

A.332

DP/BPI

A 332



NO: 203 / 6 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

LAPORAN yang dibuat
PERENCANAAN BAK PENGENDAPAN
tentang bak pengendap terhadap skala labo

DISPERPUSIP JATIM

32

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA
JL. JAGIR WONOKROMO 36 T. L. 61112 SURABAYA

K A T A P E N G A N T A R

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah yang Maha Kuasa, bahwa laporan ini dapat tersusun dalam rangka kegiatan penelitian bak pengendap terhadap skala laboratorium tahun 1989 - 1990 dari Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Surabaya.

Penelitian bak pengendap ini dimaksudkan untuk mendapatkan data pengkajian dimensi bak pengendap terhadap beban polutan yang dicobanya.

Dengan demikian besar harapan kami dapat disiapkannya nantinya pada aplikasi industri yang sebenarnya.

Surabaya, April 1990.

Penyusun.

Ir. Hari Pudjo Tjahjono.

D A F T A R I S I.

Halaman:

- KATA PENGANTAR	i
- DAFTAR I S I	ii
- DAFTAR TABEL	iii
B A B. I : PENDAHULUAN	1
B A B II : LANDASAN TEORI	4
II. 1: Discrete Settling	5
II. 2: Hindered Settling	11
II. 3: Flocculant Settling	12.
B A B. III : PELAKSANAAN PERCOBAAN	13
III.1: B a h a n	13
III.2: A l a t	13
III.3: Tujuan Percobaan	16
III.4: Cara Kerja	16
B A B. IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	23
IV.1.) Hasil Percobaan	23
IV.2.) Pembahasan	28
B A B. V : KESIMPULAN DAN SARAN	34
DAFTAR PUSTAKA	35

LAMPIRAN-LAMPIRAN :

1.) HASIL PERCOBAAN I	36
2.) HASIL PERCOBAAN 2	43

B A B. I

P E N D A H U L U A N

I.1. LATAR BELAKANG.

Dengan tercerminnya laju pertumbuhan industri di Jawa Timur semakin terasa pula hasil nyata yang telah dicapai selama ini.

Peningkatan penghasilan serta adanya peluang kesempatan penyerapan tenaga kerja, merupakan salah satu diantaranya.

Namun disisi lain, masih perlu adanya perhatian yang khusus sehingga diperoleh keseimbangan.

Air limbah, satu diantara tantangan tersebut diatas, dimana air limbah merupakan produk dari pada kegiatan industri.

Tidak jarang, kerusakan lingkungan terjadi, karena akibat pengendalian terhadap air limbah akhir industri kurang diperhatikan.

Untuk menekan adanya kerusakan terhadap lingkungan semakin hari - semakin terasa, telah diusahakan adanya pengadaan unit pengolahan limbah. Yaitu dengan berbagai cara atau metoda, antara lain proses phisis; proses kimia-phisis; proses biologi dan lain-lain, dengan harapan akan memperoleh pendekatan angka yang dipersyaratkan.

Dari berbagai metoda pengolahan air limbah tampaknya yang paling dominan adalah pada proses pemisahan partikel dengan cara pengendapan.

Bak pengendap disamping, berfungsi memisahkan partikel yang tidak larut, dapat juga mempengaruhi penurunan terhadap harga BCD dan COD.

Bak pengendap dapat dikatakan berhasil apa bila bak pengendap tersebut telah mampu menekan angka polutan dengan efisiensi operasi yang tinggi.

Untuk itu dalam penelitian ini akan dicoba membantu pemecahan masalahnya.

Bak pengendap ini tidak terbatas untuk sarana pada proses pengolahan air limbah, akan tetapi tidak menutup kemungkinan dapat dipakai untuk proses lain yang mempunyai prinsip kerja yang sama, misalnya proses pengendapan pada industri tapioka.

I.2. MAKSUD DAN TUJUAN

Mengurangi jumlah padatan yang tidak larut yang terdapat di-air limbah industri, dengan membuat/merencanakan bak pengendapan dengan variasi sudut/kemiringan serta dimensi-dimensi yang lain.

I.3. RUANG LINGKUP

- Bak pengendap dirancang bersudut 30° terhadap bidang datar pada dasar I (zone I).
Zoner I dibanding zoner II = $1 : 1\frac{1}{2}$
- panjang kolam pengendap (settlingtest) dirancang sesuai dengan panjang bak pengendap yang diinginkan.
- faktor pengaman .., dipilih 40% dari teoritis.

1.4) HIPOTESA :

Dengan memberikan sudut kemiringan 30° terhadap bidang datar (pada dasar bak pengendap) akan memberikan pengaruh - langsung terhadap kecepatan gerak partikel kearah vertikal.

DISPERPUSIP JATIM

B A B II

LANDASAN TEORI

Sidementasi merupakan suatu peristiwa phisika yang berorientasi pada pemisahan antara padatan yang tidak larut dengan fluida-nya (zat cair)

Pemisahan ini terjadi karena adanya gaya yang mempengaruhi pada padatan/partikel tersebut.

Diantaranya gaya yang mempengaruhi, gaya gravitasi, gaya apung (buoyant force) dan gaya geser.

Partikel akan memisahkan diri dari fluida-nya (zat cair) jika gaya gravitasi hanganya lebih besar dibanding dengan kedua gaya tersebut diatas.

Proses pengendapan dibedakan atas 3 macam :

1. Discrete settling : partikel/padatan yang tidak larut tidak mengalami perubahan bentuk maupun ukuran.
2. Hindered, settling: pengendapan ini ditandai, dengan adanya arus balik yang disebabkan adanya konsentrasi partikel didalamnya cukup tinggi. Dengan demikian akan mempengaruhi dari pada pengendapan terutama disekitar partikel-partikel tersebut.
3. Flocculant settling: suatu peristiwa pengendapan dimana bentuk - dari partikel telah mengalami/perubahan hal ini terjadi karena adanya bahan pembantu (floc aid).

II.1. DISCRETE SETTLING : partikel/padatan yang tidak larut tidak dipengaruhi adanya interaksi dengan partikel yang berdekatan.

Hukum klasik yang berhubungan dengan peristiwa sidementasi ini adalah Newton dan Stoke.

Kecepatan pengendapan pada suatu partikel dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berat terhadap beberapa gaya yang saling mempengaruhinya.

$$m \frac{dv}{dt} = F_g - F_b - F_d \dots \dots \dots I$$

dimana :

$$F_g(\text{gaya gravitasi}) = mg. \quad \text{Ia.}$$

$$F_b(\text{gaya apung}) = \frac{m \cdot \rho \cdot g}{\rho} = V_p \cdot \rho \cdot g \dots \dots \text{Ib.}$$

$$F_d(\text{gaya geser}) = C_d \frac{v_t^2}{z} \cdot \rho \cdot A \dots \dots \text{Ic.}$$

Keterangan :

m = masa = partikel

g = gravitasi

V_p = Volume partikel

v_t = kecepatan pengendapan partikel.

C_d = Drag koefisien

A = luas penampang partikel.

ρ = density air.

ρ_p = densitas partikel.

Pers. Ia:Ib:Ic disubstitusikan ke pers. I. akan menjadi

$$m \frac{dv}{dt} = mg - \frac{m \rho g}{\rho} - C_d \frac{v_t^2}{2} \rho \cdot A \dots \dots \text{I.}$$

Karena dalam keadaan konstan (steady) maka :

$$\frac{dv}{dt} = 0.$$

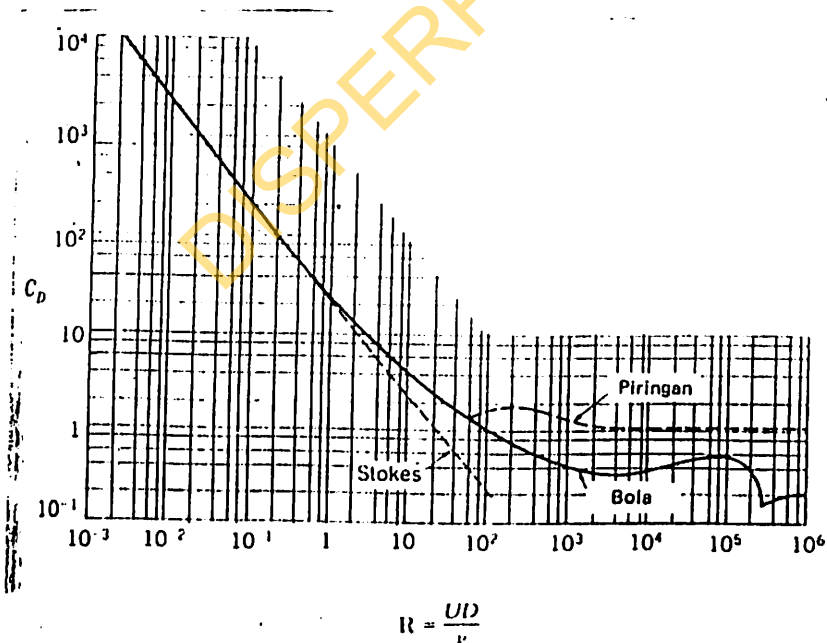
maka persamaan II menjadi :

$$v_t = \left[\frac{2 (\rho_r - \rho) g \cdot m}{A \rho_p - C_d \rho} \right]^{1/2} \quad \text{III}$$

untuk partikel yang berbentuk sudut :

$$m = \frac{D_p^n \rho_p}{6}$$

$$A = \frac{D_p^2}{4}$$



$$R = \frac{UD}{\nu}$$

Gambar : 1.1 Koefisien hambat untuk bola dan piringan lingkaran (Sumber - Steeter - VL 1988).

Tabel: 1. Nilai C_p aproksimasi untuk benda-benda tiga dimensi pada $R > 10$ (8.9).

Type	C_D		
Kubus	1,1		
Kerucut 60°	0,5		
Setengah bola terbuka	1,4		
	0,4		
Pelat segi empat	b/h		
	1	1,18	
	5	1,2	
	10	1,3	
	20	1,5	
Silinder	I/D		
	aliran	0,5	1,15
	dalam arah	1	0,90
	sumbu	2	0,85
		4	0,87
	8	0,99	

Persamaan III disederhanakan menjadi :

$$v_{t_i} = \left[\frac{4/3 (\rho_p - \rho) \cdot g \cdot D_p}{C_D \cdot \rho} \right]^{1/2}$$

untuk aliran laminair berlaku persamaan :

$$v_t = \frac{(\rho_p - \rho) \cdot g \cdot D_p^2}{18 \mu} \dots \dots \dots \text{IV.}$$

dimana : μ = viscositas air.

Pada persamaan V. tampaknya terdapat suatu permasalahan, antara lain, bila partikel yang tersuspensi didalamnya memiliki bentuk dan ukuran yang tidak homogen. Maka ditempuh suatu cara, untuk mencari pendekatan dan pada harga kerapatan pengendapan (v_t) dengan menggunakan kolom pengendap (settling test).

Dengan demikian akan diperoleh harga kecepatan pengendapan (v_t) yaitu :

$$v_t = \frac{\text{tinggi cairan dalam kolam}}{\text{waktu tinggal}} \dots \dots \dots \text{(VI).}$$

Adapun kecepatan alir pada bak pengendapan adalah :

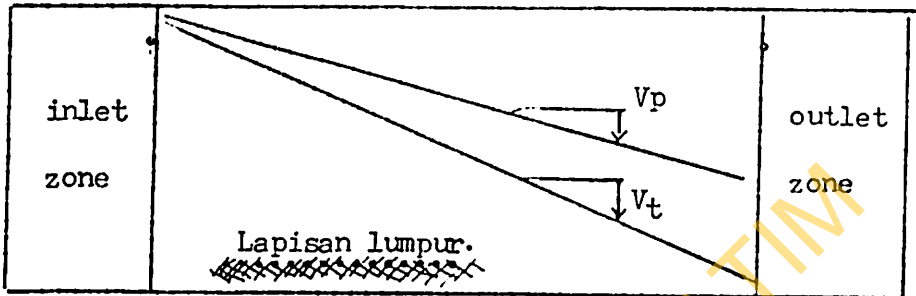
$$Q = (A) (v_t).$$

Q = kecepatan alir (debit) = lt/detik.

A = luas permukaan bak mengendap : m²

v_t = kecepatan pengendapan m/det.

Oleh karena bentuk partikel ber variasi mengalir melewati bak pengendap maka dalam hal ini dapat dilihat trayek partikel selama mengalami pengendapan seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar: 2. Jenis bak pengendap ideal settling.

V_p adalah kecepatan partikel yang lebih kecil dibanding dengan V_t . Maka diperoleh hubungan ratio antara V_p dan V_t

$$X_r = \frac{V_p}{V_t}$$

X_r = fraksi partikel dengan kecepatan pengendapan V_p yang mempunyai harga lebih kecil dibanding dengan V_t .

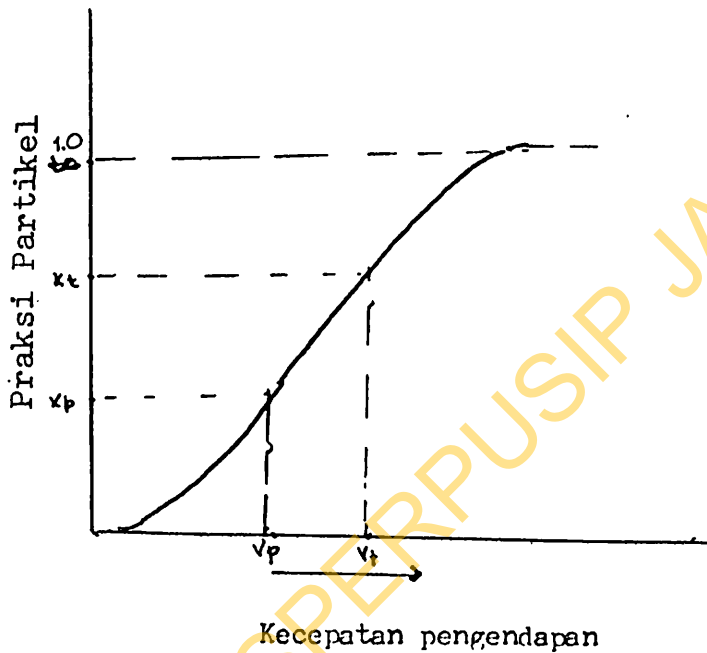
Untuk menentukan efisiensi pengurangan jumlah partikel karena pengendapan diamati dari waktu endap (settling zone).

Yang dapat dilakukan dengan dua cara :

- a.) dengan analisa sieve dan test endrometer yang dikombinasikan dengan pass : I. c.
- b.) dengan menggunakan tabung pengendapan (settling wolumn).

Dari kedua metoda akan diperoleh grafik hasil analisa ketepatan pengendapan.

Hubungan antara kecepatan pengendapan dengan % konsentrasi yang mengendap menurut Mc Kee, Brooks adalah sebagai berikut :



Gambar: 3. Grafik analisa kecepatan pengendapan untuk discrete partikel.

Untuk memperoleh bag yang jernih kecepatan-nya (Q).

adalah : $Q = V_t \cdot A$.

Hanya partikel-partikel dengan kecepatan yang lebih besar dari V_t - akan segera menjadi turun sempurna.

Penurunan ratio yang tertinggal adalah $\frac{v_p}{v_t}$.

Untuk partikel yang mempunyai kecepatan pengendapan $V_p > V_t$ maka jumlah bagian yang terendapkan = $1 - X_t$.

Sedang untuk partikel yang mempunyai kecepatan pengendapan, $V_p < V_t$ maka :

$$\int_0^{X_t} \frac{V_p}{V_t} \cdot dx$$

dengan demikian jumlah yang terendapkan =

$$(1 - X_t) + \frac{1}{V_t} \int_0^{X_t} V_p \cdot dx$$

II.2.1 HINDERED SETTLING :

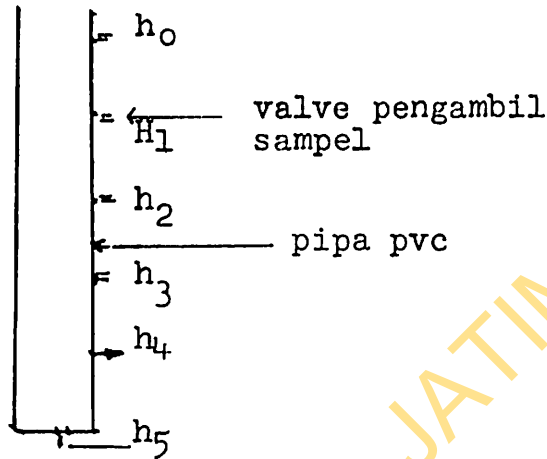
Pada peristiwa pengendapan ini sering ditandai dengan konsentrasi padatan yang tidak larut yang cukup tinggi.

Dengan demikian kadang-kadang tidak berperilaku seperti pada discrete settling, karena adanya konsentrasi yang tinggi maka pengendapan akan berlangsung lebih cepat yang kemudian membentuk flokulasi.

Dengan terbentuknya flokulasi tersebut diatas karena adanya kebebasan bergabung antar partikel.

Pada pengendapan ini banyak mengalami kesulitan dalam menentukan harga kecepatan pengendapannya. Hal ini karena dipengaruhi beberapa faktor antara lain variasi kecepatan overflow, kedalaman bak, kecepatan pengendapan dalam sistim, besar-kecilnya ukuran partikel.

Untuk memperoleh pendekatan harga kecepatan pengendapan dipergunakan kolom penguji pengendapan seperti berikut dibawah ini :



Gambar: 4. Kolon uji pengendapan.

II. 3. FLOCCULANT SETTLING

Suatu peristiwa pengendapan yang mengalami perubahan bentuk dan ukuran sebagai akibat adanya penambahan bahan-bahan pembantu flokulasi.

Untuk lebih sempurna: terjadinya pengendapan perlu ada perlakuan awal yaitu dengan melakukan pengadukan. Yang selanjutnya perlu adanya pencarian harga kecepatan pengendapan dengan menggunakan kolom uji pengendapan.

B A B. III

PELAKSANAAN PERCOBAAN

III.1. B A H A N

- Lumpur ex Bengawan Solo.
- Light Carbonat (CaCO_3) ex. Madiun.

III.2. A L A T :

III.2.a. ALAT UNTUK PROSES :

a. Kolom uji pengendapan

Bahan : pipa PVC

Diameter : $2 \frac{1}{2}$ in

Tinggi : 50 cm

Tinggi permukaan air = 35,5 cm

Jumlah lubang sampel = 6 (enam)

Fungsi = mencari pendekatan harga kecepatan -
pengendapan.

b. Drum :

Bahan : plat besi

Volume : 220 ltr.

Fungsi : penampung bahan atau media yang telah dibuat
suspensi.

c. Pipa pemancar (spray nozzle)

Bahan : pipa PVC

Diameter: $\frac{1}{2}$ in

Fungsi : pengadukan bahan/media yang telah dibuat sus-
pensi.

d. Pompa :

Merk : Zimishy hardy pump

Kapasitas : 9 liter/menit

Voltase : 220 Volt.

Suction head = $\frac{1}{2}$ in

Fungsi : memindahkan larutan dari drum ke bak pengendap pengadukan.

e. Perpipaan :

Bahan : PVC $\frac{1}{2}$ in.

Fitting : 2 buah gate valve $\frac{1}{2}$ in

1 buah T $\frac{1}{2}$ in

2 buah elbow $\frac{1}{2}$ in.

Fungsi : Transportasi dan sirkulasi media percobaan.

f. Gelas Ukur :

Bahan : Gelas

Volume : 250 cc

Fungsi : untuk mengukur volumetrik rate larutan di-bak pengendap.

g. Stop Watch :

Fungsi : Pendeteksi kecepatan volume.

h. Timbangan kue :

Bahan : plastik

Kapasitas: 2 kg.

Fungsi : penimbangan bahan yang akan dipergunakan bahan/ media percobaan.

II.2.B. ALAT YANG DIRANCANG :

- Bak pengendap .

Konstruksi : Bata merah, dengan pasangan PC.

Berdinding PC

pada bagian out let dipasang dam (weir)
yang dapat diatur.

Dimensi : disesuaikan dengan hasil perhitungan dan
hasil percobaan pada kolom pengendapan.

II.2.C. ALAT YANG DIPERGUNAKAN UNTUK ANALISA LABORATORIUM.

- Penggerus (martil)
- Ayakan 200 mesh
- Kertas saring Whatman "41"
- Pengering
- Exikator
- Neraca analitik
- Corong
- Spatel
- Erlenmeyer
- Beaker glass
- Timba plastik
- Labu semprot
- Kroush tang
- Pipet 50 cc.

III.3. TUJUAN PERCOBAAN.

Merencanakan bak pengendap yang dikombinasikan dengan kolam pengendap.

Dengan ketentuan :

- Bak pengendap terbagi 2(dua) zoner.
 - o Zoner I daerah inlet, sedang zoner II pada daerah out let.
- Zoner I bersudut 30° terhadap bidang datar
- Zoner II $1 \frac{1}{2}$ kali panjang zoner I.

III.4. C A R A K E R J A.

III.4.A. P R O S E S :

III.4.A.a.) Bahan uji/media.

Dibuat larutan yang tersuspensi padatan yang tidak larut dengan konsentrasi telah ditetapkan.

Bahan uji tersebut memiliki besaran partikel yang telah lolos ayakan 200 mesh.

Pengadukan dilakukan secara terus menerus dengan harapan agar tidak terjadi pengendapan sebelum percobaan dilakukan. Media tersebut diatas dipersiapkan pada sebuah drum, yang dilengkapi dengan alat bantu pengadukan manual, yaitu dengan menggunakan pancaran nozzle yang masuk kedalam larutan tersuspensi tersebut, sebagai hasil dan recycle pemompaan.

Sebagai kontrol perlu dilakukan analisa terhadap kesetabilan konsentrasi yang ada didalamnya dengan perioda waktu tertentu.

III.4.A.b. Kolom uji pengendapan (Column settling test)

Masukkan kedalamnya larutan (bahan uji) yang mempunyai konsentrasi dan bahan yang sama untuk perlakuan uji coba terhadap bak pengendap yang dirancang.

Amati dan analisa pada masing sample yang bervariasi antara lain :

- dengan ketinggian tetap, waktu pengambilan berubah.
- ketinggian berubah, waktu pengambilan tetap.
- ketinggian tetap, waktu pengambilan tetap.
- ketinggian berubah, waktu pengambilan berubah.

Dari hasil analisa tersebut diatas kemudian dibuat tabulasi selanjut dibuat grafik yang menggambarkan hubungan antara ketinggian (h) beserta waktu (t) terhadap hasil penurunan jumlah padatan yang tidak larut (% Removal)

III.4.A.c. Perencanaan bak pengendap.

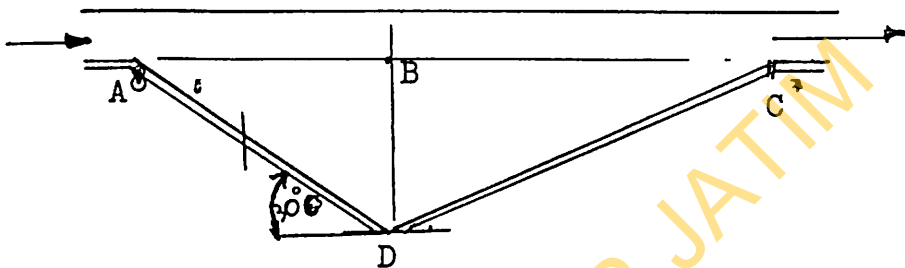
Penelitian bak pengendap direncanakan seperti tampak pada gambar dibawah .

Antara lain dibatasi

- pada bagian influen memiliki sisi dengan kemiringan 30° terhadap bidang datar,
- pada tampak samping bak pengendap dibagi 2 (dua) daerah yaitu zoner I bagian influent sedang yang lain (zoner II) bagian efluent.

Panjang zoner I dibanding zoner II adalah 1 dibanding $1\frac{1}{2}$.

- Bak pengendapan ini dirancang dengan faktor pengaman 40 %



Gambar : 5. Perencanaan dasar bak pengendap.

Dalam perencanaan dipilih variabel- variabel yang dianggap dominan antara lain :

1. Tetapkan konsentrasi bahan uji dengan jumlah padatan yang tidak larut mgr/lt.
2. Debit bahan yang masuk bak pengendap cc/menit.
3. Tinggi permukaan bahan uji yang ada di kolom uji pengendapan (yang identik dengan panjang salah satu sisi miringnya).

Selanjutnya analisa dan hitung, dimensi-dimensi yang lain.

1. Mencari harga kecepatan pengendapan (V_S) dengan mempergunakan alat bantu kolom uji pengendapan.
2. Hitung bagian terdalam (BD) = $AD \cdot \sin 30^\circ$
3. Panjang total : Zoner I + zoner II = $2\frac{1}{2}$ x zoner I.

$$\text{Zoner I} = AB = \sqrt{AD^2 - BD^2}$$

$$\text{panjang total teoritis (AC)} = (2\frac{1}{2}) (\sqrt{AD^2 - BD^2})$$

$$4. \text{ Kecepatan linear } (V_1 = \frac{\text{Panjang total}}{\text{Naktu tinggal}})$$

Waktu tinggal disesuaikan dengan waktu yang dipergunakan di kolom uji pengendapan.

5. Hitung volume teoritis : Debit x waktu tinggal

$$6. \text{ Total teoritis} = \frac{\text{Volume teoritis}}{\text{panjang total} \times \frac{1}{2} \text{ tinggi}}$$

7. Pertambahan dari faktor pengaman yang diberikan ditambahkan pada bagian atas bak pengendap.

III. 4. A. d. Pengukuran kecepatan alir volumetris.

Pasang gelas ukur tepat pada jatuh-nya limpahan (over flow) air pengeluaran di bak pengendap.

Bersamaan pula jalankan stop watch.

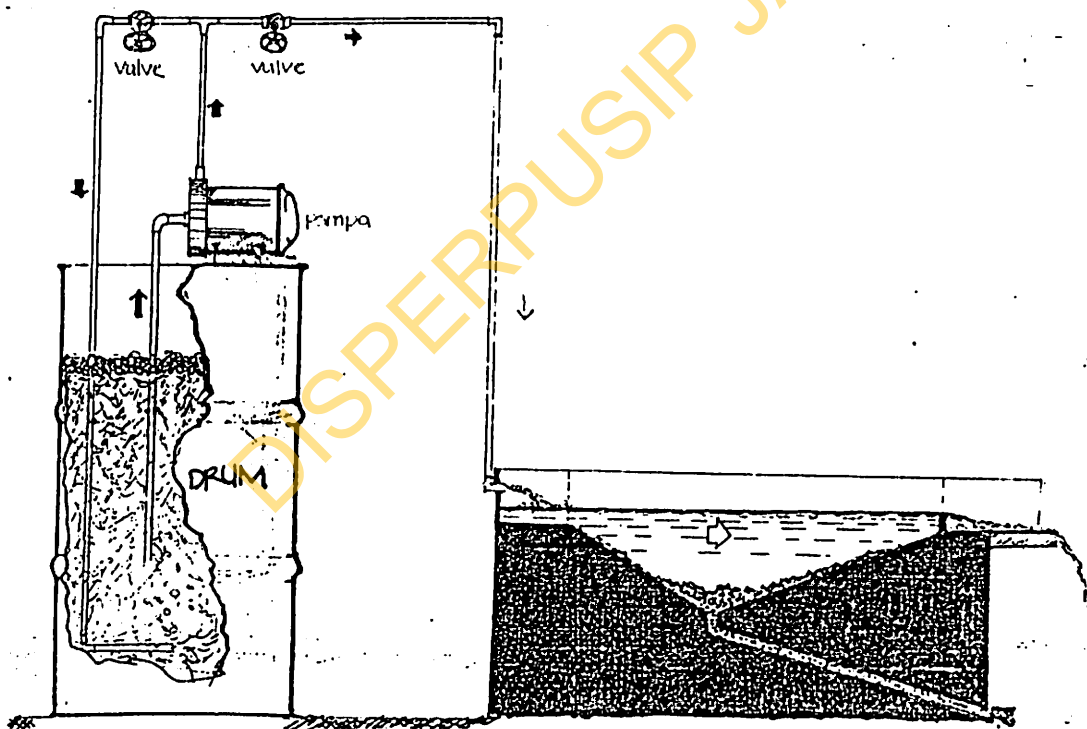
Kemudian beberapa saat matikan stop watch, dan ambil segera, gelas ukur tersebut diatas dari limpahan media percobaan

Hitung kecepatan alir dalam satuan $\frac{\text{cc}}{\text{menit}}$.

III.4.A.c. Kecepatan linier

Dapat dilakukan dengan perhitungan antara perbandingan debit dan luas permukaan, kemudian di kontrol dengan meletakkan sobekan kertas keatas permukaan air, yang dapat menempuh dalam satuan panjang per satuan waktu.

III.4.A.f. Operasi total dalam percobaan.



Gambar: 6. Skema proses percobaan.

- Media (sebagai bahan yang dianggap sebagai air limbah) yang telah siap, masukkan ke dalam bak penampung (drum), kemudian diaduk terus menerus.
- Lakukan pemompaan dengan mensirkulasi media, dengan cara menutup katup (valve) yang menuju ke bak pengendap.
- Setelah pengadukan yang diakibatkan dari sirkulasi pemompaan dianggap tercampur merata, kemudian isi bak pengendap hingga penuh.
- Atur kecepatan alir sesuai dengan yang diinginkan, dengan mengatur katup (gate valve) yang menuju ke bak pengendap.
- Limpahan yang keluar dari bak pengendap tampung dengan gelas ukur dengan waktu yang bersamaan, tekan stop watch untuk penunjukkan waktu yang dibutuhkan, sampai pada tetap volume yang diinginkan. Hitung dalam satuan = cc / menit
- Ulangi pengamatan tersebut diatas, sampai, diperoleh harga rata-rata yang mendekati/sama yang kita inginkan.
- Kemudian lakukan analisa sampel untuk mencari harga efisiensi pengendapan ($\% \text{ Removed}$) masing-masing pada sampel sebelum masuk ke bak pengendap dan sampel sudah tak mengendap (overflow) dengan diperhitungkan waktu tinggal selama di bak pengendap (detention time).

III.4. B. CARA KERJA UNTUK ANALISA LABORATORIUM.

Padatan yang tidak larut :

- Kertas saring whatman disiapkan, yaitu dengan memanaskan di oven 105°C , 2 jam, kemudian masukkan ke exikator.

setelah dingin, timbang berat (sebagai berat kosong). W_0

- Pipet sampel yang telah siap dianalisa dengan menggunakan pipet volume 50 cc tepat pada tanda garis.
- Tuangkan ke kertas saring yang telah disiapkan diatas corong.
- Setelah penyaringan berakhir, dibilas dengan aquadest,
- Masukkan kedalam oven 105°C , 2 jam.
- Masukkan ke exikator.
- Setelah dingin timbang sampai berat konstan (W_1)
- Jumlah padatan yang tidak larut =

$$\frac{(W_1 - W_0)}{50. \text{cc}} \times 1000 \text{ cc}$$

= ppm.

DISPERPUSIP JATIM

B A B. IV

HASIL DAN PEMBAHASAN (SETTLING TEST)

IV.1. HASIL PERCOBAAN

IV.1.A. Kolom uji pengendap (settling test).

Seperti dalam gambar 4 bahwa kolom pengendap terbagi atas 6 (enam) lubang sample masing-masing :

tinggi	h ₀	--	35,5	cm	dari dasar
	h ₁	---	28,4	cm	--"
	h ₂	---	21,55	cm	--"
	h ₃	---	14,2	cm	--"
	h ₄	---	7,1	cm	--"
	h ₅	---	0	cm	--"

Waktu yang ditetapkan untuk pengambilan sampel masing-masing

$$T_1 = 5 \text{ menit}$$

$$T_2 = 10 \text{ menit}$$

$$T_3 = 15 \text{ menit}$$

$$T_4 = 20 \text{ menit}$$

$$T_5 = 25 \text{ menit}$$

$$T_6 = 30 \text{ menit}$$

Kemudian dibuat tabel antara tinggi dan waktu terhadap hasil pengurangan (% Removal). seperti pada lampiran.

IV.1.1.1. PERCOBAAN KOLOM PENGENDAP I. (SETTLING TEST).

- Jenis/bahan : Lumpur ex. bengawan Solo.
Konsentrasi : 2500 mgr/l
Densitas : 2,0800 $\frac{gr}{cc}$ (dasar kering).
Lain-lain : Lolos dengan saringan 200 mesh.

Tabel : 2 % Penurunan jumlah padatan yang tidak larut.

	T ₁ , 5	T ₂ , 10	T ₃ , 15	T ₄ , 20	T ₅ , 25	T ₆ , 30
h ₁	10,30	41,19	65,49	89,52	96,68	7
h ₂	9,5	20,87	42,16	63,44	80,83	92,71
h ₃	8,75	17,90	37,41	52,30	66,67	82,51
h ₄	6	16,35	32,02	46,67	59,69	79,02

Dari data tabel tersebut diatas kemudian dibuat grafik dengan memilih kurva 2 96,68 %, 83,52 %, 65,49 %, 57,37 %, 52,30 %.

Penurunan jumlah padatan yang tidak larut.

Selanjutnya dilakukan perhitungan seperti pada lampiran.

IV.1.A.a.) PERCOBAAN KOLOM PENGENDAP II (SETTLING TEST).

Jenis/bahan : Light carbonat ex Madiun

Konsentrasi : 2500 mgr/lt.

Densitas : 2,6771 $\frac{gr}{cc}$ (dasar kering)

Lain-2 : Padatan yang tidak larut lolos dengan saringan
200 mesh.

Tabel : 3. % Penurunan jumlah padatan yang tidak larut.

	T ₁ 5'	T ₂ 10'	T ₃ 15'	T ₄ 20'	T ₅ 25'
H ₁	58,06	91,74	93,19	98,85	94,27
H ₂	76,87	59,23	01,18	92,23	92,75
H ₃	72,11	50,30	90,28	91,07	91,67
H ₄	71,14	78,62	89,54	90,58	-

Dari data tabel tersebut diatas kemudian dibuat grafik dengan memilih kurva : 93,35 %, 92,13 %, 90,28 %, 78,62 %, 71,14 % penurunan jumlah padatan yang tidak larut.

Selanjutnya dilakukan perhitungan seperti pada lampiran.

Tabel: 4. Hasil kolom pengendap dan Perencanaan bak pengendap

Per-coba-an.	KOLOM PENGENDAP				PERENCANAAN BAK. PENGENDAP											
	Bahan yang di coba	% R	V _s cm/menit	Konsentrasi mgr/lt	Bag. terdalam cm	Panjang (cm)			Debit yg. di berikan cc/menit	Waktu tinggal menit	Volume teoritis ft ³	Lebar Bak	Faktor Pengaman 40%	Pertam bahan Vol. lt.	Tinggi air.	
						Zoner I cm	Zoner II cm	Total cm								
I	Lumpur	78,70	1,37	2500	17,75 + 3,55	30,74	46,8	76,85	1110	26	28,86	21,155	✓	11,5446 lt.	3.55 + 17,75 = 21,30	
II.	Light Carbonat	89,65	2,91	2500	17,75 + 5,225	30,74	46,11	76,85	1200	12,20	14,640	21,46	v	8,584 lt.	5.200 + 17,75 = 22,955	

Keterangan : R = penurunan jumlah padatan yang tidak larut

V_s = kecepatan pengendapan cm/menit.

IV.2. PEMBAHASAN

IV.2.4. Kolom pengendap (settling test)

Kolom dibagi atas 6 (enam) lubang pengambil sample (sample cock) masing berjarak sama 7,1 cm.

Waktu pengambilan sample terhadap masing2 ketinggian dilakukan uji coba terlebih dahulu, kemudian diperoleh kurva : % penurunan jumlah padatan yang tidak larut.

Pemilihan % penurunan padatan yang tidak larut yang efektif dengan menggeser-geserkan garis operasi, serta memper timbangkan waktu pengendapan yang dipilih.

Dengan demikian akan diperoleh :

- Kecepatan pengendapan
- % penurunan angka jumlah padatan yang tidak larut.

IV.2.B. UJI COBA TERHADAP BAK PENGENDAP YANG TERANCANG.

Pada percobaan I, dengan menggunakan bahan uji lumpur yang ter-suspensi, kondisi bak pengendap diharapkan terpasang adalah :

Debit : 1110 cc/menit

Konsentrasi : 2500 mgr/lt

Ukuran partikel : lolos ayakan 200 mesh.

% penurunan yang diharapkan 78,70 %

Dalam uji coba (kenyataan)

Debit : 1110 cc/menit

Konsentrasi = 2500 mgr/lt. \pm 50 mg.

% penurunan = 75.20 %

9. Konsentrasi diturunkan 20 % atau 2000 mg/lt

debit ditambah 9 % = 1200 cc/menit

Penyimpangan = 13,72 %

Tabel : 6. Rangkuman Pembahasan Percobaan I dengan Faktor Pengaman 40 %

Bak Pengendap yang direncanakan.			Hasil uji coba Bak Pengendap.			
Debit cc/menit	Konsentrasi mg/lt	% Penurunan (yang diharapkan)	Debit cc/menit	Konsentrasi mg/lt	Penurunan %	Penyimpangan %
1110	2500	78,70	1110	3500	74,28	5,62
			1110	2500	79,55	6,54
			1110	2000	79,20	6,99
			1200	3500	69,52	11,66
			1200	2500	68,60	12,83
			1200	2000	67,90	13,72
			990	3500	76,38	2,95
			990	2500	75,30	4,32
			990	2000	74,80	4,96

Pada percobaan II, dengan menggunakan bahan uji dari light carbo
nat. Kondisi bak pengendap diharapkan terpasang :

$$\text{Debit} = 1200 \text{ cc/menit}$$

$$\text{Konsentrasi} = 2500 \text{ mgr/lt}$$

$$\text{Ukuran partikel} = \text{lolos ayakan 200 mesh}$$

$$\% \text{ penurunan} = 89,65 \%$$

- Dalam pelaksanaan uji coba kenyataan sebagai berikut :

1. $\text{Debit} = 1200 \text{ cc/menit}$

$$\text{Kon.} = 2500 \text{ mgr/lt}$$

$$\% \text{ penurunan} = 81,89$$

$$\% \text{ penyimpangan} = 8,66$$

2. $\text{Debit} = 1200 \text{ cc/menit}$

$$\text{Kon.} = 3500 \text{ mgr/lt}$$

$$\% \text{ penurunan} = 82,24$$

$$\% \text{ penyimpangan} = 8,27 \%$$

3. $\text{Debit} = 1200 \text{ cc/menit}$

$$\text{Kon.} = 2000 \text{ mgr/lt}$$

$$\% \text{ penurunan} = 80,40$$

$$\% \text{ penyimpangan} = 10,32$$

4. $\text{Debit} = 1110 \text{ cc/menit}$

$$\text{Kon.} = 2500 \text{ mgr/lt}$$

$$\% \text{ penurunan} = 83,46$$

$$\% \text{ penyimpangan} = 6,90$$

B A B. V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. KESIMPULAN :

- Perencanaan bak pengendap ini bersudut 30° terhadap bidang datar yang terletak di daerah I (Zoner I)
- Panjang zoner I dan zoner II mempunyai perbandingan $1 : 1\frac{1}{2}$
- Pada percobaan ini terdapat penyimpangan :
6,54 % - 8,66 % dari yang diinginkan.

V.2. S A R A N :

- Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap dimensi-dimensinya, sehingga diperoleh pendekatan yang terbaik dari yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. BASOEKI Ir : Laporan Pengolahan air buangan Tahap I.
sédimentasi . B.P.P.I. Surabaya, 1981.
2. BEANKOPLIS Cs; Transport Processes and Unit Operations.
Allyn and Bacon Series Engineering.
Boston, 1983.
3. GORDON MASKEW FAIR.
Water and Wastewater Engineering Volume 2
John Wiley and Sons, Inc.
New York, 1968.
4. MET CALF & EDDY, Inc.
Wastewater Engineering
McGraw-Hill Book Company
New York , 1972.
5. STREETER, V.L.
Fluid Mechanics, 8th. Edition
Intenational Student Edition
McGraw-Hill International Book Company
Tokyo, 1985.

LAMPIRAN: L.

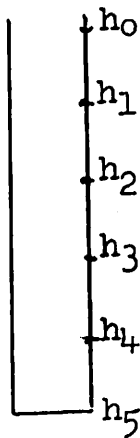
HASIL PERCOBAAN I.

Bahan : lumpur ex Bengawan Solo

Konsentrasi : \pm 2500 mgr/lt

Densitas : 2,0800 gr/cc (kering)

Besar partikel : rata2 lolos dengan saringan 200 mesh.



Gambar: 4, Kolom pengendap.

Keterangan gambar.

h_0 = ketinggian permukaan sampai dasar = 35,5 cm

h_1 = 28,4 cm

h_2 = 21,35 cm

h_3 = 14,2 cm

h_4 = 7,1 cm

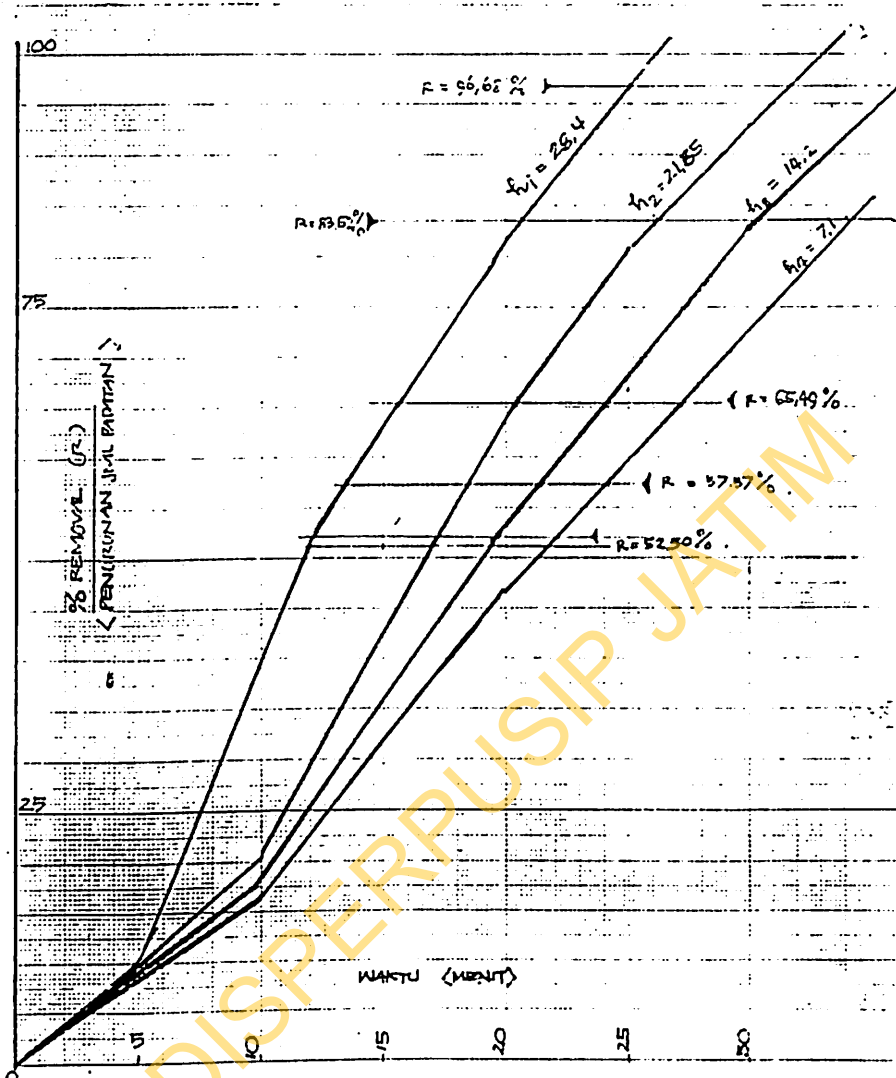
h_5 = 0 cm

Pengamatan terhadap penurunan padatan yang tidak larut (% Removal) pada ketinggian (h) dan waktu (t) tampak pada tabel: 2.

Tabel : 2. ... % Penurunan padatan yang tidak larut terhadap ketinggian dan waktu.

Ketinggian (cm)	Waktu (menit)					
	$\frac{t_1}{5}$	$\frac{t_2}{10}$	$\frac{t_3}{15}$	$\frac{t_4}{20}$	$\frac{t_5}{25}$	$\frac{t_6}{30}$
h_1	10,30	41,19	65,49	83,52	96,68	-
h_2	9,50	20,87	42,16	63,44	80,83	92,71
h_3	8,75	17,90	37,41	52,30	66,67	82,51
h_4	8	16,35	32,02	46,67	59,69	79,02

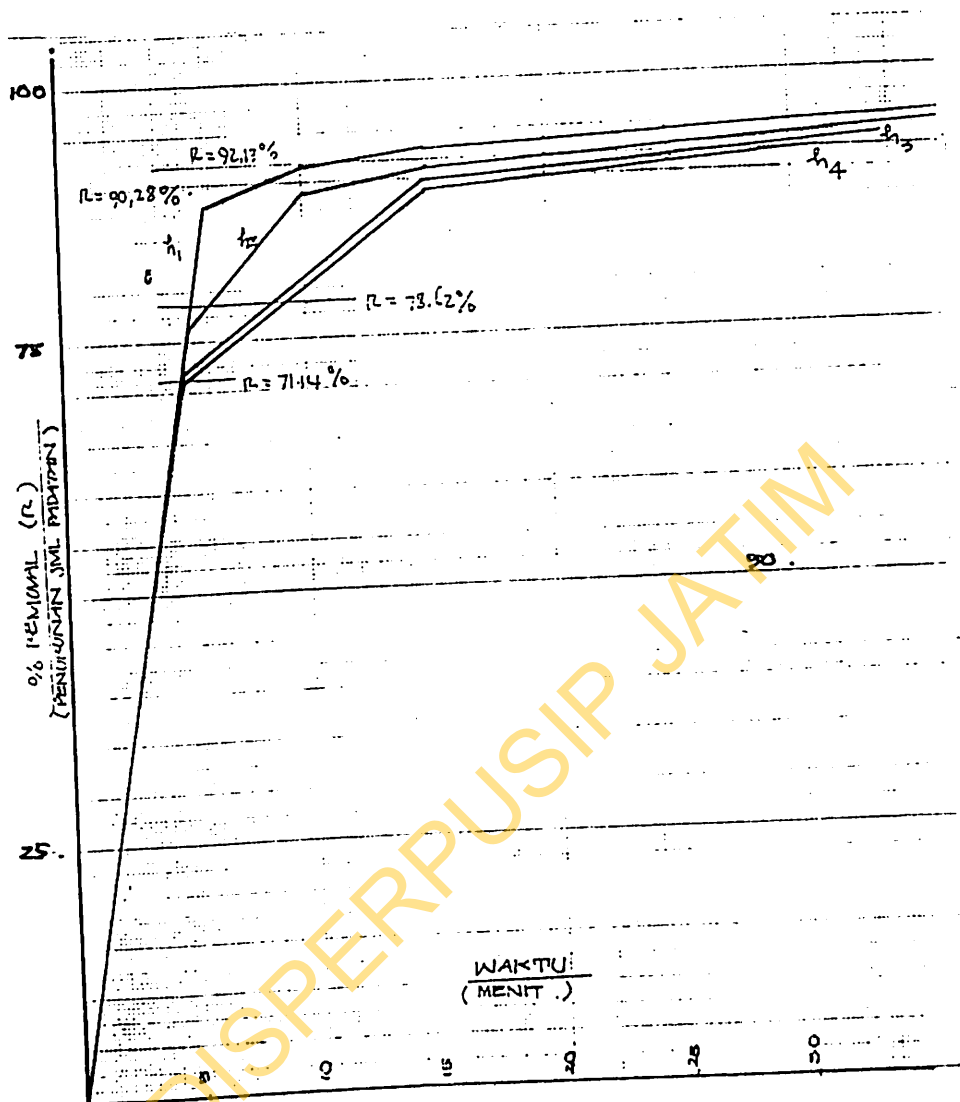
Dari tabel 2 tersebut diatas kemudian dibuat grafik antara % Removal dengan waktu terhadap masing-masing ketinggian.



Gambar : LP₁-1 Grafik analisa kecepatan pengendapan.

Tabel : LP₁ Korolasi t dan h terhadap % penurunan (Removal).

% R		Korelasi t (menit) dengan h (cm).				
R ₂ = 98,68	t (menit)	25	31,70	36,30	-	-
	h (cm)	28,40	21,35	14,2	-	-
R ₃ = 83,52	t	20,6	26,16	15	16	18
	h	28,4	21,35	35,45	33,44	30,90
R ₄ = 65,49	t	15	15,60	20,4	24,16	27,30
	h	28,30	28,40	21,35	14,20	7,10
R ₅ = 57,37	t	13,68	15	18,42	21,60	24,20
	h	28,4	26,435	21,35	14,20	7,10
R ₆ = 52,30	t	12,2	15	17,3	20	22,12
	h	28,4	24,73	21,35	14,20	7,10



Gambar : LP-₁-2 Grafik untuk memperoleh harga % Removal terhadap ketinggian dan waktu yang direncanakan

Dari gambar tersebut diatas, dengan menggeser-geserkan garis operasi kearah horizontal.

Maka dipilih : t (waktu) = 26 menit

h₅ 'tinggi) = 35,5 cm.

$$\frac{\Delta h_n}{h_5} \times \left(\frac{R_n + R_{nt1}}{2} \right) = \% \text{ Removal.}$$

n	Δh_n	$\frac{\Delta h_n}{h_5} \times \left(\frac{R_n + R_{nt1}}{2} \right) =$	% Removal
1	7,70	$\frac{7,70}{95,50} \times \left(\frac{100 + 96,68}{2} \right) =$	21,33 %
2	6,0	$\frac{6,0}{35,50} \times \left(\frac{96,68 + 83,52}{2} \right) =$	15,23 %
3	12,0	$\frac{12,0}{35,50} \times \left(\frac{83,52 + 65,49}{2} \right) =$	25,18 %
4	5,8	$\frac{9,80}{35,50} \times \left(\frac{65,49 + 57,97}{2} \right) =$	16,96 %
		_____ + _____ +	
		$\frac{\Delta h_n}{h_5} = 1$	$\Sigma R = 78,70 \%$

Dengan demikian dengan $h = 35,50$ cm dan waktu (t). 26 menit,

% penurunan / Padatan yang tidak larut adalah 78,70 %

* Kecepatan pengendapan pada $h = 35,50$ dan dan $t = 26$ menit =

1,37 cm/menit

* Bagian terdalam = (BD) = AD sin 30

= $35,50 \times \frac{1}{2} = 17,75$ cm

$$* \text{ Zoner I} = \sqrt{(35,5)^2 - (17,75)^2} = 30,74$$

$$* \text{ Panjang total} = 2\frac{1}{2} \times \text{ Zoner I}$$

$$2\frac{1}{2} \times 30,74 = 76,85 \text{ cm}$$

$$* \text{ Debit terpasang} = 1110 \text{ cc/ menit}$$

$$* \text{ Waktu tinggal} = 26 \text{ menit} \approx \text{ waktu pengendapan.}$$

$$* \text{ Volume teoritis} = \frac{1110 \text{ cc}}{\text{menit}} \times 26 \text{ menit} = 28,86 \text{ liter}$$

$$* \text{ Total teoritis} = \frac{28,860}{(76,85) (0,5) (8,875)} = 21,155 \text{ cm}$$

$$* \text{ Faktor pengaman} = 40 \%$$

$$\text{Vol. bak} = 1,4 \times 28,86 = 40,40 \text{ liter}$$

$$* \text{ Pertambahan volume} = 28,86 - 40,40 = 11,54 \text{ liter}$$

$$* \text{ Pertambahan tinggi} = \frac{11,540}{(76,85) (42,35)} = 3,55 \text{ cm}$$

$$* \text{ Tinggi permukaan dan yang didalam} = 17,75 + 3,55 = 21,30 \text{ cm}$$

$$* \text{ Tinggi adjustable weir, maximum} = 3,55 \text{ cm}$$

HASIL PERCOBAAN II.

Bahan = Light carbonat ex Madiun

Konsentrasi \pm 2500 mgr/lt

Densitas = 2,6771 gr/cc (dasar kering)

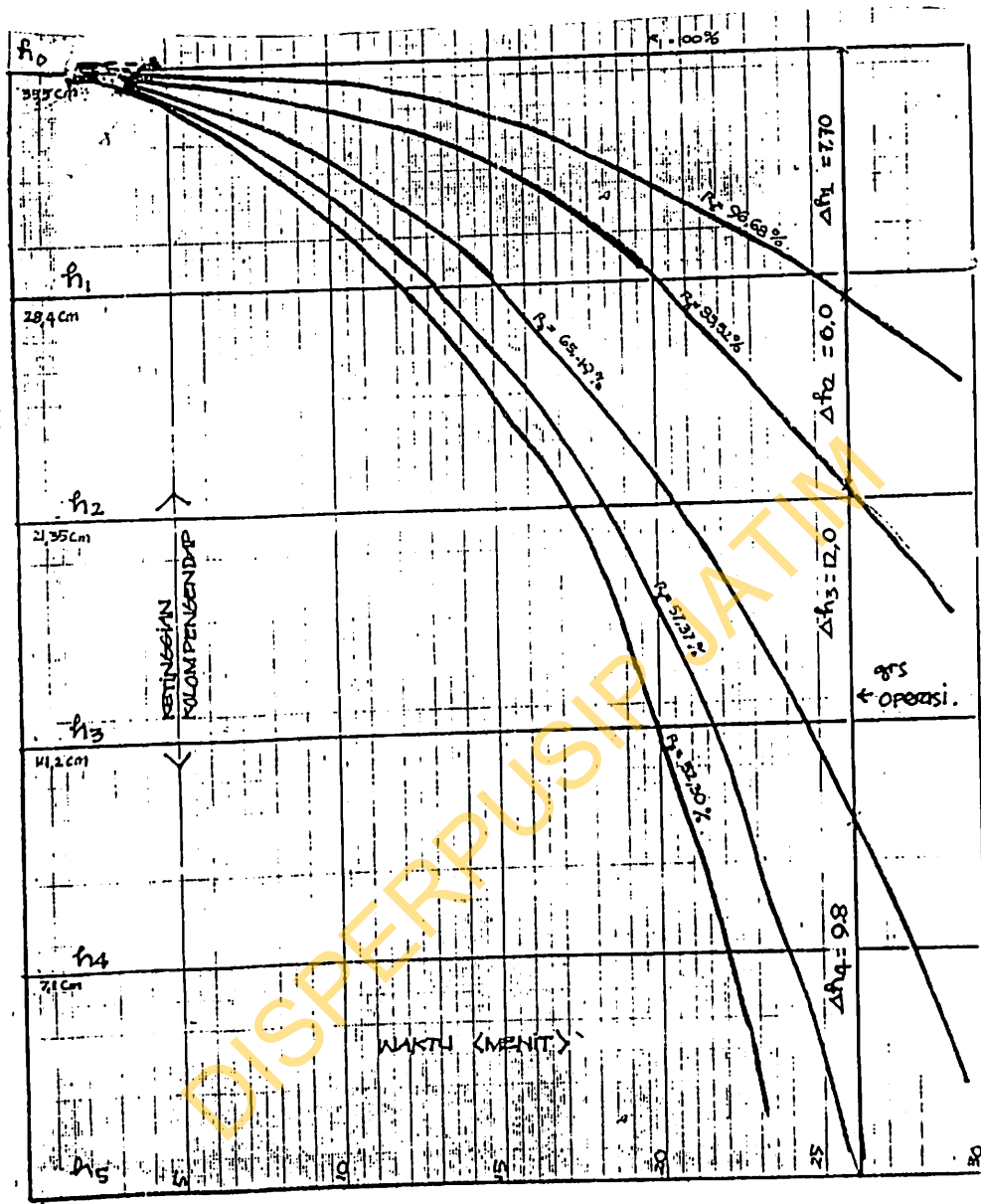
Besar partikel : rata-rata lolos dengan saringan 200 mesh

Lain-lain : kolom uji pengendap seperti pada Percobaan I

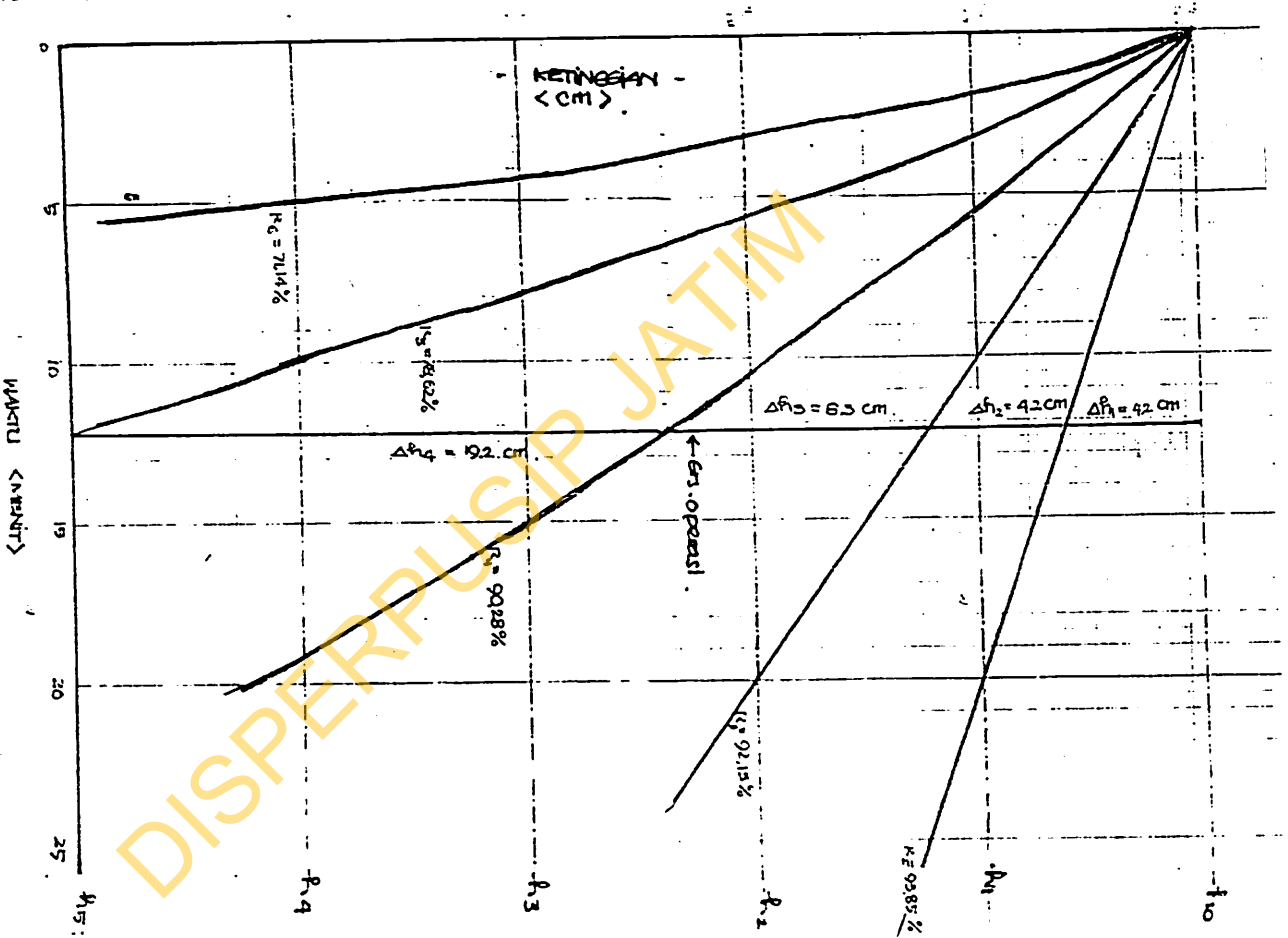
Tabel: 3. % Penurunan jumlah padatan yang tidak larut.

Ketinggian	Waktu (menit)					
	$\frac{t_1}{5}$	$\frac{t_2}{10}$	$\frac{t_3}{15}$	$\frac{t_4}{15}$	$\frac{t_5}{25}$	$\frac{t_6}{30}$
h_1	88,06	91,74	93,19	93,85	94,27	-
h_2	76,87	89,23	91,18	92,15	92,75	-
h_3	72,11	80,40	90,28	91,07	91,67	-
h_4	71,14	78,62	89,54	90,88	-	-

Selanjutnya dari tabel 3 tersebut diatas buat grafik antara % Removal Vs. waktu.



Gambar LP₂-1 Grafik analisa kecepatan pengendapan.



Gambar: LP 2-2: Grafik untuk memperoleh harga % Removal terhadap ketinggian dan waktu yang direncanakan.

Dengan menggeser-geser garis operasi ke arah horizontal
dipilih :

$$\text{Waktu (t)} = 12,2 \text{ menit}$$

$$\text{ketinggian (h}_5\text{)} = 35,5 \text{ cm}$$

$$\frac{\Delta h_n}{h_5} \times \left(\frac{R_n + R_{nt1}}{2} \right) = \% \text{ Removal.}$$

n	Δh_n	$\frac{\Delta h_n}{h_5} \times \left(\frac{R_n + R_{nt1}}{2} \right) = \% \text{ Removal.}$
1	4,2	$\frac{4,2}{85,5} \times \left(\frac{100 + 93,85}{2} \right) = 11,47 \%$
2	4,2	$\frac{4,2}{85,5} \times \left(\frac{93,85 + 92,13}{2} \right) = 11,00 \%$
3	8,3	$\frac{8,3}{85,5} \times \left(\frac{92,13 + 90,28}{2} \right) = 21,32 \%$
4	19,2	$\frac{19,2}{35,5} \times \left(\frac{90,28 + 75,62}{2} \right) = 44,86 \%$
		R = 89,65 %

* Kecepatan pengendapan pada: h = 35,5 dengan t = 12,2 menit
adalah = 2,91 cm/menit dan mampu menurunkan jumlah padatan
yang tidak larut sebesar 89,65 %.

* Bagian terdalam teoritis = (BD) = AD sin 30
= 35,50 x 0,5 = 17,75 cm

* Zoner I . $\sqrt{(35,5)^2 - (17,75)^2} = 30,74$ cm

* Panjang total = $2\frac{1}{2}$ x zoner I = 76,85 cm.

* Debit terpasang = 1200 cc/menit

* Waktu tinggal = 12,20 menit (sama dengan waktu pengendapan)

* Volume teoritis = 1200 x 12,20 = 14,640 liter

* Total teoritis = $\frac{14640}{(76,85)(0,5)(17,75)} = 21,46$ cm

* Faktor pengaman = 40 %

Vol. Bak = 1,4 x 21,46 = 30,044 liter

* Pertambahan volume = 8,585 liter

* Pertambahan tinggi = $\frac{8,584}{(76,85)(21,46)} = 5,205$ cm

* Tinggi penambahan air yang terdalam =
17,75 + 5,205 = 22,955 cm.