

MENGHITUNG NERACA MASSA PADA ALAT SATURATOR PADA UNIT ZA I DEPARTEMEN PRODUKSI I A

Institut Teknologi Nasional Bandung

Frans Arapenta

Email: fransarapentabangun@gmail.com¹

ABSTRAK

Industri pupuk PT. Petrokimia Gresik menggunakan saturator sebagai alat pencampuran. Saturator yang berisi mother liquor, asam sulfat dan ditambah air kondensat dengan bantuan udara sebagai pengaduk. Reaksi yang terjadi adalah reaksi netralisasi. Kristalisasi terbentuk karena ada terjadi reaksi ammonia dan asam sulfat yang dialiri mother liquor. Saturator merupakan alat utama pada proses kristalisasi dan reaksi pembentukan ammonium sulfat yang terjadi dan merupakan reaksi eksotermis.

Evaluasi alat sangat dibutuhkan untuk mengetahui jika kemampuan alat menurun akan mempengaruhi produk yang dihasilkan. Pengevaluasian disini dikukan dengan menghitung neraca massa pada alat saturator. Perhitungan neraca massa pada alat saturator dilakukan dengan meninjau dari laju alir massa centrifuge dan saturator. Hasil dari neraca mssa yang masuk kedalam saturator sebesar 58,2800 ton/jam dan keluaran nya sebesar 58,2800 ton/jam juga. Sedangkan pada alat centrifuge massa yang masuk sebesar 29,2800 ton/jam dan keluaran nya sebesar 29,2800 ton/jam sehingga kinerja alat keseluruhan masi sangat baik.

Kata kunci: *Centrigue, Saturator, Neraca Massa*

ABSTRACT

Fertilizer industry PT. Petrokimia Gresik uses a saturator as a mixing tool. Saturator which contains mother liquor, sulfuric acid and added condensate water with the help of air as a stirrer. The reaction that occurs is a neutralization reaction. Crystallization is formed because there is a reaction of ammonia and sulfuric acid flowing through the mother liquor. The saturator is the main tool in the crystallization process and the reaction for the formation of ammonium sulfate that occurs and is an exothermic reaction.

Tool evaluation is needed to find out if the ability of the tool decreases will affect the resulting product. The evaluation here is done by calculating the mass balance on the saturator device. The calculation of the mass balance on the saturator device is carried out by reviewing the mass flow rate of the centrifuge and saturator. The result of the mass balance that enters the saturator is 58,2800 tons/hour and the output is 58,2800 tons/hour as well. Meanwhile, the incoming mass centrifuge is 29.2800 tons/hour and the output is 29.2800 tons/hour so that the overall performance of the equipment is still very good.

Keywords: *Centrifuge, Mass Balance, Saturator*

1. PENDAHULUAN

Pupuk ZA atau biasa disebut dengan *Ammonium Sulfat* $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ diproduksi oleh Pabrik ZA I/III. (Anonim, 2019). Proses pembuatan pupuk ZA pada PT.Petrokimia Gresik adalah netralisasi (*DeNora*) dengan prinsip : "uap NH_3 dimasukkan ke dalam saturator yang berisi mother liquor, asam sulfat dan ditambah ari kondensat dengan bantuan udara sebagai pengaduk pada tekanan 1 kg/cm^2 . Kristalisasi terbentuk karena terjadi oversaturation reaksi *ammonia* dan *asam sulfat* yang dialiri *mother liquor* dengan perbandingan konsentrasi 50% kristal Saturator merupakan alat utama pada proses kristalisasi dan reaksi pembentukan *Ammonium sulfat* yang terjadi dan merupakan reaksi eksotermis.

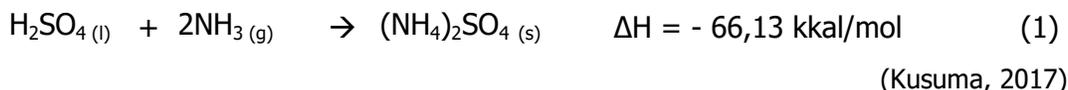
Pada umumnya indikasi tercapainya ukuran Kristal yaitu apabila perbandingan antara kristal dan larutan induk yaitu 1:1. Untuk mampu mengoptimalkan dan meningkatkan produksi ZA maka dibutuhkan evaluasi dalam alat yang digunakan dengan menghitung laju alir massa bahan yang masuk dan produk yang dihasilkan.

Evaluasi alat dalam suatu pabrik perlu dilakukan secara berkala. Hal ini disebabkan karena jika kemampuan alat menurun maka akan mempengaruhi produk yang dihasilkan (Ulandari, 2017). Salah satu evaluasi yang perlu dilakukan dalam pabrik ammonium sulfat adalah dengan menghitung neraca massa pada alat saturator. Hasil dari neraca massa yang telah dihitung dapat digunakan sebagai evaluasi dari kinerja alat yang digunakan pada proses, dari perhitungan kemudian dapat dianalisis apakah ada massa yang hilang saat reaksi atau proses berlangsung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Produksi

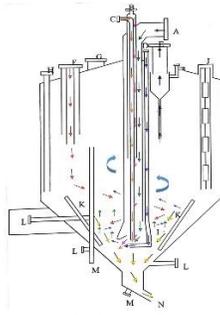
Reaksi yang terjadi di dalam reaktor bersifat eksotermis karena menghasilkan panas sebesar $66,13 \text{ kkal/mol}$. Panas yang di lepas dari reaksi akan menaikkan suhu campuran dalam reaktor sehingga terjadi pemekatan dan pengkristlan hasil reaksi. Reaktor ini disebut juga saturator atau crystalizer.



Reaksi pembentukan ammonium sulfat dari asam sulfat dan ammonia merupakan reaksi gas-cair yang dioperasikan pada suhu $107 \text{ }^\circ\text{C}$, tekanan atmosfer, level larutan 3,5-3,8 meter, dengan perbandingan mol reaktan H_2SO_4 dan NH_3 sebesar 1 : 3. Kandungan nitrogen dalam ammonium sulfat minimal sebesar 20,8 % berat, asam sulfat bebas maksimal 0,1 % berat, dan H_2O maksimal 1 % berat. Produk pupuk ammonium sulfat yang di dihasilkan di unit ZA I PT. Petrokimia Gresik adalah 700 Ton/tahun.

2.2 Saturator

Reaksi netralisasi antara asam sulfat cair dan gas ammonia dalam saturator. Saturator berbentuk silinder dengan bagian bawahnya berbentuk kerucut (*cone*) sebagai lubang pengeluaran produk. Di bagian pusat silinder terdapat sparger yang memanjang dari atas saturator sampai ke bagian atas *cone*. Pada suhu 105-110°C dan tekanan 1 atm air proses akan berubah fasa menjadi uap sehingga larutan ammonium sulfat dalam saturator akan menjadi jenuh, lewat jenuh dan kemudian terbentuk kristal ammonium sulfat. Uap air proses yang terjadi segera dialirkan keluar dari saturator (R 301 ABCD) untuk menjaga kondisi tekanan saturator konstan 1 atm. (Watson, Chemical Process Principles, 1954)



Gambar 2 Alat Saturator

(Kusuma,2017)

Level dalam saturator harus di jaga antara (70 – 80) % atau 3,5 – 3,8 m dari tinggi saturator. Apabila level larutan terlalu tinggi maka akan banyak uap NH_3 yang lepas ke udara sehingga akan terjadi pengkristalan pada kondensor. Dan apabila level terlalu rendah, maka saluran H_2SO_4 tidak akan terendam dalam larutan di saturator yang menyebabkan jatuhnya larutan H_2SO_4 akan memercik pada dinding saturator dan sparger yang mengakibatkan korosi. Untuk menjaga level ditambahkan *Mother Liquor* atau larutan induk berupa larutan ammonium sulfat yang sangat pekat.

(Kusuma,2017)

2.3 Proses Pemisahan dan Pengeringan Kristal

Kristal ammonium sulfat yang masih bersifat basah akan dibawa ke unit pengeringan dan *mother liquor* nya akan di tampung di dalam tangki *mother liquor* (D 301 AB). *Mother liquor* ini mengandung impuritas berupa ion Fe maka sebelum di recycle ke saturator perlu di endapkan dulu impuritasnya (Pratama, 2011). Untuk mengendapkan ditambahkan Asam Phospat (H_3PO_4) ke dalam tangki *mother liquor* (D 301 AB) sehingga akan terbentuk endapan putih yang mudah di pisahkan.

Kristal ammonium sulfat masuk ke dalam *rotary dryer* (M 302) dengan kadar air 1-1,5 % berat dan bersuhu 70°C. Pengeringan dilakukan dengan penambahan udara panas yang bersuhu 120°C kedalam rotary dryer. Sehingga kristal ammonium sulfat akan keluar sebagai produk kering dengan kadar air maksimum 1 % berat dan temperatur produk keluar rotary dryer 55 °C. Udara panas dan uap air di tarik ke udara dengan bantuan *exhaust fan* (C 302) pada suhu 82 °C, udara tersebut diperkirakan mengandung debu ammonium sulfat. Dengan adanya debu ammonium sulfat yang terikut dalam udara maka pada *exhaust fan* (C 302) di lengkapi dengan

wet cyclone (D 303) dan *wet cyclone* (D 309) untuk menangkap debu ammonium sulfat yang terikut dalam udara pemanas.

Udara pemanas yang masuk ke *wet cyclone* (D 303/309) di spray dengan air proses, kemudian air proses dan debu ammonium sulfat yang tertangkap akan mengalir ke *dissolving drum* (D 307). Larutan ini kemudian dialirkan ke tangki *mother liquor* (D 301 AB) sedangkan udara pemanas setelah melewati *wet cyclone* (D 303/309) di lepaskan ke atmosfer setelah melewati *wet cyclone* (D 303/309) di lepaskan ke atmosfer

2.4 Teori Neraca Massa

Di dalam suatu proses, neraca massa merupakan salah satu elemen yang sangat penting. Neraca massa berfungsi untuk mengetahui komposisi serta laju alir massa setiap komponen di dalam sistem, baik komponen masuk maupun komponen yang keluar dari sistem. Adanya neraca massa akan mempermudah dalam menentukan jumlah umpan agar terjadi optimasi pada proses.

Menurut Hougen dan Watson (1954), pada suatu proses untuk mengetahui apakah proses tersebut efektif atau tidak, maka harus diketahui neraca massanya. Neraca massa sendiri merupakan dasar pokok dalam perhitungan satuan operasi dan satuan proses. Salah satu hukum dasar dalam ilmu kimia, yaitu hukum kekekalan massa yang menyatakan bahwa massa sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap atau sama. Sehingga, persamaan neraca massa secara umum adalah :

$$m_i \text{ input} = m_i \text{ output} \dots\dots\dots (2)$$

(Hougen, 1954)

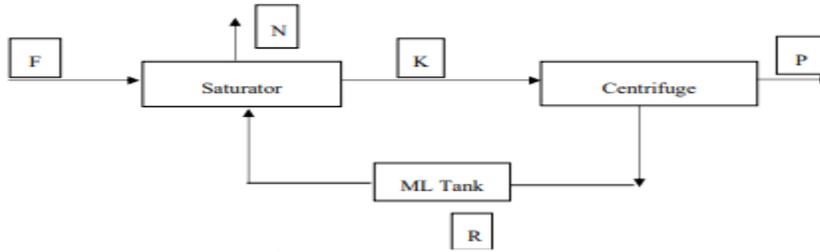
3. METODOLOGI PERCOBAAN

3.1 Cara Memperoleh Data

1. Studi literatur:
Cara mencari teori yang bersangkutan dengan masalah yang akan diselesaikan.
2. Pengamatan di lapangan
Data pengamatan secara langsung dilapangan diperoleh dari :
 1. Control room unit ZA I Departemen Ia
 2. Departemen produksi candal IA
 3. Log Sheet atau laporan harian proses produksi ZA I/III

3.2 Mengolah Data

- Perhitungan konversi reaksi dengan menggunakan neraca massa pada proses produksi ZA I.
1. Menghitung laju dan komposisi bahan keluaran dari saturator
 2. Menghitung jumlah reaktan yang bereaksi
 3. Menghitung laju dan komposisi bahan keluaran dari centrifuge



Gambar 3. Blok Diagram Keseluruhan Sistem yang ditinjau

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Perhitungan Neraca Massa Pada Alat *Saturator*

Saturator		
Komponen	masuk (ton/h)	keluar (ton/h)
H ₂ SO ₄	21,7145	1,4268
Nh ₃	7,3185	0,2800
H ₂ O	0,2470	3,7270
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	52,8463
Mother Liquor	29,0000	0
Total	58,2800	58,2800

Di dalam suatu proses, neraca massa merupakan salah satu elemen yang sangat penting. Neraca massa berfungsi untuk mengetahui komposisi serta laju alir massa setiap komponen di dalam sistem, baik komponen masuk maupun komponen yang keluar dari sistem.

Pada suatu proses untuk mengetahui apakah proses tersebut efektif atau tidak, maka harus diketahui neraca massanya. Neraca massa sendiri merupakan dasar pokok dalam perhitungan satuan operasi dan satuan proses. Salah satu hukum dasar dalam ilmu kimia, yaitu hukum kekekalan massa yang menyatakan bahwa massa sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap atau sama. Sehingga, persamaan neraca massa secara umum adalah :

$$m_i \text{ input} = m_i \text{ output} \dots \dots \dots (3)$$

(Hougen, 1954)

Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa diatas dengan laju alir komponen yang masuk sama dengan laju alir yang keluar saturator. Total massa yang masuk adalah sebesar 29,2800 ton/jam, dengan komponen yang terdiri dari H₂SO₄ sebesar 21,714 ton/jam, NH₃ sebesar 7,318 ton/jam, H₂O sebesar 0,247 ton/jam. Sedangkan total massa yang keuar sama seperti massa yang masuk yaitu 29,2800 ton/jam terdiri dari ZA sebesar 28,7405 ton/jam, H₂SO₄ sebesar 0,0126 ton/jam, H₂O sebesar 0,2470 ton/jam dan NH₃ yang teruapkan sebesar 0,2800 ton/jam.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nerca Massa pada Alat *Centrifuge*

Centrifuge		
Komponen	masuk (ton/jam)	keluar (ton/jam)
H ₂ SO ₄	1,4268	0,0126
NH ₃	0	0
H ₂ O	3,7270	0,2470
(NH ₄) ₂ SO ₄	52,8463	28,7405
Mother Liquor	0	24,105
Total	58,0001	58,0001

Selain itu jika ditinjau (NH₄)₂SO₄ yang masuk centrifuge sebesar 52,846 ton/jam, dan produk (NH₄)₂SO₄ yang keluar dari centrifuge masing-masing sebesar 28,740 ton/jam dan 24,105 ton/jam (massa (NH₄)₂SO₄ yang terdapat pada mother liquor), maka massa yang masuk tidak sama dengan massa yang keluar karena massa yang keluar lebih besar 1,413 ton/jam. Sedangkan jika ditinjau dari H₂SO₄ yang masuk centrifuge sebesar 1,426 ton/jam dan yang keluar dari centrifuge sebesar 0,0125 ton/jam, maka ada H₂SO₄ yang hilang sebesar 1,4143 ton/jam. Maka dari itu kami menyimpulkan didalam (NH₄)₂SO₄ yang terlarut pada mother liquor terdapat H₂SO₄ sebesar 5,54% atau sebesar 1,4143 ton/jam.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Neraca Massa Keseluruhan

Komponen	masuk (ton/jam)	keluar (ton/jam)
H ₂ SO ₄	21,7145	0,0126
NH ₃	7,3185	0,2800
H ₂ O	0,2470	0,2470
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	28,7405
Mother Liquor	0	0
Total	29,2800	29,2800

Dapat dilihat, walaupun H₂SO₄ yang terkandung dalam mother liquor tidak dianalisis oleh pabrik sehingga tidak diketahui nilai konsentrasinya, dengan menghitung neraca massa ini dapat diketahui mothe liquor H₂SO₄ yang terkandung dalam (NH₄)₂SO₄ yang terlarut sebesar 1,4143 ton/jam dan (NH₄)₂SO₄ yang terlarut sebesar 24,105 ton/jam. Hal tersebut seharusnya ditinjau atau dianalisis karena dapat mempengaruhi produksi ammonium sulfat dan cara kerjanya dari alat saturator yang ditinjau dari level pada saturator itu sendiri. Level dalam saturator harus dijaga antara (70-80)% atau 3,5-3,8m dari tinggi saturator (Kusuma,2017). Apabila level larutan terlalu tinggi maka akan banyak uap NH₃ yang lepas ke udara sehingga akan terjadi pengkristalan pada kondensor, dan apabila level terlalu rendah maka saluram H₂SO₄ tidak akan terendam dalam larutan di saturator yang menyebabkan jatuhnya larutan H₂SO₄ akan memercik pada dinding saturator dan *sparger* yang mengakibatkan korosi. Untuk menjaga level ditambahkan *mother liquor* atau larutan induk berupa larutan ammonium sulfat yang sangat pekat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa:

1. Laju alir massa yang masuk sama dengan laju alir massa yang keluar sebesar 29,2800 ton/h
2. Terdapatnya NH_3 yang tidak bereaksi sehingga menguap sebesar 0,2800 ton/jam
3. Dalam kandungan mother liquor yaitu pada $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang terlarut terdapat H_2SO_4 sebesar 5,45% atau sebesar 1,4143 ton/h

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2019). *Materi Training Asam Sulfat dan Utilitas IA Mahasiswa Kerja Praktik PT. Petrokimia Gresik*. Gresik.
- Kusuma, H. B. (2017). *Laporan Kerja Praktek Bagian Candal Departemen Produksi I PT. Petrokimia Gresik*. 2017: Universitas Ahmad Dahlan.
- Pratama, A. S. (2011). *Laporan Kerja Praktek Unit Ammonia Departemen Produksi I PT. Petrokimia Gresik*. 2011: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ulandari, O. I. (2017). *Laporan Kerja Praktek Bagian Perencanaan* .
- Hougen, W. (1954). *Chemical Process Principles*. New York.