

**PANDUAN PRAKTIKUM
PENYEDIAAN AIR MINUM II (PAM II)**



Disusun Oleh:

**Ir. Ika Meicahayanti, S.T., M.T.
Dr. Ir. Dwi Ermawati Rahayu, S.T., M.T.
Ir. Waryati, S.T., M.T., M.Sc.
Sariyadi, Amd., ST.**

**LABORATORIUM TEKNOLOGI LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN
MODUL PRAKTIKUM PRAKTIKUM PENYEDIAAN AIR MINUM 2
(PAM2)

Telah dibahas dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk menjadi modul praktikum
Praktikum Penyediaan Air Minum 2 (PAM2) di Laboratorium Rekayasa Lingkungan Fakultas
Teknik Universitas Mulawarman

Samarinda, 30 September 2025

Kepala Laboratorium Rekayasa Lingkungan

Ketua Tim Penyusun



Dr. Ir. Abdul Kahar, S.T., M.Si., IPM.
NIP. 19690615 200112 1 001



Ir. Ika Meicahayanti, S.T., M.T.
NIP. 199005102014042001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Ir. H. Tamrin Rahman, S.T., M.T. IPU, ASEAN Eng, APEC Eng
NIP. 19700227 200012 1 001

Tim Penyusun Modul Praktikum Penyediaan Air Minum 2 (PAM2), sebagai berikut:

Pelindung : Prof. Dr. Ir. H. Tamrin Rahman, ST., MT., IPU, APEC Eng.
Tim Pengarah : Dr. Ir. Abdul Kahar, ST., M.Si.
Ketua Tim Penyusun : Ir. Ika Meicahayanti, S.T., M.T.
Anggota Tim Penyusun : Dr. Ir. Dwi Ermawati Rahayu, S.T., M.T.
Ir. Waryati, S.T., M.T., M.Sc.

Editor:

1. Sariyadi, Amd., ST.
2. Dwi Susisusanti
3. Amalia Fauzia Rahma
4. Marnia Toding
5. Jhan Hendra David Siregar
6. Romi

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan modul praktikum untuk mata kuliah Penyediaan Air Minum II ini tepat pada waktunya.

Modul praktikum ini dimaksudkan sebagai petunjuk bagi mahasiswa yang akan melaksanakan praktikum Penyediaan Air Minum II (PAM II) pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Pada praktikum ini mahasiswa diharapkan dapat menganalisis proses yang terjadi dalam pengolahan air minum yang akan menjadi dasar dalam perencanaan bangunan pengolahan air minum. Modul praktikum ini berisi prosedur praktikum: a) Aerasi; b) Sedimentasi I; c) Koagulasi-Flokulasi; d) Sedimentasi II; e) Filtrasi. Dalam penyusunan modul praktikum ini, penyusun menyampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada pihak Laboratorium Teknologi Lingkungan, Pranata Laboratorium Pendidikan Teknologi Lingkungan, dan para asisten praktikum Penyediaan Air Minum II atas bantuan dan kerja sama dalam pelaksanaan praktikum Penyediaan Air Minum II.

Penyusunan modul PAM II ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kekurangan atau kesalahan. Untuk itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyusunan modul berikutnya. Semoga modul praktikum ini dapat memberikan manfaat.

Samarinda, September 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Tujuan.....	2
3. Manfaat.....	2
PETUNJUK UMUM.....	3
1. Tata Tertib	3
2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Laboratorium	4
MODUL 1 AERASI	6
1.1 Tujuan Praktikum.....	6
1.2 Deskripsi Praktikum.....	6
1.3 Landasan Teori.....	6
1.4 Alat yang Digunakan.....	9
1.5 Bahan yang Digunakan	9
1.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum	9
1.7 Pembahasan / Analisis Perhitungan	10
1.8 Form	11
MODUL 2 SEDIMENTASI I.....	20
2.1 Tujuan Praktikum.....	20
2.2 Deskripsi Praktikum.....	20
2.3 Landasan Teori.....	21
2.4 Alat yang Digunakan.....	26
2.5 Bahan yang Digunakan	26
2.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum	26
2.7 Pembahasan / Analisa Perhitungan	26
2.8 Form	27
MODUL 3 KOAGULASI-FLOKULASI.....	37
3.1 Tujuan Praktikum.....	37
3.2 Deskripsi Praktikum.....	37
3.3 Landasan Teori.....	38
3.4 Alat yang Digunakan.....	47
3.5 Bahan yang Digunakan	47
3.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum	47
3.7 Pembahasan / Analisa Perhitungan	48
3.8 Form	49
MODUL 4 SEDIMENTASI II	56
4.1 Tujuan Praktikum.....	56
4.2 Deskripsi Praktikum.....	56

4.3 Landasan Teori.....	56
4.4 Alat yang Digunakan.....	58
4.5 Bahan yang Digunakan	58
4.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum	59
4.7 Pembahasan / Analisa Perhitungan	59
4.8 Form	60
PEDOMAN LAPORAN AKHIR PRAKTIKUM	77
1. Format Penulisan.....	78
1.1 Pengetikan	78
1.2 Cara Mengacu	79
1.3 Penomoran.....	79
2. Format Penulisan.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Pengukuran DO dan Temperatur Sampel.....	14
Tabel 2.1 Hasil Pengukuran Kekeruhan dan Temperatur pada Tiap Sampel	29
Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Kecepatan Pengendapan.....	31
Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Fraksi.....	33
Tabel 3.1 Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi.....	44
Tabel 3.2 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi	45
Tabel 3.3 Nilai Koefisien Drag	47
Tabel 3.4 Hasil Pengamatan Koagulasi-Flokulasi	53
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kekeruhan dan Temperatur pada Tiap Sampel	62
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Kecepatan Pengendapan.....	65
Tabel 5.1 Perbedaan Kriteria Filter Pasir Cepat dan Filter Pasir Lambat.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe Sedimentasi (Masduqi dan Slamet, 2002)	22
Gambar 2.2 <i>Settling Coloumn Type I</i> (Masduqi dan Slamet, 2002)	24
Gambar 0.3 Grafik Pengendapan <i>Settling type I</i> (Reynolds dan Richards, 1996).....	25
Gambar 0.4 Lintasan Pengendapan Partikel (a) Bentuk Bak Segi Empat (b) Bentuk Bak Lingkaran (Reynolds dan Richards, 1996).....	25
Gambar 3.1 Pengadukan Cepat Mekanis (Masduqi, 2009).....	42
Gambar 3.2 Pengadukan Lambat Mekanis (Masduqi, 2009).....	42
Gambar 3.3 Pengadukan Cepat Hidrolis dengan Terjunan (Masduqi, 2009)	42
Gambar 3.4 Pengadukan Lambat Hidrolis dengan <i>Baffle Channel</i> (Masduqi, 2009)	43
Gambar 3.5 Pengadukan Lambat Hidrolis dengan <i>Baffle Channel</i> (Masduqi dan Slamet, 2002)	43
Gambar 3.6 Pengadukan Cepat Pneumatis (Masduqi, 2009).....	43
Gambar 4.1 <i>Settling Coloumn Type II</i> (Masduqi dan Slamet, 2002).....	57
Gambar 4.2 Grafik Iso removal (Masduqi dan Slamet, 2002).....	57
Gambar 4.3 Penentuan Kedalaman H1, H2, H3 (Masduqi dan Slamet, 2002).....	58
Gambar 5.1 Aliran air pada saat pencucian filter.....	7

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penyediaan Air Minum (II) merupakan salah satu mata kuliah dalam kurikulum Program Studi Teknik Lingkungan. Capaian pembelajaran dari mata kuliah ini adalah mahasiswa mampu merencanakan dan merancang bangunan pengolahan air minum, serta sistem distribusi dari air minum. Dalam mencapai tujuan pembelajaran tersebut, mahasiswa terlebih dahulu harus memahami proses dan kinetika yang terjadi di dalam pengolahan air minum yang telah diperoleh pada mata kuliah PAM I, yang merupakan prasyarat dari mata kuliah PAM II. Proses perencanaan dilakukan secara menyeluruh terhadap masing-masing unit, seperti prasedimentasi, aerasi, koagulasi, flokulasi, desinfeksi, dsb.

Perencanaan atau perancangan suatu bangunan pengolahan air minum dilakukan berdasarkan kriteria desain dari tiap unit pengolahan. Adapun pemilihan kriteria desain berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, dalam hal ini adalah hasil praktikum. Maka dari itu, dirasa perlu untuk melakukan praktikum untuk mempermudah perencanaan atau perancangan. Selain itu, praktikum ini juga bertujuan untuk mempermudah memahami teori yang diperoleh sehingga mahasiswa dapat memahami secara nyata proses yang terjadi pada masing-masing unit pengolahan.

Buku panduan praktikum ini disusun sebagai acuan mahasiswa yang akan melaksanakan praktikum Penyediaan Air Minum II (PAM II) di Laboratorium Teknologi Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Panduan praktikum ini berisikan empat modul, yang terdiri dari Modul Aerasi, Sedimentasi I, Koagulasi-Flokulasi, dan Sedimentasi II. Diharapkan panduan ini dapat membantu mahasiswa dapat menganalisis proses yang terjadi dalam pengolahan air minum yang akan menjadi dasar dalam perencanaan bangunan pengolahan air minum.

2. Tujuan

Tujuan dari panduan praktikum ini adalah:

1. Menjadi acuan pelaksanaan praktikum Penyediaan Air Minum II (PAM II) yang merupakan bagian dari mata kuliah Penyediaan Air Minum II (PAM II).
2. Memberikan pemahaman lebih lanjut mengenai proses yang terjadi dalam setiap unit pengolahan.
3. Menjadi acuan untuk perencanaan dan perancangan bangunan pengolahan air minum.

3. Manfaat

Buku panduan praktikum ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Memberikan informasi mengenai pelaksanaan praktikum Penyediaan Air Minum II (PAM II) yang merupakan bagian dari mata kuliah Penyediaan Air Minum II (PAM II).
2. Memberikan informasi mengenai proses yang terjadi dalam setiap unit pengolahan.
3. Memberikan informasi mengenai prosedur perencanaan dan perancangan bangunan pengolahan air minum.

PETUNJUK UMUM

1. Tata Tertib

Tata tertib pelaksanaan praktikum dalam Laboratorium Teknologi Lingkungan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan laboratorium di luar jam kerja harus sepengetahuan pihak laboratorium.
2. Mahasiswa dilarang menggunakan kaos oblong, sandal jepit saat menggunakan laboratorium.
3. Selesai menggunakan laboratorium harap mematikan peralatan, lampu dan kran air serta harus hemat dalam penggunaannya.
4. Hadir 15 menit sebelum praktikum dimulai dan praktikan yang terlambat lebih dari 10 menit tidak boleh mengikuti praktikum hari itu.
5. Setiap akan menjalankan praktikum, terlebih dahulu diadakan pretest sehingga mahasiswa harus menguasai materi yang berhubungan dengan acara praktikum
6. Praktikan dilarang memulai praktikum sebelum mendapat ijin dari asisten praktikum.
7. Periksa kelengkapan alat sebelum praktikum. Jika ada kerusakan segera laporkan ke asisten.
8. Praktikan harus menjaga kebersihan, kerapian dan keutuhan alat laboratorium.
9. Setelah selesai melakukan praktikum, peralatan agar dirapikan seperti semula dan dikembalikan dengan mengisi form pengembalian.
10. Praktikan yang belum mengumpulkan laporan sementara, tidak boleh mengikuti praktikum berikutnya.
11. Jika terjadi kerusakan atau kehilangan alat dalam pelaksanaan praktikum maka menjadi tanggung jawab pemakai.

12. Praktikan yang tidak dapat mengikuti praktikum pada hari yang ditentukan, dapat mengajukan *inhal* (praktikum pengganti) setelah seluruh praktikum selesai.
13. Praktikan dapat mengikuti *inhal* sebanyak-banyaknya 2 kali percobaan dengan membayar biaya *inhal* (ditentukan pengelola laboratorium).
14. Bagi peserta *inhal*, laporan dikumpulkan maksimal satu minggu setelah percobaan dilakukan.
15. Setelah praktikum selesai diadakan responsi dan tidak ada responsi ulang
16. Hal-hal yang belum tercantum dalam tata tertib ini akan diatur kemudian.
17. Mahasiswa yang akan menggunakan laboratorium teknologi lingkungan harus membuat surat permohonan dan mendapatkan surat ijin terlebih dahulu dari kepala laboratorium teknologi lingkungan. Surat permohonan harus masuk satu minggu sebelum penggunaan laboratorium.

2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Laboratorium

Untuk penerapan K3 di dalam laboratorium, maka diberikan petunjuk umum sebagai berikut:

1. Praktikan tidak boleh membawa tas ke dalam ruang praktikum.
2. Praktikan harus memakai jas laboratorium serta pakaian yang sopan dan rapi (tidak boleh memakai kaos oblong), memakai sepatu tertutup, kaos kaki selama praktikum berlangsung.
3. Praktikan dilarang merokok dan bahan yang sifatnya dapat merusak alat/peralatan ke dalam laboratorium.
4. Praktikan dilarang makan dan minum di dalam laboratorium.
5. Bagi praktikan yang berambut panjang diharapkan mengikat atau menutup rambutnya, poni rambut dijepit agar tidak mengganggu jalannya praktikum.
6. Bagi mahasiswa yang berjilbab, ujung-ujung jilbab harus diatur sehingga tidak mengganggu pelaksanaan praktikum.

7. Dalam memakai alat-alat laboratorium, praktikan harus melakukannya dengan baik dan benar, untuk itu pelajari dan perhatikan modul praktikum dan instruksi kerja penggunaan alat terkait.
8. Laboratorium bukan tempat untuk bermain-main dan bersendau gurau. Praktikan dilarang keras bermain-main dengan semua peralatan praktikum.
9. Limbah cair dari praktikum wajib dimasukkan ke dalam tempat yang telah disediakan dengan dicatat volumenya.
10. Setelah praktikum selesai, praktikan harus membersihkan sampah atau tumpahan air hingga bersih.
11. Praktikan wajib menjaga kebersihan dan kenyamanan laboratorium.

MODUL 1

AERASI

1.1 Tujuan Praktikum

Tujuan praktikum aerasi ini adalah:

1. Mahasiswa dapat mengamati proses aerasi untuk meningkatkan kadar DO pada air.
2. Mahasiswa mampu menghitung nilai kejenuhan oksigen.
3. Mahasiswa mampu menghitung koefisien transfer oksigen.

1.2 Deskripsi Praktikum

Praktikum aerasi dilakukan untuk tujuan menganalisis proses yang terjadi di dalam aerasi. Fungsi dari aerasi adalah melarutkan oksigen di dalam air untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air, melepaskan kandungan gas dalam air, serta membantu pengadukan air. Praktikum ini dilakukan dengan memberikan tambahan kandungan oksigen terlarut melalui aerator terhadap reaktor yang telah berisi sampel air. Proses aerasi dilakukan selama 30 menit. Untuk mengetahui apakah kandungan oksigen terlarut meningkat pada air, maka sampel air diambil setiap interval waktu tertentu hingga waktu aerasi berakhir. Sampel yang telah diambil, dianalisis mengenai kandungan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) dan temperatur. Dilakukan pengukuran temperatur karena faktor tersebut juga memberikan pengaruh terhadap kandungan DO dalam air. Data kandungan DO dan temperatur selanjutnya dianalisis mengenai nilai kejenuhan oksigen dan koefisien transfer oksigen yang terjadi.

1.3 Landasan Teori

Transfer gas disebut juga mekanisme absorpsi dan desorpsi gas. Transfer gas didefinisikan sebagai perpindahan gas dari fase gas ke cair atau sebaliknya. Pada

proses transfer gas terjadi kontak antar permukaan udara atau gas dengan air yang menyebabkan berpindahnya suatu senyawa dari fase gas ke fase cair atau menguapnya suatu senyawa dari fase cair menjadi fase gas. Gas yang menjadi perhatian pada pengolahan air, baik air adalah oksigen, karbondioksida, metana, hidrogen sulfida, ammonia, dan klor. Mekanisme tersebut berlangsung secara difusi. Gaya penggerak perpindahan massa terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi zat dalam larutan dan kelarutan gas pada kondisi tertentu. Faktor yang mempengaruhi dalam proses transfer gas adalah suhu, tekanan parsial gas dalam fase gas, konsentrasi padatan terlarut dalam fase cair, dan komposisi kimia gas.

Tujuan dari transfer gas dalam pengolahan air minum adalah untuk mengurangi konsentrasi bahan penyebab bau dan rasa, seperti hidrogen sulfida dan senyawa organik, mengoksidasi besi dan mangan, melarutkan oksigen ke dalam air tanah, serta menyisihkan senyawa yang mungkin dapat meningkatkan biaya pengolahan

Aerasi merupakan proses transfer gas, khususnya oksigen, dari fase gas ke fase cair. Tujuan utama dari proses aerasi adalah untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam pengolahan air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air serta membantu pengadukan air. Faktor yang mempengaruhi proses aerasi atau penyerapan oksigen adalah:

1. Suhu
2. Kejenuhan oksigen
3. Karakteristik air
4. Derajat turbulensi.

Suhu atau temperatur mempengaruhi proses aerasi. Koefisien penyerapan oksigen (K_{La}) meningkat seiring dengan kenaikan suhu karena suhu berpengaruh terhadap tingkat difusi, tegangan permukaan, dan kekentalan air. Pengaruh suhu dijelaskan dalam persamaan 1.1.

$$(K_{La})_{20} = (K_{La})_T f^{(20-T)} \dots\dots\dots (1.1)$$

Dimana:

K_{La} = Koefisien transfer total (1/jam)

T = Temperatur (°C)

f = Koefisien empiris (1,012-1,047)

Kejenuhan oksigen dipengaruhi oleh suhu, salinitas, tekanan parsial oksigen yang kontak dengan air. Eckenfelder dan O'connor menyarankan kejenuhan oksigen dapat dihitung menggunakan persamaan 1.2.

$$(C_s)_{760} = \frac{475-2,65S}{33,5+T} \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana:

$C_{s\ 760}$ = Nilai kejenuhan oksigen pada tekanan udara 760 mmHg (mg/L)

S = Konsentrasi padatan terlarut dalam air (g/L)

T = Suhu (°C)

Nilai konsentrasi jenuh oksigen pada persamaan 1.2 dapat dikoreksi untuk tekanan udara barometric dengan persamaan 1.3.

$$C_s = C_{s760} \frac{P-p}{760-p} \dots\dots\dots(1.3)$$

Dimana:

$C_{s\ 760}$ = Nilai kejenuhan oksigen pada tekanan udara 760 mmHg (mg/L)

P = tekanan barometric (mmHg)

p = tekanan jenuh uap air pada suhu air yang diaerasi (mmHg)

Nilai koefisien transfer gas (K_{La}) dapat ditentukan dalam skala percobaan dengan persamaan 1.4 dan 1.5.

$$\frac{dc}{dt} = K_{La}(C_s - C) \dots\dots\dots(1.4)$$

$$\ln(C_s - C_t) = \ln(C_s - C_i) - K_{La} \cdot t \dots\dots\dots(1.5)$$

Dimana:

- K_{La} = koefisien transfer total (1/jam)
- C_s = konsentrasi gas jenuh (mg/L)
- C_i = konsentrasi gas awal (mg/L)
- C_t = konsentrasi gas pada interval waktu percobaan (mg/L)

Dari data percobaan, maka dapat diplot $\ln(C_s - C_t)$ terhadap waktu (t), maka akan diperoleh garis dengan slope sebesar K_{La} .

1.4 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan adalah:

1. Bak air dengan kapasitas ± 10 L
2. Kompresor / aerator
3. Termometer
4. DO meter

1.5 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Sampel air (sesuai pembagian kelompok) sebanyak 10 L
2. Natrium sulfit (Na_2SO_3)

1.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Prosedur praktikum:

1. Siapkan sampel air yang telah ditentukan sebanyak 10 L dan masukkan ke dalam bak.
2. Ukur kadar DO awal dalam sampel air (sampel air ke-0 menit).

3. Turunkan kadar DO pada sampel air hingga mendekati 0 mg/L dengan menambahkan Natrium sulfit (Na_2SO_3). Penurunan 1 mg/L O_2 dapat dilakukan dengan menambahkan 7,9 mg/L Natrium sulfit (Na_2SO_3).
4. Lakukan aerasi dengan menggunakan kompressor atau aerator.
5. Ukur DO pada sampel air pada menit ke-0, 3, 7, 10, 15, 20, 25, 30.
6. Ukur suhu selama proses aerasi.

1.7 Pembahasan / Analisis Perhitungan

Setelah melaksanakan praktikum, analisis mengenai:

1. Perubahan kadar DO pada sampel air selama proses aerasi.
2. Hubungan suhu terhadap kandungan DO pada sampel air selama proses aerasi.
3. Nilai kejenuhan oksigen berdasarkan hasil praktikum.
4. Koefisien transfer oksigen yang terjadi berdasarkan hasil praktikum

1.8 Form

Pengamatan dan Perhitungan selama praktikum:

A. Bagan Alir Prosedur Pelaksanaan Praktikum

[illegible]

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

C. Hasil Pengukuran DO, Temperatur, dan Kekeruhan Kondisi Awal

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D. Perhitungan Penambahan Natrium sulfit (Na_2SO_3)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E. Pengukuran DO dan Temperatur Tiap Sampel

Tabel 1.1 Hasil Pengukuran DO dan Temperatur Sampel

Waktu pengambilan sampel	Menit ke-							
	0	3	7	10	15	20	25	30
DO (mg/L)								
Temperatur (°C)								

F. Hubungan Temperatur/Suhu Terhadap Kandungan DO pada Sampel Air Selama Proses Aerasi

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

[illegible]

MODUL 2

SEDIMENTASI I

2.1 Tujuan Praktikum

Tujuan praktikum sedimentasi I ini adalah:

1. Mahasiswa dapat mengamati proses yang terjadi pada sedimentasi I untuk menurunkan kekeruhan pada air.
2. Mahasiswa mampu menghitung kecepatan pengendapan.
3. Mahasiswa mampu menghitung fraksi.
4. Mahasiswa mampu menghitung removal atau efisiensi pengendapan.
5. Mahasiswa mampu menentukan waktu detensi.

2.2 Deskripsi Praktikum

Praktikum Sedimentasi I dilakukan untuk tujuan menganalisis proses yang terjadi di dalam sedimentasi I. Fungsi dari sedimentasi I adalah memisahkan air dan polutan melalui proses pengendapan. Praktikum ini dilakukan dengan mengamati penurunan kekeruhan pada sampel air yang telah dimasukkan pada *settling cloumn type I*. Untuk mengetahui apakah kekeruhan air menurun, maka sampel air diambil setiap interval waktu tertentu hingga waktu pengamatan berakhir. Pengamatan dilakukan selama 120 menit. Sampel diambil melalui port sampling yang terletak pada ketinggian tertentu di *settling cloumn type I*. Sampel yang telah diambil, dianalisis kekeruhan dan temperatur. Data kekeruhan dan temperatur selanjutnya dianalisis mengenai kecepatan pengendapan (V_o) dan fraksi yang terjadi selama praktikum dan dianalisis lebih lanjut mengenai *total removal* dan waktu detensi.

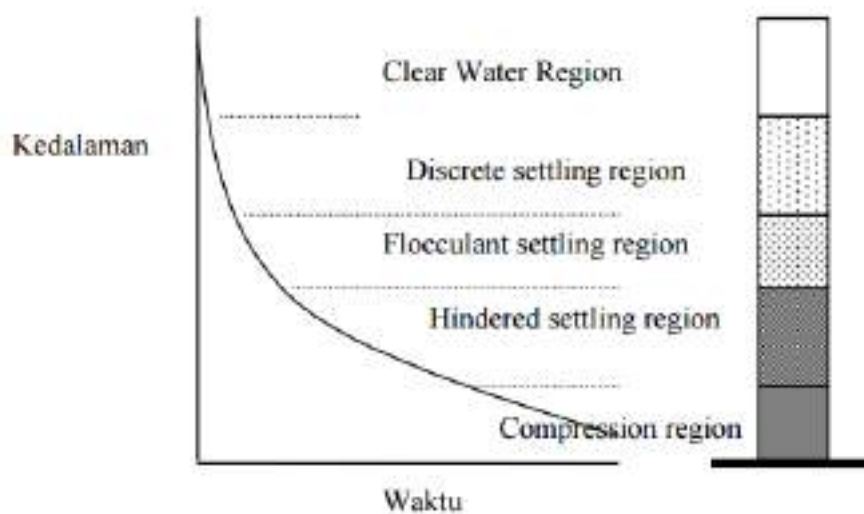
2.3 Landasan Teori

Sedimentasi atau proses pengendapan dimaksudkan untuk memisahkan solid-liquid secara gravitasi. Sedimentasi merupakan pengolahan pendahuluan dalam pengolahan air. Tujuan sedimentasi pada pengolahan air minum adalah:

- a. Pengendapan air permukaan, khususnya untuk pengolahan dengan filter pasir cepat.
- b. Pengendapan flok hasil proses koagulasi-flokulasi, khususnya sebelum masuk ke dalam unit filter pasir cepat.
- c. Pengendapan flok hasil penurunan kesadahan menggunakan soda-kapur.
- d. Pengendapan lumpur pada penyisihan besi dan mangan

Berdasarkan pada konsentrasi partikel dan kemampuan partikel untuk berinteraksi, sedimentasi dapat diklasifikasikan menjadi empat tipe (Gambar 2.1), yaitu:

- a. *Settling type I*, pengendapan partikel diskret, partikel mengendap secara individual dan tidak ada interaksi antar partikel
- b. *Settling type II*, pengendapan partikel flokulen, terjadi interaksi antar partikel sehingga ukuran partikel meningkat dan kecepatan pengendapan bertambah.
- c. *Settling type III*, pengendapan lumpur biologis, dimana gaya antar partikel saling menahan partikel lainnya untuk mengendap.
- d. *Settling type IV*, terjadi pemampatan partikel yang telah mengendap karena berat partikel.



Gambar 2.1 Tipe Sedimentasi (Masduqi dan Slamet, 2002)

Berdasarkan partikel yang diendapkan, sedimentasi dibagi menjadi dua, yaitu sedimentasi I dan sedimentasi II. Sedimentasi I atau prasedimentasi bertujuan untuk mengendapkan partikel diskret atau partikel kasar dan lumpur. Partikel diskret adalah partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk dan ukuran selama mengendap di dalam air. Sedimentasi I diperlukan jika partikel diskret atau partikel kasar dan lumpur terdapat pada air dalam jumlah besar. Pengendapan dilakukan dalam bak berukuran besar dengan waktu detensi selama 2 hingga 4 jam dalam aliran yang laminar. Aliran dikondisikan laminar untuk memberikan kesempatan lumpur mengendap tanpa terganggu oleh aliran. Pengendapan berlangsung secara gravitasi tanpa penambahan bahan kimia sebelumnya. Kecepatan pengendapan dapat dihitung dengan rumus Stoke's pada persamaan 2.1.

$$Vs = \frac{g}{18\mu} (s_g - 1) d^2 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$Vs = \frac{g}{18\mu} (\rho_s - \rho) d^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

- V_s = Kecepatan pengendapan (m/det)
 S_g = *Specific gravity*
 ρ_s = Densitas massa partikel (kg/m³)
 ρ = Densitas massa liquid (kg/m³)
 g = Percepatan gravitasi (m/detik)
 μ = Viskositas absolut (N.detik/m²)

Sedimentasi I dengan menggunakan *settling coloumn type I* digunakan untuk mengendapkan partikel diskrit yang mengendap secara individual dan tidak ada interaksi antar partikel. Pengendapan terjadi karena adanya interaksi gaya-gaya disekitar partikel yaitu gaya drag dan gaya impelling. Partikel dapat mengendap tergantung pada kecepatan pengendapan partikel. Jika $V_s > V_o$ maka 100% partikel akan mengendap dalam waktu yang sama, jika $V_s < V_o$, maka tidak semua mengendap dalam waktu yang sama. Jumlah keseluruhan partikel yang mengendap disebut total *removal*. Besarnya total removal dapat diperoleh dari uji laboratorium dengan *coloumn settling test*. Percobaan dengan *settling coloumn type I* (Gambar 2.2) digunakan untuk desain bak prasedimentasi pada pengolahan air minum dengan air baku permukaan. Perhitungan kecepatan pengendapan, fraksi, removal, dan waktu detensi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.3-2.6.

$$\text{Kecepatan } (V_o) = \frac{h}{t} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- h = tinggi settling – tinggi kran
 t = waktu pengambilan sampel

$$\text{fraksi} = \frac{\text{kekeruhan}_t}{\text{kekeruhan awal}} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$R = (1 - F_o) + \frac{1}{V_o} \int_0^{F_o} V dF \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

R = removal atau efisiensi pengendapan

Fo = fraksi

Vo = kecepatan pengendapan (m/detik)

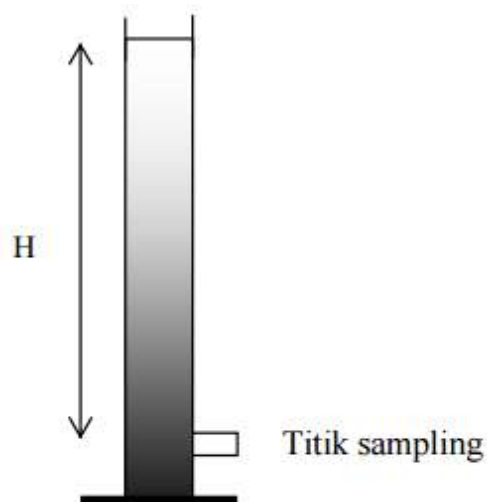
$$td = \frac{h}{Vo} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

td = waktu detensi

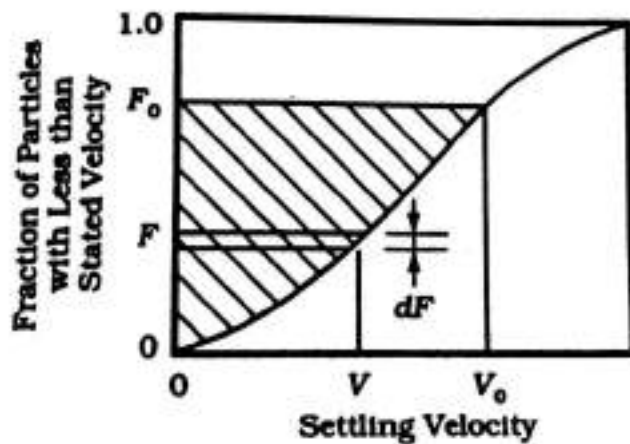
h = kedalaman bak

Vo = kecepatan pengendapan (m/detik)



Gambar 2.2 *Settling Coloumn Type I* (Masduqi dan Slamet, 2002)

Fraksi merupakan perbandingan antara konsentrasi partikel pada waktu ke-t terhadap konsentrasi partikel mula-mula. Dari hasil perhitungan fraksi (F) dan kecepatan pengendapan (Vo) diplot ke dalam grafik hubungan antar keduanya. Tentukan nilai Vo yang digunakan sebagai acuan, dari nilai tersebut akan diperoleh nilai Fo atau batas fraksi partikel terbesar yang semuanya mengendap dan fraksi partikel lebih kecil yang mengendap sebagian saja. Besarnya fraksi partikel kecil dapat dicari dari luasan daerah di atas kurva sampai batas Fo (Gambar 2.3).

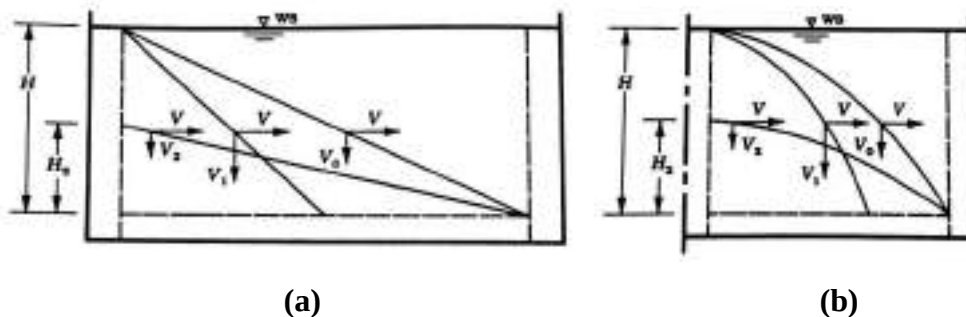


Gambar 0.3 Grafik Pengendapan *Settling type I* (Reynolds dan Richards, 1996)

Bentuk bak pengendap ada dua macam, yaitu:

- Rectangular (segi empat)
- Circular (lingkaran)

Lintasan pengendapan partikel untuk masing-masing bentuk bak pengendap dapat dilihat pada Gambar 2.4. Bak sedimentasi, baik bentuk segiempat dan lingkaran, umumnya dibangun dengan beton bertulang. Diameter bak pengendap berbentuk lingkaran umumnya antara 15-300 ft (4,57-91,43 m) dengan kedalaman 6-16 ft (1,83-4,88 m). Untuk bak pengendap perbebtuk segiempat pada umumnya berukuran lebar antara 35-200 ft (10,67-60,96 m) dengan kedalaman 6-19 ft (1,83-5,79 m).



Gambar 0.4 Lintasan Pengendapan Partikel (a) Bentuk Bak Segi Empat (b) Bentuk Bak Lingkaran (Reynolds dan Richards, 1996)

2.4 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan adalah:

1. *Settling coloumn type I*
2. *Turbidity meter*
3. *Stopwatch*
4. Termometer

2.5 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Sampel air (sesuai pembagian kelompok) 30 L.

2.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Prosedur praktikum:

1. Siapkan sampel air yang telah ditentukan sesuai dengan volume *settling coloumn type I*.
2. Ukur kekeruhan pada sampel air.
3. Masukkan sampel air ke dalam *settling coloumn type I* sampai tanda batas.
4. Biarkan air pada *settling coloumn type I* dan ambil sampel air pada interval tertentu selama 90 menit melalui port sampling.
5. Ukur kekeruhan pada sampel air yang telah diambil dengan menggunakan alat turbiditymeter sesuai prosedur penggunaan.
6. Ukur temperatur selama proses sedimentasi menggunakan termometer.

2.7 Pembahasan / Analisa Perhitungan

Setelah melakukan praktikum, analisis mengenai:

1. Perubahan kekeruhan pada sampel air selama proses sedimentasi I.
2. Kecepatan pengendapan yang terjadi.

3. Fraksi yang terjadi.
4. Removal atau efisiensi pengendapan yang terjadi.
5. Waktu dentensi yang digunakan.

2.8 Form

Pengamatan dan Perhitungan selama praktikum:

A. Bagan Alir Prosedur Pelaksanaan Praktikum

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]

C. Pengukuran Kekeruhan dan Temperatur pada Tiap Sampel

Tabel 2.1 Hasil Pengukuran Kekeruhan dan Temperatur pada Tiap Sampel

Waktu pengambilan sampel	Menit ke-							
	10	20	30	40	50	60	75	90
Kekeruhan (NTU)								
Temperatur (°C)								

[illegible]

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

E. Perhitungan Kecepatan Pengendapan

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Kecepatan Pengendapan

Waktu pengambilan sampel	Menit ke-							
	10	20	30	40	50	60	75	90
Kecepatan (Vo)								

[illegible]

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features multiple sets of horizontal dotted lines spaced evenly down the page, providing a guide for handwriting practice. The paper is otherwise blank, with no text or other markings.

F. Perhitungan Fraksi

Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Fraksi

Waktu pengambilan sampel	Menit ke-							
	10	20	30	40	50	60	75	90
Fraksi								

[illegible]

G. Perhitungan Total Removal

This image shows a full page of a document template designed for handwriting practice or general note-taking. It consists of approximately 20 evenly spaced, horizontal dotted lines running across the width of the page. The background is plain white, and there are no margins, headers, or footers present.

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features approximately 20 horizontal dotted lines spaced evenly down the page, providing a guide for handwriting practice. The paper is otherwise blank, with no margins, text, or other markings.

[illegible]

MODUL 3

KOAGULASI-FLOKULASI

3.1 Tujuan Praktikum

Tujuan praktikum koagulasi-flokulasi ini adalah:

1. Mahasiswa dapat mengamati proses pembentukan flok yang terjadi pada koagulasi dan flokulasi.
2. Mahasiswa mampu menentukan dosis optimum koagulan untuk sampel air sampel berdasarkan hasil praktikum.

3.2 Deskripsi Praktikum

Praktikum Koagulasi dan Flokulasi dilakukan untuk tujuan menganalisis proses yang terjadi di dalam koagulasi dan flokulasi. Fungsi proses ini adalah untuk membentuk partikel flokulan yang mudah diendapkan di unit proses berikutnya. Koagulasi merupakan penambahan bahan kimia (koagulan). Pada proses koagulasi dengan pengadukan cepat, memberikan kesempatan kepada koagulan untuk membentuk inti flok yang berasal dari partikel koloid yang ada dalam air. Proses koagulasi kemudian dilanjutkan dengan proses pengadukan lambat (flokulasi), dengan tujuan memberikan kesempatan bagi inti flok untuk saling bersentuhan sehingga terbentuk flok yang lebih besar yang siap untuk diendapkan. Praktikum ini dilakukan dengan membubuhkan koagulan ke dalam sampel air dengan dosis yang berbeda kemudian dilakukan pengadukan cepat dan lambat dengan menggunakan jartest. Dalam proses pengadukan dengan jartest, kecepatan dan waktu pengadukan diatur sesuai dengan kriteria masing-masing untuk pengadukan cepat dan lambat. Setelah proses pengadukan berakhir, sampel dipindahkan ke dalam imhoff cone. Pengamatan dilakukan terhadap partikel flok yang terbentuk dan waktu yang dibutuhkan pengendapan partikel flok di imhoff cone. Analisis dilakukan terhadap dosis optimum berdasarkan tingkat kekeruhan dan flok yang terbentuk.

3.3 Landasan Teori

Pengadukan merupakan kegiatan pencampuran dua atau lebih zat agar diperoleh hasil campuran yang homogen. Pengadukan bertujuan untuk menciptakan kondisi atau aliran turbulen. Pengadukan digunakan pada proses koagulasi dan flokulasi. Dalam koagulasi terjadi proses destabilisasi koloid dan partikel dalam air dengan menggunakan koagulan yang menyebabkan terbentuknya inti flok. Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok menjadi flok yang berukuran lebih besar. Proses koagulasi dan flokulasi dapat berlangsung bila ada pengadukan. Dalam proses pengadukan diharapkan terjadi tumbukan antar partikel tersuspensi dan koloid untuk membentuk flok dari energi yang diberikan. Partikel flok nantinya akan terpisahkan dengan air melalui proses pengendapan dan penyaringan.

Air baku dari air permukaan sering mengandung bahan-bahan yang tersusun oleh partikel koloid yang tidak bisa diendapkan secara alamiah dalam waktu singkat. Partikel-partikel koloid dibedakan berdasarkan ukuran. Jarak ukurannya antara 0,001 mikron (10^{-6} mm) sampai 1 mikron (10^{-3} mm). Partikel yang ditemukan dalam kisaran ini meliputi (1) partikel anorganik, seperti serat asbes, tanah liat, dan lanau/silt, (2) presipitat koagulan, dan (3) partikel organik, seperti zat humat, virus, bakteri, dan plankton. Dispersi koloid mempunyai sifat memendarkan cahaya. Sifat pemendaran cahaya ini terukur sebagai satuan kekeruhan. Koloid merupakan partikel yang tidak dapat mengendap secara alami karena adanya stabilitas suspensi koloid. Stabilitas koloid terjadi karena adanya gaya tarik van der Waals, gaya elektrostatis, serta gerak brown. Gaya Van der Waals merupakan gaya tarik-menarik antara dua massa, yang besarnya tergantung pada jarak antar keduanya. Pada kimia koloid, ikatan Van der Waals adalah lawan dari gaya elektrostatis. Gaya elektrostatis adalah gaya utama menjaga suspensi koloid pada keadaan yang stabil. Sebagian besar koloid mempunyai muatan listrik. Sifatnya berbeda tergantung sifat dasar koloidnya. Oksida metalik umumnya bermuatan positif, sedangkan oksida nonmetalik dan sulfida metalik umumnya bermuatan negatif. Kestabilan koloid terjadi karena adanya gaya tolak antar koloid yang

mempunyai muatan yang sama. Gerak Brown adalah gerak acak dari suatu partikel koloid yang disebabkan oleh kecilnya massa partikel.

Kestabilan koloid dapat dikurangi dengan proses koagulasi (proses destabilisasi) melalui penambahan bahan kimia dengan muatan berlawanan. Terjadinya muatan pada partikel menyebabkan antar partikel yang berlawanan cenderung bergabung membentuk inti flok. Proses koagulasi selalui diikuti oleh proses flokulasi, yaitu penggabungan inti flok atau flok kecil menjadi flok yang berukuran besar. Proses koagulasi-flokulasi terjadi pada unit pengaduk cepat dan pengaduk lambat. Pada bak pengaduk cepat, dibubuhkan bahan kimia (disebut koagulan). Pengadukan cepat dimaksudkan agar koagulan yang dibubuhkan dapat tercampur secara merata/homogen. Pada bak pengaduk lambat, terjadi pembentukan flok yang berukuran besar hingga mudah diendapkan pada bak sedimentasi.

Dalam proses koagulasi, akan terjadi destabilisasi partikel atau mengurangi stabilitas koloid dengan memberikan bahan kimia (koagulan) yang bermuatan berlawanan. Proses yang terjadi di dalam koagulasi adalah:

1. Penurunan tegangan permukaan melalui proses netralisasi muatan atau adsorpsi.
2. Presipitasi koagulan yang akan menyapu koloid
3. Adsorpsi dan pembentukan jembatan antar partikel.

Pada flokulasi kontak partikel melalui dua mekanisme, yaitu:

1. Thermal motion/brownian motion/difusi disebut sebagai flokulasi perikinetik
2. Gerakan cairan oleh aktivitas pengadukan atau flokulasi ortokinetik

Koagulan yang umum digunakan adalah aluminium sulfat atau garam-garam besi. Faktor yang mempengaruhi koagulasi dan flokulasi adalah kekeruhan, padatan tersuspensi, temperatur, pH, komposisi dan konsentrasi kation dan anion, durasi dan tingkat agitasi selama koagulasi dan flokulasi, dosis koagulan, dan jika diperlukan, koagulan-pembantu yang biasanya digunakan untuk memperoleh flok

yang cepat mengendap. Untuk mengetahui dosis optimum koagulan digunakan *jar test*. Perhitungan dosis koagulan dapat menggunakan persamaan 3.1.

$$Dosis\ Koagulan = dosis\ optimum \times Q \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

$$Q = \text{Debit air (m}^3/\text{s)}$$

Faktor penting dalam koagulasi dan flokulasi adalah pengadukan. Berdasarkan kecepatannya, pengadukan dibedakan menjadi dua, yaitu pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Kecepatan pengadukan dinyatakan dengan gradien kecepatan (G), yang merupakan fungsi dari tenaga yang disuplai (P) seperti pada persamaan 3.2.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

$$P = \text{Suplai tenaga ke air (N.m/detik)}$$

$$V = \text{Volume air yang diaduk (m}^3\text{)}$$

$$\mu = \text{Viskositas absolut air (N.detik/m}^2\text{)}$$

Pengadukan cepat adalah pengadukan yang dilakukan dengan gradien kecepatan besar (300 sampai 1000 detik⁻¹), sementara pengadukan lambat adalah pengadukan yang dilakukan dengan gradien kecepatan kecil (20 sampai 100 detik⁻¹). Waktu pengadukan juga berbeda. Pada pengadukan cepat, waktu yang diperlukan tidak lebih dari 1 menit, sementara pengadukan lambat membutuhkan waktu 15 hingga 60 menit.

Pengadukan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

- a. Pengadukan Mekanis

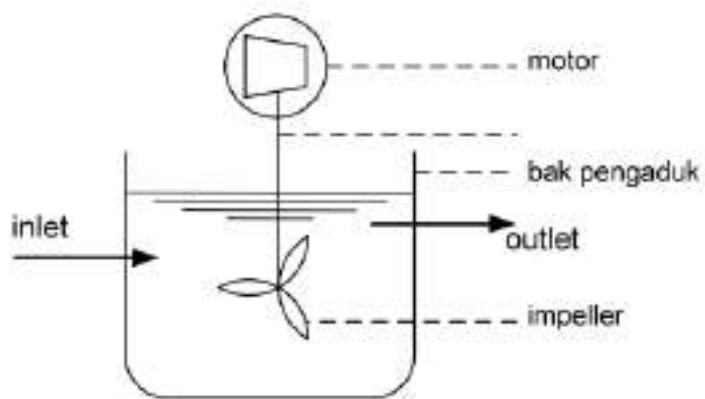
Pengadukan mekanis adalah metoda pengadukan menggunakan alat pengaduk berupa impeller yang digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Umumnya pengadukan mekanis terdiri dari motor, poros pengaduk, dan gayung pengaduk (impeller). Pengadukan lambat secara mekanis umumnya memerlukan tiga kompartemen dengan ketentuan G di kompartemen I lebih besar daripada G di kompartemen II dan G di kompartemen III adalah yang paling kecil. Pengadukan mekanis dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan 3.2.

b. Pengadukan Hidrolis

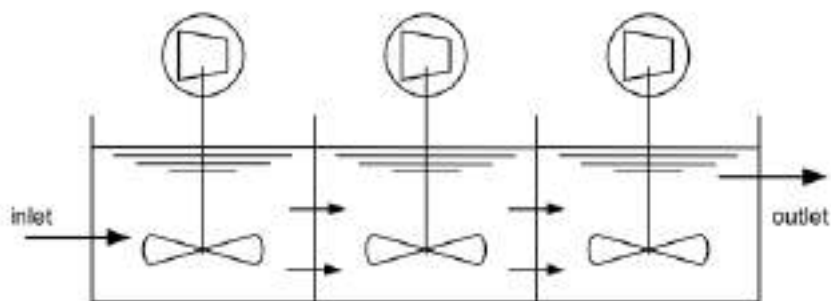
Pengadukan hidrolis adalah pengadukan yang memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Sistem pengadukan ini menggunakan energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran. Contoh pengadukan hidrolis adalah terjunan, loncatan hidrolis, parshall. Pengadukan hidrolis dapat dilihat pada Gambar 3.3, 3.4, dan 3.5.

c. Pengadukan Pneumatis

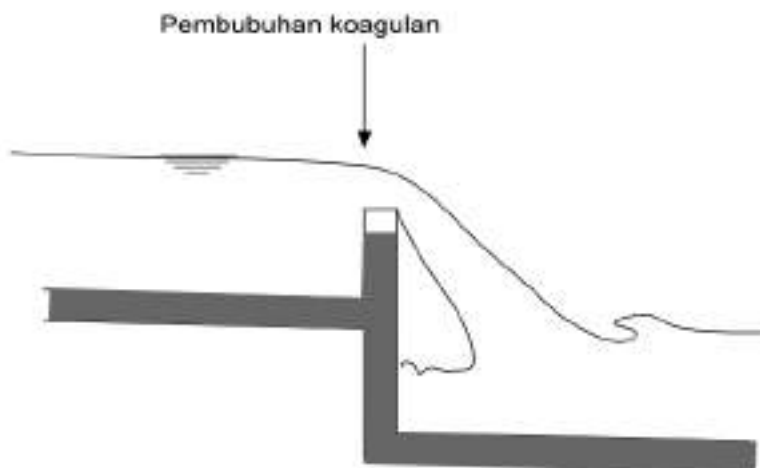
Pengadukan pneumatis adalah pengadukan yang menggunakan udara (gas) berbentuk gelembung yang dimasukkan ke dalam air sehingga menimbulkan gerakan pengadukan pada air. Injeksi udara bertekanan ke dalam suatu badan air akan menimbulkan turbulensi karena lepasnya gelembung udara ke permukaan air. Makin besar tekanan udara, kecepatan gelembung udara yang dihasilkan makin besar dan diperoleh turbulensi yang makin besar pula. Pengadukan pneumatis dapat dilihat pada Gambar 3.6.



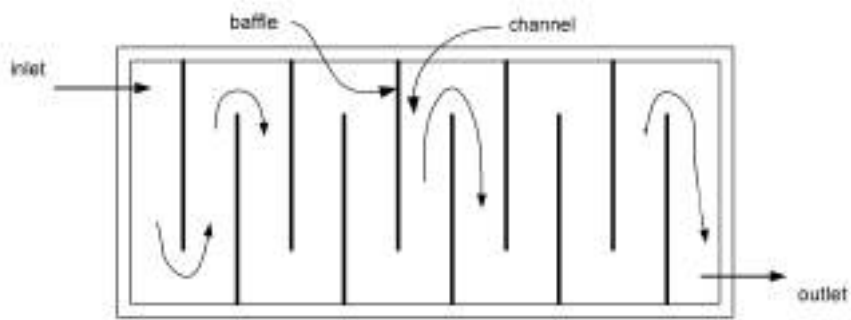
Gambar 3.1 Pengadukan Cepat Mekanis (Masduqi, 2009)



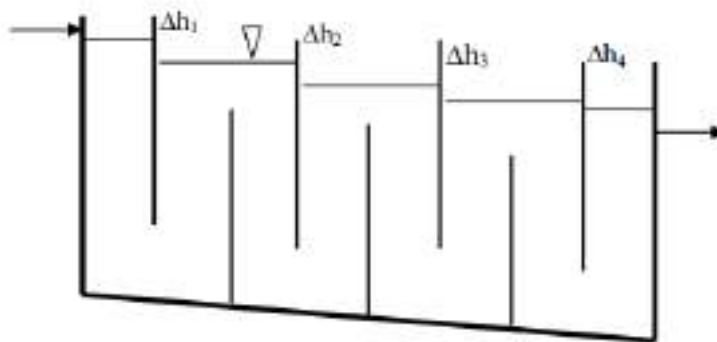
Gambar 3.2 Pengadukan Lambat Mekanis (Masduqi, 2009)



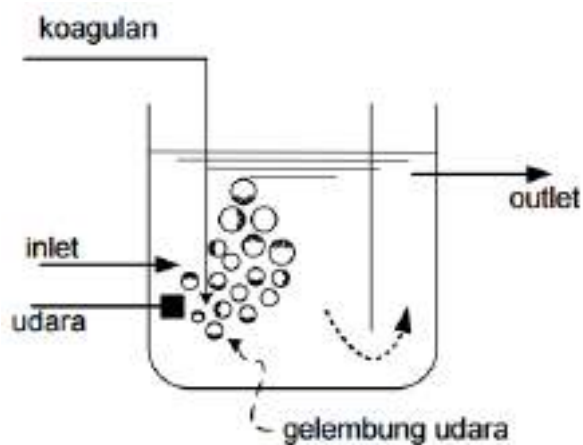
Gambar 3.3 Pengadukan Cepat Hidrolis dengan Terjunan (Masduqi, 2009)



Gambar 3.4 Pengadukan Lambat Hidrolis dengan *Baffle Channel* (Masduqi, 2009)



Gambar 3.5 Pengadukan Lambat Hidrolis dengan *Baffle Channel* (Masduqi dan Slamet, 2002)



Gambar 3.6 Pengadukan Cepat Pneumatis (Masduqi, 2009)

Pengadukan cepat adalah pengadukan yang dilakukan pada gradien kecepatan antara 100-1000 per detik selama 5-60 detik. Tujuan dalam pengadukan cepat adalah menciptakan turbulensi sehingga bahan kima yang telah dibubuhkan dapat terlarut di dalam air. Kriteria desain dari perencanaan unit koagulasi dan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Perencanaan Unit Koagulasi:

- a. Intensitas dinyatakan dalam G (Gradient Kecepatan)
- b. Lama Pengadukan $t_d = V/Q$
- c. $t_d = 20 - 60$ detik
- d. $G = 1000 - 700$ L/detik

Tabel 3.1 Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi

Waktu pengadukan (t_d) detik	Gradien Kecepatan
20	1000
30	900
40	790
≥ 50	700

Sumber: Masduqi dan Slamet, 2002

Pengadukan lambat digunakan dalam proses flokulasi untuk pembesaran inti flok. Tujuan pengadukan lambat adalah untuk menghasilkan gerakan air secara perlahan sehingga kontak antar partikel untuk membentuk gabungan partikel berukuran besar. Pada pengadukan lambat, gradien kecepatan diturunkan secara perlahan untuk menjaga agar gumpalan yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan menggabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang besar. Penggabungan inti flok tergantung pada karakteristik flok dan nilai gradien kecepatan. Secara umum pengadukan lambat dilakukan pada gradien kecepatan kurang dari 100 per detik selama 10-60 menit. Berikut adalah kriteria desain dari perencanaan unit flokulasi dan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Perencanaan Unit Flokulasi:

- Intensitas dinyatakan dalam G (gradien kecepatan)
- Lama pengadukan $t_d = V/Q$
- $t_d = 20 - 60$ detik
- $G = 1000 - 700$ l/detik

Tabel 3.2 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi

Uraian	Waktu detensi (td)	G (L/detik)
Proses Flokulasi	15 – 45 menit	10 – 75
Untuk Air Sungai	Minimal 20 menit	10 – 50
Untuk Air Waduk	30 menit	10 – 75
Untuk Flokulator 3 Kompartemen		G Kompartemen 1 : terbesar G kompartemen 2 : 40 % G Komp 1 G Kompartemen 3 : Terkecil

Sumber: Masduqi dan Slamet, 2002

Pengadukan lambat dapat dilakukan dengan pengadukan mekanis dan hidrolis. Pengadukan mekanis yang sering digunakan adalah tipe paddle. Besarnya energi atau tenaga yang diterima oleh fluida akibat putaran paddle tergantung pada gaya drag dan kecepatan relatif fluida terhadap paddle. Tenaga yang diperlukan untuk pengadukan sistem paddle dapat dihitung menggunakan persamaan 3.3 untuk paddle wheel yang tersusun dari satu pasang paddle dan persamaan 3.4 untuk paddle wheel yang tersusun dari satu pasang paddle.

$$P = C_D A \rho \frac{v^3}{2} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$P = \frac{1}{2} C_D A \rho \Sigma v_i^3 \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana:

P = Tenaga (N.m/detik)

C_D = Koefisien drag (nilai koefisien dapat dilihat pada Tabel 3.3)

- A = Luas permukaan paddle (m²)
 ρ = rapat massa air (kg/m³)
 v = kecepatan relatif putaran paddle (m/detik)
 i = 1, 2, 3, ... n

Tabel 3.3 Nilai Koefisien Drag

Rasio panjang terhadap lebar paddle (Rasio L/W)	C _D
5	1,2
20	1,5
~	1,9

Sumber: Masduqi dan Slamet, 2002

Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan lambat berbeda dengan pengadukan cepat. Pada pengadukan lambat, energi hidrolis yang diharapkan cukup kecil agar gerakan air tidak menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang terbentuk. Jenis aliran yang digunakan adalah baffle channel (Gambar 3.4 dan 3.5). Jumlah sekat dalam flokulator baffle channel dapat ditentukan dengan persamaan 3.5 untuk aliran horizontal dan 3.6 untuk aliran vertikal.

$$n = \left\{ \left[\frac{2\mu.t}{\rho(1,44+f)} \right] \left[\frac{H.L.G}{Q} \right]^2 \right\}^{1/3} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$n = \left\{ \left[\frac{2\mu.t}{\rho(1,44+f)} \right] \left[\frac{W.L.G}{Q} \right]^2 \right\}^{1/3} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana:

- h = Head loss (m)
 v = Kecepatan fluida (m/detik)
 g = Konstanta gravitasi (9,81 m/detik²)
 k = Konstanta empiris (2,5-4)
 n = Jumlah sekat
 H = Kedalaman air dalam kanal
 L = Panjang bak flokulator (m)

G	= Gradien kecepatan (1/detik)
Q	= Debit aliran (m ³ /detik)
t	= Waktu flokulasi (detik)
μ	= Kekentalan dinamis air (kg/m.detik)
ρ	= Berat jenis air (kg/m ³)
f	= Koefisien gesek sekat
W	= Lebar bak (m)

3.4 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan adalah:

1. *Jar test*
2. Kerucut imhoff
3. pH meter
4. *Turbidity meter*

3.5 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Sampel air (sesuai pembagian kelompok) 5 L
2. Tawas / $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

3.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Prosedur praktikum:

1. Siapkan sampel air yang telah ditentukan sebanyak ± 5 L yang sudah melewati proses sedimentasi I (ambil bagian tengah dari *settling coloumn type I*).
2. Ukur kekeruhan dan pH awal air sampel.
3. Masukkan sampel air kedalam 4 buah *beaker glass* masing-masing sebanyak 1000 mL.

4. Tambahkan larutan tawas 1% dengan dosis yang berbeda (mis 55, 65, 75, 85 ppm).
5. Hidupkan jar test dan diatur kecepatan alatnya sebagai berikut:
 - a. Aduk cepat 80 - 100 rpm selama 1 menit
 - b. Aduk sedang 40 rpm selama 5 - 10 menit
 - c. Aduk lambat 20 rpm selama 1 menit
6. Amati flok yang terbentuk dengan menggunakan kerucut imhoff.
7. Ukur kekeruhan dan pH pada masing-masing sampel

3.7 Pembahasan / Analisa Perhitungan

Setelah melakukan praktikum, analisis mengenai:

1. Flok yang terbentuk pada waktu pengendapan yang telah ditentukan.
2. Kekeruhan masing-masing dosis.
3. Dosis optimum sesuai hasil praktikum.

3.8 Form

Pengamatan dan Perhitungan selama praktikum:

A. Bagan Alir Prosedur Pelaksanaan Praktikum

[illegible]

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features approximately 20 horizontal dotted lines spaced evenly down the page, providing a guide for handwriting practice. The paper is otherwise blank, with no margins, text, or other markings.

[illegible]

[illegible]

E. Pengamatan Proses di dalam Imhoff Cone

Tabel 3.4 Hasil Pengamatan Kogulasi-Flokulasi

Beaker glass	1	2	3	4
Dosis				
Waktu pengendapan				
Flok yang terbentuk				
pH				
Kekeruhan				

[illegible]

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

G. Catatan

[illegible]

MODUL 4

SEDIMENTASI II

4.1 Tujuan Praktikum

Tujuan praktikum sedimentasi II ini adalah:

1. Mahasiswa dapat mengamati proses yang terjadi pada sedimentasi II untuk menurunkan kekeruhan pada air.
2. Mahasiswa mampu menghitung kecepatan pengendapan.
3. Mahasiswa mampu menghitung fraksi.
4. Mahasiswa mampu menentukan waktu pengendapan.

4.2 Deskripsi Praktikum

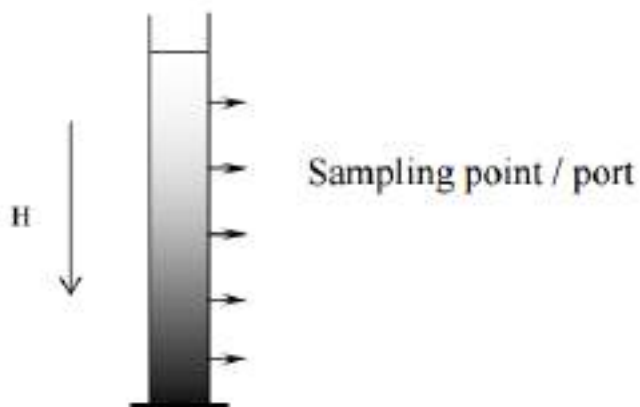
Praktikum Sedimentasi II dilakukan untuk tujuan menganalisis proses yang terjadi di dalam sedimentasi II. Fungsi dari sedimentasi II adalah memisahkan air dan polutan yang telah melalui proses koagulasi-flokulasi dengan proses pengendapan. Praktikum ini dilakukan dengan mengamati penurunan kekeruhan pada sampel air yang telah dimasukkan pada *settling cloumn type II*. Untuk mengetahui apakah kekeruhan air menurun, maka sampel air diambil setiap interval waktu tertentu hingga waktu pengamatan berakhir. Pengamatan dilakukan selama 90 menit. Sampel diambil melalui 5 port sampling yang terletak pada ketinggian yang berbeda di *settling cloumn type II*. Sampel yang telah diambil, dianalisis kekeruhan dan temperatur. Data kekeruhan dan temperatur selanjutnya dianalisis mengenai kecepatan pengendapan (V_o) dan fraksi yang terjadi selama praktikum dan dianalisis lebih lanjut mengenai *total removal* dan waktu detensi.

4.3 Landasan Teori

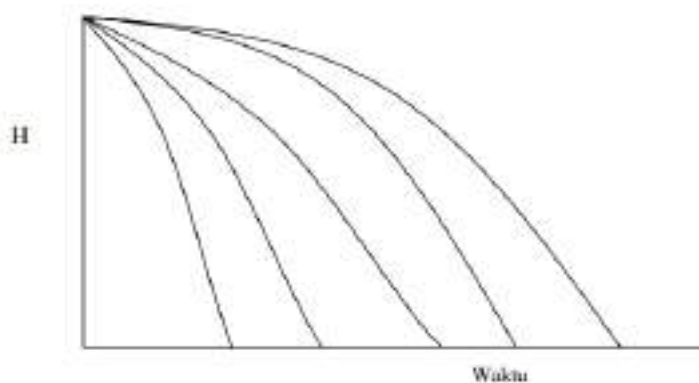
Sedimentasi tipe II dengan menggunakan *settling coloumn type II* adalah pengendapan partikel flokulen dalam suspensi encer, dimana selama pengendapan

terjadi saling interaksi antar partikel. Selama dalam operasi pengendapan, ukuran partikel flokulen bertambah besar, sehingga kecepatannya juga meningkat. Sebagai contoh sedimentasi tipe II antara lain pengendapan pertama pada pengolahan air limbah atau pengendapan partikel hasil proses koagulasi-flokulasi pada pengolahan air minum maupun air limbah.

Pada *settling column type II*, perhitungan kecepatan pengendapan tidak dapat menggunakan rumus Stoke's karena ukuran dan kecepatan pengendapan tidak tetap. Besarnya partikel yang mengendap dapat diketahui melalui uji laboratorium dengan *settling column type II*. Dalam *settling column type II* terdapat 5 port sampling (Gambar 4.1) dan pengambilan sampel dilakukan pada interval tertentu, data removal partikel diplot pada grafik seperti pada Gambar 4.2.

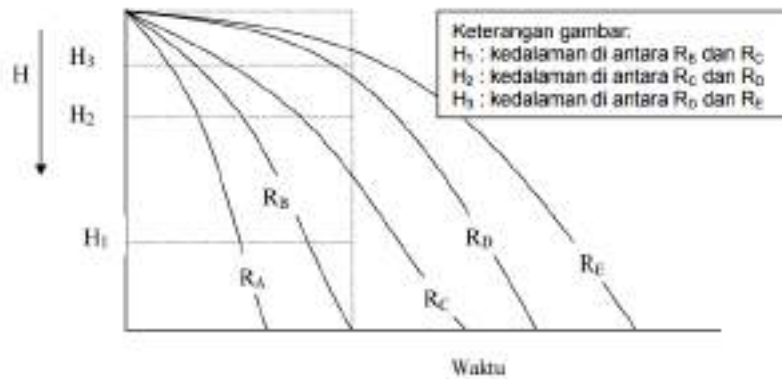


Gambar 4.1 *Settling Coloumn Type II* (Masduqi dan Slamet, 2002)



Gambar 4.2 Grafik Iso-removal (Masduqi dan Slamet, 2002)

Grafik isoremoval dapat digunakan untuk mencari besarnya penyisihan total pada waktu tertentu. Tarik garis vertikal dari waktu yang ditentukan, tentukan kedalaman H_1 , H_2 , H_3 , dst.



Gambar 4.3 Penentuan Kedalaman H_1 , H_2 , H_3 (Masduqi dan Slamet, 2002)

Besarnya penyisihan total pada waktu tertentu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4.1.

$$R_T = R_B + \frac{H_1}{H}(R_C - R_B) + \frac{H_2}{H}(R_D - R_C) + \frac{H_3}{H}(R_E - R_D) \dots\dots\dots(4.1)$$

4.4 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan adalah:

1. *Settling coloumn type II*
2. *Turbidity meter*
3. *Stopwatch*
4. *Termometer*

4.5 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Sampel air (sesuai pembagian kelompok) 90 L.
2. $Al_2(SO_4)_3$.

4.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Prosedur praktikum:

1. Siapkan sampel air yang telah ditentukan sesuai dengan volume *settling coloumn type II*.
2. Ukur kekeruhan pada sampel air.
3. Masukkan koagulan sesuai dosis yang telah ditentukan di percobaan sebelumnya (praktikum koagulasi-flokulasi) ke dalam air sample yang telah disediakan.
4. Tuangkan air sampel ke *settling coloumn type II* sampai batas air tertinggi pada alat.
5. Biarkan air pada *settling coloumn type II* dan ambil sampel air pada interval tertentu sampai dengan 90 menit melalui 5 port sampling.
6. Ukur kekeruhan pada sampel air yang telah diambil dengan menggunakan alat turbiditymeter sesuai prosedur penggunaan.
7. Ukur suhu selama proses sedimentasi menggunakan termometer.

4.7 Pembahasan / Analisa Perhitungan

Setelah melakukan praktikum ini, analisis mengenai:

1. Perubahan kekeruhan pada sampel air selama proses sedimentasi II.
2. Hitung kecepatan pengendapan yang terjadi.
3. Hitung fraksi yang terjadi.
4. Hitung removal atau efisiensi pengendapan yang terjadi.
5. Hitung waktu dentensi yang digunakan.

4.8 Form

Pengamatan dan Perhitungan selama praktikum:

A. Bagan Alir Prosedur Pelaksanaan Praktikum

[illegible]

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

C. Pengukuran Kekeruhan dan Temperatur pada Tiap Sampel

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kekeruhan dan Temperatur pada Tiap Sampel

Pengukuran	Titik Sampling 1							
	Menit ke-							
	10	20	30	40	50	60	75	90
Kekeruhan (NTU)								
Temperatur (°C)								
	Titik Sampling 2							
Kekeruhan (NTU)								
Temperatur (°C)								
	Titik Sampling 3							
Kekeruhan (NTU)								
Temperatur (°C)								
	Titik Sampling 4							
Kekeruhan (NTU)								
Temperatur (°C)								

[illegible]

E. Perhitungan Kecepatan Pengendapan

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Kecepatan Pengendapan

Perhitungan	Titik Sampling 1							
	Menit ke-							
	10	20	30	40	50	60	75	90
Kecepatan (Vo)								
	Titik Sampling 2							
Kecepatan (Vo)								
	Titik Sampling 3							
Kecepatan (Vo)								
	Titik Sampling 4							
Kecepatan (Vo)								
	Titik Sampling 5							
Kecepatan (Vo)								

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]

[illegible]

[illegible]

I. Catatan

[illegible]

MODUL 5

FILTRASI

5.1 Tujuan Praktikum

Tujuan praktikum Filtrasi ini adalah:

1. Mahasiswa mampu memahami fungsi dan aplikasi filtrasi
2. Mahasiswa dapat memahami faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi

5.2 Deskripsi Praktikum

Praktikum Filtrasi dilakukan untuk menganalisa proses yang terjadi di dalam filtrasi. Fungsi dari filtrasi adalah menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya dengan media filter. Praktikum ini dilakukan dengan mengamati penurunan kekeruhan pada sampel air yang telah dimasukkan pada media filter. Untuk mengetahui apakah kekeruhan air menurun, maka sampel air akan diambil pada waktu pengamatan terakhir. Sampel yang telah diambil, dianalisa tingkat kekeruhannya.

5.3 Landasan Teori

Filtrasi adalah pemisahan padatan-cairan dimana cairan mengalir melalui medium berpori atau material berpori untuk menahan sebagian besar suspended solid ataupun padatan halus dan melewatkan cairannya (Reynolds, 1991) (Degremont, 1991) (Cleasby dan Loksdon, 1991). Filtrasi dapat terjadi karena adanya gaya dorong, misalnya ; gravitasi, tekanan dan gaya sentrifugal.

Tipe Filter

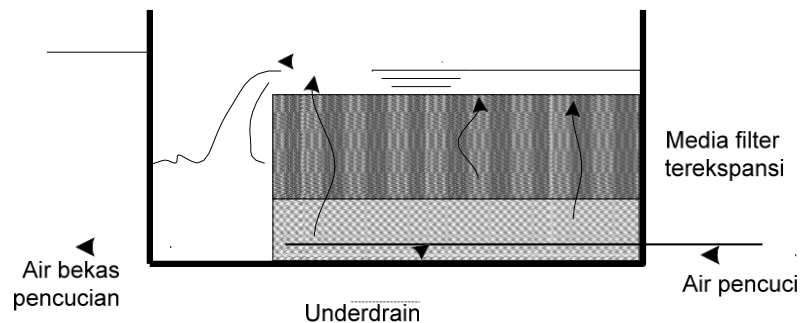
Berdasarkan pada kapasitas produksi air yang terolah, filter pasir dapat dibedakan menjadi dua, yaitu filter pasir cepat dan filter pasir lambat.

Filter Pasir Cepat

Filter pasir cepat atau *rapid sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi cepat, berkisar 4 hingga 21 m/jam. Filter ini selalu didahului dengan proses koagulasi – flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Jika kekeruhan pada influen filter pasir cepat berkisar 5 – 10 NTU

maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90 – 98%. Bagian-bagian dari filter pasir cepat meliputi (Gambar 7.1):

- Bak filter, merupakan tempat proses filtrasi berlangsung. Jumlah dan ukuran bak tergantung debit pengolahan (minimum dua bak).
- Media filter, merupakan bahan berbutir/*granular* yang membentuk pori-pori di antara butiran media. Pada pori-pori inilah air mengalir dan terjadi proses penyaringan.
- Sistem underdrain. Underdrain merupakan sistem pengaliran air yang telah melewati proses filtrasi yang terletak di bawah media filter.



Gambar 5.1 Aliran air pada saat pencucian filter

Filter pasir cepat dapat dibedakan dalam beberapa kategori:

- Menurut sistem kontrol kecepatan filtrasi
- Menurut arah aliran
- Menurut sistem pengaliran

Tipe Filter Berdasar Sistem Kontrol Kecepatan

Berdasarkan sistem kontrol kecepatannya, filter dikelompokkan menjadi:

- Constant rate*: debit hasil proses filtrasi konstan sampai pada level tertentu. Hal ini dilakukan dengan memberikan kebebasan kenaikan level muka air di atas media filter.
- Declining rate* atau *constant head*: debit hasil proses filtrasi menurun seiring dengan waktu filtrasi, atau level muka air di atas media filter dirancang pada nilai yang tetap.

Tipe Filter Berdasar Arah Aliran

Berdasarkan arah alirannya, filter dikelompokkan menjadi:

1. Filter aliran *down flow* (kebawah).
2. Filter aliran *upflow* (keatas).
3. Filter aliran *horizontal*.

Tipe Filter Berdasar Sistem Pengaliran

Berdasarkan sistem pengalirannya, filter dikelompokkan menjadi:

1. Filter dengan aliran secara grafitasi (*gravity filter*).
2. Filter dengan aliran bertekanan (*pressure filter*).

Filter Pasir Lambat

Filter pasir lambat atau *slow sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Kecepatan yang lebih lambat ini disebabkan ukuran media pasir lebih kecil (*effective size* = 0,15 – 0,35 mm). Filter pasir lambat merupakan sistem filtrasi yang pertama kali digunakan untuk pengolahan air, dimana sistem ini dikembangkan sejak tahun 1800 SM. Prasedimantasi dilakukan pada air baku mendahului proses filtrasi.

Filter pasir lambat cukup efektif digunakan untuk menghilangkan kandungan bahan organik dan organisme patogen pada air baku yang mempunyai kekeruhan relatif rendah. Filter pasir lambat banyak digunakan untuk pengolahan air dengan kekeruhan air baku di bawah 50 NTU. Efisiensi filter pasir lambat tergantung pada distribusi ukuran partikel pasir, ratio luas permukaan filter terhadap kedalaman dan kecepatan filtrasi.

Filter pasir lambat bekerja dengan cara pembentukan lapisan biofilm di beberapa milimeter bagian atas lapisan pasir halus yang disebut lapisan *hypogeal* atau *schmutzdecke*. Lapisan ini mengandung bakteri, fungi, protozoa, rotifera, dan larva serangga air. *Schmutzdecke* adalah lapisan yang melakukan pemurnian efektif dalam pengolahan air minum. Selama air melewati *schmutzdecke*, partikel akan terperangkap dan organik terlarut akan teradsorpsi, diserap dan dicerna oleh bakteri, fungi, dan protozoa. Proses yang terjadi dalam *schmutzdecke* sangat kompleks dan bervariasi, tetapi yang utama adalah *mechanical straining* terhadap kebanyakan bahan tersuspensi dalam lapisan tipis yang berpori-pori sangat kecil, kurang dari satu mikron. Ketebalan lapisan ini meningkat terhadap waktu hingga mencapai sekitar 25 mm, yang menyebabkan aliran mengecil. Ketika kecepatan filtrasi turun sampai tingkat tertentu, filter harus dicuci dengan mengambil lapisan pasir bagian atas setebal sekitar 25 mm.

Berdasarkan jenis dan jumlah media yang digunakan dalam penyaringan,

media filter dikategorikan menjadi:

1. *Single media*: Satu jenis media seperti pasir silika, atau dolomit saja. Filter cepat tradisional biasanya menggunakan pasir kwarsa. Pada sistem ini penyaringan SS terjadi pada lapisan paling atas sehingga dianggap kurang efektif karena sering dilakukan pencucian.
2. *Dual media*: misalnya digunakan pasir silika, dan anthrasit. Filter *dual media* sering digunakan filter dengan media pasir kwarsa di lapisan bawah dan anthrasit pada lapisan atas. Keuntungan dual media:
 - a. Kecepatan filtrasi lebih tinggi (10 – 15 m/jam)
 - b. Periode pencucian lebih lama
 - c. Merupakan peningkatan filter *single media* (murah)
3. *Multi media*: misalnya digunakan pasir silika, anthrasit dan garnet atau dolomit. Fungsi multi media adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring.

Tabel 5.1 Perbedaan Kriteria Filter Pasir Cepat dan Filter Pasir Lambat

Kriteria	Filter Pasir Cepat	Filter Pasir Lambat
Kecepatan filtrasi	4 – 21 m/jam	0,1 – 0,4 m/jam
Ukuran bed	Kecil, 40 – 400 m ²	Besar, 2000 m ²
Kedalaman bed	30 – 45 cm kerikil, 60 – 70 cm pasir, tidak berkurang saat pencucian	30 cm kerikil, 90 – 110 cm pasir, berkurang 50 – 80 cm saat pencucian
Ukuran pasir	Effective size >0,55 mm, uniformity coefficient <1,5	Effective size 0,25-0,3 mm, uniformity coefficient 2-3
Distribusi ukuran media	Terstratifikasi	Tidak terstratifikasi
Sistem underdrain	Pipa lateral berlubang yang mengalirkan air ke pipa utama	Sama dengan filter cepat atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran utama
Kehilangan energi	30 cm saat awal, hingga 275 cm saat akhir	6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir
Filter run (jarak waktu pencucian)	12 – 72 jam	20 – 60 hari
Metoda pembersihan	Mengangkat kotoran dan pasir ke atas dengan backwash	Mengambil lapisan pasir di permukaan dan mencucinya

Jumlah air untuk pembersihan	1 – 6% dari air tersaring	0,2 – 0,6% dari air tersaring
Pengolahan pendahuluan	Koagulasi-flokulasi-sedimentasi	Biasanya tidak ada bila kekeruhan kurang dari 50 NTU
Biaya konstruksi	Relatif tinggi	Relatif rendah
Biaya operasi	Relatif tinggi	Relatif rendah
Biaya depresiasi	Relatif tinggi	Relatif rendah

Sumber: Schulz dan Okun (1984)

Perhitungan persentase pasir yang dapat digunakan, pasir yang terlalu kecil, pasir yang terlalu besar dapat dihitung sebagai berikut:

- Persentase stok pasir yang dapat digunakan:

$$P_{use} = 2 (P_{st60} - P_{st10}) \quad (7.1)$$

- Persentase pasir yang terlalu kecil:

$$P_f = P_{st10} - 0,1 P_{use} = P_{st10} - 0,2 (P_{st60} - P_{st10}) \quad (7.2)$$

- Persentase ukuran pasir yang terlalu besar:

$$P_c = 100 - P_f - P_{use} \quad (7.3)$$

Keterangan:

- P_{st10} adalah persentase pasir stok yang memenuhi ES sesuai kriteria yang diminta
- P_{st60} adalah persentase pasir stok yang memenuhi $ES \times UC$ sesuai kriteria yang diminta

Setelah dilakukan pemilihan ukuran butiran pasir stok, maka pasir stok dapat digunakan sebagai media filter yang memenuhi kriteria.

5.4 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan adalah:

1. Bak Filter
2. Media Filter
3. *Stopwatch*

5.5 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Air Sampel 10 Liter yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi

5.6 Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Prosedur praktikum:

1. Masukkan air sampel ke dalam filter yang telah berisi media filter
2. Lakukan pengukuran kekeruhan air sebelum dan sesudah proses filtrasi

5.7 Pembahasan / Analisa Perhitungan

Setelah melakukan praktikum ini, analisis mengenai:

1. Perubahan kekeruhan air sebelum dan sesudah proses filtrasi

5.8 Form

A. Bagan alir prosedur praktikum

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B. Pengukuran kekeruhan pada kondisi awal dan kondisi akhir (catat waktu yang diperlukan selama proses filtrasi)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PEDOMAN LAPORAN AKHIR PRAKTIKUM

1. Format Penulisan

1.1 Pengetikan

Format untuk pengetikan laporan akhir praktikum adalah sebagai berikut:

- a. Ukuran kertas dan batas tepi
Ukuran kertas yang digunakan adalah A4 (210 x 297 mm). Margin yang digunakan untuk tepi atas dan kiri adalah 3,5 cm sedangkan untuk tepi kanan dan bawah adalah 2,5 cm. Format batas tepi disajikan dalam lampiran
- b. Jenis dan ukuran huruf
Pengetikan dilakukan dengan huruf *Times New Roman* (font 12) kecuali untuk judul, daftar tabel dan daftar gambar yang penjelasannya tertera di petunjuk tersendiri. Huruf miring atau huruf khusus lain digunakan untuk tujuan tertentu misalnya dalam penggunaan istilah asing.
- c. Jarak baris
Jarak antara 2 baris dibuat dengan spasi 1,5 kecuali untuk judul tabel, judul gambar dan rumus yang penjelasannya tertera di petunjuk tersendiri.
- d. Alinea baru
Alinea baru dimulai dari batas tepi kiri dan antar alinea satu dengan alinea lainnya dipisahkan dengan jarak satu baris yang dikosongkan
- e. Permulaan kalimat
Permulaan kalimat tidak boleh dimulai dengan kata sambung seperti sehingga, maka, dann lain-lain. Penulisan bilangan, lambing atau rumus yang mengawali suatu kalimat harus dieja, misalnya sepuluh ekor tikus.
- f. Judul bab
 - i. Judul, sub judul, anak sub judul, anak anak sub judul diberi nomor dengan angka arab.

- ii. Judul bab diketik seluruhnya dengan huruf kapital Times New Roman (font 14), diketik tebal dan diatur agar simetris
- iii. Sub judul diketik dengan Times New Roman (font 13) dan dicetak tebal. Semua kata diawali dengan huruf besar kecuali kata penghubung dan kata depan.
- iv. Anak sub judul diketik dengan Times New Roman (font 12) dan dicetak tebal. Semua kata diawali dengan huruf besar kecuali kata penghubung dan kata depan.
- v. Anak anak sub bab diketik dengan Times New Roman (font 12). Semua kata diawali dengan huruf besar kecuali kata penghubung dan kata depan.

1.2 Cara Mengacu

Setiap acuan harus tertulis dalam paragraf. Pengacuan nama penulis menggunakan nama belakang, jika penulis lebih dari dua orang, maka hanya disebut nama penulis pertama diikuti dengan dkk. atau *et al.*

- a. Acuan yang umum digunakan adalah dengan mencantumkan nama penulis dan tahun penerbitan.

Contoh:

- i. Menurut Rafillah (2014), landasan teori memuat
- ii. Landasan teori memuat..... (Rafillah dkk, 2014).

- b. Bila ada sumber acuan yang ingin diacu namun tidak ada nama penulisnya, maka yang dicantumkan dalam naskah adalah nama organisasi.

Contoh:

Hasil data terakhir dari BPS (2014) menunjukkan.....

1.3 Penomoran

Berikut diuraikan cara menulis penomoran di dalam laporan

- a. Halaman

- i. Bagian awal laporan seperti kata pengantar, daftar isi, daftar gambar dan daftar tabel diberi nomor halaman dengan huruf romawi kecil simetris pada bagian tengah bawah.
 - ii. Bagian utama laporan (Pendahuluan sampai Penutup) diberi nomor dengan angka arab. Nomor halaman diletakkan pada bagian kanan bawah halaman. Pada setiap awal bab nomor halaman tidak ditampilkan.
- b. Persamaan
- Nomor urut persamaan atau rumus matematika, reaksi kimia dan lain-lainnya ditulis dengan angka arab didalam tanda kurung dan ditempatkan di dekat batas tepi kanan. Penomoran diberi angka depan sesuai nomor bab kemudian diberi titik dan dilanjutkan dengan nomor urut persamaan tersebut.

Contoh:

$$\text{Fraksi} = \frac{\text{Kekeruhan t}}{\text{kekeruhan awal}} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Format Penulisan

Laporan Akhir Praktikum Penyediaan Air Minum II terdiri atas lima bab yang terbagi atas:

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Latar belakang berisi dasar teori singkat yang menjelaskan mengenai konsep yang relevan/berhubungan dengan tema praktikum dan alasan mengapa praktikum perlu untuk dilaksanakan

1.2 Tujuan Praktikum

Tujuan praktikum berisi apa yang ingin diketahui atau hasil yang diharapkan dalam praktikum. Tujuan praktikum minimal tiga.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat menguraikan berbagai teori yang berkaitan dengan praktikum yang akan dilaksanakan. Landasan teori ini dapat diperoleh dari berbagai sumber pustaka, seperti buku dan jurnal. Tujuan dari adanya landasan teori ini adalah agar praktikan memahami definisi dan karakteristik dari variabel praktikum yang akan dilaksanakan. Landasan teori dapat berbentuk uraian, model matematis atau persamaan-persamaan yang langsung berkaitan dengan mata acara praktikum.

BAB 3 METODE PRAKTIKUM

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktikum

3.1.1 Waktu Pelaksanaan Praktikum

Dalam subab ini dijelaskan mengenai waktu pelaksanaan praktikum.

3.1.2 Tempat Pelaksanaan Praktikum

Dalam subab ini dijelaskan mengenai tempat pelaksanaan praktikum.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Dalam subab ini disebutkan alat-alat yang digunakan pada saat praktikum dalam bentuk poin.

3.2.2 Bahan

Dalam subab ini disebutkan bahan-bahan yang digunakan pada saat praktikum dalam bentuk poin.

3.3 Cara Kerja

Dalam subab ini disebutkan cara kerja yang telah dilaksanakan pada saat praktikum dalam bentuk poin.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

Dalam sub bab ini dibahas mengenai data-data yang didapat selama praktikum, data disajikan dalam bentuk tabel atau grafik.

4.2 Perhitungan

Dalam sub bab ini dibahas mengenai perhitungan-perhitungan yang dilakukan selama praktikum.

4.3 Pembahasan

Dalam sub bab ini dibahas mengenai uraian hasil praktikum. Pembahasan ini umumnya bisa dipermudah dengan mensinkronkan antara hasil praktikum dengan teori yang ada. Apabila hasil praktikum tidak sesuai dengan teori yang ada maka diidentifikasi faktor kesalahan yang menyebabkan hasil praktikum tidak sesuai dengan yang diharapkan.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan berisi penegasan konsep hasil praktikum secara singkat dan disesuaikan dengan tujuan praktikum dengan berlandaskan hasil praktikum yang dilakukan.

5.2 Saran

Saran berisi tentang masukan terkait praktikum yang akan datang agar pelaksanaan praktikum selanjutnya dapat berjalan dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka memuat semua literatur yang digunakan dalam penulisan laporan praktikum

LAMPIRAN

Lampiran berisi dokumentasi kegiatan selama praktikum dilaksanakan

DAFTAR PUSTAKA

- Masduqi, Ali. (2009). *Pengolahan Air Minum*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Masduqi, Ali dan Slamet, Agus. (2002). *Satuan Operasi*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Reynolds, T. D., Richards, P. A. (1996). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. Boston: PWS Publishing.co

LAMPIRAN A

PENULISAN LAPORAN AKHIR PRAKTIKUM

A.1 Kata Pengantar

KATA PENGANTAR 14 pt

↵

↵

Tuliskan secara ringkas tujuan penulisan laporan praktikum, ucapan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dan kata penutup yang berisi harapan penulis, termasuk penulis menerima kritikk dann sara jika terdapat kekurangan. } 12 pt

A.2 Daftar Isi

DAFTAR ISI 14 pt

↙

↙

(8 pt) *halaman*

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Lampiran	ix

↙

BAB I PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Praktikum	2

↙

BAB II LANDASAN TEORI

↙

2.1 Pengertian Limbah	3
2.1.1 Macam-Macam Limbah.....	4
2.2 Penanganan Limbah.....	4

↙

Daftar Isi	7
Lampiran	8

Catatan:

Font 12 pt
Single space

A.3 Bab 1

BAB 1 **PENDAHULUAN** } 14 pt

↵

↵

1.1 Latar Belakang 13 pt

↵

Air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan air perorangnya yang bisa mencapai 200 L/hari/org menjadikan air merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting.

} 12 pt

Oleh karena itu dilakukan Praktikum Penyediaan Air Minum II untuk

↵

1.2 Tujuan Praktikum 13 pt

↵

Tujuan dari dilakukan praktikum Penyediaan Air Minum tentang Sedimentasi II yaitu:

- Mengetahui
- Mengetahui
- Mengetahui

} 12 pt

A.4 Bab 2

BAB 2 LANDASAN TEORI

} 14 pt

↳

2.1 Sedimentasi 13 pt

↳

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel dengan bantuan gravitasi. } 12 pt

A.5 Bab 3

BAB 3 **METODE PRAKTIKUM** } 14 pt

↳

↳

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktikum 13 pt

↳

3.1.1 Waktu Pelaksanaan Praktikum 12 pt

↳

3.1.2 Tempat Pelaksanaan Praktikum

↳

3.2 Alat dan Bahan

↳

3.2.1 Alat

↳

1.

2.

↳

3.2.3 Bahan

↳

1.

2.

↳

3.3 Cara Kerja

↳

1.

2.

A.6 Bab 4

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

14 pt

↙

↙

4.1 Hasil Pengamatan 13 pt

↙

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Sedimentasi II 11 pt

Waktu Pengendapan	Kran	Kekeruhan (NTU)	Kecepatan Pengendapan (m/s)	Waktu detensi (s)	Fraksi	Removal
10 menit	1	65		600		
	2	63		600		
	3	60		600		
	4	57		600		
	5	55		600		

11 pt

4.2 Perhitungan 13 pt

↙

4.2.1 Kecepatan Pengendapan 12 pt

↙

4.2.1.1 Kecepatan Pengendapan pada Menit ke-10

a. Kran 1

$$V_0 = \frac{h_{\text{settling}} - h_{\text{kran}}}{t}$$

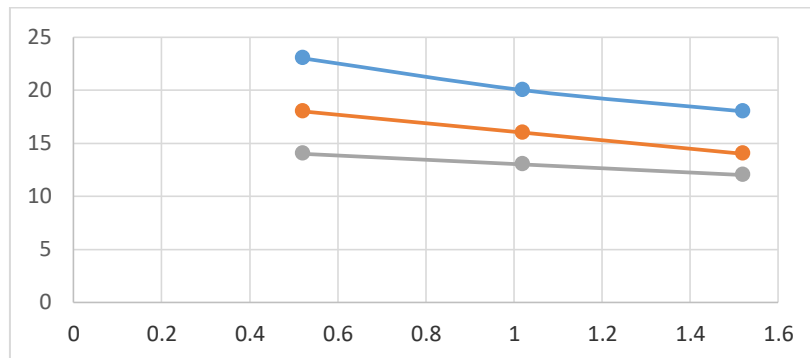
b. Kran 2

$$V_0 = \frac{h_{\text{settling}} - h_{\text{kran}}}{t}$$

12 pt

↙

4.3 Grafik



Gambar 4.1 Grafik Penurunan Kekeruhan 11 pt



4.4 Pembahasan



Berdasarkan hasil praktikum sedimentasi II yang telah dilakukan didapatkan hasil pengukuran kekeruhan, kecepatan pengendapan, fraksi dan removal. Pada praktikum sedimentasi ini larutan tawas yang ditambahkan kedalam settling column II yaitu sebanyak 630 mL. Setelah dilakukan pengamatan, pengukuran hasil kekeruhan yang didapat dari sampel awal hingga akhir mengalami penurunan.

12 pt

A.7 Bab 5

BAB 5 **PENUTUP** } 14 pt

↵

↵

5.1 Kesimpulan 13 pt

↵

a.

b.

c.

↵

} 12 pt

5.2 Saran

↵

Sebaiknya pada praktikum selanjutnya

A.8 Daftar Pustaka

DAFTAR PUSTAKA 14 pt

↵

↵

1. Abdillah, M.T., 2009, *PDAM Tirtanadi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal Medan*, ITM, Medan.
 2. Maulina, S.M., 2012, *Perencanaan Penyediaan Air Minum di Kota Sanggau*, Vol 12 No. 2, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
 3. Tambun, N., 2009, *Perhitungan Debit Andalan Sebagai Sumber Air Bersih PDAM Jayapura*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- } 12 pt

A.9 Cover

**LAPORAN PRAKTIKUM
PENYEDIAAN AIR MINUM II** } 16pt
SEDIMENTASI II 14 pt



**Disusun Oleh:
Kelompok X**

Nama
Xxxxx Xxxx
Xxxxx Xxxxx

NIM
13090450xx
13090450xx

} 12 pt



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2016**

} 13pt

**LAPORAN PRAKTIKUM
PENYEDIAAN AIR MINUM II**

16pt

SEDIMENTASI II 14 pt



**Disusun Oleh:
Kelompok X**

Nama	NIM
Xxxxxx Xxxx	13090450xx
Xxxxxx Xxxxx	13090450xx

└

└

Laporan Praktikum Penyediaan Air Minum II ini telah diperiksa pada tanggal ... November 2016 dan telah memenuhi syarat.

Mengetahui,
Koordinator Asisten

Nama
NIM

Menyetujui,
Dosen Pengampu

Nama
NIP

12 pt

LAMPIRAN B

STANDAR PENILAIAN PRAKTIKUM

NO.	KOMPONEN PENILAIAN	SCORE PENILAIAN					KETERANGAN
1.	Kehadiran	Tepat Waktu	Terlambat				
			5 menit	7 menit	10 menit	>10 menit	
		100	80	70	60	0	
		4	3	2	1	0	
2.	Preteset/Responsi	100	80	70	60	< 60	• Pengurangan 3 point untuk setiap kekurangan kelengkapan praktikan • Setiap pelanggaran yang dilakukan praktikan ketika kegiatan responsi, diberikan kewenangan kepada Penanggung Jawab Praktikum untuk menentukan sanksi
		4	3	2	1	0	
3.	Penilaian Keaktifan	100%	80%	70%	60%	<60%	Tingkat Partisipasi.
		4	3	2	1	0	
4.	Kemampuan menjalankan alat sesuai prosedur	Sukses	Terjadi pengulangan				
			1x	2x	3x	Gagal	
		100	80	70	60	0	
		4	3	2	1	0	

NO.	KOMPONEN PENILAIAN	SCORE PENILAIAN					KETERANGAN
5.	Proses Asistensi	Lengkap, tulisan rapi tanpa revisi	Lengkap, tulisan rapi, revisi 1x	Lengkap, tulisan tidak rapi, revisi 1x	Lengkap, tulisan tidak rapi, revisi 2x	Lengkap, tulisan tidak rapi, revisi 3x	Laporan per acara harus diserahkan sebelum acara praktikum berikutnya dilaksanakan
		100	80	70	60	0	
		4	3	2	1	0	
6.	Penilaian Laporan Akhir	Lengkap, sesuai format, susunan rapi	Lengkap, tidak sesuai format, susunan rapi	Lengkap, sesuai format, susunan tidak rapi	Lengkap, tidak sesuai format, susunan tidak rapi	Tidak lengkap, tidak sesuai format, susunan tidak rapi	Keterlambatan pengumpulan laporan dari jadwal yang ditentukan, poin minus 5 per hari (maksimal 6 hari)
		100	80	70	60	0	
		4	3	2	1	0	