

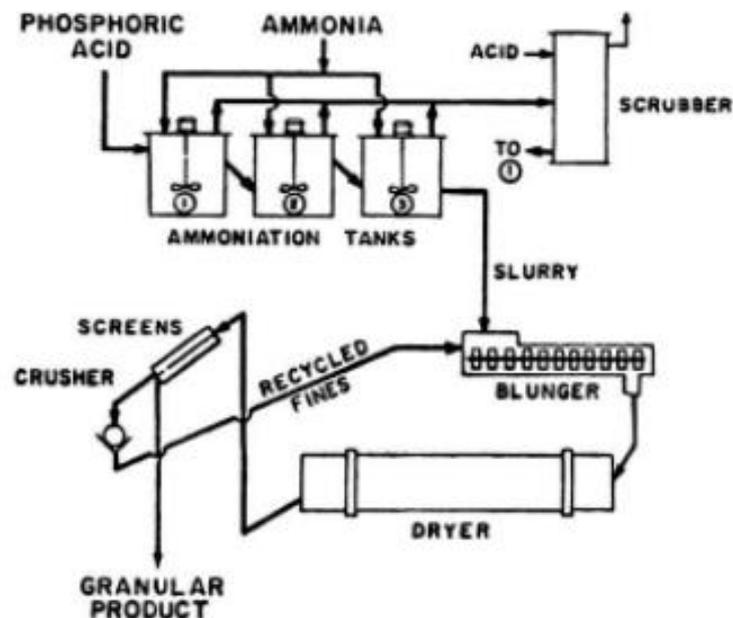
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-macam Proses

Diammonium Hydrogen Phosphate (DAP) adalah salah satu jenis garam fosfat yang larut di dalam air, yang dapat diproduksi dengan mereaksikan ammonia dengan asam fosfat. Pupuk *Diammonium Hydrogen Phosphate* (DAP) berwujud bubuk/granul putih yang dapat diaplikasikan pada lahan pertanian maupun perkebunan. Pembuatan pupuk *Diammonium Hydrogen Phosphate* memiliki banyak pilihan proses, diantaranya yaitu proses *Blunger (Dorr-Oliver)*, proses Amoniasi-Granulasi dan proses Nissan Spray-Tower. Ketiga proses tersebut banyak digunakan pada pabrik *Diammonium Hydrogen Phosphate* karena tingkat efisiensi proses dan peralatan yang tinggi, sehingga dapat meminimalkan biaya produksi dan kebutuhan energi (Francis T. Nielsson, 1987). Berikut penjelasan proses pembuatan *Diammonium Hydrogen Phosphate* yang paling umum.

II.1.1 Proses Blunger (Dorr – Oliver)



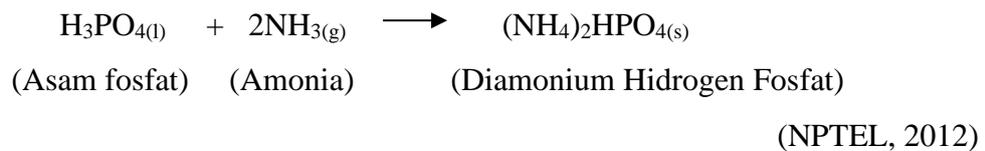
Gambar II.1.1.1 Proses Blunger (Dorr-Oliver)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Diammonium Hydrogen Phosphate* Dari *Ammonia* Dan *Phosphoric Acid* Dengan Proses Amoniasi-Granulasi Kapasitas 60.010 Ton/Tahun”

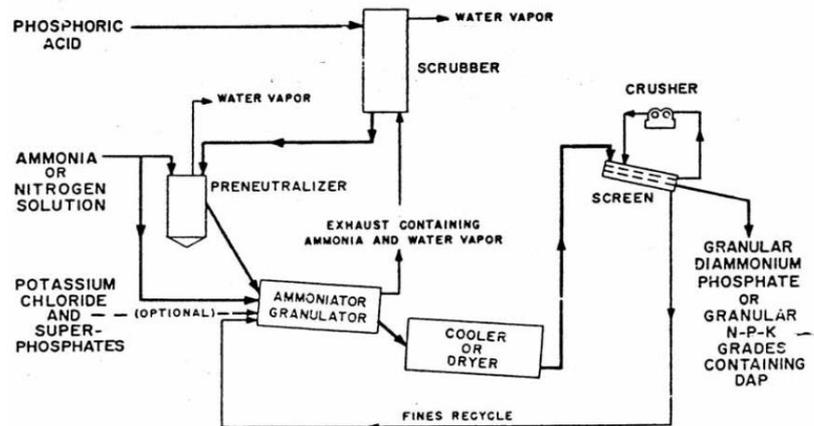
Proses *Blunger (Dorr-Oliver)* ini digunakan dalam produksi diamonium fosfat pertama kali secara komersial di Amerika Serikat pada tahun 1954. Proses ini juga dapat digunakan dalam produksi monoammonium fosfat, diammonium hidrogen fosfat, pupuk campuran jenis nitrogen-fosfor-kalium dan tripel superfosfat. Dalam membuat diamonium hidrogen fosfat, asam fosfat dan amonia diaduk dalam beberapa bejana (reaktor) yang disusun seri (Francis T. Nielsson, 1987). Adapun reaksi yang terjadi yaitu :



Perbandingan mol yang dibutuhkan antara ammonia (NH_3): asam fosfat (H_3PO_4) adalah sebesar 1,4 : 1. Pada pembuatan diamonium fosfat, amonia yang masuk ke dalam reaktor dibagi menjadi dua tahapan dengan pembagian 75% - 80% pada tahap pertama dan sisanya pada tahap kedua. Karena timbul panas selama reaksi maka terjadilah proses penguapan air dan sebagian ammonia. Uap amonia yang keluar kemudian direcovery pada *scrubber* menggunakan air proses sehingga penggunaan amonia dapat mencapai 93,57% (U.S. Patent 3153574A, 1964).

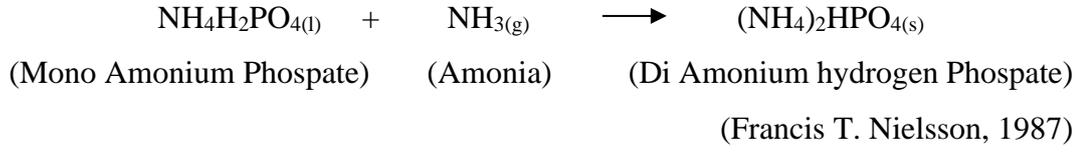
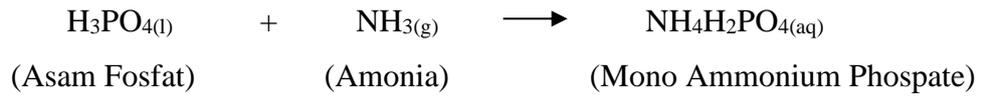
Selanjutnya *slurry* diamonium fosfat akan menuju ke *blunger*. *Blunger* merupakan *mixer* dengan dayung (*paddle*) poros ganda yang dirancang khusus sebagai tempat bercampur dan bereaksinya sisa asam fosfat dengan penambahan ammonia. *Blunger* yang digunakan dalam pembuatan diamonium fosfat memiliki lebar 5 ft dan panjang 12 ft yang ditenagai dengan motor 100 HP. *Blunger* biasanya menghasilkan butiran bulat, halus, dan relatif seragam. Produk diamonium fosfat dari *blunger* selanjutnya dikeringkan dalam *dryer* lalu diayak dalam *screen*. Dalam proses ini, biaya perawatan dalam penggantian *paddle* pada *blunger* sangat tinggi (Francis T. Nielsson, 1987).

II.1.2. Proses Ammoniasi-Granulasi



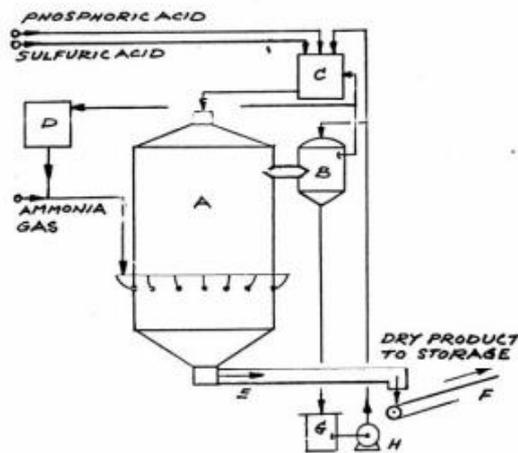
Gambar II.1.2. 1 Proses Ammoniasi-Granulasi

TVA atau *Tennessee Valley Authority* mengembangkan proses baru pada awal tahun 1960-an yaitu proses amoniator-granulator yang memiliki preneutralizer untuk amoniasi parsial asam fosfat dan penyempurnaan proses amonisasi. Beberapa perancangan alat yang awalnya dilengkapi *blunger*, telah dimodifikasi dengan menggunakan amoniator putar tipe TVA ini sebagai penggantinya. Proses dasar dalam proses Ammoniasi-Granulasi yaitu pertama-tama bahan baku mengalami proses preneutralisasi parsial asam dalam preneutralizer (tangki reaksi). Kemudian, kelebihan amonia diumpankan ke *rotary granulator-amoniator* agar terjadi penyempurnaan proses amonisasi menjadi diamonium fosfat dan gas amonia diserap kembali oleh asam fosfat di *scrubber* untuk menekan kehilangan gas amonia. Granulasi yang berlebih dan pada saat melakukan proses amoniasi pada alat yang sama dapat menyebabkan hilangnya banyak amonia (Francis T. Nielsson, 1987). Adapun reaksi yang terjadi, yaitu:



Perbandingan mol bahan baku antara ammonia (NH_3): asam fosfat (H_3PO_4) adalah sebesar 1,4 : 1. Produk kristal diamonium fosfat kemudian dikeringkan dalam *dryer* dan disaring dengan *screen*. Penambahan *scrubber* dan *preneutralizer* mampu menekan kehilangan ammonia dan mempunyai efisiensi mencapai 90% dalam ammoniator (Francis T. Nielsson., 1987).

II.1.3. Proses Nissan Spray-Tower

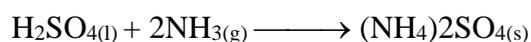
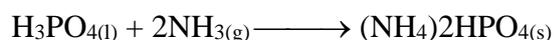


Gambar II.1.3.1 Proses Nissan Spray-Tower

Pada proses ini, bahan baku yang digunakan meliputi phosphoric acid, sulfuric acid, dan ammonia. Proses ini merupakan proses alternatif yang dikemukakan oleh Nissan Chemical Industries Limited dari Jepang dan mampu memproduksi diammonium phosphate dengan grade komersial yang rendah. (V.Sauchelli : 154)

Pada proses ini, phosphoric acid dicampur dengan sulfuric acid dan diumpungkan pada absorber dan scrubber yang berfungsi untuk menyerap dan mereaksikan sebagian gas ammonia yang lolos dari spray tower. (V.Sauchelli : 154)

Reaksi yang terjadi : (V.Sauchelli : 141)



Reaksi utama terjadi pada spray tower dengan merode penyerapan gas ammonia oleh campuran phosphoric acid dan sulfuric acid. Produk reaksi berupa



diammonium phosphate kemudian dikeringkan dan didinginkan pada conveyor untuk kemudian ditampung sebagai produk akhir dengan grade yang rendah. (V.Sauchelli : 154)

II.2 Pemilihan Proses

Berikut terdapat perbandingan antara ketiga proses pembuatan *Diammonium Hydrogen Phosphate* yaitu proses *Blunger (Dorr-Oliver)*, proses Ammoniasi-Granulasi dan proses Nissan Spray-Tower yang disajikan dalam sebuah tabel

Tabel II.2. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Diamonium Fosfat

| Proses <i>Blunger (Dorr-Oliver)</i> | Proses Ammoniasi - Granulasi | Proses Nissan Spray-Tower |
|---|---|---|
| Bahan baku berupa asam fosfat dan amonia | Bahan baku berupa asam fosfat dan amonia | Bahan baku berupa asam fosfat, asam sulfat dan amonia |
| Bahan baku langsung direaksikan ke dalam reaktor | Bahan baku sebelum direaksikan ke dalam masuk ke preneutralizer terlebih dahulu | Bahan baku sebelum direaksikan ke dalam spray tower, asam fosfat dan asam sulfat dimasukkan terlebih dahulu ke absorber atau scrubber |
| Alat utama yaitu <i>Blunger</i> mempunyai biaya perawatan yang tinggi terutama saat penggantian <i>paddle</i> . | Alat utama yaitu <i>Ammoniator – Granulator</i> | Alat utama yaitu <i>Spray Tower</i> |
| Instalasi proses rumit | Instalasi proses sederhana | Instalasi proses sederhana |
| Effisiensi proses 99% | Effisiensi proses 90% | Effisiensi proses dibawah 90% |

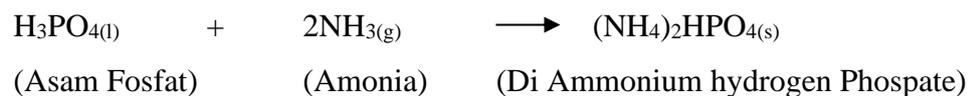
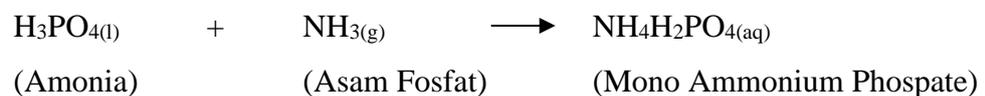


Berdasarkan tabel diatas, maka dipilih proses yang paling efektif dalam pembuatan diamonium fosfat yaitu proses Ammoniasi-Granulasi, dengan alasan yaitu sebagai berikut.

1. Bahan baku hanya terdiri dari dua, yaitu asam fosfat dan ammonia
2. Memiliki peralatan yang sederhana, namun mampu menghasilkan efisiensi proses yang cukup tinggi.
3. Memiliki kehilangan ammonia yang sedikit jika dibandingkan dengan proses Nissan Spray-Tower. Hal ini dapat menekan biaya produksi, dan mendapatkan laba yang lebih besar.

II.3 Uraian Proses

Proses dimulai dari pengumpanan bahan baku berupa asam fosfat dari *storage tank* dengan suhu 30 °C pada tekanan 1 atm yang akan dipanaskan oleh *heater* terlebih dahulu hingga suhu 115,5°C pada tekanan 1 atm, sedangkan pengumpanan bahan baku amonia diumpankan dari *storage tank* ke *expansion valve* untuk diubah terlebih dahulu fase nya dari cair ke gas. Gas amonia yang dihasilkan dari *expansion valve* akan dipanaskan terlebih dahulu oleh *heater* hingga suhu 115,5°C pada tekanan 1 atm. Kedua bahan baku tersebut yang sudah dipanaskan akan direaksikan ke dalam reaktor menghasilkan monoamonium fosfat (MAP), reaksi berlangsung pada suhu 115,5°C. Berikut ini adalah reaksi yang terjadi,



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis, sehingga diberikan jaket pada reaktor sebagai media pendingin. Pada reaktor ini digunakan reaktor mix flow dengan pengaduk. Tujuan penggunaan *reaktor mix flow* ini agar reaksi yang terjadi berjalan dengan sempurna atau dengan asumsi konsentrasi hasil reaksi pada setiap



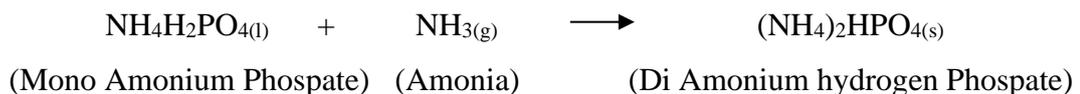
Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Diammonium Hydrogen Phosphate* Dari *Ammonia* Dan *Phosphoric Acid* Dengan Proses Amoniasi-Granulasi Kapasitas 60.010 Ton/Tahun”

titiknya sama. Gas amonia sisa reaksi yang keluar dari reaktor akan dialirkan menuju *heater* untuk di *recycle* kedalam reaktor.

Produk yang keluar dari reaktor yaitu berupa *slurry* akan diumpankan ke dalam *evaporator* untuk memekatkan produk dengan menguapkan air yang masih terkandung dalam produk yang berupa *slurry* tersebut, Produk yang keluar dari *evaporator* akan diumpankan kedalam *granulator* untuk dibentuk menjadi butiran granul. Proses Pembuatan butiran padatan/granulasi terbagi menjadi 2 proses utama, yaitu inisiasi atau pembentukan bibit awal dan aglomerasi atau penyatuan bibit-bibit menjadi butiran yang lebih besar dengan bantuan binder atau bahan bahan pengikat. *Granulator* yang akan digunakan adalah jenis *rotary drum granulator* dengan memperhatikan dari bahan utama sebagai inti, dan bahan pengikat (berupa gas amonia). Pada *granulator* sendiri akan terbentuk *Diammonium Hydrogen Phosphate* (DAP) dari *Mono ammonium phosphate* (MAP) dan Amonia (NH_3).

Reaksi yang terjadi didalam granulator sebagai berikut:



Produk yang keluar *granulator* berupa padatan granul *Diamonium Hydrogen Phospate* yang akan diumpankan ke alat pengering berupa *dryer*. Sedangkan Gas amonia sisa reaksi yang keluar dari *granulator* akan dialirkan menuju *heater* untuk dipanaskan kemudian di *recycle* kedalam reaktor.

Produk keluar dari *granulator* diumpankan ke dalam *dryer* memiliki tujuan untuk mengurangi kandungan air yang terkandung dalam produk tersebut. *Dryer* yang digunakan pada proses *drying* menggunakan jenis *rotary drum dryer* dan menerapkan jenis arah aliran Co-current yang dimana aliran udara panas dan butiran granul yang masuk pada sisi yang sama dan keluar pada sisi yang sama. Penggunaan jenis aliran co-current dikarenakan produk granul yang keluar dari *dryer* diharapkan memiliki temperature yang stabil dan tidak mengalami penurunan temperature yang disebabkan oleh suhu lingkungan sekitar. Udara panas yang



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Diammonium Hydrogen Phosphate* Dari *Ammonia* Dan *Phosphoric Acid* Dengan Proses Amoniasi-Granulasi Kapasitas 60.010 Ton/Tahun”

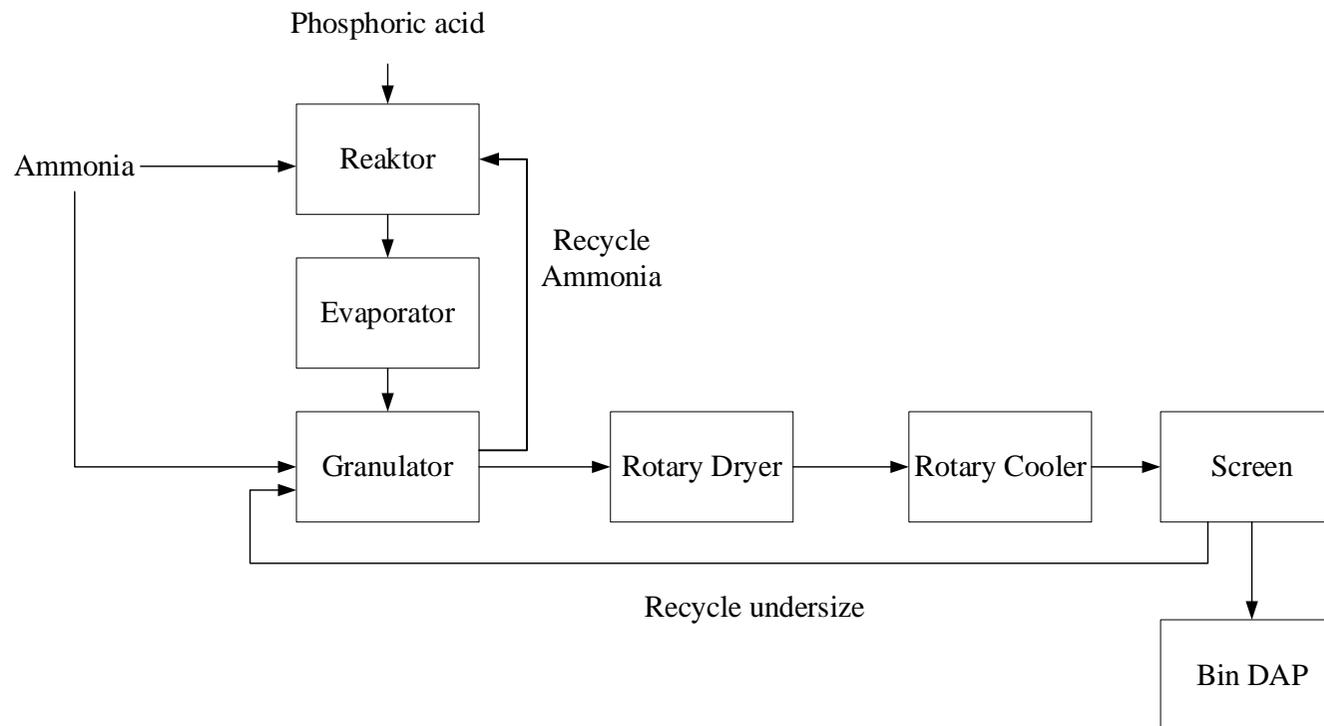
digunakan memiliki suhu 120°C dan akan dikontakan secara direct dengan padatan granul *Diammonium Hydrogen Phosphate* yang masuk. Setelah proses, udara panas dan padatan produk yang terikut akan keluar menuju *cyclone*. Dalam *cyclone* udara dibersihkan dari padatan tersebut, sehingga udara yang keluar adalah udara bersih sedangkan padatan akan diumpankan menggunakan *belt conveyor* dan akan menjadi bibit butiran yang akan di granulkan lagi di *granulator*. Produk keluar *rotary dryer* pada suhu 120°C dan diumpankan ke *Belt Conveyor* menuju *rotary cooler*.

Proses pendinginan atau *Cooling* dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan temperatur dari produk yang keluar dari proses pengeringan. *Cooler* yang digunakan adalah jenis *rotary*. Di dalam cooler menggunakan udara bebas dengan suhu kamar. Udara bebas masuk kedalam cooler dengan bantuan blower. Udara bebas kemudian dikontakkan dengan produk secara *Counter-Current*. Tujuan pendinginan secara *Counter-Current* dilakukan agar produk granul diharapkan memiliki temperatur yang terus-menerus turun. Setelah proses, udara dingin dan padatan produk yang terikut akan keluar menuju *cyclone*. Dalam *cyclone* udara dibersihkan dari padatan tersebut, sehingga udara yang keluar adalah udara bersih sedangkan padatan akan diumpankan menggunakan *belt conveyor* dan akan menjadi bibit butiran yang akan di granulkan lagi di *granulator*. Setelah granul *Diammonium Hydrogen Phosphate* suhunya turun, granul diumpankan menggunakan *conveyor* menuju *Screen* untuk memisahkan hasil berdasarkan ukurannya. Partikel *Diammonium Hydrogen Phosphate* yang ukurannya sudah sesuai akan dibawa oleh *Belt conveyor* menuju tangki penampung dan selanjutnya akan dibawa ke bagian pengemasan produk *Diammonium Hydrogen Phosphate*. Sedangkan partikel granul yang ukurannya tidak sesuai akan dibawa oleh *conveyor* menuju *granulator* sebagai bibit granul.



II.3.1 Blok Diagram Alir

BLOK DIAGRAM PROSES
PABRIK DIAMMONIUM HYDROGEN PHOSPHATE DARI AMMONIA DAN PHOSPHORIC ACID DENGAN
PROSES AMONIASI-GRANULASI



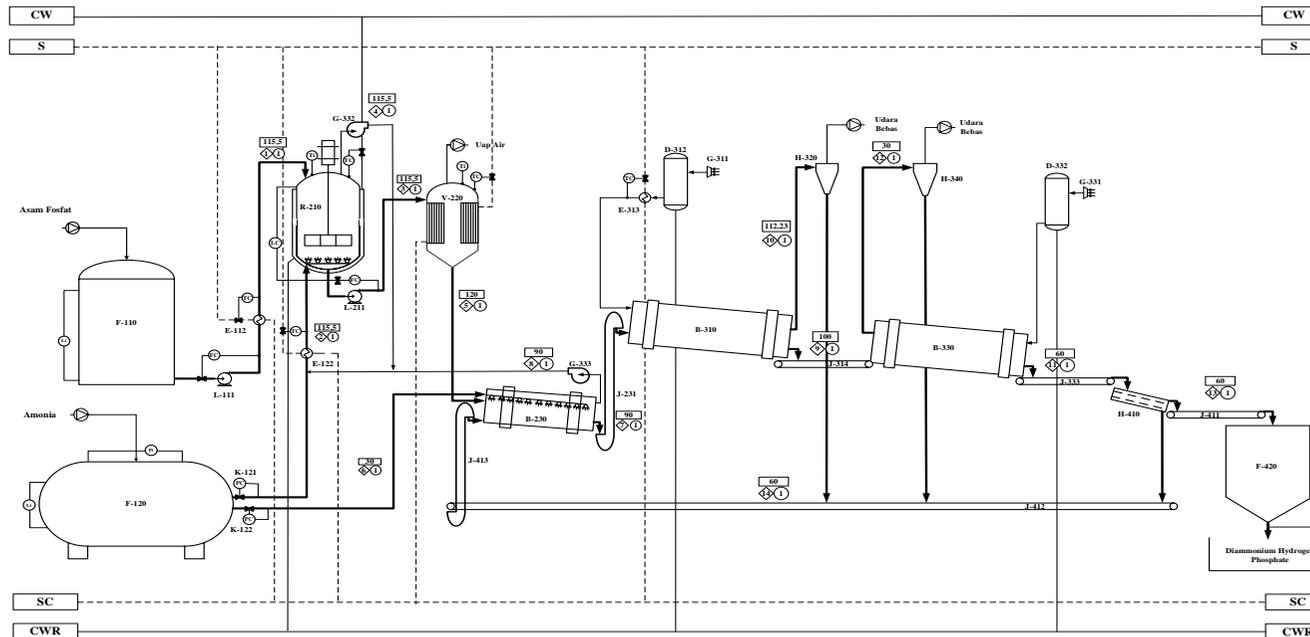


Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Diammonium Hydrogen Phosphate* Dari *Ammonia* Dan *Phosphoric Acid* Dengan Proses Amoniasi-Granulasi Kapasitas 60.010 Ton/Tahun”

II.3.2 Flowsheet Pengembangan Pabrik

PABRIK DIAMMONIUM HYDROGEN PHOSPHATE DARI AMMONIA DAN PHOSPHORIC ACID DENGAN PROSES AMONIASI-GRANULASI KAPASITAS 60.010 TON/TAHUN



| KETERANGAN | |
|---------------|------------------------|
| \square | Temperature; (°C) |
| \diamond | Aliran Massa; (kg/jam) |
| \circ | Tekanan; (atm) |
| \square CW | Cooling Water |
| \square S | Steam |
| \square SC | Steam Condensate |
| \square CWR | Cooling Water Return |

| No | Kode Alat | Nama Alat |
|----|-----------|------------------------------------|
| 1 | F - 110 | Tangki Penampung Asam Fosfat |
| 2 | L - 111 | Pompa-1 |
| 3 | E - 112 | Heat Exchanger-1 |
| 4 | R - 210 | Reaktor |
| 5 | F - 120 | Tangki Penampung Ammonia |
| 6 | K - 121 | Expander-1 |
| 7 | K - 122 | Expander-2 |
| 8 | E - 122 | Heat Exchanger-2 |
| 9 | L - 211 | Pompa-2 |
| 10 | V - 220 | Evaporator |
| 11 | B - 230 | Granulator |
| 12 | J - 231 | Bucket Elevator |
| 13 | B - 310 | Rotary Dryer |
| 14 | G - 311 | Blower-1 |
| 15 | D - 312 | Molecular Sieve Udam-1 |
| 16 | E - 313 | Heat Exchanger-3 |
| 17 | J - 314 | Belt Conveyor |
| 18 | H - 320 | Cyclone-1 |
| 19 | B - 330 | Rotary Cooler |
| 20 | G - 331 | Blower-2 |
| 21 | D - 332 | Molecular Sieve Udam-2 |
| 22 | J - 333 | Belt Conveyor |
| 23 | H - 340 | Cyclone-2 |
| 24 | H - 410 | Screen |
| 25 | J - 411 | Belt Conveyor |
| 26 | J - 412 | Belt Conveyor Recycle |
| 27 | J - 413 | Bucket Elevator |
| 28 | F - 420 | Silo Diammonium Hydrogen Phosphate |
| 29 | G - 332 | Blower-3 |
| 30 | G - 333 | Blower-4 |

| Komponen | Aliran | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------------------|--------|------------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| $H_3PO_{4(d)}$ | | 5892,3061 | | | | | | | | | | | | | |
| $NH_3(g)$ | | | 1433,5139 | | 358,3785 | | 1896,8461 | | 924,1045 | | | | | | |
| $(NH_4)H_2PO_{4(d)}$ | | | | 6570,4324 | | 6570,4324 | | | | | | | | | |
| $(NH_4)_2HPO_{4(s)}$ | | | | 397,0092 | | 397,0092 | | 9653,0474 | | | | | | | |
| H_2O | | 5439,0518 | 7,2036 | 5439,0518 | 7,2036 | 762,4789 | 9,5319 | 764,2891 | 9,5319 | 9556,5169 | 96,5305 | 9460,9518 | 95,5652 | 7568,7614 | 2082,3650 |
| Jumlah | | 11331,3580 | 1440,7175 | 12406,4934 | 365,5821 | 7729,9205 | 1906,3780 | 10417,3366 | 933,6364 | 9566,8404 | 850,4961 | 9471,1720 | 95,6684 | 7577,0202 | 2084,5319 |

FLOWSHEET PABRIK DIAMMONIUM HYDROGEN PHOSPHATE DARI AMMONIA DAN PHOSPHORIC ACID DENGAN PROSES AMONIASI-GRANULASI KAPASITAS 60.010 TON/TAHUN

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Digambar Oleh : | |
| Nama | : Reza Salsabila Kafy |
| NPM | : 19031010196 |
| Dosen Pembimbing | : Ir. Lucky Indrati Utami, MT. |
| PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA | |
| FAKULTAS TEKNIK | |
| UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL | |
| "VETERAN" JAWA TIMUR | |
| 2023 | |



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Diammonium Hydrogen Phosphate* Dari *Ammonia* Dan
Phosphoric Acid Dengan Proses Amoniasi-Granulasi Kapasitas
60.010 Ton/Tahun”
