



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Jenis-jenis Proses

Produksi aluminium oksida dapat dilakukan melalui beberapa metode proses, antara lain:

1. Proses Bayer

Proses Bayer mengekstraksi alumina melalui proses antara kaustik bauksit yang telah dicuci dan dihancurkan pada suhu tinggi (150–200°C) dan tekanan tinggi dalam autoklaf, yang dalam kondisi tersebut aluminium oksida merupakan satu-satunya oksida yang dapat larut secara signifikan. Setelah proses, larutan natrium aluminat dipisahkan dari bahan oksida yang tidak larut dan selanjutnya kondisi proses diubah (dengan mengubah suhu dan konsentrasi) untuk menghasilkan presipitasi aluminium hidroksida murni. Kalsinasi (atau kalsinasi) hanyalah proses perlakuan termal. Nama tersebut berasal dari aplikasinya yang paling umum, yaitu penguraian kalsium karbonat (batu kapur) menjadi kalsium oksida (kapur) dan karbon dioksida untuk menghasilkan semen. Kalsinasi dilakukan dalam tungku atau reaktor yang disebut tanur. Untuk kalsinasi bauksit, tanur putar digunakan, dan tujuannya adalah untuk memindahkan air yang tertahan dalam kisi kristal sebagai uap. Proses Bayer menghasilkan sekitar satu ton CO₂ per ton aluminium. Lebih jauh lagi, proses tersebut masih membuang lebih dari setengah material yang ditambang sebagai limbah. Produksi residu bauksiter ini pada akhirnya tidak berkelanjutan, dan penggunaan praktis untuk limbah, yang disebut "lumpur merah", perlu ditemukan. Hal ini adalah konsekuensi lingkungan dari proses Bayer. Lebih banyak pekerjaan penelitian dan pengembangan yang diperlukan untuk remediasi, rehabilitasi, penggunaan kembali, dan penyimpanan yang aman dari seluruh residu bauksit di seluruh industri. Dalam proses bayer, reaksi yang terjadi yaitu



a. Proses ekstraksi $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dari bauksit menggunakan larutan NaOH



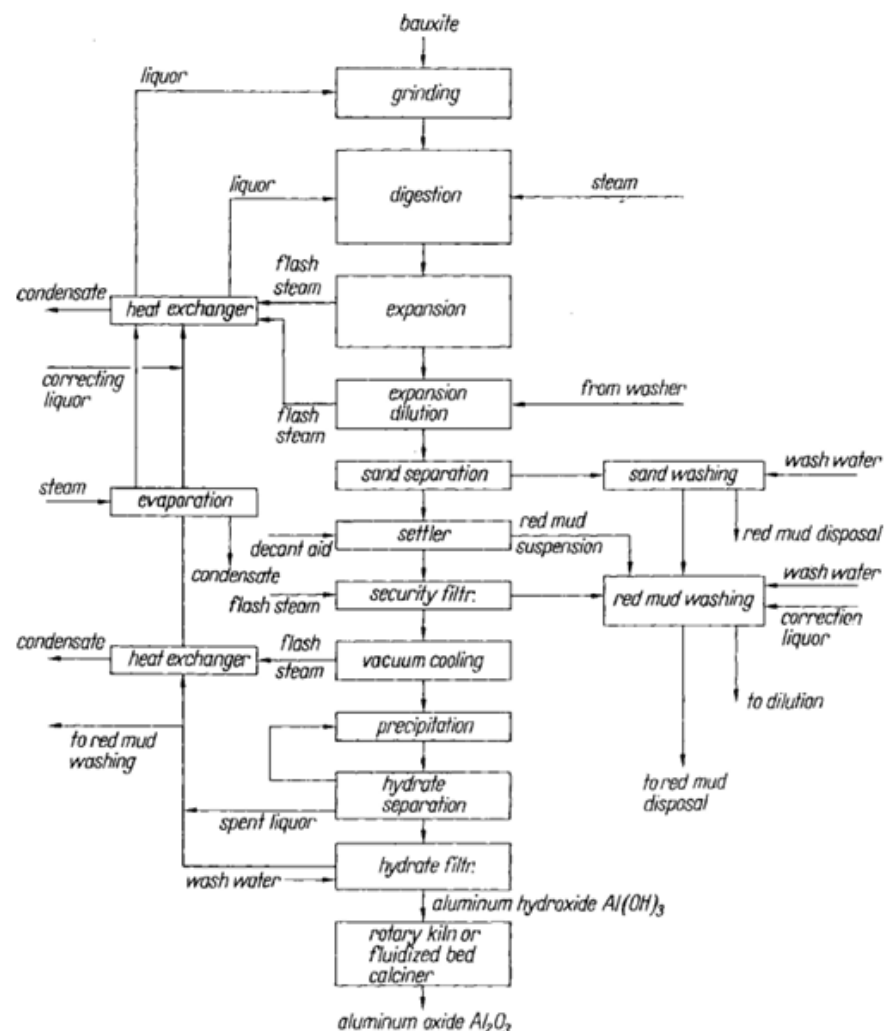
b. Proses presipitasi kristal $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dari larutan NaAlO_2



c. Proses kalsinasi $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ menjadi



Alur proses bayer yaitu sebagai berikut

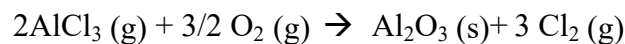


Gambar II.1 Blok Diagram Produksi Aluminium oksida dengan

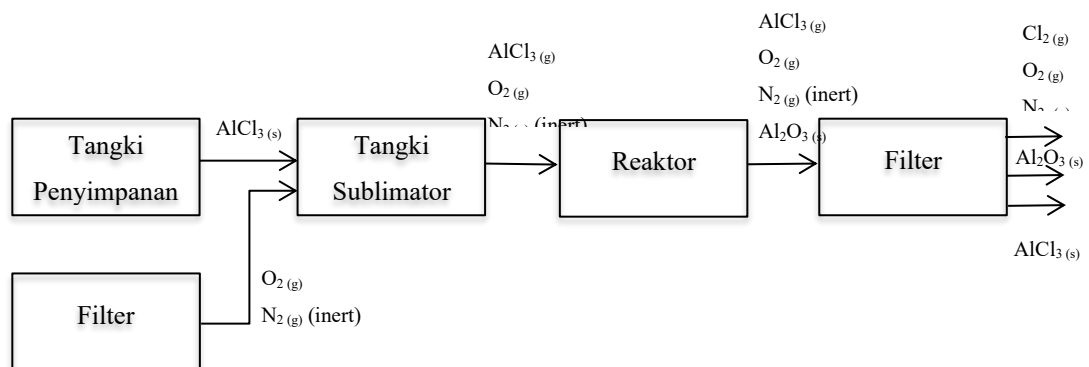


2. Proses Fase Gas

Dalam proses ini bahan baku yang digunakan adalah Aluminium Klorida (AlCl_3) dalam bentuk gas yang kemudian direaksikan dengan Oksigen pada temperatur $900^\circ\text{C} - 1100^\circ\text{C}$ dan kemudian membentuk Alumunium Oksida (Al_2O_3) yang menghasilkan produk samping berupa klorida. Reaksi yang terjadi yaitu



Setelah proses, dihasilkan produk alumina dalam fase padat berbentuk *fine dust* yang kemudian dipisahkan dengan filter (Bergman, 1987). Alur proses yang terjadi pada proses ini yaitu



Gambar II.2 Blok Diagram Produksi Aluminium Oksida dengan Aluminium Klorida dan Oksigen

II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian keempat proses diatas, maka dipilih proses pembuatan aluminium oksida dari aluminium klorida dan oksigen, dipilih reaksi dengan proses oksidasi sebagai proses terbaik untuk diaplikasikan. Pemilihan ketiga proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai aspek. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel II.1



Tabel II.1 Perbandingan proses produksi aluminium oksida

Uraian	Proses <i>Bayer</i>	Proses Oksidasi
Bahan baku	Bauksit	AlCl_3
Peralatan yang digunakan	Banyak	Sederhana
Suhu	40 - 100 °C	900 - 1100°C
Tekanan	1 atm	1-10 atm
Fase	<i>Solid-liquid-gas</i>	<i>Gas-solid</i>
Reaktor	CSTR	<i>Plug Flow Reactor</i>
Katalis	CaO atau Na_2O	-
Nilai ekonomis	Tinggi	Tinggi
Produk samping	Na_2CO_3	Cl_2
Limbah yang dihasilkan	<i>Red Mud</i>	<i>Zero Waste</i>
Konversi	47,5%	66,6%
Sumber	(Habashi, 2016)	(Bergman, 1987)

Dari berbagai macam proses yang dapat menghasilkan Aluminium oksida, proses oksidasi dengan bahan baku Aluminium Klorida yang direaksikan pada suhu 900°C-1100°C dan tekanan 1 atm adalah proses yang lebih mudah dan memerlukan biaya yang lebih sedikit untuk investasi alat. Hal ini juga didukung oleh ketersediaan bahan baku yang melimpah juga proses yang berjalan dalam reaktor plug flow dengan fasa padat-gas tanpa katalis dengan produk samping berupa klorin dan limbah proses yang tidak berbahaya.

II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan aluminium oksida dari aluminium klorida dan oksigen meliputi beberapa tahapan, yaitu:

2. Tahap penyiapan bahan baku
3. Tahap pembentukan produk
4. Tahap pemisahan dan pemurnian produk



II.3.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Aluminium klorida berbentuk padatan dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm dibawa dari truk pengangkut kemudian ditampung terlebih dahulu di dalam Gudang penyimpanan. Dari gudang, aluminium klorida berbentuk padatan akan diumpankan ke dalam tanki sublimator dan dipanaskan dengan bantuan dowtherm untuk membentuk aluminium klorida fase gas dengan proses sublimasi. Bahan baku utama selain aluminium klorida adalah Oksigen. Oksigen diperoleh dari udara dengan bantuan blower, untuk menyaring debu dan kotoran yang terkandung di udara digunakan filter.

II.3.2 Tahap Reaksi

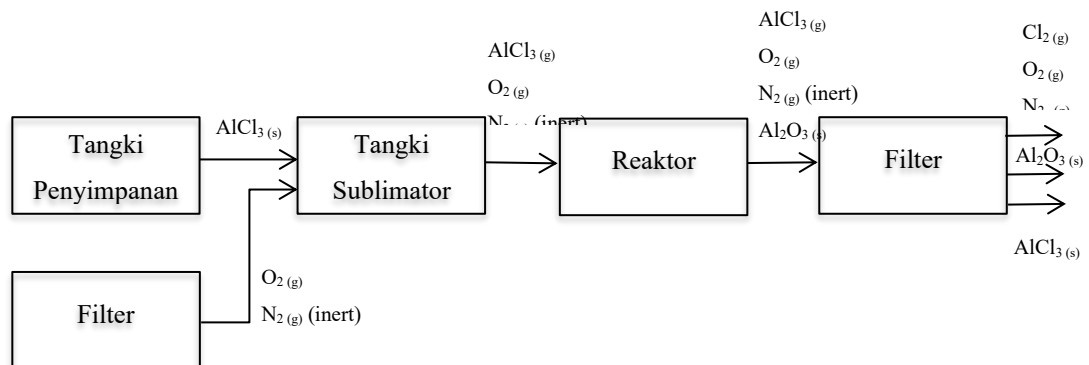
Tahap ini bertujuan untuk membentuk aluminium oksida (alumina) yang merupakan reaksi antara aluminium klorida dan oksigen, dengan produk samping berupa klorin. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor berlangsung pada tekanan 1 atm dan temperatur 1000°C. Reaktor yang digunakan adalah RAP (Reaktor Alir Pipa). Aluminium klorida berbentuk gas terlebih dahulu masuk ke *furnace* untuk dinaikkan suhunya menuju suhu 1000°C. Setelah itu oksigen dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm terlebih dahulu masuk ke *furnace* untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menuju suhu 1000°C, lalu diumpakan menuju reaktor. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah reaksi eksotermis dan suhu keluar reaktor sebesar 1000°C. Reaksi tersebut selain menghasilkan aluminium oksida (Al_2O_3) juga menghasilkan klorin (Cl_2). Hasil yang keluar dari reaktor berupa aluminium klorida, aluminium oksida, oksigen, dan klorin kemudian akan di proses ke alat berikutnya yaitu *bag filter*.

II.3.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Langkah pemisahan bertujuan untuk memisahkan padatan dan gas. Proses pemisahan ini menggunakan jenis bag house filter. Keluaran dari filter yang beroperasi pada suhu 30°C dan 1 atm ini ialah produk padatan berupa serbuk yaitu aluminium klorida dan aluminium oksida kemudian gas yaitu nitrogen, oksigen, dan klorin.



II.4 Blok Diagram



Gambar II.3 Blok Diagram Produksi Aluminium Oksida dengan Aluminium Klorida dan Oksigen



Pra Rancangan Pabrik Pabrik Aluminium Oksida dari Aluminium Klorida dengan Proses Oksidasi

II.5 Flowsheet Pengembangan

