

PEMURNIAN LIMBAH ASAM SITRAT DENGAN PROSES KALSIKASI UNTUK MENDAPATKAN GIPSUM

Oleh -

*Ir. Sumingkrat *)
Ir. Theresia Elly Witasari*

Abstract.

Sludge from citric acid industry can be purified to be gypsum. Purification was done by calcination process at the condition 1 atm pressure and 110 °C of temperature to get calcium sulphate hemihydrat or Plester de Paris. Calcium sulphate specification that we got are grew color, hygroscopic, unsoluble in water, unflammable, and will be hard if mixed with water.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri asam sitrat meningkat dengan pesat setiap tahun sehingga perlu dilakukan upaya mencegah, menanggulangi dan memanfaatkan limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut. Limbah padat industri asam sitrat, biasanya mengandung senyawa organik yaitu sisasisa karbohidrat yang tidak dapat terfermentasi lagi dan senyawa organik yang berupa gipsum. Gipsum dari pemurnian limbah padat industri asam sitrat ini dapat dimanfaatkan sebagai Plester de Paris dibidang kedokteran, industri keramik dan konstruksi. Sedangkan limbah cairnya berupa campuran limbah cucian kalsium sitrat, air sisa proses pemurnian asam sitrat dan air cucian proses.

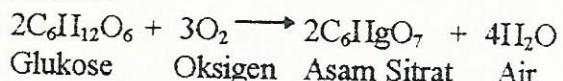
II. TINJAUAN PUSTAKA

**) Staf Peneliti
Balai Lit. Pupuk dan Petrokimia
Balai Besar Industri Kimia.*

A. INDUSTRI ASAM SITRAT

Bahan baku industri asam sitrat yaitu onggok, dedak, sekam dan mikroba. Sedangkan bahan penolongnya kapur H_2SO_4 , karbon aktif dan nutrisi untuk mikroba. Sebelum proses fermentasi, karbohidrat dihidrolisa menjadi senyawa glukose terlebih dahulu kemudian diinokulasi. Proses fermentasi berlangsung 10 - 14 hari dengan dialiri udara bersih dan suhu dijaga 28 - 30 °C.

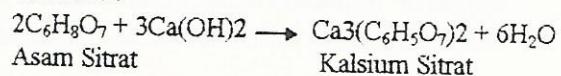
Reaksi :



Hasil fermentasi ditambah air dan di ekstraksi untuk pemisahan milesium jamur.

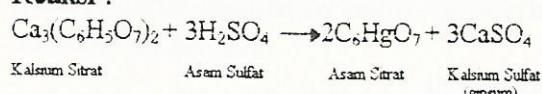
Larutan asam sitrat encer yang diperoleh dinetralkan dengan air kapur.

Reaksi :



Endapan kalsium sitrat yang terjadi disaring dan dicuci dengan air kemudian ditambah asam sulfat.

Reaksi :



Setelah dipisahkan dari kalsium sulfat, larutan asam sitrat ditambah karbon aktif untuk penghilangan warna dan bau, kemudian dipekatkan dan dikristalkan. Kristal yang diperoleh dikeringkan.

B. LIMBAH INDUSTRI ASAM SITRAT.

Limbah cair industri asam sitrat berasal dari campuran limbah cucian asam sitrat, air sisa proses penggaraman dan air cucian proses. Limbah padat terdiri dari dua macam yaitu padatan organik sisa proses ekstraksi berupa scrat-srat dari onggok -

yang tidak terfermentasi yang dapat dimanfaatkan untuk kompos dan padatan anorganik sisa proses asidulasi yaitu kalsium sulfat atau gipsum yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan industri kerajinan bahan bangunan dan bahan plester.

C. GIPSUM

Gipsum merupakan mineral kalsium sulfat terhidrasi, terdapat di alam dalam bentuk massif, kristal bening, butiran serat dan endapan. Secara umum batu-batuhan gipsum adalah mineral yang dalam keadaan murni biasanya berwarna putih sedikit kekuningan dan aslinya terdapat di dalam keadaan padat dan keras. Dalam keadaan tidak murni berwarna abu-abu, kuning, merah, jingga dan hitam tergantung dari mineral pengotornya seperti lumpur, pasir, karbonat atau oksida dari logam. Komposisi gipsum dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. : Komposisi Gipsum

		Komposisi (% berat)		
Nama	Rumus Molekul	CaO	SO ₃	H ₂ O
Anhidrat	CaSO ₄	41,2	58,8	
Gipsum	CaSO ₄ .2H ₂ O	32,6	46,5	20,9
Stucco	CaSO ₄ .1/2H ₂ O	38,6	55,2	6,2

Proses kalsinasi gipsum bertujuan mengurangi molekul air yang terkandung di dalam kalsium sulfat. Dalam perdagangan gipsum biasanya mengandung 90 % CaSO₄.2H₂O. Kalsinasi pada suhu rendah akan mengubah bentuk dihidrat (mengandung 2 molekul H₂O) menjadi hemihidrat (mengandung 0,5 molekul H₂O). Penambahan air pada senyawa ini akan mengembalikannya pada bentuk semula dan mengeras. Gipsum -

yang didapatkan, diperoleh kadar logamnya untuk mengetahui kandungan logam pada gipsum karena penggunaan gipsum dalam bidang kedokteran tidak boleh mengandung logam.

III. PELAKSANAAN DAN PERCOBAAN.

A. BAHAN DAN PERALATAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Limbah asam sitrat, sisa proses asidulasi berbentuk cairan dan endapan bentuk slurry dari PT. Budi Alam Kencana, Lampung.

2. Bahan Kimia.

- Aquadest
- EDTA
- HNO_3
- HCl
- Kertas saring
- NaOH

3. Peralatan

- Bak pencucian
- Bak sedimentasi
- Gelas piala

- Buchner
- Cawan penguap
- Corong pemisah 500 ml
- Labu ukur
- Pengaduk kaca
- Tabung reaksi

4. Alat Untuk Proses Kalsinasi

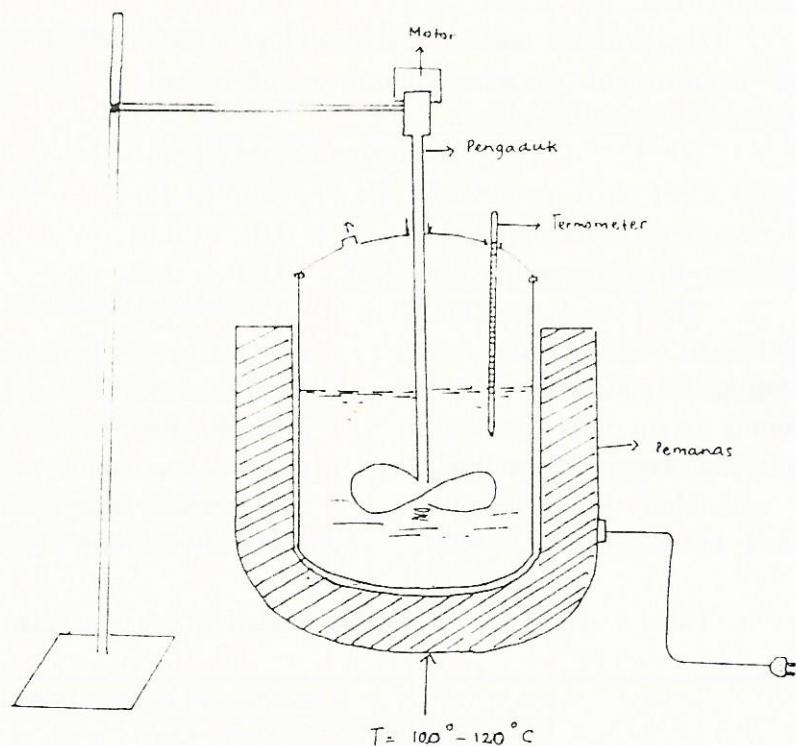
Spesifikasi alat :

- Bahan ketel : Stainless steel
- Tinggi ketel : 40 cm.
- Diameter ketel : 35 cm
- Type pengaduk : Blade

Peralatan lain yang disiapkan :

- Heating mantle
- Statif
- Klem
- Termometer $0^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$
- Motor.

Gambar



Dari analisa diperoleh kandungan logam padatan sebelum dan sesudah pencucian adalah berbeda. Hal ini kemungkinan karena adanya kontaminasi dengan perlatan proses pemurnian gipsum, air pencuci yang mengandung logam dan kandungan logam yang tidak merata pada limbah tersebut.

3. Proses kalsinasi dijaga pada kondisi yang telah ditentukan dan dijaga jangan sampai terjadi penguapan air kristal yang semakin banyak karena akan terbentuk gipsum anhidrat.

4. Setelah digiling dan diayak, diperoleh gipsum dengan karakteristik sebagai berikut :

- Warna gipsum biru keabu-abuan
- Tidak larut dalam air
- Akan mengepas bila dicampur dengan air
- Higroskopis
- Masih mengandung logam

5. Komposisi gipsum yang diperoleh :

- Kadar CaSO ₄ .2H ₂ O	: 36,67 %
- Kadar CaO	: 33,45 %
- Kadar MgO	: 29,88 %
- Kadar logam berat	: 0,000223%

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dari penelitian diperoleh informasi bahwa dari pemurnian limbah anorganik industri asam sitrat :

- Dapat menjaga kelestarian lingkungan
- Dapat digunakan sebagai substitusi impor gipsum.

- Mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi.

2. Hasil gipsum yang diperoleh belum memadai, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut khususnya jika akan dimanfaatkan dalam bidang kedokteran, karena gipsum yang digunakan dalam bidang kedokteran, tidak boleh mengandung logam berat.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Danny Soetrisnanto, Proses Pembuatan Asam Sitrat,

Didalam : Teknologi dan Ekonomi Industri Asam Sitrat, Semarang Diamond Chemical, Indonesia.

2. Gipsum, Didalam : Rancangan Pabrik Gips dari Air Kawah Ijen.

3. Murat M. and Foncantt M, 1977. Calcium Sulfate.

Didalam : International Symposium on Calcium Sulfate and Derived Materials.

4. Othmer, Kirk, 1992. Calcium Sulfate.

Didalam : Encyclopedia of Chemical Technology, fourth edition, John Wiley and Sons, New York.

5. Universitas Gajah Mada, 1979. Bahan Plaster Gips.

Didalam : Penggunaan Bahan Plaster dari Mineral Gips Indonesia untuk model cetakan gigi Lembaga Penelitian UGM, Yogyakarta.

-----oooooo00000ooooo-----

PENURUNAN KADAR NIKEL PADA LIMBAH INDUSTRI ELEKTROPLATING DENGAN METODE KOAGULASI DAN FILTRASI

Oleh :

*Emmy Ratnawati *)*

Siti Agustina

Abstract.

Heavy metal normally available in the waste water which come from the industrial or commercial activities, and has to be removed or reduced if the waste water is to be discharge or reuse. Research on treatment of waste water of Nickel Electroplating industry ($\text{pH} = 81$, Ni Content = 11,4 mg/l) has been done by using coagulant and followed by filtration. The Ni content of waste water is treated by using $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,5 % as a coagulant, NaOH 0,25 % as a neutralizing chemicals and three kinds of himolecular coagulants. The optimum dosage for the best result is $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 100 mg/l, NaOH 227 mg/l, anionic himolecular coagulant (polyacrylamide) 0,1 mg/l and optimum pH 10,8. The Nickel content of treated waste water can be reduced lower than 0,1 ppm.

I. PENDAHULUAN

Untuk mengetahui metode pengolahan limbah yang tepat harus diketahui terlebih dahulu sifat dan komposisi polutannya. Secara umum polutan yang ada dalam lim-

bah dibagi 3 tipe yaitu : Suspended Solid, Colloidal Substance dan Dissolved Substance. Ukuran ketiga jenis partikel tersebut terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. : Ukuran Partikel

Bentuk	Diameter Partikel			Referensi Ukuran
	(mm)	(M)	Unit	
Benda melayang terapung.	10	10^{-2}	1 cm	Pasir
	1	10^{-3}	1 mm	Pasir Kasar
	0,1	10^{-4}		Pasir halus
	0,01	10^{-5}		Lumpur
Koloid	0,001	10^{-6}	1 um	Bakteri Karbon Susu sapi Protein High Polymer Organik
	0,0001	10^{-7}		Bahan Pencelup terdispersi
Benda Terlarut	0,00001	10^{-8}		Low Polymer Organik
	0,000001	10^{-9}	1 nm	Bahan pencelup terlarut
	0,0000001	10^{-10}		Garam-garam anorganik

Sumber : 3

*) Staf Peneliti

Balai Penelitian Pupuk dan Petrokimia
Balai Besar Industri Kimia.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa ukuran partikel yang besar lebih mudah diproses, sedang partikel berukuran koloid

dan dissolved substances memerlukan perlakuan khusus untuk memisahkannya. Cara paling sederhana untuk memisahkan polutan dari air limbah adalah dengan pengendapan, apabila ukuran partikel polutan tidak lebih kecil dari 10^{-5} . Untuk polutan yang berukuran sangat kecil, partikel dapat digabungkan sehingga ukuran bertambah besar dengan penambahan koagulan. Cara ini disebut dengan koagulasi. Metode koagulasi digunakan untuk partikel berukuran $10^{-9} - 10^{-6}$ (koloid). Air limbah dari industri elektroplating mengandung logam berat antara lain Nikel. Dalam penelitian ini digunakan cara koagulasi dan filtrasi untuk mereduksi nikel yang ada dalam air limbah dengan menambahkan zat penetrat NaOH , koagulan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$,

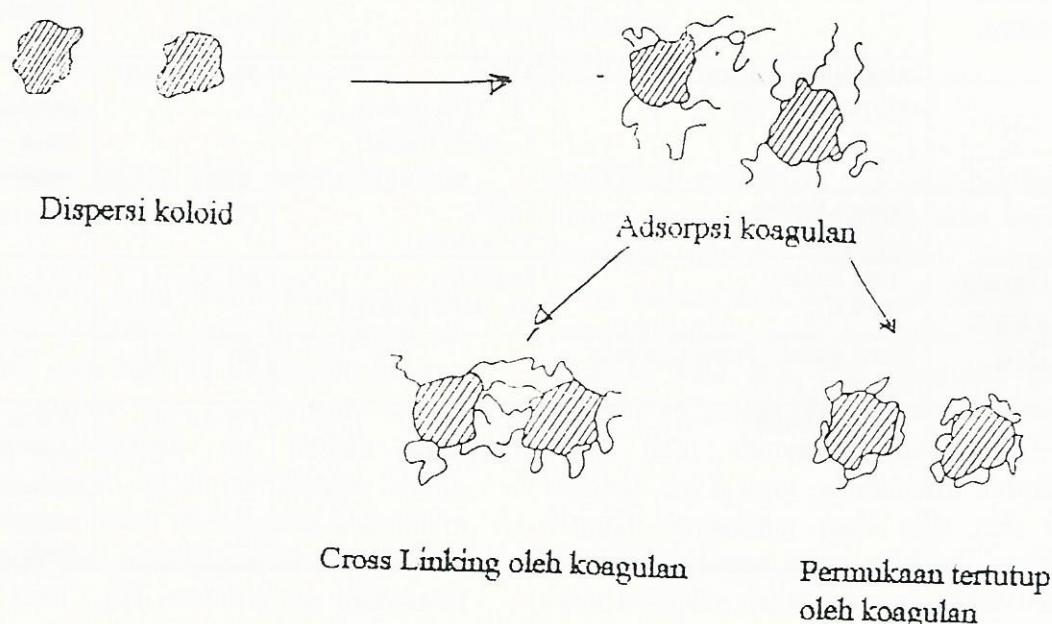
polimer koagulan sehingga didapatkan dosis dan kondisi optimum untuk mencapai kadar nikel yang dapat memenuhi standar (0,1 ppm).

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Mekanisme Koagulan

Partikel yang berbentuk koloid didalam air mempunyai muatan listrik pada permukaannya. Apabila kedalam air tersebut ditambahkan bahan kimia (koagulan) yang dapat menetralisir muatan listrik pada permukaan koloid, maka gaya tolak menolak antar partikel akan melemah, partikel akan saling bertemu dan bergabung membentuk floc.

Gambar 1. : Mekanisme Koagulasi



II.2. Koagulan (Anorganik)

Koagulan anorganik digunakan sebagai bahan tambahan untuk membuat proses koagulasi, karena bahan ini dapat menetralisasi muatan listrik permukaan partikel koloid, mengurangi besar muatannya dan mengurangi gaya tolak menolak antar partikel sehingga memudahkan berbentuknya kumpulan partikel. Koagulan anorganik yang banyak digunakan tertera pada tabel 2,

yang terdiri dari garam besi dan aluminium. Koagulan anorganik ini pada umumnya bersifat asam oleh karena itu dengan penambahan zat ini nilai pH akan turun. Penambahan alkali mutlak diperlukan untuk mempertahankan nilai pH agar pH tetap berada didaerah yang baik untuk proses koagulasi. Bahan alkali yang biasa digunakan adalah NaOH (padat atau cair), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (bubuk), CaO (padat), Na_2CO_3 (bubuk).

Tabel 2. : Koagulan Anorganik

	Nama/Nama Kimia	Konsentrasi	Daerah Koagulasi	Referensi
Garam-garam Aluminium.	Natrium Aluminate $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	55 % Al_2O_3 (solid) 45 % Na_2O	pH 6,0 - 85	
	Ammonia Alum $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot (\text{NH}_4)\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	Al_2O_3 11 % (solid)	pH 6,0 - 8,5	Pengaruhnya sangat baik jika digunakan dengan aluminium sulfate.
	Poly Aluminium Chloride $[\text{Al}_2(\text{OH})_n \text{Cl}_{16-n}]_m$	10 - 11 % (liquid) Al_2O_3	pH 6,0 - 8,5	Mempunyai pengaruh memisahkan komponen warna . Daerah variasi pH kecil.
Garam-garam Besi.	Aluminium Sulfate $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	Al_2O_3 14 - 22 % (solid) 8 - 8,5 % (liquid)	pH 6,5 - 8,0	Paling banyak digunakan. Biasa disebut juga dengan sulfate Band.
	Ferrous Sulfate $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	FeSO_4 55 % (solid)	pH 8,5 - 11	
	Ferric Sulfate $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 90 - 94 % (solid)	pH 3,5 - 11	
	Ferric Sulfate. Ferric Chloride $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{FeCl}_3$		pH 3,5 - 11	
	Ferric Chloride $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	FeCl_3 37 % (liquid)	pH 4,0 - 11	Warna besi akan terlihat pada air hasil olahan, jika cara penggunaannya tidak benar.

Sumber : 3.

II.3. Koagulan Polimer

Koagulan polimer bila ditambahkan dalam

limbah sedikit saja dapat memberi pengaruh koagulasi pada partikel koloid sehingga menghasilkan floc yang lebih besar

dan ikatan yang kuat sehingga memudahkan pengendapan floc. Dibandingkan dengan koagulan anorganik, koagulan polimer mempunyai beberapa kelebihan antara lain konsentrasi yang dibutuhkan rendah, waktu

yang dibutuhkan untuk mengolah lebih sedikit, jumlah sludge yang dihasilkan juga kecil. Jenis-jenis koagulan polimer terlihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. : Koagulan Polimer

Tipe	Contoh Bahan		
Tingkat Polimerisasi rendah	Anion	Sodium Alginate	
	Kation	Algin Resin Hydrochloride yang dapat terlarut dalam air.	
	Nonion	Polythio Urea Hydrochloride Polyethyleneimine Polyvinyl lain-lain Starch	
Tingkat Polimerisasi Tinggi	Dipolar Ion	Urea Resin yang dapat terlarut dalam air Gelatin	
	Anion	Polyacrylic Natrium Acrilate Garam Maleic Acid Copolymer	
	Kation	Polyacrylic Amide terhidrolisis sebagai Garam-garam terurai. Polypiridine Hydrochloride	
	Nanion	Polyacrylamide Polyoxyethylene	

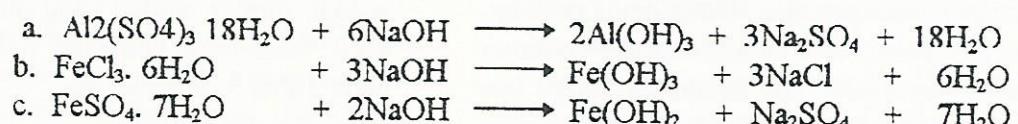
Sumber : 1.

II.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi Terbentuknya Koagulasi.

Efek koagulan yang ditambahkan terhadap terjadinya koagulasi yang baik sangat dipengaruhi oleh nilai pH air limbah. Sebagai contoh apabila kita tambahkan garam aluminium kedalam air limbah akan bereaksi dengan alkali membentuk aluminium dengan alkali membentuk aluminium hidroksida. Jika kandungan alkali dalam air limbah kecil (pH rendah) ion hidroksida yang ada tidak cukup untuk membentuk -

koagulasi, sebaliknya jika nilai pH limbah tinggi aluminium hidroksida akan berubah menjadi ion-ion aluminium hidroksida yang terlarut lagi dalam air limbah yang menyebabkan efek koagulasi menurun. Dengan kata lain efek koagulasi garam aluminium sangat dipengaruhi oleh tingkat daya larut aluminium hidroksida, dan tingkat daya larut aluminium hidroksida sangat bergantung pada nilai pH. Oleh karena itu harus dicari nilai pH optimum agar koagulan dapat bekerja dengan baik.

Reaksi antara koagulan-koagulan dan alkali (NaOH) adalah sebagai berikut :



Faktor lain yang mempengaruhi koagulasi adalah waktu dan kecepatan pengadukan serta dosis koagulan yang ditambahkan.

III. PELAKSANAAN PERCOBAAN

III.1. Bahan, Peralatan dan metoda.

a. Bahan

- Contoh air limbah dari air pencucian proses Nikel elektroplating.
- NaOH sebagai bahan penetrat
- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebagai koagulan
- Polimer anionik, kationik dan non-ionik sebagai berikut :

Tabel 4. : Jenis polimer yang digunakan

No.	Nama Produk	Nama Kimia	Berat Molekul	Keterangan
1.	Shinko Floc. A - 2022	Polyacrylamide	1.800×10^4	Jenis anionik
2.	Shinko Floc. A - 2025	Polyacrylamide	1.500×10^4	Jenis anionik
3.	Shinko Floc.N - 1011	Polyacrylamide	1.700×10^4	Jenis Nonionik
4.	Shinko Floc.N - 1014	Polyacrylamide	1.700×10^4	Jenis Nonionik
5.	Shinko Floc. C - 6080	Polyacrylate ester	350×10^4	Jenis Kationik
6.	Shinko Floc. C - 6087	Polyacrylate ester	400×10^4	Jenis Kationik

b. Peralatan.

Netralisasi :

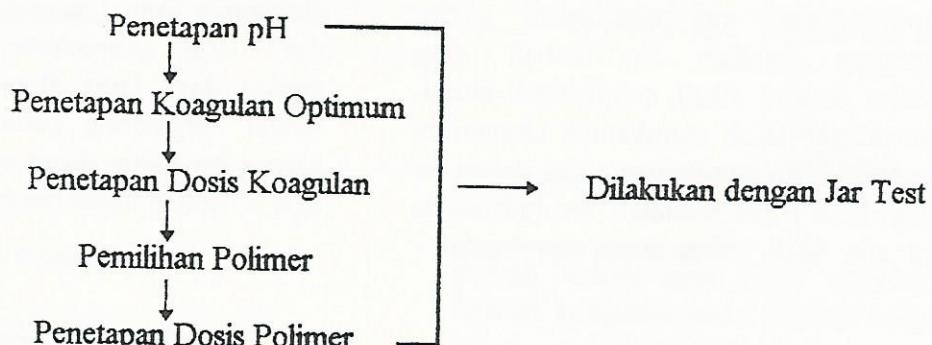
- pH meter
- Pipet volumetric
- Stirrer
- Beaker glass
- Buret
- Gelas Ukur
- Kertas saring advantec No.5A

Koagulasi :

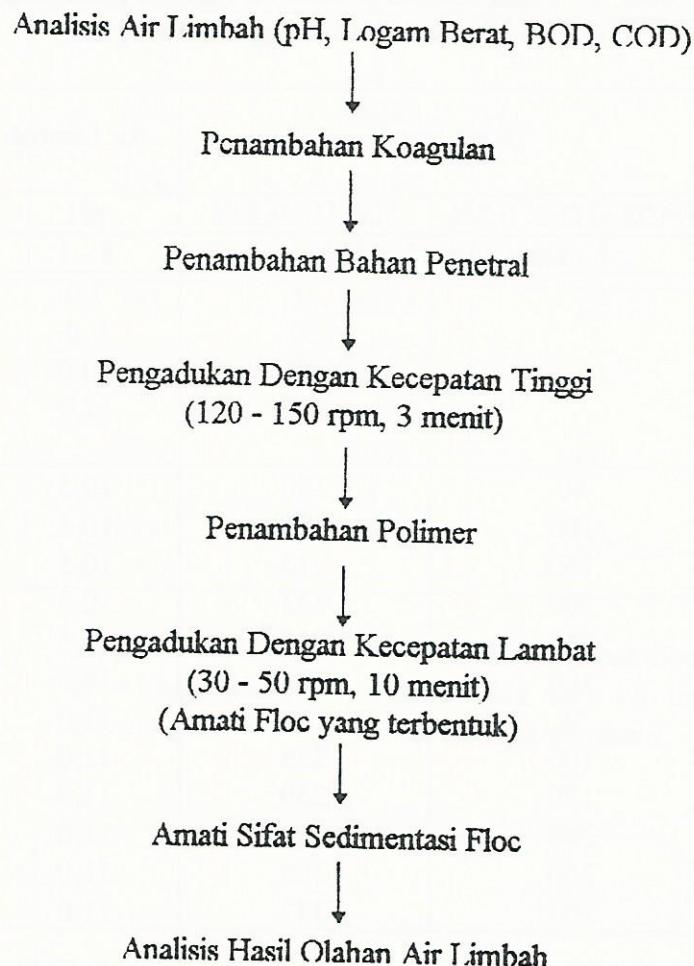
- Jar test
- Stop watch
- Analisis logam berat dengan AAS

c. Metode

Metoda pengolahan limbah dengan cara koagulasi sedimentasi sistem "batch" (jar test). Langkah-langkah kerja adalah sebagai berikut :



PROSEDUR "Jar - Test"



Mctoda Analisis :

- Penentuan pH menurut SNL 1441 - 85
- Analisis Ni dengan AAS.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Percobaan.

- a. Hasil analisis air limbah tercantum pada Tabel 4.

Tabel 5. : Hasil Analisis Air Limbah

No.	Parameter	H a s i l
1.	pH	8,1
2.	Ni (mg/l)	11,4
3.	BOD (mg/l)	< 10

b. Hasil dari Koagulasi

Tabel 6. : Hasil Analisa pH dan Ni Limbah Hasil Olahan dengan Penambahan Koagulan Anorganik

No.	Dosis (mg/l)			Air Limbah Hasil Olahan	
	FeCl ₃ .6H ₂ O. 0,5%		NaOH. 0,5 %	pH	Ni (mg/l)
	Kualitas	Air Limbah		8 - 1	11 - 4
1.			0	7,0	2,91
2.			20	9,0	2,73
3.			80	10,0	1,51
4.			196	11,0	0,091
5.	50	180	10,5	0,38	
6.	100	190	10,5	0,29	
7.	150	213	10,5	0,17	
8.	200	233	10,5	0,16	
9.	250	255	10,5	0,14	
10.	300	285	10,5	0,13	
11.	50	210	11,0	0,13	
12.	100	238	11,0	< 0,1	
13.	150	259	11,0	< 0,1	
14.	200	283	11,0	< 0,1	
15.	250	308	11,0	< 0,1	
16.	300	332	11,0	< 0,1	

Tabel 7. : Hasil Analisis pH dan Kondisi Koagulasi Limbah Hasil Olahan dengan Penambahan Koagulasi dan Polimer Anorganik

No.	Dosis (mg/l)			Kondisi Koagulasi	Air Limbah pH
	FeCl ₃ .6H ₂ O 0,25 %	NaOH 0,5 %	Polimer 0,0005 %		
1.	100	236	A - 2022 0,5	O ¹	11,0
2.	100	242	A - 2022 0,5	O ²	11,0
3.	100	230	N - 1011 0,5	X	11,0

No.	Dosis (mg/l)			Kondisi Koagulasi	Air Limbah pH
	FeCl ₃ .6H ₂ O 0,25 %	NaOH 0,5 %	Polimer 0,0005 %		
4.	100	233	N - 1014 0,5	O ²	11,0
5.	100	235	C - 6080 0,5	X	11,0
6.	100	233	C - 6087 0,5	^	11,0
7.	100	254	A. 2022 0,1	O ¹	11,0
8.	100	244	A. 2022 0,2	O ²	11,0
9.	100	232	A. 2022 0,3	O ²	11,0
10.	100	237	A. 2022	O ²	11,0

Keterangan :

O = Floc bagus

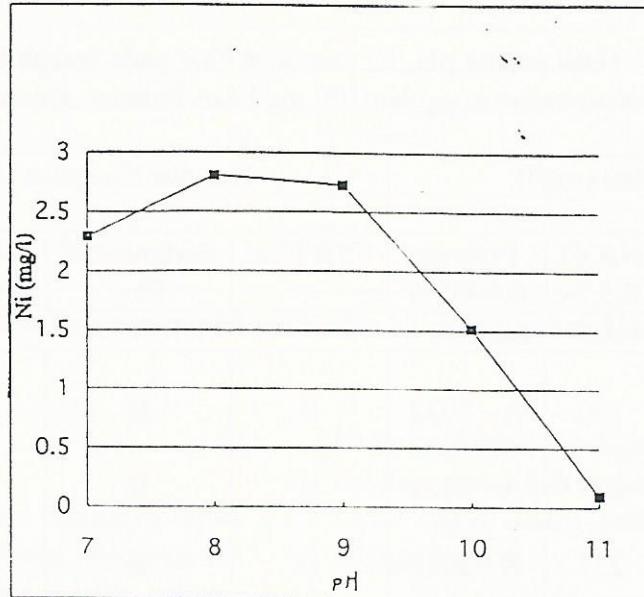
^ = Floc sedang

X = Floc Jelek

O¹ = bagus sekali

O² = bagus.

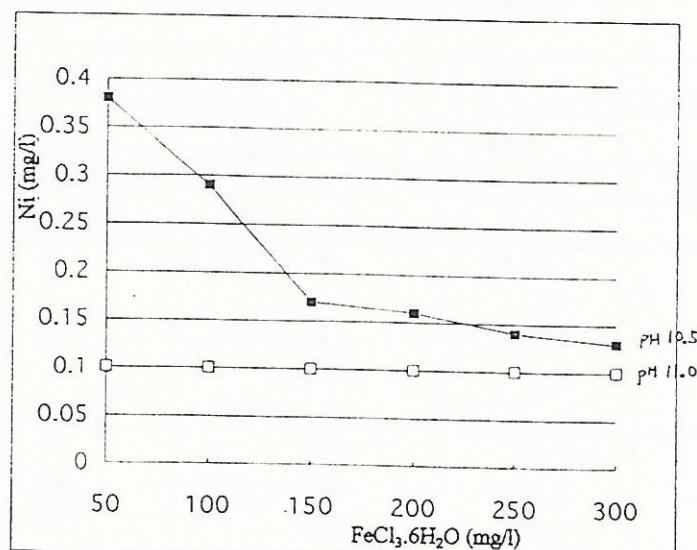
Dari Tabel 6, dapat dibuat grafik hubungan antara pH dan Ni limbah hasil olahan seperti pada gambar 1.



Gambar 2. : Hubungan antara pH dan kadar Ni pada limbah hasil olahan

Dari Tabel 5, dapat dibuat grafik hubungan antara $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan Ni pada limbah

hasil olahan seperti pada Gambar 5. dibawah ini.



Gambar 3. : Hubungan antara $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan kadar Ni pada limbah hasil olahan

Hasil pengamatan test koagulan sedimentasi terlihat pada Tabel 8

Tabel 8. : Hasil analisa pH, Ni dan Sifat Floc pada limbah hasil olahan dengan penambahan koagulan 100 mg/l dan Polimer Anionik 0,1 mg/l.

No	Disisis (mg/l)			Kondisi Koagulan			Limbah Olahan	
	FeCl3 0,25 %	NaOII 0,5 %	Polimer 0,0005%	Sifat Floc	Sedimentasi Floc	Volume Floc (%)	pII	Ni (mg/l)
	Kualitas	Air	Limbah					11,4
1.	100	190	A - 2022 0,1	B	B	10	10,5	0,35
2.	100	227	A - 2022 0,1	B	B	10	10,8	< 0,10 (0,008)
3.	100	257	A - 2022 0,1	B	B	10	11,0	< 0,10 (0,02)

Keterangan : Test no.2 adalah yang terbaik.

Penentuan sifat koagulasi atau kemampuan sedimentasi untuk proses koagulasi.

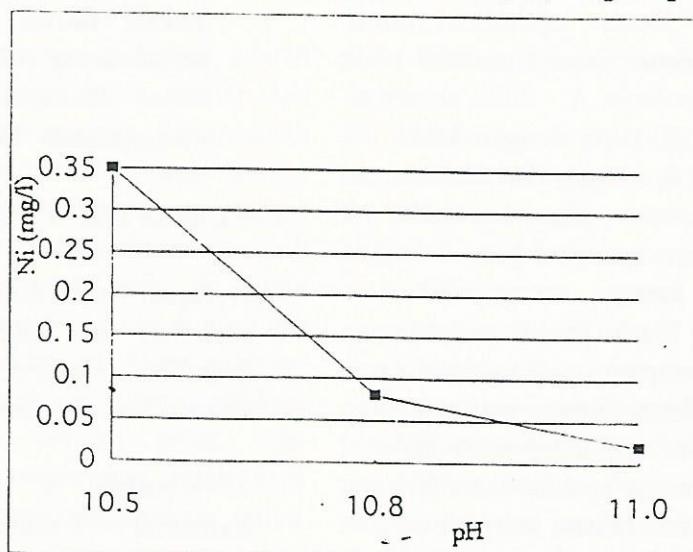
Tabel 9. : Sedimentasi

Ketentuan	Sifat Floc	Kemampuan /Kecepatan Sedimentasi Floc (Sedimentasi 90 % Floc)
A	Bagus Sekali	Kecepatan paling baik (< 1 menit)
B	Bagus	Cepat (1 - 2 menit)
C	Sedang	Kecepatan Sedang (> 2 - menit)
D	Jelek	Kecepatan Lambat (> 5 - 10 menit)
E	Jelek Sekali	Sangat Lambat (> 10 menit)

Kondisi pengadukan :
 - Cepat : 130 rpm selama 3 menit
 - Lambat : 30 rpm selama 10 menit

Dari Tabel 8, dapat dibuat grafik hubungan antara pH dan kadar Ni dengan enambah-

an FeCl₃ 6H₂O 100 mg/l dan Polimer A - 2022; 0,1 mg/l seperti pada gambar 3.



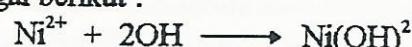
Gambar 4. : Hubungan antara pH dan Kadar Ni pada Limbah Hasil Olahan

IV.2. Pembahasan

Penurunan kadar Nikel ini ditujukan untuk memenuhi standar effluent berdasarkan peraturan di DKI Jakarta adalah sebagai berikut :

- pH : 6,0 - 9,0
- BOD : 75 mg/l
- Ni : 0,1 mg/l

Pada penelitian ini digunakan teknik sedimentasi metal hidroksida untuk mereduksi kadar Nikel dalam limbah dengan reaksi sebagai berikut :



Konstanta kelarutan produk (K_{sp}) dari Ni(OH)₂ pada 18 - 25 °C adalah $6,5 \times 10^{-16}$. Hidroksida yang digunakan adalah NaOH sedangkan koagulan FeCl₃.6H₂O.