

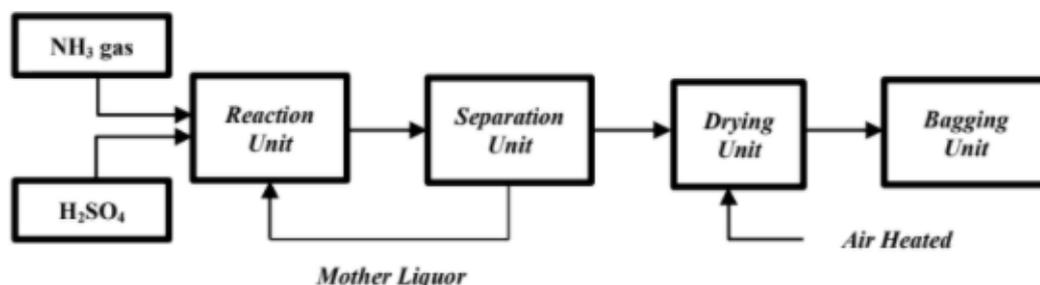


BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam-macam Proses

Pupuk ZA (*Zwavelzure Amonium*) atau Ammonium Sulfat merupakan pupuk anorganik yang mengandung dua unsur yaitu Nitrogen (N) dan Sulfur (S) (Fauziah,2018). Pupuk ZA merupakan garam anorganik yang dihasilkan dengan cara mereaksikan antara ammonia dan asam sulfat. Pupuk ZA berwujud kristal berwarna putih yang dapat diaplikasikan pada lahan pertanian maupun perkebunan (PT. Petrokimia Gresik, 2021). Proses pembuatan ZA (*Zwavelzure Amonium*) atau Ammonium Sulfat yang paling umum digunakan yaitu proses Netralisasi, proses *Meserburg* dan proses *Morino*. Ketiga proses tersebut banyak digunakan pada pabrik ZA (*Zwavelzure Amonium*) karena tingkat efisiensi proses dan peralatan yang tinggi, sehingga dapat meminimalkan biaya produksi dan kebutuhan energi (Francis T. Nielsson, 1987). Berikut penjelasan proses pembuatan ZA (*Zwavelzure Amonium*) yang paling umum.

II.1.1 Proses Netralisasi

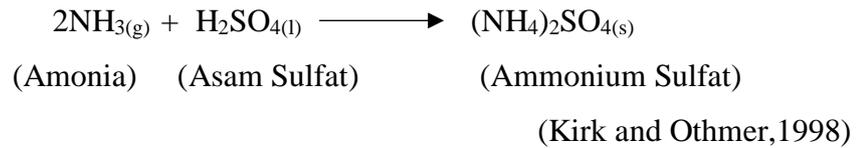


Gambar II.1.1.1 Proses Netralisasi

Proses netralisasi ini digunakan dalam produksi ammonium sulfat dengan cara mereaksikan ammonia dengan asam sulfat kuat pada tekanan atmosfer. Reaksi ini berlangsung pada fasa gas-cair dimana ammonia pada fasa gas dan asam sulfat pada fasa cair. Produk yang dihasilkan berupa kristal ammonium sulfat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ yang tercampur dalam *mother liquor*. Adapun reaksi yang terjadi yaitu :

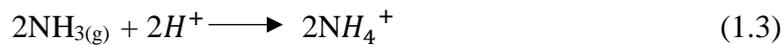
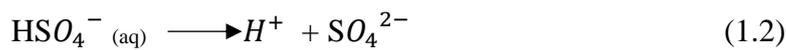
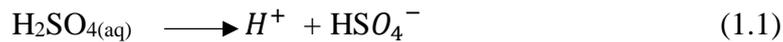


PRA RENCANA PABRIK
BAB II : SELEKSI DAN URAIAN PROSES



Panas yang timbul ini akan dikendalikan dengan pendinginan menggunakan air pada reaktor.

Menurut teori Bronsted–Lowry, mekanisme reaksi pembuatan ammonium sulfat yaitu :



Mekanisme reaksi berdasarkan teori Bronsted-Lowry didasarkan pada reaksi asam-basa, dimana asam sebagai pendonor proton dan basa sebagai penerima proton (akseptor). Asam Sulfat (H_2SO_4) akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat (HSO_4^-). Selanjutnya, basa konjugat (HSO_4^-) akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat (SO_4^{2-}).

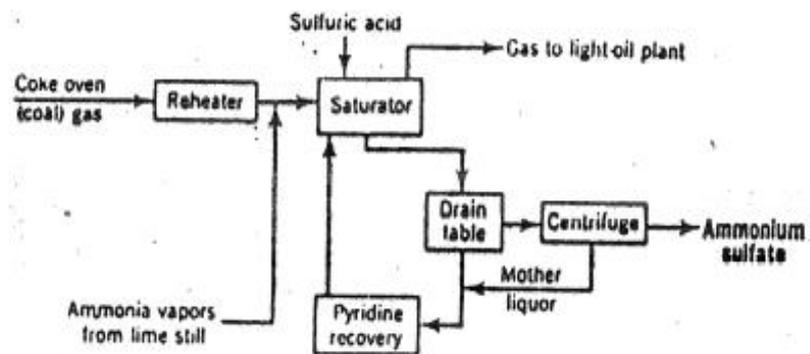
Dua buah proton (H^+) yang terbentuk akan bereaksi dengan basa (NH_3) membentuk asam konjugat NH_4^+ . Asam konjugat ini akan bereaksi dengan basa konjugat (SO_4^{2-}) akan membentuk Ammonium Sulfat atau $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Reaksi ini bersifat eksotermis (67,710 cal/gm) atau sekitar 4320 BTU/lb.N. Panas yang timbul ini dikendalikan dengan penambahan air panas pada reaktor. Pada unit atmosfer pendinginan dapat dilakukan dengan pendinginan air melalui vessel. Pemilihan kondisi operasi pada suhu 105-110°C dan tekanan 1 atm. Gas ammonia dan asam sulfat cair bereaksi secara stoikiometri akan membentuk ammonium sulfat dengan konversi reaksi *over all* sebesar 99,5%. Suhu dalam reaktor dijaga dengan pertimbangan bahwa pada suhu yang terlalu tinggi asam sulfat akan membentuk aerosol dan bereaksi dengan gas amonia menjadi amonium bisulfat [NH_4HSO_4]. Senyawa amonium bisulfat ini berupa kristal putih yang bersifat



korosif dan berbahaya, seperti menyebabkan iritasi pada kulit. Pembentukan amonium bisulfat bisa terjadi jika temperatur reaksi jauh lebih dari 100°C dan melebihi temperatur leleh amonium sulfat (235-280°C). Akan tetapi apabila temperatur reaksi terlalu rendah dapat menyebabkan konversi reaksi menjadi kecil (kurang maksimal).

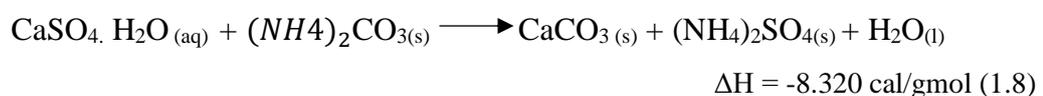
Pada proses reaksi dan kristalisasi yang terbentuk dalam unit yang sama yaitu saturator. Panas reaksi diserap dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam saturator. Penguapan air juga akan menyebabkan kristal-kristal amonium sulfat akan terbentuk. Kristal tersebut kemudian akan dipisahkan dengan *mother liquor*. *Mother liquor* dikembalikan dalam saturator untuk mempercepat proses kristalisasi. Kristal yang terbentuk kemudian dikeringkan dan dikemas.

II.1.2. Proses Messerburg dari Gypsum dan Ammonium Carbonat



Gambar II.1.2.1 Proses Messerburg

Di negara Inggris, Austria dan India, Amonium Sulfat diproduksi dengan reaksi antara kalsium Sulfat dan Amonium karbonat. Metode ini dikenal juga sebagai *Merseburg Process*, yang menggunakan *Gypsum* dan Amonium Sulfat. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :





Proses ini digunakan pada negara-negara yang memiliki sumber kalsium sulfat tetapi tidak memiliki sulfur untuk memproduksi Ammonium Sulfat. Baik produk dari proses ini dapat digunakan pada industri semen atau juga dapat digunakan pada pabrik kalsium Ammonium nitrat. Larutan ammonium karbonat jenuh digunakan dalam proses dimana dibuat dengan cara melarutkan karbon dioksida dalam larutan ammonium hidroksida. Karbon dioksida tersedia sebagai hasil samping pembakaran hidrokarbon. Konversi pada akhir reaksi kira-kira 95 % sesudah lima jam, jika *gypsum* bereaksi sempurna dan suhu reaksi dijaga pada 70 °C. Campuran reaksi difilter untuk memisahkan kalsium karbonat dan kalsium sulfat yang tidak bereaksi dari larutan ammonium sulfat (Faith and Keyes,1975).

II.1.3. Proses *Morino* Ammonia dengan *Sulfur Dioxide*

Pada proses *morino* ditemukan teknik pengurangan kadar sulfur dengan biaya yang rendah untuk unit yang kecil. Proses ini meliputi reaksi larutan ammonia dengan *sulfur dioxide* dalam reaktor *crystalizer* untuk membentuk kristal ammonium sulfit. Gas yang tidak bereaksi dibuang ke udara.

Tahapan reaksinya adalah sebagai berikut



Reaksi yang terjadi berada pada tekanan 0,1 – 5 atm dan suhu 200 – 450 °C menggunakan katalis V_2O_5 . Ammonium Sulfit kristal di *centrifuge* dari *crystallizer* dan dioksidasi menjadi ammonium sulfat dalam *rotary dryer*. Konversi yang dihasilkan adalah 75%. Amonium Sulfit kristal dialirkan dari *crystallizer* menuju *centrifuge* untuk memisahkan cairan dan kristal. Kemudian ammonium sulfit yang telah lolos dari *centrifuge* akan dioksidasi menjadi ammonium sulfat di dalam *rotary dryer*.

II.2. Pemilihan Proses

Berikut terdapat perbandingan antara ketiga proses pembuatan ammonium sulfat yaitu proses Netralisasi, proses *Messerburg* dan proses *Morino* yang disajikan dalam sebuah tabel.



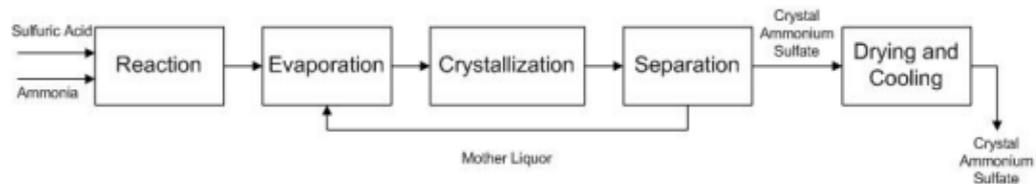
Tabel II.2.1 Perbandingan Proses Pembuatan *Zwavelzure Ammonium*

Parameter	Proses <i>Morino</i> Netralisasi	Proses <i>Messerburg</i>	Proses Netralisasi
Bahan Baku	NH ₃ , H ₂ O, SO ₂ dan O ₂	NH ₃ , CO ₂ , H ₂ O, dan CaSO ₄ . H ₂ O	NH ₃ dan H ₂ SO ₄
Proses	Kontinyu	Batch	Kontinyu
Katalis	V ₂ O ₅	-	-
Suhu	200-450 °C	70 °C	80-110 °C
Tekanan	5 atm	1 atm	1 atm
Produk Samping	-	CaCO ₃	-
Konversi	75%	95%	99,5%

Berdasarkan tabel diatas, maka dipilih proses yang paling efektif dalam pembuatan ammonium sulfat yaitu dengan proses Netralisasi, dengan alasan yaitu memiliki konversi reaksi yang tinggi, kondisi operasi yang digunakan adalah tekanan atmosferik dan suhu operasi yang rendah, tidak ada reaksi samping , tidak membutuhkan katalis serta prosesnya sangat sederhana sehingga dapat mengurangi biaya produksi dalam penyediaan energi proses.



II.3. Uraian Proses



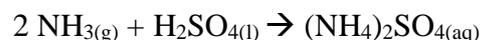
Pembentukan pupuk ammonium sulfat dengan proses Netralisasi terdiri dari beberapa tahap yaitu :

a. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam proses ini adalah amonia dan asam sulfat. Semua bahan baku tersebut berasal dari PT Petrokimia Gresik. Gas ammonia disimpan dalam bentuk cair di dalam tangki horizontal bertekanan 11,5 atm sedangkan larutan H_2SO_4 98% disimpan dalam tangki penyimpanan. H_2SO_4 98% dari tangki penyimpanan kemudian dipompa menuju tangki pengenceran [D-130] menjadi 65% yang berujuan untuk mempercepat proses reaksi yang terjadi di reaktor [R-210]. Kemudian H_2SO_4 65% dipompa menuju ke reaktor dengan dilewatkan terlebih dahulu ke dalam heater untuk menaikkan suhunya menjadi $85^\circ C$. Amonia cair dari tangki penyimpanan diturunkan tekanannya dengan expansion valve menjadi 1 atm sehingga amonia berubah menjadi fase gas dan mengalir menuju reaktor setelah sebelumnya dilewatkan ke dalam heater untuk menaikkan suhunya menjadi $85^\circ C$.

b. Tahap Reaksi dan Kristalisasi

Ammonium sulfat diperoleh dari hasil reaksi antara gas amonia dan larutan asam sulfat di dalam reaktor [R-210] dengan kondisi operasi tekanan 1 atm yang menyebabkan suhu didalam reaktor menjadi $85^\circ C$. Asam Sulfat cair dan gas amonia dimasukkan secara kontinu hingga kondisi *Supersaturated*. Reaksi pembentukan amonium sulfat di dalam reaktor :



Reaksi ini sangat eksotermis (menghasilkan panas), tergantung pada panas reaksi dari keadaan konsentrasi dan keadaan fisik reaktannya.

Temperatur dalam reaktor dapat bertahan hampir konstan pada kondisi



normal operasi. Reaktor dilengkapi dengan pengaduk agar proses reaksi dapat berjalan sempurna serta dilengkapi jaket pendingin untuk menjaga suhu reaktor konstan pada 85°C. Keasaman dijaga dengan mengatur jumlah pemasukan uap amonia. Keasaman naik, pemasukan amonia ditambah. Keasaman turun, pemasukan amonia dikurangi. Sedangkan aliran asam sulfat sudah tentu jumlahnya. Ammonium sulfat cair hasil rekasi selanjutnya dipompa dengan menggunakan pompa [L-212] menuju evaporator untuk dipekatkan larutannya.

c. Tahap Pemekatan

Pada tahap pemekatan dilakukan pada kondisi operasi suhu 90°C , larutan amonium sulfat dari reaktor dipekatkan di dalam evaporator bertekanan vakum dengan bantuan steam sehingga kandungan air di dalam larutan ammonium sulfat akan menguap dan menjadikan larutan ammonium sulfat dalam kondisi lewat jenuh saat keluar dari evaporator.

d. Tahap Pemisahan Kristal

Alat utama pada proses ini adalah *centrifuge* [S-320] yang berfungsi untuk memisahkan kristal ammonium sulfat dari larutan induknya, Produk keluar dari *crystallizer* berupa campuran kristal dan larutan induk (*Mother Liquor*) yang kemudian dialirkan menuju *centrifuge*. Kristal basah yang telah terpisah dari larutan induknya diangkut dengan screw conveyor menuju tahap pengeringan. Sedangkan, larutan induk dipompa kembali untuk masuk ke dalam *crystallizer*.

e. Tahap Pengeringan dan Pendinginan

Alat utama pada proses ini adalah *rotary dryer* [B-340] yang berfungsi untuk mengeringkan kristal amonium sulfat sampai kandungan air 0,1% berat. Kristal amonium sulfat dialirkan ke dalam *rotary dryer* dan dikontakkan dengan udara panas secara *counter-current*. Kristal amonium sulfat kering yang keluar dari *rotary dryer* masih dalam kondisi panas sehingga perlu didinginkan dengan dilewatkan di dalam *cooling screw conveyor* agar produk keluar suhunya menjadi 32 °C.



f. Tahap Persiapan Produk

Kristal amonium sulfat yang keluar dari cooling screw conveyor dimasukkan ke ball mill menggunakan bucket elevator untuk dikecilkan ukurannya sehingga dapat lolos screen 65 mesh dan yang telah lolos akan masuk ke silo amonium sulfat.

