum dan PE, removal (%) COD tertinggi yang didapat pada variasi limbah 3 mL sabun mandi cair / 30 L air (0,1 mL/L) adalah sebesar 85,04%. Pada variasi dosis III ini diduga jumlah ion-ion negatif dari partikel surfaktan dan minyak dari badan yang terikat oleh ion positif dari Al lebih banyak daripada variasi limbah yang lain sehingga removalnya menjadi yang paling besar. Sedangkan pada variasi dosis V efisiensi removalnya sangat kecil dibandingkan variasi dosis yang lain. Hal ini terjadi karena pada

saat pengambilan supernatan masih banyak terdapat flok yang melayang di area supernatan meskipun telah mengalami proses sedimentasi selama 30 menit. Kejadian ini hanya terjadi pada variasi dosis V saja. Flok-flok yang belum terpisah dari supernatan inilah yang menyebabkan efisiensi removal COD pada variasi dosis V (efisiensi removalnya hanya 19%) ini jauh berbeda daripada variasi dosis lainnya.

4.3.2. Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah B

Variasi limbah B merupakan limbah buatan dengan konsentrasi sabun mandi cair 0,167 mL/L yang dimasukkan ke dalam 6 beaker glass 1000 mL, masing-masing sebanyak 1L. Kemudian ditambahkan dosis alum dan PE sesuai dengan variasi dosis, kemudian dilakukan pengadukan dengan menggunakan jar test sesuai prosedur yang telah ditentukan. Dimana hasil analisis awal yang diketahui konsentrasi COD dalam blanko sebesar 448 mg/L. Secara visual mirip dengan variasi limbah A, flok yang terbentuk dan mengendap berwarna putih sedangkan pada permukaan larutan terdapat lapisan putih yang tipis. Endapan putih semakin banyak seiring dengan peningkatan dosis alum dan PE yang diberikan mulai dari variasi dosis I hingga variasi dosis IV. Pada variasi dosis V dan VI, tidak terdapat endapan putih tetapi terjadi penebalan lapisan putih yang terdapat di permukaan larutan. Jumlah endapan yang terbentuk lebih banyak daripada endapan yang terbentuk pada variasi limbah pertama. Selanjutnya dilakukan pengambilan larutan supernatan untuk dilakukan analisis COD. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.6. Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah B

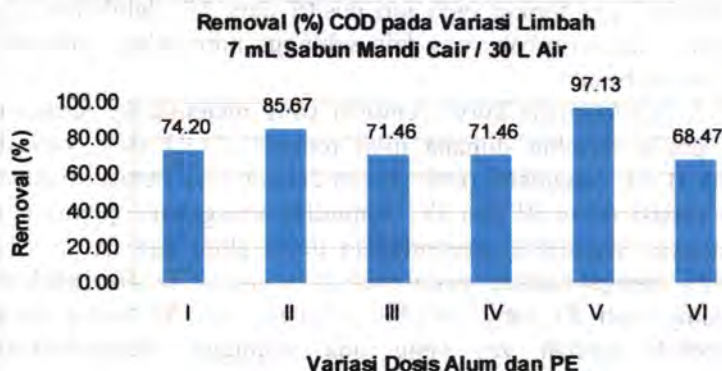
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa variasi dosis alum dan PE yang mampu meremoval COD paling besar adalah variasi dosis III dan IV dengan dosis penambahan alum dan PE 1gr/L: 0,003125gr/L dan 2gr/L:0,00625gr/L. Efisiensi removal COD pada variasi limbah B ini sama-sama sebesar 97,00%. Pada variasi dosis III dan IV ini diduga jumlah ion-ion negatif dari partikel surfaktan dan minyak (kotoran yang terikat surfaktan) dari badan yang terikat oleh ion positif dari Al^{3+} lebih banyak daripada variasi limbah yang lain sehingga removalnya menjadi yang paling besar.

Kecenderungan kurva removal yang melengkung terdapat pada grafik tersebut dimana nilai removal COD pada variasi limbah B ini mengalami peningkatan dengan titik puncak berada pada variasi dosis III dan IV, kemudian mengalami penurunan setelahnya. Sedangkan penambahan dosis alum dan PE secara berlebih mengakibatkan penurunan removal COD dikarenakan banyaknya ion Al yang berlebih sehingga ion Al hanya akan menambah jumlah zat yang ada sehingga meningkatkan konsentrasi COD dalam limbah. Melalui pengamatan visual juga dibuktikan dengan adanya endapan dan lapisan busa yang cukup banyak pada variasi III dan IV tersebut. Variasi dosis III dan IV

mampu meremoval COD paling tinggi, dimana removal (%) COD-nya adalah sebesar 97,00 %, sedangkan variasi dosis VI adalah variasi dosis dengan removal COD paling rendah yaitu sebesar 64,06%.

4.3.3. Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah C

Prosedur penelitian untuk variasi limbah Limbah C yang dibuat dengan melarutkan 7 mL sabun mandi ke dalam 30 L air (0,233mL/L) sama dengan percobaan sebelumnya. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi COD awal dalam blanko adalah sebesar 314 mg/L. Secara visual untuk variasi dosis I sampai IV terdapat endapan flok berwarna putih di bagian dasar beaker glass. Tebalnya endapan yang terbentuk meningkat seiring dengan penambahan dosis alum dan PE. Paling banyak endapannya adalah variasi dosis II dan menurun pada variasi dosis V. Sedangkan pada variasi dosis VI tidak terdapat endapan flok tetapi terdapat lapisan putih di bagian permukaan larutan. Pada variasi dosis ini larutan menjadi lebih keruh daripada larutan pada variasi dosis I hingga V. Kekeruhan ini disebabkan oleh adanya ion Al^{3+} berlebih yang ada pada larutan. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.7. Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah C

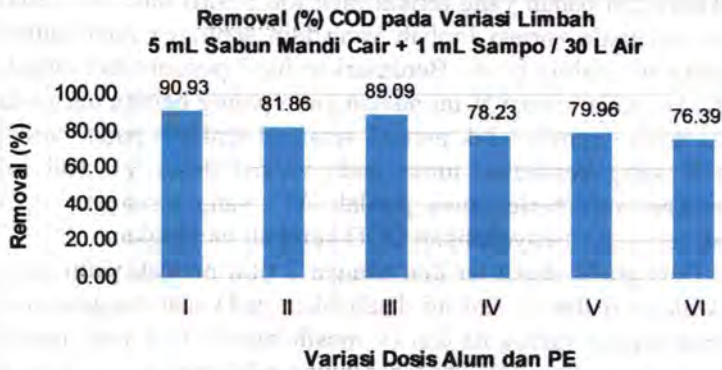
Pada variasi limbah C, variasi dosis yang mampu meremoval COD paling tinggi adalah variasi dosis V dengan dosis penambahan alum dan PE 4 gr/L:0,0125 gr/L, dimana didapat removal (%) COD tertinggi pada variasi limbah C adalah sebesar 97,13 %. Pada variasi dosis V ini diduga jumlah ion-ion negatif dari partikel surfaktan dan minyak (kotoran yang terikat surfaktan) dari badan yang terikat oleh ion positif dari Al^{3+} lebih banyak daripada variasi limbah yang lain sehingga removalnya menjadi yang paling besar. Berdasarkan hasil pengamatan visual, supernatan pada variasi V ini adalah yang paling bening daripada variasi dosis lainnya. Titik puncak removal terdapat pada variasi dosis V yang kemudian turun pada variasi dosis VI. Hal ini disebabkan oleh berlebihnya jumlah Al^{3+} yang terdapat dalam limbah sehingga menyebabkan COD kembali meningkat.

Dari grafik dapat terlihat adanya 2 titik puncak yaitu pada variasi dosis II dan V, hal ini disebabkan pada saat pengambilan supernatan pada variasi III dan IV masih banyak flok yang masih melayang (belum terendapkan) meskipun telah mengalami proses sedimentasi selama 30 menit dan flok tersebut ikut terambil sehingga removal variasi dosis III dan IV lebih kecil daripada variasi II.

4.3.4. Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah D

Prosedur penelitian untuk variasi limbah D ini pada dasarnya sama dengan percobaan sebelumnya, namun terdapat penambahan variasi limbah shampoo. Dimana limbah tersebut dibuat dengan melarutkan 5 mL sabun mandi cair ke dalam 30 L air (0,167 mL/L) dan 1 mL shampoo ke dalam 30 L air yang sama (0,033 mL/L), dimana hasil analisis awal yang diketahui konsentrasi COD dalam blanko sebesar 504 mg/L. Secara visual pada variasi dosis I hingga III terdapat endapan putih yang semakin tebal seiring dengan penambahan dosis dan lapisan putih yang terdapat di permukaan larutan. Pada variasi IV hingga VI tidak terdapat endapan putih, namun terdapat lapisan putih di

permukaan lapisan yang semakin tebal seiring dengan penambahan dosis. Selain itu, juga terdapat kekeruhan pada variasi dosis IV hingga VI, dimana pada variasi VI terjadi kekeruhan yang paling tinggi. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.8. Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah D

Variasi dosis I merupakan dosis yang mampu meremoval COD paling tinggi, dimana efisiensi removal (%) COD tertinggi adalah sebesar 90,93 %. Hal ini disebabkan banyaknya ion-ion negatif dari partikel surfaktan dan minyak (kotoran yang terikat surfaktan) dari badan yang terikat oleh ion positif dari Al^{3+} daripada variasi limbah yang lain sehingga removal variasi dosis I ini menjadi yang paling besar.

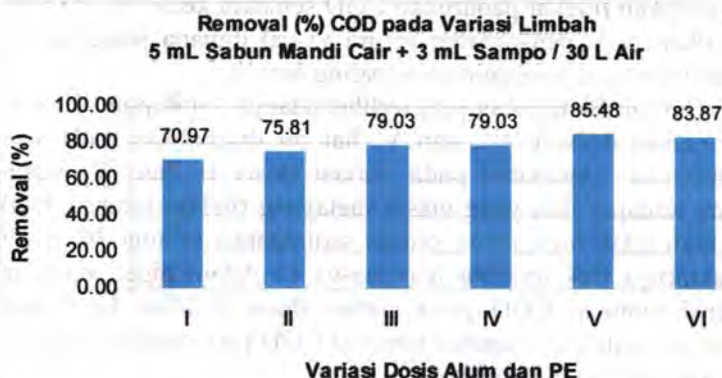
Dari grafik di atas terlihat bahwa titik puncak (dosis yang layak) berada pada variasi dosis I dan menurun pada penambahan dosis koagulan-flokulan berikutnya. Berdasarkan teori tentang koagulasi-flokulasi, kurva removal biasanya meningkat hingga dosis yang layak kemudian mengalami penurunan setelah dosis yang layak tercapai. Dengan demikian diduga bahwa dosis yang layak berada pada dosis yang lebih rendah dari pada variasi dosis I. Penambahan dosis alum dan PE secara berlebihan

menyebabkan tingkat penurunan COD semakin kecil, hal ini juga dibuktikan pada pengamatan secara visual dimana pada variasi limbah I endapan yang terbentuk paling banyak.

Dari grafik tersebut juga terlihat adanya 3 titik puncak yaitu pada variasi dosis I, III, dan V, hal ini disebabkan pada saat pengambilan supernatan pada variasi dosis II dan IV masih banyak terdapat flok yang masih melayang (belum terendapkan) meskipun telah mengalami proses sedimentasi selama 30 menit dan akhirnya flok tersebut ikut masuk ke dalam pipet sehingga efisiensi removal COD pada variasi dosis II lebih kecil dari variasi dosis III dan efisiensi removal COD pada variasi dosis IV lebih kecil daripada variasi V.

4.3.5. Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah E

Pada Variasi limbah E, didapat hasil analisis awal konsentrasi COD dalam blanko sebesar 496 mg/L. Konsentrasi limbah yang digunakan pada variasi limbah E ini adalah 5 mL sabun mandi cair yang dilarutkan pada 30 L air (0,167 mL/L) dan 3 mL shampoo yang dilarutkan pada 30 L air yang sama (0,1 mL/L). Secara visual pada seluruh variasi dosis terdapat endapan putih dan terdapat lapisan putih di permukaan larutan. Endapan putih yang terbentuk lebih banyak daripada variasi limbah sebelumnya. Lapisan putih di permukaan yang paling tebal ada pada variasi dosis VI. Semakin besar penambahan dosis maka semakin tebal pula lapisan putih di permukaan larutan dan semakin sedikit pula endapan putih yang terbentuk. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



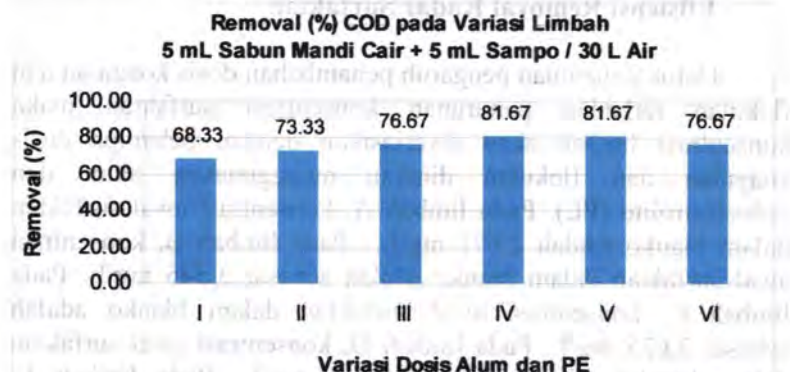
Gambar 4.9. Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah E

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa efisiensi removal (%) COD tertinggi pada variasi limbah E ini adalah sebesar 85,48 % yang dicapai oleh variasi dosis V. Dengan demikian titik puncak removal berada pada variasi dosis V tersebut dimana alum bekerja secara optimal yang dibuktikan dengan tingginya efisiensi removal yang terjadi pada variasi dosis V ini. Bentuk grafik hasil koagulasi-flokulasi yang melengkung ini sesuai dengan bentuk grafik removal proses koagulasi menurut Sundstrom and Klei (1979). Pada saat sebelum titik puncak, efisiensi removal lebih kecil karena banyak ion-ion negatif dari partikel surfaktan dan minyak (kotoran yang terikat surfaktan) dari badan yang belum terikat oleh ion positif dari Al^{3+} sehingga efisiensi removalnya lebih kecil dari dosis yang layak. Setelah dosis yang layak, efisiensi removal juga mengalami penurunan karena jumlah Al^{3+} telah berlebih sehingga menyebabkan konsentrasi COD kembali meningkat. Variasi dosis dengan efisiensi removal COD terendah adalah variasi dosis I dimana removalnya adalah sebesar 70,97%. Rata-rata efisiensi removal COD yang didapatkan pada hasil proses koagulasi-flokulasi ini adalah berkisar dari 70-85%. Besarnya removal ini melebihi

kriteria yang telah disebutkan oleh Pari (2002) yaitu sekitar 40-70%.

4.3.6. Efisiensi Removal COD pada Variasi Limbah F

Hasil analisis awal konsentrasi COD dalam blanko sebesar 480 mg/L. Konsentrasi limbah yang digunakan pada variasi limbah F ini adalah 5 mL sabun mandi cair yang dilarutkan pada 30 L air (0,167 mL/L) dan 5 mL shampoo yang dilarutkan pada 30 L air yang sama (0,167 mL/L). Secara visual pada seluruh variasi dosis terdapat endapan putih dan terdapat lapisan putih di permukaan larutan. Endapan putih yang terbentuk lebih banyak daripada variasi limbah sebelumnya. Lapisan putih di permukaan yang paling tebal ada pada variasi dosis VI. Semakin besar penambahan dosis maka semakin tebal pula lapisan putih di permukaan larutan dan semakin sedikit pula endapan putih yang terbentuk. Penambahan dosis juga menyebabkan meningkatnya kekeruhan yang terjadi. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.10. Grafik Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah F



Dari grafik dapat dilihat removal (%) COD tertinggi adalah sebesar 81,67 % dimana didapat dari variasi dosis IV dan V, dengan perbandingan alum dan PE sebesar 2 gr/L:0,00625 gr/L dan 4 gr/L: 0,0125 gr/L. Dengan demikian terdapat dua titik puncak removal yaitu variasi dosis IV dan V dimana pada kedua variasi dosis tersebut alum bekerja secara optimal yang dibuktikan dengan tingginya removal yang terjadi pada kedua variasi dosis ini. Pada saat sebelum titik puncak, efisiensi removal lebih kecil karena banyak ion-ion negatif dari partikel surfaktan dan minyak (kotoran yang terikat surfaktan) dari badan yang belum terikat oleh ion positif dari Al^{3+} sehingga efisiensi removalnya lebih kecil dari dosis yang layak. Setelah dosis yang layak, efisiensi removal juga mengalami penurunan karena jumlah Al^{3+} telah berlebih sehingga menyebabkan konsentrasi COD kembali meningkat. Variasi dosis dengan efisiensi removal COD terendah adalah variasi dosis I dimana removalnya adalah sebesar 68,33%.

4.4. Pengaruh Dosis Koagulan dan Flokulan Terhadap Efisiensi Removal Kadar Surfaktan

Untuk penentuan pengaruh penambahan dosis koagulan dan flokulan terhadap penurunan konsentrasi surfaktan maka konsentrasi limbah akan divariasikan dengan beberapa dosis koagulan dan flokulan dimana menggunakan alum dan polyelectrolite (PE). Pada limbah A, konsentrasi awal surfaktan dalam blanko adalah 2,671 mg/L. Pada limbah B, konsentrasi awal surfaktan dalam blanko adalah sebesar 3,545 mg/L. Pada limbah C, konsentrasi awal surfaktan dalam blanko adalah sebesar 2,625 mg/L. Pada limbah D, konsentrasi awal surfaktan dalam blanko adalah sebesar 2,811 mg/L. Pada limbah E, konsentrasi awal surfaktan dalam blanko adalah sebesar 5,147 mg/L. Pada limbah F, konsentrasi awal surfaktan dalam blanko adalah sebesar 14,222 mg/L.



Konsentrasi surfaktan yang terukur dalam analisa parameter menunjukkan jumlah surfaktan terdapat dalam larutan limbah. Surfaktan memiliki sifat alami untuk berflotasi karena merupakan zat antar muka. Sehingga surfaktan yang tidak mengikat minyak akan berada di antara permukaan air dan udara. Sementara itu, sampel yang diambil adalah larutan yang berada di bagian tengah beaker glass sehingga sampel yang diambil ini tidak dapat mewakili kondisi blanko secara keseluruhan (tidak representatif) karena blanko tidak homogen. Hal ini menyebabkan nilai awal parameter surfaktan menjadi bervariasi.

Berikut ini adalah contoh perhitungan efisiensi removal surfaktan.

Contoh perhitungan pada efisiensi removal surfaktan pada variasi limbah A dan variasi dosis I:

Konsentrasi surfaktan awal : 2,671 mg/L

Konsentrasi surfaktan dalam supernatan : 1,352 mg/L

$$\text{Efisiensi removal surfaktan} = \left(\frac{2,671 - 1,352}{2,671} \right) \times 100\% = 49,38\%$$

Hasil perhitungan efisiensi removal (%) surfaktan lainnya dapat dilihat pada tabel berikut ini. (Perhitungan efisiensi removal ada di lampiran B)

Tabel 4.6. Efisiensi Removal (%) Surfaktan

| Variasi Dosis Alum dan PE | Efisiensi removal (%) Surfaktan | | |
|---------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|
| | Variasi Limbah A | Variasi Limbah B | Variasi Limbah C |
| I | 49.38 | 65.44 | 17.56 |
| II | 68.44 | 76.67 | 61.83 |
| III | 67.84 | 73.68 | 26.67 |
| IV | 80.34 | 77.57 | 61.83 |

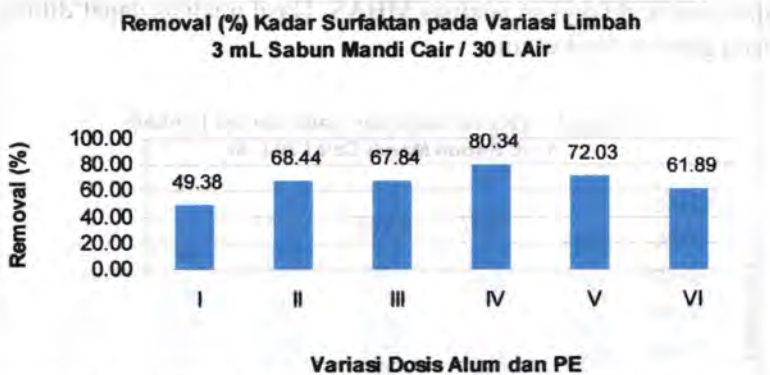
| Variasi Dosis Alum dan PE | Efisiensi removal (%) Surfaktan | | |
|---------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|
| | Variasi Limbah A | Variasi Limbah B | Variasi Limbah C |
| V | 72.03 | 58.73 | 44.88 |
| VI | 61.89 | 46.63 | 61.79 |

Lanjutan Tabel 4.6.

| Variasi Dosis Alum dan PE | Efisiensi removal (%) Surfaktan | | |
|---------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|
| | Variasi Limbah D | Variasi Limbah E | Variasi Limbah F |
| I | 51.19 | 38.49 | 58.83 |
| II | 43.37 | 51.97 | 76.17 |
| III | 31.95 | 51.97 | 73.48 |
| IV | 24.72 | 49.68 | 73.48 |
| V | 10.25 | 34.87 | 80.04 |
| VI | 38.56 | 30.27 | 62.97 |

4.4.1. Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah A

Pada proses ini disediakan 6 beaker glass yang berisi 1000 mL larutan limbah dengan konsentrasi 3 mL sabun mandi cair/30L air (0,1 mL/L), dimana hasil analisis awal yang diketahui kadar surfaktan sebesar 2,671 mg/L. Kemudian masing-masing beaker glass ditambahkan dengan alum dan PE dengan variasi 0,25:0,00078125 mg/L; 0,5:0,0015625 mg/L; 1:0,003125 mg/L; 2:0,00625 mg/L; 4:0,0125 mg/L dan 8:0,025 mg/L. Setelah itu dilakukan pengadukan menggunakan jar test pada kecepatan 100 rpm (1 menit), 40 rpm (20 menit), dan dibiarkan mengendap selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pengambilan larutan yang bening (supernatan) yaitu bagian tengah dari beaker glass untuk dilakukan analisis MBAS. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.11. Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan Pada Variasi Limbah A

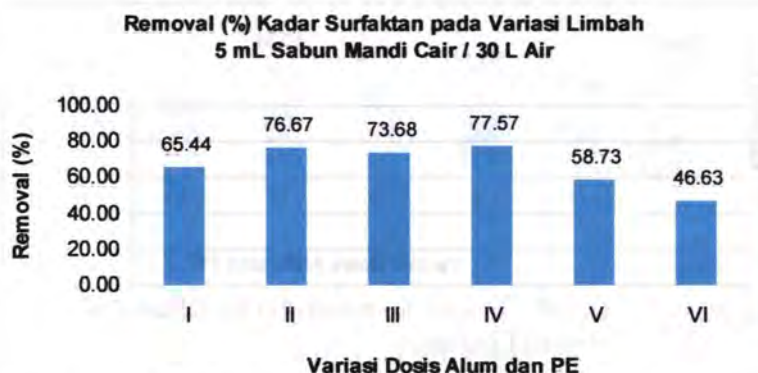
Dari grafik dapat dilihat dosis yang mampu meremoval COD paling tinggi pada variasi dosis IV dengan penambahan alum dan PE sebesar 2gr/L: 0,00625gr/L, efisiensi removal COD tertinggi didapat pada variasi limbah 3 mL sabun mandi cair / 30 L air (0,1mL/L) adalah sebesar 80,34 %. Dengan demikian variasi dosis IV ini merupakan titik puncak dari kurva removal surfaktan tersebut. Hal ini disebabkan banyaknya ion-ion negatif dari surfaktan yang terikat oleh Al^{3+} sehingga efisiensi removalnya pun paling besar daripada variasi dosis lain.

Berdasarkan pengamatan visual juga didapatkan bahwa banyak terdapat flotasi dan endapan flok-flok yang terbentuk selama proses koagulasi-flokulasi pada variasi dosis IV tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pada variasi IV ini banyak terjadi ikatan ion-ion negatif surfaktan dengan Al^{3+} .

4.4.2. Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah B

Prosedur penelitian untuk variasi limbah ini sama dengan prosedur sebelumnya, dimana hasil analisis awal yang diketahui kadar surfaktan sebesar 3,545 mg/L. Selanjutnya dilakukan pengambilan larutan yang bening yaitu bagian tengah dari beaker

glass untuk dilakukan analisis MBAS. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.

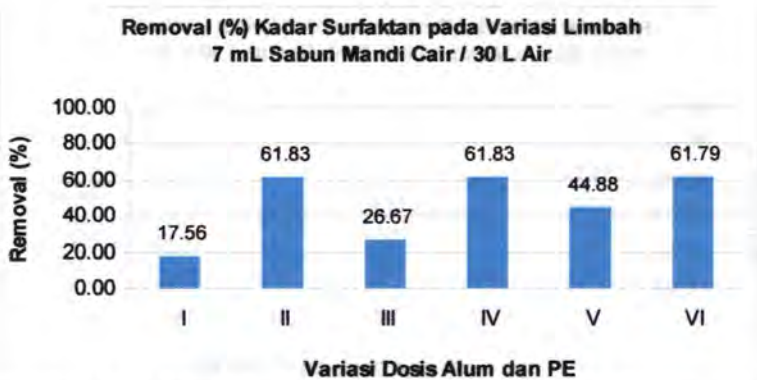


Gambar 4.12. Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah B

Dari grafik dapat dilihat dosis yang mampu meremove COD paling tinggi pada variasi dosis IV, removal (%) COD tertinggi didapat pada variasi limbah 5 mL sabun mandi cair/ 30 L air (0,167 mL/L) adalah sebesar 77,57 %. Secara visual terlihat bahwa pada variasi dosis IV ini supernatan yang terbentuk adalah yang paling jernih daripada supernatan pada variasi dosis lainnya.

4.4.3. Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah C

Prosedur penelitian untuk variasi limbah C yang dibuat dari 7 mL sabun mandi cair yang dilarutkan ke dalam 30 L air (0,233mL/L) sama dengan percobaan sebelumnya diatas, dimana hasil analisis awal yang diketahui kadar surfaktan sebesar 2,625mg/L. Hasil analisis MBAS dapat dilihat pada gambar berikut ini.

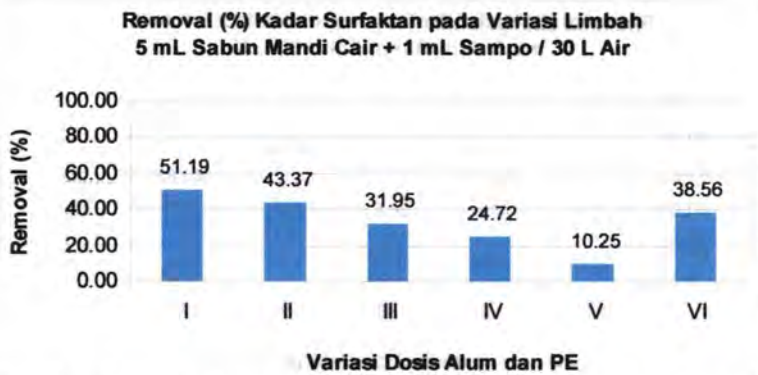


Gambar 4.13. Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah C

Dari gambar di atas dapat terlihat bahwa efisiensi removal surfaktan paling tinggi adalah pada variasi dosis II dan IV dengan penambahan alum dan PE 0,5gr/L: 0,0015625gr/L dan 2gr/L:0,00625gr/L, removal (%) kadar surfaktan tertinggi didapat pada variasi limbah C adalah sama-sama sebesar 61,83%. Pada variasi limbah C ini terdapat tiga puncak yang disebabkan masih banyaknya flok yang melayang (belum terendapkan) meskipun telah mengalami proses sedimentasi selama 30 menit sehingga flok tersebut ikut terbawa ke dalam pipet pada saat pengambilan supernatan dan menyebabkan efisiensi removal COD-nya turun pada variasi dosis III dan IV.

4.4.4. Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah D

Konsentrasi limbah D dibuat dengan melarutkan 5 mL sabun mandi cair ke dalam 30 L air (0,167 mL/L) dan 1 mL shampoo yang dilarutkan ke dalam 30 L air yang sama (0,033mL/L). Dimana hasil analisis awal yang diketahui kadar surfaktan sebesar 2,811 mg/L. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.

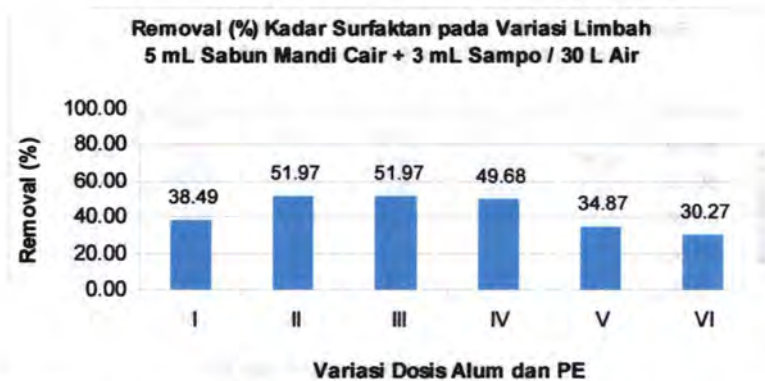


Gambar 4.14. Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah D

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa efisiensi removal (%) surfaktan tertinggi adalah sebesar 51,19 % yang diperoleh pada variasi dosis I dengan penambahan alum dan PE 0,25 gr/L: 0,00078125 gr/L. Variasi dosis I merupakan variasi dosis yang paling kecil, namun merupakan titik puncak dari grafik yang ada sehingga muncul dugaan bahwa dosis yang layak koagulan-flokulan untuk variasi limbah D adalah lebih kecil dari 0,25gr/L: 0,00078125 gr/L.

4.4.5. Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah E

Prosedur penelitian untuk variasi limbah E, dimana hasil analisis awal yang diketahui kadar surfaktan sebesar 5,147 mg/L. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.

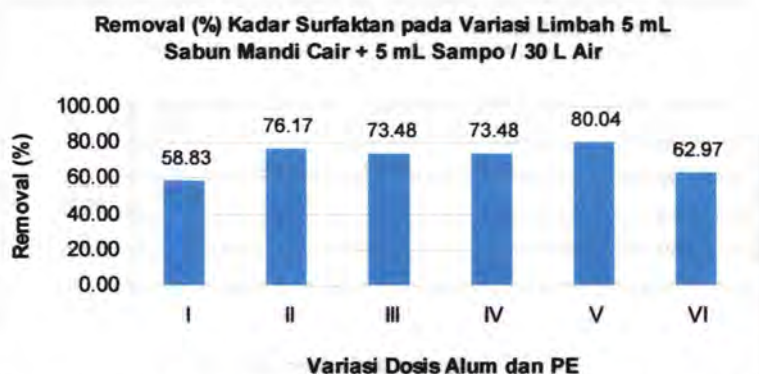


Gambar 4.15. Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah E

Dari grafik dapat dilihat bahwa efisiensi removal (%) surfaktan tertinggi adalah sebesar 51,97 % pada variasi dosis II dan III dengan penambahan alum dan PE 0,5 gr/L:0,0015625 gr/L dan 1 gr/L:0,003125 gr/L. Pada kedua variasi dosis tersebut supernatan yang terbentuk lebih bening daripada variasi dosis yang lain. Ini merupakan tanda bahwa removal yang terjadi pada variasi tersebut adalah yang paling besar.

4.4.6. Efisiensi Removal Surfaktan pada Variasi Limbah F

Hasil analisis awal yang diketahui kadar surfaktan pada variasi limbah ini sebesar 14,222 mg/L. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



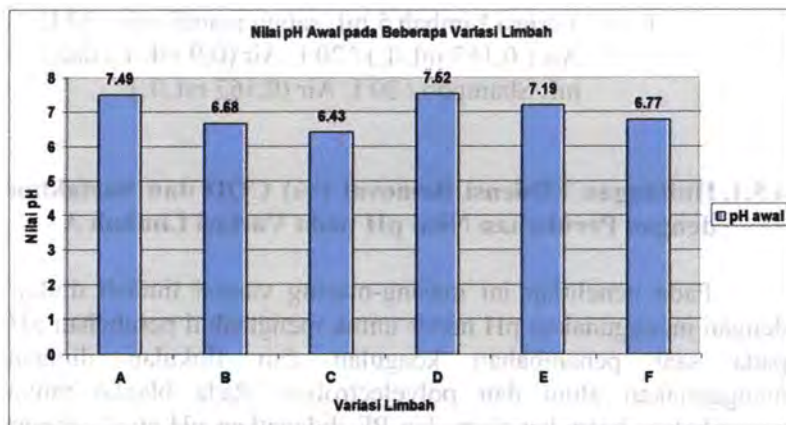
Gambar 4.16. Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Variasi Limbah F

Dari grafik dapat dilihat dosis yang mampu meremoval kadar surfaktan paling tinggi pada variasi dosis V dengan efisiensi removal sebesar 80,04 %. Pada variasi ini ion-ion yang terikat oleh Al^{3+} lebih banyak daripada pada variasi yang lain sehingga removal yang terjadi pun menjadi yang paling besar. Sedangkan pada variasi I hanya terjadi removal sebesar 58,83% yang merupakan removal yang paling kecil.

4.5. Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH

Salah satu faktor yang mempengaruhi kerja alum adalah pH. Untuk mengetahui kerja alum dalam meremoval COD dan kadar surfaktan pada penelitian ini dapat dilihat pada subbab berikut.

Pada gambar berikut ini disajikan data tentang pH awal pada beberapa variasi limbah.



Gambar 4.17. Grafik pH awal pada Beberapa Variasi Limbah

Pada grafik di atas terlihat bahwa nilai pH awal untuk enam variasi limbah adalah berkisar antara 6,43 sampai 7,52. Interval nilai pH awal ini sesuai dengan pH optimum menurut Reynolds and Richards (1995), dimana pH optimum untuk kerja alum adalah 4,5–8,0. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa alum yang ditambahkan pada semua variasi limbah dalam penelitian ini bisa bekerja secara optimum.

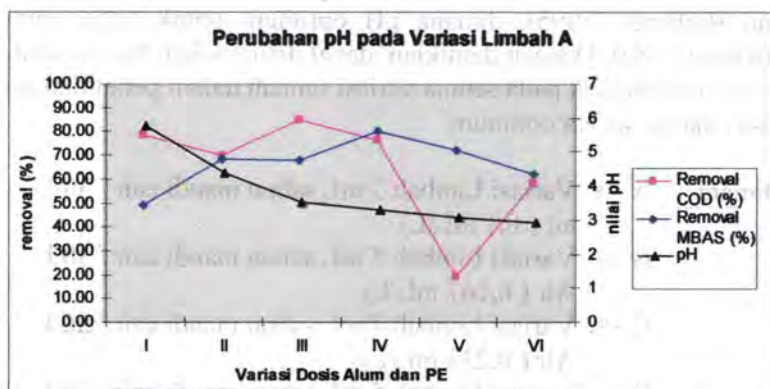
- Dimana :
- A → Variasi Limbah 3 mL sabun mandi cair / 30 L air (0,1 mL/L)
 - B → Variasi Limbah 5 mL sabun mandi cair / 30 L Air (0,167 mL/L)
 - C → Variasi Limbah 7 mL sabun mandi cair / 30 L Air (0,233 mL/L)
 - D → Variasi Limbah 5 mL sabun mandi cair / 30 L Air (0,167 mL/L) dan 1 mL Shampoo / 30 L Air (0,033 mL/L)
 - E → Variasi Limbah 5 mL sabun mandi cair / 30 L Air (0,167 mL/L) dan 3 mL Shampoo / 30 L Air (0,1 mL/L)

F → Variasi Limbah 5 mL sabun mandi cair / 30 L Air (0,167 mL/L) / 20 L Air (0,9 mL/L) dan 5 mL Shampoo / 30 L Air (0,167 mL/L)

4.5.1. Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah A

Pada penelitian ini masing-masing variasi limbah diukur dengan menggunakan pH meter untuk mengetahui perubahan pH pada saat penambahan koagulan dan flokulan dimana menggunakan alum dan polyelectrolyte. Pada blanko tanpa penambahan koagulan alum dan PE didapatkan pH awal sebesar 7,49.

Selanjutnya setelah penambahan alum dan PE dengan variasi dosis yang telah ditentukan didapatkan data nilai COD dan surfaktan serta perubahan pH sebagai berikut.



Gambar 4.18. Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah A

Dari kriteria penentuan dosis yang layak yang telah ditetapkan sebelumnya, didapatkan dosis yang layak penambahan koagulan dan flokulan berdasarkan parameter COD untuk variasi limbah A adalah variasi dosis III. Hal ini dikarenakan pada variasi

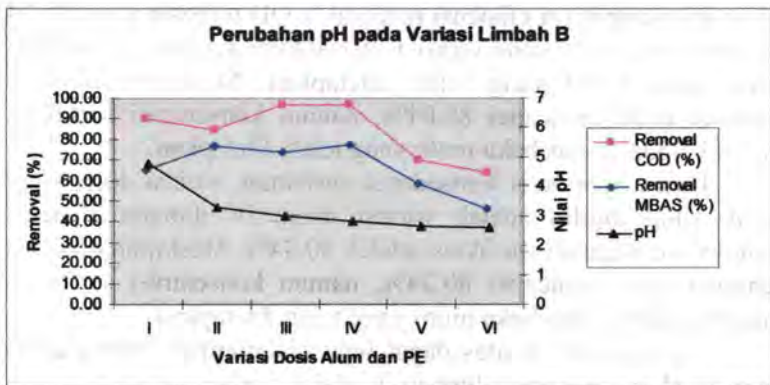
dosis ini mempunyai efisiensi removal COD terbesar yaitu 85,04 % dan merupakan konsentrasi COD akhirnya paling mendekati baku mutu COD yang telah ditetapkan. Meskipun efisiensi removal telah mencapai 85,04%, namun konsentrasi surfaktan masih berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan.

Untuk parameter konsentrasi surfaktan, variasi dosis yang layak yang dipilih adalah variasi dosis IV dimana efisiensi removal konsentrasi surfaktan adalah 80,34%. Meskipun efisiensi removal telah mencapai 80,34%, namun konsentrasi surfaktan masih berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan.

Dari gambar di atas dapat juga disimpulkan bahwa dosis yang layak untuk variasi limbah A adalah variasi dosis IV karena efisiensi removal untuk COD dan surfaktan sama-sama memenuhi kriteria (>70%) meskipun nilai pH nya mendekati 3. Hal ini bisa diatasi dengan dilakukan penambahan kapur untuk meningkatkan nilai pH. Untuk limbah A dengan variasi dosis IV diperoleh efisiensi removal COD 76,48% dan surfaktan 80,34%.

4.5.2. Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah B

Berikut ini adalah data perubahan nilai COD, surfaktan serta perubahan pH pada masing-masing penambahan alum dan PE sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Sedangkan pH awal pada blanko adalah 6,68.



Gambar 4.19. Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah B

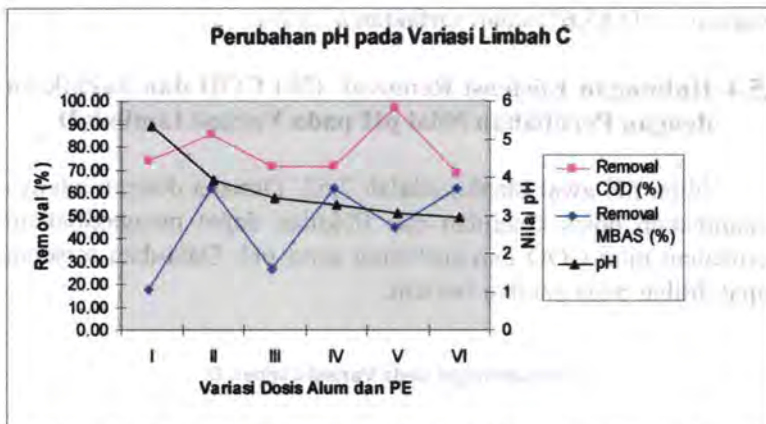
Berdasarkan gambar di atas, untuk parameter COD didapatkan bahwa variasi dosis koagulan-flokulan yang layak adalah variasi dosis III karena efisiensi removalnya yang paling besar. Pada dasarnya hasil efisiensi removal oleh variasi dosis III dan IV adalah sama, namun karena variasi dosis IV menggunakan koagulan-flokulan dua kali lipat lebih besar daripada variasi dosis III maka dipilih variasi dosis III. Selain itu, pH pada variasi III juga lebih mendekati netral.

Sedangkan untuk parameter surfaktan (MBAS) didapatkan bahwa variasi dosis yang layak adalah variasi dosis II karena pada variasi dosis ini mempunyai efisiensi removal surfaktan yang tidak jauh berbeda dengan variasi dosis IV yang mempunyai nilai efisiensi removal tertinggi namun dosis koagulan-flokulan empat kali lipat lebih besar.

Dosis yang layak berdasarkan kedua parameter (COD dan surfaktan) adalah variasi dosis II karena keduanya di atas 70% dan memiliki pH yang lebih besar daripada variasi dosis lain yang memiliki efisiensi removal hampir sama. Untuk limbah B dengan variasi dosis II diperoleh efisiensi removal COD 85,00% dan surfaktan 76,67%.

4.5.3. Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah C

Dengan menggunakan prosedur yang sama didapatkan data perubahan pH setiap variasi dosis. Dimana pH awal untuk blanko tanpa penambahan dosis adalah 6,43. Setelah dilakukan proses koagulasi flokulasi didapatkan nilai COD maupun surfaktan. Data selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.20. Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah C

Berdasarkan gambar di atas, untuk parameter COD didapatkan bahwa variasi dosis koagulan-flokulan yang layak adalah variasi dosis II karena efisiensi removalnya sudah di atas 70% namun penggunaan koagulan-flokulannya 1/8 kali variasi dosis V yang memiliki efisiensi removal paling besar. Demikian juga nilai pH nya, dimana pada variasi dosis II lebih mendekati netral daripada variasi dosis V.

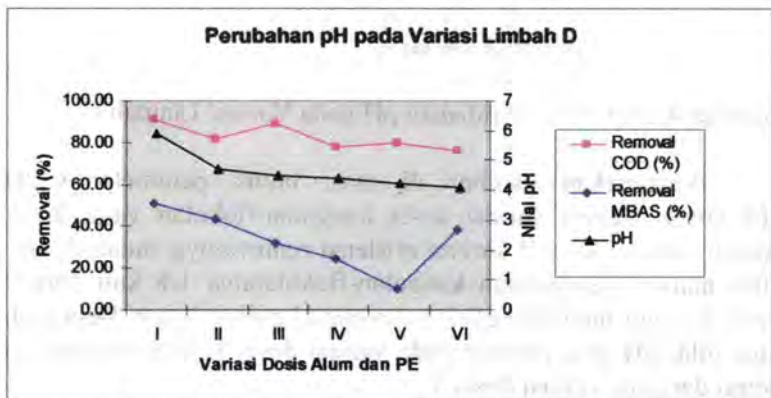
Apabila ditinjau berdasarkan parameter surfaktan, didapatkan bahwa variasi dosis yang layak adalah variasi dosis II karena pada variasi dosis ini mempunyai nilai efisiensi removal surfaktan yang sama dengan variasi dosis IV, namun dosis

koagulan-flokulan 1/4 kali lipat lebih kecil daripada variasi dosis IV.

Dosis yang layak berdasarkan kedua parameter (COD dan surfaktan) adalah variasi dosis II karena memiliki efisiensi removal yang besar (di atas 70% untuk COD dan mendekati 70% untuk surfaktan), memiliki pH yang lebih besar daripada variasi dosis lain yang memiliki efisiensi removal hampir sama atau lebih tinggi, dan penggunaan koagulan-flokulan dalam dosis kecil. Untuk limbah C dengan variasi dosis II diperoleh efisiensi removal COD 85,67% dan surfaktan 61,83%.

4.5.4. Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah D

Nilai pH awal blanko adalah 7,52. Dimana dengan adanya penambahan dosis koagulan dan flokulan dapat mengakibatkan perubahan nilai COD dan surfaktan serta pH. Data-data tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.21. Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah D

Berdasarkan gambar di atas, untuk parameter COD didapatkan bahwa variasi dosis koagulan-flokulan yang layak

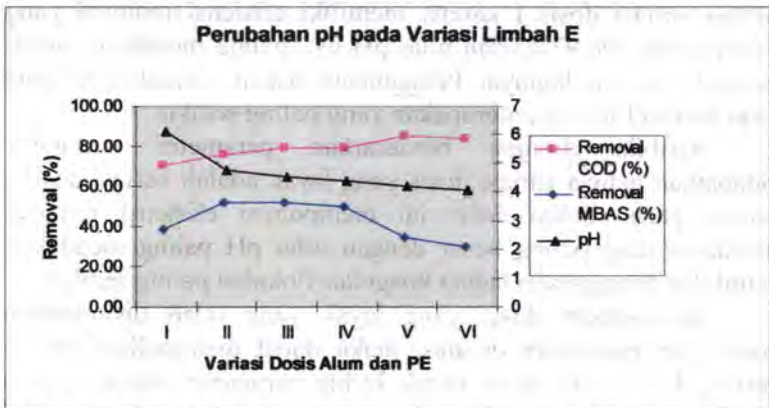
adalah variasi dosis I karena memiliki efisiensi removal yang paling besar (90,93%) dan nilai pH nya paling mendekati netral daripada variasi lainnya. Penggunaan bahan koagulan-flokulan pada variasi I ini juga merupakan yang paling sedikit.

Apabila ditinjau berdasarkan parameter surfaktan, didapatkan bahwa variasi dosis yang layak adalah variasi dosis I karena pada variasi dosis ini mempunyai efisiensi removal surfaktan yang paling besar dengan nilai pH paling mendekati netral dan penggunaan bahan koagulan-flokulan paling sedikit.

Berdasarkan dosis yang layak yang telah disimpulkan untuk tiap parameter di atas, maka dapat disimpulkan bahwa variasi dosis yang layak untuk kedua parameter adalah variasi dosis I yang memiliki efisiensi removal paling besar dengan nilai pH paling mendekati netral dan penggunaan bahan koagulan-flokulan paling sedikit. Untuk limbah D dengan variasi dosis I diperoleh efisiensi removal COD 90,93% dan surfaktan 51,19%.

4.5.5. Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah E

Pengukuran pH dengan menggunakan pH meter ini bertujuan untuk mengetahui perubahan pH setelah penambahan alum dan flokulan sesuai dengan variasi dosis yang telah ditentukan. Sedangkan pH awal sebesar 7,19.



Gambar 4.22. Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah E

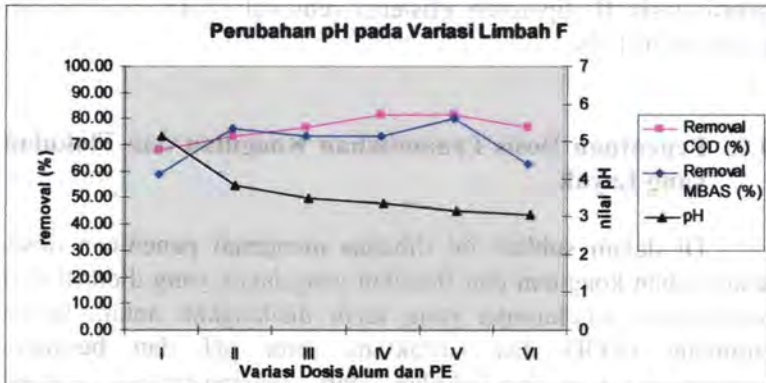
Berdasarkan gambar di atas, untuk parameter COD didapatkan bahwa variasi dosis koagulan-flokulan yang layak adalah variasi dosis II karena efisiensi removalnya sudah di atas 70% namun penggunaan koagulan-flokulannya $1/8$ kali variasi dosis V yang memiliki efisiensi removal paling besar. Demikian juga nilai pH nya, dimana pada variasi dosis II lebih mendekati netral daripada variasi dosis V.

Apabila ditinjau berdasarkan parameter surfaktan, didapatkan bahwa variasi dosis yang layak adalah variasi dosis II karena pada variasi dosis ini mempunyai efisiensi removal surfaktan yang sama dengan variasi dosis III, namun dosis koagulan-flokulan $1/4$ kali lipat lebih kecil daripada variasi dosis III dan nilai pH nya juga lebih mendekati netral.

Dosis yang layak berdasarkan kedua parameter (COD dan surfaktan) adalah variasi dosis II karena memiliki efisiensi removal yang besar (di atas 70% untuk COD dan paling mendekati 70% untuk surfaktan), memiliki pH yang lebih besar daripada variasi dosis lain yang memiliki efisiensi removal hampir sama atau lebih tinggi, dan penggunaan koagulan-flokulan dalam dosis kecil. Untuk limbah E dengan variasi dosis II diperoleh efisiensi removal COD 75,81% dan surfaktan 51,97%.

4.5.6. Hubungan Efisiensi Removal (%) COD dan Surfaktan dengan Perubahan Nilai pH pada Variasi Limbah F

Perubahan dari nilai COD dan kadar surfaktan ini berpengaruh pada perubahan pH. Dimana pH awal blanko adalah sebesar 7,2. Sedangkan data perubahan pH dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.23. Grafik Perubahan pH pada Variasi Limbah F

Berdasarkan gambar di atas, untuk parameter COD didapatkan bahwa variasi dosis koagulan-flokulan yang layak adalah variasi dosis II karena efisiensi removalnya sudah di atas 70% namun penggunaan bahan koagulan-flokulannya 1/4 kali variasi dosis IV dan 1/8 kali variasi dosis V yang memiliki efisiensi removal paling besar. Demikian juga nilai pH nya, dimana pada variasi dosis II nilai pH nya lebih mendekati netral daripada variasi dosis IV dan V.

Apabila ditinjau berdasarkan parameter surfaktan, didapatkan bahwa variasi dosis yang layak adalah variasi dosis II karena efisiensi removalnya sudah di atas 70% namun penggunaan bahan koagulan-flokulannya 1/8 kali variasi dosis V yang memiliki efisiensi removal paling besar. Demikian juga

dengan nilai pH nya, dimana pada variasi dosis II lebih mendekati netral daripada variasi dosis V.

Dosis yang layak berdasarkan kedua parameter (COD dan surfaktan) adalah variasi dosis II karena memiliki efisiensi removal yang besar (di atas 70%), memiliki pH yang lebih mendekati netral daripada variasi dosis lain yang memiliki efisiensi removal hampir sama atau lebih tinggi, dan penggunaan koagulan-flokulan dalam dosis kecil. Untuk limbah F dengan variasi dosis II diperoleh efisiensi removal COD 73,33% dan surfaktan 76,17%.

4.6. Penentuan Dosis Penambahan Koagulan dan Flokulan yang Layak

Di dalam subbab ini dibahas mengenai penentuan dosis penambahan koagulan dan flokulan yang layak yang didapat dari pembahasan sebelumnya yang telah disilangkan antara kedua parameter (COD dan surfaktan) serta pH dan besarnya penggunaan koagulan-flokulan dari masing-masing variasi limbah. Data selengkapnya tentang dosis yang layak dari berbagai variasi limbah dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Pada limbah A yang mengandung sabun mandi cair 0,1 mL/L, dosis Alum dan PE yang layak dibubuhkan masing-masing adalah 2 gr/L dan 0,00625 gr/L dengan efisiensi removal COD 76,48% dan surfaktan 80,34%.
- b. Pada limbah B yang mengandung sabun mandi cair 0,167 mL/L, dosis Alum dan PE yang layak dibubuhkan masing-masing adalah 0,5 gr/L dan 0,0015625 gr/L dengan efisiensi removal COD 85,00% dan surfaktan 76,67%.
- c. Pada limbah C yang mengandung sabun mandi cair 0,233 mL/L, dosis Alum dan PE yang layak dibubuhkan masing-masing adalah 0,5 gr/L dan

- 0,0015625 gr/L dengan efisiensi removal COD 85,67% dan surfaktan 61,83%.
- d. Pada limbah D yang mengandung sabun mandi cair 0,167 mL/L dan 0,033 mL/L shampoo, dosis Alum dan PE yang layak dibubuhkan masing-masing adalah 0,25gr/L dan 0,00078125 gr/L dengan efisiensi removal COD 90,93% dan surfaktan 51,19%.
 - e. Pada limbah E yang mengandung sabun mandi cair 0,167 mL/L dan 0,1 mL/L shampoo, dosis Alum dan PE yang layak dibubuhkan masing-masing adalah 0,5gr/L dan 0,0015625 gr/L dengan efisiensi removal COD 75,81% dan surfaktan 51,97%.
 - f. Pada limbah F yang mengandung sabun mandi cair 0,167 mL/L dan 0,167 mL/L shampoo, dosis Alum dan PE yang layak dibubuhkan masing-masing adalah 0,5 gr/L dan 0,0015625 gr/L dengan efisiensi removal COD 73,33% dan surfaktan 76,17%.

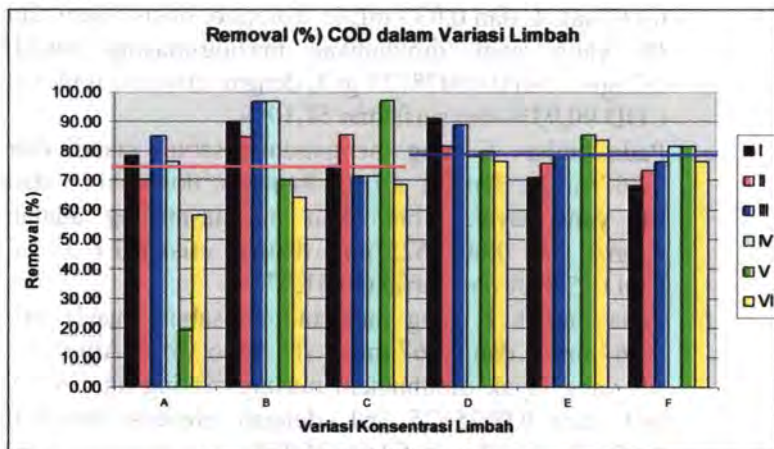
4.7. Pengaruh Penambahan Shampoo Terhadap Dosis Koagulan-Flokulan yang Layak

Pada subbab ini akan dibahas mengenai pengaruh penambahan shampoo terhadap dosis koagulan-flokulan yang layak untuk limbah sabun mandi cair berdasarkan masing-masing parameter COD dan surfaktan. Berikut ini adalah sub-subbab yang menjelaskan mengenai hal tersebut.

4.7.1. Pengaruh Penambahan Shampoo Terhadap Efisiensi Removal Berdasarkan Parameter COD

Hasil analisa penurunan COD dalam berbagai variasi limbah dimasukkan ke dalam grafik untuk mengetahui besar efisiensi removal COD antar variasi limbah. Untuk mengetahui

efisiensi removal (%) COD dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.24. berikut ini.



Keterangan : I, II, III, IV, V dan VI merupakan variasi dosis koagulan dan flokulan.

Gambar 4.24. Grafik Efisiensi Removal (%) COD dalam Semua Variasi Limbah

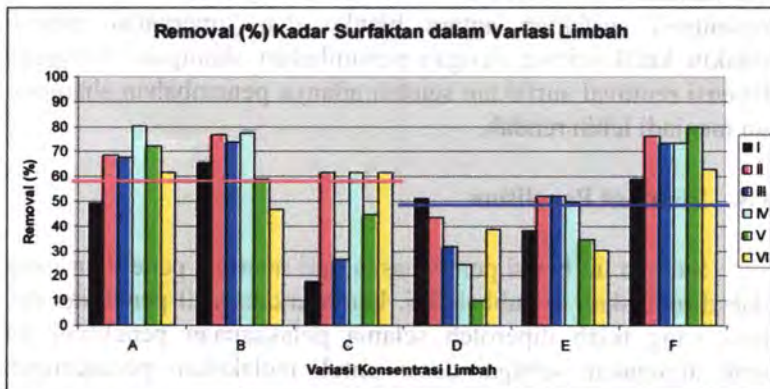
Dari Gambar 4.24. dapat diketahui bahwa nilai rata-rata efisiensi removal COD pada limbah sabun mandi cair saja (75,54% yang ditandai dengan garis merah) lebih rendah daripada rata-rata efisiensi removal COD pada campuran limbah sabun mandi cair dan shampoo (79,39% yang ditandai dengan garis ungu). Hal ini disebabkan oleh pengaruh dari proses deemulsifikasi yang terjadi setelah penambahan koagulan-flokulan. Dimana pada saat shampoo digunakan maka pengotor berupa minyak yang diikat oleh surfaktan dalam air limbah pun bertambah (bukan hanya dari badan, namun juga ada tambahan dari kulit kepala). Apabila jumlah minyak yang diikat oleh surfaktan semakin banyak, maka akan semakin banyak pula minyak yang dilepas ke permukaan air untuk mengalami flotasi pada saat proses deemulsifikasi. Dengan demikian perbedaan

konsentrasi COD pada blanko dengan konsentrasi COD pada supernatan pun menjadi lebih besar bila semakin banyak shampoo yang digunakan. Hal ini yang menyebabkan meningkatnya efisiensi removal COD setelah adanya penambahan shampoo pada air limbah.

Pada limbah campuran sabun mandi cair dan shampoo lebih banyak terbentuk endapan putih di dasar beaker glass saat jartest.

4.7.2. Pengaruh Penambahan Shampoo Terhadap Efisiensi Removal Berdasarkan Parameter Surfaktan

Hasil analisis penurunan konsentrasi surfaktan dalam berbagai variasi limbah dimasukkan ke dalam grafik seperti di bawah ini untuk mengetahui besarnya efisiensi removal surfaktan pada setiap variasi limbah. Untuk mengetahui efisiensi removal (%) surfaktan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Keterangan : I, II, III, IV, V dan VI merupakan variasi dosis koagulan dan flokulan.

Gambar 4.25. Grafik Efisiensi Removal (%) Surfaktan dalam Semua Variasi Limbah

Dari Gambar 4.25. di atas dapat diketahui bahwa nilai rata-rata efisiensi removal surfaktan pada limbah sabun mandi cair saja (59,62% yang ditandai dengan garis merah) lebih tinggi daripada rata-rata efisiensi removal surfaktan pada campuran limbah sabun mandi cair dan shampoo (49,01% yang ditandai dengan garis ungu). Hal ini bertolak belakang dengan yang terjadi pada parameter COD. Hal ini dipengaruhi oleh proses deemulsifikasi yang terjadi. Namun, pengaruh dari proses ini berbeda untuk kedua parameter tersebut. Pada proses deemulsifikasi terjadi pelepasan minyak ke permukaan air, namun surfaktan yang telah terlepas dari minyak tersebut masih berada di area supernatan dan berikatan dengan Al^{3+} untuk mengalami proses sedimentasi. Sementara itu, tidak semua hasil ikatan antara Al^{3+} dengan surfaktan bisa mengendap dengan waktu sedimentasi yang telah ditentukan (30 menit). Sementara itu, penambahan shampoo pada limbah tentunya menambah jumlah surfaktan yang terkandung. Dengan demikian, meskipun telah mengalami proses deemulsifikasi, masih banyak surfaktan yang ikut terambil pada saat pengambilan surfaktan. Hal ini menyebabkan perbedaan konsentrasi surfaktan antara blanko dan supernatan limbah semakin kecil seiring dengan penambahan shampoo. Sehingga efisiensi removal surfaktan setelah adanya penambahan shampoo pun menjadi lebih rendah.

4.8. Manfaat Penelitian

Subbab ini berisi pembahasan dari manfaat penelitian yang telah dirumuskan di subbab 1.5. berdasarkan hasil penelitian ini. Hasil yang telah diperoleh selama pelaksanaan penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan perancangan reaktor sederhana sistem batch dengan menggunakan proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair saja ataupun untuk limbah campuran sabun mandi cair dan shampoo. Konsentrasi limbah yang digunakan nantinya dapat disesuaikan dengan variasi limbah yang telah diteliti dalam penelitian ini.

Selain sebagai dasar untuk melakukan perancangan reaktor, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu dasar dalam pengambilan kebijakan tentang peraturan pengolahan limbah cair dari kamar mandi khususnya limbah sabun mandi dan shampoo dalam skala kota berupa peraturan daerah untuk mengurangi dampak pencemaran air permukaan dari air bekas rumah tangga.

Adapun manfaat lain dari penelitian ini adalah sebagai dasar untuk menghitung beban pencemaran rumah tangga yang berasal dari air limbah kamar mandi dalam skala kawasan perkotaan yang sistem darainasnya terkait satu dengan lainnya. Sampai saat ini sistem darainase kawasan perkotaan di Indonesia masih menerima air bekas dari rumah tangga bercampur dengan air hujan. Beban pencemaran saluran drainase kawasan bisa diperhitungkan dengan cara mengalikan konsentrasi air bekas rumah tangga dengan debit aliran air limbah di saluran drainase kota. Untuk kawasan dimana beban pencemaran sudah melebihi daya dukung saluran drainase maka diperlukan upaya pengurangan beban pencemaran yang salah satunya dapat memakai reaktor sederhana.

4.9. Kekurangan Dalam Penelitian

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan antara lain :

1. Dalam penelitian ini masih belum menggunakan nilai pH sebagai variabel, namun hanya sebagai parameter yang diamati. Hal ini bisa mempengaruhi hasil dari penelitian itu sendiri.
2. Dalam penelitian ini tidak dibahas mengenai flotasi yang ternyata terjadi bersamaan dengan proses sedimentasi setelah proses koagulasi-flokulasi selesai. Hal ini memungkinkan untuk terjadinya peningkatan efisiensi removal yang terjadi. Sehingga dibutuhkan adanya

penelitian lanjutan tentang flotasi yang terjadi setelah proses koagulasi-flokulasi limbah sabun mandi cair dan shampoo.

3. Air limbah dalam penelitian ini masih kurang mewakili kondisi air limbah kamar mandi yang sesungguhnya dimana banyak jenis surfaktan lain yang bisa menambah konsentrasi COD dan surfaktan yang terkandung di dalam air limbah kamar mandi tersebut (pasta gigi, pembersih wajah, krim pencukur, cairan pembersih mulut, dan lainnya) sehingga bisa diteliti lebih lanjut pada penelitian berikutnya. Pada penelitian lebih lanjut juga bisa digunakan limbah kamar mandi yang sebenarnya (dari skala rumah tangga) untuk lebih mendekati kondisi yang sebenarnya.
4. Pada proses koagulasi flokulasi, alum yang dibubuhkan masih dalam bentuk serbuk. Karena adanya perbedaan fasa (alum bentuk padat dan air limbah bentuk cair) maka alum kurang bisa terdispersi dan larut secara sempurna di dalam limbah. Agar alum lebih mudah larut dan homogen dalam air limbah maka alum harus terlebih dulu dilarutkan sehingga saat dibubuhkan sudah dalam fasa cair.
5. Dalam penelitian ini masih dijumpai hasil pengolahan dengan konsentrasi COD dan surfaktan yang masih cukup tinggi sehingga jika dibuang ke perairan akan menghasilkan campuran air permukaan yang dapat melebihi baku mutu seperti pada Tabel 2.1. Dengan demikian perlu diadakan penambahan pengolahan setelah koagulasi-flokulasi yaitu filtrasi.
6. Pada beberapa variasi penambahan dosis koagulan-flokulan, flok-flok yang terbentuk masih belum terendapkan meskipun telah mengalami proses sedimentasi selama 30 menit.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Efisiensi removal proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair.
 - a. Pada variasi limbah A yang mengandung sabun mandi cair 0,1mL/L diperoleh efisiensi removal COD 76,48% dan surfaktan 80,34% dengan dosis Alum dan PE masing-masing 2 gr/L dan 0,00625 gr/L.
 - b. Pada variasi limbah B yang mengandung sabun mandi cair 0,167mL/L diperoleh efisiensi removal COD 85,00% dan surfaktan 76,67% dengan dosis Alum dan PE masing-masing 0,5 gr/L dan 0,0015625 gr/L.
 - c. Pada variasi limbah C yang mengandung sabun mandi cair 0,233mL/L diperoleh efisiensi removal COD 85,67% dan surfaktan 61,83% dengan dosis Alum dan PE masing-masing 0,5 gr/L dan 0,0015625 gr/L.
2. Efisiensi removal proses koagulasi-flokulasi untuk limbah sabun mandi cair dan shampoo.
 - a. Pada variasi limbah D yang mengandung sabun mandi cair 0,167mL/L dan shampoo 0,033mL/L diperoleh efisiensi removal COD 90,93% dan surfaktan 51,19% dengan dosis Alum dan PE masing-masing 0,25gr/L dan 0,00078125 gr/L.
 - b. Pada variasi limbah E yang mengandung sabun mandi cair 0,167mL/L dan shampoo 0,1mL/L diperoleh efisiensi removal COD 75,81% dan surfaktan 51,97% dengan dosis Alum dan PE masing-masing 0,5gr/L dan 0,0015625 gr/L.

- c. Pada variasi limbah F yang mengandung sabun mandi cair 0,167mL/L dan shampoo 0,167mL/L diperoleh efisiensi removal COD 73,33% dan surfaktan 76,17% dengan dosis Alum dan PE masing-masing 0,5 gr/L dan 0,0015625 gr/L.


5.2. Saran

Saran-saran yang perlu untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pH dengan menjadikan pH sebagai salah satu variabel penelitian. Sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap efisiensi removal COD dan surfaktan.
2. Pada penelitian lebih lanjut diharapkan ada perhitungan pengaruh flotasi yang terjadi bersamaan dengan proses sedimentasi setelah proses koagulasi-flokulasi.
3. Air limbah yang diteliti bisa dilengkapi dengan jenis surfaktan lain yang juga digunakan secara bersamaan untuk keperluan mandi seperti pasta gigi, pembersih wajah, krim pencukur, cairan pencuci mulut, dan lainnya, sehingga bisa diteliti lebih lanjut pada penelitian berikutnya. Pada penelitian lebih lanjut juga bisa digunakan limbah kamar mandi yang sebenarnya (dari skala rumah tangga) untuk lebih mendekati kondisi yang nyata.
4. Alum (koagulan) yang dibubuhkan pada saat jar test sebaiknya sudah dalam bentuk larutan agar koagulan tersebut dapat terdispersi secara sempurna dan mudah larut.
5. Masih diperlukan adanya penambahan penelitian berupa penggunaan filter setelah koagulasi-flokulasi agar efisiensi removal COD dan surfaktan meningkat serta memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.
6. Pada beberapa variasi penambahan dosis koagulan-flokulan, flok-flok yang terbentuk masih belum terendapkan meskipun

telah mengalami proses sedimentasi selama 30 menit. Sehingga perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang hal tersebut.

7. Sebelum dilakukan pengambilan sampel untuk blanko sebaiknya dilakukan pengadukan blanko terlebih dahulu agar larutan tersebut menjadi homogen. Sehingga sampel yang diambil bisa mewakili kondisi blanko secara keseluruhan.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, and the letters 'ITS' in white to the right of the shield. The logos are arranged in a grid-like pattern across the entire page.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, M. A., 1978. Water Suplly Engineering Design. Ann Arbor Science Publisher, Inc. Michigan.
- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional Surabaya.
- Anonim. Cara uji kadar surfaktan anionik dengan spektrofotometer secara biru metilen. SNI 06-6989.51-2005.
- Anonim. pH meter. SNI 06-6989.11-2004
- Anonim. 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17th.Edition. APHA, AWWA and WPCF
- Anonim. 2001.Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tentang Baku Mutu Air untuk Kelas Sungai.
- Anonim. 2008. Ammonium_lauryl_sulfate. Wikipedia Free Encyclopedia.
<[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Biodegradasi Surfaktan Linear Alkylbenzenesulfonate oleh Bakteri Bacillus Laterosporus dan Pseudomonas Aeruginosa Dalam Reaktor Batch Secara Aerob Dengan Variasi Sumber Nitrogen
<<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbtl-gdl-s1-2003-roshida-125&q=Rumah>>

- Anonim. 2008. Glycerin. Wikipedia Free Encyclopedia.
<[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Methylchloroisothiazolinone. Wikipedia Free Encyclopedia. <[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Metode Pengolahan Detergen
<[URL:http://smk3ae.worldpress.com](http://smk3ae.worldpress.com)>
- Anonim. 2008. Sabun. Wikipedia Free Encyclopedia.
<[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Selenium_sulfide. Wikipedia Free Encyclopedia.
<[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Sodium_chloride. Wikipedia Free Encyclopedia.
<[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Surabaya. Wikipedia Free Encyclopedia.
<[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Sodium_laureth_sulfate. Wikipedia Free Encyclopedia. <[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Anonim. 2008. Triclocarban. Wikipedia Free Encyclopedia.
<[URL:http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>
- Becher, P. 1985. *Encyclopedia of Emulsion Technology*. volume 2. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Benefield, L. dkk. 1982. *Process Chemistry For Water and Wastewater Treatment*. Prentice Hall. USA.

- Considine, D.M., and Considine, G.D., 1984. *Encyclopedia of Chemistry*, 4-th edition, Van Nostrand Reinhold Co, New York 272-274
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik Jilid 2* Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta
- Hart, H. 1990. *Organic Chemistry*, a Short Course, Sixth Edition, Michigan State University, Houghton Mifflin Co.
- Malik, R.A. and Dhingra, K.C. 1978. *28th Publication on Small Industries Technology of Modern Synthetic Detergents, Aid Slurry and Detergen Powder Industri*. Manufacture of Powder, Bar and Liquid Detergent. 1st Edition. Small industry Research Institute. New Delhi.
- Pari, G. 2002. *Teknologi Alternatif Pemanfaatn Limbah Industri Pengolahan Kayu*. Laporan kerjasama penelitian P₃THH – JIPFRO. Bogor
- Pramudipto, G. 2008. *Pengolahan Limbah Minyak Goreng dalam Proses Batch Menggunakan Metode Koagulasi-Flokulasi dan Adsorbsi*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya
- Putra, A. 2008. *Pengolahan Limbah Shampoo dengan Metode Koagulasi-Flokulasi dan Adsorbsi*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya.
- Reynold, T. D. and Richards, P.A., 1995. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. Boston Mass.: Pws- Kent Publishing Company.



- Rochman, F. dan Supriyanto, G. 2003. *Studi Alternatif Pengendalian Limbah Deterjen dengan Limbah Deterjen Berlawanan Muatan*. Jurnal Kimia Lingkungan. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Airlangga. Surabaya.
- Rochman, F. 2004. *Ancaman Limbah Deterjen pada Prokasis dan Upaya Penanggulangannya*. Jurnal Kimia Lingkungan. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Airlangga. Surabaya
- Rochman, F., Abdulloh, dan Nugroho, M. 2004. *Pengukuran Laju Biodegradasi Limbah Deterjen di Kali Surabaya*. Jurnal Kimia Lingkungan. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Airlangga. Surabaya.
- Roques, H. and Aurelle, Y. 1991. *Oil Water Separation, Oil Recovery and Oil Waste Water Treatment, New Development in Industrial Waste Water Treatment*, NATO ASI Series 191, 155-174
- Rosen. 1978. *Surfactant and Interfacial Technologi*. John Wiley and Son. Inc, New York, 60
- Rubiyatadji, R. 1993. *Penurunan Kadar Deterjen (Alkyl Benzene Sulfonate) Dalam Air dengan Proses Adsorpsi Karbon Aktif*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya
- Slamet, A. dan Masduki, A. 2000. *Satuan Proses*. Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Sukardjo. 1985. *Kimia Fisika*, Bina Aksara. Yogyakarta. 207.



Sundstrom, D. W. and Klei, H. E. 1979. *Wastewater Treatment*.
Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.

Widodo, P.E. 2000. *Studi Adsorpsi Deterjen dengan Pilot Plat
Kolom Kontinyu Memakai Media Batubara*. Tugas
Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, and the letters 'ITS' in white to the right of the shield. The logos are arranged in a grid-like pattern across the entire page.

LAMPIRAN A
PROSEDUR ANALISA PARAMETER

LAMPIRAN A

PROSEDUR ANALISA PARAMETER

A.1. Prosedur analisa COD

Prosedur pengukuran nilai COD:

- a. Masukkan 0,4 gr kristal HgSO_4 ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
- b. Tuangkan 20 mL air sampel dan 20 mL air aquadest (sebagai blanko) ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
- c. Tambahkan 10 mL larutan Kalium Dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0,1 N.
- d. Tambahkan 30 mL larutan campuran H_2SO_4 dan AgSO_4 .
- e. Alirkan air pendingin pada kondensor dan pasang erlenmeyer COD.
- f. Nyalakan alat pemanas dan refluks larutan tersebut hingga 2 jam.
- g. Biarkan erlenmeyer dingin dan tambahkan air aquadest melalui kondensor sampai volume 150 mL.
- h. Lepaskan erlenmeyer dari kondensor dan tunggu sampai dingin.
- i. Tambahkan 3-4 tetes indikator feroin.
- j. Titrasi larutan dalam erlenmeyer COD dengan larutan standart Ferro Ammonium Sulfat 0,05 N hingga warnanya menjadi merah-coklat.
- k. Dihitung kadar COD dengan rumus berikut ini:

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(a-b) \times N \times 8000}{\text{vol. sampel}} \times f$$

Keterangan:

- a = mL Ferro Ammonium Sulfate titrasi blanko
- b = mL Ferro Ammonium Sulfate titrasi sampel
- N = normalitas larutan Ferro Ammonium Sulfate
- f = faktor

A.2. Prosedur analisa deterjen

Prosedur analisa Detergen (SNI,2005) adalah sebagai berikut :

- A. Pembuatan larutan baku surfaktan anionik 100 mg/L
Pipet 10 mL larutan induk surfaktan anionik 1000 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian tambahkan air suling hingga tepat tanda tera dan dihomogenkan.
- B. Pembuatan larutan kerja surfaktan anionik
 - a. pipet 1,0 mL; 2,0 mL; 3,0 mL dan 5,0 mL larutan baku surfaktan anionik 100 mg/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 250 mL;
 - b. tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar surfaktan anionik 0,4; 0,8; 1,2 dan 2,0 mg/L MBAS.

CATATAN Larutan kerja dapat di buat dari larutan baku surfaktan siap pakai yang diperdagangkan.

- C. Pembuatan kurva kalibrasi
 - a. optimalkan alat spektrofotometer sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar surfaktan anionik;
 - b. ambil masing-masing 100 mL larutan blanko dan larutan kerja dengan kadar surfaktan anionik 0,4 mg/L; 0,8 mg/L; 1,2 mg/L dan 2,0 mg/L kemudian masing-masing masukkan ke dalam corong pemisah 250 mL;
 - c. tambahkan masing-masing larutan biru metilen sebanyak 25 mL;

- d. tambahkan masing-masing 10 mL kloroform, kocok kuat-kuat selama 30 detik sekali-kali buka tutup corong untuk mengeluarkan gas;
- e. biarkan hingga terjadi pemisahan fasa, goyangkan corong pemisah perlahan-lahan, jika terbentuk emulsi tambahkan sedikit isopropil alkohol sampai emulsinya hilang
- f. pisahkan lapisan bawah (fasa kloroform) dan tampung dalam corong pemisah yang lain;
- g. ekstraksi kembali fasa air dalam corong pisah dengan mengulangi langkah C. d sampai f) sebanyak 2 kali dan satukan semua fasa kloroform;
- h. tambahkan 50 mL larutan pencuci ke dalam fasa kloroform gabungan dan kocok kuat-kuat selama 30 detik;
- i. biarkan terjadi pemisahan fasa, goyangkan perlahan-lahan;
- j. Keluarkan lapisan bawah (kloroform) melalui *glass wool*, dan ditampung ke dalam labu ukur pada langkah j);
- k. tambahkan 10 mL kloroform ke dalam fasa air hasil pengerjaan pada langkah j); kocok kuat-kuat selama 30 detik
- l. biarkan terjadi pemisahan fasa, goyangkan perlahan-lahan;
- m. keluarkan lapisan bawah (kloroform) melalui *glass wool*, dan ditampung ke dalam labu pada langkah j);
- n. ekstraksi kembali fasa air dalam corong pisah dengan mengulangi langkah C. k sampai m) dan satukan semua fasa kloroform dalam labu ukur pada langkah j);
- o. cuci *glass wool* dengan kloroform sebanyak 10 mL dan gabungkan dengan fasa kloroform dalam labu ukur pada langkah j);
- p. tepatkan isi labu ukur pada langkah j) hingga tanda tera dengan kloroform;
- q. ukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 652 nm dan catat serapannya.

CATATAN Pengukuran dilakukan tidak lebih dari 3 jam setelah ekstraksi; r) buat kurva kalibrasi dari butir q) di atas atau tentukan persamaan garis lurus nya.

D. Prosedur uji

- a. ukur contoh uji sebanyak 100 mL secara duplo dan masukkan ke dalam corong pemisah 250 mL; SNI 06-6989.51-2005 4 dari 6
- b. tambahkan 3 tetes sampai dengan 5 tetes indikator fenoltalin dan larutan NaOH 1N tetes demi tetes ke dalam contoh uji sampai timbul warna merah muda, kemudian hilangkan dengan menambahkan H_2SO_4 1N tetes demi tetes;
- c. selanjutnya lakukan langkah C. c) sampai q).

A.3. Prosedur pengukuran pH

Prosedur pengukuran pH (SNI, 2004) adalah sebagai berikut :

- a. Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya dilas elektroda dengan air suling.
- b. Bilas elektroda dengan contoh uji .
- c. Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d. Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH meter.

LAMPIRAN B
DATA ANALISA LABORATORIUM

LAMPIRAN B DATA ANALISA LABORATORIUM

A. Data Hasil Jartest pada Penelitian Pendahuluan 1

Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Penelitian Pendahuluan 1

| Konsentrasi PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|----------------|------|----------------------------|--|
| 0.01 g/L | 4.82 | 184 | 34.29 |
| 0.02 g/L | 4.78 | 224 | 20.00 |
| 0.03 g/L | 4.76 | 216 | 22.86 |
| 0.04 g/L | 4.75 | 264 | 5.71 |
| 0.05 g/L | 4.69 | 88 | 68.57 |
| 0.06 g/L | 4.65 | 136 | 51.43 |
| Blanko (B) | 7.34 | 280 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Penelitian Pendahuluan 1

| Konsentrasi PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|----------------|------|----------------------------------|--|
| 0.01 g/L | 4.82 | 10.62 | 38.26 |
| 0.02 g/L | 4.78 | 7.08 | 58.84 |
| 0.03 g/L | 4.76 | 6.22 | 63.84 |
| 0.04 g/L | 4.75 | 6.59 | 61.69 |
| 0.05 g/L | 4.69 | 8.08 | 53.02 |
| 0.06 g/L | 4.65 | 10.36 | 39.77 |
| Blanko (B) | 7.34 | 17.2 | |

B. Data Hasil Jartest pada Penelitian Pendahuluan 2

Tabel Efisiensi Efisiensi Removal (%) COD pada Penelitian Pendahuluan 2

| Konsentrasi Alum | Konsentrasi PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|------------------|----------------|------|----------------------------|--|
| 4 g/L | 0,05 g/L | 5.48 | 192 | 50.00 |
| 1 g/L | 0,05 g/L | 6.14 | 176 | 54.17 |
| 2 g/L | 0,1 g/L | 5.49 | 112 | 70.83 |
| 2 g/L | 0,025 g/L | 5.55 | 96 | 75.00 |
| Blanko (B) | | 7.55 | 384 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Penelitian Pendahuluan 2

| Konsentrasi Alum | Konsentrasi PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|------------------|----------------|------|----------------------------------|--|
| 4 g/L | 0,05 g/L | 5.48 | 20.800 | 18.98 |
| 1 g/L | 0,05 g/L | 6.14 | 14.763 | 42.49 |
| 2 g/L | 0,1 g/L | 5.49 | 13.541 | 47.25 |
| 2 g/L | 0,025 g/L | 5.55 | 7.706 | 69.98 |
| Blanko (B) | | 7.55 | 25.672 | |



C. Data Hasil Jartest pada Penelitian Pendahuluan 3

Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Penelitian Pendahuluan 3

| Konsentrasi Alum | Konsentrasi PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|------------------|----------------|------|----------------------------|--|
| 2 g/L | 0.0125 g/L | 5.96 | 136 | 51.43 |
| 2 g/L | 0.00625 g/L | 6.06 | 72 | 74.29 |
| 2 g/L | 0.003125 g/L | 6.22 | 168 | 40.00 |
| Blanko (B) | | 7.83 | 280 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Surfaktan pada Penelitian Pendahuluan 3

| Konsentrasi Alum | Konsentrasi PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|------------------|----------------|------|----------------------------------|--|
| 2 g/L | 0.0125 g/L | 5.96 | 3.674 | 76.03 |
| 2 g/L | 0.00625 g/L | 6.06 | 3.810 | 75.14 |
| 2 g/L | 0.003125 g/L | 6.22 | 4.100 | 73.25 |
| Blanko (B) | | 7.55 | 15.328 | |

D. Data Hasil Jartest pada Variasi Limbah A**Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah A**

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------|--|
| I | 5.78 | 89.6 | 78.72 |
| II | 4.37 | 125 | 70.31 |
| III | 3.53 | 63 | 85.04 |
| IV | 3.28 | 99 | 76.48 |
| V | 3.07 | 340 | 19.24 |
| VI | 2.91 | 175 | 58.43 |
| Blanko (B) | 7.49 | 421 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Kadar Surfaktan pada Variasi Limbah A

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------------|--|
| I | 5.78 | 1.352 | 49.38 |
| II | 4.37 | 0.843 | 68.44 |
| III | 3.53 | 0.859 | 67.84 |
| IV | 3.28 | 0.525 | 80.34 |
| V | 3.07 | 0.747 | 72.03 |
| VI | 2.91 | 1.018 | 61.89 |
| Blanko (B) | 7.49 | 2.671 | |

E. Data Hasil Jartest pada Variasi Limbah B

Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah B

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------|--|
| I | 4.77 | 45 | 89.96 |
| II | 3.3 | 67.2 | 85.00 |
| III | 3 | 13.44 | 97.00 |
| IV | 2.83 | 13.44 | 97.00 |
| V | 2.65 | 134 | 70.09 |
| VI | 2.59 | 161 | 64.06 |
| Blanko (B) | 6.68 | 448 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Kadar Surfaktan pada Variasi Limbah B

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------------|--|
| I | 4.77 | 1.225 | 65.44 |
| II | 3.3 | 0.827 | 76.67 |
| III | 3 | 0.933 | 73.68 |
| IV | 2.83 | 0.795 | 77.57 |
| V | 2.65 | 1.463 | 58.73 |
| VI | 2.59 | 1.892 | 46.63 |
| Blanko (B) | 6.68 | 3.545 | |

F. Data Hasil Jartest pada Variasi Limbah C

Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah C

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------|--|
| I | 5.36 | 81 | 74.20 |
| II | 3.93 | 45 | 85.67 |
| III | 3.45 | 89.6 | 71.46 |
| IV | 3.29 | 89.6 | 71.46 |
| V | 3.06 | 9 | 97.13 |
| VI | 2.94 | 99 | 68.47 |
| Blanko (B) | 6.43 | 314 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Kadar Surfaktan pada Variasi Limbah C

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------------|--|
| I | 5.36 | 2.164 | 17.56 |
| II | 3.93 | 1.002 | 61.83 |
| III | 3.45 | 1.925 | 26.67 |
| IV | 3.29 | 1.002 | 61.83 |
| V | 3.06 | 1.447 | 44.88 |
| VI | 2.94 | 1.003 | 61.79 |
| Blanko (B) | 6.43 | 2.625 | |

G. Data Hasil Jartest pada Variasi Limbah D

Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah D

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------|--|
| I | 5.9 | 45.71 | 90.93 |
| II | 4.71 | 91.43 | 81.86 |
| III | 4.47 | 55 | 89.09 |
| IV | 4.4 | 109.71 | 78.23 |
| V | 4.23 | 101 | 79.96 |
| VI | 4.1 | 119 | 76.39 |
| Blanko (B) | 7.52 | 504 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Kadar Surfaktan pada Variasi Limbah D

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------------|--|
| I | 5.9 | 1.372 | 51.19 |
| II | 4.71 | 1.592 | 43.37 |
| III | 4.47 | 1.913 | 31.95 |
| IV | 4.4 | 2.116 | 24.72 |
| V | 4.23 | 2.523 | 10.25 |
| VI | 4.1 | 1.727 | 38.56 |
| Blanko (B) | 7.52 | 2.811 | |

H. Data Hasil Jartest pada Variasi Limbah E

Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah E

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------|--|
| I | 6.12 | 144 | 70.97 |
| II | 4.77 | 120 | 75.81 |
| III | 4.51 | 104 | 79.03 |
| IV | 4.38 | 104 | 79.03 |
| V | 4.2 | 72 | 85.48 |
| VI | 4.06 | 80 | 83.87 |
| Blanko (B) | 7.19 | 496 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Kadar Surfaktan pada Variasi Limbah E

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------------|--|
| I | 6.12 | 3.166 | 38.49 |
| II | 4.77 | 2.472 | 51.97 |
| III | 4.51 | 2.472 | 51.97 |
| IV | 4.38 | 2.59 | 49.68 |
| V | 4.2 | 3.352 | 34.87 |
| VI | 4.06 | 3.589 | 30.27 |
| Blanko (B) | 7.19 | 5.147 | |

I. Data Hasil Jartest pada Variasi Limbah F

Tabel Efisiensi Removal (%) COD pada Variasi Limbah F

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi COD (mg/L) (C) | Efisiensi Removal COD (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------|--|
| I | 5.15 | 152 | 68.33 |
| II | 3.81 | 128 | 73.33 |
| III | 3.49 | 112 | 76.67 |
| IV | 3.36 | 88 | 81.67 |
| V | 3.16 | 88 | 81.67 |
| VI | 3.03 | 112 | 76.67 |
| Blanko (B) | 6.77 | 480 | |

Tabel Efisiensi Removal (%) Kadar Surfaktan pada Variasi Limbah F

| Variasi Dosis Alum dan PE | pH | Konsentrasi Surfaktan (mg/L) (C) | Efisiensi Removal Surfaktan (%) $\left[\frac{B-C}{B}\right] \times 100\%$ |
|---------------------------|------|----------------------------------|--|
| I | 5.15 | 5.855 | 58.83 |
| II | 3.81 | 3.389 | 76.17 |
| III | 3.49 | 3.771 | 73.48 |
| IV | 3.36 | 3.771 | 73.48 |
| V | 3.16 | 2.839 | 80.04 |
| VI | 3.03 | 5.266 | 62.97 |
| Blanko (B) | 6.77 | 14.222 | |

LAMPIRAN C
GAMBAR KEGIATAN LABORATORIUM

LAMPIRAN C
GAMBAR KEGIATAN LABORATORIUM

A. Gambar Proses Koagulasi-Flokulasi (Jartest)



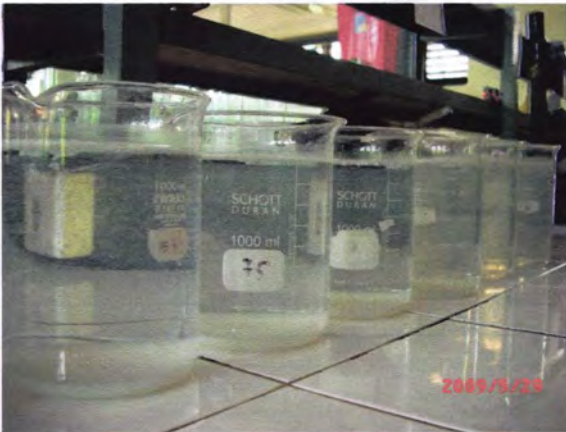
B. Gambar Proses Sedimentasi



C. Gambar Hasil Jarstest pada Variasi Limbah D



D. Gambar Hasil Jarstest pada Variasi Limbah D

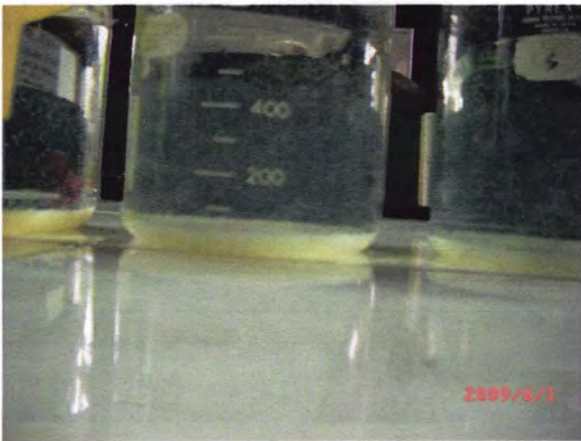


E. Gambar Pengukuran Nilai pH dengan pH Meter**F. Gambar Pengambilan Supernatam dengan Pipet**

G. Gambar Hasil Jarrest pada Variasi Limbah E



H. Gambar Endapan Flok Putih pada Variasi Limbah E



LAMPIRAN D
GAMBAR PERALATAN LABORATORIUM

LAMPIRAN D

GAMBAR PERALATAN LABORATORIUM

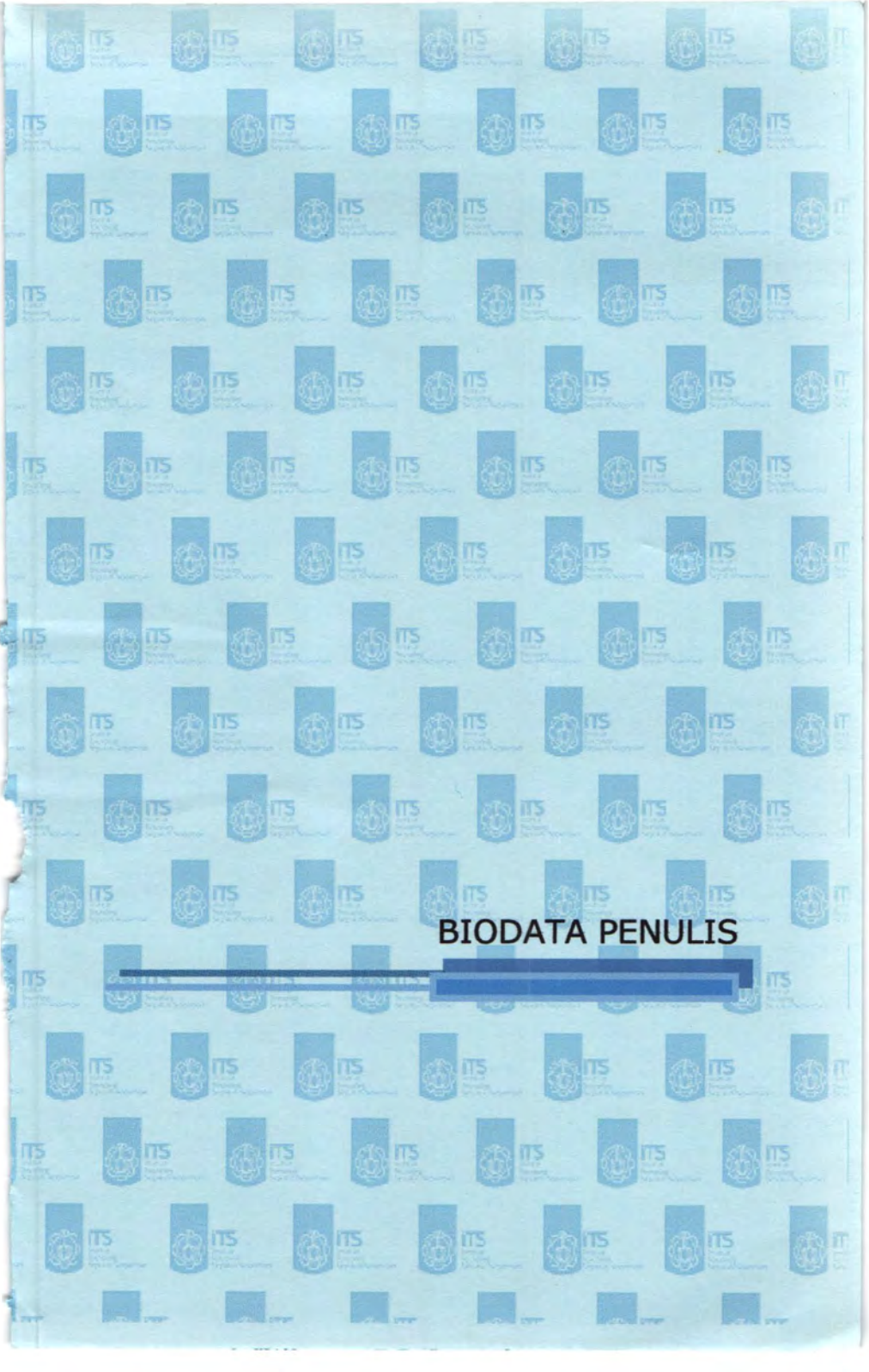
A. Gambar Jar Test



B. Gambar Refluks



C. Gambar pH Meter**D. Gambar Corong Pemisah**

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'.

BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sidoarjo pada tanggal 11 Mei 1987. Penulis telah melalui beberapa pendidikan formal yaitu SD Negeri 2 Pekarungan Sukodono, Sidoarjo, SLTPN 2 Sidoarjo dan SMAN 1 Sidoarjo. Setelah lulus dari SMA tahun 2005 penulis diterima di Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS tahun 2005 yang terdaftar dengan NRP 3305.100.048 melalui jalur SPMB. Di Jurusan Teknik

Lingkungan, FTSP-ITS penulis pernah aktif di beberapa kegiatan yang diadakan oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) dan pernah menjadi Sekretaris Umum HMTL periode 2007-2008. Hingga penulisan tugas akhir ini, penulis masih bekerja di konsultan yang bergerak di bidang AMDAL.