

494

A. 494  
NO. DP / BPPI / BI. SB / 15 / 1981

NO: 86 / 3 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

**BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
SURABAYA**

**PEMBUATAN ALUMINIUM SULFAT DARI  
BUANGAN CAIR (SLUDGE)  
P.D.A.M. SURABAYA**

DISPERINDUP JATIM

DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

94

**BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
SURABAYA**

**PEMBUATAN ALUMINIUM SULFAT DARI  
BUANGAN CAIR (SLUDGE)  
P.D.A.M. SURABAYA**

---

**DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**

---

" PEMBUATAN ALUMINIUM SULFAT DARI BUANGAN CAIR (SLUDGE)  
PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM SURABAYA " .....\*)

R I N G K A S A N.

Isolasi Aluminium dari sludge Perusahaan Daerah Air Minum Surabaya adalah hanya tingkat pendahuluan saja, dimana nantinya hasilnya dapat dijadikan Aluminium Sulfat dengan mengalami proses lebih lanjut.

Dalam penelitian ini dipakai NaOH dengan konsentrasi 80 % untuk mengendapkan senyawa besi yang ada pada sludge tersebut. Sedang hasil yang diperoleh :

$Al_2O_3$  antara 5 - 11 %

$Fe_2O_3$  antara 0,001 - 0,008 %

Penambahan  $H_2SO_4$  langsung kedalam sludge kering akan menghasilkan filtrat berwarna kuning yang setelah di tambah dengan  $NH_4OH$  akan menghasilkan endapan berwarna putih agak kecoklatan dan  $Al(OH)_3$ , disebabkan karena mengandung senyawa besi yang cukup tinggi.

Maka sebaiknya sebelum penambahan  $H_2SO_4$  perlu dihilangkan dulu senyawa Fe-nya dengan penambahan NaOH.

---

\*) .PROYEK: 1980-1981: OLEH : Ir. DINARWI. ....

PUTUT MURDIANTO B.Sc.  
KEN DEDES YUNIARSI.

DAFTAR ISI.

B A B :

Halaman :

|  |     |
|--|-----|
| - R I N G K A S A N                              |     |
| - DAFTAR ISI.                                    |     |
| I. P E N D A H U L U A N .....                   | 1   |
| II. T I N J A U A N P U S T A K A .....          | 2   |
| III. P E R C O B A A N P E N E L I T I A N ..... | 6   |
| IV. H A S I L D A N P E M B A H A S A N .....    | 9   |
| V. K E S I M P U L A N D A N S A R A N .....     | 14  |
| DAFTAR PUSTAKA .....                             | 15. |

DISPERPUSIP JATIM

\*\*\*\*\*

## B A B. I

P E N D A H U L U A N

Perusahaan Daerah Air Minum pada umumnya menggunakan air sungai sebagai raw water. Maka air sungai tersebut harus mengalami proses penjernihan terlebih dahulu untuk mengendapkan kotoran-kotoran yang ada.

Pada proses penjernihan disini dipakai larutan aluminium sulfat (tawas) sebagai flokulant.

Dengan penambahan larutan aluminium sulfat ini maka akan terbentuk endapan aluminium hidroksida  $[\text{Al}(\text{OH})_3]$  yang bersama sama dengan kotoran-kotoran yang ada pada air sungai tersebut akan mengendap, sedangkan air yang sudah jernih mengalami proses lebih lanjut.

Sludge (hasil pengendapan bersama dengan air kotor) akan dibuang dari proses. Jadi dibuang dari proses.

Jadi yang disebut dengan sludge disini adalah air buangan dari proses pengendapan dengan pemberian aluminium sulfat (tawas yang berupa flock  $[\text{Al}(\text{OH})_3]$  yang mengendap bersama sama dengan kotoran. Sehingga dapat dipastikan bahwa didalam sludge tersebut masih terkandung jumlah yang cukup dari senyawa aluminium, amatlah disayangkan bahwa pada saat ini masih dibuang dengan percuma (belum dimanfaatkan).

Maka didalam penelitian ini dicoba untuk memanfaatkan kembali senyawa Aluminium dari sludge Perusahaan Daerah Air Minum Surabaya dengan jalan memproses lebih lanjut.

## B A B. II

TINJAUAN PUSTAKA.- Aluminium Sulfat :

Nama lain dari Aluminium Sulfat adalah cake alum, filter alum atau patent alum, akan tetapi nama ini kurang umum untuk digunakan.

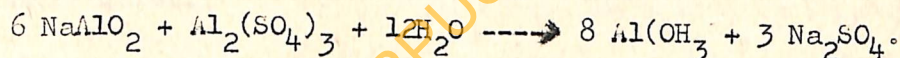
Pemakaian Aluminium Sulfat sudah sejak jaman Mesir Purba digunakan untuk bahan pembantu pewarnaan dan untuk obat-obatan, water treatment.

Alum sendiri sebetulnya adalah "double sulfat" dari Aluminium atau Chromium dengan logam bervalensi tunggal atau sebuah radikal.

Didalam perdagangan, aluminium sulfat biasanya berisi 13 atau 14 mol  $H_2O$ , sedang dalam teori sebetulnya mengandung 18 mol, sehingga Aluminium sulfat biasanya didasarkan pada bentuk kelebihan Alumina.

Didalam pasaran, kandungan Fe dalam aluminium sulfat maximum 0,5 %, sedangkan untuk tingkatan bebas dari besi maximum = 0,005 %.

Aluminium sulfat sifatnya asam bisa ditambah dengan Na aluminat yang ber sifat basa akan menghasilkan Aluminium Hidriksida.

- Penggunaan Aluminium Sulfat.

Dalam industri aluminium sulfat memegang peranan yang sangat penting antara lain digunakan untuk keperluan-keperluan :

1. Untuk penjernihan air.
2. Untuk sizing kertas, dimana harus direaksikan dengan Na resinat untuk memperoleh Aluminium resinat yang tidak larut. Untuk sizing kertas ini  $Al_2(SO_4)_3$  ini harus bebas dari ion Ferri.
3. Sejumlah kecil dari aluminium sulfat dibutuhkan oleh Industri zat warna sebagai mordant.

Pembuatan .....

- Pembuatan Aluminium Sulfat :

Pembuatan Aluminium Sulfat secara komersial yang paling banyak memakai bahan dasar dari bauxite yang mengandung  $Al_2O_3$  cukup tinggi 40 - 60 %  $Al_2O_3$  warna bauxite tergantung dari kandungan logam-logam lain yang ada, terutama besi dan impurities yang lain.

Pemakaian lempeng /clay sebagai bahan dasar pembuatan Aluminium Sulfat masih jarang selama masih tersedia bauxite. Karena ongkos produksinya lebih tinggi.

A. D a r i C l a y :

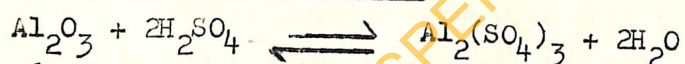
Clay ditambah dengan asam sulfat, keadaan reaksinya :



Rata-rata dari 2 - 1 ton clay + 0,7 ton dari 70 % asam sulfat + 155 liter air menghasilkan 1 ton aluminium sulfat.

Campuran harus dipanaskan dan diaduk, selama 10 jam. Larutan yang diperoleh harus dipisahkan dari kandungan yang besar dari bagian yang tidak larut.

B. D a r i b a u x i t e :



265 kg bauxite + 630 kg dari 70 % asam sulfat dan 210 liter air menghasilkan 1 ton dari aluminium sulfat hidrat.

Pemanasan tak dibutuhkan didalam reaksi ini, karena exothermal.

Waktu reaksi 1 - 3 jam, dan sedikit sekali insoluble residu.

C. Didalam pabrik, aluminium sulfat dibuat dengan jalan mereaksikan bauxite dengan asam sulfat 60° Be didalam suatu reaktor yang berpengaduk memakai pemanasan udara atau steam.

Pada akhir reaksi ditambahkan  $BaS_2$  (barium sulfide) untuk mereduksi ferri sulfat menjadi ferro sulfat yang mengendap.

Kemudian endapan disaring sedang filtrat yang terjadi adalah aluminium sulfat yang mempunyai konsentrasi + 35° Be.

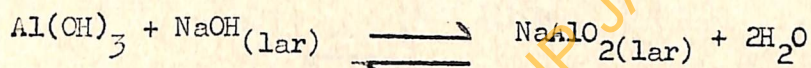
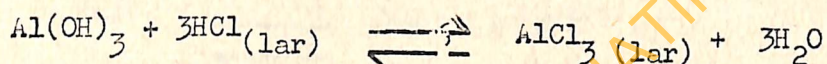
Untuk memperoleh aluminium sulfat yang berbentuk kristal, filtrat yang terjadi ini diuapkan didalam suatu evaporator yang mempunyai kedepatan 59 - 62° Be.

Kemudian didinginkan dan akan diperoleh kristal aluminium sulfat.

\* Aluminium hydroxyda  $Al(OH)_3$

Aluminium hydroxyda  $[Al(OH)_3]$  adalah suatu basa yang amphoter artinya bersifat asam, bila berada didalam larutan basa kuat dan bisa bersifat basa didalam larutan asam kuat.

$Al(OH)_3$  kelarutannya dalam air kecil sekali (soubility gr /100 ml.  $H_2O$ ). = 0,000104 gr/100 ml. pada 18°C, akan tetapi sangat cepat larut didalam asam atau basa kuat (misalnya, didalam larutan HCl atau larutan NaOH) akan memberikan reaksi sebagai berikut :



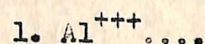
Bila aluminium hidroxyda di tambah dengan suatu asam atau basa lemah maka akan terionisasi.

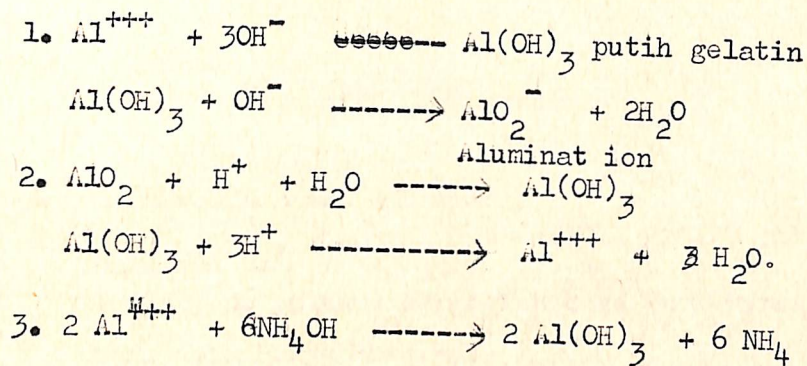
Penambahan larutan basa kuat seperti NaOH yang berlebih maka endapan  $Al(OH)_3$  putih selain akan larut lagi maka akan terbentuk garam alkali aluminat.

Pada larutan garam aluminat ini ditambahkan asam yang berlebih maka mula-mula akan terbentuk endapan, dimana endapan tersebut akan larut lagi pada penambahan asam yang berlebih tadi.

Kalau penambahan  $NH_4OH$  diberikan setelah penambahan asam yang berlebih tadi maka akan terbentuk endapan  $Al(OH)_3$ .

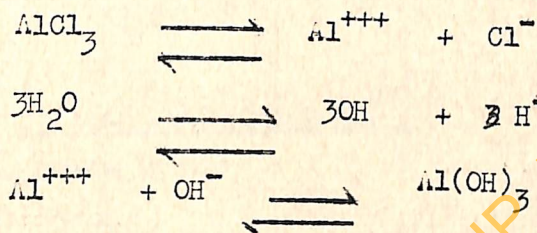
Sehingga reaksi yang terjadi dapat ditunjukkan sebagai berikut :





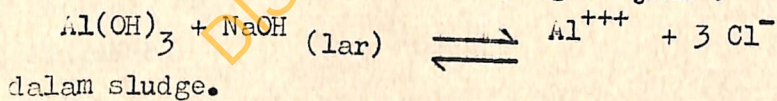
Garam garam Aluminium jika dilarutkan didalam air akan terhidrolisa dan membentuk  $\text{Al(OH)}_3$  ✓

Reaksi yang terjadi :

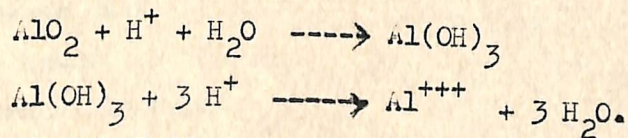


Isolasi aluminium dari sludge pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Penambahan larutan NaOH kedalam sludge akan menghasilkan larutan garam aluminat . Reaksi yang terjadi :



- b. Tambahan HCl hingga terbentuk endapan putih, penambahan dilanjutkan hingga endapan larut lagi.



- c. Kemudian tambahkan amonia ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) hingga terbentuk endapan putih gelatin dari  $\text{Al(OH)}_3$ .

## B A B. III.

PERCOBAAN PENELITIAN.III.1. Bahan-bahan yang digunakan:Bahan dasar :

Sludge yang telah dikeringkan/ cake dari Perusahaan Daerah Air Minum Kota Madya Surabaya.

Bahan Pembantu:

- a. Larutan NaOH
- b. HCl 1 : 10
- c.  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

III.2. Peralatan yang digunakan :

1. Beaker glass
2. Cawan
3. Erlenmeyer
4. Kompor listrik
5. Labu takar
6. Pipet ukur.
7. Thermometer
8. Pengaduk
9. K r u s.
10. Kaki tiga & porselain
11. Bunsen
12. Drying oven
13. Esikator
14. Neraca electric
15. Statif
16. Water bath.

### III.3. Perlakuan Percobaan.

1. Isolasi aluminium dari sludge PDAM mengalami tahapan-tahapan sebagai berikut :

- tahap pendahuluan/penghilangan kadar air dari sludge
- isolasi aluminium dari cake
- penetapan hasil.

#### Tahap pendahuluan:

Pada tahap pendahuluan ini dianalisa :

- a. Sludge basah terhadap :
  - Kadar air
  - Kadar aluminium
  - Kadar besi
- b. Sludge kering/cake terhadap :
  - Kadar air
  - Kadar aluminium
  - Kadar besi.

#### Isolasi aluminium dari sludge kering/cake.

- Pembentukan larutan garam Na aluminat
- Pengendapan  $Al(OH)_3$  dari larutan garam Na aluminat.

#### ad.1. Pembentukan larutan garam Na aluminat.

- Ditimbang cake 20 gram didalam beaker glass
- Ditambahkan NaOH dengan konsentrasi 80 % dengan jumlah tertentu (menurut variable) dan diaduk.
- Kemudian diaduk dengan memakai motor pengaduk dengan kecepatan constant waktu pengadukan constant dan suhu sesuai dengan variable.
- Setelah waktu pengadukan selesai, kemudian hasil pengadukan di-saring.

- Filtrat hasil mengandung larutan garam aluminate disimpan.
  - Ulangi percobaan tersebut sebanyak 32 x ulangan dengan 4 perlakuan.
  - Pipet filtrat hasil sebanyak 50 ml masukkan dalam beaker glass.
- ad.2. - Untuk pengasaman tambahkan HCl 1 : 1 sampai terjadi endapan putih, kemudian penambahan dilanjutkan sampai endapan larut lagi.
- Tambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  sampai timbul endapan putih gelatin dari  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .
- Test dengan kertas lakmus.

Penetapan hasil :

1. Saring endapan yang terjadi.  
Kemudian cuci dengan aquadest sampai bau amoniak hilang.
2. Kemudian bakar didalam krus yang sudah diketahui beratnya.
3. Kemudian hasil pembakaran dapat ditimbang sebagai  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

III.4. Variabel yang dikerjakan:

- a. Volume NaOH yang ditambahkan. ( NaOH 80 % ).  
50 cc, 80 cc, 110 cc, 140 cc.
- b. Suhu reaksi :  
30°C, 50°C, 70°C, 90° c.

II. Penambahan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (asam sulfat) langsung kedalam sludge kering, yang setelah dipanaskan dan disaring. Kemudian filtrat +  $\text{NH}_4\text{OH}$  pk. akan menghilangkan endapan putih agak kecoklatan dari  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Ini disebabkan karena hasil mengandung senyawa besi yang cukup tinggi.  
( Jadi cara ini tidak dipakai ).

B A B. IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil analisa dari sludge PDAM. (Perusahaan Daerah Air Minum Surabaya )

Kadar air = 99,64 %  
 Total padatan tak larut air : 0,36 %  
 $R_{2O_3}$  = 0,1024 %

Hasil analisa dari sludge kering /cake P.D.A.M. (Perusahaan Daerah Air Minum Surabaya,

Kadar air = 72,56 %  
 Total padatan tak larut air = 26,44 %  
 $Al_{2O_3}$  = 16,4 %  
 $Fe_{2O_3}$  = 1,775 %

IV.2. I. Tabel : 1. Hasil analisa dari  $Fe_{2O_3}$  (%).

| Suhu<br>Vol NaOH | $B_1 = 30^{\circ}C$ | $B_2 = 50^{\circ}C$ | $B_3 = 70^{\circ}C$ | $B_4 = 90^{\circ}C$ |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $A_1$<br>50 cc   | 0,0021<br>0,0024    | 0,0014<br>0,0020    | 0,0038<br>0,0042    | 0,0025<br>0,0027    |
| $A_2$<br>80 cc   | 0,0042<br>0,0037    | 0,0028<br>0,0031    | 0,0032<br>0,0035    | 0,0026<br>0,0024    |
| $A_3$<br>110 cc  | 0,0083<br>0,0090    | 0,0273<br>0,0265    | 0,027<br>0,0282     | 0,0109<br>0,0105    |
| $A_4$<br>140 cc  | 0,0134<br>0,0137    | 0,0908<br>0,0902    | 0,0714<br>0,0710    | 0,0127<br>0,0126    |

A = Volume NaOH yang ditambahkan dalam cc  
 B = Suhu reaksi dalam  $^{\circ}C$

Tabel: 2. Hasil analisa dari  $Al_2O_3$  (%).

| Suhu<br>Vol NaOH | $B_1 = 30^\circ C$ | $B_2 = 50^\circ C$ | $B_3 = 70^\circ C$ | $B_4 = 90^\circ C$ |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| $A_1$            | 5,02               | 5,05               | 5,11               | 3,76               |
| 50 cc            | 5,92               | 5,52               | 4,48               | 3,08               |
| $A_2$            | 8,40               | 8,42               | 5,29               | 7,80               |
| 80 cc            | 8,39               | 9,11               | 5,96               | 7,72               |
| $A_3$            | 7,24               | 10,29              | 9,00               | 8,6                |
| 110 cc           | 9,35               | 10,75              | 8,78               | 0,79               |
| $A_4$            | 9,63               | 9,78               | 8,02               | 11,56              |
| 140 cc           | 10,82              | 10,55              | 10,07              | 11,41              |

A = Volume NaOH yang ditambahkan dalam cc

B = Suhu reaksi dalam  $^\circ C$

Dari hasil perhitungan  $Fe_2O_3$

| Suhu<br>Vol NaOH | $B_1$   | $B_2$   | $B_3$   | $B_4$   |
|------------------|---------|---------|---------|---------|
| $A_1$            | 0,00225 | 0,0017  | 0,0040  | 0,0026  |
| $A_2$            | 0,00395 | 0,00295 | 0,00335 | 0,0025  |
| $A_3$            | 0,00865 | 0,0269  | 0,02845 | 0,0107  |
| $A_4$            | 0,01355 | 0,0905  | 0,0712  | 0,01275 |

| Anova Sumber     | $d_t$ | $J_k$    | $J_k^2$ | $F_h$  | $F_{\text{daftar}}$ |      |
|------------------|-------|----------|---------|--------|---------------------|------|
|                  |       |          |         |        | 1%                  | 5%   |
| Perlakuan        | 15    | 205,7684 | 13,7178 | 1,3064 | 3,41                | 2,35 |
| A                | 3     | 103,7447 | 34,5815 | 3,2934 | 5,29                | 3,24 |
| B                | 3     | 37,5893  | 12,5297 | 1,1933 | 5,29                | 3,2  |
| <del>A x B</del> | 9     | 64,4343  | 7,1493  | 0,6838 | 3,7                 | 2,54 |
| Error            | 16    | 0,0168   | 0,00105 |        |                     |      |
| Total            | 31    |          |         |        |                     |      |

Dari perhitungan ternyata terlihat bahwa  $F_{\text{hitung}} < F_{\text{daftar}}$  berarti tidak ada pengaruh Vol. NaOH yang ditambahkan terhadap perlakuan.

Dari hasil perhitungan  $Al_2O_3$

| Suhu<br>Vol NaOH | $B_1$ | $B_2$  | $B_3$ | $B_4$  |
|------------------|-------|--------|-------|--------|
| $A_1$            | 5,47  | 5,295  | 4,795 | 3,42   |
| $A_2$            | 8,395 | 8,765  | 5,625 | 7,76   |
| $A_3$            | 8,295 | 10,52  | 8,89  | 9,195  |
| $A_4$            | 9,725 | 10,165 | 9,045 | 11,485 |

| Anova Sumber | $d_f$ | $J_k$    | $J_k^2$ | $F_h$  | $F_{daftar}$ |      |
|--------------|-------|----------|---------|--------|--------------|------|
|              |       |          |         |        | 1 %          | 5 %  |
| Perlakuan    | 15    | 161,8657 | 10,7910 | 6,376  | 3,41         | 2,35 |
| A            | 3     | 133,2324 | 44,4108 | 26,241 | 5,29         | 3,24 |
| B            | 3     | 10,2297  | 3,4099  | 2,0148 | 5,29         | 3,2  |
| AxB          | 9     | 18,4036  | 2,0448  | 1,2082 | 3,7          | 2,54 |
| Error        | 16    | 27,0795  | 1,6924  |        |              |      |
| Total        | 31    |          |         |        |              |      |

Dari perhitungan terlihat  $F_{hitung} < F_{daftar}$  berarti ada pengaruh Vol. NaOH yang ditambahkan terhadap perlakuan.

DISPERPUSIP JTIM

- P e m b a h a s a n :

- Dalam percobaan penelitian disini digunakan sludge yang sudah dikeringkan dengan maksud agar supaya NaOH yang dipakai untuk membentuk garam Na aluminat lebih sedikit jika dibandingkan dengan sludge sebelum dikeringkan.
- Pembentukan garam aluminat dimaksudkan agar supaya senyawa Fe yang ada pada sludge bisa terendapkan, sehingga hasil yang diperoleh tidak tercampur dengan senyawa Fe.  
Tetapi dari hasil percobaan terlihat bahwa hasil yang diperoleh masih mengandung Fe tetapi dalam jumlah yang kecil sekali (dapat dilihat pada tabel 1).
- Hasil  $Al_2O_3$  yang kita peroleh makin lama makin naik dengan makin naiknya jumlah NaOH (dapat dilihat pada tabel 2).
- Sedang pada variabel suhu reaksi dari 4 macam perlakuan dan 2 ulangan hasil  $Al_2O_3$  yang diperoleh tidak berbeda begitu jauh. (dapat dilihat pada tabel 2).
- Isolasi aluminium dari sludge ini membutuhkan pereaksi yang cukup banyak, sehingga biaya operasinya lebih mahal jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh.
- Hasil dari penelitian ini sebetulnya masih dalam taraf permulaan saja, karena nantinya dapat dijadikan aluminium sulfat dengan di proses lebih lanjut.

## B A B. V.

KESIMPULAN DAN SARAN.

Dari hasil penelitian isolasi alumina dari sludge Perusahaan Daerah Air Minum dapat diambil kesimpulan antara lain :

- Pada pembentukan  $Al_2O_3$  disini variabel jumlah NaOH yang ditambahkan sangat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh.
- Hasil maximum bisa diperoleh pada kondisi variabel NaOH jumlah : 110 cc dengan cons. 80 % sebanyak : 11,5 %.
- Pada variabel suhu reaksi tidak berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh.
- Karena biaya operasi mahal dibandingkan dengan hasil yang diperoleh tidak sesuai maka ditinjau dari segi ekonomis maka penelitian tidak bisa diarahkan ke Pilot Plant.

S a r a n :

- Untuk mereduksi ferri menjadi Ferro yang mengendap pada sludge sebelumnya ditambah dengan BaS, sehingga hasilnya lebih murni.
- Waktu pengadukan diperpanjang sehingga waktu kontak lebih lama, campuran lebih homogen jadi kemungkinan hasil isolasi akan bertambah banyak.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Hamilton, LF, S.B, Simpson, S.G, Phd,  
 " Common Analytical Operation and General Principles of  
 Gravimetric Analysis ". Quantitative Chemical Analysis,  
 The MacMillan Company, New York 1958.
2. Kirk, RE, Othmer, DF,  
 "Encyclopedia of Chemical Technology".  
 The Interscience Encyclopedia Inc, New York.
3. Partington J.R, MBE, D.Sc,  
 " Aluminium Hydroxide "  
 A Text Book of Inorganic Chemistry 6<sup>nd</sup>.Ed.  
 Macmillan and Co, Limited St. Martin Street  
 London, 1953.
4. Shreve R, Norris,  
 The Chemical Process Industries 2<sup>nd</sup>.Ed.  
 Mc Graw-Hill Book Company Inc, 1945.  
 Kogakusha Company, Ltd. Tokyo.
5. Treadwell F.P, Hall W.T,  
 " Colloidal Solution and Amonium Sulfide Group"  
 Analytical Chemistry Vol. I, John Willey & Sons Inc,  
 New York.
6. Treadwell F.P. Hall W.T,  
 Separation of Iron from Aluminum.  
 Analytical Chemistry Vol. II.  
 John Willey & Sons, Inc, New York.
7. Vogel A.J,  
 A Text Book of Quantitative Inorganic Analysis 2<sup>nd</sup>.Ed.  
 Longmans Green, Co . London 1953.