

4249/10/14/10/10

PERPUSTAKAAN	
No. 10	
No. 10	
No. 10	636/1A

TUGAS AKHIR

PENENTUAN SUDUT KEMIRINGAN PLATE SETTLER YANG TEREFEKTIF DALAM PROSES SEDIMENTASI



Disusun oleh :

J. Gebe S. Drayitna

Nrp. 3853300070

PCS
608.34
Pria
P-1
1991

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

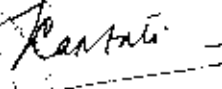
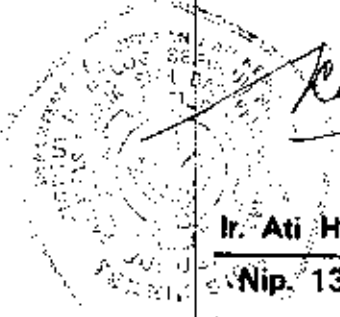
1990 - 1991

TUGAS AKHIR

PENENTUAN SUDUT KEMIRINGAN PLATE SETTLER YANG TEREFEKTIF DALAM PROSES SEDIMENTASI

Diperiksa / Disetujui :

Dosen Pembimbing

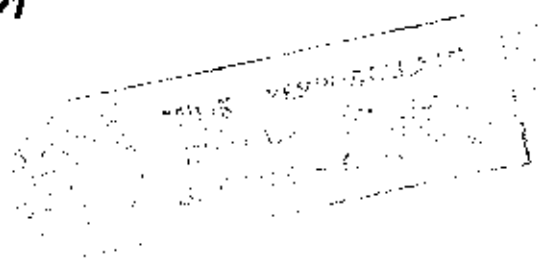



Ir. Ati Hartati, M.Sc

Nip. 131 407 590

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

1990 - 1991



ABSTRAK

Kemajuan teknologi dalam bidang pengolahan air bersih, dewasa ini berkembang cukup pesat. Salah satunya dengan telah ditemukan sistem pengolahan air bersih pada unit sedimentasi, yaitu dengan menggunakan Plate Settler.

Penggunaan Plate Settler dalam proses sedimentasi, pada dasarnya dapat meningkatkan efisiensi dari bak sedimentasi konvensional. Tetapi efisiensi yang dihasilkan itu, dapat dipengaruhi pula oleh penggunaan sudut kemiringan plate yang berbeda. Dari studi literatur ("ARBOLEDA"), dikatakan bahwa kemiringan sudut yang baik untuk digunakan dalam mendesain Plate Settler adalah 40 - 60 derajat. Tapi perbedaan efisiensi pengendapan yang dihasilkan dari masing-masing sudut kemiringan tersebut belum ada.

Sehubungan dengan hal di atas, maka dilakukan suatu penelitian di laboratorium, dengan membuat model plate settler yang disesuaikan dengan bak sedimentasi laboratorium. Parameter utama yang digunakan untuk dapat menentukan efisiensi dari masing-masing sudut kemiringan plate adalah kekeruhan (turbidity). Data-data dari hasil penelitian itu, juga disajikan dalam bentuk grafik, untuk menjelaskan perbedaan dari hubungan-hubungan yang ada. Sehingga pada akhirnya didapatkan sudut 60 derajat, merupakan sudut kemiringan plate yang menghasilkan efisiensi pengendapan terbesar (optimal).

KATA PENGANTAR.

Segala Puji dan Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa , yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, demikian pula kepada orang tua saya yang telah memberikan bantuan baik material maupun moril. Sehingga terselesainya Tugas Akhir ini yang berjudul :

PENENTUAN SUDUT KEMIRINGAN PLATE SETTLER YANG TEREFEKTIF DALAM PROSES SEDIMENTASI .

Saya menyadari bahwa tersusunnya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan segala pihak, baik dalam saat melakukan percobaan di laboratorium, menyusun, serta penyempurnaannya. Untuk itu saya ucapkan terima kasih kepada :

- Ibu Ir.Ati Hartati Msc, selaku dosen pembimbing.
- Bapak DR. Ir.Wahyono Hadi , selaku koordinator Tugas Akhir .
- Bapak Ir.JB.Widiadi Msc, selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan ITS.
- Bapak Ir.M.Razif, selaku dosen wali.
- Staf Laboratorium Teknik Penyehatan, atas partisipasinya dalam membantu percobaan .

Akhirnya saya merasa bahwa masih banyak terdapat kekurangan - kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Namun demikian ; semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukannya. Saran dan kritik sangat saya harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya , Januari 1990

Penyusun

DAFTAR GRAFIK

- GRAFIK 4.1. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat Pada Kekeruhan 25 mg/lit SiO₂.
- GRAFIK 4.2. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat Pada Kekeruhan 40 mg/lit SiO₂.
- GRAFIK 4.3. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat Pada Kekeruhan 70 mg/lit SiO₂.
- GRAFIK 4.4. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat Pada Kekeruhan 120 mg/lit SiO₂.
- GRAFIK 4.5. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat Pada Kekeruhan 180 mg/lit SiO₂.
- GRAFIK 4.6. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat Pada Kekeruhan 200 mg/lit SiO₂.
- GRAFIK 5.1. Hubungan Efisiensi Pengendapan Dengan Kekeruhan Pada Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat.
- GRAFIK 5.2. Hubungan Efisiensi Pengendapan Dengan Sudut Kemiringan Plate Pada Kekeruhan 25 - 200 ppm .
- GRAFIK 5.3. Pengaruh Tinggi Pengendapan (ho) Terhadap Efisiensi Pengendapan Pada Kekeruhan 25-200 ppm.

DAFTAR ISI

ABSTRAK

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR GRAFIK

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1	UMUM	1
1.2	TUJUAN	3
1.3	PEMBATASAN MASALAH	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BERSIH	5
2.2	PENGGERTIAN SEDIMENTASI	6
2.3	PENGENDAPAN PARTIKEL FLOKULEN	9
2.4	BAK SEDIMENTASI IDEAL	13
2.5	PENGENDAPAN DENGAN PLATE SETTLER	18
5.1	TINJAUAN TERHADAP SUDUT KEMIRINGAN FLATE	19
5.2	ALIRAN LAMINAIR DAN ALIRAN LINTASAN PENDEK PADA PLATE SETTLER	22
5.3	JENIS BAHAN DAN TYPE - TYPE PLATE SETTLER	25

BAB III METODOLOGI

3.1	UMUM	28
3.2	KERANGKA PENELITIAN	28

3.3	MODEL PLATE SETTLER.....	30
3.4	VARIABEL DAN PARAMETER PENELITIAN.....	33
4.1	KEMIRINGAN PLATE SETTLER.....	33
4.2	DOSIS KOAGULAN.....	34
4.3	KEKERUNAN.....	34
4.4	TEMPERATUR.....	35
4.5	WAKTU.....	35
3.5	PENENTUAN DOSIS OPTIMAL ALUM DENGAN SARTTEST....	36
3.6	PENGUATAN SAMPLE AIR BAKU SINTETIS.....	39
3.7	SAMPLING.....	40
3.8	SUSUNAN ALAT - ALAT PERCOBAAN.....	41
3.9	TATA LAKSANA KERJA.....	43
9.1	BAGIAN PENGADUK CEPAT.....	43
9.2	BAGIAN PENGADUK LAMBAT.....	45
9.3	BAGIAN PENGENDAPAN.....	45
3.10	TATA LAKSANA PERCOBAAN.....	47
10.1	TAHAP PERSIAPAN.....	47
10.2	TAHAP PERCOBAAN.....	48

BAB IV HASIL PERCOBAAN

4.1	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT.....	50
4.2	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT.....	54
4.3	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT.....	57
4.4	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT.....	60
4.5	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT.....	63
4.6	TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER.....	64
4.7	GRAFIK HASIL PERCOBAAN.....	65

BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1	EFISIENSI PENGENDAPAN.....	75
5.2	PENDEKATAN ANALISA VARIANS.....	77
5.3	PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PLATE SETTLER TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.....	81
5.4	PENGARUH TINGGI PENGENDAPAN TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.....	84
5.5	PENGARUH KECEPATAN PERPINDAHAN ALIRAN TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.....	87
5.6	PENGARUH BILANGAN REYNOLD TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.....	90
5.7	HUBUNGAN EFISIENSI PENGENDAPAN DENGAN TURBIDITY (KEKERUHAN).....	92
5.8	EFISIENSI PENGENDAPAN PADA KEMIRINGAN SUDUT PLATE DI ATAS 90 DERAJAT.....	94

BAB VI KESIMPULAN

6.1	KESIMPULAN.....	97
6.2	SARAN.....	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN - LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

TABEL 4.1.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO ₂	50
TABEL 4.2.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO ₂	51
TABEL 4.3.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO ₂	51
TABEL 4.4.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO ₂	52
TABEL 4.5.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO ₂	52
TABEL 4.6.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO ₂	53
TABEL 4.7.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO ₂	54
TABEL 4.8.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO ₂	54
TABEL 4.9.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO ₂	55
TABEL 4.10.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO ₂	55
TABEL 4.11.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO ₂	56

TABEL 4.12.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 45	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR DENGAN 200 MG/LT SiO ₂56
TABEL 4.13.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 60	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO ₂57
TABEL 4.14.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 60	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO ₂57
TABEL 4.15.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 60	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO ₂58
TABEL 4.16.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 60	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO ₂58
TABEL 4.17.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 60	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO ₂59
TABEL 4.18.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 60	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO ₂59
TABEL 4.19.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 75	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO ₂60
TABEL 4.20.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 75	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO ₂60
TABEL 4.21.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 75	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO ₂61
TABEL 4.22.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 75	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO ₂61
TABEL 4.23.	SUDUT : KEMIRINGAN	PLATE 75	DERAJAT	DENGAN	
					KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO ₂62



TABEL 4.24.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO ₂	67
TABEL 4.25.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO ₂	68
TABEL 4.26.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO ₂	68
TABEL 4.27.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.28.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.29.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.30.	SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.31.	TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.32.	TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.33.	TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.34.	TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO ₂	69
TABEL 4.35.	TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO ₂	69

TABEL 4.36.	TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO ₂	68
TABEL 5.1.	EFISIENSI PENGENDAPAN PADA SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT - 90 DERAJAT.....	76
TABEL 5.2.	EFISIENSI MASING-MASING SUDUT PLATE (TREATMENT) DENGAN KEKERUHAN YANG BERBEDA (BLOCK).....	80
TABEL 5.3.	TABEL ANOVA.....	81
TABEL 5.4.	HUBUNGAN TINGGI PENGENDAPAN (h_0) TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.....	84
TABEL 5.5.	HUBUNGAN KECEPATAN PERPINDAHAN (V_0) TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.....	87
TABEL 5.6.	HUBUNGAN NRe TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.....	90
TABEL L.1.	ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO ₂	94
TABEL L.2.	ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO ₂	94
TABEL L.3.	ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO ₂	95
TABEL L.4.	ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO ₂	95
TABEL L.5.	ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO ₂	96
TABEL L.6.	ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO ₂	96

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2-1	: DIAGRAM PARALANESIS .	7
GAMBAR 2-2	: HASIL ANALISA PADA QUIESCENT SETTLING.	11
GAMBAR 2-3	: BAK SEDIMENTASI IDEAL ALIRAN KONTINUE.	14
GAMBAR 2-4	: PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PLATE.	18
GAMBAR 2-5	: KONDISI ALIRAN LAMINAIR.	21
GAMBAR 2-6	: PLATE SETTLER DARI ARBALEDA.	22
GAMBAR 2-7	: SHORT CIRCUITING VERTIKAL.	23
GAMBAR 2-8	: SHORT CIRCUITING HORIZONTAL.	24
GAMBAR 2-9	: PACKAGE WATER TREATMENT PLANT - INDIA.	25
GAMBAR 2-10	: MODEL PLATE SETTLER PADA BAK SEDIMENTASI ALIRAN VERTIKAL - BRAZIL.	26
GAMBAR 2-11	: PACKAGE TREATMENT PLANT DI INDONESIA.	27
GAMBAR 3-1	: KERANGKA PENELITIAN.	29
GAMBAR 3-2	: MODEL PLATE SETTLER.	30
GAMBAR 3-3	: MODEL BAK SEDIMENTASI DENGAN PLATE SETTLER.	31
GAMBAR 3-4	: ALAT JARTEST.	37
GAMBAR 3-5	: SUSUNAN ALAT -ALAT PERCOBAAN PENELITIAN.	41
GAMBAR 3-6	: PENGADUK CEPAT.	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	:	DATA PERCOBAAN ANALISA JARTEST.	94
LAMPIRAN 2	:	JUMLAH PLATE YANG DIGUNAKAN.	96
LAMPIRAN 3	:	KEBUTUHAN KADLIN.	97
LAMPIRAN 4	:	KEBUTUHAN ALUM.	99
LAMPIRAN 5	:	KADLIN.	101
LAMPIRAN 6	:	GAMBAR PHOTO PERCOBAAN.	102

BAB I PENDAHULUAN

1.1. UMUM.

Air adalah unsur yang paling penting bagi kelangsungan hidup setiap makhluk di muka bumi ini. Tanpa air kemungkinan tidak akan ada kehidupan di muka bumi ini. Manusia, binatang dan tumbuh-tumbuhan selalu memerlukan air untuk dapat tumbuh dan berkembang secara wajar. Dewasa ini kebutuhan air bersih meningkat dengan pesat, sesuai dengan peningkatan jumlah penduduk Indonesia yang cukup besar. Selain pertambahan penduduk, faktor-faktor lain yang ikut mempengaruhi meningkatnya kebutuhan air bersih tersebut adalah :

- Tingkat hidup.
- Kebiasaan.
- Kondisi iklim setempat.
- Fasilitas plumbing yang tersedia.

Secara umum dapat dikatakan bahwa peningkatan pembangunan di segala bidang menyebabkan meningkatnya tingkat kehidupan dan aktifitas manusia, sehingga akhirnya akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan air bersih.

Guna memenuhi kebutuhan air bersih yang tetap ada setiap saat dan terjaga kualitasnya, maka diperlukan suatu sistem pengolahan air sebelum air tersebut dimanfaatkan untuk aktifitas manusia. Proses pengolahan air yang diperlukan

sangat tergantung dari kondisi (kualitas) air baku yang akan diolah. Misalnya saja proses pengolahan air baku yang berasal dari dalam tanah tidak akan selengkap pengolahan yang diperlukan untuk sumber air dari permukaan, seperti sungai, danau. Salah satu proses pengolahan dari pengolahan air bersih yang lengkap tersebut adalah "Sedimentasi". Proses sedimentasi biasanya sering didahului oleh proses koagulasi dan flokulasi, dan setelah proses sedimentasi kemudian diikuti pula dengan proses filtrasi. Proses-proses tersebut diantaranya bertujuan untuk :

- Menurunkan kekeruhan air.
- Menurunkan rasa dan bau yang dihasilkan oleh sulfida di dalam air.
- Mengurangi warna yang ada pada air.

Perkembangan teknologi dewasa ini, juga mempengaruhi teknik pengolahan air bersih dalam meningkatkan kualitas pengolahannya yang lebih baik. Salah satunya adalah pengendapan dengan menggunakan plate settler. Suatu instalasi bak pengendap model sludge blanket dengan tipe horisontal maupun vertikal yang dikembangkan oleh Culp and Culp, 1974 membuktikan bahwa performace unit ini dapat bertambah jika menggunakan plate settler dibandingkan dengan tanpa menggunakan plate settler. Disamping itu disainnya akan dapat menghasilkan luas area pengendapan $1/4$ sampai $1/6$ dari yang dihasilkan oleh bak pengendap konvensional. Dan di beberapa negara teknologi ini telah dikembangkan secara komersial untuk memenuhi kebutuhan air bersih di pabrik-pabrik.

Dari beberapa keuntungan yang didapat dengan menggunakan plate settler tersebut, tidak tertutup kemungkinan adanya beberapa kelemahan-kelemahan. Masalah yang menjadi problem sampai saat ini adalah maintenancenya, terutama dalam pembersihan lumpurnya, sebab kemungkinan pertumbuhan alga atau tanaman-tanaman mikro lainnya akan dapat berkembang pada plate tersebut. Sehingga selama ini belum dapat ditentukan dengan pasti kemiringan dari plate yang paling baik menghasilkan efisiensi pengendapan. Akibatnya pengolahan yang maksimal belum tercapai. Dan kualitas efluennya menjadi tidak optimal.

1.2. TUJUAN.

Seperti telah diketahui bahwa penggunaan plate settler dapat meningkatkan efisiensi pengendapan, tapi seberapa jauh kemiringan plate dapat mengoptimalkan kerja dari plate settler tersebut belum diketahui, oleh sebab itu maka tugas akhir ini bertujuan untuk menentukan sudut kemiringan plate yang paling optimal pada proses sedimentasi, dengan menggunakan model Plate Settler, skala laboratorium. Sumber air baku yang digunakan adalah air baku buatan (sintetis), yang ditujukan untuk mendapatkan kekeruhan air baku yang konstan setiap saat.

1.3. PEMBATAAN MASALAH.

Pada dasarnya setiap suatu penelitian, banyak faktor-faktor yang sangat mempengaruhi hasil dari penelitian itu, sehingga masalah yang terjadi akan semakin luas dan kompleks. Agar masalah tujuan dari tugas akhir ini dapat tercapai, maka dibuat suatu pembatasan masalah penelitian, di samping mengingat waktu, biaya dan peralatan penelitian yang serba terbatas. Pembatasan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan model Plate Settler, yang disesuaikan dengan bak sedimentasi yang terdapat di laboratorium Teknik Penyehatan ITS.
2. Kemiringan sudut plate yang ditinjau adalah 30°, 45°, 60°, 75°, dan 90 derajat.
3. Kekeruhan (turbidity) air baku yang digunakan adalah 25 - 200 mg/l SiO₂.
4. Analisa Jarrest, untuk menentukan dosis Alum yang optimal/.
5. Parameter yang ditinjau adalah Kekeruhan (turbidity).
6. Variabel - variabel lainnya yang sekiranya berpengaruh, dibuat konstan (tetap).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA.

2.1. BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BERSIH.

Unit sedimentasi merupakan bagian dari unit pengolahan air bersih yang lengkap. Unit bangunan pengolahan air bersih sangat tergantung dari proses pengolahan yang dilakukan. Unit biasanya disesuaikan dengan kualitas dan kondisi dari sumber air bakunya. Bangunan pengolahan tersebut antara lain :

1. Intake.

Merupakan bangunan penangkap air baku.

2. Bangunan Prasedimentasi.

Bangunan ini merupakan tempat proses penurunan kekeruhan air yang mengandung partikel diskrit.

3. Aerator.

Aerator merupakan bangunan tempat proses aerasi, biasanya digunakan untuk mengolah air tanah.

4. Bangunan Pengaduk Cepat.

Merupakan tempat proses pencampuran bahan kimia dengan air baku.

5. Bangunan Pengaduk Lambat.

Merupakan tempat proses flokulasi yaitu pembastukan flok-flok yang semakin lama akan semakin besar.

6. Bangunan Sedimentasi.

Bangunan ini berfungsi untuk mengendapkan flok-flok yang terbentuk dari proses koagulasi dan flokulasi.

7. Bangunan Filtrasi.

Bangunan ini berfungsi untuk menyaring flok-flok yang masih tertinggal dalam air dari bak sedimentasi serta untuk menyaring sebagian dari bakteri yang ada.

8. Clear Well.

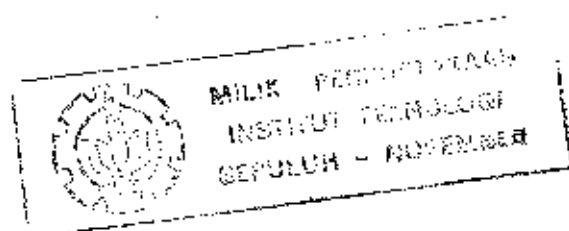
Merupakan bangunan penampung air bersih yang berasal dari unit-unit pengolahan sebelumnya.

9. Bak-bak pembunuh bahan kimia.

2.2. PENGERTIAN SEDIMENTASI.

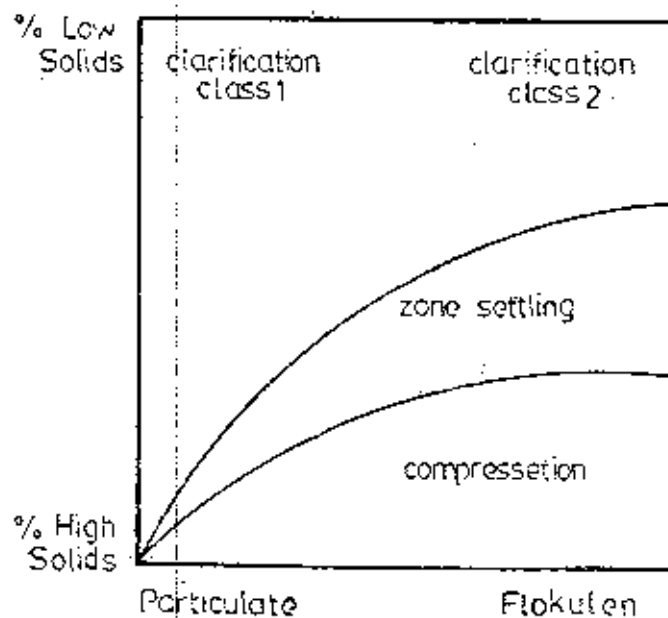
Dari beberapa definisi tentang sedimentasi, maka dapat dikatakan bahwa sedimentasi adalah proses pemisahan partikel yang tersuspensi didalam air dengan air itu sendiri yang secara gravitasi akan terendapkan dalam suatu bak pengendap.

Sedimentasi dalam penerapannya untuk pengolahan air bersih sering dijumpai dua prinsip yang digunakan, yaitu Plain Sedimentasi dan Sedimentasi yang didahului oleh proses koagulasi dan flokulasi. Plain Sedimentasi umumnya digunakan untuk menurunkan kekeruhan air yang mengandung partikel diskrit yang secara bebas akan mengendap tanpa penambahan bahan kimia. Biasanya merupakan sedimentasi awal (prasedimentasi). Sedangkan sedimentasi yang didahului oleh proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan bahan kimia, digunakan untuk menghilangkan warna, kekeruhan dan kesadahan air baku. Seperti yang telah diketahui proses koagulasi flokulasi di dalam air adalah merupakan proses penggabungan suspensi-suspensi halus yang terkandung di dalam air, dan



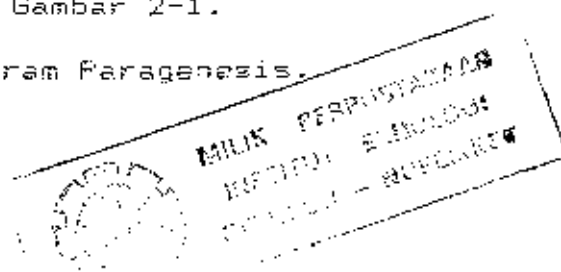
menambahkan bahan kimia . Dimana gumpalan-gumpalan yang terjadi itu akan saling bertundukan sehingga dapat menjadi lebih besar. Dan dalam proses sedimentasi gumpalan-gumpalan ini akan diendapkan. Dimana dalam proses selanjutnya yaitu filtrasi, hanyalah flok-flok yang tak terendapkan yang akan disaring, sehingga adanya proses sedimentasi itu sesudah koagulasi - flokulasi adalah meringankan kerja dari filtrasi.

Pada dasarnya partikel zat padat yang dapat mengendap dari suatu suspensi pada bak sedimentasi itu dengan empat cara yang berbeda, tergantung pada konsentrasi suspensi dan kemampuan membentuk gumpalan (flokulasi) dari partikel itu sendiri. Pengaruh dari faktor-faktor tersebut terlihat pada gambar 2-1 di bawah ini.



Gambar 2-1.

Diagram Paragenesis.



Untuk partikel yang mempunyai sifat kurang untuk bertlokulasi (tidak mengguapal bila berkontak satu sama lain) pengendapannya dalam suspensi yang encer dikenal sebagai pengendapan kelas 1. Umumnya teori-teori pengendapan diambil dari kondisi ini, karena sifat partikel ini tidak membentuk flok atau diskrit dan tidak terhalang (unhindered) oleh adanya partikel pengendapan lain, dan merupakan fungsi dari sifat cairan dan partikel dalam keadaan tenang. Jika partikel membentuk flok, kondisi sedimentasi dalam keadaan encer ini disebut sebagai pengendapan kelas 2. Dalam suspensi flokulen dengan konsentrasi intermediate, masing-masing partikel cukup cukup berdekatan untuk berinteraksi satu sama lain sehingga masing-masing partikel yang bertumbukan membentuk posisi yang relatif lebih tetap terhadap lainnya. Dengan demikian massa partikel yang terpisahkan dalam suatu segmen dikenal sebagai daerah pengendapan (zone settling). Sedangkan pemampatan (compression) terjadi saat konsentrasi suspensi yang mengendap menjadi sangat tinggi, sehingga seluruh partikel berkontak satu sama lain dan beratnya partikel didukung oleh sebgaiann massa yang memampat.

2.3. PENGENDAPAN PARTIKEL FLOKULEN.

Pengendapan partikel flokulen pada suatu suspensi yang encer bukan saja merupakan fungsi dari sifat pengendapan partikel itu sendiri, tetapi juga karakteristik flokulasi suspensi, seperti ukuran, bentuk, dan berat flok.

Masing-masing partikel akan saling bertumbukan sehingga membentuk partikel yang lebih besar dengan kecepatan yang lebih besar dari sebelumnya.

Jumlah kontak partikel per-unit volume dan unit waktu dapat diduga dengan suatu persamaan, seperti di bawah ini :

$$J_{ij} = N_i N_j \left(\frac{\pi}{4} \right) (d_i + d_j)^2 (v_i - v_j) \dots \dots \dots (2-1).$$

Jika density dari partikel sama, dan sifat pengendapannya menggunakan Hukum Stokes, perbedaan kecepatan pengendapannya menjadi :

$$v_i - v_j = (g/18) [(S_s - 1)/\nu] (d_i^2 - d_j^2) \dots \dots \dots (2-2).$$

Sehingga hubungan kedua persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$J_{ij} = N_i N_j (\pi/72) g [(S_s - 1)/v] (d_i^2 + d_j^2) (d_i - d_j).$$

Dimana:

J_{ij} : Jumlah kontak per-unit volume dan waktu.

N_i : Jumlah partikel i per-unit volume.

N_j : Jumlah partikel j per-unit volume.

d_i : Diameter partikel i.

d_j : Diameter partikel j.

V_i : Kecepatan pengendapan partikel i.

V_j : Kecepatan pengendapan partikel j.

g : Gravitasi.

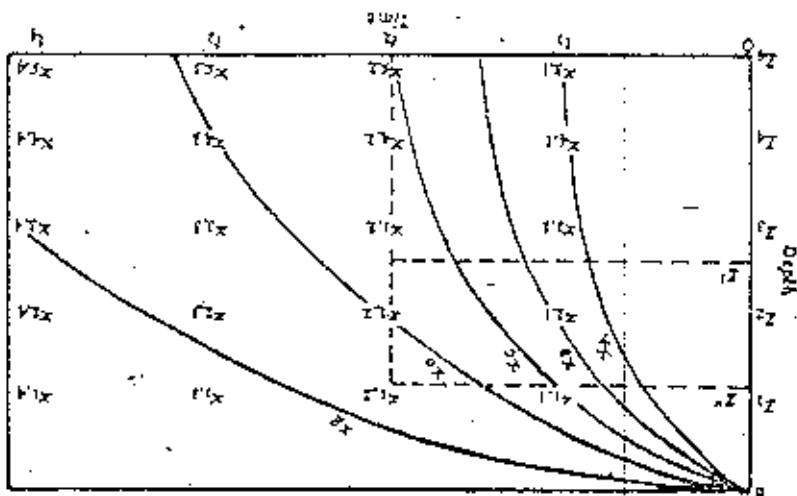
S_s : Density partikel.

Walaupun demikian, belum ada perumusan yang tepat tentang pengaruh flokulasi terhadap proses sedimentasi, sehingga pendekatan yang sering digunakan adalah dengan melakukan percobaan pada Quiescent Settling (Pengendapan pada aliran diam), atau Analisa Colum Test. Hasil dari

Garis isokonentrasi, mengambarkan bahwa ratio kedalaman - waktu sama dengan kecepatan pengendapan rata-rata minimum dari fraksi partikel yang dinyatakan sebagai contoh, X_p partikel dalam suspensi mempunyai kecepatan rata-rata yang lebih besar dari pada Z/t_2 pada waktu kedalaman Z dicapai.

Hasil Analisa Pada Quiescent Settling.

Gambar 2-2.



fraksi removal yang sama.

isokonentrasi yang menggunakan titik-titik yang mempunyai kecepatan waktu dan kedalaman dari sampel. Hal ini dapat dilihat konsentrasi mula-mula) di plotkan pada koordinat yang 2-2. Nilai numerik dari fraksi yang didapatkan (berdasarkan analisa pada quiescent settling terlihat seperti pada gambar

Pada saat kedalaman Z_4 dicapai, suatu fraksi yang sama mempunyai kecepatan rata-rata Z_4/t_3 atau lebih. Kurva yang terbentuk, memperlihatkan sifat flokulasi dari suspensi. Pada partikel non flokulen (diskrit) bentuk garis isokonsentrasi ini akan linier.

Removal total dalam bak dengan kedalaman Z_5 dan kecepatan pengendapan q_0 , dimana :

$$q_0 = Z_5/t_2 = U_{t_0} \quad \dots \dots \dots (2-2)$$

Dari gambar 2-2, terlihat bahwa interval waktu t_2 , fraksi X_c dari partikel mempunyai kecepatan pengendapan rata-rata Z_5/t_2 atau lebih besar. Sedangkan $X_d - X_c$ mempunyai kecepatan rata-rata Z'/t_2 atau $U't$. Sehingga removal total partikel (over all removal) menjadi :

$$X_T = X_c + \frac{U't}{U_{t_0}} (X_D - X_c) + \frac{U't}{U_{t_0}} (X_E - X_D) \quad \dots (2-3)$$

Atau :

$$X_T = X_c + \frac{Z'}{Z_5} (X_D - X_c) + \frac{Z''}{Z_5} (X_E - X_D) \quad \dots \dots (2-4)$$

Kecepatan pengendapan rata-rata dari fraksi $1 - X_E$ sangat kecil, sehingga removal fraksi ini sangat kecil. Removal untuk bak yang lain dengan kedalaman serta kecepatan yang berbeda dapat dihitung dengan cara yang sama. Jadi dapat dikatakan bahwa pengendapan partikel flokulen tergantung dari:

1. Kedalaman dan waktu yang bertambah akibat adanya kontak antara partikel.
2. Ukuran, density, dan sifat kerapuhan dari flok.
3. PH, dan suhu.

2.4. BAK SEDIMENTASI IDEAL.

Suatu bak sedimentasi ideal dengan aliran kontinu dapat dibagi menjadi 4 daerah (zone), yaitu :

1. Daerah air masuk (Inlet zone).

Daerah dimana suspensi partikel-partikel dalam air terdispersi pada suatu penampang yang tegak lurus arah aliran. Fungsinya sebagai tempat memperhalus transisi aliran dari influen ke aliran steady uniform di settling zone (daerah pengendapan).

2. Daerah pengendapan (Settling zone).

Daerah tempat berlangsungnya proses pengendapan (pemisahan) suspensi partikel dari baku, sehingga harus bebas dari ketiga zone lainnya.

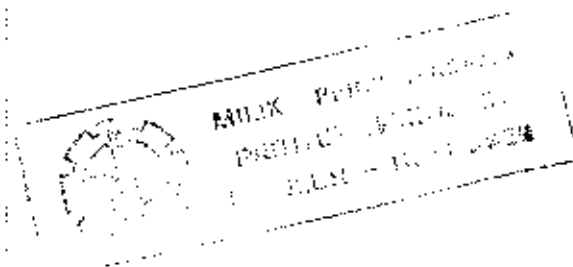
3. Daerah lumpur (Sludge zone).

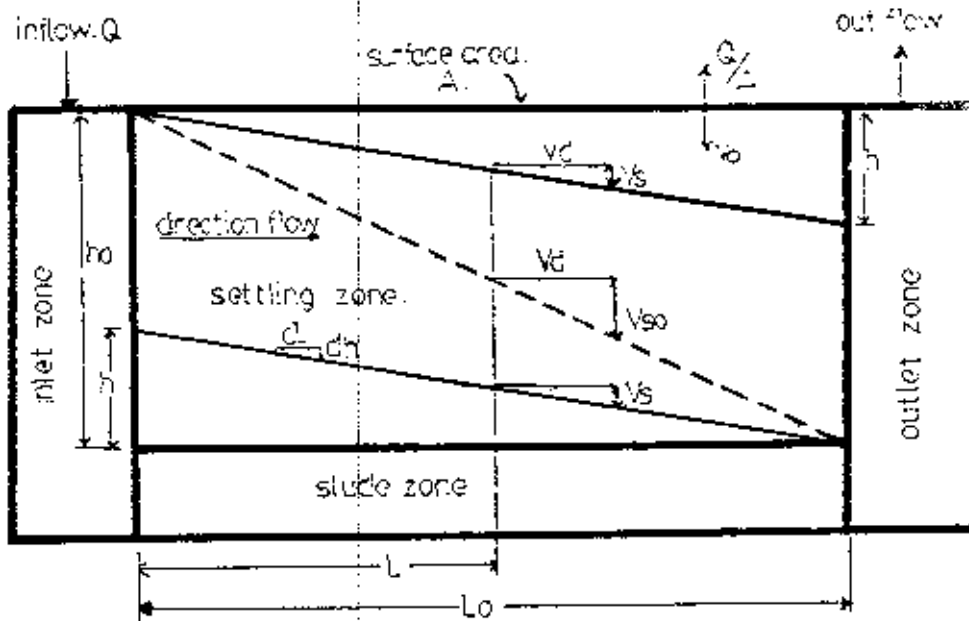
Daerah pengumpulan partikel-partikel yang terendapkan dan juga sebagai tempat pengeluaran lumpur.

4. Daerah pengeluaran air (Outlet zone).

Daerah dimana partikel-partikel yang belum mengendap, akan mengikuti air keluar dan juga berfungsi sebagai tempat memperhalus transisi aliran dari daerah pengendapan ke aliran effluen.

Pembagian daerah-daerah ini diperlihatkan dalam gambar berikut ini.





Gambar 2-3.

Bak Sedimentasi Ideal Aliran Kontinu.

Keterangan :

- h_0 = Tinggi liquid pada daerah pengendapan.
- h = Pengambilan tinggi liquid pada suatu tempat tertentu.
- L_0 = Panjang bak.
- L = Pengambilan panjang bak pada suatu tempat tertentu.
- V_d = Kecepatan perpindahan partikel horizontal.
- V_s = Kecepatan perpindahan partikel vertikal.
- V_o = Over flow rate .
- dh = Pengambilan daerah terkecil dari tinggi bak.
- dl = Pengambilan daerah terkecil dari panjang bak.

u = Kecepatan volumetris aliran air (laju aliran).

A = luas permukaan .

Daerah-daerah ini terdapat pula dalam box pengendapan aliran vertikal.

Untuk perumusan prinsip-prinsip pengendapan dalam sedimentasi dengan aliran kontinu, haruslah diambil beberapa anggapan . Anggapan-anggapan tersebut adalah :

1. Terjadinya pengendapan di dalam daerah pengendapan dianggap seperti di dalam Quiescent-Container, yang dalamnya sama.
2. Aliran air konstan , konsentrasi suspensi merata diseluruh lebar yang tegak lurus aliran.
3. Suatu partikel yang masuk dalam daerah lumpur, tetap tinggal di daerah ini dan tidak kembali lagi ke daerah aliran air.

Lintasan partikel-partikel dapat ditentukan dengan penjumlahan vektor-vektor kecepatan partikel yang mengendap v_s dan kecepatan aliran dalam box pengendap v_d .

Sebuah partikel dengan kecepatan mengendap $v_s > v_d$ akan mengendap dalam daerah lumpur .

Dari persamaan-persamaan :

$$v_s = h_0 / t_0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$t_0 = C / g \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$g = C / h_0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

v_s = Kecepatan pengendapan kritis dari partikel pada daerah pengendapan .

Q = Kecepatan volumetrik aliran air.

C = Kapasitas volume daerah pengendapan.

A = Luas permukaan pengendapan.

Maka didapat persamaan :

$$V_o = Q / A \quad \dots\dots\dots(2-8).$$

adalah surface loading atau kecepatan over flow rate dari bak pengendap.

Partikel-partikel dengan kecepatan $V_s < V_o$ dalam bak pengendap aliran horizontal, hanya akan mengendap jika memiliki tinggi pengendapan $h = V_s \cdot t_o$, $\dots\dots\dots(2-9)$.

Kalau v_o , partikel berkecepatan $V_s < V_o$, maka banyaknya partikel yang dihilangkan dari bak sedimentasi adalah y/y_o , sehingga didapat persamaan :

$$Y/Y_o = h/h_o = \frac{V_s \cdot t_o}{V_o \cdot t_o} = \frac{V_s}{V_o} = \frac{V_s}{Q/A} \quad \dots\dots\dots(2-10).$$

Persamaan ini dapat diturunkan secara geometri, yakni untuk suatu bak pengendap persegi, dengan lebar W , maka :

$$\frac{dh}{dL} = \frac{V_s \cdot dt}{V_d \cdot dt} \quad \dots\dots\dots(2-11).$$

adalah konstan karena V_s dan V_d diasumsi

konstan, jadi:

$$h = \left(\frac{V_s}{V_d} \right) \cdot L \quad \dots\dots\dots(2-12).$$

dan,

$$\frac{h}{h_o} = \left(\frac{V_s}{V_d} \right) \cdot \frac{L}{h_o} = \left(\frac{V_s}{V_d} \right) \cdot \frac{L \cdot W}{h_o \cdot W} = \frac{V_s}{Q/A} \quad \dots\dots\dots(2-13).$$

Persamaan-persamaan di atas diturunkan oleh "Haizen". Hubungan-hubungan yang diperlihatkan dalam persamaan 1.10 adalah :

1. Untuk partikel-partikel dengan pengendapan tidak terganggu (free settling), efisiensi bak pengendap merupakan suatu fungsi dari kecepatan pengendap partikel, luas permukaan bak, dan kecepatan aliran air dalam bak.
2. Efisiensi tidak tergantung pada waktu tinggal.

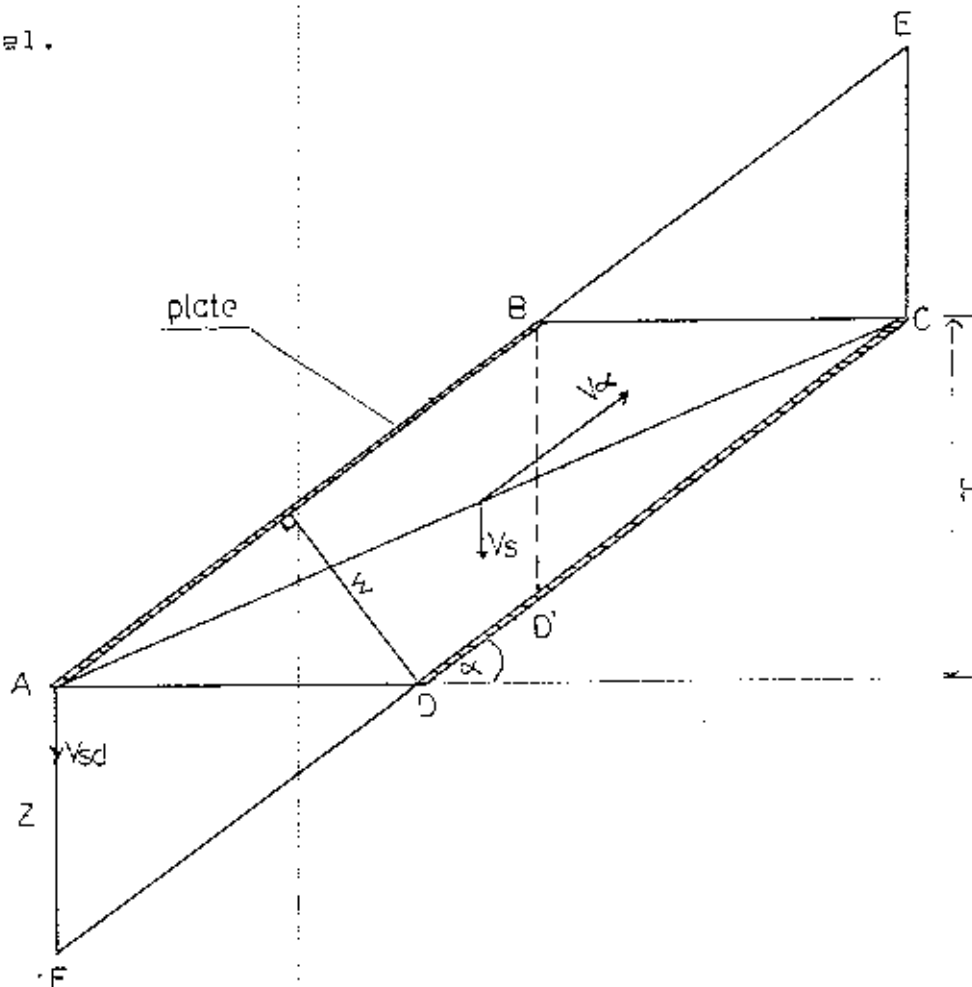
Dari persamaan yang sama, didapatkan bahwa semua partikel berkecepatan $V_s < V_c$ dapat diendapkan dalam bak pengendapan dengan aliran horizontal, dengan memasang tray berjarak $h = V_s \cdot t$. Dan semakin banyak tray yang dipasang semakin banyak partikel dengan kecepatan rendah terendapkan. Tetapi dalam kenyataannya jumlah tray yang dapat ditambahkan terbatas, mengingat masalah pembersihan lumpur pada tray.

2.5. PENGENDAPAN DENGAN PLATE SETTLER.

Partikel yang mengendap ke dasar plate yang horizontal akan sama prinsipnya seperti pengendapan yang terjadi dalam bak pengendap ideal. Sehingga anggapan-anggapan yang berlaku dalam bak pengendap ideal juga berlaku pada plate settler.

2.5.1. Tinjauan Terhadap Sudut Kemiringan Plate.

Lintasan suatu partikel yang mengendap pada plate adalah merupakan hasil penjumlahan 2 vektor, yaitu vektor kecepatan aliran pada plate dan vektor kecepatan pengendapan partikel.



Gambar 2.4.

Pengaruh Sudut Kemiringan Plate

Dari gambar diatas , dapat dilihat bahwa bila permukaan pengendapan dimiringkan keatas searah aliran, maka lintasan partikelnyapun akan berubah. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan pada komponen kecepatan pengendapan dari partikel. Secara geometris dapat dijelaskan sebagai berikut :

Jika jarak pengendapan pada permukaan plate adalah BD , maka :

$$BD = AF = z = V_{sd} \cdot t_d \quad \dots\dots\dots (2-14)$$

Jika jarak antar plate w , maka :

$$BD = \frac{w}{\sin \alpha} \quad \dots\dots\dots (2-15)$$

$$z = \frac{w}{\sin \alpha} \cdot \text{tg } \alpha \quad \dots\dots\dots (2-16)$$

Dimana :

V_s adalah kecepatan pengendapan partikel design.

t_d adalah waktu pengendapan dari partikel.

z adalah jarak pengendapan partikel.

α adalah sudut kemiringan plate.

Jika kecepatan perpindahan aliran pada plate adalah V_a , dengan melihat pada gambar 2-4 didapat hubungan geometris sebagai berikut :

$$V_a = \frac{AE}{t_d} \quad \dots\dots\dots (2-17)$$

$$AE = AB + BE$$

$$= \frac{H}{\sin \alpha} + \frac{EC}{\sin \alpha} \quad \dots\dots\dots (2-18)$$

Dari persamaan (2-17) , (2-18) , (2-19) , didapat :

$$AE = \frac{H}{\sin \alpha} + \frac{\frac{w}{\sin \alpha} \operatorname{tg} \alpha}{\sin \alpha}$$

$$= \frac{H}{\sin \alpha} + \frac{w}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha} \dots \dots \dots (2-20)$$

$$V_{\alpha} = \frac{\frac{H}{\sin \alpha} + \frac{w}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}}{t_d}$$

Jika t adalah sesuai dengan persamaan (2-14), yaitu:

$$t_d = Z/V_{sd}$$

Sehingga :

$$V_{\alpha} = \frac{\frac{H}{\sin \alpha} + \frac{w}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}}{Z} \quad \text{atau :}$$

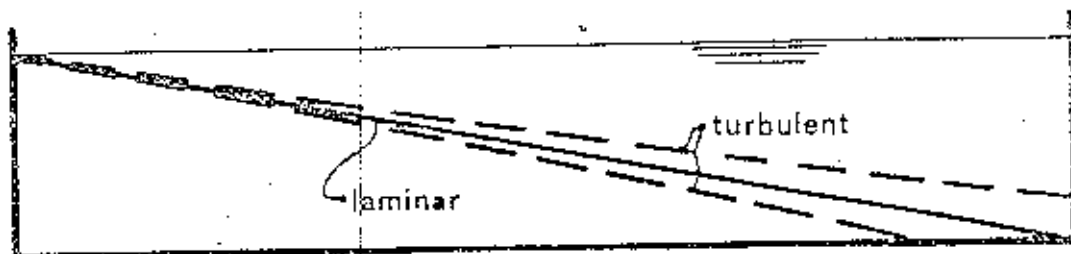
$$\frac{V_{\alpha}}{V_{sd}}$$

$$V_{\alpha} = \frac{\frac{H}{\sin \alpha} + \frac{w}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}}{\left(\frac{w}{\sin \alpha} \operatorname{tg} \alpha \right)} \quad V_{sd} \dots \dots \dots (2-22)$$

2.5.2. Aliran Laminair Dan Aliran Lintasan Pendek Pada Plate Settler.

1. Aliran Laminair.

Aliran laminair adalah aliran yang relatif tenang, sehingga proses sedimentasi dapat berjalan dalam kondisi yang stabil. Jika aliran yang terjadi tidak dalam kondisi laminair, maka efisiensi pengendapan dapat berubah.



Gambar 2-5. Kondisi Aliran Laminair.

Untuk melihat apakah aliran tersebut dalam kondisi laminair atau tidak, dapat ditentukan dengan melihat bilangan Reynoldsnya, yaitu :

$$NRe = \frac{V_a \cdot R}{\nu} \dots \dots \dots (2-23)$$

$$R = \frac{B \cdot H}{B + 2H} \dots \dots \dots (2-24)$$

Dimana :

NRe : Bilangan Reynolds.

V_a : Kecepatan aliran.

R : Jari-jari hidrolis.

ν : Viskositas kinematis.

B : Lebar bak.

H : Jarak antar plate.

Untuk menghasilkan kondisi aliran laminair bilangan Reynoldsnya lebih kecil dari 280. "(1).

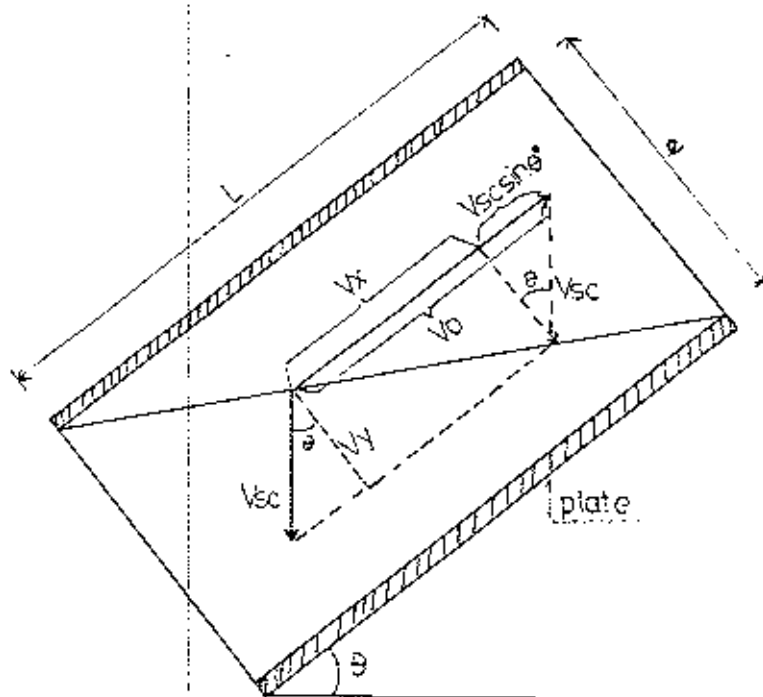
Pengaruh kondisi aliran laminar ini juga dijelaskan oleh Arboleda pada persamaan yang dibuatnya untuk mendisain bak pengendap yang menggunakan plate. Persamaan tersebut adalah:

$$L_R = \frac{L}{e} \dots\dots\dots(2-25)$$

$$L_u = L_R - 0,013 RN \dots\dots\dots(2-26)$$

Dimana :

- L : Panjang plate.
- L_u : Kedalaman efektif relatif.
- L_R : Kedalaman relatif.
- RN : Bilangan Reynolds.
- e : Jarak antar plate.



Gambar 2-6. Plate Settler Dari Arboleda.

Jika surface loadingnya adalah $V_0 = \frac{Q}{A}$, maka dari gambar 2-6 didapat :

$$V_{sc} = \frac{k V_0}{\sin \theta + k L_u \cos \theta} \dots \dots \dots (2-28)$$

atau :

$$k = \frac{V_{sc} (\sin \theta + L_u \cos \theta)}{V_0}$$

Dimana :

k : faktor efisiensi plate.

V_{sc} : kecepatan pengendapan (surface loading kritis).

θ : sudut kemiringan plate.

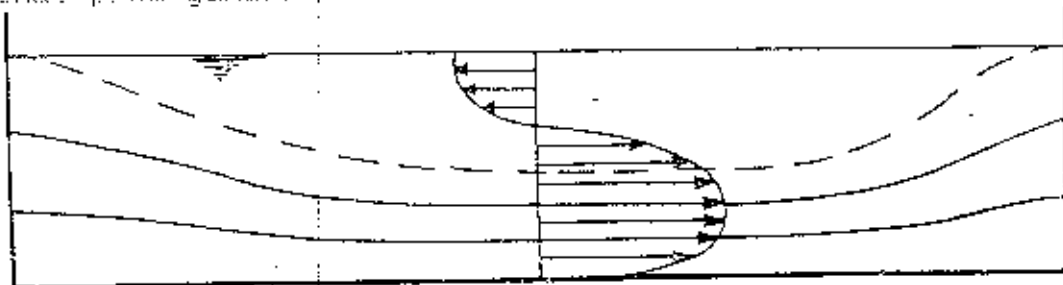
V_0 : surface loading rate.

2. Aliran Lintasan Pendek (Short Circuiting).

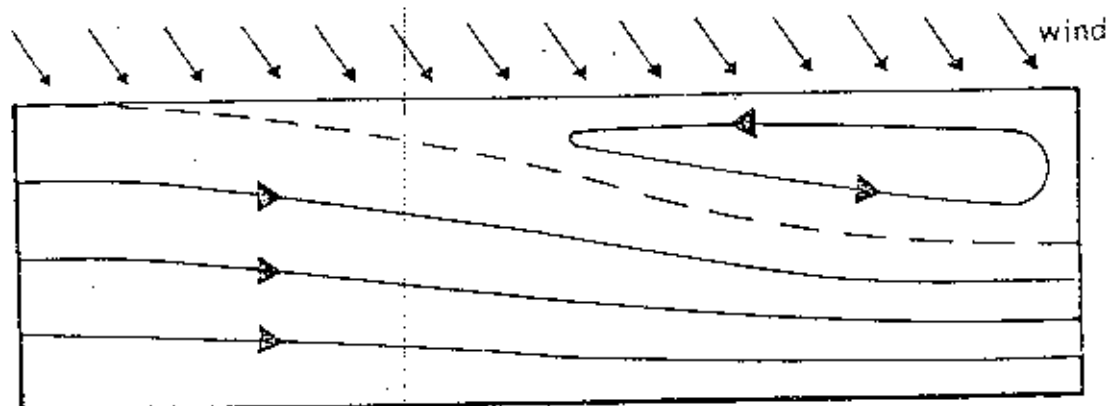
Aliran lintasan pendek secara tidak langsung dapat pula menurunkan efisiensi pengendapan. Aliran lintasan pendek tersebut pada dasarnya ada dua, yaitu :

1. Aliran lintasan pendek Vertikal.
2. Aliran lintasan pendek horizontal.

Aliran lintasan pendek vertikal disebabkan oleh adanya perbedaan massa jenis air yang masuk dan juga temperatur. Sedangkan aliran lintasan pendek horizontal disebabkan oleh adanya pengaruh angin di permukaan air, seperti yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2-7. Short Circuiting Vertikal.



Gambar 2-8. Short Circuiting Horizontal.

Secara teoritis sulit memperhitungkan aliran lintasan pendek ini, sebab aliran tersebut hanya dapat ditentukan di lapangan. Sebagai pendugaan awal, dengan melihat perbandingan diantara gaya inersia dan gravitasinya yang biasa disebut dengan Froude Number. Persamaan ini dapat ditulis :

$$Fr = \frac{Va^2}{g \cdot R} \dots\dots\dots (2-29)$$

Dimana :

Fr : Froude number,

Va : Kecepatan aliran atau surface loading pada plate.

g : Kecepatan gravitasi.

R : Jari-jari hidrolis pada plate settler.

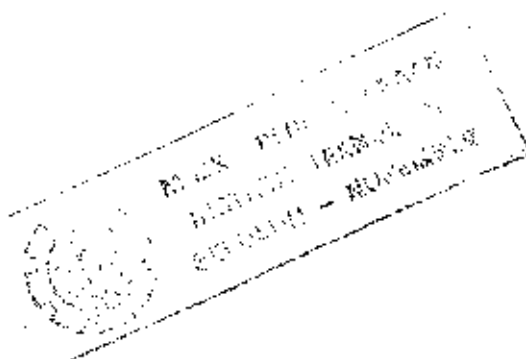
Untuk menduga bahwa kondisi pada bak sedimentasi itu dalam keadaan kritis mengandung aliran lintasan pendek, jika bilangan Froudenya lebih dari 10^{-5} , tapi jika terlalu besar dapat menyebabkan terjadinya aliran turbulen. (3).

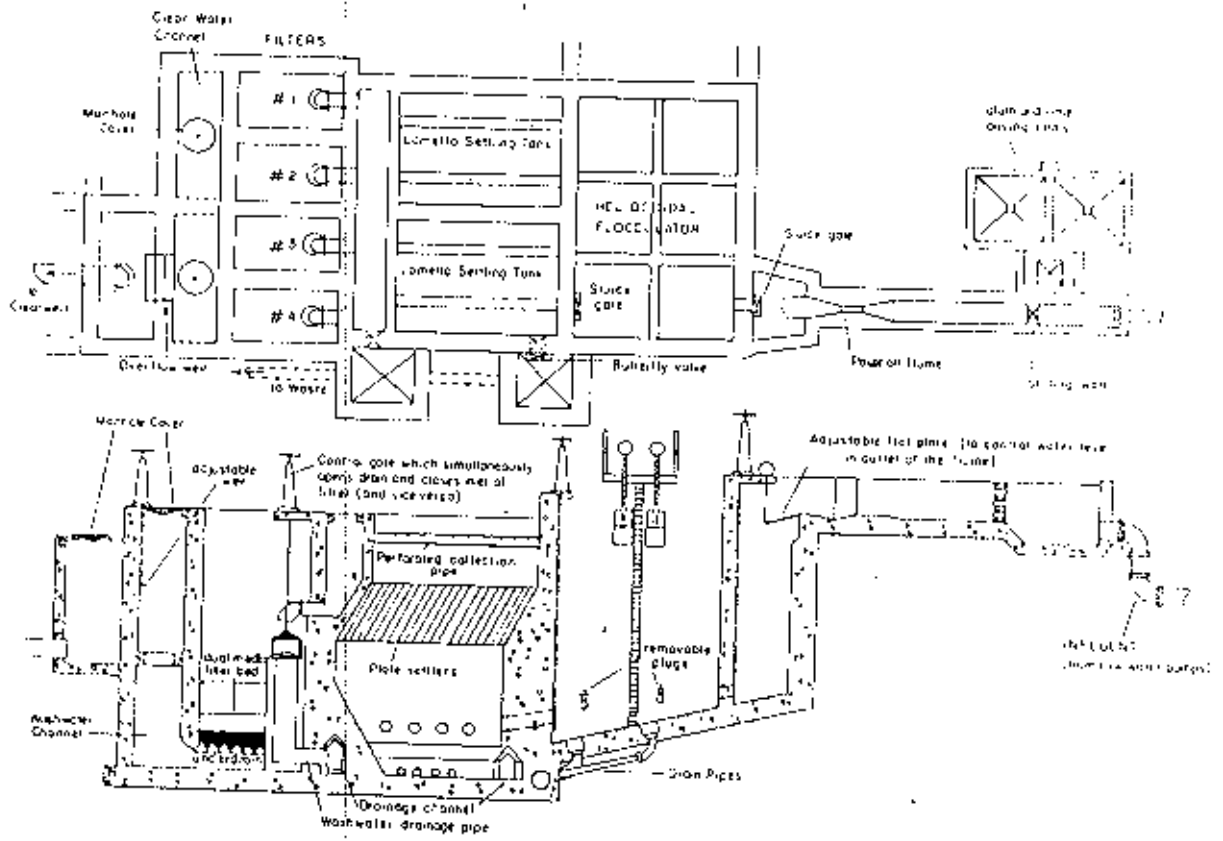
2.5.3. Jenis Bahan Dan Type-Type Plate Settler.

Plate settler dapat dibuat dari jenis bahan yang tidak mudah berkarat, semacam polyethylene, kayu, asbestose, baja tipis. Jenis polyethylene yang banyak digunakan adalah berupa plastik yang keras dan tebal. Kelebihan-kelebihan dari penggunaan polyethylene ini dibanding yang lain adalah :

1. Mudah dalam perawatannya, karena dari jenis bahan yang ringan dan tidak berkarat.
2. Bahan baku tidak terlalu sulit didapat dipasaran.
3. Lebih lama dapat bertahan untuk tidak dibersihkan, karena jenis bahan bakunya sulit untuk dapat ditumbuhi oleh tanaman sejenis ganggang dan lumut.
4. Tidak cepat pecah, dan relatif lebih lama mengalami kerusakan akibat adanya penguraian oleh mikroba.

Type-type dari plate settler yang banyak dijumpai seperti type plate settler aliran vertikal, maupun aliran horizontal dapat dilihat seperti gambar-gambar di bawah ini. Penggunaan plate settler dewasa ini, dalam bentuk package-package treatmen air bersih, yang dikeluarkan oleh pabrik-pabrik,





GAMBAR 2.11. PACKAGE TREATMENT PLANT DI INDONESIA
 "SUMMER IRC. 1981".

BAB III METODOLOGI.

3.1. UMUM.

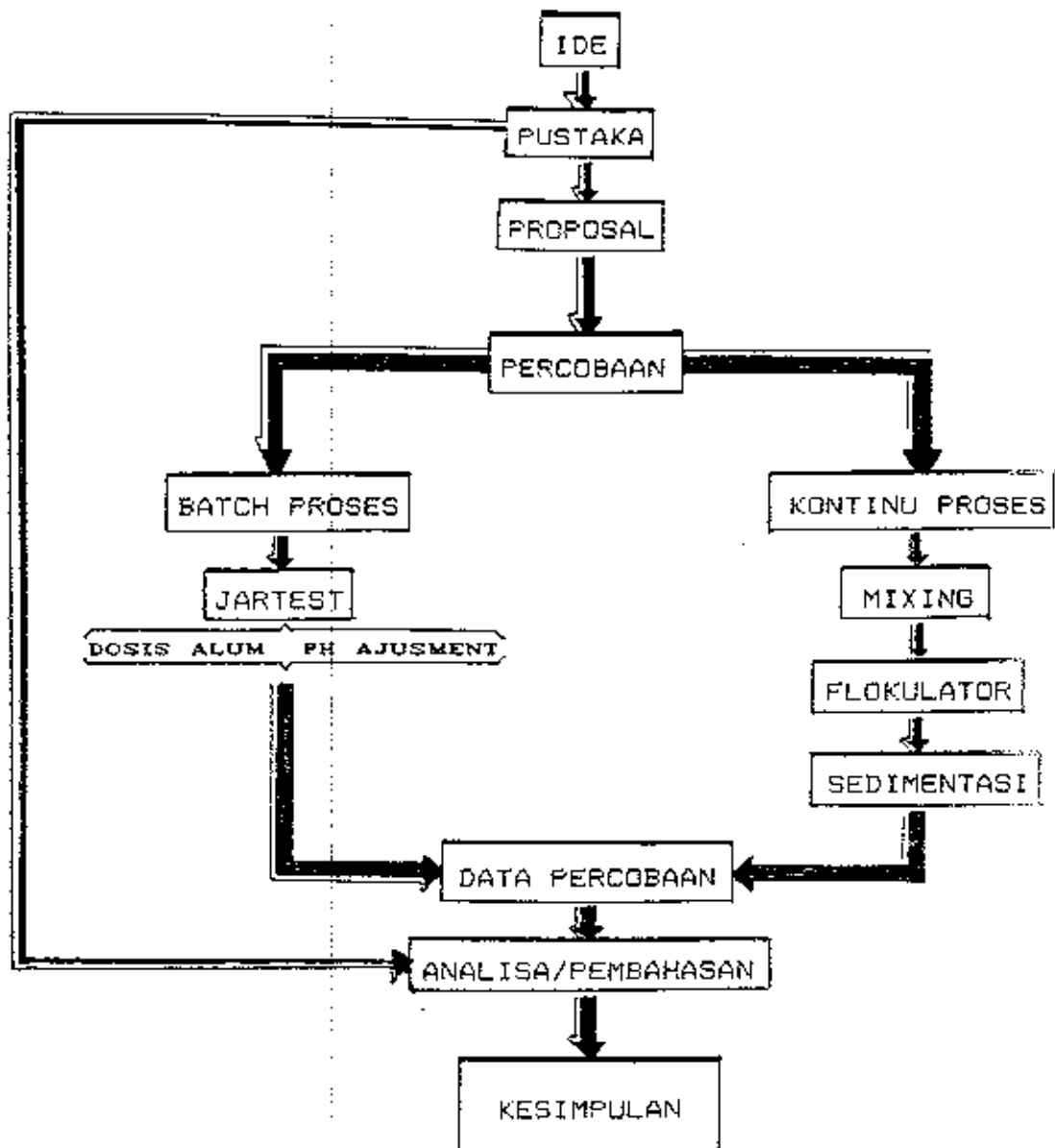
Penelitian tugas akhir ini merupakan salah satu penelitian yang ditekankan pada proses fisik dari sedimentasi. Seperti telah dijelaskan pada bab I (pendahuluan), tujuan dari penelitian ini adalah menentukan sudut kemiringan plate settler yang paling optimal, yang mana dalam mencapai tujuan tersebut tidak akan terlepas dari faktor-faktor dan variabel-variabel yang dapat mempengaruhi hasilnya. Sehubungan dengan hal tersebut, maka agar penelitian ini dapat mencapai tujuannya, faktor-faktor dan variabel-variabel di luar faktor dan variabel yang diteliti dianggap sebagai konstanta-konstanta.

Karena penelitian ini merupakan salah satu model laboratorium dalam skala kecil, sehingga dalam penerapannya sesungguhnya dilapangan diperlukan suatu faktor koreksi. Biasanya faktor koreksi tersebut sangat dipengaruhi oleh pengalaman-pengalaman dari perencana yang berkecimpung dalam pengerjaan atau pembuatan instalasi air bersih.

3.2. KERANGKA PENELITIAN.

Penelitian tugas akhir ini didasarkan pada proses pengolahan air bersih yang lengkap. Karena sedimentasi merupakan salah satu unit pengolahan yang terdapat pada instalasi pengolahan air bersih yang lengkap, dan sangat berperan dalam mengurangi partikel-partikel baik yang berasal

dari zat-zat organik maupun zat-zat anorganik. Sehingga kerja dari unit filtrasi tidak terlalu berat. Kerangka penelitian tugas akhir ini dapat dilihat seperti gambar skema di bawah ini (gambar 3-1).



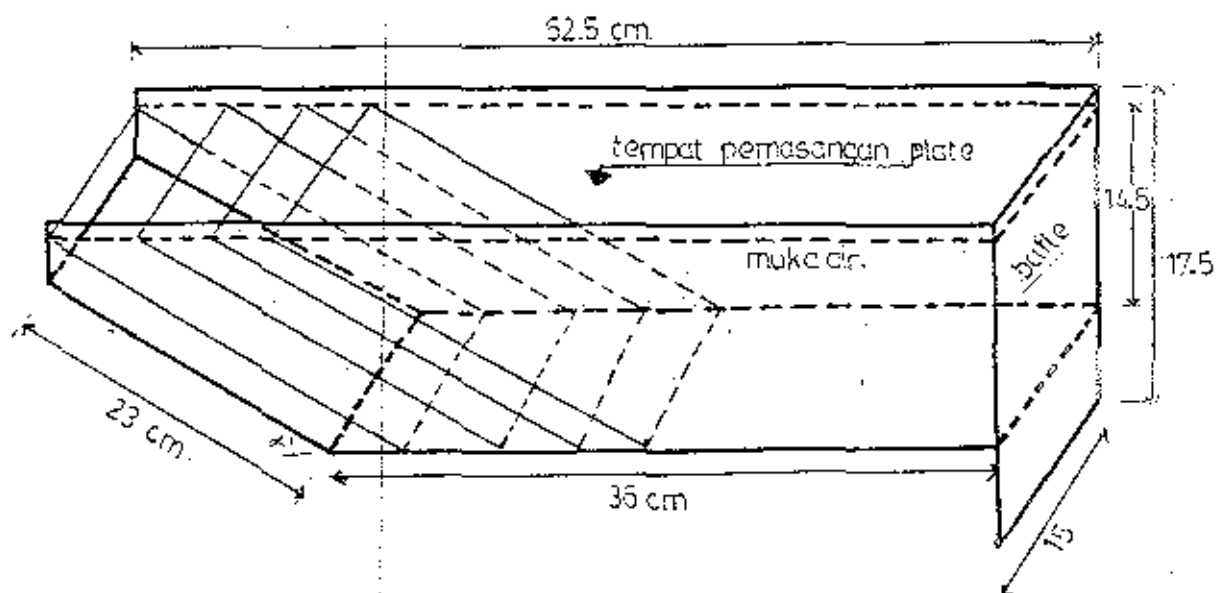
GAMBAR 3-1. KERANGKA PENELITIAN.

3.3. MODEL PLATE SETTLER.

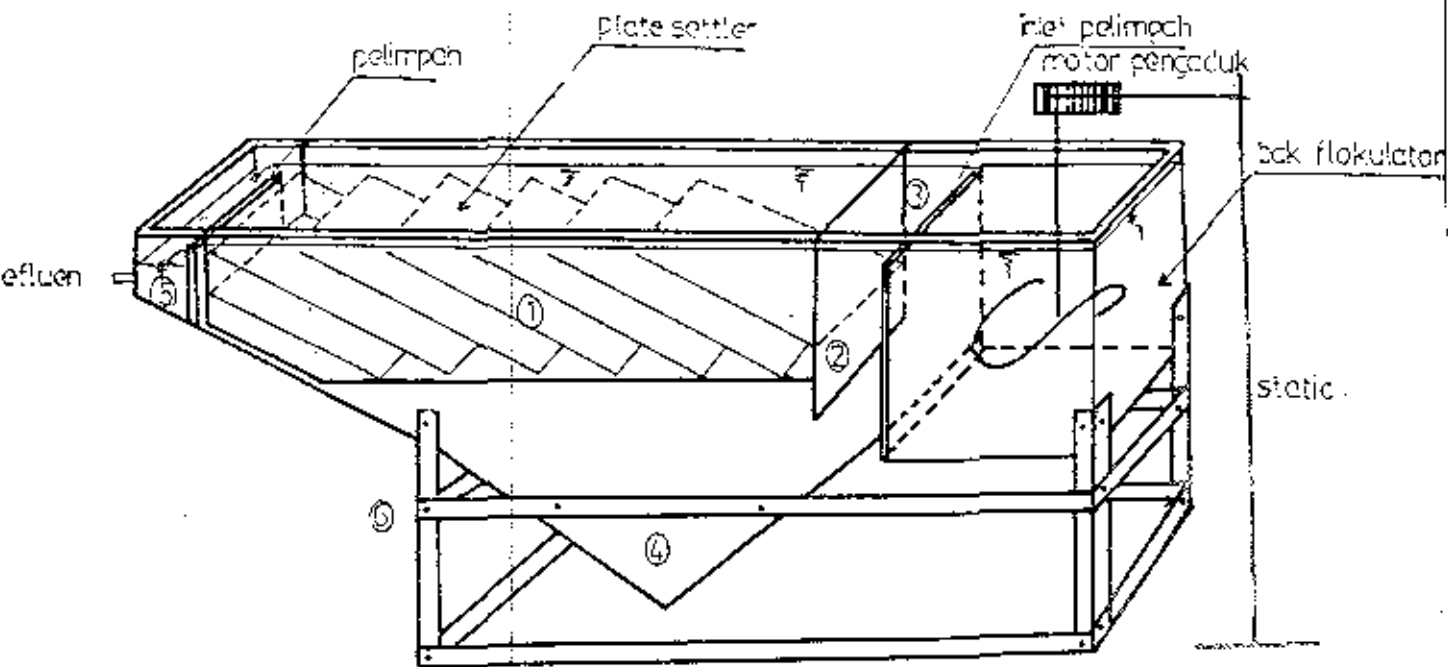
Model yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini pada dasarnya terdiri 2 bagian yaitu :

- Bagian pertama adalah model sedimentasi laboratorium.
- Bagian kedua adalah model plate settler yang disesuaikan dengan model sedimentasi laboratorium.

Plate settler tersebut dibuat dalam bentuk package, sehingga dapat dipisahkan dari bak sedimentasi. Jenis plate yang digunakan dari jenis plastik yang keras (mika). Dimana setiap plate-plate tersebut dapat dilepas dan dipasang kembali sesuai dengan perubahan sudut kemiringan plate yang diinginkan. Dinding dari bak sedimentasi maupun plate settler dari jenis plastik (MIKA) dengan ketebalan 1,0 cm dan 0,5 cm. Model dari plate settler tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3-2. Model Plate Settler.



Gambar 3-3. Model Bak Sedimentasi Dengan Plate Settler.

Keterangan gambar 3-3 :

1. Plate settler dalam bentuk package dipasang pada bak sedimentasi. Plate settler tersebut dapat dibongkar pasang sesuai dengan kemiringan sudut yang diinginkan.

2. Baffle, digunakan untuk mengatur aliran yang masuk dari inlet dan mencegah terjadinya aliran turbulenti. Baffle ini dibuat dari jenis mika dan bentuknya seperti penyekat.

3. Debit inlet.

Debit inlet disesuaikan dengan kapasitas bak sedimentasi lebih kurang 2 lt/menit. Inlet berbentuk pelimpah, bahan dari mika dengan ketebalan 10mm.

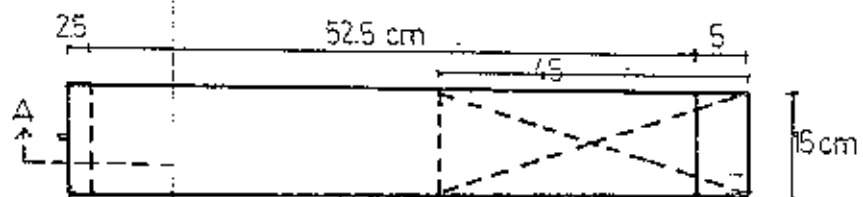
4. Ruang lumpur.

Dalam ruang lumpur ini terdapat katup yang digunakan untuk menguras lumpur.

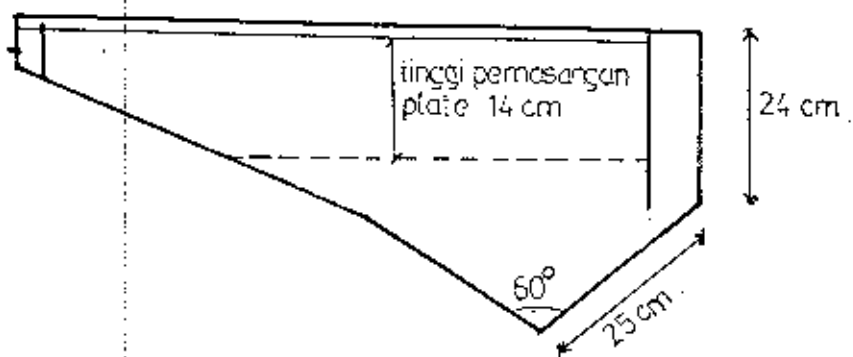
5. Outlet.

Outlet dalam bentuk pelimpah, dan bahannya dari jenis mika dengan ketebalan 10 mm.

6. Besi penyanggah bak sedimentasi.



DENAH BAK SEDIMENTASI



POTONGAN A

3.4. VARIABEL DAN PARAMETER PENELITIAN.

Variabel dan parameter yang diteliti pada tugas akhir ini adalah :

1. Kemiringan plate settler.
2. Dosis koagulan.
3. Kekeruhan.
4. Temperatur.
5. Waktu.

Untuk dapat mengangap pengaruh - pengaruh variabel pada bak sedimentasi konstan, maka perlu dilakukan penelitian pula pada bak sedimentasi tanpa menggunakan plate settler, dengan parameter yang sama pada penelitian plate settler, seperti di atas.

3.4.1. Kemiringan Plate Settler.

Kemiringan plate settler yang ditinjau adalah :

- Kemiringan plate settler yang dipasang sejajar arah aliran pada bak sedimentasi. Pada keadaan kondisi plate seperti ini, sudut yang diteliti adalah 30, 45, 60, 75, dan 90.

Jarak antar plate pada setiap kemiringan dibuat tetap sebesar 4 cm.

3.4.2. Dosis Koagulan.

Dosis koagulan ditentukan yang paling optimal untuk setiap kekeruhan dari air baku, agar flok yang terbentuk dapat sempurna. Jenis koagulan yang digunakan adalah Aluminium Sulfat : $(Al_2SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Dengan beberapa pertimbangan:

1. Aluminium bersifat "Amfozer", yaitu dapat membentuk senyawa kompleks bila bereaksi dengan asam atau basa, sehingga alkalinitas seripada koloid yang ada dalam air baku sintesis tidak akan menjadi masalah untuk diolah.
2. Penggunaan aluminium sulfat tidak terlepas dari nilai ekonomis dan mudah didapat.

Dosis alum yang optimal itu ditentukan dengan menggunakan percobaan "JARTEST", yang masih paling sering digunakan dalam proses pengolahan awal dari flokulasi.

3.4.3. Kekeruhan.

Kekeruhan terjadi akibat sifat optis larutan, karena adanya zat tersuspensi di dalamnya, misalnya hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Semakin tinggi intensitas cahaya yang di hamburkan, semakin tinggi pula kekeruhannya.

Pada penelitian ini kekeruhan air baku sintesis yang digunakan bervariasi antar 25 mg/lit SiO_2 hingga 200 mg/lit SiO_2 . Variasi kekeruhan itu dibuat dengan melihat kondisi kualitas air baku silapangan yang berbeda-beda. Alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan ini adalah "Hellige Turbidimeter".

yang mana alat ini dapat secara langsung mengukur keterubahan terhadap intensitas cahaya yang dihamburkan dari suatu sampel air.

3.4.4. Temperatur.

Pemeriksaan temperatur pada penelitian ini hanya bersifat sebagai kontrol saja. Pengukuran temperatur ini dilakukan dengan menggunakan alat thermometer, yang dimasukkan pada bak sedimentasi pada saat dilakukan percobaan. Pada kenyataannya di lapangan, temperatur yang berubah-ubah sangat berpengaruh pada efisiensi pengendapan. Untuk dapat membandingkan perbedaan efisiensi dari kemiringan plate, maka temperatur pada proses sedimentasi dianggap konstan.

3.4.5. Waktu (t).

Variasi waktu yang digunakan adalah 15 - 30 - 45 - 60 - 75 - 90 - 105 - 120 - 135 - 150 (menit) , Total waktu yang dibutuhkan untuk sekali percobaan adalah 150 menit atau 2,5 jam, dengan interval waktu sebesar 15 menit. Dasar pertimbangan pengambilan interval waktu 15 menit ini adalah karena waktu tersebut merupakan waktu yang diperlukan untuk memenuhi kapasitas bak sedimentasi laboratorium.

3.5. MENENTUKAN DOSIS OPTIMAL ALUM DENGAN JARTEST.

Dosis alum yang optimal dalam percobaan ini perlu dilakukan karena :

1. Dosis partikel pada air baku percobaan ini bersifat flokulan.

2. Bentuk flok yang tidak sempurna akan dapat mempengaruhi efisiensi alat.

3. Dosis yang tidak optimal dapat menyebabkan flok tidak sempurna, disamping dapat menyebabkan pemborosan bahan kimia.

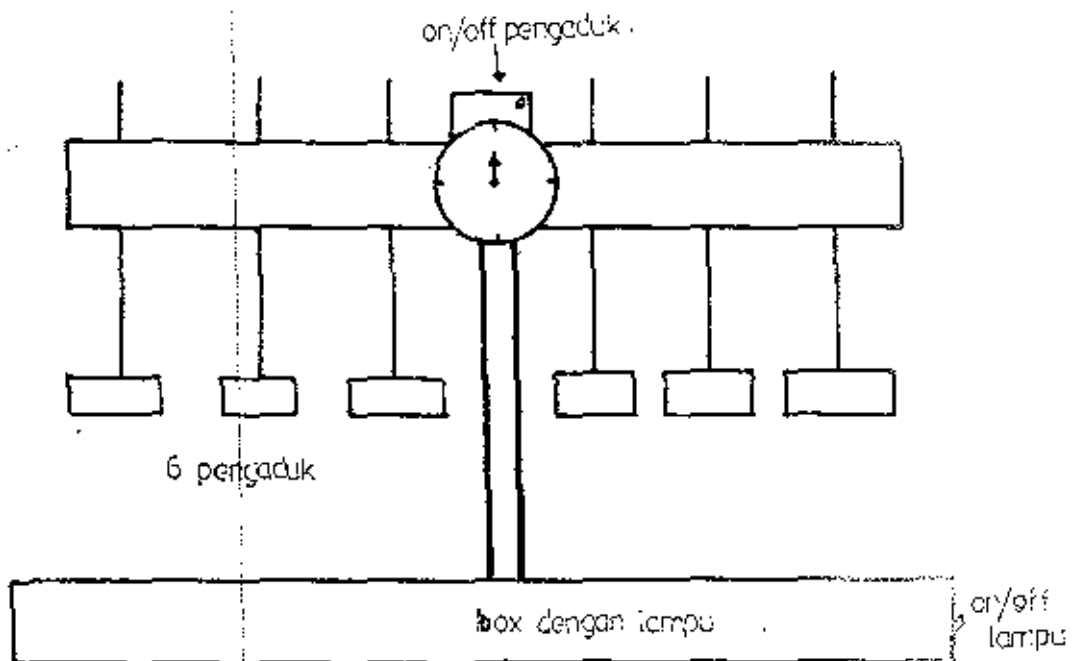
Untuk menentukan dosis optimal dari alum dapat dilakukan dengan percobaan Jarrest. Prosedur percobaan dapat diturunkan sebagai berikut :

1. Persiapan alat-alat dan bahan :

a. Alat Jarrest (lihat gambar 3-4) dengan 6 beker 1 liter.

b. 6 beker 50 ml untuk perubahan alim pada saat yang sama. Dalam hal ini digunakan tiang horizontal yang dipasang 6 tiang plastik dan dapat berputar hingga setiap tiang dapat dituangkan ke dalam masing-masing beker pada waktu yang bersamaan.

- c. 6 beker 250 ml untuk tempat analisa sampel hasil dari ke 6 beker jartest.
- d. 1 buah pipet 100 ml , untuk pengambilan sampel dari beker.
- e. Alat Helleige Turbydimeter , yang digunakan untuk mengukur kekeruhan dari setiap sampel air.
- f. Alat PH meter untuk mengukur PH flokulasi pada jartest.
- g. Larutan alum , konsentrasi dan banyaknya tergantung kebutuhan.

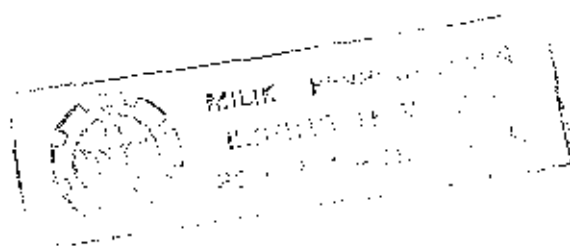


Gambar 3-4.

Alat Jartest Flokulasi (Phipps dan Bird).

2. Cara kerja :

- a. Siapkan alat jartest seperti gambar 3-4.
- b. 6 beker pada jartest di isi sampel air baku.
- c. Siapkan larutan alum pada setiap gelas plastik sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan pada masing-masing gelas tersebut.
- d. Setelah semua alat dan bahan disiapkan , lalu dilakukan pengadukan dengan kecepatan putaran pengaduk yang tinggi (100 rpm) beberapa detik. Dalam waktu yang bersamaan larutan larutan alum dituangkan kedalam masing-masing beker jartest. Supaya alum dapat dipindahkan secara kuantitatif maka masing-masing gelas plastik tersebut dibilas dengan air suling.
- e. Pada saat 1 menit, kecepatan putaran dikurangi hingga lebih kurang 30 rpm. Pada saat ini dilakukan pengukuran PH sampel. Setelah beberapa menit flok-flok akan terbentuk , dan dapat dilihat dengan menyalakan lampu yang ada di bawah agar lebih jelas.
- f. Pada saat 15 menit, pengadukan dihentikan, dan dibiarkan lebih kurang 10 menit. Setelah itu cairan bagian atas diambil dengan menggunakan pipet gondok, agar lapisan lumpur yang mengendap tidak terganggu.
- g. Setelah itu sampel air (filtrat) yang diambil pada masing-masing gelas beker, diukur kekeruhannya dengan menggunakan alat Hellige Turbidimeter. Dengan melihat hasil kekeruhan akhir dari masing-masing gelas beker , maka dapat ditentukan dosis optimal alum untuk sampel



air tersebut.

- h. Cara kerja seperti di atas tersebut diulangi lagi untuk keperluan air baku yang berbeda sesuai dengan yang diinginkan.

3.6. PEMBUATAN SAMPEL AIR BAKU SINTETIS.

Sampe! air baku sintetis dibuat dengan mencampurkan kaolin sebagai bahan pengeras ke dalam air PAM. Sampe! air baku sintetis digunakan dengan beberapa pertimbangan antara lain :

1. Jatu! mendapatkan air baku yang selalu konstan dan kontinu setiap saat.
2. Kaolin sebagai bahan pengeras memiliki sifat yang hampir sama dengan lumpur alam.
3. Kaolin dapat bereaksi dengan alum membentuk kompleks aluminium hidroksida - kaolin yang dapat terendapkan secara gravitasi.
4. Plok yang terbentuk yaitu ikatan alum dengan kaolin, memiliki ikatan yang kuat sehingga tidak mudah pecah.
5. Kaolin memudahkan dalam membuat konsentrasi kekeruhan air baku yang tetap pada percobaan yang berulang-ulang kali.

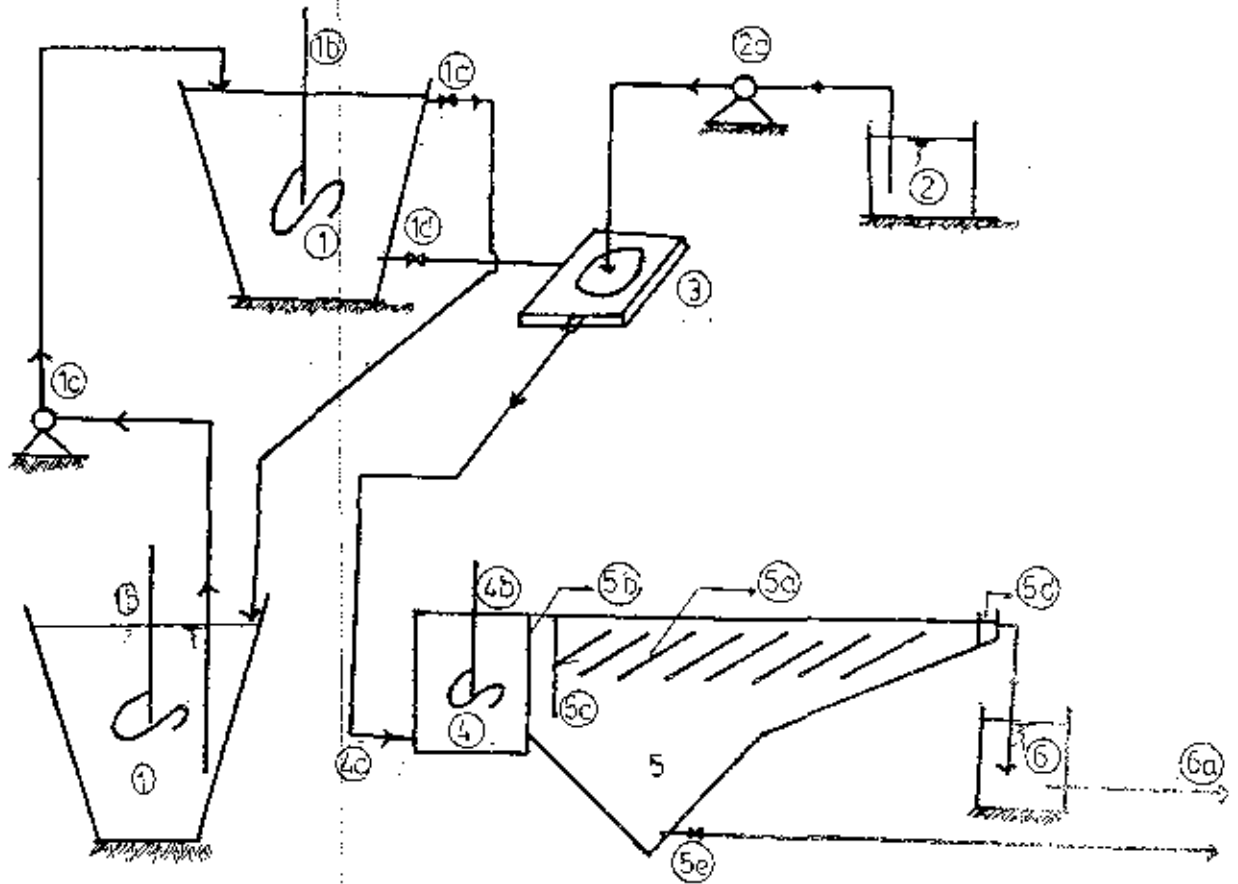
3.7. SAMPLING.

Sampling adalah pengambilan sample air yang dilakukan pada outlet dari model plate settler. Dalam melakukan sampling ini ada beberapa ketentuan-ketentuan yang harus diperhatikan, antara lain :

1. Sampling awal dilakukan lebih kurang 15 menit setelah model alat mulai dioperasikan atau saat dimana kapasitas bak sudah terpenuhi seluruhnya.
2. Jumlah sampling adalah sebanyak 10 kali untuk setiap sudut plate dan satu konsentrasi dengan interval waktu 15 menit.
3. Pengukuran kekeruhan dilakukan saat itu juga. Hal ini dimaksudkan untuk lebih memprasisikan data yang didapat pada percobaan tersebut.

3.8. SUSUNAN ALAT-ALAT PERCOBAAN.

Setelah beberapa kali melakukan penyusunan-penyusunan alat-alat percobaan, maka didapatkan susunan alat-alat percobaan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3-5.

Susunan Alat-Alat Percobaan Penelitian.

Keterangan gambar 3-5.

1. Tangki air baku sintetis, 100 lt.
 - 1a. Over flow rate.
 - 1b. Pengaduk mekanis pada tangki air baku sintetis.
 - 1c. Pompa air baku sintetis.
 - 1d. Klep pada selang outlet dari tangki air baku.
2. Larutan alum.
 - 2a. Pompa larutan alum ke pengaduk cepat.
3. Pengaduk cepat.
4. Bak pengaduk lambat.
 - 4a. Inlet di bawah tekanan pada pengaduk lambat.
 - 4b. Pengaduk mekanis.
5. Bak sedimentasi.
 - 5a. Plate settler.
 - 5b. Inlet dari bak pengaduk lambat.
 - 5c. Baffle.
 - 5d. Outlet.
 - 5e. Klep penguras lumpur.
6. Effluen.
 - 6a. Saluran pembuang effluen.

3.9. TATA LAKSANA KERJA.

Menurut cara kerjanya, susunan alat-alat dibagi atas :

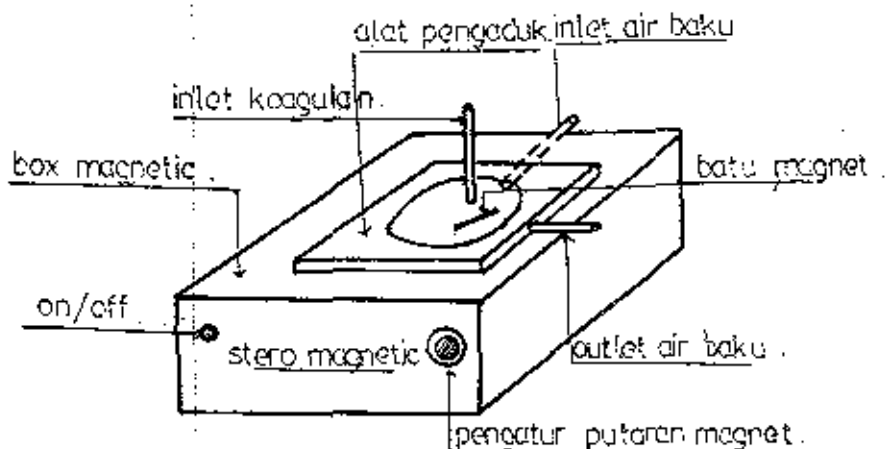
1. Bagian pengaduk cepat (mixing).
2. Bagian pengaduk lambat (flokulasi).
3. Bagian pengendapan (settling).

3.9.1. Bagian Pengaduk Cepat

Selama percobaan, dilakukan kondisi-kondisi pada pengaduk cepat dijaga konstan. Kestabilan kondisi-kondisi ini di jaga dengan mengatur aliran dan konsentrasi kekeruhan air baku sintesis, penyesuaian aluminium, dan putaran pengaduk. Sebelum hal ini dapat dilakukan terlebih dahulu harus mengetahui karakteristik alat pengaduk cepat yang digunakan. Untuk lebih jelasnya diuraikan sebagai berikut.

1. Karakteristik Pengaduk Cepat.

Jenis pengaduk cepat yang digunakan adalah jenis magnetik. Bentuk dari alat pengaduk cepat ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3-6. Pengaduk Cepat.

Kapasitas pengaduk cepat ini maximum adalah 30 ml/dt. Jadi dapat digunakan untuk penelitian tugas akhir ini. Karena debit yang digunakan dalam penelitian ini dibuat konstan sebesar 3 lt/menit, atau 33.3 ml/dt.

Diameter alat pengaduk ini adalah 6 cm, alat pengaduknya terbuat dari batu magnet, dengan panjangnya 3cm. Kecepatan putaran pengaduk ini > 100 rpm (maksimal). Pada percobaan ini kecepatan putarannya dibuat maksimal, hal ini dilakukan karena dikhawatirkan jika tidak dibuat maksimal maka kecepatan putarannya tidak konstan lagi.

2. Aliran Dan Konsentrasi Kekeruhan Air Baku Sintetis.

Aliran air baku sintetis diatur dengan menggunakan klep pada selang outlet tangki air bakusintetis tersebut. Supaya head air baku sintetis tetap statis (tidak berubah), maka selama percobaan, tangki ini dialiri air baku sintetis secara kontinu dengan menggunakan pompa air baku dan selangnya disesuaikan dengan rate yang keluar menuju pengaduk cepat. Tapi hal ini saja tidak cukup untuk menjaga aliran air yang keluar konstan. Untuk itu maka dibuat over flow pada tangki air baku sintetis, agar head statisnya benar-benar selalu dijaga. Dengan keadaan demikian, maka air baku yang keluar dari tangki air baku sintetis akan tetap konstan dan kontinu setiap saat sesuai dengan debit (rate) yang diharapkan.

Konsentrasi kekeruhan dari air baku sintetis dibuat selalu konstan pula dengan cara melakukan pengadukan mekanis, agar tidak terjadi pengendapan pada dasar tangki air baku sintetis. Susunan alat seperti pada gambar 3-5.

3. Penetesan Alum.

Penetesan larutan aluminium sulfat dilakukan dengan susunan alat seperti pada gambar 3-5. Penggunaan pompa koagulan dalam hal ini dilakukan untuk menjaga dosis dan volume larutan alum yang keluar tetap konstan. Besarnya debit (rate) yang keluar setiap saat adalah sebesar 15 ml/lit. Debit penetesan ini dibuat tetap untuk setiap perubahan kekeruhan air baku sintesis yang akan diolah. Sedangkan konsentrasi penetesan alum yang dirubah sesuai dengan dosis optimal yang telah dilakukan pada percobaan jar test.

3.9.2. Bagian Pengaduk Lambat.

Bak pengaduk lambat digunakan untuk tempat proses flokulasi, yaitu proses pembentukan flok-flok karena terjadinya ikatan kimiawi antara partikel-partikel dari air baku dengan larutan alum sebagai koagulannya. Pada proses ini digunakan pengaduk lambat mekanis yang terdiri dari sebuah alat pengaduk beserta bladanya dan motor penggerak elektrik. Putaran dari alat pengaduk lambat mekanis ini dibuat konstan setiap saat sebesar 30 rpm.

3.9.3. Bagian Pengendapan.

Bak pengendapan ini diletakan sesuai dengan gambar 3-5. Yang perlu diperhatikan dalam pemasangan model alat plate settler ini harus benar-benar tepat. Setiap selesai melakukan percobaan (run), maka bak pengendap ini dibersihkan dan suspurnya dihilangkan dengan cara membuka klop pada bagian

terpur dan disalurkan dengan selang ketempat pembuangan. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga kualitas efluen dari lokasi percobaan menjadi lebih akurat.

Alat seluler yang digunakan dalam bak sedimentasi itu dapat dibongkar pasang sesuai dengan perubahan kemampuan alat yang diinginkan.

Saluran dari bak sedimentasi akan ditampung pada pembuangan, dan pada saat itu dibuatkan saluran (selang) yang dihubungkan ke tempat pembuangan, untuk menjaga aliran tetap bersih. Pada saat melakukan percobaan ini, tidak diperkenankan melakukan gerakan-gerakan yang dapat merubah keadaan alat serta pada bak sedimentasi ataupun yang lainnya, sebab sedikit saja terjadi perubahan posisi dan sebagainya akan menyebabkan kualitas efluenya cepat berubah pula, sehingga tidak konstan lagi.

3.10. TATA LAKSANA PERCOBAAN.

Untuk membuat percobaan penelitian tugas akhir ini dapat berjalan dengan baik, maka perlu kiranya dibuat tata laksana percobaan yang telah disesuaikan dengan susunan alat-alat seperti pada gambar 3-5. Tata laksana percobaan dari penelitian ini dibagi dalam 2 tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan.
2. Tahap percobaan.

3.10.1. Tahap Persiapan.

Pada tahap persiapan ini, hal-hal yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Membuat kekeruhan buatan (air baku sintesis) yang akan diolah, sesuai dengan kebutuhan selama alat beroperasi.
2. Membuat larutan alum dengan konsentrasi didasarkan pada percobaan jertest (dosis optimal), untuk setiap air baku yang akan diolah.
3. Menyiapkan alat-alat yang akan digunakan dan disusun sesuai dengan gambar 3-5. Alat-alat yang disiapkan tersebut antara lain :

- Pengaduk cepat , 1 buah.
- Pengaduk lambat , 1 buah.
- Bak sedimentasi dan model plate settler.
- Pompa air baku sintesis , 1 buah.
- Pompa koagulan (alum) , 1 buah.
- Tangki air baku 100 lt , 3 buah.
- Ember 4 liter1 buah.

- Selang dan klep-klep sesuai kebutuhan.
- Stop watch.
- Traffic dan kabel listrik.
- Pengaduk air baku sintesis.....2 buah.

4. Melakukan percobaan pendahuluan untuk menentukan sifat-sifat alat.

3.10.2. Tahap Percobaan.

Pada tahap percobaan ini hal-hal yang perlu dilakukan agar percobaan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan antara lain :

1. Seluruh susunan alat yang telah di siapkan tersebut dialiri air bersih dari tangki atau bak.
2. Debit pompa koagulan diatur sesuai dengan konsentrasi larutan alum yang digunakan.
3. Dengan menggunakan klep pada selang outlet dari tangki air baku sintesis dan over flow rate, maka debit percobaan diatur sesuai dengan yang diinginkan.
4. Pengaturan putaran pengaduk.
5. Setelah pekerjaan di atas selesai dilakukan, aliran air bersih dihentikan dan diganti dengan air baku sintesis dari tangki air baku.
6. Sesudah diganti dengan air baku sintesis , maka dapat dilakukan pengambilan contoh air pada outlet, dengan interval waktu 15 menit, sebanyak 10 kali.
7. Contoh air tersebut lalu diamati kekeruhannya dengan alat heideige turbidimeter.

8. Prosedur percobaan tersebut diulangi untuk setiap konsentrasi air baku ataupun perubahan sudut kemiringan plate.

BAB IV

HASIL PERCOBAAN

4.1. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT.

- Debit inlet 2 l/menit.
- Debit koagulan 15 ml/menit.

TABEL 4.1. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l Al.	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	17	32.0
2	30	25	2.0	30	16	36.0
3	45	25	2.0	30	15	40.0
4	60	25	2.0	30	15	40.0
5	75	25	2.0	30	14	44.0
6	90	25	2.0	30	14	44.0
7	105	25	2.0	30	14	44.0
8	120	25	2.0	30	14	44.0
9	135	25	2.0	30	14	44.0
10	150	25	2.0	30	14	44.0

TABEL 4.2. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 40 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	27	32.5
2	30	40	2.0	30	28	37.5
3	45	40	2.0	30	22	45.0
4	60	40	2.0	30	20	50.0
5	75	40	2.0	30	20	50.0
6	90	40	2.0	30	20	50.0
7	105	40	2.0	30	20	50.0
8	120	40	2.0	30	20	50.0
9	135	40	2.0	30	20	50.0
10	150	40	2.0	30	20	50.0

TABEL 4.3. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	36	48.7
2	30	70	2.0	30	30	57.1
3	45	70	2.0	30	30	57.1
4	60	70	2.0	30	26	62.9
5	75	70	2.0	30	25	62.9
6	90	70	2.0	30	26	62.9
7	105	70	2.0	30	26	62.9
8	120	70	2.0	30	26	62.9
9	135	70	2.0	30	25	62.9
10	150	70	2.0	30	26	62.9

TABEL 4.4. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 120 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2,0	30	45	62,5
2	30	120	2,0	30	40	66,7
3	45	120	2,0	30	38	68,3
4	60	120	2,0	30	36	70,0
5	75	120	2,0	30	35	70,8
6	90	120	2,0	30	36	70,0
7	105	120	2,0	30	36	70,0
8	120	120	2,0	30	36	70,0
9	135	120	2,0	30	36	70,0
10	150	120	2,0	30	36	70,0

TABEL 4.5. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 180 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2,5	30	44	75,6
2	30	180	2,5	30	42	76,7
3	45	180	2,5	30	40	77,8
4	60	180	2,5	30	40	77,8
5	75	180	2,5	30	40	77,8
6	90	180	2,5	30	40	77,8
7	105	180	2,5	30	40	77,8
8	120	180	2,5	30	40	77,8
9	135	180	2,5	30	40	77,8
10	150	180	2,5	30	40	77,8

TABEL 4.6. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 30 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 200 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	52	74.0
2	30	200	3.0	30	47	76.5
3	45	200	3.0	30	42	79.0
4	60	200	3.0	30	42	79.0
5	75	200	3.0	30	42	79.0
6	90	200	3.0	30	42	79.0
7	105	200	3.0	30	42	79.0
8	120	200	3.0	30	42	79.0
9	135	200	3.0	30	42	79.0
10	150	200	3.0	30	42	79.0

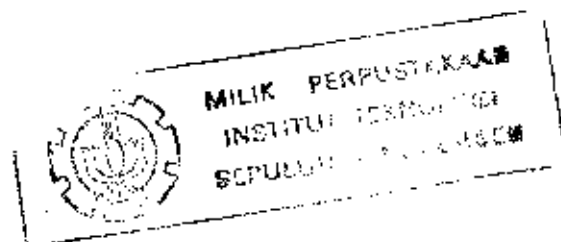
4.2. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT.

TABEL 4.7. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	16	36.0
2	30	25	2.0	30	15	40.0
3	45	25	2.0	30	13	48.0
4	60	25	2.0	30	13	48.0
5	75	25	2.0	30	12	52.0
6	90	25	2.0	30	12	52.0
7	105	25	2.0	30	12	52.0
8	120	25	2.0	30	12	52.0
9	135	25	2.0	30	12	52.0
10	150	25	2.0	30	12	52.0

TABEL 4.8. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45°, KEKERUHAN 40 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	25	37.5
2	30	40	2.0	30	20	50.0
3	45	40	2.0	30	17	57.5
4	60	40	2.0	30	13	67.5
5	75	40	2.0	30	13	67.5
6	90	40	2.0	30	13	67.5
7	105	40	2.0	30	13	67.5
8	120	40	2.0	30	13	67.5
9	135	40	2.0	30	13	67.5
10	150	40	2.0	30	13	67.5



TABEL 4.9. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	35	50.0
2	30	70	2.0	30	29	60.0
3	45	70	2.0	30	25	64.3
4	60	70	2.0	30	17	75.7
5	75	70	2.0	30	17	75.7
6	90	70	2.0	30	17	75.7
7	105	70	2.0	30	17	75.7
8	120	70	2.0	30	17	75.7
9	135	70	2.0	30	17	75.7
10	150	70	2.0	30	17	75.7

TABEL 4.10. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	40	66.7
2	30	120	2.0	30	35	70.8
3	45	120	2.0	30	27	77.5
4	60	120	2.0	30	22	81.7
5	75	120	2.0	30	22	81.7
6	90	120	2.0	30	22	81.7
7	105	120	2.0	30	22	81.7
8	120	120	2.0	30	22	81.7
9	135	120	2.0	30	22	81.7
10	150	120	2.0	30	22	81.7

TABEL 4.11. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LY SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	42	76.7
2	30	180	2.5	30	35	80.6
3	45	180	2.5	30	28	84.4
4	60	180	2.5	30	28	84.4
5	75	180	2.5	30	28	84.4
6	90	180	2.5	30	28	84.4
7	105	180	2.5	30	28	84.4
8	120	180	2.5	30	28	84.4
9	135	180	2.5	30	28	84.4
10	150	180	2.5	30	28	84.4

TABEL 4.12. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 45 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR DENGAN 200 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	40	80.0
2	30	200	3.0	30	32	84.0
3	45	200	3.0	30	32	84.0
4	60	200	3.0	30	28	86.0
5	75	200	3.0	30	28	86.0
6	90	200	3.0	30	28	86.0
7	105	200	3.0	30	28	86.0
8	120	200	3.0	30	28	86.0
9	135	200	3.0	30	28	86.0
10	150	200	3.0	30	28	86.0

4.3. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT.

TABEL 4.13. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	15	40.0
2	30	25	2.0	30	14	44.0
3	45	25	2.0	30	12	52.0
4	60	25	2.0	30	10	60.0
5	75	25	2.0	30	10	60.0
6	90	25	2.0	30	10	60.0
7	105	25	2.0	30	10	60.0
8	120	25	2.0	30	10	60.0
9	135	25	2.0	30	10	60.0
10	150	25	2.0	30	10	60.0

TABEL 4.14. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	27	45.0
2	30	40	2.0	30	17	57.5
3	45	40	2.0	30	10	75.0
4	60	40	2.0	30	9	77.5
5	75	40	2.0	30	9	77.5
6	90	40	2.0	30	9	77.5
7	105	40	2.0	30	9	77.5
8	120	40	2.0	30	9	77.5
9	135	40	2.0	30	9	77.5
10	150	40	2.0	30	9	77.5

TABEL 4.15. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	30	57.1
2	30	70	2.0	30	23	67.1
3	45	70	2.0	30	16	74.3
4	60	70	2.0	30	13	78.6
5	75	70	2.0	30	12	82.9
6	90	70	2.0	30	12	82.9
7	105	70	2.0	30	12	82.9
8	120	70	2.0	30	12	82.9
9	135	70	2.0	30	12	82.9
10	150	70	2.0	30	12	82.9

TABEL 4.16. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	35	70.8
2	30	120	2.0	30	30	75.0
3	45	120	2.0	30	24	80.0
4	60	120	2.0	30	18	85.0
5	75	120	2.0	30	18	85.0
6	90	120	2.0	30	18	85.0
7	105	120	2.0	30	18	85.0
8	120	120	2.0	30	18	85.0
9	135	120	2.0	30	18	85.0
10	150	120	2.0	30	18	85.0

TABEL 4.17. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	40	77.8
2	30	180	2.5	30	28	84.4
3	45	180	2.5	30	21	88.3
4	60	180	2.5	30	21	88.3
5	75	180	2.5	30	21	88.3
6	90	180	2.5	30	21	88.3
7	105	180	2.5	30	21	88.3
8	120	180	2.5	30	21	88.3
9	135	180	2.5	30	21	88.3
10	150	180	2.5	30	21	88.3

TABEL 4.18. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 60 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	35	82.5
2	30	200	3.0	30	28	86.0
3	45	200	3.0	30	20	90.0
4	60	200	3.0	30	20	90.0
5	75	200	3.0	30	20	90.0
6	90	200	3.0	30	20	90.0
7	105	200	3.0	30	20	90.0
8	120	200	3.0	30	20	90.0
9	135	200	3.0	30	20	90.0
10	150	200	3.0	30	20	90.0

4.4. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT.

TABEL 4.19. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	20	20.0
2	30	25	2.0	30	18	28.0
3	45	25	2.0	30	16	36.0
4	60	25	2.0	30	16	36.0
5	75	25	2.0	30	15	40.0
6	90	25	2.0	30	14	44.0
7	105	25	2.0	30	14	44.0
8	120	25	2.0	30	14	44.0
9	135	25	2.0	30	14	44.0
10	150	25	2.0	30	14	44.0

TABEL 4.20. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	25	37.5
2	30	40	2.0	30	23	42.5
3	45	40	2.0	30	23	42.5
4	60	40	2.0	30	21	47.5
5	75	40	2.0	30	21	47.5
6	90	40	2.0	30	21	47.5
7	105	40	2.0	30	21	47.5
8	120	40	2.0	30	21	47.5
9	135	40	2.0	30	21	47.5
10	150	40	2.0	30	21	47.5

TABEL 4.21. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	38	45.7
2	30	70	2.0	30	34	51.4
3	45	70	2.0	30	31	55.7
4	60	70	2.0	30	29	58.6
5	75	70	2.0	30	29	58.6
6	90	70	2.0	30	29	58.6
7	105	70	2.0	30	29	58.6
8	120	70	2.0	30	29	58.6
9	135	70	2.0	30	29	58.6
10	150	70	2.0	30	29	58.6

TABEL 4.22. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	40	66.7
2	30	120	2.0	30	37	69.2
3	45	120	2.0	30	32	73.3
4	60	120	2.0	30	32	73.3
5	75	120	2.0	30	32	73.3
6	90	120	2.0	30	32	73.3
7	105	120	2.0	30	32	73.3
8	120	120	2.0	30	32	73.3
9	135	120	2.0	30	32	73.3
10	150	120	2.0	30	32	73.3

TABEL 4.23. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	46	74.4
2	30	180	2.5	30	44	75.6
3	45	180	2.5	30	38	78.9
4	60	180	2.5	30	38	78.9
5	75	180	2.5	30	38	78.9
6	90	180	2.5	30	38	78.9
7	105	180	2.5	30	38	78.9
8	120	180	2.5	30	38	78.9
9	135	180	2.5	30	38	78.9
10	150	180	2.5	30	38	78.9

TABEL 4.24. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 75 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	50	75.0
2	30	200	3.0	30	50	75.0
3	45	200	3.0	30	40	80.0
4	60	200	3.0	30	40	80.0
5	75	200	3.0	30	40	80.0
6	90	200	3.0	30	40	80.0
7	105	200	3.0	30	40	80.0
8	120	200	3.0	30	40	80.0
9	135	200	3.0	30	40	80.0
10	150	200	3.0	30	40	80.0

4.5. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT.

TABEL 4.25. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	21	16.0
2	30	25	2.0	30	20	20.0
3	45	25	2.0	30	20	20.0
4	60	25	2.0	30	18	28.0
5	75	25	2.0	30	17	32.0
6	90	25	2.0	30	17	32.0
7	105	25	2.0	30	17	32.0
8	120	25	2.0	30	17	32.0
9	135	25	2.0	30	17	32.0
10	150	25	2.0	30	17	32.0

TABEL 4.26. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	28	30.0
2	30	40	2.0	30	25	37.5
3	45	40	2.0	30	23	42.5
4	60	40	2.0	30	22	45.0
5	75	40	2.0	30	22	45.0
6	90	40	2.0	30	22	45.0
7	105	40	2.0	30	22	45.0
8	120	40	2.0	30	22	45.0
9	135	40	2.0	30	22	45.0
10	150	40	2.0	30	22	45.0

TABEL 4.27. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	42	40.0
2	30	70	2.0	30	40	42.9
3	45	70	2.0	30	36	48.7
4	60	70	2.0	30	33	52.8
5	75	70	2.0	30	33	52.8
6	90	70	2.0	30	33	52.8
7	105	70	2.0	30	33	52.8
8	120	70	2.0	30	33	52.8
9	135	70	2.0	30	33	52.8
10	150	70	2.0	30	33	52.8

TABEL 4.28. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 120 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	45	62.5
2	30	120	2.0	30	42	65.0
3	45	120	2.0	30	41	65.8
4	60	120	2.0	30	41	65.8
5	75	120	2.0	30	41	65.8
6	90	120	2.0	30	41	65.8
7	105	120	2.0	30	41	65.8
8	120	120	2.0	30	41	65.8
9	135	120	2.0	30	41	65.8
10	150	120	2.0	30	41	65.8

TABEL 4.29. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 180 MG/L SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal MG/L SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	58	67.8
2	30	180	2.5	30	55	69.4
3	45	180	2.5	30	53	70.6
4	60	180	2.5	30	53	70.6
5	75	180	2.5	30	53	70.6
6	90	180	2.5	30	53	70.6
7	105	180	2.5	30	53	70.6
8	120	180	2.5	30	53	70.6
9	135	180	2.5	30	53	70.6
10	150	180	2.5	30	53	70.6

TABEL 4.30. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 90 DERAJAT DENGAN
KEKERUHAN AIR BAKU 200 MG/L SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	60	70.0
2	30	200	3.0	30	55	72.5
3	45	200	3.0	30	55	72.5
4	60	200	3.0	30	55	72.5
5	75	200	3.0	30	55	72.5
6	90	200	3.0	30	55	72.5
7	105	200	3.0	30	55	72.5
8	120	200	3.0	30	55	72.5
9	135	200	3.0	30	55	72.5
10	150	200	3.0	30	55	72.5

4.6. TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER.

TABEL 4.31. TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	23	8.0
2	30	25	2.0	30	20	20.0
3	45	25	2.0	30	18	28.0
4	60	25	2.0	30	17	32.0
5	75	25	2.0	30	17	32.0
6	90	25	2.0	30	17	32.0
7	105	25	2.0	30	17	32.0
8	120	25	2.0	30	17	32.0
9	135	25	2.0	30	17	32.0
10	150	25	2.0	30	17	32.0

TABEL 4.32. TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	35	12.5
2	30	40	2.0	30	25	37.5
3	45	40	2.0	30	25	37.5
4	60	40	2.0	30	23	42.5
5	75	40	2.0	30	23	42.5
6	90	40	2.0	30	23	42.5
7	105	40	2.0	30	23	42.5
8	120	40	2.0	30	23	42.5
9	135	40	2.0	30	23	42.5
10	150	40	2.0	30	23	42.5

TABEL 4.33. TANPA MENGGUNAKAN PALTE SETTLER DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	45	35.7
2	30	70	2.0	30	45	35.7
3	45	70	2.0	30	40	42.9
4	60	70	2.0	30	37	47.1
5	75	70	2.0	30	35	50.0
6	90	70	2.0	30	35	50.0
7	105	70	2.0	30	35	50.0
8	120	70	2.0	30	35	50.0
9	135	70	2.0	30	35	50.0
10	150	70	2.0	30	35	50.0

TABEL 4.34. TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 120 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	50	58.3
2	30	120	2.0	30	44	63.3
3	45	120	2.0	30	42	65.0
4	60	120	2.0	30	42	65.0
5	75	120	2.0	30	42	65.0
6	90	120	2.0	30	42	65.0
7	105	120	2.0	30	42	65.0
8	120	120	2.0	30	42	65.0
9	135	120	2.0	30	42	65.0
10	150	120	2.0	30	42	65.0

TABEL 4.35. TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 180 MG/LT SiO₂.

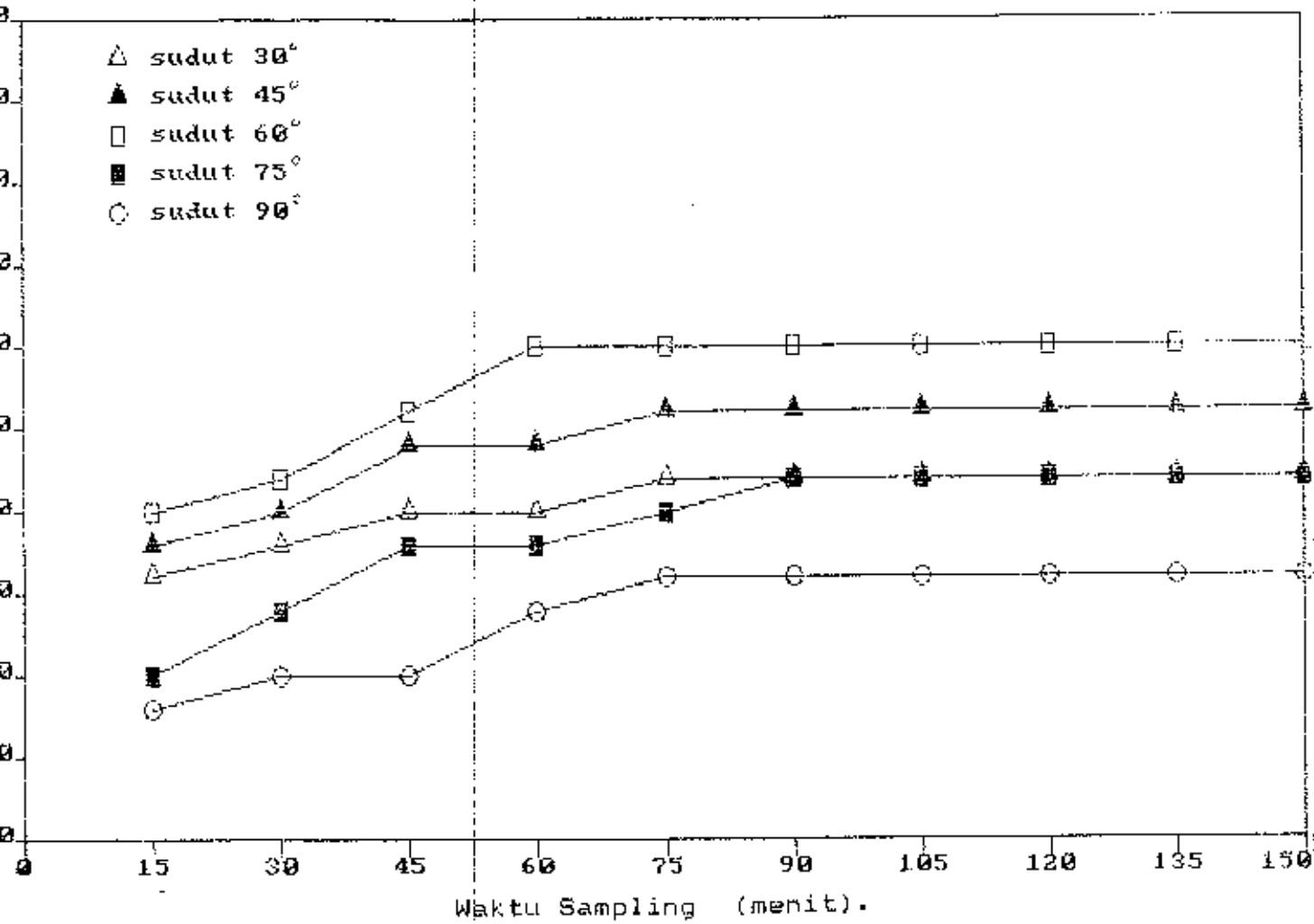
No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	58	67.8
2	30	180	2.5	30	56	68.9
3	45	180	2.5	30	55	69.4
4	60	180	2.5	30	55	69.4
5	75	180	2.5	30	55	69.4
6	90	180	2.5	30	55	69.4
7	105	180	2.5	30	55	69.4
8	120	180	2.5	30	55	69.4
9	135	180	2.5	30	55	69.4
10	150	180	2.5	30	55	69.4

TABEL 4.36. TANPA MENGGUNAKAN PLATE SETTLER DENGAN KEKERUHAN
AIR BAKU 200 MG/LT SiO₂.

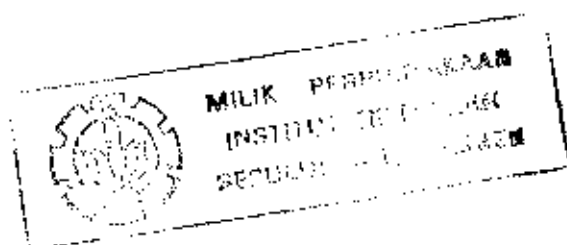
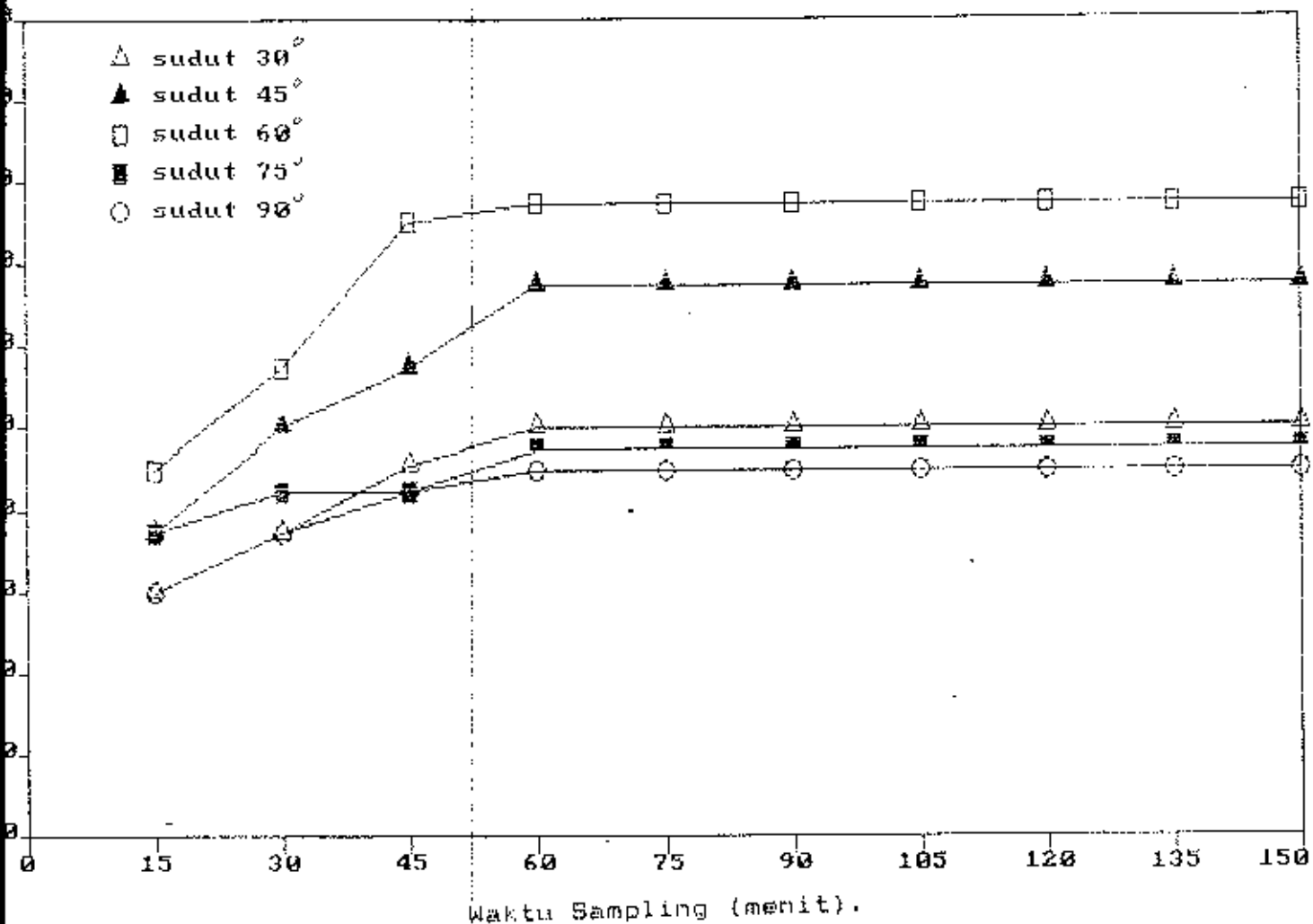
No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	62	69.0
2	30	200	3.0	30	60	70.0
3	45	200	3.0	30	60	70.0
4	60	200	3.0	30	60	70.0
5	75	200	3.0	30	60	70.0
6	90	200	3.0	30	60	70.0
7	105	200	3.0	30	60	70.0
8	120	200	3.0	30	60	70.0
9	135	200	3.0	30	60	70.0
10	150	200	3.0	30	60	70.0

4.7. GRAFIK HASIL PERCOBAAN.

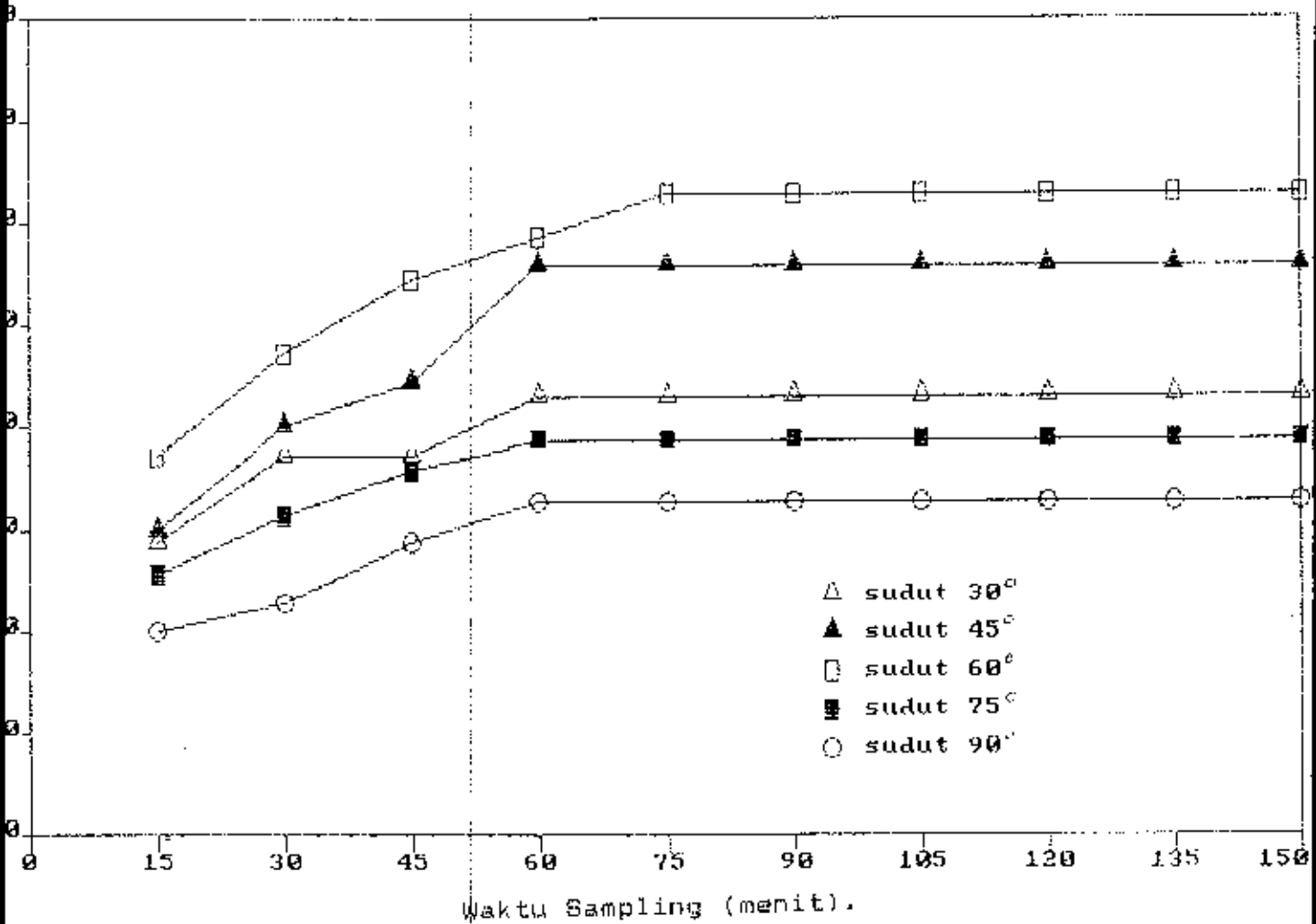
GRAFIK 4.1. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat, Pada Kekeruhan 25 mg/lit SiO₂.



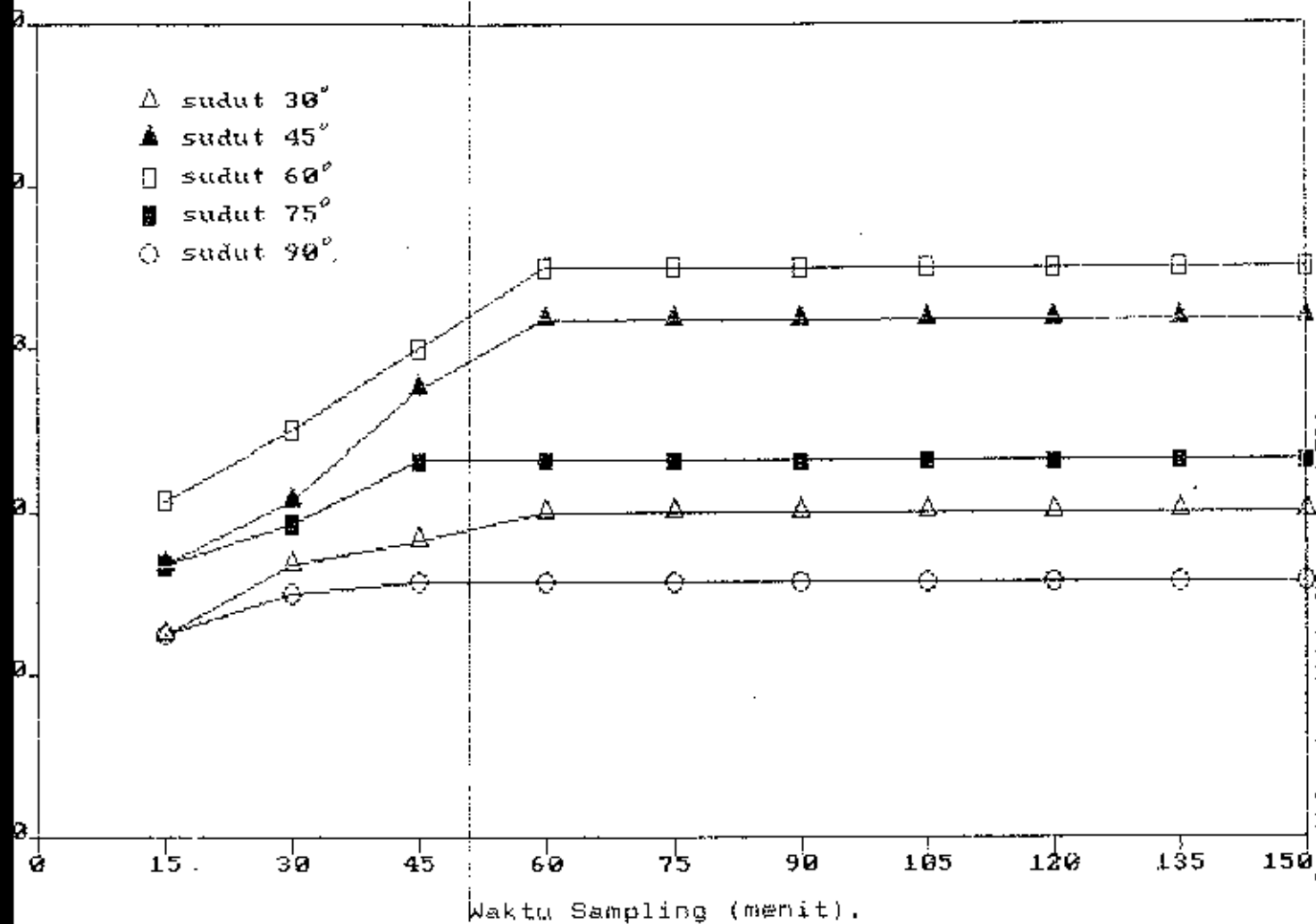
GRAFIK 4.2. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat, Pada Kekeruhan 40 mg/lit. SiO₂.



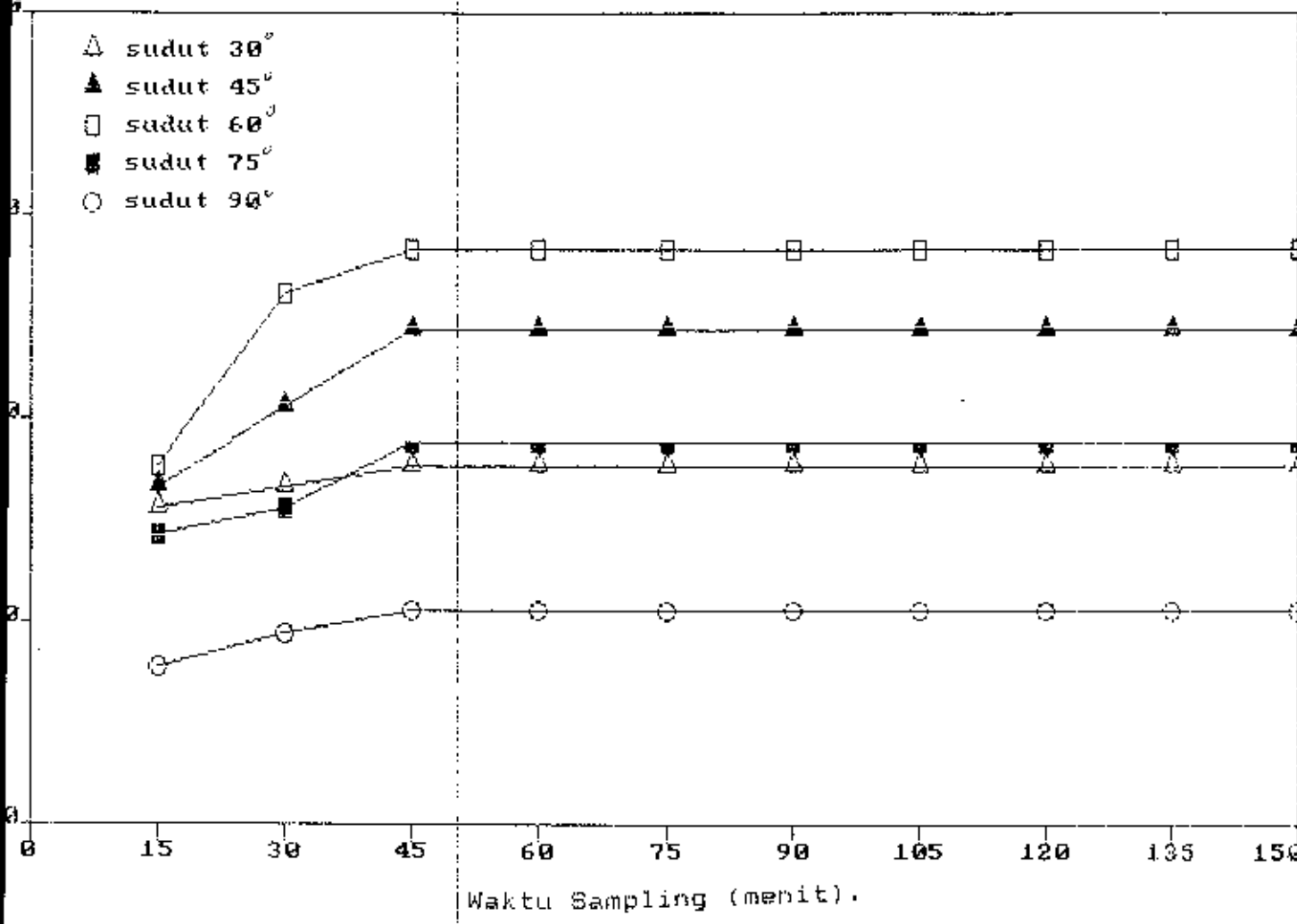
GRAFIK4.3. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat, Pada Kekeruhan 70 mg/lit SiO₂.



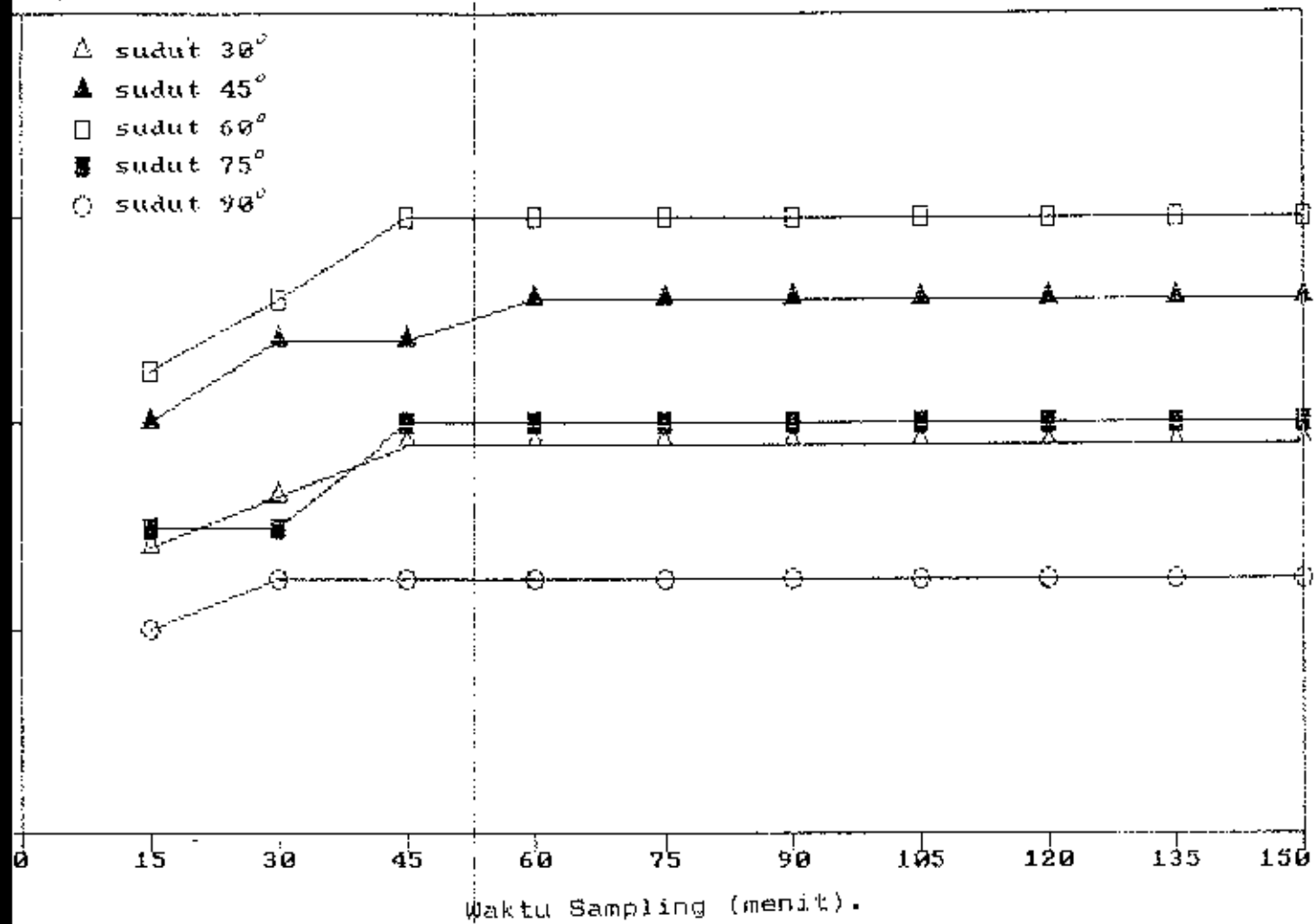
GRAFIK 4.4. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat, Pada Kekeruhan 120 mg/lit SiO₂.



GRAFIK 4.5. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 - 90 Derajat, Pada Kekeruhan 180 mg/lit SiO₂.



GRAFIK 4.6. Efisiensi Pengendapan Dengan Variasi Sudut Kemiringan Plate 30 -90 Derajat, Pada Kekeruhan 200 mg/lit SiO₂.



BAB V

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1. EFISIENSI PENGENDAPAN.

Efisiensi pengendapan dari masing-masing sudut kemiringan plate ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Eff}(\%) = \frac{\text{TURBY.AWAL} - \text{TURBY.AKHIR}}{\text{TURBY.AWAL}} \cdot 100 \%$$

Hasil efisiensi dari persamaan di atas tersebut, disajikan dalam bentuk grafik, yaitu pada gambar grafik 4.1 - 4.6 .

Dari gambar grafik tersebut, terlihat bahwa efisiensi pengendapan yang dihasilkan mengalami suatu kenaikan (bertambah) untuk periode waktu sampling yang semakin lama, dan akhirnya pada waktu sampling tertentu akan tidak mengalami pertambahan lagi (konstan). Hal ini dapat terjadi akibat belum steadynya (stabil) kondisi dari air dalam bak sèdimentasi dan juga peralatan-peralatan yang mendukung percobaan tersebut.

Untuk mengetahui efisiensi pengendapan dari setiap sudut kemiringan plate, dilakukan dengan melihat efisiensi dari setiap periode pengambilan sampling yang telah konstan. Seperti yang ditunjukkan oleh grafik 4.1 - grafik 4.6 tersebut. Data efisiensi dari masing-masing sudut kemiringan plate itu, disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5.1. Efisiensi Pengendapan Pada Sudut Kemiringan Plate
30 Derajat - 90 Derajat.

Turbidity mg/lit SiO ₂	Efisiensi Sudut Plate (%)				
	30°	45°	60°	75°	90°
25	44.0	52.0	60.0	44.0	32.0
40	50.0	67.5	77.5	47.0	45.0
70	62.9	75.7	82.9	58.6	52.8
120	70.0	81.7	85.0	73.5	65.8
180	77.8	84.4	88.3	79.9	70.6
200	79.0	86.0	90.0	80.0	72.5

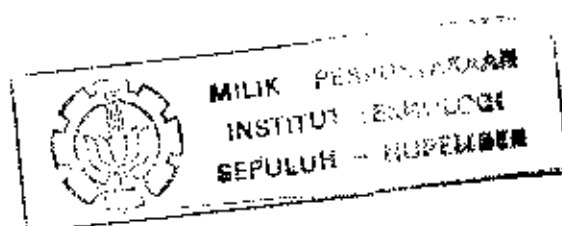
5.2. PENDEKATAN ANALISA VARIANS (ANOVA).

Berdasarkan kenyataan bahwa setiap pengamatan mempunyai variasi, yang timbul dikarenakan variabilitas dari dua atau lebih sumber variasi (yang juga merupakan variabel pengamatan). Sumber variasi ini selain bersifat dependent (mempunyai ketergantungan) antar variabel, juga dapat bersifat independent (saling bebas, tidak saling berpengaruh)

Jika variasi tersebut disusun dalam tabel Analisa Varians (ANOVA), maka akan tampak jelas sumber-sumber variasinya, baik dari Treatments dan Blok yang merupakan perlakuan variabel uji, maupun error (kesalahan) sehingga memudahkan pengujian. Jika asumsi distribusi normal terpenuhi maka F hitung akan mendekati distribusi F dengan derajat bebas $V_1 = (k-1)$, dan $V_2 = (b-1)(k-1)$, dimana F tabel = $F_{\alpha, (V_1, V_2)}$.

Apabila F hitung lebih besar dari F tabel, maka hasil perhitungan secara statistik menolak hipotesa awal (H_0). Hal ini berarti dapat dikatakan bahwa efisiensi yang dihasilkan dari kemiringan sudut-sudut plate dengan kekeruhan tertentu tidak sama, dan sebaliknya jika F hitung lebih kecil dari F tabel.

Besarnya nilai F tabel (nilai dari fungsi distribusi F secara tabel) yang diperoleh memang sangat tergantung pada nilai selang kepercayaan (Confidence Interval) yang dipilih. Dalam perhitungan-perhitungan statistik, suatu nilai hipotesa bisa diterima bila mempunyai selang kepercayaan 95 %, atau nilai kesalahannya 0.05.



Perhitungan untuk memperoleh tabel ANOVA, untuk efisiensi pengendapan dari masing-masing sudut kemiringan plate, dengan kekeruhan (turbidity) yang berbeda, dapat dilihat pada Tabel 5.2. dan tabel 5.3. di bawah ini.

Tabel 5.2.

Efisiensi Masing-Masing Sudut Plate (TREATMENTS) Dengan Kekeruhan Awal Yang Berbeda (BLOCK).

BLOCK	TREATMENTS					BLOCK RATA-RATA ($\bar{y}_{i.}$)
	A	B	C	D	E	
1	44.0	52.0	60.0	44.0	32.0	46.00
2	50.0	67.5	77.5	47.0	45.0	57.40
3	62.9	75.7	82.9	58.6	52.8	66.58
4	70.0	81.7	85.0	73.5	65.8	75.20
5	77.8	84.4	88.3	78.9	70.6	80.00
6	79.0	85.0	90.0	80.0	72.5	81.50
Treatmen means ($\bar{y}_{.j}$)	63.95	74.55	80.62	63.67	56.45	$\bar{y}_{..}=67.85$

Jumlah Kuadrat dari Treatmen :

$$\begin{aligned}
 SS_T &= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2 \\
 &= b \sum_{j=1}^k (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2 \\
 &= 2223.6317.
 \end{aligned}$$

Dengan Derajat Kebebasan , d.f = k-1 = 4.

Jumlah Kuadrat dari Block :

Jumlah Kuadrat dari Block :

$$\begin{aligned}SS_B &= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})^2 \\ &= k \sum_{i=1}^b (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})^2 \\ &= 4794.4267\end{aligned}$$

Dengan Derajat Kebebasan, d.f = b - 1 = 5

Jumlah Kuadrat Kesalahan :

$$\begin{aligned}SS_E &= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..})^2 \\ &= 270.7793.\end{aligned}$$

Dengan Derajat Kebebasan, d.f = (k-1)(b-1) = 20.

Jumlah Kuadrat Total :

$$\begin{aligned}SST &= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 \\ &= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k y_{ij}^2 - bky_{..}^2 \\ &= 7288.837.\end{aligned}$$

Tabel 5.3. Tabel ANOVA .

Sumber	Jumlah Kuadrat	d.f	Rata-2 Kuadrat	F ratio
Treatment	2223.6317	4	555.9079	41.06
Block	4794.4267	5	958.8853	70.82
Error	270.7793	20	13.5389	
Total	7288.8377			

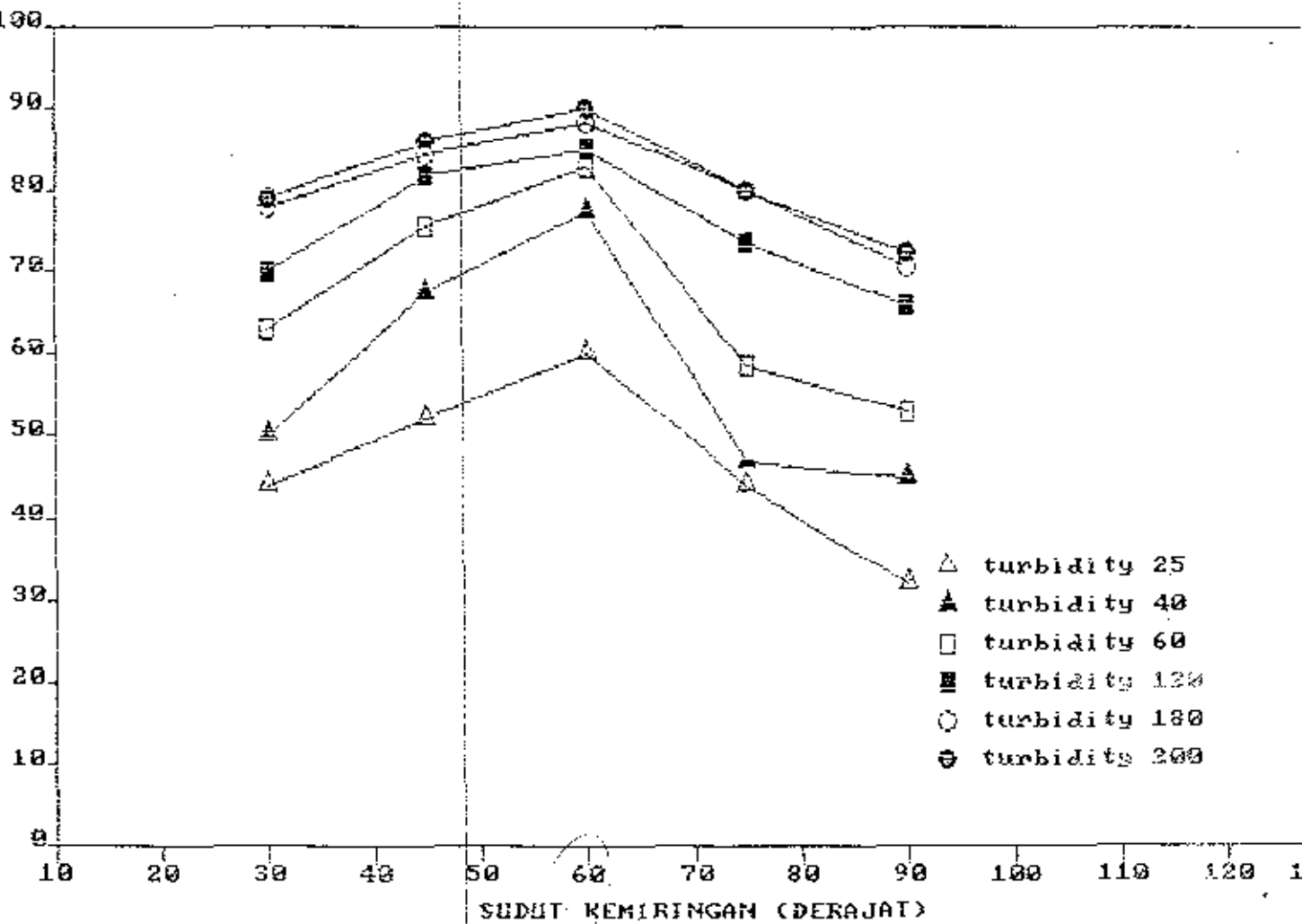


Dengan menggunakan $\alpha = 5\%$, dari tabel distribusi F, didapat $F(4,20) = 2.88$ dan $F(5,20) = 2.71$. Jadi F hitung $>$ F tabel, maka H_0 ditolak berarti secara statistik, Efisiensi pengendapan dari masing-masing sudut kemiringan plate dengan kekeruhan tertentu, memiliki perbedaan yang bermakna.

5.3. Pengaruh Sudut Kemiringan Plate Settler Terhadap Efisiensi Pengendapan.

Dari tabel 5.1, dapat dibuat suatu grafik hubungan antara sudut kemiringan plate dengan efisiensi pengendapan, sebagai berikut :

GRAFIK 5.2. Hubungan Efisiensi Pengendapan Dengan Sudut Kemiringan Plate, Pada Kekeruhan 25 - 200 ppm.



Pada grafik di atas, diketahui bahwa efisiensi pengendapan yang dihasilkan akan bertambah baik (naik), jika sudut kemiringan plate bertambah besar, yaitu dari sudut 30 derajat sampai 60 derajat. Pada sudut kemiringan 60 derajat terjadi titik break (optimal), dan setelah itu terjadi penurunan efisiensi pengendapan sampai sudut 90 derajat. Hal ini dapat terjadi karena disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Perubahan tinggi pengendapan dari plate settler yang berubah, akibat adanya perubahan sudut plate.
 2. Kecepatan perpindahan partikel (V_0) atau surface loading rate pada plate settler.
 3. Pengaruh bilangan Reynolds (N_{Re}) pada plate settler
- Pengaruh dari faktor-faktor tersebut diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

5.4. Pengaruh Tinggi Pengendapan (h_0) Terhadap Efisiensi Pengendapan.

Pengaruh tinggi pengendapan (h_0) dari permukaan plate, dapat dijelaskan seperti pada dasar teori bak pengendap ideal yaitu pada persamaan (2-13) :

$$\text{Eff.}(\%) = \frac{h}{h_0} = \frac{V_s}{Q/A} = \frac{V_s}{V_0}$$

Dimana :

h : Tinggi partikel yang akan mengendap.

h_0 : Tinggi pengendapan .

V_s : Kecepatan pengendapan dari sebuah partikel.

$Q/A = V_0$: Surface loading .

Persamaan tersebut di atas, menyatakan bahwa semua partikel yang berkecepatan $V_s < V_0$, akan dapat diendapkan dalam bak sedimentasi, dengan membuat tinggi pengendapan sebesar $h = V_s \cdot t_0$. Atau partikel yang dapat diendapkan akan bertambah banyak jika h_0 diperpendek, dengan cara membuat dasar pengendapan - dasar pengendapan semu. Sedangkan pada plate settler h_0 yang diperpendek itu dibuat dengan menurunkan (mengecilkan) sudut kemiringan plate.

Besarnya h_0 (tinggi pengendapan), pada masing-masing sudut kemiringan plate, dicari dengan menggunakan persamaan (2-16), yaitu :

$$h_0 = Z = \frac{w}{\sin \alpha} \quad \text{tg } \alpha$$

Dimana :

$h_0 = Z$: Tinggi pengendapan dari permukaan plate.

w : Jarak antar plate.

α : Sudut kemiringan plate.

Hasil perhitungan dari persamaan di atas disajikan dalam bentuk tabel, seperti di bawah ini.

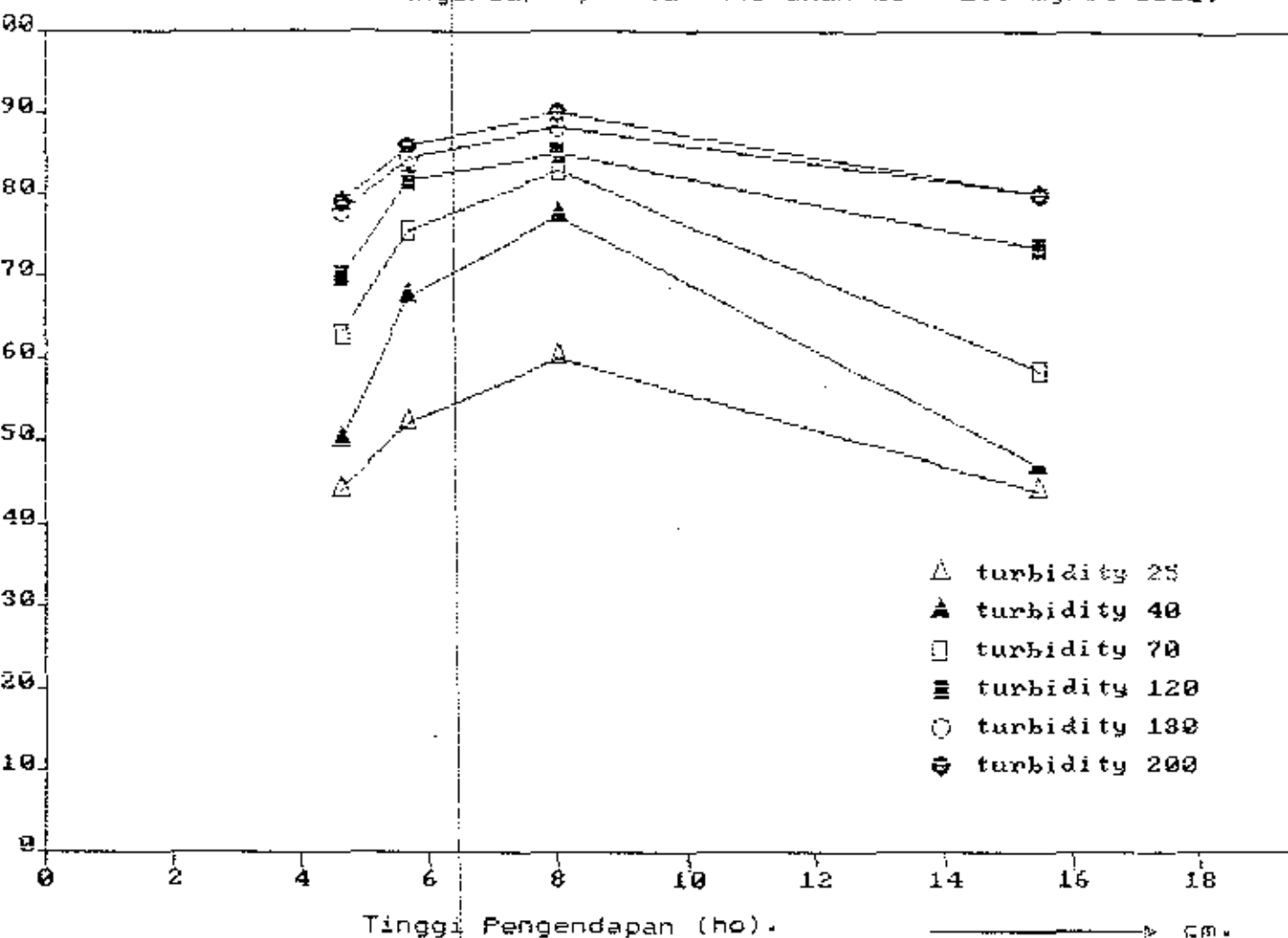
Tabel 5.4. Hubungan Tinggi Pengendapan (h_0) Terhadap Efisiensi Pengendapan.

Sudut Plate (DERAJAT)	Tinggi pengendapan (h_0) (CM)	Efisiensi (%)
30	4.62	62.9
45	3.66	75.7
60	7.99	82.9
75	15.45	58.6
90	-	52.8

*KET : Turbidity pada tabel di atas sebesar 70 mg/l SiO₂

Hubungan pada tabel di atas, digambarkan pada grafik 5.3. dengan kekeruhan (turbidity) 25 - 200 mg/l SiO₂, seperti di bawah ini.

GRAFIK 5.3. Pengaruh Tinggi Pengendapan (h_0) Terhadap Efisiensi Pengendapan, Pada Kekeruhan 25 - 200 mg/lit SiO_2 .



Dari hubungan yang ditunjukkan pada tabel dan grafik di atas, diketahui bahwa tinggi pengendapan dari permukaan plate pada sudut 30 - 60 derajat, perbedaannya relatif kecil, sehingga hasil efisiensi pengendapan dari percobaan tetap bertambah besar dari sudut 30 - 60 derajat. Tapi dari sudut 60 - 90 derajat, terjadi perbedaan tinggi pengendapan yang cukup besar (ekstrem), sehingga hal ini berpengaruh pada efisiensi pengendapan, dimana dari sudut 60 - 90 derajat itu terjadi penurunan efisiensi pengendapan.

5.5. Pengaruh Kecepatan Perpindahan Partikel ($V\alpha$) Terhadap Efisiensi Pengendapan.

Berdasarkan teori bak sedimentasi ideal, efisiensi pengendapan merupakan fungsi dari kecepatan pengendapan (V_s) dan kecepatan perpindahan ($V\alpha$) atau surface loading (V_0).

Seperti yang ditulis pada persamaan (2-13) :

$$EFF.(\%) = \frac{h}{h_0} = \frac{V_s}{Q/A} = \frac{V_s}{V_0} = \frac{V_s}{V\alpha}$$

Sedangkan oleh "Arboladea", pengaruh kecepatan perpindahan partikel ($V\alpha$) terhadap efisiensi, ditunjukkan dengan persamaan yang dibuatnya, yaitu :

$$V_{sc} = \frac{k V_0}{\sin \theta + Lu \cos \theta}$$

atau :

$$k = \frac{V_{sc} (\sin \theta + Lu \cos \theta)}{V_0}$$

Dimana:

k : Faktor efisiensi plate.

V_{sc} : Kecepatan pengendapan (surface loading critical)

θ : Sudut kemiringan plate.

$V_0 = V\alpha$: Kecepatan perpindahan partikel (surface loading rate).

Lu : Kedalaman efektif relatif.

Dari persamaan di atas, dapat dinyatakan bahwa kecepatan perpindahan dari partikel berbanding terbalik dengan efisiensi pengendapan yang dihasilkan.

Kecepatan perpindahan tersebut, dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2-22), yaitu :

$$V_{\alpha} = \frac{\frac{H}{\sin \alpha} + \frac{w}{\sin \alpha + \cos \alpha}}{\left(\frac{w}{\sin \alpha} \cdot \text{tg } \alpha \right)} \cdot V_{sd}$$

Dimana :

H : Tinggi plate yang tidak berubah (tetap),
sebesar 14 cm.

w : Jarak antar plate yang tetap sebesar 4 cm.

V_s : Kecepatan pengendapan partikel (disain),
sebesar $8,3 \cdot 10^{-2}$ cm/dt." (9).

Hasil perhitungan di atas disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.5. Hub. Kecepatan Perpindahan (V_α) Dan Efisiensi.

Sudut Plate (DERAJAT)	Kecepatan Aliran (CM/DETIK)	Efisiensi (%)
30	0.649	62.9
45	0.396	75.7
60	0.264	82.9
75	0.164	88.6
90	-	92.8

"KET : TURBIDITY AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

Dari hubungan yang didapat pada tabel 5.5. di atas, diketahui jika kecepatan perpindahan partikel ($V\alpha$) semakin kecil, yaitu pada sudut kemiringan plate 30 - 60 derajat, maka efisiensi pengendapan yang dihasilkan dari percobaan semakin besar. Tapi setelah mencapai sudut kemiringan plate 60 derajat, atau pada kecepatan perpindahannya ($V\alpha$) mencapai 0,264 cm/dt, terjadi penurunan efisiensi pengendapan kembali. Hal ini seolah-olah menunjukkan bahwa kecepatan perpindahan ($V\alpha$) setelah melampaui sudut kemiringan plate 60 derajat tersebut, tidak berpengaruh lagi untuk dapat menaikkan lagi efisiensi pengendapan. Ini disebabkan karena adanya pengaruh ketinggian pengendapan pada sudut kemiringan plate 60 s/d 90 derajat, perbedaannya cukup besar.

5.6. Pengaruh Bilangan Reynolds (N_{Re}) Terhadap Efisiensi Pengendapan.

Proses sedimentasi akan berjalan dengan baik, jika kondisi alirannya dalam keadaan laminair. Batas maksimal, dimana kondisi aliran laminair itu tidak lagi terjadi, dapat ditunjukkan dengan menggunakan jumlah bilangan Reynold yang dihasilkan. Menurut "Arboledea", batas max bilangan Reynold tersebut adalah sebesar 280.

Untuk menentukan jumlah bilangan Reynold pada percobaan ini, digunakan persamaan (2-23), yaitu :

$$N_{Re} = \frac{V_a \cdot R}{\nu} \quad \text{dan} \quad R = \frac{B \cdot H}{B + 2H}$$

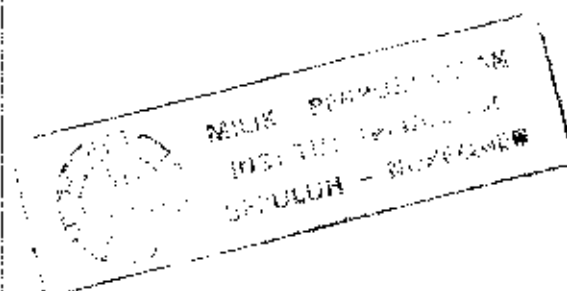
Dimana :

V_a : Kecepatan perpindahan pada plate settler.

ν : Viskositas kinematis pada suhu 30 derajat sebesar $0,8039 \cdot 10^{-2}$ cm/detik.

R : Jari-jari hidrolis pada plate settler, yaitu sebesar 2,608.

Hasil dari perhitungan di atas ditabelkan sebagai berikut :



TABEL 5.6. HUBUNGAN NRe TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN.

Sudut Plate (DERAJAT)	NRe	Effisiensi (%)
30	217.09	62.9
45	129.47	75.7
60	88.65	82.9
75	53.21	59.6
90	-	52.8

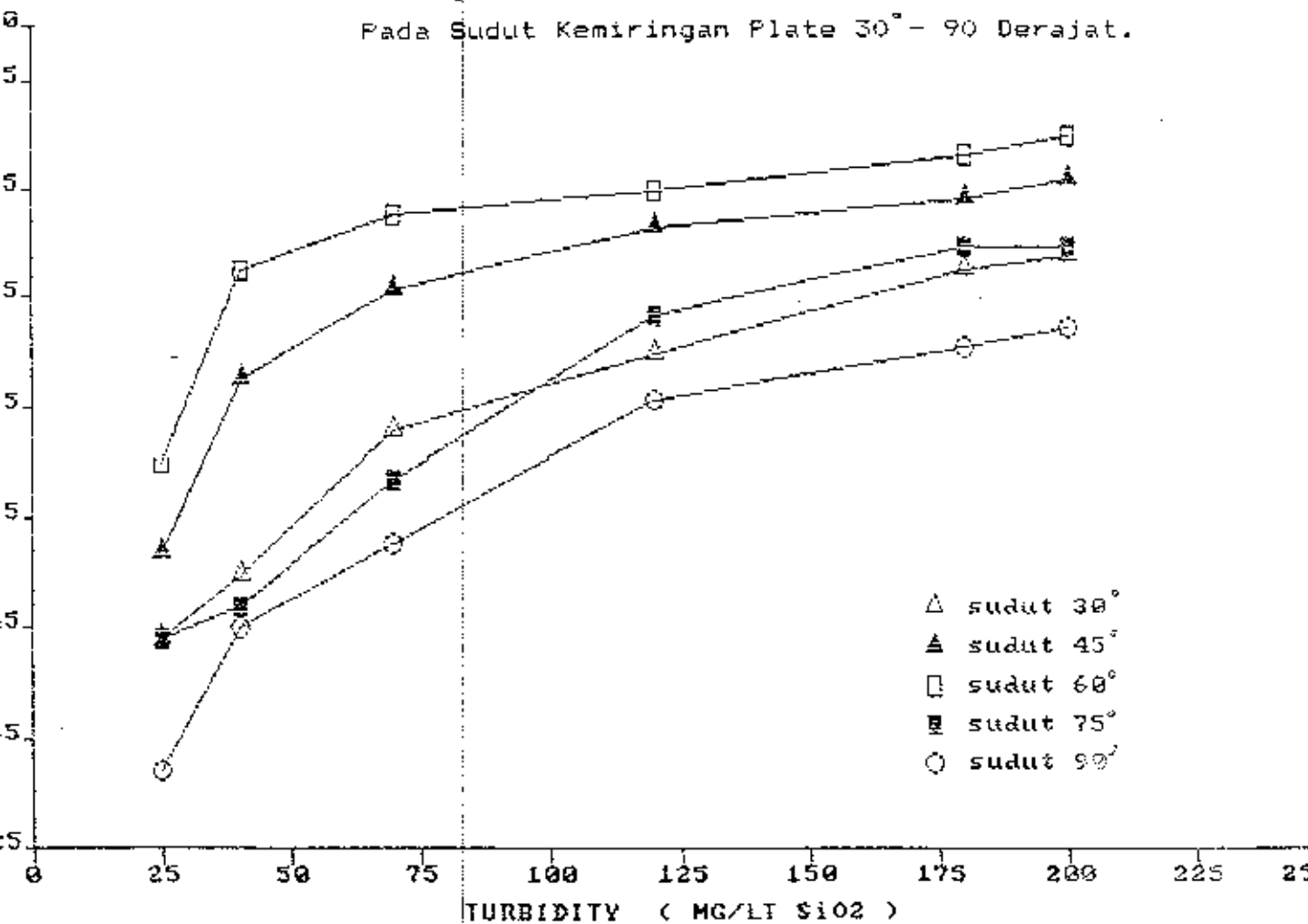
*KET : TURBIDITY AIR BAKU 70 MG/LT StO₂.

Dari tabel 5.6 di atas, dapat diketahui bahwa bilangan Reynold akan bertambah kecil, maka efisiensi pengendapan yang dihasilkan dari percobaan ini akan bertambah besar, hingga mencapai optimalnya pada sudut 60 derajat. Dan setelah itu akan mengalami penurunan kembali. Karena di dalam menentukan jumlah bilangan Reynold ini, variabel R dan variabel v adalah tetap tidak berubah, sehingga pengaruh bilangan Reynold ini hanya ditentukan oleh kecepatan perpindahan ($V\alpha$). Dimana Pengaruh $V\alpha$ itu telah dibicarakan pada penjelasan sebelumnya. Dengan demikian perubahan NRe tersebut, akan berbanding lurus dengan perubahan pada $V\alpha$.

5.7. HUBUNGAN EFISIENSI PENGENDAPAN DENGAN TURBIDITY

Hubungan efisiensi pengendapan dengan turbidity air baku yang digunakan pada penelitian ini, dapat dilinat dengan menggunakan gambar grafik di bawah ini. Dimana data yang digunakan pada grafik tersebut berdasarkan tabel 5.1.

GRAFIK 5.1. Hubungan Efisiensi Pengendapan Dengan Kekeruhan, Pada Sudut Kemiringan Plate 30° - 90 Derajat.



Dari grafik 5.1 di atas diketahui, efisiensi pengendapan dari masing-masing sudut kemiringan plate akan semakin baik dengan bertambahnya konsentrasi kekeruhan (turbidity) air baku yang diolah. Hal ini dapat dijelaskan sesuai dasar teori, pada persamaan (2-1) bab II., yaitu :

$$J_{ij} = N_i N_j (\pi/4) (d_i + d_j)^2 (V_i - V_j)$$

Dimana :

J_{ij} : Jumlah kontak per-unit volume.

N_i : Jumlah partikel i per-unit volume.

N_j : Jumlah partikel j per-unit volume.

d_i : Diameter partikel i.

d_j : Diameter partikel j.

V_i : Kecepatan pengendapan partikel i.

V_j : Kecepatan pengendapan partikel j.

g : Gravitasi.

Dari persamaan di atas itu, diketahui bahwa pengendapan partikel flokulen tidak hanya merupakan fungsi dari sifat pengendapan partikel itu sendiri, tetapi juga karakteristik flokulasi suspensi. Jika konsentrasi dan ukuran partikel bertambah besar, maka jumlah partikel yang berkontak akan semakin banyak pula. Sehingga flok yang terbentuk akan bertambah banyak dan besar, yang pada akhirnya akan memudahkan untuk diendapkan pada bak sedimentasi.

5.8. EFISIENSI PENGENDAPAN PADA SUDUT KEMIRINGAN PLATE SETTLER DI ATAS 90 DERAJAT .

Data percobaan untuk sudut kemiringan plate di atas 90 derajat, dapat dilihat pada lampiran 7.

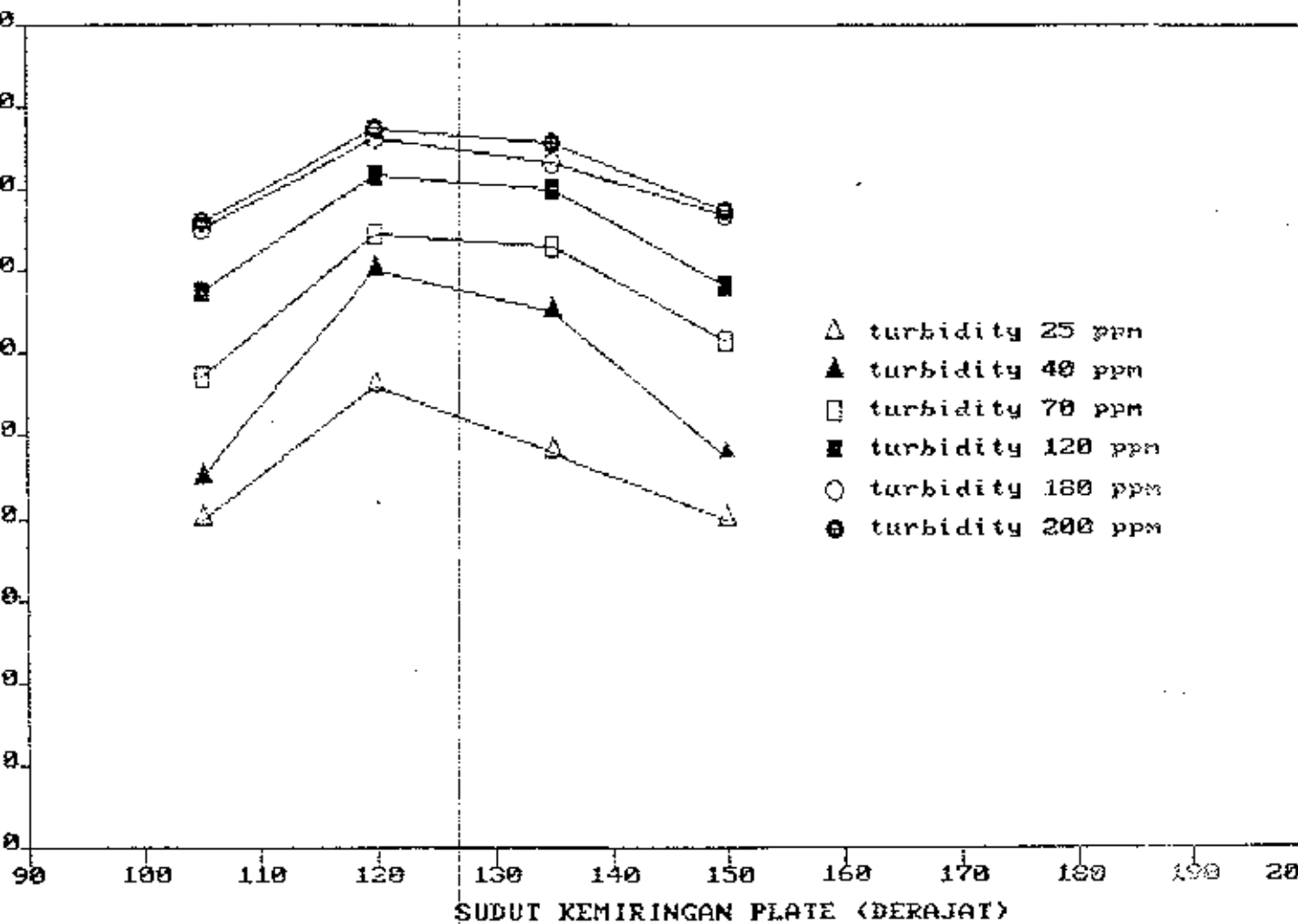
Efisiensi pengendapan dari masing-masing sudut kemiringan plate tersebut ditentukan dengan melihat data efisiensi yang telah konstan (tetap) pada perioda waktu samplingnya. Data efisiensi pengendapan tersebut ditabelkan sebagai berikut.

TABEL 5.7. EFISIENSI PENGENDAPAN PADA SUDUT KEMIRINGAN PLATE
105 DERAJAT - 150 DERAJAT.

Turbidity mg/lit SiO ₂	Efisiensi Sudut Plate (%)			
	105°	120°	135°	150°
25	40.0	56.0	49.0	40.0
40	45.0	70.0	65.0	47.5
70	57.1	74.3	72.9	61.4
120	67.5	81.7	80.0	68.3
180	75.0	86.1	83.3	76.7
200	76.0	87.5	85.5	77.5

Untuk lebih jelasnya, melihat perbedaan efisiensi yang terjadi diantara sudut kemiringan - sudut kemiringan plate pada tabel di atas, dapat digunakan bantuan grafik seperti di bawah ini.

GRAFIK 5.4. HUBUNGAN EFISIENSI PENGENDAPAN PADA SUDUT PLATE DI ATAS 90 DERAJAT DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 - 200 MG/LT SiO₂.



Dari gambar grafik di atas tersebut, diketahui bahwa efisiensi pengendapan yang terbaik terjadi pada sudut kemiringan plate 120 derajat. Disamping itu terlihat pula kesamaan hubungan yang terjadi dengan grafik 5.2, untuk kemiringan sudut plate 30° - 90°. Sedangkan perbedaan yang terjadi hanya terletak pada besarnya nilai efisiensi pengendapan yang dihasilkan. Dimana hasil efisiensi pengendapan pada sudut kemiringan plate 30° - 90° lebih baik dibandingkan hasil efisiensi pengendapan pada sudut kemiringan plate 105° - 150°. Hal ini dapat terjadi karena perlakuan dalam meletakkan plate berubah, dimana perlakuan pemasangan plate untuk sudut 30° - 90° searah aliran, sedangkan untuk sudut kemiringan plate 105° - 150° berlawanan dengan arah aliran.

Dari studi literatur, yang dimaksud dengan sudut kemiringan plate adalah : Besarnya sudut terdekat yang terjadi akibat plate tersebut dimiringkan dari kondisi horizontalnya. Sehingga dari pengertian itu, maka sudut kemiringan plate 120° tersebut dapat dikatakan sama dengan sudut kemiringan plate 60°. Demikian pula untuk sudut kemiringan plate yang lebih besar dari 90° tetap diperhitungkan sebagai sudut kemiringan plate yang lebih kecil dari 90°.

BAB VI KESIMPULAN.

6.1. KESIMPULAN.

Dari analisa data dan pembahasan tersebut, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

- Sudut kemiringan plate yang menghasilkan efisiensi paling optimal dari sudut kemiringan - sudut kemiringan plate yang diteliti adalah sudut kemiringan pada 60 derajat.
- Efisiensi pengendapan dapat bertambah baik dengan makin bertambahnya konsentrasi kekeruhan dari air baku yang diolah. Pada penelitian ini konsentrasi kekeruhan dari air baku yang digunakan sebesar 25 mg/lit SiO₂ hingga 200 mg/lit SiO₂.

6.2. SARAN.

- Penelitian ini dapat dikatakan sebagai penelitian awal dari penelitian tentang PLATE SETTLER , sebab karakteristik plate settler yang juga berpengaruh pada efisiensi pengendapannya antara lain :
 1. Jenis Plate yang digunakan.
 2. Panjang plate.
 3. Variasi dari permukaan plate.
 4. Jarak antar plate.

Dengan demikian mudah-mudahan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pustaka bagi penelitian dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Batthacharyya, Gouri K. Johnsons , Richard A.
"STATISTICAL CONCEPTS AND METHODS"
John Wiley & Sons, New York 1977.
2. Fair.Gordon M , Geyer.John C , Okun.Daniel A
"WATER AND WASTEWATER ENGINEERING"
John Wiley & Sons, New York 1958.
3. Fair.Gordon M , Okun.Daniel A
"ELEMENT OF WATER SUPPLY AND WASTEWATER DISPOSAL"
John Wiley & Sons, New York 1971.
4. G.Alaert , Sri Simestri.
"METODA PENELITIAN AIR"
Usaha Nasional, Surabaya 1984.
5. L.Huisman. Prof.Ir.
"SEDIMENTATION AND FLOTATION"
Delft University of Technology, Departement of Civil
Engineering, Division of Sanitary Engineering.
6. Rich.Linvil G.
"UNIT OPERATION OF SANITARY ENGINEERING"
Clemson S.C.1974.
7. Sank.Robert L
"WATER TREATMENT PLANT DESIGN"
AWWA.New York.
8. Schulz.Christoper R and Daniel A.Okun.
"SURFACE WATER TREATMENT FOR COMMUNITIES IN DEVELOPING
COUNTRIES"
John Wiley & Sons, 1976.
9. "WATER TREATMENT PLANT DESIGN"
Mann Arbor Science.1978.

. DATA PERCOBAAN JARTEST.

TABEL L.1. ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN 25 MG/LT SiO₂.

PH Air Baku = 7.66

(turbidity ini dibuat dengan melarutkan 50 mg kaolin dalam 1 Lt air PAM).

No Beker	Dosis Alum (mg/l AL ³⁺)	PH	Turbidity Akhir (mg/l SiO ₂)
1	0.5	7.54	4.20
2	1.0	7.46	2.91
3	1.5	7.40	2.63
4	2.0	7.37	2.24
5	2.5	7.30	2.54
6	3.0	7.24	2.80

TABEL L.2. ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN 40 MG/LT SiO₂.

PH = 7.50

(Turbidity ini dibuat dengan melarutkan 100 mg kaolin dalam 1 Lt air PAM).

No Beker	Dosis Alum (mg/l AL ³⁺)	PH	Turbidity Akhir (mg/l SiO ₂)
1	0.5	7.36	4.52
2	1.0	7.31	3.20
3	1.5	7.27	3.00
4	2.0	7.24	2.57
5	2.5	7.23	2.68
6	3.0	7.17	2.93

TABEL L.3. ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN

AIR BAKU 70 MG/LT SiO₂.

PH = 7.37

(Turbidity ini dibuat dengan melarutkan 200 mg kaolin dalam 1 Lt air PAM).

No Beker	Dosis Alum (mg/l AL ³⁺)	PH	Turbidity Akhir (mg/l SiO ₂)
1	0.5	7.27	5.42
2	1.0	7.24	4.26
3	1.5	7.20	3.21
4	2.0	7.18	2.50
5	2.5	7.15	2.65
6	3.0	7.10	2.94

TABEL L.4. ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN 120 MG/LT SiO₂.

PH = 7.26

(Turbidity ini dibuat dengan melarutkan 300 mg kaolin dalam 1 Lt air PAM).

No Beker	Dosis Alum (mg/l AL ³⁺)	PH	Turbidity Akhir (mg/l SiO ₂)
1	0.5	7.18	5.62
2	1.0	7.16	4.31
3	1.5	7.15	2.94
4	2.0	7.11	2.45
5	2.5	7.10	2.65
6	3.0	7.08	2.79

TABEL L.5. ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN

AIR BAKU 180 MG/LT SiO₂.

PH = 7.20

(Turbiditas ini dibuat dengan melarutkan 400 mg kaolin dalam 1 Lt air PAM).

No Beker	Dosis Alum (mg/l AL)	PH	Turbidity Akhir (mg/l SiO ₂)
1	0.5	7.15	7.35
2	1.0	7.12	5.41
3	1.5	7.10	3.24
4	2.0	7.09	2.89
5	2.5	7.07	2.63
6	3.0	7.04	2.74

TABEL L.6. ANALISA JARTEST DENGAN KEKERUHAN 200 MG/LT SiO₂.

PH = 7.18

(Turbiditas ini dibuat dengan melarutkan 500 mg kaolin dalam 1 Lt air PAM).

No Beker	Dosis Alum (mg/l AL)	PH	Turbidity Akhir (mg/l SiO ₂)
1	1.0	7.11	4.15
2	2.0	7.10	3.21
3	2.5	7.08	2.78
4	3.0	7.06	2.54
5	3.5	7.05	3.10
6	4.0	6.98	3.15

LAMPIRAN 2.
JUMLAH PLATE YANG DIGUNAKAN.

Diketahui jarak antar plate tetap sebesar 4 cm.

1. Pada sudut kemiringan plate 30 derajat adalah :

$$\frac{0.525 \sin 30^\circ}{0.04} = 6.56 \quad \text{atau} \quad 7 \text{ plate.}$$

2. Pada sudut kemiringan plate 45 derajat adalah :

$$\frac{0.525 \sin 45^\circ}{0.04} = 9.29 \quad \text{atau} \quad 10 \text{ plate.}$$

3. Pada sudut kemiringan plate 60 derajat adalah :

$$\frac{0.525 \sin 60^\circ}{0.04} = 11.37 \quad \text{atau} \quad 11 \text{ plate.}$$

4. Pada sudut kemiringan plate 75 derajat adalah :

$$\frac{0.525 \sin 75^\circ}{0.04} = 12.67 \quad \text{atau} \quad 13 \text{ plate.}$$

5. Pada sudut kemiringan plate 90 derajat adalah :

$$\frac{0.525 \sin 90^\circ}{0.04} = 13.13 \quad \text{atau} \quad 13 \text{ plate.}$$

LAMPIRAN 3. KEBUTUHAN KAOLIN.

DIKETAHUI :

- Debit aliran sebesar 2 l/menit.
- Waktu operasi sebesar 2,5 jam atau 150 menit.
- Volume tangki = $2 \text{ l/mt} \times 150 \text{ mt} + 100 \text{ lt} = 400 \text{ lt}$.

1. TURBIDITY 25 MG/LT SiO₂.

Dibuat dengan melarutkan 50 mg kaolin dalam 1 lt air PAM.

Kebutuhan kaolinya = $400 \text{ lt} \times 50 \text{ mg/lt} = 20000 \text{ mg} = 20 \text{ gr}$.

Untuk 6 kali percobaan kebutuhannya menjadi 120 gr.

2. TURBIDITY 40 MG/LT SiO₂.

Dibuat dengan melarutkan 100 mg kaolin dalam 1 lt air PAM.

Kebutuhan kaolinya = $400 \text{ lt} \times 100 \text{ mg/lt} = 40000 \text{ mg} = 40 \text{ gr}$

Untuk 6 kali percobaan kebutuhannya menjadi 240 gr.

3. TURBIDITY 70 MG/LT SiO₂.

Dibuat dengan melarutkan 200 mg kaolin dalam 1 lt air PAM.

Kebutuhan kaolinya = $400 \text{ lt} \times 200 \text{ mg/lt} = 80000 \text{ mg} = 80 \text{ g}$

Untuk 6 kali percobaan kebutuhan menjadi 320 gr.

4. TURBIDITY 120 MG/LT SiO₂.

Dibuat dengan melarutkan kaolin 300 mg pada 1 lt air PAM.

Kebutuhan kaolinya = 720 gr.



5. TURBIDITY 180 MG/LT SiO₂.

Dibuat dengan melarutkan 400 mg kaolin pada 1 lt air PAM.
kebutuhan kaolimnya adalah = 960 gr.

6. TURBIDITY 200 MG/LT SiO₂.

Dibuat dengan melarutkan kaolin 500 mg dalam air PAM.
kebutuhan kaolimnya adalah = 1200 gr.

TOTAL KEBUTUHAN KAOLIN SELAMA PERCOBAAN ADALAH :

$$120 + 240 + 320 + 720 + 960 + 1200 = 3560 \text{ GRAM.}$$
$$= 3.56 \text{ KG.}$$

LAMPIRAN 4. KEBUTUHAN ALUM.

DIKETAHUI :

- Debit aliran adalah 2 lt/menit.
- Debit pemompaan larutan adalah 15 ml/menit.
- Volume larutan selama 150 menit adalah

$$= 15 \text{ ml/menit} \times 150 \text{ menit} = 2250 \text{ ml} = 2,25 \text{ l}$$

$$= 2,5 \text{ lt.}$$

1. Turbidity 25 mg/lt SiO₂. (Dosis Alum 2,0 mg/l Al²⁺)

$$V_1.N_1 = V_2.N_2$$

$$2000 . 2,0 = 15 . N_2$$

$$N_2 = 266,667 \text{ mg/l Al}^{2+}$$

$$= 3288,88 \text{ mg/l (Al}_2\text{SO}_4)_3 . 18 \text{ H}_2\text{O.}$$

$$\text{Kebutuhan tawas} = 3288,88 \text{ mg/l} \times 2,5 \text{ lt} = 8222,2 \text{ mg}$$

untuk 6 kali percobaan , maka :

$$\text{Kebutuhan tawasnya} = 8222,2 \times 6 = 49.333 \text{ gram.}$$

2. Turbidity 40 mg/lt SiO₂. (Dosis Alum 2,0 mg/lt Al²⁺)

Dara perhitungan sama dengan di atas , didapat :

$$\text{Kebutuhan tawas} = 49.333 \text{ gram.}$$

3. Turbidity 70 mg/lt SiO₂. (Dosis Alum 2,0 mg/lt Al²⁺)

$$\text{Kebutuhan tawasnya} = 49.333 \text{ gram.}$$

4. Turbidity 120 mg/lit SiO₂. (Dosis Alum 2.0 mg/lit Al²⁺)

Kebutuhan tawasnya = 49.333 gram.

5. Turbidity 180 mg/lit SiO₂. (Dosis Alum 2.5 mg/lit Al²⁺)

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

$$2000 \cdot 2.5 = 15 \cdot N_2$$

$$N_2 = 333.33 \text{ mg/lit Al}^{2+}$$

$$= 4111.11 \text{ mg/lit } (\text{Al}_2\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$$

Kebutuhan tawas = 4111.11 mg/lit x 2.5 lit = 10277.78 mg

Untuk 6 kali percobaan = 10277.78 mg x 6

$$= 61666.68 \text{ mg} = 61.667 \text{ gram.}$$

6. Turbidity 200 mg/lit SiO₂. (Dosis Alum 3.0 mg/lit Al²⁺)

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

$$2000 \cdot 3.0 = 15 \cdot N_2$$

$$N_2 = 400 \text{ mg/lit Al}^{2+}$$

$$= 4933.33 \text{ mg/lit } (\text{Al}_2\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O.}$$

Kebutuhan tawas = 4933.33 mg/lit x 2.5 lit = 12333.25 mg

untuk 6 kali percobaan = 12333.25mg x 6 = 73999.5 mg

$$= 73.999 \text{ gram}$$

TOTAL KEBUTUHAN ALUM (TAWAS) SELAMA MELAKUKAN PERCOBAAN :

$$= (49.333 \times 4) + 61.667 + 73.999 \text{ gram}$$

$$= 332.998 \text{ gram. } (\text{Al}_2\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O.}$$

TSUCHIYA KAOLIN IND., LTD.,

Feb. 23, 1988

Certificate of Analysis

Kaolin JP10 JP-100

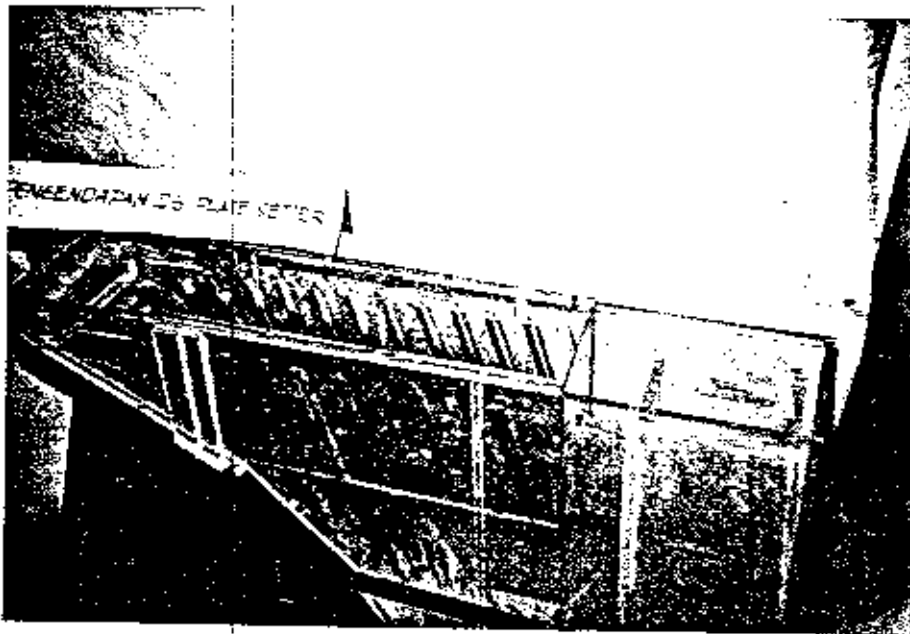
Quantity : 5,000 kgs.
 Lot Number : 0209
 Packing : In paper bags containing
 20kg net.

Description : Kaolin occurs as white or really
 white, fragmentary masses or
 powder, it has a slightly clay-
 like odor.

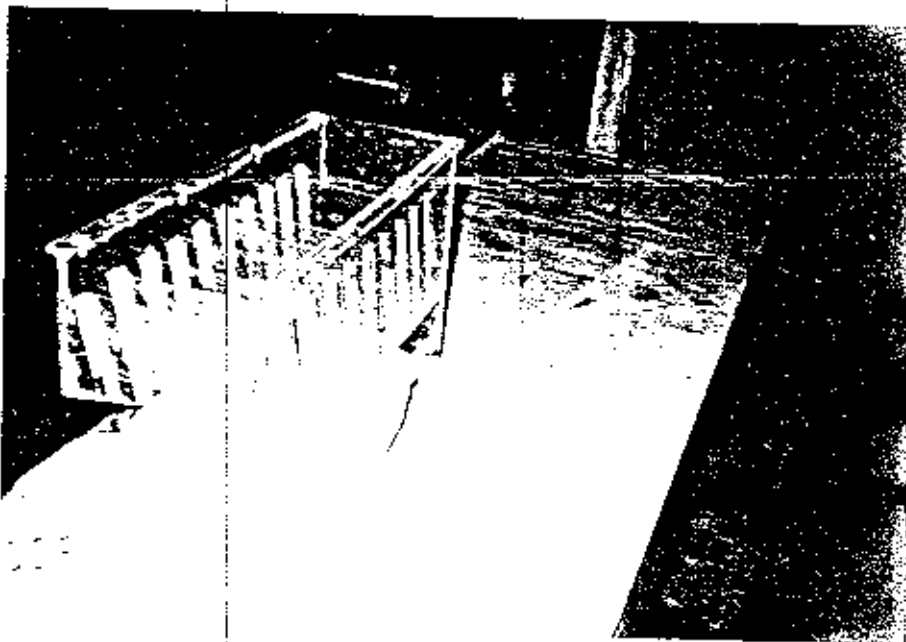
Identification
 (1) + (2) : Passes
 Acidity : 4.3
 Acid-soluble substances : Not more than 10mg
 Carbonate : Passes
 Heavy metals : Not more than 50ppm
 Iron : Passes
 Arsenic : Not more than 2ppm
 Foreign matter : Not detected
 Loss on ignition : 3.46%
 Plasticity : Passes

We hereby certify that above mentioned test results are true
 and correct.

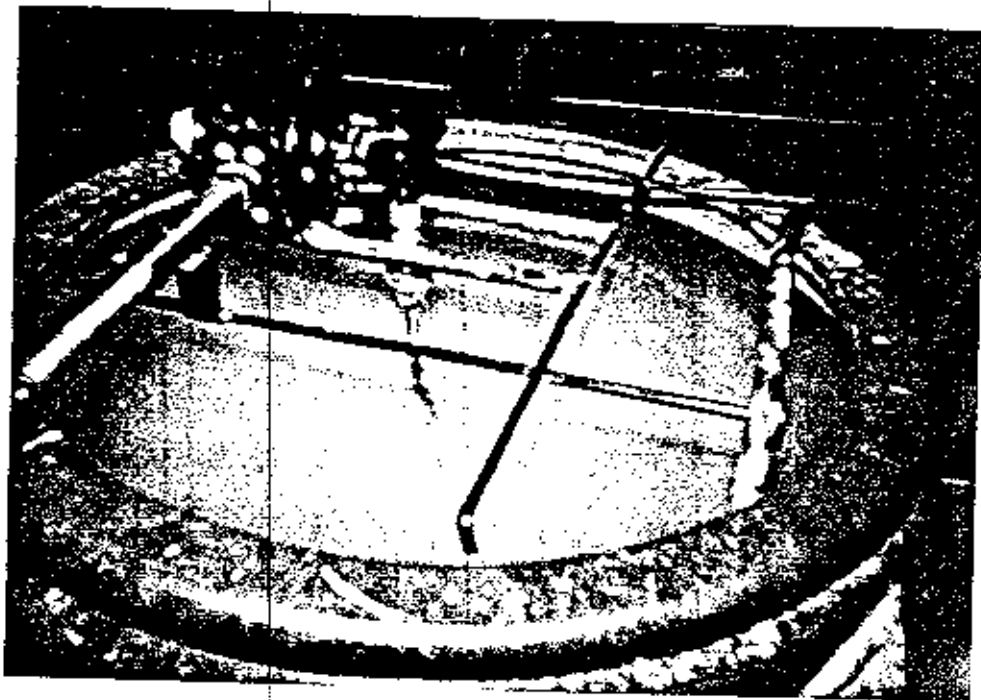
Very truly yours,
 Tsuchiya Kaolin Co., Ltd.,
 Inspector



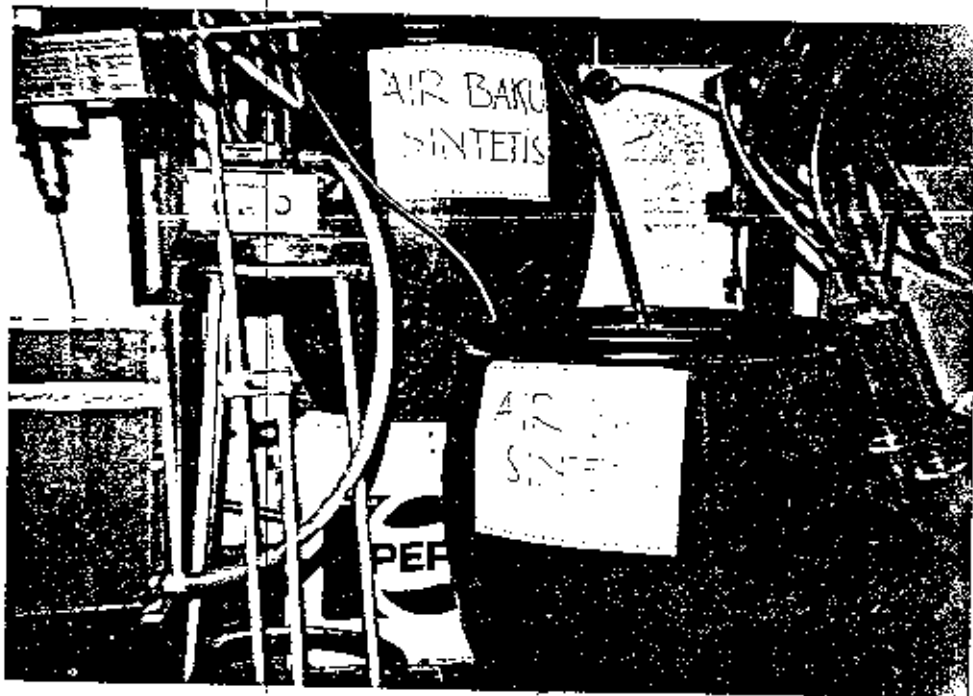
GAMBAR 1. MODEL BAK SEDIMENTASI DENGAN PLATE SETTLER.



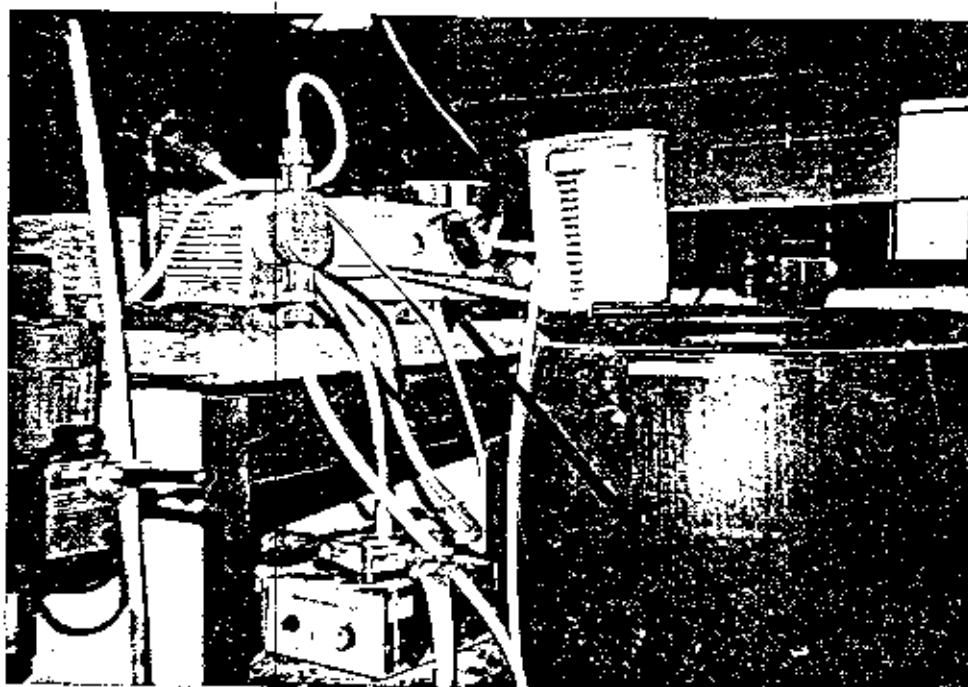
GAMBAR 2. MODEL PLATE SETTLER DALAM BENTUK PACKAGE
(DAFAT DIBONGKAR PASANG)



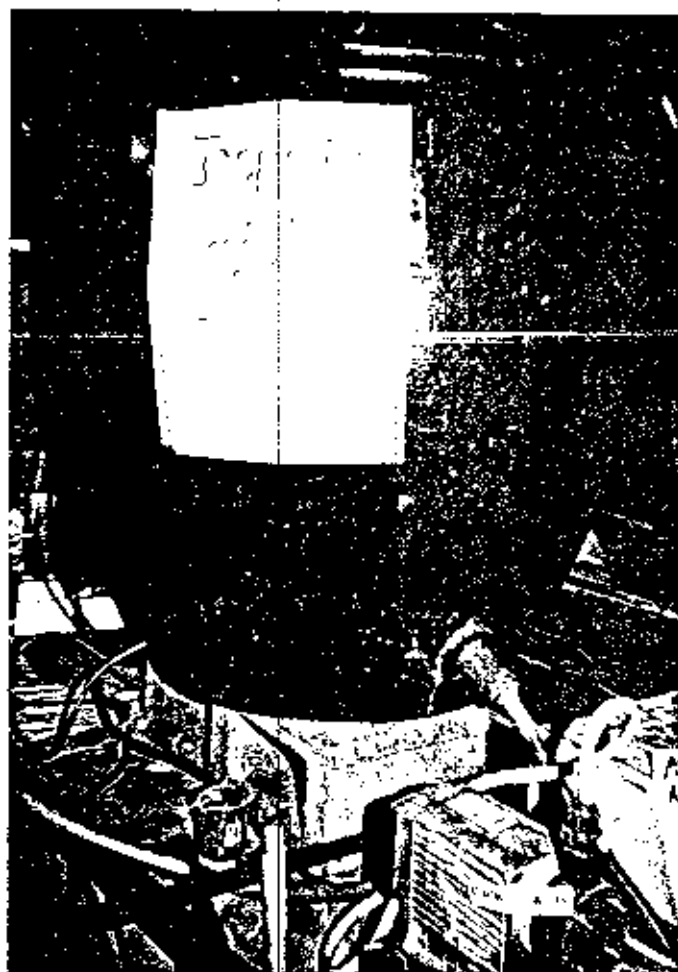
GAMBAR 3. AIR BAKU DENGAN MOTOR PENGADUK.



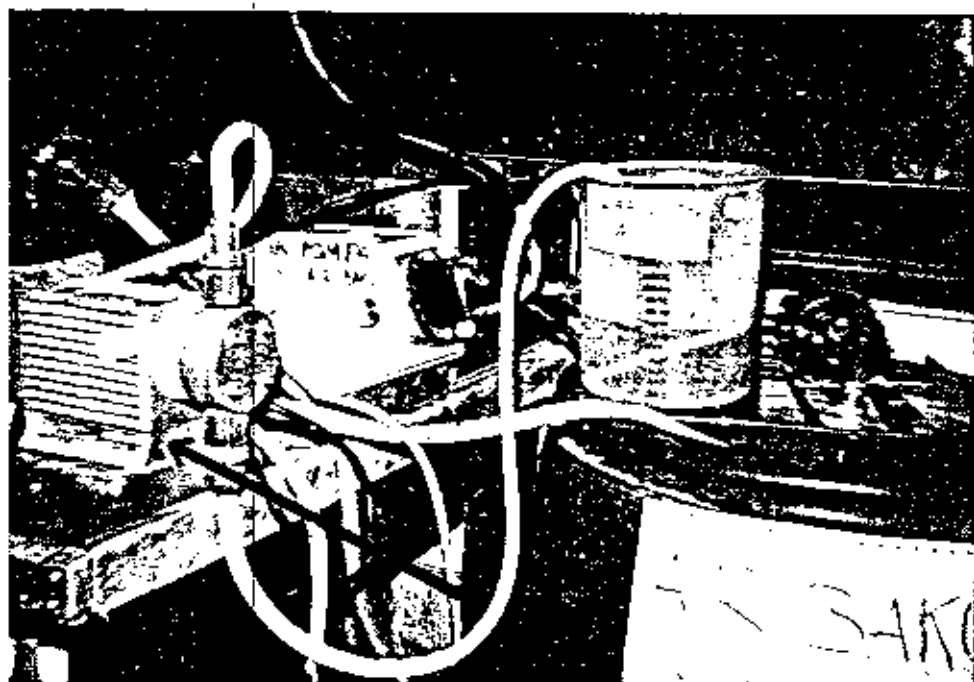
GAMBAR 4. POSISI TANGKI AIR BAKU PADA PERCOBAAN.



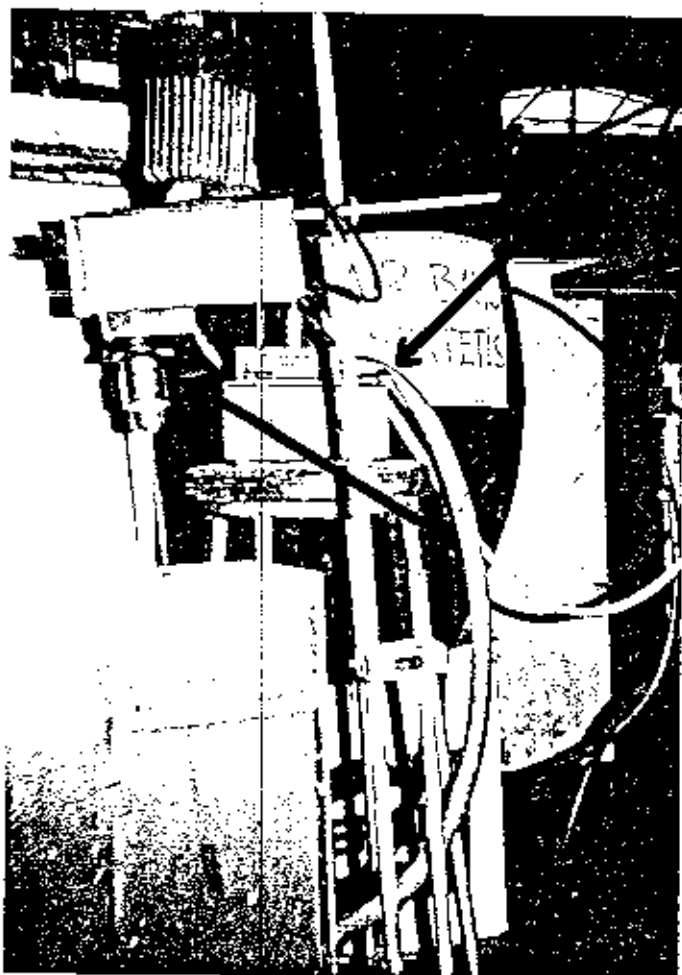
GAMBAR 5. POMPA AIR BAKU (TANDA PANAH), YANG MENGANGKAT AIR MENUJU TANGKI HEAD STATIC.



GAMBAR 6.
HEAD STATIC
DARI POMPA AIR BAKU.

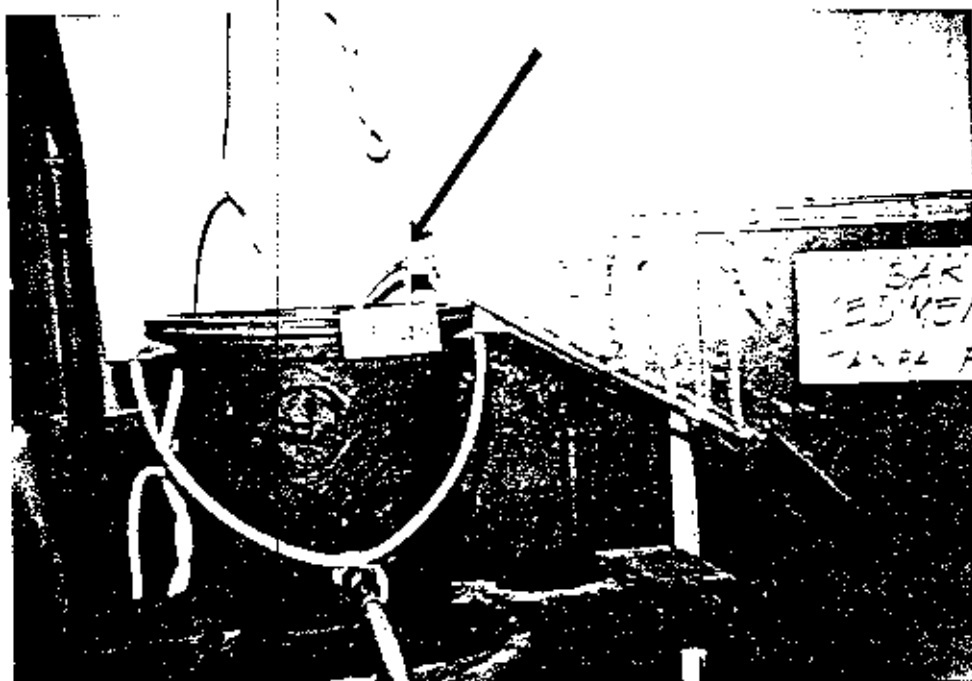


GAMBAR 7. POMPA KOAGULAN DAN LARUTAN ALUM (TANDA PANAH).

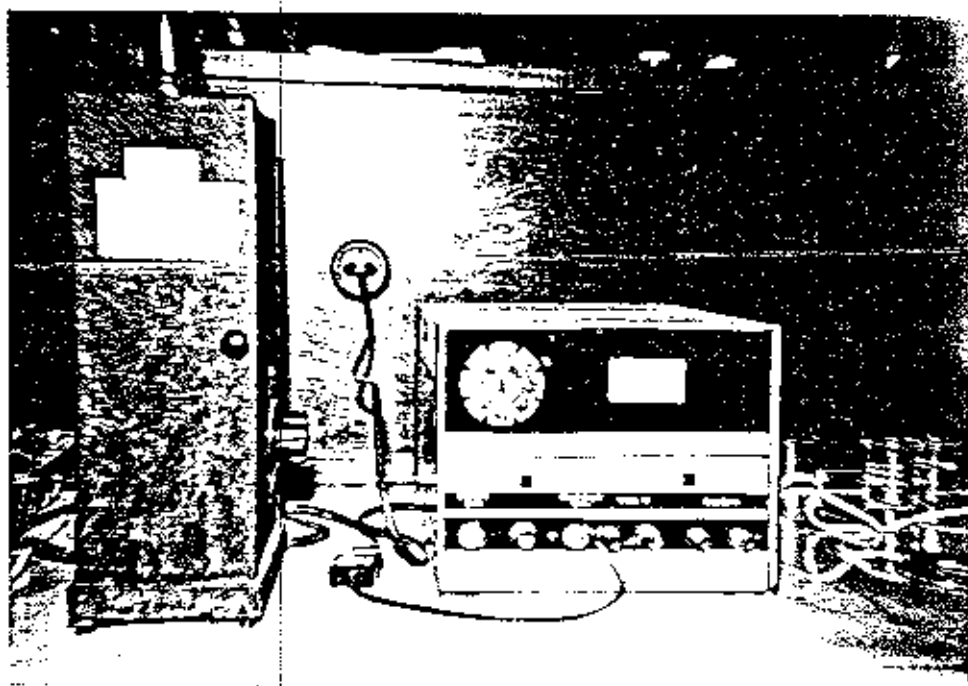


GAMBAR 8.

PENGADUK CEPAT DAN
PENGADUK LAMBAT (TANDA PANAH)



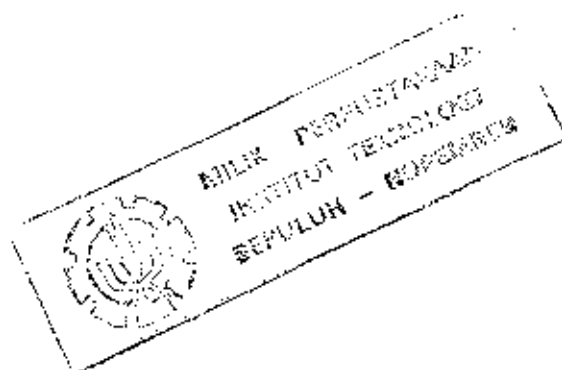
GAMBAR 9. EFLUEN DAN TEMPAT PENGAMBILAN SAMPLE AIR.
(TANDA PANAH)



GAMBAR 10. ALAT PENGUKUR KEKERUPAN YANG DIGUNAKAN.
(HELLEIGE TURBIDY METER)



GAMBAR 11. ALAT JARTEST.



LAMPIRAN 7

DATA HASIL PERCOBAAN DARI PLATE YANG DIPASANG BERLAWANAN DENGAN ARAH ALIRAN.

TABEL L.1. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 105 DERAJAT.
DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/L SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	22	12.0
2	30	25	2.0	30	20	20.0
3	45	25	2.0	30	19	24.0
4	60	25	2.0	30	17	32.0
5	75	25	2.0	30	15	40.0
6	90	25	2.0	30	15	40.0
7	105	25	2.0	30	15	40.0
8	120	25	2.0	30	15	40.0
9	135	25	2.0	30	15	40.0
10	150	25	2.0	30	15	40.0

TABEL L.2. SUDUT PLATE 105° DENGAN KEKERUHAN 40 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	24	40.0
2	30	40	2.0	30	24	40.0
3	45	40	2.0	30	22	45.0
4	60	40	2.0	30	22	45.0
5	75	40	2.0	30	22	45.0
6	90	40	2.0	30	22	45.0
7	105	40	2.0	30	22	45.0
8	120	40	2.0	30	22	45.0
9	135	40	2.0	30	22	45.0
10	150	40	2.0	30	22	45.0

TABEL L.3. SUDUT PLATE 105° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 MG/LT

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	38	45.7
2	30	70	2.0	30	34	51.4
3	45	70	2.0	30	30	57.1
4	60	70	2.0	30	30	57.1
5	75	70	2.0	30	30	57.1
6	90	70	2.0	30	30	57.1
7	105	70	2.0	30	30	57.1
8	120	70	2.0	30	30	57.1
9	135	70	2.0	30	30	57.1
10	150	70	2.0	30	30	57.1

TABEL L.4. SUDUT PLATE 105° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 ppm.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	56	53.3
2	30	120	2.0	30	39	67.5
3	45	120	2.0	30	39	67.5
4	60	120	2.0	30	39	67.5
5	75	120	2.0	30	39	67.5
6	90	120	2.0	30	39	67.5
7	105	120	2.0	30	39	67.5
8	120	120	2.0	30	39	67.5
9	135	120	2.0	30	39	67.5
10	150	120	2.0	30	39	67.5

TABEL L.5. SUDUT PLATE 105° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 ppm.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	52	71.1
2	30	180	2.5	30	50	72.2
3	45	180	2.5	30	45	75.0
4	60	180	2.5	30	45	75.0
5	75	180	2.5	30	45	75.0
6	90	180	2.5	30	45	75.0
7	105	180	2.5	30	45	75.0
8	120	180	2.5	30	45	75.0
9	135	180	2.5	30	45	75.0
10	150	180	2.5	30	45	75.0

TABEL L.6. SUDUT PLATE 105° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 ppm.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal MG/L SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	54	73.0
2	30	200	3.0	30	48	76.0
3	45	200	3.0	30	48	76.0
4	60	200	3.0	30	48	76.0
5	75	200	3.0	30	48	76.0
6	90	200	3.0	30	48	76.0
7	105	200	3.0	30	48	76.0
8	120	200	3.0	30	48	76.0
9	135	200	3.0	30	48	76.0
10	150	200	3.0	30	48	76.0

TABEL L.7. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 120 DERAJAT
DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	23	8.0
2	30	25	2.0	30	20	20.0
3	45	25	2.0	30	15	40.0
4	60	25	2.0	30	11	56.0
5	75	25	2.0	30	11	56.0
6	90	25	2.0	30	11	56.0
7	105	25	2.0	30	11	56.0
8	120	25	2.0	30	11	56.0
9	135	25	2.0	30	11	56.0
10	150	25	2.0	30	11	56.0

TABEL L.8. SUDUT PLATE 120° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 ppm.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	24	40.0
2	30	40	2.0	30	22	45.0
3	45	40	2.0	30	17	57.5
4	60	40	2.0	30	12	70.0
5	75	40	2.0	30	12	70.0
6	90	40	2.0	30	12	70.0
7	105	40	2.0	30	12	70.0
8	120	40	2.0	30	12	70.0
9	135	40	2.0	30	12	70.0
10	150	40	2.0	30	12	70.0

TABEL L.9. SUDUT PLATE 120° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 ppm.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	30	57.1
2	30	70	2.0	30	25	64.3
3	45	70	2.0	30	21	70.0
4	60	70	2.0	30	18	74.3
5	75	70	2.0	30	18	74.3
6	90	70	2.0	30	18	74.3
7	105	70	2.0	30	18	74.3
8	120	70	2.0	30	18	74.3
9	135	70	2.0	30	18	74.3
10	150	70	2.0	30	18	74.3

TABEL L.10. SUDUT PLATE 120° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 ppm

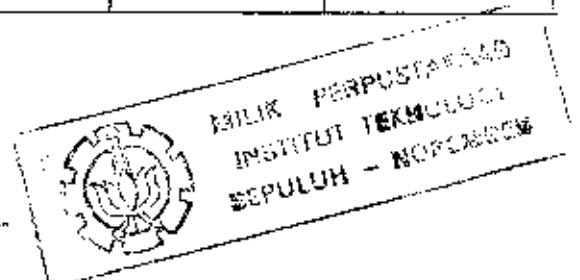
No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	38	68.3
2	30	120	2.0	30	25	79.2
3	45	120	2.0	30	22	81.7
4	60	120	2.0	30	22	81.7
5	75	120	2.0	30	22	81.7
6	90	120	2.0	30	22	81.7
7	105	120	2.0	30	22	81.7
8	120	120	2.0	30	22	81.7
9	135	120	2.0	30	22	81.7
10	150	120	2.0	30	22	81.7

TABEL L.11. SUDUT PLATE 120° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	40	77.8
2	30	180	2.5	30	30	83.3
3	45	180	2.5	30	25	86.1
4	60	180	2.5	30	25	86.1
5	75	180	2.5	30	25	86.1
6	90	180	2.5	30	25	86.1
7	105	180	2.5	30	25	86.1
8	120	180	2.5	30	25	86.1
9	135	180	2.5	30	25	86.1
10	150	180	2.5	30	25	86.1

TABEL L.12. SUDUT PLATE 120° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	40	80.0
2	30	200	3.0	30	28	86.0
3	45	200	3.0	30	25	87.5
4	60	200	3.0	30	25	87.5
5	75	200	3.0	30	25	87.5
6	90	200	3.0	30	25	87.5
7	105	200	3.0	30	25	87.5
8	120	200	3.0	30	25	87.5
9	135	200	3.0	30	25	87.5
10	150	200	3.0	30	25	87.5



TABEL L.13. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 135 DERAJAT
DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	23	8.0
2	30	25	2.0	30	20	20.0
3	45	25	2.0	30	14	44.0
4	60	25	2.0	30	13	48.0
5	75	25	2.0	30	13	48.0
6	90	25	2.0	30	13	48.0
7	105	25	2.0	30	13	48.0
8	120	25	2.0	30	13	48.0
9	135	25	2.0	30	13	48.0
10	150	25	2.0	30	13	48.0

TABEL L.14. SUDUT PLATE 135° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 ppm.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	28	30.0
2	30	40	2.0	30	26	35.0
3	45	40	2.0	30	18	55.0
4	60	40	2.0	30	14	65.0
5	75	40	2.0	30	14	65.0
6	90	40	2.0	30	14	65.0
7	105	40	2.0	30	14	65.0
8	120	40	2.0	30	14	65.0
9	135	40	2.0	30	14	65.0
10	150	40	2.0	30	14	65.0

TABEL L.15.SUDUT PLATE 135° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 ppm.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	27	61.4
2	30	70	2.0	30	26	62.9
3	45	70	2.0	30	24	65.7
4	60	70	2.0	30	19	72.9
5	75	70	2.0	30	19	72.9
6	90	70	2.0	30	19	72.9
7	105	70	2.0	30	19	72.9
8	120	70	2.0	30	19	72.9
9	135	70	2.0	30	19	72.9
10	150	70	2.0	30	19	72.9

TABEL L.16.SUDUT PLATE 135° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	42	65.0
2	30	120	2.0	30	30	75.0
3	45	120	2.0	30	24	80.0
4	60	120	2.0	30	24	80.0
5	75	120	2.0	30	24	80.0
6	90	120	2.0	30	24	80.0
7	105	120	2.0	30	24	80.0
8	120	120	2.0	30	24	80.0
9	135	120	2.0	30	24	80.0
10	150	120	2.0	30	24	80.0

TABEL L.17.SUDUT FLATE 135° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	50	72.2
2	30	180	2.5	30	42	76.7
3	45	180	2.5	30	27	85.0
4	60	180	2.5	30	27	85.0
5	75	180	2.5	30	27	85.0
6	90	180	2.5	30	27	85.0
7	105	180	2.5	30	27	85.0
8	120	180	2.5	30	27	85.0
9	135	180	2.5	30	27	85.0
10	150	180	2.5	30	27	85.0

TABEL L.18.SUDUT FLATE 135° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal MG/L SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	45	77.5
2	30	200	3.0	30	29	85.5
3	45	200	3.0	30	29	85.5
4	60	200	3.0	30	29	85.5
5	75	200	3.0	30	29	85.5
6	90	200	3.0	30	29	85.5
7	105	200	3.0	30	29	85.5
8	120	200	3.0	30	29	85.5
9	135	200	3.0	30	29	85.5
10	150	200	3.0	30	29	85.5

TABEL L.19. SUDUT KEMIRINGAN PLATE 150 DERAJAT
DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 25 MG/LT SiO₂.

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	25	2.0	30	23	8.0
2	30	25	2.0	30	20	20.0
3	45	25	2.0	30	16	36.0
4	60	25	2.0	30	15	40.0
5	75	25	2.0	30	15	40.0
6	90	25	2.0	30	15	40.0
7	105	25	2.0	30	15	40.0
8	120	25	2.0	30	15	40.0
9	135	25	2.0	30	15	40.0
10	150	25	2.0	30	15	40.0

TABEL L.20. SUDUT PLATE 150° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 40 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	40	2.0	30	28	30.0
2	30	40	2.0	30	25	37.5
3	45	40	2.0	30	22	45.0
4	60	40	2.0	30	21	47.5
5	75	40	2.0	30	21	47.5
6	90	40	2.0	30	21	47.5
7	105	40	2.0	30	21	47.5
8	120	40	2.0	30	21	47.5
9	135	40	2.0	30	21	47.5
10	150	40	2.0	30	21	47.5

TABEL L.21.SUDUT PLATE 150° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 70 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal mg/l SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	70	2.0	30	30	57.1
2	30	70	2.0	30	30	57.1
3	45	70	2.0	30	27	61.4
4	60	70	2.0	30	27	61.4
5	75	70	2.0	30	27	61.4
6	90	70	2.0	30	27	61.4
7	105	70	2.0	30	27	61.4
8	120	70	2.0	30	27	61.4
9	135	70	2.0	30	27	61.4
10	150	70	2.0	30	27	61.4

TABEL L.22.SUDUT PLATE 150° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 120 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal MS/L SiO ₂	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO ₂	Effisiensi (%)
1	15	120	2.0	30	45	62.5
2	30	120	2.0	30	40	66.7
3	45	120	2.0	30	38	68.3
4	60	120	2.0	30	38	68.3
5	75	120	2.0	30	38	68.3
6	90	120	2.0	30	38	68.3
7	105	120	2.0	30	38	68.3
8	120	120	2.0	30	38	68.3
9	135	120	2.0	30	38	68.3
10	150	120	2.0	30	38	68.3

TABEL L.23.SUDUT PLATE 150° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 180 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Awal MG/L SiO2	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO2	Effisiensi (%)
1	15	180	2.5	30	50	72.2
2	30	180	2.5	30	44	75.6
3	45	180	2.5	30	42	76.7
4	60	180	2.5	30	42	76.7
5	75	180	2.5	30	42	76.7
6	90	180	2.5	30	42	76.7
7	105	180	2.5	30	42	76.7
8	120	180	2.5	30	42	76.7
9	135	180	2.5	30	42	76.7
10	150	180	2.5	30	42	76.7

TABEL L.24.SUDUT PLATE 150° DENGAN KEKERUHAN AIR BAKU 200 ppm

No	Waktu Sampling (menit)	Turbidity Akhir mg/l SiO2	Dosis Alum mg/l AL	Suhu (°C)	Turbidity Akhir mg/l SiO2	Effisiensi (%)
1	15	200	3.0	30	51	74.5
2	30	200	3.0	30	45	77.5
3	45	200	3.0	30	45	77.5
4	60	200	3.0	30	45	77.5
5	75	200	3.0	30	45	77.5
6	90	200	3.0	30	45	77.5
7	105	200	3.0	30	45	77.5
8	120	200	3.0	30	45	77.5
9	135	200	3.0	30	45	77.5
10	150	200	3.0	30	45	77.5