PENURUNAN KADAR TOC DAN "SUSPENDED SOLID" PADA AIR LIMBAH INDUSTRI KERTAS DENGAN PROSES KOAGULASI DAN FLOTASI

Oleh :

*Siti Agustina, Emmy Ratnawati *)*

Abstract

The Waste Water of paper industries normally contains suspended solid particleswhich have specific gravity lower than specific gravity of water, therefore in the waste water treatment needs flotation treatment to remove the suspended solid. Research on treatment of waste water of paper industry (pH = 7.35, TOC = 331,7 mg/l and SS = 796 mg/l) has been done by using coagulation followed by flotation.

The Waste Water of paper industry is treated by using Fe Cl_3, 6H2O and $Al_2(SO_4)_3$ $18H_2O$ as a coagulant, NaOH as neutralizing agent, and three kinds of polymer (cationic, non ionic and anionic) as a flocculant . The optimum dosage for the best result is $Al_2(SO_4)_3$ $18H_2O$ 300 mg/l, NaOH 100 mg/l, and anionic polymer A-2022 5 mg/l. The final result is decreasing of TOC value from 331,7 mg/l to 38,4 mg/l and SS from 796 mg/l to 5 mg/l.

I. PENDAHULUAN

Pada Proses pengolahan limbah dan limbah dan industri, sebelum diketahui jenis atau cara pengolahannya dilakukan dahulu analisa limbah di laboratorium. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari limbah, sehingga berdasarkan data hasil analisa dapat ditentukan tahap-tahap proses pengolahan limbah yang akan dilakukan. Salah satu proses pengolahan untuk limbah yang mempunyai karakteristik berat jenis partikel "Suspended Solid" lebih kecil dari pada berat jenis air adalah cara koagulasi dan flotasi. Air limbah dari industri kertas umumnya mengandung polutan berupa partikel "Suspended Solid" yang mempunyai sifat seperti tersebut di atas. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah secara koagulasi dan flotasi dengan mengambil sampel dari air limbah salah satu industri kertas di Cileungsi – Bogor dengan menggunakan dua macam koagulan dan tiga macam polimer sebagai variabel. Proses koagulasi dan flotasi ini dilakukan baik secara "batch" dengan menggunakan "Jar Test" dan "Bomb Test" maupun secara kontinyu.

**) Staf Peneliti*
Balai Penelitian Pupuk dan Petrokimia
Balai Besar Industri Kimia

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Proses Koagulasi

Secara umum, partikel halus yang tersuspensi dalam air limbah sulit untuk dipisahkan. Maka perlu ditambahkan bahan kimia sehingga antar partikel-partikel akan menyatu dan akan lebih mudah untuk dipisahkan. Bahan kimia tersebut adalah koagulan, diantaranya $Al_2(SO_4)_3$ $18H_2O$, PAC , $FeSO_4.8\ H_2O$ dan sebagainya. Bahan-bahan ini berfungsi untuk menggumpalkan partikel - partikel halus

dalam air limbah. Pada penambahan koagulan diperlukan pengadukan dengan kecepatan tinggi, sehingga partikel-partikel akan saling berdekatan, saling berikatan dengan daya tarik elektrostatik. Pada setiap koagulan, kecepatran reaksinya tidak sama tergantung pada pH air limbah yang ada. Untuk mengatur pH air limbah tersebut diperlukan larutan basa atau larutan asam, sedangkan untuk memperbesar floc, diperlukan polimer (high molecular coagulant). Pada penambahan polimer diperlukan pengadukan dengan kecepatan sedang sehingga terbentuk floc-floc yang besar, karena bila pengadukannya terlalu tinggi dapat memecahkan floc-floc yang terbentuk. Efisiensi koagulasi ber-variasi tergantung pada jumlah koagulan yang ditambahkan, pH dari sistem, ion yang terdapat dalam sistem dan faktor lain. Untuk mencapai kondisi yang baik (optimum) dapat dilakukan dengan alat Jar Test.

II.2. Proses Flotasi

Proses ini untuk memisahkan partikel SS yang terdapat dalam air limbah dengan penambahan tekanan udara sehingga partikel SS akan terapung dan dapat dipisahkan dengan air. Untuk proses flotasi secara batch kita menggunakan alat Bomb Test. Variabel yang penting dalam pengukuran flotasi adalah :

$$* \text{ Kecepatan flotasi} = \frac{\text{Tinggi cairan yang sudah jernih}}{\text{Waktu}}$$

Dimana :
- Kecepatan flotasi dinyatakan dalam m/jam.
- Ketinggian cairan yang jernih dalam mm.
- Waktu dalam detik.

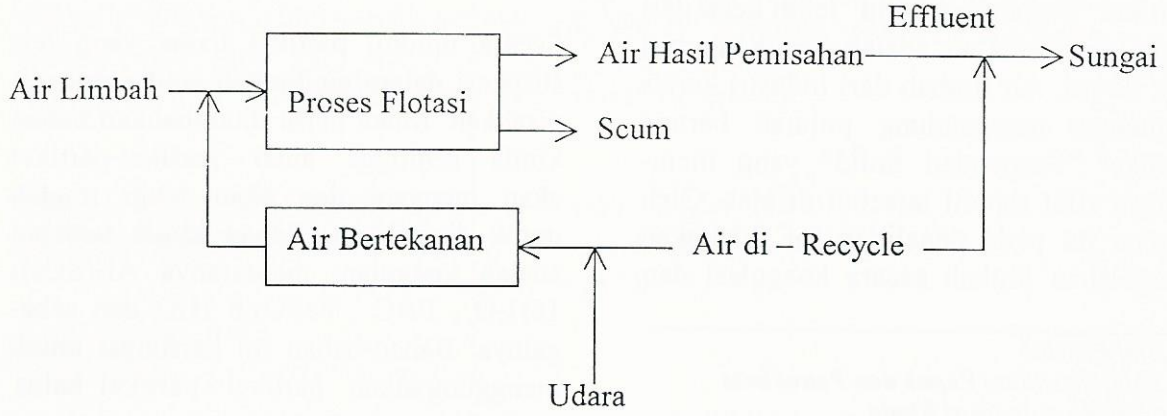
$$* \text{ Volume floc (\%)} = \frac{\text{Tinggi floc}}{\text{Tinggi floc + tinggi air jernih}} \times 100\%$$

* Stabilitas floc

Proses flotasi dapat dibagi dalam 3 jenis sistem, yaitu :

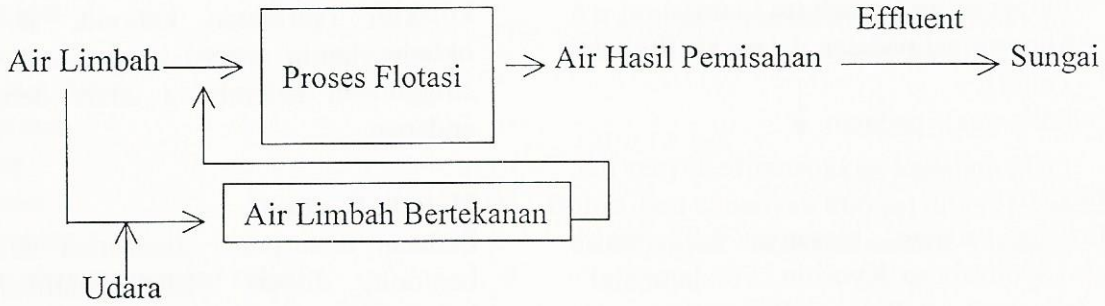
1). Sistem Recycle

Sistem ini dapat digunakan pada semua air limbah dan setelah terjadi pemisahan antara suspended solid dan cairan sebagian air direcycle kembali. Banyak air direcycle sesuai dengan kriteria air limbah yang ada.



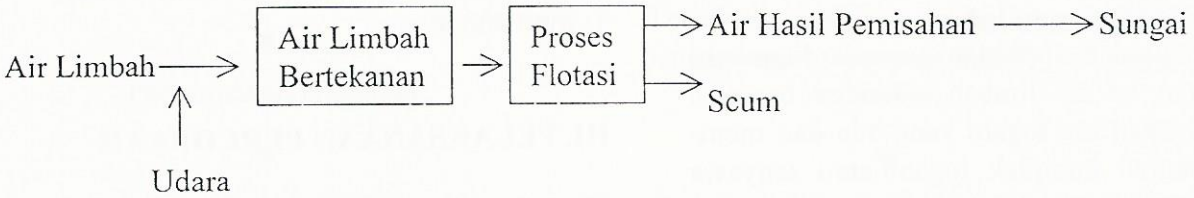
2). Sistem Jalur Sebagian

Sistem ini digunakan untuk air limbah yang mempunyai jenis floc yang kuat dan tidak mudah terurai, jika ditambahkan zat kimia tertentu (polimer yang berjenis molekuler tinggi). Tekanan udara yang diberikan sesuai dengan kondisi operasi proses flotasi yang dilakukan.



3). Sistem Satu Jalur

Sistem ini digunakan untuk air limbah yang mempunyai sifat Floc yang kuat dan tidak mudah terurai, jika ditambahkan zat kimia (polimer yang berjenis molekuler tinggi).



Terdapat 4 Jenis proses Flotasi, yaitu :

a. Flotasi pada alat pemisahan minyak (oil separator).
b. Flotasi dengan tekanan udara
c. Flotasi dengan udara yang didispersikan
d. Flotasi elektrolik

a). Flotasi pada alat pemisah minyak (oil Separator). Prinsip alat ini berdasarkan perbedaan berat jenis antara minyak dan air.

Terdapat 3 standar secara internasional untuk alat pemisah minyak ini yaitu :

- API : Americal Petroleum Institute
- PPI : Parallel Plate Incerceptor
- CPI : Corrugated Plate Interceptor

b). Flotasi Bertekanan Udara.

Pada proses flotasi ini partikel suspended solid bercampur dengan udara membentuk suatu gelembung. Kecepatan mengapung dari partikel suspended solid dapat dihitung berdasarkan persamaan stoke's. Untuk ratio optimum gas-padatan dan karakteristik padatan yang terjadi tergantung pada jenis material yang ada. Ratio gas-padatan pada hukum Henry's sebagai berikut :

$$R = \frac{Gg - HP}{H(P-1)R}$$

$$Cs\ Q$$

Tabel 1. Perbandingan Standar alat pemisah minyak

Parameter	Satuan	Alat Pemisah Minyak API	Alat Pemisah Minyak PPI	Alat Pemisah Minyak CPI
Kecepatan rata-rata didalam tank	m/min	0,9	0,6	0,28
Kecepatan minyak jatuh	mm/det	0,9	0,2	0,2

Dimana :
Cg = Kelarutan udara (mg/l)
H = Konstanta (mg/l. atm)
P = Tekanan udara (atm)
R = Jumlah air bertekanan (m3/l)
Q = Flow rate air limbah (m3/jam)
Cs =Konsentrasi padatan dalam air limbah (mg/l).
R = Ratio gas – padatan.

Catatan :
Ratio gas-padatan, biasanya 0,02 atau lebih (Syouzaburo Kyushin, Fundamental of Industrial Pollution Prevention on Industrial Water Pollution Technology Part Two).

c). Flotasi dengan udara yang didispersikan

Proses flotasi ini biasanya digunakan pada industri pertambangan, terbagi atas 3 jenis, yaitu :

a. Pengapungan Ion.
Sejumlah surfaktan anionik ditambahkan ke air limbah sehingga bereaksi dengan ion logam yang ada dan membentuk komplek logam atau senyawa yang tidak larut, selanjutnya udara dimasukkan sebagai gelembung halus lewat lempengan berlubang sehingga senyawa logam akan naik ke permukaan. Xanthates (ROCSSK, R : alkyl), dialkyl dithiophosphat (RO)2 PSSK dan poliamin teralkilas digunakan sebagai surfaktan anionik.

b. Pengapungan Pengendapan
Ion logam berat diendapkan dengan zat pengendap dan endapan yang terbentuk dipisahkan dengan proses flotasi dispersi dengan menambahkan sebuah kolektor (surfaktan kationik seperti oktadecylamin acetat) yang membantu singgungan gelembung udara dengan endapan.

c. Metoda Bentonit.
Padatan tersuspensi diadsorbsi dalam bentonit, diikuti oleh penambahan kolektor untuk menurunkan berat jenis partikel dan dipisahkan dengan metoda flotasi udara terdispersi.

d. Flotasi Elektronik.
Proses ini terjadi pada elektrolisa dalam air, dimana padatan akan mengapung karena gas tersebut mengandung hidrogen dan sedikit oksigen. Contoh alat dari sistem flotasi elektrolitik adalah inert anode.

III. PELAKSANAAN PERCOBAAN

III.1. Bahan

- Air limbah dari industri kertas
- $FeCl_3\ 6H_2O$
- $Al_2(SO_4)_3$
- NaOH yang berfungsi sebagai penetral
- Polimer yang digunakan sebagai flokulan.

A - 2022
A - 2025 → Polimer anionik dari Shinco Floc

N - 1014
N - 1011 → Polimer ionik dari Shinco Floc

C - 6680
C - 6087 → Polimer kationik dari Shinco Floc

III.2. Peralatan

- Peralatan gelas
- Bomb test
- Jar test
- Magnetic stirrer
- Stop watch
- Blower
- pH meter
- TOC meter
- Alat analisa suspended solid.

III.3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan "Jar Test" untuk proses koagulasi dan "Bomb Test" untuk proses flotasi.

- Metode "Jar Test

Air Limbah
↓
Penambahan koagulan
↓
Penambahan NaOH
↓
Diaduk dengan kecepatan tinggi (120 – 150 rpm) selama 3 menit
↓
Penambahan polimer diaduk Dengan kecepatan rendah (30 rpm)

- Dilanjutkan dengan metoda "Bomb Test".

Air limbah + bahan kimia dimasukkan kedalam kolom gelas alat "bomb Test".
↓
Air recycle dimasukkan kedalam alat Bomb Test sebanyak 800 ml diberi tekanan sebanyak 4 kg/cm2 selama 3 menit
↓
Tutup valve gas keluar dan gas masuk dalam waktu bersamaan, agar air jernih.
↓
Buka valve tekanan udara yang telah bercampur dengan air recycle dialirkan ke kolom air limbah selama 2 atau 3 detik.
↓
Tutup valve tekanan air dan ukur waktu pengapungan sempurna dari "Floc" pada kolom.
↓
Ukur ketinggian "Scum" yang terbentuk dan ketinggian cairan yang terbentuk.
↓
Cek stabilitas "Floc" dengan "scrapper"
↓
Ambil air hasil flotasi dan dianalisa
↓
Ambil "scum" untuk dianalisa

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Percobaan.

Tabel 2. Hasil analisa air limbah

No.	Parameter	Hasil
1.	pH	7,35
2.	TOC (Total Organic Carbon)	331,7 mg/l
3.	Suspended Solid	796 mg/l

Tabel 3. Hasil proses koagulasi untuk pemilihan jenis koagulasi

No.	Air Limbah			Hasil Analisa Air	
	Dosis $FeCl_3$ $6H_2O$ (mg/l)	Dosis $Al_2(SO_4)_3$ $18H_2O$ (mg/l)	NaOH	pH	TOC
1.	100	-	35	7,02	58,9
2.	300	-	120	7,2	49,8
3.	500	-	180	7,1	45,5
4.	700	-	290	7,1	45,6
5.	-	100	25	7,0	56,5
6.	-	300	100	7,0	49,3
7.	-	500	175	7,0	46,3
8.	-	700	250	7,0	45,9

Tabel 4. Pemilihan jenis polimer pada proses koagulasi

No.	Dosis $Al_2(SO_4)_3$. $18H_2O$ (mg/l)	Dosis HaOH (mg/l)	Jenis dan Dosis Polimer (mg/l)	Kondisi Koagulasi
1.	300	100	A – 2022 1,0	O_1
2.	300	100	A – 2025 1,0	◇
3.	300	100	N – 1014 1,0	O
4.	300	100	N – 1011 1,0	◇
5.	300	100	C – 6680 1,0	X
6.	300	100	C – 6087 1,0	X

Keterangan :

A - 2022
A - 2025 — Polimer anionik dari Shinco Floc

N - 1014
N - 1011 — Polimer ionik dari Shinco Floc

C - 6680
C - 6087 — Polimer kationik dari Shinco Floc

Tabel 5. Pemilihan dosis polimer (A-2022) pada proses koagulasi

No.	Dosis $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ (mg/l)	Dosis NaOH (mg/l)	Dosis Polimer	Kondisi Koagulasi	pH Air Hasil Olahan
1.	300	100	0,5	O	7,2
2.	300	100	1,0	O_1	7,2
3.	300	100	1,5	O_2	7,1
4.	300	100	2,0	O_2	7,1

Tabel 6. Hasil proses flotasi

No	Dosis $Al_2(SO_4)_3$ $18H_2O$ (mg/l)	Dosis NaOH (mg/l)	Dosis Polimer A-2-22 (mg/l)	Recycle (%)	Rising Rate	Vol. Vloc	Stabi-litas Floc.	Hasil Analisa Air Olahan		
								PH	SS	TOC
1.	300	100	0,5	30	60	5,4	0	7,0	5	38,4
2.	500	1750	0,5	30	60	5,4	0	7,1	0	34,3

Keterangan :

O : Floc bagus

O1 : Bagus sekali

O2 : Floc sedang

◇ : Floc jelek

X : Floc jelek sekali

IV.2. PEMBAHASAN

Berdasarkan pemilihan jenis koagulasi antara $FeCl_3$ $6H_2O$ dan $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ pada Tabel 3 dilihat bahwa nilai penurunan TOC menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu besar. Bila dilihat dari nilai ekonomisnya $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ lebih murah dibanding dengan menggunakan $FeCl_3$ $6H_2O$ [harga 1 kg $Al_2(SO_4)_3$ = Rp.1.500,- dan harga 1 kg $FeCl_3$ $6H_2O$ = Rp. 3.000,-], oleh karena itu untuk proses selanjutnya digunakan $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$. Dari Tabel 4 dan 5 dapat dilihat bahwa pemilihan jenis dan dosis polimer akan berpengaruh pada keadaan floc yang akan terbentuk, sehingga akan stabil pada proses flotasi. Jenis polimer yang dipilih adalah A-2022 yaitu polimer dari Shinco floc jenis anionik dengan dosis optimum sebesar 0,5 mg/l. Setelah proses koagulasi selesai dilanjutkan dengan proses flotasi dilakukan dengan membandingkan dosis $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ yaitu 500 mg/l untuk mengetahui kecepatan flotasi, volume vloc dan stabilitas floc. Dari hasil analisa air limbah hasil percobaan terlihat pada Tabel 6 bahwa nilai TOC turun sampai 38,4 mg/l dan kadar suspended solid = 5 mg/l. Ini terjadi setelah ditambahkan $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ sebanyak 300 mg/l dan NaOH sebanyak 100 mg/l sebagai penetral sehingga pH = 7 serta polimer 0,5 mg/l. Kondisi pada saat proses flotasi adalah sebagai berikut :

- Recycle = 30 %
- Kecepatan flotasi = 60 m/jam
- Volume floc = 5,4 ml
- Stabilitas = bagus

Dari hasil analisa di atas, maka air limbah dari proses flotasi dapat langsung dibuang ke badan air, karena sudah tidak berbahaya bagi lingkungan.

V. KESIMPULAN

1. Penurunan kadar suspended solid dalam air limbah yang mempunyai sifat specific gravity lebih kecil dari pada air, dapat dilakukan dengan proses flotasi. Selain menurunkan suspended solid proses ini juga dapat untuk menurunkan nilai TOC di dalam air limbah.

2. Berdasarkan hasil percobaan di dapat hasil pada tabel sebagai berikut :

Kondisi percobaan yang terbaik pada penelitian dan jumlah bahan kimia yang ditambahkan untuk mencapai proses optimum adalah sebagai berikut :

a. Proses Koagulasi.

- Dosis $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ = 300 mg/l
- Dosis NaOH = 100 mg/l
- Jenis polimer = Anionik (A-2022)
- Dosis polimer = 0,5 mg/l

b. Proses Flotasi.

- Recycle = 30 %
- Kecepatan flotasi = 60 m/jam
- Volume floc = 5,4 ml
- Stabilitas floc = bagus

No.	Parameter	Air Limbah	Air Hasil Olahan (Effluent)
1.	pH	7,35	7,0
2.	TOC	331,7 mg/l	38,4 mg/l
3.	Suspended Solid	796 mg/l	5 mg/l

DAFTAR PUSTAKA

1. Syouzaburou Kyushin, Fundamental of Industrial Pollution Prevention on Industrial Water Pollution Prevention Technology Part Two, Training in Pollution Prevention Technology, Ministry of Industry and JICA.
2. Japan Environmental Management Association for Indusrty, Industrial Pollution Control, General Review and Practice in Japan – Air and Water –Revised, Brainwork Inc, Tokyo, Japan, 1985.
3. Met Claf & Eddy, Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse, Mc. Graw – Hill, Inc, 1991.

-----ooooo00000ooooo-----