



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

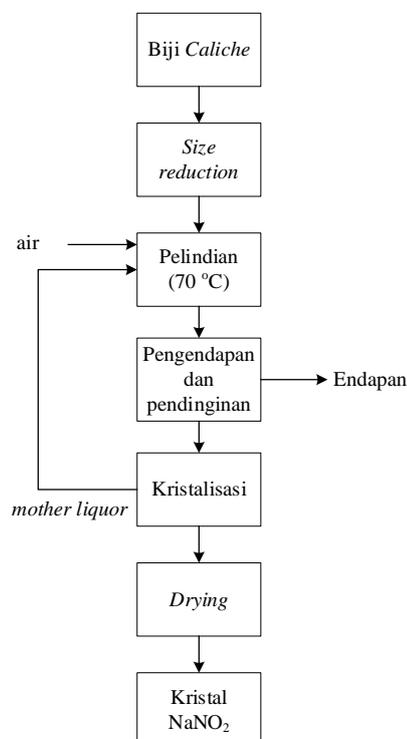
II.1. Macam Proses

Eksplorasi garam (natrium nitrat) dimulai sekitar tahun 1810 (Wisniak, 2001). Selama perkembangan dalam teknologi, pembuatan Natrium Nitrat dapat dilakukan dengan tiga cara:

1. Proses *Shanks*
2. Proses *Guggenheim*
3. Proses Sintetik

II.1.1. Proses *Shank*

Secara historis proses *Shanks* telah digunakan, tetapi pabrik terakhir ditutup pada tahun 1977. Bahan baku pada proses shank adalah bijih *caliche*. *Caliche* merupakan batuan sedimen yang terbentuk karena pengerasan semen kalsium karbonat dan mengikat bahan-bahan lainnya. Produk terpenting yang didapatkan dari mineral ini adalah nitrat dan yodium.

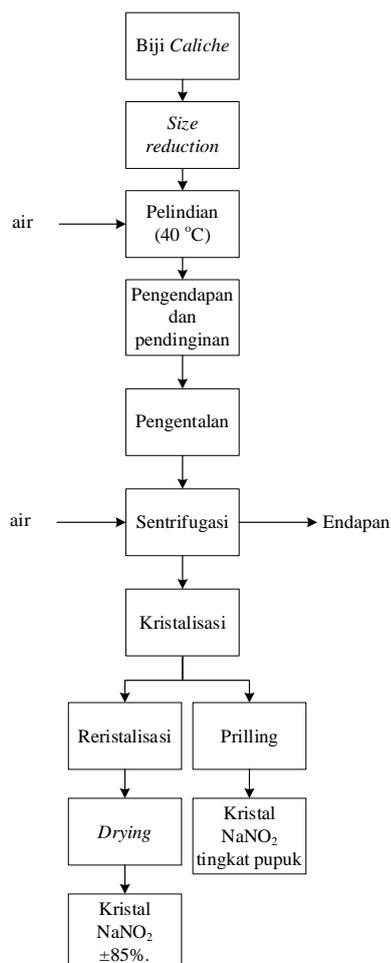


Gambar II.1 Blok diagram proses *shank*



Dalam proses *Shanks*, biji *caliche* dihancurkan dan dilindi selama 8 hari dengan menambahkan larutan yang terdiri dari air dan *mother liquor* mengandung 450 g/L natrium nitrat yang berasal dari proses *crystallization*. Selama pelindian, dilakukan pada suhu 70°C, air garam dipekatkan menjadi 700-750 g/L natrium nitrat. Kemudian dipompa ke tank pendingin dimana dilakukan pengendapan sekaligus penurunan suhu hingga kira-kira 25°C. Natrium klorida dan padatan tersuspensi kemudian mengkristal dan dibiarkan mengendap. Larutan jenuh, dialirkan ke proses *crystallization* NaNO_2 , kristal yang terbentuk akan dikeringkan dan *mother liquor* dipisahkan untuk dikembalikan ke proses pelindian. Proses *Shanks* memungkinkan pemulihan sekitar 60% natrium nitrat dalam bijih (Kirk, 2007).

II.1.2. Proses *Guggenheim*



Gambar II.2 Blok diagram proses *guggenheim*



Proses *Guggenheim* diperkenalkan pada akhir 1920-an, setelah dikembangkan oleh Guggenheim Bros. Sebuah perusahaan yang bergerak dalam pengembangan perusahaan tembaga di Chile utara. Proses ini dikembangkan berdasarkan *leaching* pada suhu 40°C, yang menghasilkan ekstrak yang cukup baik. Proses *Guggenheim* dikembangkan untuk memungkinkan pengolahan bijih *caliche* dengan kadar rendah, bijih kadar rendah ini dapat dilindi hanya dengan larutan yang sedikit hangat selama 20 jam. Pada prinsipnya proses *Guggenheim* mengembangkan *leaching* dengan temperatur rendah, dimana:

- a) Jika proses dilakukan suhu 40°C hanya natrium nitrat yang terekstrak.
- b) Bila larutan pada proses *leaching* mengandung garam protektif, seperti $MgSO_4$ dan $CaSO_4$. Maka garam sulit larut ($NaNO_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot H_2O$) yang ada dalam *caliche* akan dipecah dengan mereaksikan magnesium menjadi $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot H_2O$, sehingga meningkatkan ekstrak $NaNO_3$.

Setelah itu dilakukan proses pengendapan dengan pendinginan, endapan yang mengandung $NaNO_3$ akan dikentalkan dan selanjutnya dipompa ke sentrifugal terus menerus. Produk yang disentrifugasi dibilas untuk menggantikan air asin yang tertahan, dan natrium nitrat yang dikristalkan dengan kadar air 4-6% diperoleh akan diolah bersama dengan larutan natrium nitrat pada proses pengendapan. Natrium nitrat yang mengkristal dapat dikeringkan dan diprilling untuk menghasilkan natrium nitrat tingkat pupuk, atau direkristalisasi untuk menghilangkan ketidak murnian dan memperoleh tingkat natrium nitrat untuk keperluan industri. Penyempurnaan alat dari proses shank meningkatkan kadar $NaNO_3$ lebih besar, yaitu $\pm 85\%$ (Kirk, 2007).

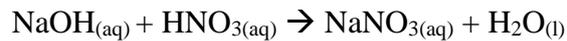
II.1.3. Proses Sintetik

Proses pembuatan natrium nitrat ini dengan mereaksikan bahan kimia untuk dapat membentuk natrium nitrat secara sintetik. Macam-macam proses sintetik antara lain.

1) Netralisasi HNO_3 dengan $NaOH$



Proses industri yang sekarang paling banyak digunakan untuk produksi natrium nitrat adalah yang menggunakan reaksi antara 53% NaOH dan HNO₃, diikuti dengan pemisahan produk hingga menjadi kristal. Reaksi yang terjadi:



(Stocchi, 1990)

Kadar NaNO₃ yang dihasilkan sebesar ± 90–99 %. Suhu reaktor konstan 60°C dengan reaktor pada tekanan atmosfer selama ±1 jam (Stengel, 1980).

2) Netralisasi HNO₃ dengan NaCl

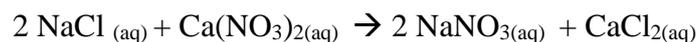
Garam diumpankan ke dalam menara reaksi yang berisi larutan yang mengandung sedikitnya 40% asam nitrat pada temperatur sekitar 60°C. Larutan dari reaktor ditarik ke pendingin dimana temperatur diturunkan sampai 30°C. Natrium nitrat yang mengkristal disaring dan filtrat dan mengeringkannya. Reaksi yang terjadi:



(Kobe, 1960)

3) Mereaksikan NaCl dengan Ca(NO₃)₂

Konversi kalsium nitrat dengan logam alkali klorida menggunakan jumlah natrium klorida yang lebih kecil. Kondisi oprasi bersuhu lebih tinggi, diikuti dengan pendinginan untuk memisahkan natrium nitrat yang telah dihasilkan. Namun hasil dari natrium nitrat sangat kecil untuk membuat proses komersial. Hasil Natrium nitrat berjumlah setidaknya 95% dihitung berdasarkan kalsium nitrat dan natrium klorida. Konsulipsi panas relatif kecil, dan peralatan yang dibutuhkan cukup sederhana. Reaksi yang terjadi:



(Paul, 1931)

II.2. Seleksi Proses



Dari proses yang sudah disebutkan dan dijelaskan pada sub bab II.1 maka dapat diketahui bahwa pada proses *Shank* dan *Guggenheim* bahan yang dibutuhkan adalah bijih *caliche*, dimana bijih *caliche* tersebut hanya bisa ditemukan di daerah Chile bagian utara. Sehingga jika apabila menggunakan proses tersebut maka akan sangat sulit untuk menemukan dan mendatangkan bahan utamanya. Sehingga untuk daerah yang tidak memiliki bijih *caliche* maka harus menggunakan proses sintetik untuk membuat natrium nitrat. Tabel II.1 dibawah ini merupakan perbandingan antara proses sintetik yang ada.

Tabel II.1 Perbandingan Antara Proses Sintetik

	Netralisasi HNO ₃ dengan NaOH	Netralisasi HNO ₃ dengan NaCl	Mereaksikan NaCl dengan Ca(NO ₃) ₂
Bahan	HNO ₃ dan NaOH	HNO ₃ dan NaCl	NaCl dan Ca(NO ₃) ₂
Suhu	60 °C	60 °C	-
Tekanan	1 atm	1 atm	-
Konversi	± 90-99%	95%	95%
Hasil samping	H ₂ O	NOCl, Cl ₂ dan H ₂ O	CaCl ₂

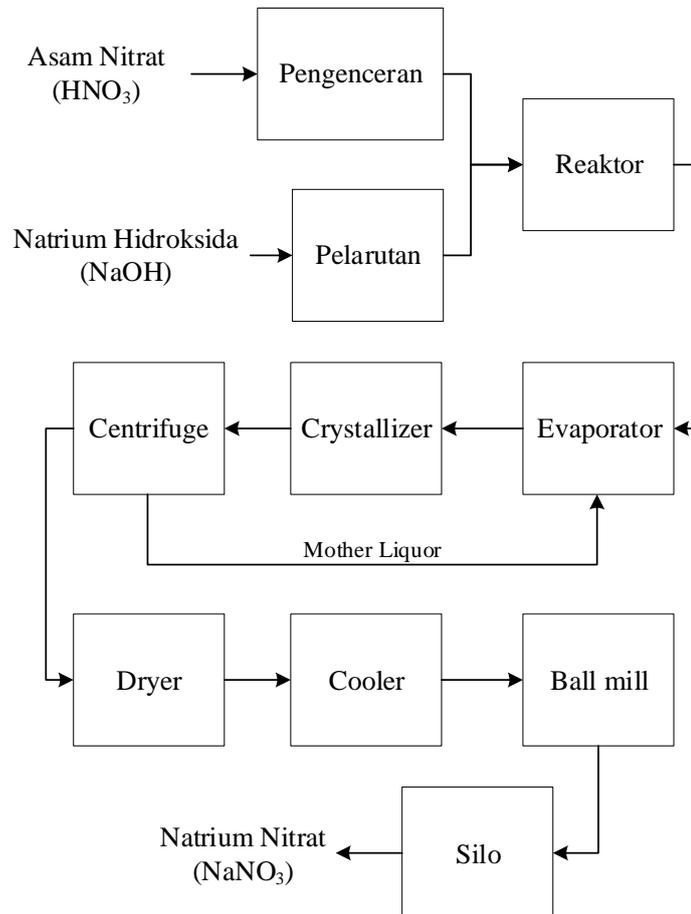
Dari tabel perbandingan antara proses sintetik diatas, akan menjadi acuan untuk dasar pemilihan proses. Sehingga didapatkan keputusan bahwa pabrik natrium nitrat akan menggunakan proses sintetik dengan menetralkan natrium hidroksida (NaOH) dan asam nitrat (HNO₃), dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan tersedia di dalam negeri
2. Tekanan dan suhu yang cukup rendah yaitu 60°C dan 1 atm, sehingga meminimalkan *cost* produksi
3. Konversi yang dihasilkan bisa mencapai 99%
4. Hasil samping yang hanya berupa H₂O

II.3. Uraian Proses



Pra perancangan pabrik natrium nitrat (NaNO_3) yang akan dibuat menggunakan bahan utama yaitu natrium hidroksida (NaOH) dan asam nitrat (HNO_3). Tahapan proses yang akan digunakan dalam pra perancangan pabrik natrium nitrat yang akan dibuat disajikan pada gambar II.2



Gambar II.2 Diagram proses netralisasi NaOH dan HNO_3

Bahan baku yang digunakan adalah natrium hidroksida dan asam nitrat. Bahan baku asam nitrat (HNO_3) didapatkan dari PT Multi Nitrotama Kimia dengan konsentrasi sebesar 58%, bahan baku datang dengan kondisi fase cair. Sedangkan bahan baku natrium hidroksida (NaOH) didapatkan dari PT asahimas Chemical dengan konsentrasi sebesar 98% dengan fase bahan baku padat. Bahan baku asam nitrat disimpan dalam tangki penyimpanan, sedangkan bahan baku natrium hidroksida disimpan dalam gudang yang memiliki kontrol suhu dan humiditas. Sebelum direaksikan bahan baku dilakukan pelarutan untuk NaOH dan pengenceran untuk asam nitrat. Pelarutan dan pengenceran dilakukan dalam mixer



terpisah dan dilengkapi jaket pendingin. Produk yang keluar dari pelarutan dan pengenceran memiliki konsentrasi sebesar 53% dengan suhu 60°C.

Larutan asam nitrat dan natrium hidroksida yang telah memiliki konsentrasi 53% dan suhu 60°C selanjutnya dimasukkan kedalam reaktor. Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Pada reaktor terjadi reaksi netralisasi pembentukan natrium nitrat dan air dengan konversi sebesar $\pm 90-99\%$ dengan kondisi suhu sebesar pada 60°C dan tekanan sebesar 1 atm. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis dimana reaksi akan mengeluarkan panas, sehingga perlu penambahan jaket pendingin pada reaktor.

Hasil reaksi keluar dari reaktor dan langsung masuk kedalam evaporator. Dalam evaporator terjadi pemanasan yang bertujuan untuk memekatkan atau meningkatkan konsentrasi natrium nitrat menjadi jenuh. Evaporator yang digunakan memiliki suhu operasi 100°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya larutan jenuh yang merupakan produk bawah evaporator akan dimasukkan kedalam *crystallizer* yang bertujuan untuk mengkristalkan NaNO_3 . Sedangkan produk atas evaporator yang merupakan uap yang mengandung air dan asam nitrat akan masuk kedalam *condensor* untuk mengubahnya menjadi cair yang selanjutnya akan diolah di pengolahan limbah.

Produk yang keluar dari *crystalizer* memiliki suhu 30°C selanjutnya dimasukan kedalam *centrifuge* untuk memisahkan antara produk kristal dengan *mother liquor*. *Mother liquor* nantinya akan dimasukkan kembali kedalam *evaporator*. Kristal yang tersisa akan terpisah dari *mother liquor*. Lalu produk berupa kristal akan dilakukan pengeringan dengan menggunakan *rotary dryer* pada suhu 80°C. Pada *rotary dryer* produk kristal akan dikontakkan dengan udara panas sehingga kadar airnya berkurang. Produk yang keluar dari *rotary dryer* memiliki suhu tinggi sehingga proses selanjutnya prouk akan didinginkan dalam *cooler* hingga suhu 30°C. Produk yang telah dingin kemudian dilakukan pengecilan ukuran dalam *ball mill*, dimana didalam *ballmill* juga terdapat screen dengan ukuran 48 mesh. Selanjutnya produk akhir ditampung kedalam silo terlebih dahulu sebelum dilakukan pengemasan.