



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Jenis-Jenis Proses

Menurut (Keyes, 1957) secara umum aluminium klorida dapat diproduksi melalui dua metode, meskipun keduanya menggunakan proses yang sama, yaitu proses klorinasi. Perbedaan utama antara kedua metode tersebut terletak pada jenis bahan baku yang digunakan. Secara umum, proses pembuatan aluminium klorida dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu :

1. Pembuatan aluminium klorida dari logam aluminium dan klorin.
2. Pembuatan aluminium klorida dari bauksit dan klorin.

II.1.1 Pembuatan Aluminium Klorida dari Logam Aluminium dan Klorin

Proses produksi aluminium klorida dengan menggunakan bahan dasar logam aluminium dan gas klor terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu tahap klorinasi, tahap kondensasi, dan tahap absorpsi. Setiap tahap memiliki peran penting dalam memastikan efisiensi reaksi dan kemurnian produk akhir yang dihasilkan. Penjelasan masing-masing tahap adalah sebagai berikut :

a. Tahap Klorinasi

Pada tahap awal ini, logam aluminium bentuk *powder* (serbuk halus) dimasukkan ke dalam sebuah furnace atau tungku pemanas hingga melebur pada suhu sekitar 660°C . Setelah aluminium dalam keadaan meleleh, gas klor (Cl_2) dialirkan ke dalam furnace. Terjadi reaksi kimia antara gas klor dan aluminium cair yang menghasilkan senyawa aluminium klorida (AlCl_3) dalam bentuk gas. Produk yang keluar dari bagian atas furnace berbentuk gas karena titik didihnya $182,7^{\circ}\text{C}$. Proses ini berlangsung dalam suasana terkontrol untuk memastikan reaksi berjalan sempurna.



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Aluminium Klorida Dari Logam Aluminium Dan Klorin
Dengan Proses Klorinasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

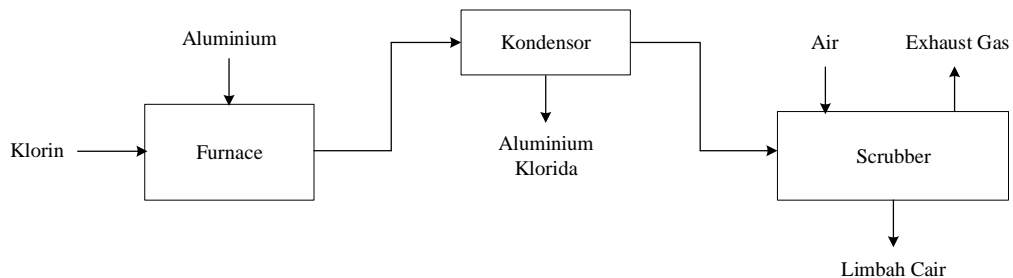
b. Tahap Kondensasi

Gas aluminium klorida (AlCl_3) yang terbentuk dari proses sebelumnya kemudian diarahkan ke kondensor. Di dalam kondensor, gas AlCl_3 didinginkan hingga mencapai suhu di bawah 178°C . Proses pendinginan ini menyebabkan gas AlCl_3 mengalami perubahan fase menjadi bentuk padat. Aluminium klorida padat inilah yang selanjutnya dikumpulkan dan dikemas sebagai produk akhir.

c. Tahap Absorpsi

Pada akhir proses, kemungkinan masih terdapat sisa gas klor (Cl_2) yang tidak bereaksi selama tahap klorinasi. Untuk mencegah pencemaran lingkungan dan memastikan keselamatan kerja, gas Cl_2 yang tersisa ini dialirkan ke dalam sebuah alat yang disebut scrubber. Scrubber berfungsi untuk menangkap dan mengolah sisa gas klor sebelum dibuang atau didaur ulang. Dengan demikian, proses ini tidak hanya menghasilkan produk berkualitas, tetapi juga ramah lingkungan.

(Keyes, 1957).



Gambar II. 1 Blok Diagram Pembuatan Aluminium Klorida Dari Logam Aluminium Dan Klorin



II.1.2 Pembuatan Aluminium Klorida dari Bauksit dan Klorin

Proses ini dibagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu tahap briketing, klorinasi, dan kondensasi. Berikut adalah penjelasan dari setiap tahap tersebut :

a. Tahap Briketing

Pada tahap ini, bauksit dikalsinasi dalam rotary kiln pada suhu 972°C untuk menghilangkan kandungan air (combine water). Setelah itu, bauksit dicampur dengan coke ($1/2$ - $1/3$ dari berat bauksit) lalu dihaluskan menggunakan pulverizer. Campuran yang telah halus kemudian dicampur dengan aspal agar mudah dibentuk menjadi briket. Briket yang terbentuk dikalsinasi ulang dalam rotary kiln untuk menghilangkan pengotor dari campuran bauksit dan coke tersebut.

b. Tahap Klorinasi

Briket panas dari rotary kiln kedua dimasukkan ke dalam vertical shaft kiln untuk proses klorinasi. Udara panas dihembuskan dari bawah sehingga suhu mencapai 800°C dalam waktu sekitar 15 menit. Setelah itu, gas klor (Cl_2) diinjeksikan dari atas hingga seluruh bahan bereaksi membentuk aluminium klorida (AlCl_3). Proses ini membutuhkan waktu start-up sekitar 8–10 jam.

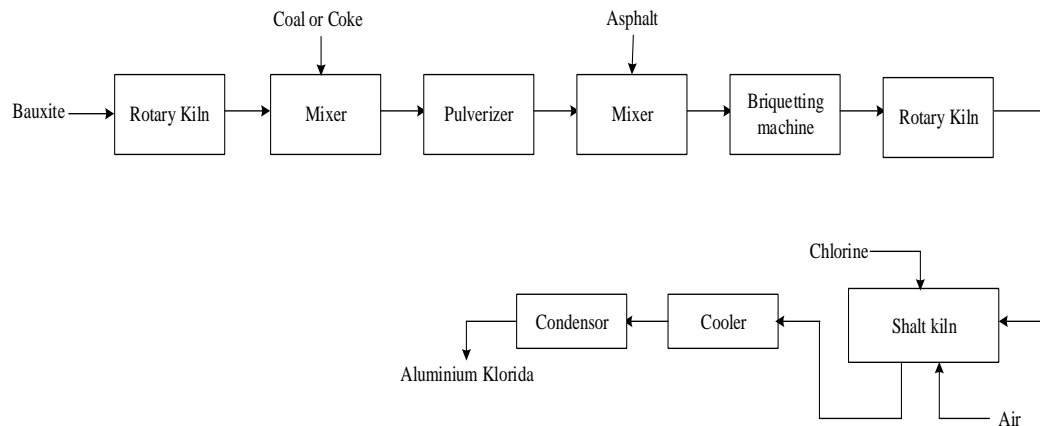
c. Tahap Kondensasi

Produk AlCl_3 dari vertical shaft kiln berbentuk gas, sehingga perlu disublimasikan dalam kondensor. Uap AlCl_3 terlebih dahulu didinginkan dalam cooler lalu dikondensasikan hingga menjadi padatan dan dikemas sebagai produk akhir.

(Keyes, 1957).



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Aluminium Klorida Dari Logam Aluminium Dan Klorin
Dengan Proses Klorinasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”



Gambar II. 2 Blok Diagram Pembuatan Aluminium Klorida Dari Bauksit Dan Klorin

II.2 Seleksi Proses

Setiap proses yang digunakan pada industri pabrik memiliki tolak ukur tersendiri dalam penggunaannya untuk produk yang dihasilkan. Banyak parameter yang bisa dijadikan sebagai tolak ukur sebuah pabrik bisa bersaing dalam dunia industri. Perencanaan pendirian pabrik memiliki banyak tahapan yang harus dipersiapkan. Salah satunya yaitu seleksi proses. Hal ini bisa diartikan sebagai penyeleksian proses-proses yang bisa digunakan pada produk yang ingin dihasilkan.

Tabel II. 1 Perbandingan Beberapa Proses Pembuatan Aluminium Klorida

Parameter	Nama Proses	
	Proses Klorinasi Logam Aluminium	Proses Klorinasi Bauksit
Bahan Baku	Logam Aluminium dan Klorin	Bauksit dan Klorin



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Aluminium Klorida Dari Logam Aluminium Dan Klorin
Dengan Proses Klorinasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

Parameter	Nama Proses	
	Proses Klorinasi Logam Aluminium	Proses Klorinasi Bauksit
Pengendalian Bahan	Lebih mudah dikontrol karena menggunakan bahan murni	Perlu pengolahan awal untuk briket, lebih kompleks
Suhu	$\pm 660^{\circ}\text{C}$ (klorinasi), $\pm 178^{\circ}\text{C}$ (kondensasi)	$\pm 972^{\circ}\text{C}$ (kalsinasi), $\pm 800^{\circ}\text{C}$ (klorinasi)
Tekanan	1 atm	1 atm
Fase	Padat	Padat
Produk Samping	Gas Cl_2 sisa (diabsorpsi)	Sisa coke dan aspal yang tidak bereaksi (potensial residu)
Kelebihan	Proses lebih sederhana	Memanfaatkan sumber daya alam lokal
	Reaksi lebih cepat	
	Suhu lebih rendah	Potensi untuk skala besar
	Bahan Mudah diperoleh di pasaran	
	Peralatan lebih ekonomis	
Kekurangan	Membutuhkan aluminium murni (lebih mahal)	Proses lebih kompleks
		Suhu operasi lebih tinggi
	Bahan harus dalam bentuk serbuk halus	Perlu waktu start-up lama (8-10 jam)
		Potensi lebih banyak limbah

Dari data perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa proses yang paling efisien secara teknis dan ekonomis untuk perancangan pendirian pabrik aluminium klorida adalah proses dengan menggunakan logam aluminium. Hal ini dikarenakan proses tersebut lebih sederhana, memerlukan suhu operasi yang lebih rendah, serta



tidak membutuhkan tahapan awal seperti briketing dan kalsinasi. Selain itu, bahan baku logam aluminium murni lebih mudah dikontrol dalam proses reaksi dan menghasilkan produk yang lebih murni, sehingga lebih menguntungkan dari sisi operasional dan kualitas produk akhir.

II.3 Uraian Proses

Adapun uraian proses pembuatan aluminium klorida dengan proses klorinasi logam aluminium dapat dibagi menjadi 3 unit utama yaitu :

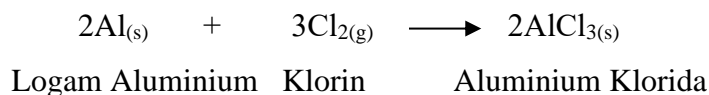
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap klorinasi
3. Tahap pengendalian produk

II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Logam Aluminium yang berbentuk serbuk diangkut dari gudang menuju hopper memakai belt conveyor dan bucket elevator, dari hopper serbuk langsung dimasukkan ke dalam *electric furnace*. Pada *electric furnace* aluminium dipanaskan dengan suhu 660°C pada tekanan 1 atm (tekanan atmosfer) sehingga logam aluminium meleleh.

II.3.2 Tahap Klorinasi

Setelah aluminium cair terbentuk, klorin dialirkan ke bagian bawah *electric furnace* sehingga terjadi reaksi dengan logam aluminium. Proses ini mengubah aluminium cair menjadi uap aluminium klorida anhidrat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



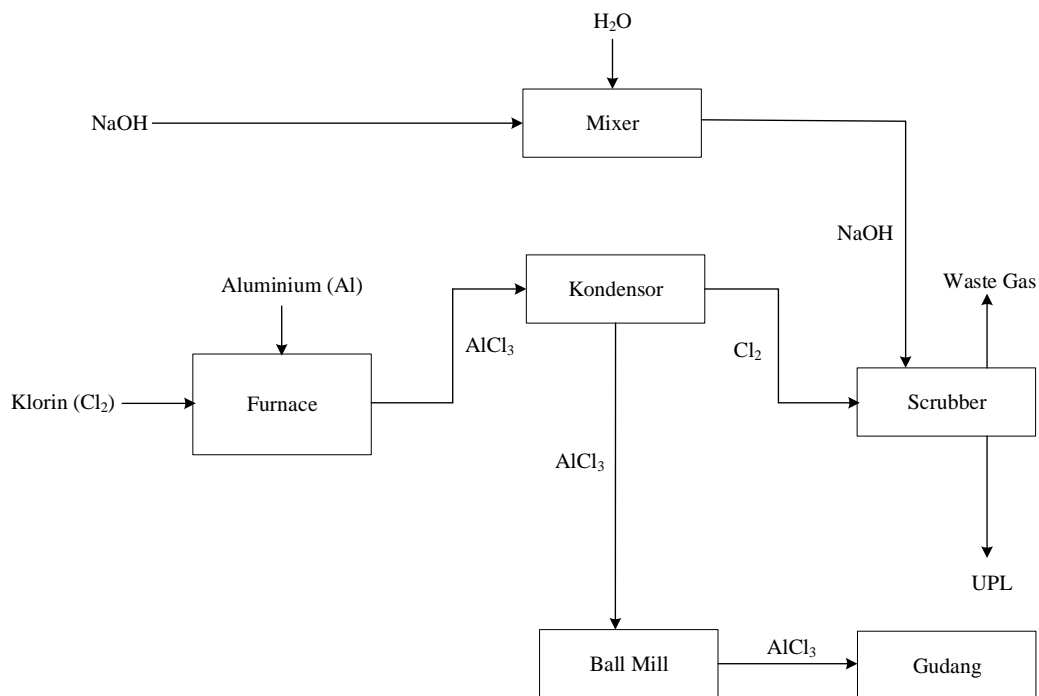
II.3.3 Tahap Pengendalian Produk

Campuran gas AlCl_3 dan impuritas keluar dari furnace, kemudian memasuki *shell & tube gas cooler*, dimana *shell* untuk *cooling water* dan *tube* untuk gas AlCl_3 sehingga gas AlCl_3 menurun suhunya menjadi 300°C. Setelah itu, AlCl_3 dialirkan



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Aluminium Klorida Dari Logam Aluminium Dan Klorin
Dengan Proses Klorinasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

ke dalam *cooling condenser* untuk proses pendinginan lanjutan hingga suhunya turun menjadi 150°C , sehingga AlCl_3 mengalami perubahan fase menjadi padat. Selanjutnya padatan AlCl_3 didinginkan dalam *screw cooling conveyor* hingga mencapai suhu 30°C dan diseragamkan ukurannya pada *ball mill*, sedangkan gas dialirkan ke *scrubber* dan diserap menggunakan larutan NaOH . Penggunaan larutan NaOH sebagai media penyerap karena dapat menetralkan zat korosif. Sementara itu, padatan aluminium klorida anhidrat dari *ball mill* dikemas menggunakan mesin pengemas sebelum dipindahkan ke gudang penyimpanan.



Gambar II. 3 Diagram Alir Pembuatan Aluminium Klorida Dengan Proses Klorinasi Logam Aluminium