



**SKRIPSI – TK091383**

**EKSTRAKSI STANNATE CHLORIDE ( $\text{SnCl}_4$ ) DARI  
LIMBAH SLAG MENGGUNAKAN PELARUT ASAM  
KLORIDA**

**Oleh:**

**Edwin Kurnia**

**NRP. 2310.100.090**

**Raymond Vensky Rattu**

**NRP. 2310.100.118**

**Dosen Pembimbing :**

**Fadlilatul Taufany, ST., PhD.**

**NIP. 198107132005011001**

**Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD.**

**NIP. 198405082009122004**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2014**



**FINAL PROJECT – TK091383**

**STANNATE CHLORIDE ( $\text{SnCl}_4$ ) EXTRACTION FROM  
SMELTING SLAGS USING HIDROCHLORIC ACID**

**By:**

**Edwin Kurnia**

**NRP. 2310.100.090**

**Raymond Vensky Rattu**

**NRP. 2310.100.118**

**Advisor :**

**Fadlilatul Taufany, ST., PhD.**

**NIP. 198107132005011001**

**Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD.**

**NIP. 198405082009122004**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2014**

# **EKSTRAKSI STANNATE CHLORIDE ( $\text{SnCl}_4$ ) DARI LIMBAH SLAG MENGGUNAKAN PELARUT ASAM KHLORIDA**

**Nama mahasiswa** : 1. Edwin Kurnia  
2. Raymond Vensky R.

**NRP** : 1. 2310100090  
2. 2310100118

**Jurusan** : Teknik Kimia, FTI – ITS

**Dosen Pembimbing** : 1. Fadlilatul Taufany, ST., PhD.  
2. Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD.

## **Abstrak:**

Proses pengolahan timah menghasilkan produk samping yang disebut slag. Slag merupakan campuran mineral yang masih mengandung timah sekitar 4 hingga 20 persen.

Pemisahan timah dilakukan dengan melarutkan slag ke dalam HCl sehingga didapatkan larutan ekstrak yang mengandung timah dalam bentuk *stannate chloride* ( $\text{SnCl}_4$ ). Proses ekstraksi dilakukan dengan variabel tetap yaitu massa slag timah dan kecepatan pengadukan, sedangkan variabel berubahnya adalah ukuran partikel, konsentrasi pelarut dan rasio liquid/solid. Kemudian menganalisa kandungan timah dalam ekstrak sehingga hasil analisa dapat digunakan dalam menentukan persen *recovery* timah.

Dari penelitian ini, didapatkan bahwa semakin kecil ukuran partikel slag (100 – 150 mesh) dan semakin besar ratio

perbandingan HCl/slag (6/1 – 25/1) akan meningkatkan persen *recovery* timah pada temperatur 80°C dengan kecepatan pengaduk 900 rpm. Persen (%) *recovery* tertinggi 60,85% didapat pada ukuran slag 150 mesh (0,099 mm) dengan waktu proses 20 menit, dan rasio HCl 10% wt / slag = 25 / 1.

**Kata Kunci : Slag, Ekstraksi, Timah, *Recovery*.**

# STANNATE CHLORIDE ( $\text{SnCl}_4$ ) EXTRACTION FROM SMELTING SLAGS USING HYDROCHLORIC ACID

**Student Name** : 1. Edwin Kurnia  
2. Raymond Vensky R.

**NRP** : 1. 2310100090  
2. 2310100118

**Department** : Chemical Engineering, Faculty of  
Industrial Technology, ITS

**Advisor** : 1. Fadlilatul Taufany, ST., PhD.  
2. Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD.

## Abstract

*Tin treatment process produces byproducts called slag. Slag is a mixture of minerals containing lead is still about 4 to 20 percent.*

*Separation is done by dissolving tin slag into HCl to obtain a solution containing extracts in the form of stannate tin chloride ( $\text{SnCl}_4$ ). Fixed variable are the tin slag mass and the speed of stirring, while the modification variables are the particle size, solvent concentration and the ratio of liquid / solid. Then analyze the lead content in the extract so that the results of the analysis can be used to determine the percent recovery of lead.*

*From this study, it was found that the smaller the particle size of the slag (100-150 mesh) and the greater the ratio ratio HCl / slag (6/1 - 25/1) will increase the percent recovery of lead at*

*temperature of 80 ° C with a stirrer speed of 900 rpm. Highest percent (%) recovery 60.85% obtained by slag size of 150 mesh (0.099 mm) with a process time of 20 minutes, and the ratio of HCl 10% wt / slag = 25/1.*

***Key words : Slag, extraction, tin, recovery.***

# EKSTRAKSI STANNATE CHLORIDE ( $\text{SnCl}_4$ ) DARI LIMBAH SLAG MENGGUNAKAN PELARUT ASAM KLORIDA

## TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Teknologi Proses Perpindahan Massa & Panas  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Edwin Kurnia  
Nrp. 2310 100 090

Raymond Vensky R.  
Nrp. 2310 100 118

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D  (Pembimbing I)
2. Siti Nurkhamidah, ST., MS., Ph.D  (Pembimbing II)
3. Prof. Dr. Ir. Nonot Soewarno, M.Eng  (Penguji I)
4. Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng  (Penguji II)
5. Dr. Ir. Susianto, DEA  (Penguji III)

Mengetahui

Kepala Laboratorium Proses Perpindahan Panas dan Massa



  
Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS  
NIP. 195108041974121001

SURABAYA  
JULI, 2014

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur kepada Tuhan YME karena berkat Rahmat dan karunia-Nya yang telah memberi segala kemudahan dan kekuatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Skripsi ini yang berjudul:

### **“EKSTRAKSI STANNATE CHLORIDE (SnCl<sub>4</sub>) DARI LIMBAH SLAG MENGUNAKAN PELARUT ASAM KLORIDA”**

Keberhasilan penulisan Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Fadlilatul Taufany, ST., PhD. dan Ibu Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD. selaku Dosen Pembimbing Laporan Skripsi atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Bapak Setiyo Gunawan, ST., PhD. selaku koordinator tugas akhir Jurusan Teknik Kimia.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS. selaku kepala laboratorium Perpindahan Massa dan Panas serta Bapak Prof. Dr. Ir. Nonot Soewarno, M.Eng selaku kepala laboratorium Pemisahan.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Nonot Soewarno, M.Eng. , Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng. , Bapak Dr. Ir. Susianto, DEA. selaku dosen penguji skripsi.

6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia.
7. Bapak Surya dan Ibu Dewi selaku pembimbing lapangan kami di PT INDRA ERA MULTI LOGAM
8. Orang Tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
9. Karyawan Teknik Kimia ITS yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.
10. Teman-teman seperjuangan khususnya angkatan 2010 di Laboratorium Perpindahan Massa & Panas Teknik Kimia, terimakasih untuk segala bantuan dan kerjasamanya.
11. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian Laporan Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan dari Tuhan YME. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan dan untuk penelitian di masa yang akan datang.

Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi Penulis dan Pembaca khususnya.

Surabaya, July 2014

Penyusun

# DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Abstrak	i
Abstract	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Notasi	xi

## **BAB I            PENDAHULUAN**

I.1	Latar Belakang	1
I.2	Rumusan Masalah	6
I.3	Tujuan Penelitian	7
I.4	Manfaat Penelitian	7

## **BAB II            TINJAUAN PUSTAKA**

II.1	Proses <i>Recovery</i> Timah Dari Slag	8
II.2	Asam Klorida (HCl)	11
II.3	Timah Dioksida (SnO <sub>2</sub> )	13
II.4	Ekstraksi Padat - Cair ( <i>Leaching</i> )	13

II.4.1	Mekanisme Proses Ekstraksi Padat - Cair	13
II.4.2	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses <i>Leaching</i>	14
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
III.1	Garis Besar Penelitian	24
III.2	Bahan Yang Digunakan	25
III.3	Alat Yang Digunakan	25
III.4	Prosedur Penelitian	25
III.4.1	Rangkain Peralatan	25
III.4.2	Proses Ekstraksi	26
III.4.3	Tahap Analisa <i>Stannate Chloride</i>	27
III.4.4	Analisa Data	27
III.5	Variabel Percobaan	27
III.5.1	Variabel Tetap	27
III.5.2	Variabel Berubah	27
III.5.3	Variabel Respon	28
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
V.1	Kesimpulan	33
V.2	Saran	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>APPENDIKS</b>		

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel I.1</b>	Data Produksi dan Konsumsi Timah Dunia	2
<b>Tabel II.1</b>	Data Komposisi Slag Timah	10
<b>Tabel II.2</b>	Sifat Fisika Larutan Asam Klorida	12
<b>Tabel IV.1</b>	Waktu pembentukan sol sesuai variabel	20
<b>Tabel IV.2</b>	Komposisi Sol	21
<b>Tabel IV.3</b>	Persen <i>recovery</i> Sn (HCl 5% wt)	22
<b>Tabel IV.4</b>	Persen <i>recovery</i> Sn (HCl 10% wt)	23

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar I.1</b>	Persentase Keperluan Penggunaan Timah di Dunia	2
<b>Gambar I.2</b>	Blok Diagram Pengolahan Bijih Timah	3
<b>Gambar I.3</b>	Blok Diagram <i>Recovery</i> Timah dengan Metode Asam	5
<b>Gambar III.1</b>	Langkah-langkah Penelitian	15
<b>Gambar III.2</b>	Rangkaian Alat Penelitian	17
<b>Gambar IV.1</b>	Persen <i>recovery</i> vs perbandingan jumlah larutan HCl / slag (HCL 5% wt)	22

## DAFTAR NOTASI

BM	= Berat Molekul, (gr/mol)
M	= Molaritas, (mol/Liter)
m	= Massa, (gram)
V	= Volum, (liter)
$\rho$	= Densitas, (gr/cm <sup>3</sup> )

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Timah termasuk logam non-ferrous yang banyak berasal dari mineral kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ) yang di tambang dalam bentuk pasir. Timah dalam keadaan logam murni berwarna putih keperakan. Logam timah memiliki beberapa sifat yaitu titik leleh yang lebih rendah dari logam berat lainnya (231, 93 °C), kekerasasan rendah, sifat pembasahaan yang baik (untuk solder), ketahanan korosi yang baik, dan *food grade*.

Saat ini permintaan akan timah (Sn) semakin meningkat diiringi dengan perkembangan industri elektronika dan industri manufaktur sejak abad ke-19. Hal ini mengakibatkan suatu perhatian mengingat timah merupakan kekayaan alam yang sangat terbatas sehingga perlunya *recovery* bijih timah dari limbah slag yang dilakukan melalui proses *leaching* dengan solvent sebelum dilakukan pemurnian.

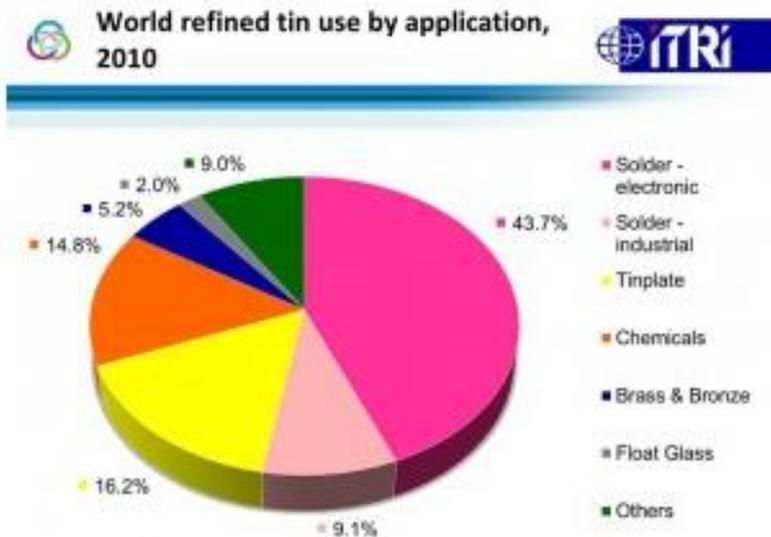
Pada umumnya bijih timah putih diperoleh dari aktivitas pertambangan yang dilakukan baik di darat maupun di laut dimana persebarannya di bumi tidak merata. Hanya sebagian kecil negara yang memiliki daerah pertambangan timah. Proses pertambangan bijih timah putih di Indonesia dimulai sejak abad 18 atau sekitar tahun 1709 di kepulauan bangka belitung dan masih berlangsung hingga saat ini, dimana Indonesia menempati posisi ke-2 sebagai penghasil bijih timah putih (Sn) dengan kapasitas produksi mencapai 51.000 metrik ton bijih timah pada tahun 2011 dan cadangan bijih timah sebesar 800.000 metrik ton. Dari jumlah kapasitas produksi tersebut sekitar 95 % digunakan sebagai produk ekspor dan 5 % lainnya diperuntukkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pada tahun 2011 kebutuhan bijih timah (Sn) dunia sebesar 351.300 metrik ton, sementara total produksi timah dunia

sebesar 253.000 metrik ton. Dengan kata lain pasokan akan permintaan bijih timah putih (Sn) mengalami kekurangan sebesar  $\pm 10.000$  metrik ton per tahun.

**Tabel I.1** Data Produksi dan Konsumsi Timah Dunia

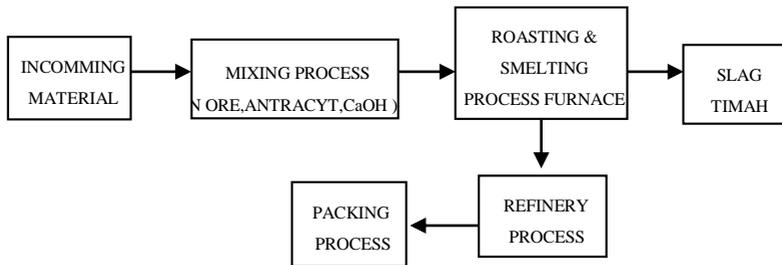
Tahun	Produksi (ton)	Konsumsi (ton)
2007	308.000	372.700
2009	279.000	325.100
2010	273.000	362.000
2011	256.000	351.300

(Sumber: <http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/worldArchive.html>)



**Gambar I.1** Persentase Keperluan Penggunaan Timah di Dunia  
(Sumber : <https://www.itri.co.uk>)

Proses utama pada pengolahan bijih timah melalui proses pertambangan dilakukan dengan proses roasting, smelting dan proses pemurnian. *Roasting* adalah proses penghilangan secara langsung kandungan karbon dan sulfur yang tidak diinginkan yang terdapat pada senyawa *oxide* dengan cara pembakaran langsung. Sebelum proses *roasting* dilakukan pencucian pada bijih timah untuk memisahkan dari pengotor ringan.



**Gambar I.2** Blok Diagram Pengolahan Bijih Timah

Smelting adalah proses peleburan bijih hingga mencapai titik lelehnya yang dilakukan pada furnace. Pada proses pengolahan bijih timah umumnya terdapat 2 tahapan smelting. Pada smelting tahapan pertama akan dihasilkan timah kasar dan slag/terak, sementara proses smelting tahapan kedua akan dihasilkan *hardhead* dan slag II.

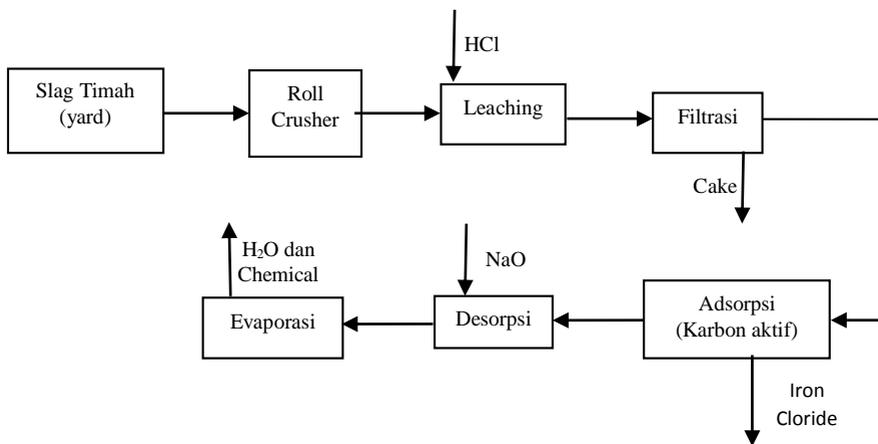
Proses pemurnian bijih timah dapat dilakukan dengan beberapa metode proses diantaranya *pyrorefining* yang akan menghasilkan timah dengan kadar kemurnian mencapai 99,92 %, dengan metode *eutectic refining* dihasilkan timah dengan kadar 99,7 % dan metode *electrolytic refining* yang menghasilkan timah dengan kadar 99,99 %.

Pada proses roasting dan smelting pada furnace akan dihasilkan limbah slag yang masih memiliki komposisi

kandungan timah sebesar  $\pm 4\%$ . Di Indonesia industri pertambangan dan pengolahan bijih timah putih menghasilkan limbah slag sebesar 10.000 metrik ton per tahunnya yang biasanya dijadikan *landfill*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tiap tahunnya bijih timah (Sn) yang dapat di-*recovery* sebesar  $\pm 400$  metrik ton per tahunnya.

PT. Indra Eramulti Logam Industri (IMLI) sebagai salah satu perusahaan swasta pengolahan bijih timah dan pencetakan batang timah, saat ini memiliki limbah slag sebesar 10.000 metrik ton yang belum dikelola. PT IMLI memiliki persoalan tentang metode yang tepat untuk mengelola limbah slag yang masih mengandung Sn sebesar 13,39 % berat yang masih bernilai ekonomis. Sehingga perlu dilakukan studi mengenai proses dan metode pemisahan serta *recovery* Sn yang terdapat pada tailing (slag) yang dihasilkan industri pengolahan bijih timah.

Proses *recovery* bijih timah dari limbah slag yang dilakukan industri pemurnian timah saat ini adalah dengan metode proses *recycle* kembali slag timah ke proses utama, dan proses leaching dengan larutan asam atau basa. Namun saat ini proses *recovery* dengan metode leaching masih sangat jarang dilakukan karena proses ini membutuhkan penambahan alat baru dan belum didapatkannya kondisi operasi optimum meskipun hasil *recovery* bijih timah dapat dilakukan dengan maksimal ( $\geq 82\%$ ).



**Gambar I.3** Blok Diagram *Recovery* Timah dengan Metode Asam

Berdasarkan penelitian sebelumnya metode basa dapat digunakan untuk memurnikan timah dengan yield yang dihasilkan antara 74% – 83%, akan tetapi proses pada metode ini sangat kompleks dan biaya yang mahal. Penelitian terhadap metode lain yaitu metode asam juga telah dilakukan dan mempunyai beberapa keunggulan seperti metode ini dapat memurnikan timah dengan yield yang dihasilkan antara 80% - 85% dengan hanya menggunakan 3 proses utama yakni leaching, adsorpsi dan desorpsi. Penelitian terdahulu mengenai ekstraksi timah yaitu:

Elbert, et al (1968), melakukan *recovery* bijih timah putih (Sn) dengan metode ekstraksi menggunakan pelarut HCl 5-15 % wt.

Nixon, et al (1973) melakukan *recovery* timah dari konsentrat mineral dengan kadar Sn 15,8% dalam senyawa SnO<sub>2</sub>. Proses *recovery* dilakukan dengan proses ekstraksi menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada konsentrasi 9 M.

Brian (1985), melakukan riset tentang jumlah limbah slag yang dihasilkan pada proses smelting 100 ton feed. Hasil riset yang diperoleh menunjukkan hubungan antara jumlah slag yang dihasilkan dan konsentrasi timah dalam slag tersebut.

Barakat (1998) melakukan *recovery* Zn, Al, Pb dan Sn dari limbah solder yang terdapat pada PCBs. Proses *recovery* dilakukan dengan dua tahap ekstraksi. Tahap pertama menggunakan larutan  $H_2SO_4$  3% dimana Pb dan Sn tidak larut dalam larutan  $H_2SO_4$ . Pada proses ekstraksi kedua dilakukan dengan larutan HCl- $HNO_3$  5 M yang mampu me-*recovery* Sn hingga 99,5%.

Katsuhito (1998), melakukan penelitian mengenai *recovery* bijih timah dengan metode *leaching* dengan menggunakan solvent NaOH. Pada penelitian digunakan sludge yang mengandung bijih timah dalam bentuk  $SnO_2 \cdot nH_2O$ .

Castro, et al (2009) melakukan penelitian mengenai ekstraksi dan *recovery* timah. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan 3 jenis solvent, yaitu  $H_2SO_4$ , HCl dan  $HNO_3$ .

Berdasarkan data komposisi slag timah yang diperoleh dari PT. IMLI disimpulkan bahwa kadar timah dalam slag masih cukup tinggi dan dengan kapasitas bahan baku yang sangat besar, maka perlu dilakukan *recovery* terhadap timah tersebut. Sehingga perlu dilakukan suatu studi eksperimen dan simulasi tentang proses *recovery* tersebut. Penelitian ini difokuskan pada studi eksperimen yaitu proses ekstraksi menggunakan solvent asam klorida.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Dari penelitian-penelitian diatas, penelitian mengenai ekstraksi bijih timah dengan menggunakan solvent asam klorida masih memiliki data yang sangat kurang, selain itu slag memiliki berbagai jenis komposisi yang dapat terlarut

di dalam asam klorida. Asam klorida merupakan pelarut yang baik untuk *recovery* bijih timah dengan kadar rendah sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pelarut pada proses ekstraksi bijih timah dari limbah slag.

Dalam penelitian dilakukan studi tentang bagaimana kelarutan timah dan persen *recovery* bijih timah yang dipengaruhi oleh parameter-parameter proses ekstraksi seperti ukuran slag, konsentrasi pelarut dan ratio L/S. Dengan faktor ukuran slag Sn: 100 (0,149 mm) dan 150 mesh (0,099 mm), konsentrasi pelarut 5% dan 10 % dengan rasio L/S 6/1, 7/1, 8/1, 10/1, 15/1, 20/1 dan 25/1.

### **I.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang disampaikan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

- a. Melakukan pemisahan dan *recovery* Sn dari slag yang berasal dari limbah industri pengolahan bijih timah.
- b. Menentukan pengaruh ukuran slag timah, ratio slag terhadap pelarut terhadap perolehan yield *stannate chloride* ( $\text{SnCl}_4$ ).

### **I.4 Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh kondisi terbaik untuk meningkatkan persen *recovery* pada ekstraksi bijih timah dari limbah slag dengan menggunakan pelarut asam klorida yang dapat diterapkan di industri sehingga diperoleh bijih timah dengan kadar tinggi.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Proses *Recovery* Timah dari Slag

Brian (1985) menjelaskan bahwa kehilangan (*losses*) yang terjadi pada pengolahan timah terutama terjadi pada limbah slag yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dihindari dengan melakukan proses kembali pada limbah slag untuk mendapatkan timah yang terdapat pada slag. Proses *recovery* timah dari slag yang diterapkan dalam skala industri dilakukan dengan metode *recycle* slag yang telah mengalami pemisahan ke dalam proses utama atau dengan melakukan slag *resmelting*. Namun kedua metode tersebut kurang efisien dan ekonomis karena jumlah timah pada slag dan jumlah timah yang diperoleh tidak maksimal.

Elbert, et al (1964) melakukan penelitian tentang *recovery* bijih timah (Sn) yang terdapat pada limbah pertambangan yang masih mengandung Sn dalam bentuk SnO<sub>2</sub> sebesar 3,6 % berat. Elbert melakukan penelitian dengan metode ekstraksi menggunakan pelarut HCl 5-15 %wt. Ratio perbandingan antara liquid dan solid sebesar 5/1 hingga 7/1. Dari hasil penelitian didapatkan persentase bijih timah yang terekstrak terletak pada range 80-90%. Pada proses penelitian kondisi operasi yang digunakan oleh Elbert yaitu pada temperatur larutan HCl 60-105 °C dan proses *leaching* dilakukan selama 15-180 menit. Dari hasil percobaan Elbert mendapatkan bahwa persentase jumlah bijih timah yang terekstrak dipengaruhi oleh konsentrasi larutan HCl dan lamanya proses *leaching* namun tidak terlalu signifikan.

Katsuhito (1998) melakukan penelitian mengenai *recovery* timah dari limbah sludge yang mengandung Sn (kandungan terbesar dalam sludge) dalam bentuk senyawa Na<sub>2</sub>SnF<sub>6</sub> pada proses electroplating dengan metode *leaching* menggunakan solvent air panas. Proses awal Sludge yaitu pencucian dengan air dan pengadukan dengan rpm tinggi untuk menjadikan sludge ke dalam bentuk slurry. Slurry kemudian dileaching pada tangki

berpengaduk (*high speed*) dengan air panas pada temperatur 50-70 °C. Filtrat yang mengandung senyawa  $\text{Na}_2\text{SnF}_4$  dan  $\text{NaF}$  dipisahkan dari solidnya. Pemisahan kedua dengan prinsip gravitasi ataupun dengan media saring dilakukan untuk memisahkan  $\text{Na}_2\text{SnF}_4$  dan  $\text{NaF}$ . *Suspended solid* yang mengandung  $\text{Na}_2\text{SnF}_4$  ditambahkan larutan alkali  $\text{NaOH}$  pada filtrat menyebabkan timah mengendap dalam bentuk  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ . Kondisi penambahan  $\text{NaOH}$  pada tahap pertama dilakukan pada pH 7,5-10. Larutan basa yang dapat digunakan pemberi suasana alkali adalah  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  dan  $\text{LiOH}$ . Pada penelitiannya Katsuhito menambahkan  $\text{NaOH}$  sebanyak 2 tahapan yang mana pada penambahan tahap kedua dikondisikan suasana larutan pada pH  $\geq 9$ . Pada proses ini akan menghasilkan produk  $\text{Na}_2\text{SnO}_3$  yang digunakan sebagai bahan *tin-plating*.

Nixon, et al (1973) melakukan penelitian mengenai *recovery* timah dari material dengan konsentrasi Sn yang rendah. Philip menggunakan konsentrat silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang masih mengandung 15,8%  $\text{SnO}_2$  sebagai bahan baku penelitian. Proses leaching dengan larutan asam sulfur ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) digunakan dalam eksperimen yang mana proses leaching dilakukan dalam dua stage yaitu, pertama dengan menggunakan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9M panas (60-70 °C) yang akan mengkonversi  $\text{SnO}_2$  ke dalam senyawa garamnya dan pada stage kedua pencucian larutan garam dengan air. Penggunaan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  encer (< 6M) akan meningkatkan kandungan Fe dalam larutan *stannous* akibat senyawa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang sangat larut pada larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  encer. Hasil penelitian yang didapatkan Nixon menyebutkan bahwa lama proses leaching mempengaruhi persen *recovery* timah yang didapatkan. Nixon menyimpulkan dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa metode tersebut sangat memuaskan untuk mineral dengan kadar silika 22-35% berat dan temperatur leburnya diatas 1.250° C.

Castro, et al (2009) melakukan eksperimen mengenai ekstraksi dan *recovery* timah (Sn) serta tembaga (Cu) dari *printed circuit boards computers* (PCBs) yang mengandung 3,2% Sn dan 2,85% Cu . Penelitian dilakukan dengan proses leaching yang

diikuti dengan proses pengendapan. PCBs di-*crushing* menjadi powder dengan ukuran  $\leq 0,208$  mm yang kemudian di-leaching dengan menggunakan tiga jenis larutan asam, yaitu  $H_2SO_4$  2,18 N, HCl 3N dan  $HNO_3$  1N. Dari hasil eksperimen yang dilakukan dijelaskan bahwa ekstraksi dua tahap yaitu tahap I dengan larutan HCl 3N dan kedua  $HNO_3$  1N mampu mengekstraksi Sn hingga 98% dan Cu sebesar 98%. Namun berbeda dengan jika larutan  $H_2SO_4$  yang digunakan sebagai solvent sebab larutan tersebut hanya mampu melakukan *recovery* Sn sebesar 2,7% dan Cu tidak lebih dari 0,01%. Sementara proses ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan larutan HCl 3N mampu melakukan *recovery* Sn hingga 89,4%.

Barakat (1998) melakukan studi tentang *recovery* logam Zinc (Zn), Aluminium (Al), timbal (Pb) dan Sn dari bekas solder yang terdapat pada PCBs dengan melakukan ekstraksi menggunakan larutan  $H_2SO_4$  3% pada temperatur  $45^\circ$  C selama 1 jam. Al mengendap menjadi senyawa kalsium aluminium karbonat dalam larutan sulfat dengan penambahan batu kapur. Filtrat yang mengandung Zn yang larut dalam senyawa sulfatnya yang kemudian dievaporasi untuk mendapatkan bentuk kristalnya. Sementara Pb dan Sn tidak larut. Sehingga Pb dan Sn di ekstraksi kembali menggunakan larutan HCl- $HNO_3$  5M pada temperatur  $80^\circ$  C selama 1,45 jam dan persen *recovery* yang didapatkan adalah Zn 99,1%, Al 99,4%, Pb 99,6% dan Sn 99,5%.

Data berikut adalah komposisi slag timah yang didapatkan dari industri pengolahan bijih timah (PT IMLI) :

**TABEL II.1** Data Komposisi Slag Timah

Unsur Oksida	Jumlah (%)	Unsur Oksida	Jumlah (%)
SiO <sub>2</sub>	21.4	Na <sub>2</sub> O	0.386
TiO <sub>2</sub>	12.13	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.263
ZrO <sub>2</sub>	14.32	HfO <sub>2</sub>	0.22
SnO <sub>2</sub>	13.39	WO <sub>3</sub>	0.173
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.01	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.112

Unsur Oksida	Jumlah (%)	Unsur Oksida	Jumlah (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.72	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.107
CaO	5.42	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0.0911
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.59	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.095
CeO <sub>3</sub>	1.74	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0939
MgO	1.62	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0933
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.22	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0872
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.09	Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	0.085
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.868	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0676
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.739	MoO <sub>3</sub>	0.0586
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.653	ZnO	0.0123
MnO	0.642	S	0.0115
TbO <sub>2</sub>	0.52	PbO	0.0082
K <sub>2</sub> O	0.411	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0035

*Sumber : Hasil Uji Kimia Slag Sn PT IMLI dengan Metode XRF*

Dari data komposisi tersebut bahwa proses ekstraksi (leaching) digunakan untuk melakukan *recovery* timah dalam limbah slag. Solvent yang digunakan adalah asam klorida.

## **II.2 Asam Klorida (HCl)**

Dari tujuh asam mineral kuat dalam kimia, HCl merupakan asam monoprotik yang paling sulit menjalani reaksi redoks. HCl juga merupakan asam kuat yang paling tidak berbahaya untuk ditangani dibandingkan dengan asam kuat lainnya. Walaupun mengandung ion klorida, HCl merupakan asam yang kurang reaktif dan tidak beracun. Asam klorida dalam konsentrasi menengah cukup stabil untuk disimpan dan terus mempertahankan

konsentrasinya. Oleh karena alasan inilah asam klorida merupakan reagen pemberi kondisi asam yang sangat baik.

Asam klorida merupakan asam pilihan dalam titrasi untuk menentukan jumlah basa. Asam yang lebih kuat akan memberikan hasil yang lebih baik oleh karena titik akhir yang jelas. Asam klorida azeotropik (kira-kira 20,2%) dapat digunakan sebagai standar primer dalam analisis kuantitatif, walaupun konsentrasinya bergantung pada tekanan atmosfernya ketika dibuat.

Asam klorida sering digunakan dalam analisis kimia untuk malarutkan sampel-sampel analisis. Asam klorida pekat melarutkan banyak jenis logam dan menghasilkan logam klorida dan gas hidrogen. HCl juga bereaksi dengan senyawa dasar semacam kalsium karbonat dan tembaga (II) oksida, menghasilkan klorida terlarut yang dapat dianalisa.

Ciri-ciri fisika asam klorida seperti titik didih, titik leleh, massa jenis dan pH tergantung pada konsentrasi atau molaritas HCl dalam larutan asam tersebut. Sifat-sifat ini berkisar dari larutan dengan konsentrasi HCl mendekati 0% sampai dengan asam klorida berasap 40% HCl. Berikut dilampirkan sifat fisik larutan HCl pada suhu dan tekanan referensi 20 °C dan 1 atm.

**TABEL II.2** Sifat Fisika Larutan Asam Klorida

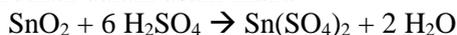
Konsentrasi (HCl/kg)	Massa Jenis (kg/l)	Titik Didih (°C)	Titik Leleh (°C)	Tekanan Uap (Pa)
10%	1,048	103	-18	0,527
20%	1,098	108	-59	27,3
30%	1,149	90	-52	1410
32%	1,159	84	-43	3130
34%	1,169	71	-36	6733
36%	1,179	61	-30	14100
38%	1,189	48	-26	28000

### II.3 Timah dioksida (SnO<sub>2</sub>)

Merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia SnO<sub>2</sub>. Oksida timah ini merupakan oksida timah yang paling penting dalam pembuatan logam timah. SnO<sub>2</sub> memiliki struktur kristal rutile dimana setiap 1 atom Sn berkoordinasi dengan 6 atom oksigen. SnO<sub>2</sub> tidak larut dalam air akan tetapi larut dalam asam dan basa kuat. SnO<sub>2</sub> larut dalam asam halide membentuk heksahalostanat seperti:



Atau jika dilarutkan dalam asam maka:



SnO<sub>2</sub> larut dalam basa membentuk stanat dengan rumus umum Na<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>. SnO<sub>2</sub> digunakan bersama dengan vanadium oksida sebagai katalis untuk oksidasi senyawa aromatik, dipakai sebagai pelapis, ataupun sebagai bahan pembuatan organotin.

#### II.4.1 Mekanisme Proses Ekstraksi Padat – Cair

Pada proses *leaching* bahan terlarut dari dalam suatu partikel oleh suatu pelarut, terjadi mekanisme proses sebagai berikut:

1. Pelarut berpindah dari badan fasa cair ke permukaan zat padat.
2. Pelarut berdifusi ke dalam zat padat sehingga *solute* larut ke dalam pelarut.
3. *Solute* berdifusi melalui campuran padatan-pelarut ke permukaan partikel.
4. *Solute* berpindah ke badan cairan.

Setiap bagian dari mekanisme ini akan mempengaruhi kecepatan ekstraksi, namun karena bagian pertama berlangsung dengan cepat maka pengaruhnya terhadap kecepatan ekstraksi secara keseluruhan dapat diabaikan.

Pada beberapa padatan atau sistem yang akan diekstraksi, *solute* yang akan dilarutkan terisolasi oleh suatu lapisan yang sangat sulit ditembus pelarut, misalnya biji emas di dalam batuanannya maka zat

padat tersebut harus dipecah terlebih dahulu. Pada ekstraksi minyak dari biji-bijian, walaupun bentuknya padat *cellular*, ekstraksi tidak terlalu sulit karena seluletenya sudah berbentuk *liquida* (minyak). (Geankoplis, 1995)

#### **II.4.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Proses *Leaching***

Ada 4 faktor yang harus diperhatikan dalam proses *leaching*, yaitu:

##### **1. Ukuran Partikel**

Ukuran partikel yang lebih kecil akan memperbesar luas permukaan kontak antara partikel dengan cairan, sehingga akan memperbesar laju perpindahan massa, selain itu juga akan memperkecil jarak difusi. Akan tetapi, partikel yang terlalu halus tidak efektif bila sirkulasi proses tidak dijalankan, disamping itu juga akan mempersulit pembuangan ampas padat. Jadi harus ada range tertentu untuk ukuran partikel, dimana partikel harus cukup kecil agar tiap partikel mempunyai waktu ekstraksi yang sama, tetapi juga tidak terlalu kecil sehingga tidak menggumpal dan menyulitkan aliran pembuangan.

##### **2. Pelarut**

Harus dipilih pelarut yang cukup baik, tidak merusak *solute* atau residu, viskositas pelarut tidak tinggi (kental) agar sirkulasi bebas dapat terjadi. Umumnya pada awal ekstraksi pelarut dalam keadaan murni, tetapi setelah beberapa lama konsentrasi *solute* didalamnya akan bertambah besar dan laju ekstraksi akan menurun.

##### **3. Suhu Operasi**

Umumnya kelarutan suatu *solute* yang diekstraksi akan bertambah dengan bertambah tingginya suhu, juga akan menambah besar difusi, sehingga naiknya suhu akan menaikkan kecepatan ekstraksi. Hanya perlu diperhatikan adanya suhu yang tinggi jangan sampai menyebabkan terjadinya kerusakan bahan yang diproses.

#### **4. Pengadukan**

Adanya pengadukan akan menaikkan difusivitas dan kecepatan perpindahan massa dari permukaan partikel ke dalam larutan (*bulk*), dan mencegah terjadinya pengendapan.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### III.1 Garis Besar Penelitian.

Secara garis besar pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan secara eksperimen. Bahan baku yang digunakan adalah slag timah dan diperoleh dari PT. Indra Eramulti Logam Industri. Asumsi yang digunakan adalah kondisi bahan seragam, partikel berbentuk bola berongga dan ukuran partikel seragam.

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan *beaker glass* 1 L dengan diameter 11,5 cm dan tinggi 14 cm sebagai tangki ekstraktor yang dioperasikan secara *batch*. Pengaduk yang digunakan berupa *magnetic stirrer* dengan panjang 4 cm dan menggunakan *hot plate* sebagai media pemanas. Pelarut yang digunakan adalah asam klorida yang dicampurkan ke dalam slag timah dalam tangki ekstraktor. Analisa yang akan dilakukan meliputi analisa slag timah untuk mengetahui konsentrasi *stannate chloride* tiap-tiap variabel sehingga hasil analisa dapat dipakai dalam menentukan persen *recovery* timah.

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian maka ditempuh metodologi sebagai berikut :



**Gambar III.1** Langkah-langkah Penelitian

### **III.2 Bahan yang digunakan**

1. Slag timah dari limbah peleburan timah PT IMLI.
2. Larutan HCl teknis
3. Aquades

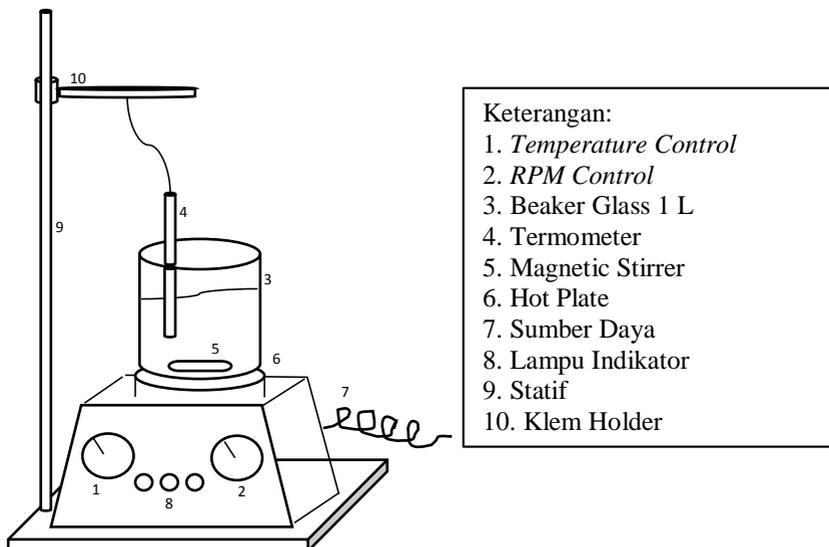
### **III.3 Alat yang Digunakan.**

1. *Beaker glass* 1 L
2. Hot plate dan magnetic stirer
4. Tempat sampel (botol kaca)
5. Kertas saring dan aluminium foil
6. Timbangan elektrik
7. Corong gelas
8. Stopwatch
9. Erlenmeyer 500 ml
10. Pipet volume 25 ml
11. Karet penghisap
13. Termometer
14. Labu ukur 500 ml dan 1000 ml
15. Statif dan Klem Holder
16. *Centrifuge*

### **III.4 Prosedur Penelitian**

#### **III.4.1 Rangkaian Peralatan**

Rangkaian alat ekstraktor dan komponen pelengkap yang digunakan dalam penelitian tampak seperti gambar berikut ini:



**Gambar III.2** Rangkaian Alat Penelitian

Sistem ekstraktor yang digunakan merupakan adalah beakerglass 1000 ml. Proses pengadukan pada proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* berukuran 4 cm. Media pemanas yang digunakan adalah *hot plate* yang dilengkapi dengan kontrol temperatur dan kontrol kecepatan pengadukan (rpm).

### III.4.2 Proses Ekstraksi

Proses ekstraksi diawali dengan pemanasan larutan HCl 5% sebanyak 600 gram hingga mencapai temperatur 80°C (untuk variabel liquid/ solid adalah 6/1 dan ukuran slag 100 mesh (0,149 mm) . Kemudian mencampurkan 100 gram slag timah berukuran 100 mesh (0,149 mm) ke dalam tangki ekstraktor dan melakukan pengadukan. Proses ekstraksi dilakukan selama 20 menit dengan tetap menjaga kondisi temperatur operasi pada 80°C. Kemudian pengambilan ekstrak *sodium stannate* sebagai sampel untuk dianalisa dengan menggunakan *centrifuge* agar larutan dan padatan

yang terbentuk terpisah. Mengulangi prosedur percobaan diatas untuk masing-masing variabel penelitian.

### **III.4.3 Tahap Analisa *stannate chloride***

Analisa yang akan dilakukan meliputi analisaekstrak *stannate chloride* untuk mengetahui konsentrasi logam timah (Sn) dalam ekstrak untuk tiap-tiap variabel. Untuk mengetahui konsentrasi timah pada ekstrak *stannate chloride* dilakukan proses analisa menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

### **III.4.5 Analisa Data**

Analisa yang akan dilakukan untuk mengetahui persen *recovery* (%) yang diperoleh dan kondisi optimum operasi. Persen *recovery* didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah timah yang terekstrak terhadap jumlah timah awal yang terdapat pada slag timah. Untuk menentukan persen (%) *recovery* digunakan persamaan:

$$\%Recovery = \frac{\text{Jumlah Timah yang Terekstrak}}{\text{Jumlah Timah dalam Slag}} \times 100\%$$

Setelah persen *recovery* diketahui, kemudian dibuat grafik hubungan antara persen *recovery* terhadap ratio pelarut terhadap slag untuk setiap ukuran mesh slag.

## **III.5 Variabel Percobaan**

### **III.5.1 Variabel Tetap**

1. Massa slag timah : 100 gram
2. Kecepatan pengaduk : 900 rpm
3. Waktu ekstraksi : 20 menit
4. Temperatur ekstraksi : 80 °C

### **III.5.2 Variabel Berubah**

1. Ukuran slag timah : 100 (0,149 mm) dan 150 mesh (0,099 mm)

2. Liquid/solid (L/S) : 6/1 , 7/1, 8/1, 10/1, 15/1, 20/1 dan 25/1
3. Konsentrasi HCl : 5 % wt dan 10 % wt

### **III.5.3 Variabel Respon**

1. Persen (%) *recovery*

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemisahan dan *me-recovery* Sn dari slag yang berasal dari limbah industri pengolahan biji timah. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh perbandingan jumlah larutan HCl/slag timah, konsentrasi asam klorida dan ukuran mesh slag timah. Perbandingan jumlah HCl/slag timah divariasikan yaitu 6/1, 7/1 dan 8/1. Konsentrasi asam klorida divariasikan yaitu 15% dan 20%, sedangkan ukuran mesh slag timah divariasikan yaitu 100 mesh (0,149 mm) dan 150 mesh (0,099 mm). Dari variabel proses tersebut dipelajari pengaruhnya terhadap persen (%) *recovery* timah. Variabel tetap dalam penelitian ini yaitu waktu ekstraksi 30 menit, Temperatur proses 80°C dan kecepatan pengaduk 900 rpm. Hasil percobaan variabel – variabel di atas menunjukkan terjadinya pembentukan sol, dengan rincian sebagai berikut :

**Tabel IV.1.** Waktu pembentukan sol  
(temperatur 80°C ; Kecepatan Pengaduk 900 rpm ; waktu 30 menit)

No.	Ukuran Partikel (mesh)	% wt HCl	L/S	Waktu (menit)
1	100	15	8/1	30
2			7/1	26
3			6/1	22
4		20	8/1	25
5			7/1	21
6			6/1	17
7	150	15	8/1	20
8			7/1	16
9			6/1	10
10		20	8/1	10
11			7/1	8
12			6/1	3

Komposisi dari sol dapat dilihat pada **Tabel IV.2.**

**Tabel IV.2.** Komposisi Sol

No.	Parameter	Unit	Test Result
1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% wt	8,52
2	Ag	% wt	0,01
3	Zn	% wt	0,03
4	CaO	% wt	7,86
5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% wt	10,5
6	K <sub>2</sub> O	% wt	1,01
7	MnO <sub>2</sub>	% wt	0,67
8	Cd	% wt	0,0006
9	MgO	% wt	1,26
10	Co	% wt	0,01
11	Ni	% wt	0,001
12	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% wt	0,26
13	Pb	% wt	0,021
14	Na <sub>2</sub> O	% wt	4,97
15	Cu	% wt	0,13
16	SiO <sub>2</sub>	% wt	32,25
17	L O I	% wt	32,34

*Sumber : Hasil Uji Sucofindo dengan Metode XRF*

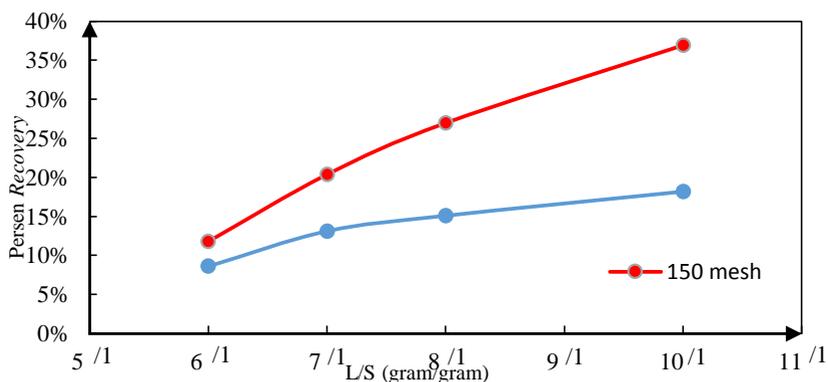
Dari hasil diatas, dapat dilihat bahwa komposisi sol terbesar adalah SiO<sub>2</sub>. Hal ini dapat dibuktikan bahwa gel tidak larut dalam air serta larut dalam NaOH (natrium hidroksida) pekat dengan menggunakan pemanasan.

Oleh karena seluruh hasil percobaan diatas menunjukan pembentukan sol, maka pembentukan sol harus dikurangi dengan cara menurunkan konsentrasi HCl menjadi 5 %wt dan mengurangi waktu ekstraksi menjadi 20 menit dengan variasi ukuran mesh dan L/S yang sama. Hasil penelitian variabel baru terhadap persen (%) *recovery* timah adalah sebagai berikut:

**Tabel IV.3.** Persen *recovery* Sn  
(temperatur 80°C ; Kecepatan Pengaduk 900 rpm ; waktu 20  
menit)

No.	%wt HCl	Ukuran Partikel (mesh)	L/S	Berat Pelarut (gram)	Sn Terekstrak (gram)	% Recovery
1	5	100	6/1	600	0,9	8,60
2			7/1	700	1,36	13,11
3			8/1	800	1,57	15,09
4			10/1	1000	1,89	18,18
5	150	100	6/1	600	1,23	11,79
6			7/1	700	2,12	20,36
7			8/1	800	2,81	26,97
8			10/1	1000	3,84	36,93
9	10	150	10/1	1000	-	-
10			15/1	1500	5,196	49,93
11			20/1	2000	6,326	60,79
12			25/1	2500	6,332	60,85

Pengaruh perbandingan jumlah larutan HCl / Slag dan ukuran mesh slag timah terhadap persen (%) *recovery* ditunjukkan pada **Gambar IV.1**



**Gambar IV.1.** Persen *recovery* vs perbandingan jumlah larutan HCl / slag (HCl 5% wt)

Dari gambar diatas menunjukkan kecenderungan pengaruh L/S terhadap perolehan timah pada berbagai ukuran mesh slag timah. **Gambar IV.1** menunjukkan bahwa (%) *recovery* timah mengalami peningkatan seiring dengan semakin besarnya nilai L/S selain itu, (%) *recovery* timah juga meningkat sebanding dengan besarnya ukuran mesh slag timah. Ada beberapa faktor yang dimungkinkan dapat mempengaruhi hal tersebut. Pertama adalah besarnya nilai L/S akan sebanding dengan jumlah mol HCl yang terlibat dalam proses ekstraksi sehingga akan semakin banyak timah yang bereaksi dengan HCl. Kedua adalah nilai L/S yang kecil akan meningkatkan pembentukan sol yang dapat memperangkap timah. Selain itu besarnya nilai L/S memungkinkan percobaan dilakukan dengan menggunakan persen (%) HCl yang lebih tinggi dan dapat mengurangi pembentukan gel sehingga persen (%) *recovery* yang didapatkan dapat lebih besar. Hal itu ditunjukkan pada hasil percobaan untuk variabel % wt HCL 10%

Dapat dilihat dari **Tabel IV.3**, persen (%) *recovery* Sn terbesar yaitu 60,85% didapatkan pada variabel ukuran slag 150 mesh (0,099 mm) , konsentrasi HCl 10% wt dan perbandingan jumlah pelarut / slag sebesar 25/1.

# BAB V

## KESIMPULAN DAN SARAN

### V.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Persen *recovery* meningkat dengan semakin kecil ukuran mesh slag timah sebagai bahan baku utama dalam proses *recovery* timah.
2. Perbandingan pelarut HCl 10%wt dan slag sangat mempengaruhi Persen *recovery* timah, dimana semakin besar ratio pelarut HCl dan slag akan mengurangi terbentuknya sol dan memperbesar jumlah timah yang dapat di-*recovery*.
3. Persen (%) *recovery* tertinggi 60,85% didapat pada ukuran slag 150 mesh (0,099 mm) dengan waktu proses 20 menit, dan rasio HCl 10% wt / slag = 25 / 1.

### V.2. Saran

Dari hasil penelitian maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai proses pembentukan sol pada proses ekstraksi timah yang dapat mengurangi timah yang ter-*recovery*.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai proses ekstraksi timah dari limbah slag dengan variabel ratio pelarut HCl dan waktu proses ekstraksi yang lebih kecil serta konsentrasi pelarut yg lebih besar dimana proses dilakukan secara bertahap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barakat, M. A.. 1998. “*Recovery of lead, tin and indium from alloy wire scrap*” Hydrometallurgy 49, 63-73
- Castro, L. A.. 2009. “*Recovery of Tin and Copper by Cycling of Printed Circuit Boards from Obsolete Computers*”, 26(04), 649-657
- Earl, B.. 1985. “*Melting Tin in the West of England*”, part 1 J.Hist. Metall. Soc. 19, 153-161
- Elbert Murry De Forest, W.C.B., and Ted William Royer, Wichita, Kans. 1964. “*Tin Recovery*”. United states Patent Office.
- Geankoplis, C.J. 1995. “*Transport Processes and Unit Opertations*” 3<sup>rd</sup> edition. New Jersey : Prentice-Hall International.
- Gozan, M.. 2006. “*Absorpsi, Leaching, dan Ekstraksi pada Industri Kimia*”. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- Katsuhito Kawamura, F., Ishikawa, Kazumitsu S. and Shinji Kawashima. 1998. “*Method of Recovering Metallic Tin From Electroplating Sludge*”. United states Patent.
- McCabe, W.L., J.C. Smith and P. Harriot. 1993. “*Unit Operation of Chemical Engineering*” 5th edition. New York : Mc.Graw-Hill, Inc.

Nixon Philip John et al. 1973. "*Recovery of Tin Operation Concentrates and Other Tin-Bearing Materials*". United States Patent.

Smith Richard. 1996. "*An Analysis of the Processes for Smelting Tin*". South-West Britain : The bulletin of the Peak District Mines Historical Society

<http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/worldArchive.html>

<https://www.itri.co.uk>

[www.en.wikipedia.org/wiki](http://www.en.wikipedia.org/wiki)

## BIODATA PENULIS



Raymond Vensky Rattu, dilahirkan di Surabaya, 2 April 1993, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Indra Partrice Rattu dan Antha Herlly Athy. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari tahun 1998 – 2004 SD Kr. Dharma Mulya Surabaya, tahun 2004 – 2007 SMP Kr. Dharma Mulya Surabaya, tahun 2007 – 2010 SMA Negeri 6 Surabaya dan

melanjutkan kuliah di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Untuk riset tugas akhir, penulis memilih Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa bersama partner-nya Edwin Kurnia, yang dibimbing oleh Fadlilatul Taufany, ST., PhD. dan Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD. dengan judul **“Ekstraksi Stannate Chloride dari Limbah Slag Menggunakan Pelarut Asam Klorida”** dan pra desain pabrik dengan judul **“Liquefied Natural Gas (LNG) Mathindok”**. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT Chandra Asri Petrochemical Tbk. Penulis berterima kasih kepada crew lab LTD (Parjack, Nurhadi, Alvin, Pambudi, Indi, Melvina, Argatha, Rucita, Brian, Novita, Anita, dan Desy) serta seluruh anggota keluarga K50 yang telah mendukung penulis dalam pembuatan tugas akhirnya. Penulis dapat dihubungi melalui email [raymondvensky\\_its@yahoo.co.id](mailto:raymondvensky_its@yahoo.co.id).

## BIODATA PENULIS



Edwin Kurnia adalah anak ketiga dari tiga bersaudara. Lahir di kota Jakarta tepat pada tanggal 25 Mei 1992. Penulis menjalani dunia pendidikan formal di SD Abdi Siswa, SMP Abdi Siswa, SMA Sang Timur, dan melanjutkan kuliah di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Untuk riset tugas akhir, penulis memilih laboratorium Perpindahan Panas dan Massa bersama partnernya Raymond Vensky Rattu, yang dibimbing oleh Fadlilatul Taufany, ST., PhD. dan Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD. dengan judul **“Ekstraksi Stannate Chloride ( $\text{SnCl}_4$ ) dari Limbah Slag Menggunakan Pelarut Asam Klorida”**. Penulis juga pernah melakukan kerja praktek di Total E&P Indonesia Balikpapan. Penulis juga berterima kasih kepada crew lab (Parjack, Nurhadi, Raymond, Edwin, Alvin, Pambudi, Indi, Melvina, Argatha, Rucita, Brian, Novita, Anita, dan Desy) yang telah mendukung penulis dalam pembuatan tugas akhirnya. Penulis dapat dihubungi melalui email [edwinkurniahambali@gmail.com](mailto:edwinkurniahambali@gmail.com).

# APPENDIKS A

## PERHITUNGAN

### 1. Perhitungan pengenceran larutan HCl

Perhitungan contoh dilakukan pada larutan HCl 5% berat dengan berat slag 100 gram dan L/S = 6/1. Larutan induk yang digunakan adalah larutan HCl 32% ( $\rho_{\text{HCl}} = 1,14 \text{ g/ml}$ ).

L/S = 6/1, dimana S = 100 gram

L = 600 gram

HCl 5 % berat = 5% x 600 gram

$$\rho_{\text{HCl}} = 1,18 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 30 \text{ gram}$$

$$1,18 = \frac{600 \text{ gr}}{V}$$

$$V_{\text{HCl}} (5\% \text{ berat}) = 508,48 \text{ cm}^3$$

$$M_{\text{HCl}} (5\% \text{ berat}) = 32\% \times M_{\text{HCl}} (\text{induk})$$

$$30 \text{ gram} = 0,32 \times M_{\text{HCl}} (\text{induk})$$

$$M_{\text{HCl}} \text{ yang diperlukan (induk)} = 93,75 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{HCl}} \text{ yang diperlukan (induk)} &= M_{\text{HCl}} (\text{induk}) / \rho_{\text{HCl}} (\text{induk}) \\ &= 93,75 \text{ g} / (1,14 \text{ g/ml}) \\ &= 82,23 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{air}} \text{ yang diperlukan} &= V_{\text{HCl}} (5\% \text{ berat}) - V_{\text{HCl}} \text{ yang diperlukan (induk)} \\ &= 508,48 \text{ ml} - 82,23 \text{ ml} \\ &= 426,25 \text{ ml} \end{aligned}$$

### 2. Perhitungan untuk mengkonversi kadar Sn dari ppm hingga mendapat persen (%) recovery

Perhitungan contoh dilakukan pada hasil analisa AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), untuk kondisi operasi sebagai berikut :

$$L/S = 6/1$$

$$\text{Ukuran Slag} = 150 \text{ mesh (0,099 mm)}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar HCl} &= 5 \% \text{ wt} \\ \text{Kadar ppm} &= 2044,81 \text{ ppm} \\ &= 2044,81 \frac{\text{mg}}{\text{kg pelarut}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana pelarut yang digunakan sebanyak 600 gram} \\ &= 2044,81 \frac{\text{mg}}{\text{kg pelarut}} \times 0,6 \text{ kg pelarut} \\ &= 1226,886 \text{ mg} \end{aligned}$$

Kemudian dari berat yang didapat (berat Sn yang terleaching) dapat ditentukan persen (%) *recovery* dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Awal SnO}_2 &= 13,4 \% \\ \text{Slag Timah} &= 100 \text{ gram} \\ \text{Berat SnO}_2 \text{ di Slag} &= 13,4 \text{ gram} \\ \text{Berat Sn di Slag} &= 10,4 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Recovery} &= \frac{\text{Berat Sn terleaching}}{\text{Berat Sn dalam Slag}} \times 100\% \\ &= \frac{1,226 \text{ gram}}{10,4 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 11,79 \% \end{aligned}$$

## APPENDIKS B

### HASIL ANALISA DAN PERHITUNGAN

**Tabel B.1.** Hasil Analisa AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*)  
HCl 5 % wt

No. Percobaan	Variabel Tetap	Variabel Berubah		Hasil Analisa Sn (ppm)
		Ukuran Mesh	L/S	
1	HCL	100	6/1	1491.91
2	5%		7/1	1949.02
3	Temperatur		8/1	1963.14
4	80°C	150	6/1	2044.81
5	Waktu		7/1	3027.36
6	20 Menit		8/1	3507.72

**Tabel B.2.** Hasil Analisa AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*)  
HCl 10 % wt

No. Percobaan	Variabel Tetap	Variabel Berubah		Hasil Analisa Sn (ppm)
		Ukuran Mesh	L/S	
1	HCL 10%	100	10/1	-
2	Temperatur	100	15/1	3464.14
3	80°C	150	15/1	4217.1
4	Waktu	150	20/1	3164.96
5	20 Menit	150	20/1	2532.83

**Tabel B.3.** Hasil Perhitungan HCl 5 % wt

No. Percobaan	Variabel Tetap	Variabel Berubah		Berat Pelarut	Sn Ter-leaching	Recovery % Sn
		Ukuran Mesh	L/S	HCl (gram)	Sn (gram)	
1		100	6/1	600	0,90	8,60%
2	HCl		7/1	700	1,36	13,11%
3	5%		8/1	800	1,57	15,09%
4	Temperatur		10/1	1000	1,89	18,18%
5	80°C	150	6/1	600	1,23	11,79%
6	Waktu		7/1	700	2,12	20,36%
7	20 Menit		8/1	800	2,81	26,97%
8			10/1	1000	3,84	36,93%

**Tabel B.4.** Hasil Perhitungan HCl 10 % wt

No. Percobaan	Variabel Tetap	Variabel Berubah		Berat Pelarut	Sn Terekstrak	Recovery
		Ukuran Mesh	L/S	HCl (gram)	Sn (gram)	% Sn
1	HCL 10%	100	10/1	1000	-	-
2	Temperatur	100	15/1	1500	5.196	49.93%
3	80°C	150	15/1	1500	6.326	60.79%
4	Waktu	150	20/1	2000	6.330	60.83%
5	20 Menit	150	25/1	2500	6.332	60.85%