

Proses Isolasi ALuminium dari Bauksit dan Pemanfaatnnya

Disusun Oleh Kelompok 7:

Indah Ar	(0610920028)
Nio Hoki P.	(0610920042)
M. Andi Suaiman	(0610920038)
Aditya P.	(0610923003)



JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium merupakan unsur dengan lambang Al, bernomor atom 13 dan merupakan unsur golongan III A. Secara fisik aluminium merupakan logam putih keperakan dengan karakter seperti logam pada umumnya, logam aluminium dapat memantulkan sinar, tidak beracun, non-magnetik dan tidak berkilau. Aluminium merupakan salah satu dari 8 besar elemen pada kerak bumi, merupakan unsur ke-3 yang paling melimpah di alam yaitu sekitar 8,1% berat.

Aluminium di alam tidak ditemukan dalam bentuk logam murninya tetapi dalam bentuk bauksit yang masih mengandung Fe_2O_3 , serta Si_2O_3 . Sehingga dibutuhkan proses lebih lanjut untuk mendapatkan aluminium murni yang biasa dimanfaatkan dan dijual secara komersial

Aluminium merupakan konduktor listrik yang baik, tahan panas serta tahan korosi. Aluminium digunakan dalam banyak hal. Kebanyakan digunakan sebagai Kabel bertegangan tinggi, bahan konstruksi pesawat serta peralatan rumah tangga seperti panci, botol minuman ringan serta tutup botol susu. Aluminium biasanya juga digunakan untuk melapisi lampu dan *compact disk*. Persenyawaan aluminium juga memiliki aplikasi yang sangat luas. Misalnya aluminium sulfat digunakan untuk pemurnian air.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Permasalahan yang kami angkat pada makalah ini antara lain :

1. Bagaimana kelimpahan unsur Aluminium di alam?
2. Bagaimana keseluruhan proses yang dilakukan untuk mendapatkan aluminium dari bauksit ?
3. Bagaimana pemanfaatan unsur aluminium dalam kehidupan?



II. PEMBAHASAN

2.1 Kelimpahan Aluminium di Alam

Aluminium merupakan salah satu unsur yang melimpah di alam khususnya pada kerak bumi, yaitu sekitar 8,1 % berat. Walaupun jumlahnya melimpah, namun logam

aluminium ini tidak pernah ditemukan dalam logam murninya di alam. Melainkan bergabung dengan unsur – unsur lain membentuk suatu mineral. Misalnya persenyawaannya dengan group silikat yang biasanya disebut **feldspar**, yang merupakan mineral yang paling melimpah di lapisan kerak bumi. Salah satu jenis mineral aluminium silikat yaitu **piropilit** $\text{AlSi}_2\text{O}_5(\text{OH})$, Selain itu, biasanya bergabung dengan mangan membentuk mineral yang disebut **spesartin**, $\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$. Aluminium silikat yang mengandung Floride atau hidroksida, $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$, membentuk mineral permata yang dinamakan **topas**, aluminium silikat dengan kalium dinamakan **mikrolin**, KAlSi_3O_8 , yang biasanya berwarna hijau apel hingga kecoklatan (Navy,2009).

Aluminium oksida, Al_2O_3 , dinamakan alumina dan terdapat di alam sebagai mineral korundum. Korundum yang mengandung impurities dinamakan emery, yang biasanya digunakan sebagai bahan penggosok dan roda. Korundum murni tidak berwarna, namun dengan adanya beberapa impurities akan menjadikan korundum tersebut berwarna. Misalnya dengan impurities kromium oksida akan menghasilkan warna merah yang disebut batu **Ruby**, dengan titanium oksida akan didapatkan batu **safir** yang biasanya berwarna biru. Aluminium dengan magnesium akan menghasilkan oksida mineral **spinel**, bergabung dengan fosfat akan menghasilkan mineral **varisit**, $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, yang menghasilkan warna hijau dan sangat populer sebagai bahan pembuatan ornament batu (Navy,2009).

Senyawa aluminium oksida yang paling umum adalah bauksit, atau aluminium murni yang mengandung aluminium oksida dalam jumlah besar. Biasanya merupakan kombinasi dari aluminium dan oksigen dengan rumus $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. pada bauksit ini juga terdapat beberapa pengotor antara lain Fe_2O_3 dan SiO_2 . Oleh karenanya, untuk memperoleh logam aluminium murni diperlukan pemrosesan bauksit lebih lanjut.(Davydson, 2009).

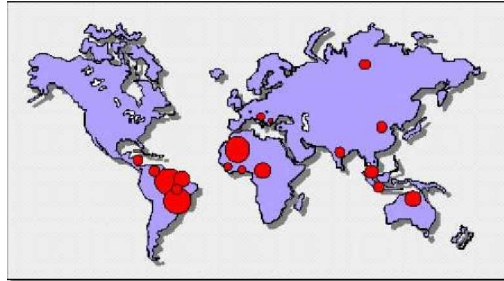
Albaunite rock with impurities



<http://www.hs.wisd.org/ddaughenbau/gh/Picture>

Cadangan bauksit tersebar diseluruh dunia. Negara – Negara yang memiliki sumber bauksit dalam jumlah besar antara lain : Australia, Brazil, Guinea, dan Jamaika. Sekitar 85

% dari keseluruhan bauksit yang ditambang dari kerak bumi, digunakan untuk menghasilkan logam aluminium, dimana nantinya akan digunakan sebagai bahan baku produk – produk lain yang lebih bervariasi. Sisanya sekitar 15 % digunakan untuk proses kimia yang berkelanjutan pada pabrik – pabrik dalam pembuatan pesenyawaan aluminium dengan tujuan tertentu (Davydson, 2009).



Peta Tambang Bauksit Dunia

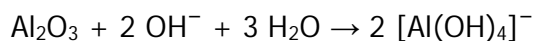
2.2 Proses Isolasi Aluminium dari Bauksit

Secara umum untuk memperoleh aluminium murni dari bauksit dilakukan 2 tahapan proses, yaitu proses Bayer dan proses Hall-Heroult. Pada proses Bayer, bauksit dimurnikan untuk mendapatkan aluminium oksida. Proses selanjutnya, proses Hall-Heroult, meleburkan aluminium dioksida untuk mendapatkan logam aluminium murni (Anonymous, 2007).

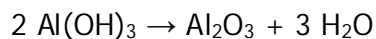


The Bayer process

Secara umum proses Bayer terdiri dari 3 tahapan. Yaitu : ekstraksi, Presipitasi dan Kalsinasi (Anonymous, 2009). Pada proses ekstraksi, bauksit dihancurkan secara mekanik dan kemudian dilarutkan dalam larutan natrium hidroksida panas pada suhu 175°C, pelarutan ini akan melarutkan aluminium oksida menjadi aluminium hidroksida, Al(OH)₃. Dengan OH⁻ berlebih akan menghasilkan [Al(OH)₄]⁻.



Komponen lain selain aluminium oksida (impuritis) tidak larut. Sehingga aluminium oksida dari bauksit akan dapat dipisahkan dari pengotornya seperti Fe₂. Pemisahan dapat dilakukan dengan penyaringan untuk pengotor padat yang tak larut yang disebut *Red Mud*. Setelah dipisahkan dengan pengotornya yang tidak larut, masuk pada proses presipitasi. Larutan filtrat yang berisi aluminium hidroksida didinginkan, sehingga dihasilkan presipitat putih padat berbentuk seperti benang – benang. Tahapan selanjutnya yaitu kalsinasi, dimana padatan putih aluminium hidroksida dipanaskan hingga suhu ±1050°C, pada proses pemanasan ini aluminium hidroksida akan mengalami dekomposisi menjadi alumina, dan menghasilkan uap air pada prosesnya (Anonymous,2009) :



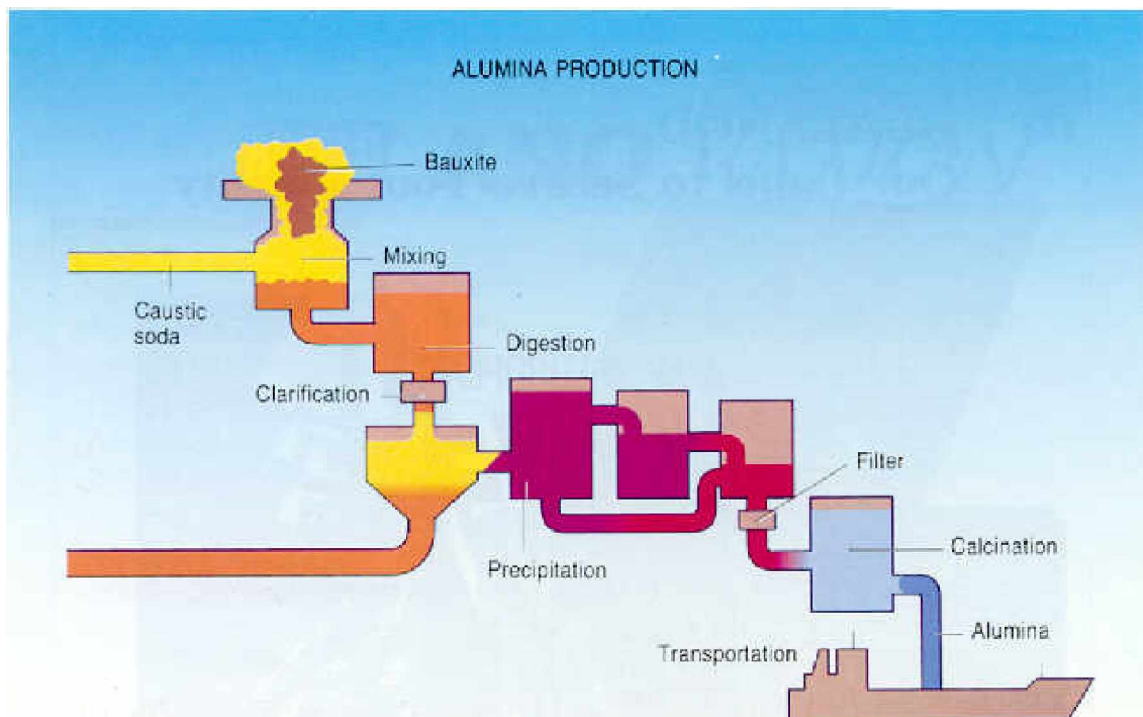
Prose Bayer Secara Bertahap :

- Bauksit dihancurkan secara mekanik, kemudian dicampur dengan soda kaustik (NaOH), dihasilkan suspensi berair yang mengandung partikel murni yang sangat beragam.
- Suspense cair dipompa menuju digester (Tank yang berfungsi seperti tabung pengontrol tekanan). Larutan tersebut dipanaskan hingga suhu 230-520°F (110-270°C) dibawah tekanan 50 lb/in² (340 kPa). Pada kondisi ini, dilakukan selama sekitar setengah jam atau hingga beberapa jam. Pada prosesnya penambahan soda kaustik dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh senyawa aluminium yang terkandung terlarut.
- Larutan panas, yang menjadi larutan natrium aluminat, dilewatkan melalui beberapa tangki flash yang mereduksi tekanan dan merocoverly panas yang dapat digunakan kembali untuk proses pemurnian.
- Selanjutnya larutan dipompakan menuju tangki pengendap. pada tangki ini, pengotor yang tidak larut akan mengendap dibawah tangki. Sehingga larutan hanya mengandung aluminium oksida yang terlarut dalam kaustik soda. Residu yang ada dibawah tangki (yang dinamakan "*Red Mud*") mengandung pasir halus, besi oksida, oksida – oksida dari trace elemen misalnya titanium.
- Setelah pengotor diendapkan, cairan yang tertinggal (dengan bentuk fisik seperti kopi), dipompa menuju sederetan saringan. Beberapa partikel halus dari pengotor yang tertinggal pada larutan akan ditangkap oleh filter. Material ini akan dicuci

untuk mendapatkan alumina dan kaustik soda yang dapat digunakan kembali selama proses.

- Cairan yang sudah disaring dipompa menuju tangki *six-story-tall precipitation*. Bibit Kristal dari alumina hidrat (alumina yang mengikat molekul air) ditambahkan di atas tangki. Bibit Kristal akan tumbuh sejalan dengan pengendapan cairannya dan alumina yang terlarut akan terikat pada Kristal yang terjadi.
- Endapan Kristal yang terbentuk di bawah tangki kemudian dipindahkan. Setelah pencucian, dialihkan menuju pengering untuk kalsinasi (Pemanasan untuk menghilangkan molekul air yang terikat pada molekul alumina). Temperaturnya berkisar 2000°F ($1,100^{\circ}\text{C}$) yang akan menghilangkan molekul air, sehingga hanya tinggal Kristal alumina anhidrat. Selanjutnya cristal dialirkan menuju cooler untuk pendinginan dan proses finishing.

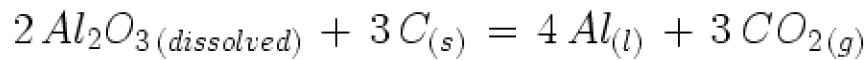
The Hall-Heroult process



Secara umum pada proses ini, leburan alumina dielektrolisis, dimana lelehan tersebut dicampur dengan lelehan elektrolit kriolit didalam pot dimana pada pot tersebut terikat serangkain batang karbon dibagian atas pot sebagai katoda. Karbon anoda berada dibagian bawah pot sebagai lapisan pot, dengan aliran arus kuat 4 – 5 V antara anoda dan katodanya proses elektrolisis terjadi. Alumina mengalami pemutusan ikatan akibat elektrolisis, lelehan

aluminium akan menuju kebawah pot, yang secara berkala akan ditampung menuju cetakan berbentuk silinder atau lempengan. Masing – masing pot dapat menghasilkan 66,000-110,000 ton aluminium per tahun(Anonymous,2009). Secara umum, 4 ton bauksit akan menghasilkan 2 ton alumina, yang nantinya akan menghasilkan 1 ton aluminium(Ulucak,2003)

Reaksi kimia secara umum pada proses Hall-Heroult :



Prose Hall-Heroult Secara Bertahap :

Lelehan alumina hingga menjadi logam aluminium terjadi pada baja vat yang disebut pot reduksi. Bagian bawah dari pot terlapis/dibatasi dengan karbon yang bertindak sebagai salah satu elektroda (konduktor arus listrik) dari system. Electrode lawannya terdiri dari serangkain batang karbon yang tergantung diatas pot. Pot reduksi ini disusun sedemikian rupa, berjajar yang terdiri dari 50 – 200 pot yang terhubung satu sama lain membentuk sirkuit elektrik.

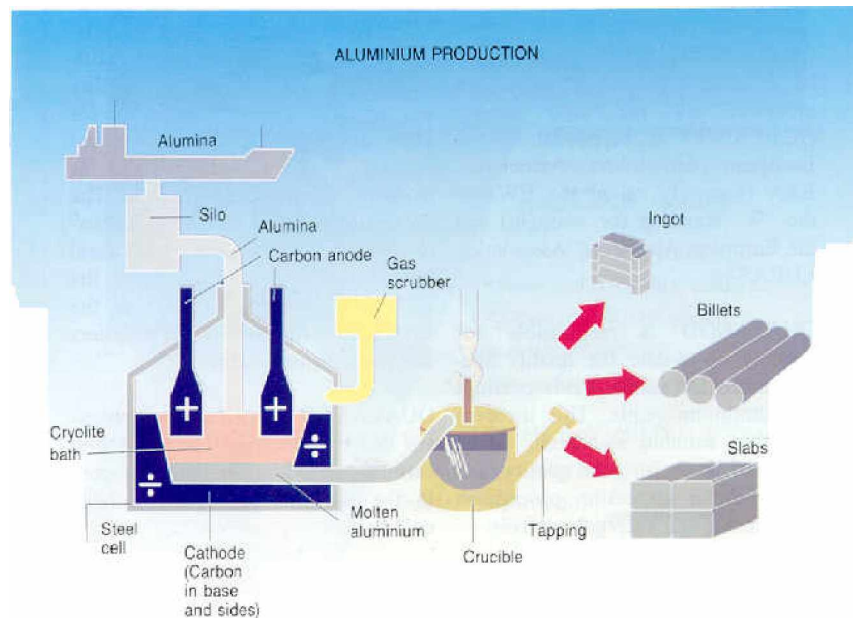
- Dalam pot reduksi, Kristal alumina dilarutkan pada lelehan kriolit pada temperature 1.760-1.780° F (960-970° C) sehingga dihasilkan larutan elektrolit yang akan menghantarkan listrik dari batang karbon(Katoda) menujuu Lapisan-Karbon (Anoda). Arus DC (4-6 volts and 100,000-230,000 amperes) dialirkan melalui larutan. sehingga akan terjadi reaksi yang akan memutuskan ikatan aluminium dengan oksigen pada molekul alumina. Oksigen yang dibebaskan terikat pada batang karbon (Katoda), sehingga membentuk karbon dioksida. Aluminium murni terendapkan di bawah pot sebagai lelehan logam.
- Proses peleburan dilanjutkan, dengan penambahan alumina pada larutan kriolit untuk menggantikan senyawa yang terdekomposisi. Arus listrik konstan tetap dialirkan. Panas yang berasal dari aliran listrik menjaga agar isi pot tetap berada pada keadaan cair. Lelehan aluminium murni terkumpul dibawah pot
- Lelehan yang berada dibawah pot, dikumpulkan. Ditampung pada cetakan (batang atau lempeng). Saat aliran tersebut dialirkan kecetakan, bagian luar cetakan didinginkan dengan aliran air, yang menyebabkan aliminium menjadi

padat. Logam murni yang padat dapat dibentuk dengan penggergajian sesuai dengan kebutuhan.

2.3 Pemanfaatan Aluminium

Beberapa penggunaan aluminium antara lain:

1. Sektor industri otomotif, untuk membuat bak truk dan komponen kendaraan bermotor.
2. untuk membuat badan pesawat terbang.
3. Sektor pembangunan perumahan; untuk kusen pintu dan jendela.
4. Sektor industri makanan, untuk kemasan berbagai jenis produk.



5. Sektor lain, misal untuk kabel listrik, perabotan rumah tangga dan barang kerajinan.
 6. Membuat *termit*, yaitu campuran serbuk aluminium dengan serbuk besi (III) oksida, digunakan untuk mengelas baja ditempat, misalnya untuk menyambung rel kereta api.
- Beberapa senyawa Aluminium juga banyak penggunaannya, antara lain:

1. Tawas ($K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$)

Tawas mempunyai rumus kimia $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$. Tawas digunakan untuk menjernihkan air pada pengolahan air minum.

2. Alumina (Al_2O_3)

Alumina dibedakan atas alfa-allumina dan gamma-allumina. Gamma-alumina diperoleh dari pemanasan $Al(OH)_3$ di bawah $4500C$. Gamma-alumina digunakan untuk pembuatan aluminium, untuk pasta gigi, dan industri keramik serta industri gelas. Alfa-allumina diperoleh dari pemanasan $Al(OH)_3$ pada suhu diatas $10000C$. Alfa-allumina terdapat sebagai korundum di alam yang digunakan untuk amplas atau grinda. Batu mulia, seperti rubi, safir, ametis, dan

topaz merupakan alfa-allumina yang mengandung senyawa unsur logam transisi yang memberi warna pada batu tersebut. Warna-warna rubi antara lain:

- Rubi berwarna merah karena mengandung senyawa kromium (III)
- Safir berwarna biru karena mengandung senyawa besi(II), besi(III) dan titan(IV)
- Ametis berwarna violet karena mengandung senyawa kromium (III) dan titan (IV)
- Topaz berwarna kuning karena mengandung besi (III)

Penggunaan aluminium yang luas disebabkan aluminium memiliki sifat-sifat yang lebih baik dari logam lainnya seperti :

- **Ringan** : memiliki bobot sekitar 1/3 dari bobot besi dan baja, atau tembaga dan karenanya banyak digunakan dalam industri transportasi seperti angkutan udara.

- **Kuat** : terutama bila dipadu dengan logam lain. Digunakan untuk pembuatan produk yang memerlukan kekuatan tinggi seperti : pesawat terbang, kapal laut, bejana tekan, kendaraan dan lain-lain.

- **Mudah dibentuk** dengan semua proses pengerjaan logam. Mudah dirakit karena dapat disambung dengan logam/material lainnya melalui pengelasan, *brazing*, *solder*, *adhesive bonding*, sambungan mekanis, atau dengan teknik penyambungan lainnya.

- **Tahan korosi** : sifatnya durabel sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, suhu dan unsur-unsur kimia lainnya, baik di ruang angkasa atau bahkan sampai ke dasar laut.

- **Konduktor listrik** : setiap satu kilogram aluminium dapat menghantarkan arus listrik dua kali lebih besar jika dibandingkan dengan tembaga. Karena aluminium relatif tidak mahal dan ringan, maka aluminium sangat baik untuk kabel-kabel listrik overhead maupun bawah tanah.

- **Konduktor panas** : sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada mesin-mesin/alat-alat pemindah panas sehingga dapat memberikan penghematan energi.

- **Memantulkan sinar dan panas** : Dapat dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan pantul yang tinggi yaitu sekitar 95% dibandingkan dengan kekuatan pantul sebuah cermin. Sifat pantul ini menjadikan aluminium sangat baik untuk peralatan penahan radiasi panas.

- **Non magnetik** : dan karenanya sangat baik untuk penggunaan pada peralatan listrik/elektronik, pemancar radio/TV. dan lain-lain, dimana diperlukan faktor magnetisasi negatif.

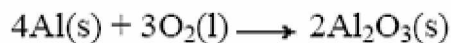
- **Tak beracun** : dan karenanya sangat baik untuk penggunaan pada industri makanan, minuman, dan obat-obatan, yaitu untuk peti kemas dan pembungkus.

- **Memiliki ketangguhan yang baik** : dalam keadaan dingin dan tidak seperti logam lainnya yang menjadi getas bila didinginkan. Sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada pemrosesan maupun transportasi LNG dimana suhu gas cair LNG ini dapat mencapai dibawah -150 oC.

- **Menarik** : dan karena itu aluminium sering digunakan tanpa diberi proses pengerjaan akhir. Tampak permukaan aluminium sangat menarik dan karena itu cocok untuk perabot rumah (hiasan), bahan bangunan dan mobil. Disamping itu aluminium dapat diberi surface treatment, dapat dikilapkan, disikat atau dicat dengan berbagai warna, dan juga diberi proses anodisasi. Proses ini menghasilkan lapisan yang juga dapat melindungi logam dari goresan dan jenis abrasi lainnya.

- **Mampu diproses ulang guna** yaitu dengan mengolahnya kembali melalui proses peleburan dan selanjutnya dibentuk menjadi produk seperti yang diinginkan Proses ulang-guna ini dapat menghemat energi, modal dan bahan baku yang berharga.

Permukaan logam aluminium tertutup oleh lapisan tipis oksida yang melindungi logam terhadap udara, sehingga logam aluminium tidak bereaksi dengan udara. Aluminium bila dibakar dalam oksigen akan menghasilkan nyala putih mambentuk Al_2O_3 .



Dengan lapisan inilah aluminium sering digunakan untuk pelapis logam lain supaya tidak terjadi korosi pada logam tersebut.

III. PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Aluminium merupakan salah satu unsure yang sangat melimpah di alam. Meskipun sangat melimpah, aluminium tidak pernah ditemukan dalam bentuk murni logamnya, melainkan selalu bersenyawa dengan unsure – unsure lain membentuk persenyawaan mineral. Mineral dari aluminium yang paling umum ditemukan adalah bauksit. Dimana bauksit ini mengandung aluminium oksida dan beberapa trace elemen yang berikatan secara kimia. Untuk mendapatkan logam murni aluminium dari mineralnya, diperlukan pemrosesan lebih lanjut. Proses yang paling umum untuk mendapatkan logam aluminium dari mineral bauksit adalah melalui 2 tahapan proses utama. Yaitu Proses Bayer untuk menghasilkan aluminium oksida murni (alumina) dari bauksit. Proses selanjutnya disebut Hall-Heroult Proses dimana pada proses ini dilakukan elektrolisis dengan modifikasi termokimia untuk menghasilkan aluminium murni dari alumina.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2009, **BAYER PROCESS CHEMISTRY**, [http://www.world-aluminium.org/About+Aluminium//nternational Aluminium Institute.htm](http://www.world-aluminium.org/About+Aluminium//nternational+Aluminium+Institute.htm), diakses tanggal 16 Maret 2009
- Anonymous, 2007, **ALUMINIUM**, <http://www.madehow.com/Volume-5/Aluminum.html>, diakses tanggal 16 Maret 2009
- Davydson, Sam, 2009, **ALUMINIUM**, <http://sam.davyson.com/as/physics/aluminium/site/uses.html>, diakses tanggal 16 Maret 2009
- Navy, R., 2009, **ALUMINIUM**, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/hframe.html>, diakses tanggal 16 Maret 2009
- Ulucak, Timur, 2003, **ALUMINIUM ALUMINUM EXTRUSION, ROLLED PRODUCT, CASTING, CONDUCTOR**, diakses tanggal 16 Maret 2009
- Zelder, Greg dan Sebastian Africano, 2003, **BAUXITE AND ALUMINUM: A CRADLE TO GRAVE ANALYSIS**, San Francisco State University : USA