

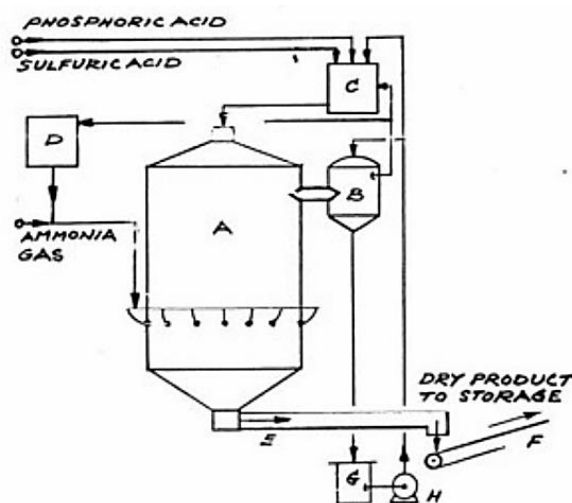
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-macam Proses

Diamonium fosfat (DAP) adalah salah satu jenis garam yang larut di dalam air, yang dapat diproduksi dengan mereaksikan asam fosfat dengan gas amonia. DAP untuk pupuk dapat digunakan untuk meningkatkan pH tanah, selain itu DAP mengandung Nitrogen (N) dan Fosfor (P_2O_5) yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. DAP juga dapat digunakan sebagai ragi pada pembuatan bir dan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan rokok (Zahrattunnisa, 2018). Proses pembuatan Diamonium Fosfat yang paling umum digunakan yaitu proses *Nissan Spray Tower*, proses *TVA – Ammoniator-Granulator* dan proses *TVA – Vacuum Crystallizer*. Ketiga proses tersebut banyak digunakan pada pabrik Diamonium Fosfat karena tingkat efisiensi proses dan peralatan yang tinggi, sehingga dapat meminimalkan biaya produksi dan kebutuhan energi (Nielsson, 1987). Berikut penjelasan proses pembuatan *Diamonium Fosfat* yang paling umum.

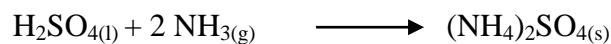
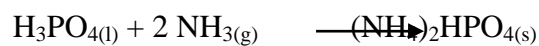
II.1.1 Proses *Nissan Spray Tower*



Gambar II.1 Proses *Nissan Spray Tower*

Pada proses ini, bahan baku yang digunakan meliputi asam fosfat, asam sulfat, dan ammonia. Proses ini merupakan proses alternatif yang dikemukakan oleh Nissan Chemical Industries Limited dari Jepang dan mampu memproduksi diammonium fosfat dengan grade komersial yang rendah. Pada proses ini, asam fosfat dicampur dengan asam sulfat dan diumpankan ke absorber dan scrubber yang berfungsi untuk menyerap dan mereaksikan sebagian gas ammonia yang lolos dari spray tower (V. Sauchelli : 154).

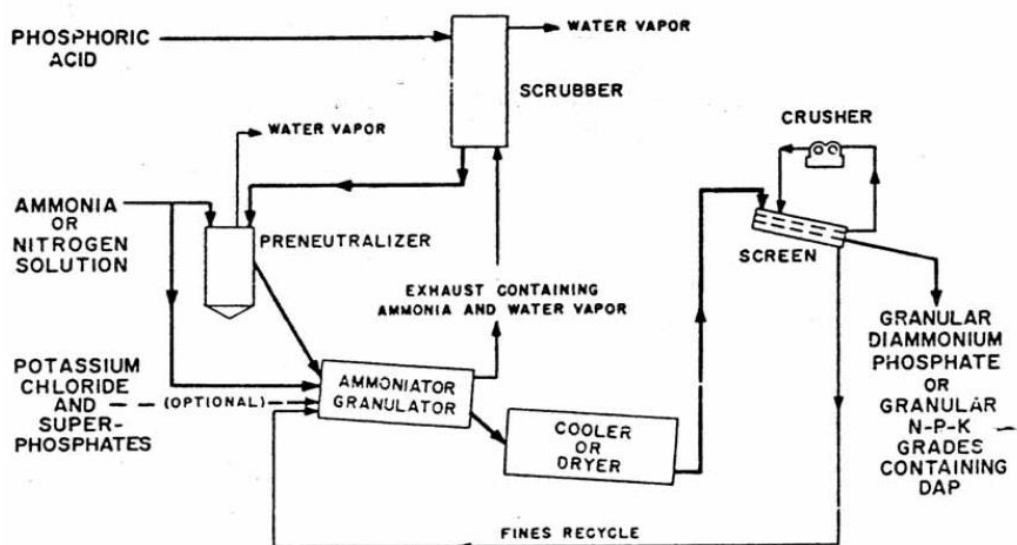
Reaksi yang terjadi :



(Sauchelli, 1960)

Reaksi utama terjadi pada spray tower dengan metode penyerapan gas ammonia oleh campuran asam fosfat dan asam sulfat. Produk reaksi berupa diammonium fosfat kemudia dikeringkan dan didinginkan pada conveyor untuk kemudia ditampung sebagai produk akhir dengan grade yang rendah (Sauchelli, 1960).

II.1.2 Proses TVA – Ammoniator Granulator



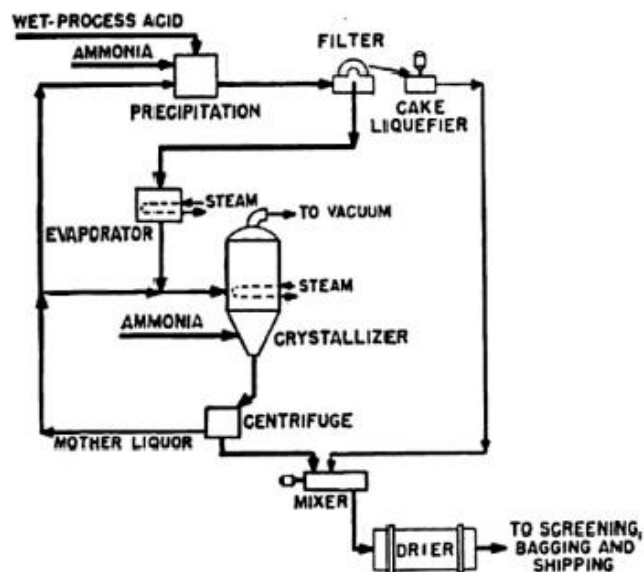
Gambar II.2 Proses TVA – Ammoniator-Granulator

TVA atau *Tennessee Valley Authority* mengembangkan proses baru pada awal tahun 1960-an yaitu proses TVA dengan *ammoniator-granulator* yang



memiliki preneutralizer untuk amoniasi parsial asam fosfat dan penyempurnaan proses amoniasi. Beberapa perancangan alat yang awalnya dilengkapi *blunger*, telah dimodifikasi dengan menggunakan amoniator putar tipe TVA ini sebagai penggantinya. Perbandingan mol bahan baku antara NH_3 : H_3PO_4 adalah sebesar 1,6 : 1. Proses dasar dalam proses TVA – *Ammoniator Granulator* 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 amoniasi 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. Produk kristal diamonium fosfat kemudian dikeringkan dalam *dryer* dan disaring dengan *screen*. Penambahan *scrubber* dan *preneutralizer* mampu menekan kehilangan amonia dan mempunyai efisiensi mencapai 87% dalam ammoniator (Nielsson, 1987).

II.1.3 Proses TVA – *Vacuum Crystallizer*



Gambar II.3 Proses TVA – *Vacuum Crystallizer*

TVA atau *Tennessee Valley Authority* juga mengembangkan proses TVA dengan *vacuum crystallizer* untuk membuat diamonium fosfat. Alat kristalisasi



tersebut akan memberikan fleksibilitas untuk menyesuaikan dengan kondisi pasar yang berubah (Getsinger, 1959). Bahan baku berupa gas amonia dan asam fosfat diumpankan ke dalam reaktor untuk menjadi monoamonium fosfat. Perbandingan mol antara NH_3 : $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ sebesar 1,4 : 1. Lalu, monoamonium fosfat akan dialiri gas amonia lagi didalam *vacuum crytallizer* untuk menghasilkan kristal diamonium fosfat. Produk yang dihasilkan berupa kristal kasar yang mengandung 21% N (nitrogen) dan 53% P_2O_5 yang kemudian di masukkan ke dalam *rotary dryer* (Nielsson, 1987). Adanya alat pengontrol pH dan jaket pendingin pada reaktor serta *scrubber* mampu menekan kehilangan amonia sehingga dapat menghasilkan efisiensi proses sebesar 95%. Dengan proses ini, kehilangan amonia dapat dikontrol dengan mudah tanpa peralatan *recovery* dan kristal yang terbentuk kuat serta tidak pecah saat di dalam *centrifuge* dan *dryer*. Selain itu, kristal mengering dengan cepat, dan sedikit penggumpalan yang terjadi di dalam *dryer* (Patnaik, 2001).

II.2 Pemilihan Proses

Berikut terdapat perbandingan antara ketiga proses pembuatan diamonium fosfat yaitu proses *Nissan Spray Tower*, proses *TVA – Ammoniator Granulator* dan proses *TVA – Vacuum Crystallizer* yang disajikan dalam sebuah tabel.

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Diamonium Fosfat

Proses <i>Nissan Spray Tower</i>	Proses <i>TVA – Ammoniator Granulator</i>	Proses <i>TVA – Vacuum Crystallizer</i>
Bahan baku berupa asam fosfat, asam sulfat, dan amonia	Bahan baku berupa asam fosfat dan amonia	Bahan baku berupa asam fosfat dan amonia
Bahan baku sebelum direaksikan ke dalam spray tower yang berupa asam sulfat dan asam fosfat dimasukkan terlebih dahulu ke	Bahan baku sebelum direaksikan, masuk ke preneutralizer terlebih dahulu, dan untuk asam fosfat dimasukkan ke dalam scrubber terlebih	Bahan baku langsung direaksikan ke dalam reaktor



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Diamonium Fosfat dari Asam Fosfat dan Amonia dengan Proses Kristalisasi Vakum Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

absorber atay scrubber	dahulu	
Alat utama yaitu <i>spray tower</i>	Alat utama yaitu <i>ammoniator granulator</i> mengakibatkan kehilangan amonia semakin tinggi pada saat proses granulasi	Alat utama yaitu <i>vacuum crystallizer</i> mempunyai biaya perawatan yang rendah, namun menghasilkan hasil yang seragam
Instalasi proses sederhana	Instalasi proses sederhana	Instalasi proses sederhana
Effisiensi proses <90%	Effisiensi proses 87%	Effisiensi proses 95%

Berdasarkan tabel diatas, maka dipilih proses yang paling efektif dalam pembuatan diamonium fosfat yaitu proses TVA-*Vacuum Crystallizer*, dengan alasan sebagai berikut.

1. Bahan baku yang hanya terdiri dari dua senyawa berupa asam fosfat dan ammonia bisa langsung digunakan dengan mereaksikannya dalam reaktor.
2. Memiliki kehilangan ammonia yang sedikit jika dibandingkan dengan proses yang lain yang rendah, sehingga dapat menekan biaya produksi dan kebutuhan energinya.
3. Memiliki peralatan yang sederhana, namun mampu menghasilkan effisiensi proses yang cukup tinggi.

II.3 Uraian Proses

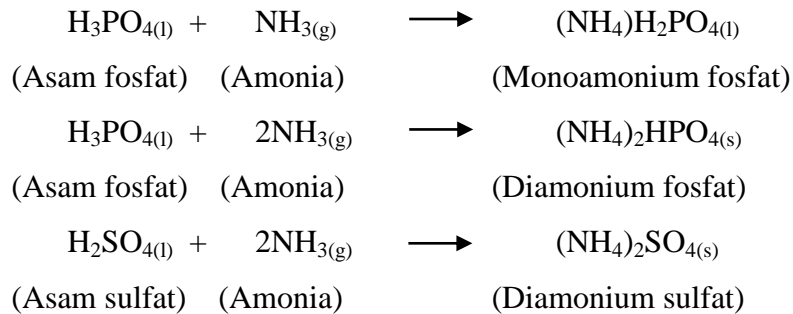
Proses dimulai dari pengumpanan bahan baku yaitu asam fosfat dan gas amonia ke dalam reaktor. Asam fosfat diumpankan menggunakan pompa dari tangki penyimpanan dan dipanaskan oleh *heater* terlebih dahulu hingga suhu 80°C dan pada tekanan 1 atm, sedangkan amonia diumpankan menggunakan sparger dari tangki penyimpanan dan dipanaskan oleh *heater* terlebih dahulu hingga suhu 80°C dan pada tekanan 1 atm. Di dalam reaktor terjadi reaksi amonisasi asam fosfat menjadi monoamonium fosfat (MAP), reaksi amonisasi sisa asam fosfat menjadi diamonium fosfat (DAP), dan reaksi amonisasi asam sulfat menjadi



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Diamonium Fosfat dari Asam Fosfat dan Amonia dengan Proses Kristalisasi Vakum Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

diamonium sulfat, yang berlangsung pada suhu 80°C. Berikut adalah reaksi yang terjadi.



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis, sehingga diberikan jaket pada reaktor sebagai media pendingin. Dari reaksi tersebut juga terjadi proses presipitasi akibat peningkatan pH larutan. Proses ini akan mengendapkan impuritis dari asam fosfat yang mengandung besi, aluminium, dan kalsium. Reaktor dilengkapi agitator agar antara amonia dengan asam fosfat tercampur dengan baik. Perbandingan jumlah mol $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{NH}_3$ adalah sebesar 1 : 1,4. Gas amonia sisa reaksi yang keluar dari reaktor akan dialirkan menuju *scrubber*. Dalam *scrubber*, gas dibersihkan dengan pelarut dari *water process*. Selanjutnya pelarut kotor akan dialirkan menuju aliran pengolahan limbah cair, sedangkan gas bersih dibuang ke udara bebas.

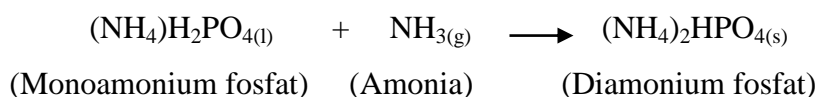
Adapun produk yang keluar dari reaktor yaitu berupa slurry dengan pH sekitar 4,5 hingga 5,5. Selanjutnya, slurry akan menuju *rotary drum vacuum filter* untuk memisahkan cairan dengan padatan yang terkandung. Padatan ini telah mengandung ortofosfat kompleks dari besi, aluminium dan kalsium. Jika padatan tidak dipisahkan terlebih dahulu, akan mengendap dalam Reaktor. Padatan berupa *cake filter* ini akan dibawa menuju tangki *hopper* (tangki penampung sementara) yang nantinya akan bercampur hasil padatan dari Reaktor. Lalu, untuk cairan atau filtrat langsung dipompa menuju evaporator.

Dalam evaporator, cairan dipekatkan. Uap air yang keluar dari evaporator dialirkan kedalam kondensor untuk diubah dari fase uap menjadi fase liquid. Uap air yang terkondensasi dialirkan langsung ke unit *steam condensate*, sedangkan yang tidak terkondensasi dipompa dengan *jet ejector* untuk menurunkan tekanan dalam evaporator sehingga terjadi vakum.



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Diamonium Fosfat dari Asam Fosfat dan Amonia dengan
Proses Kristalisasi Vakum Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

Filtrat pekat yang keluar dari evaporator kemudian dipompa menuju reaktor kedua. Adapun gas NH_3 diumpankan kembali ke dalam reaktor kedua menggunakan sparger untuk mengamonisasi kristal monoamonium fosfat menjadi diamonium fosfat seluruhnya dengan perbandingan jumlah mol $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$: NH_3 adalah sebesar 1 : 1, yang berlangsung pada suhu 60°C . Berikut adalah reaksinya.



Uap air yang terkondensasi dialirkan langsung ke unit *steam condensate*, sedangkan yang tidak terkondensasi dipompa dengan *jet ejector* untuk menurunkan tekanan dalam Reaktor sehingga terjadi vakum. Slurry yang keluar dari reaktor kedua kemudian dialirkan menuju *hopper*. Produk yang keluar dari Reaktor memiliki pH sekitar 6 yang selanjutnya

Adanya *hopper* sebelum menuju *mixer* digunakan untuk menampung semua padatan diamonium fosfat hingga mencapai jumlah yang ditentukan, lalu akan diproses selanjutnya. Dengan begitu dapat mengurangi kebutuhan energi, sebab saat melakukan proses selanjutnya dapat dilakukan sekaligus. Dalam tangki *mixer*, padatan hasil *rotary drum vacuum filter* dan slurry dari reaktor, akan diaduk sehingga tercampur rata dan seragam. *Mixer* yang digunakan merupakan *ribbon blender*, dimana *mixer* ini mempunyai agitator pita heliks tunggal. Selain dapat mencampurkan bahan hingga homogen, *mixer* ini juga dapat mengalirkan bahan ke alat selanjutnya.

Setelah tercampur rata, produk dari *mixer* selanjutnya akan dibawa menuju *rotary dryer*. Dalam *rotary dryer* kristal akan dikurangi kadar airnya dengan bantuan udara panas yang dialirkan secara berlawanan arah. Udara panas diambil dari udara bebas menggunakan *blower*, kemudian diserap kadair airnya dahulu di *molecular sieve*, kemudian dipanaskan oleh *heater* hingga mencapai suhu 120°C . 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 langsung menuju *cooling conveyor* bersama dengan produk yang keluar dari *rotary dryer*. Produk keluar



Pra Rencana Pabrik

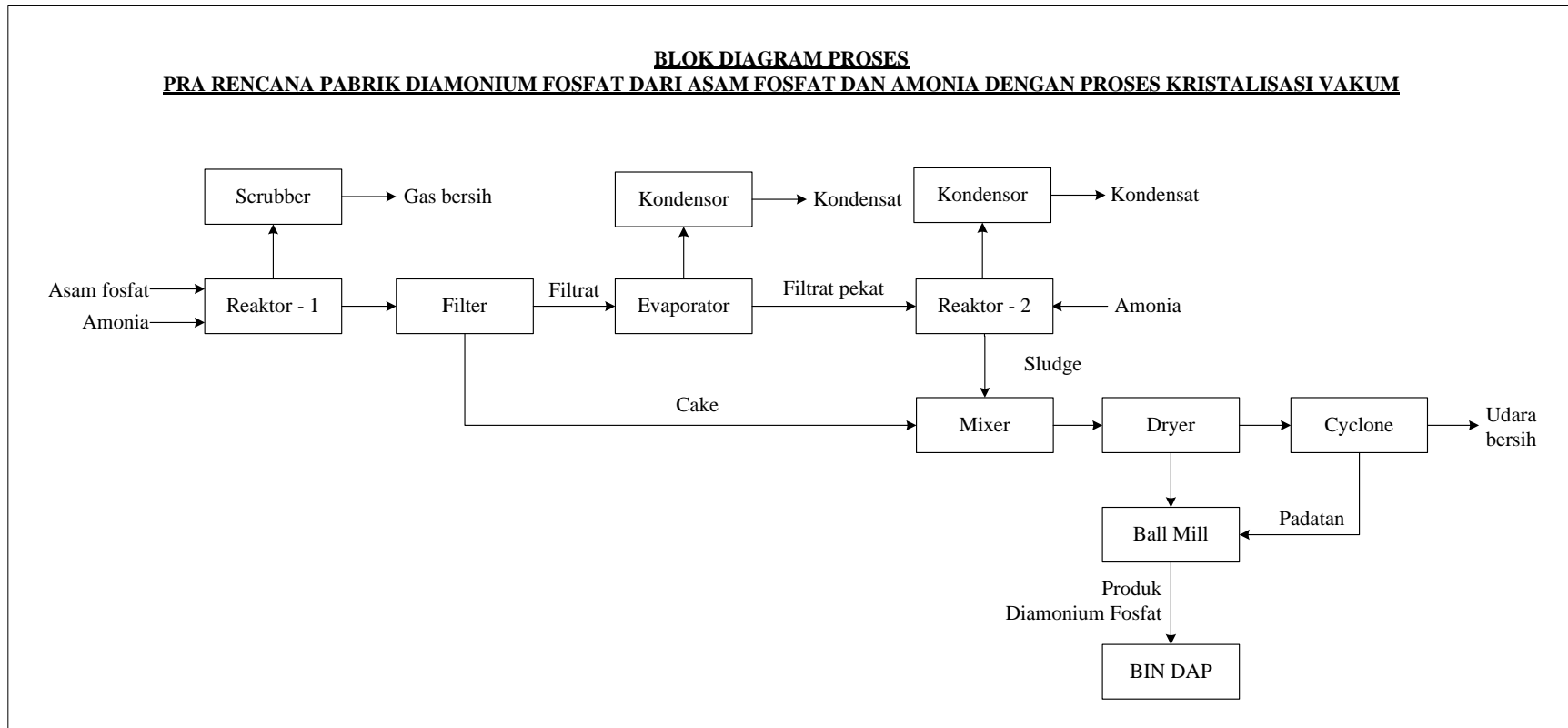
“Pabrik Diamonium Fosfat dari Asam Fosfat dan Amonia dengan Proses Kristalisasi Vakum Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

rotary dryer pada suhu 68°C dan akan didinginkan hingga suhu kamar sekitar 30°C .

Setelah kristal diamonium fosfat suhunya turun, kristal diumpankan menggunakan *bucket elevator* menuju *ball mill* untuk dihancurkan agar ukuran semakin kecil hingga didapatkan ukuran kristal sebesar 35 mesh. Partikel kristal yang ukurannya sudah sesuai ditampung pada tangki penyimpanan produk dan selanjutnya akan dibawa ke bagian pengemasan produk Diamonium fosfat.



II.3.1 Blok Diagram Alir



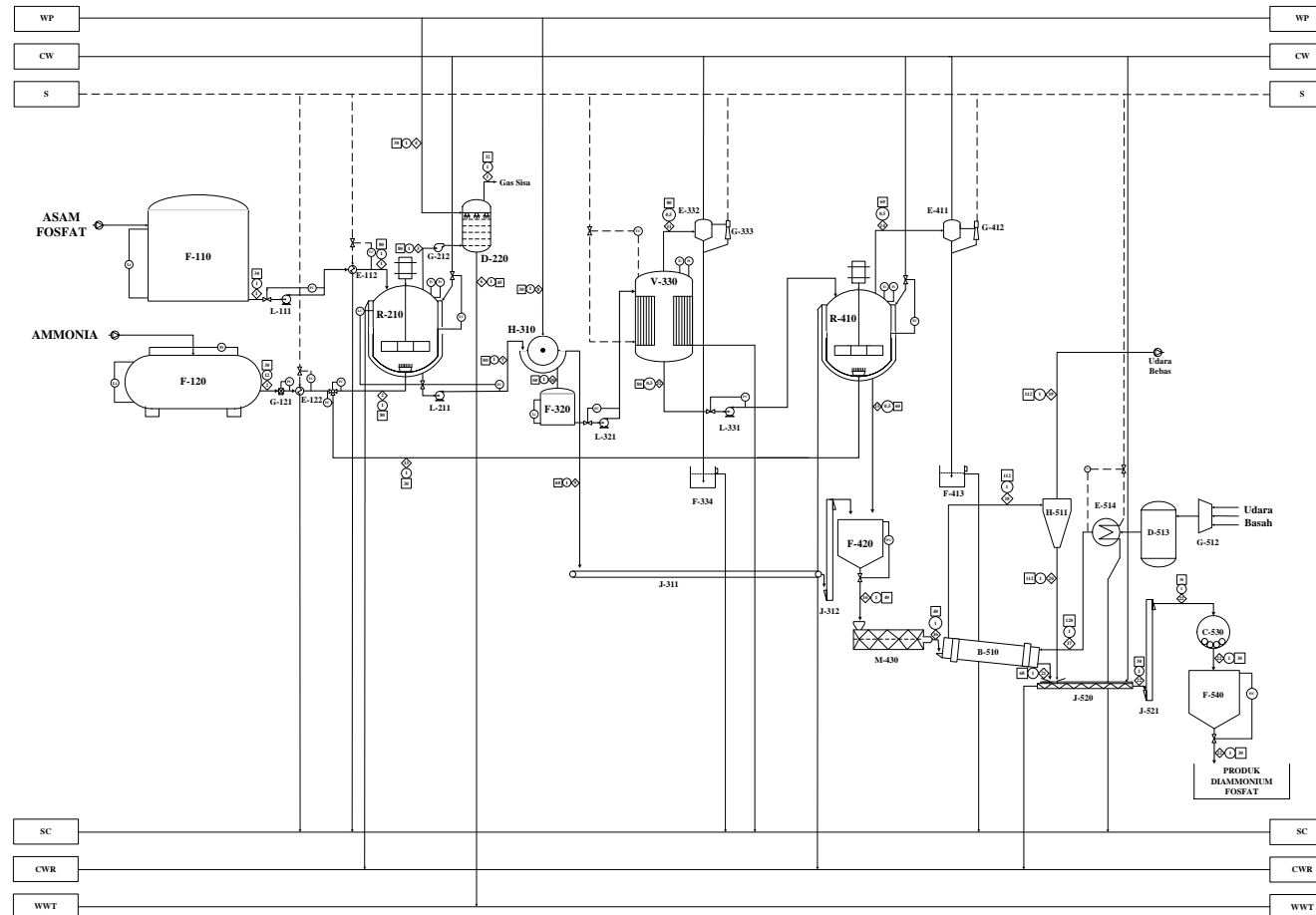
Gambar II.4 Blok Diagram Alir



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Diamonium Fosfat dari Asam Fosfat dan Amonia dengan Proses Kristalisasi Vakum Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

II.3.2 Flowsheet Proses



KETERANGAN	
CW	Cooling Water
WP	Water Process
S	Steam (148°C, 4.5 atm)
CWR	Cooling Water Return
SC	Steam Condensate
WWT	Waste Water Treatment
□	Aliran Massa (Kg/jam)
◇	Temperatur (°C)
○	Tekanan (atm)

35	F-540	SILO PRODUK
34	C-530	BALL MILL
33	J-521	BUCKET ELEVATOR - 2
32	J-520	COOLING CONVEYOR
31	E-514	HEATER UDARA
30	D-513	MOLECULAR SIEVE UDARA
29	G-512	BLOWER UDARA
28	H-511	CYCLONE
27	B-510	ROTARY DRYER
26	M-430	MIXER ROTOR
25	F-420	HOPPER
24	F-413	HOT WELL - 2
23	G-412	JET EJECTOR - 2
22	E-411	BAROMETRIC CONDENSOR - 2
21	R-410	BUBBLE REAKTOR-2
20	F-334	HOT WELL - 1
19	G-333	JET EJECTOR - 1
18	E-332	BAROMETRIC CONDENSOR - 1
17	L-331	POMPA - 4
16	V-330	EVAPORATOR
15	L-321	POMPA - 3
14	F-320	TANGKI PENAMPUNG FILTRAT
13	J-312	BUCKET ELEVATOR - 1
12	J-311	BELT CONVEYOR
11	H-310	ROTARY DRUM VACUUM FILTER
10	D-220	SCRUBBER
9	G-212	BLOWER
8	L-211	POMPA - 2
7	R-210	BUBBLE REAKTOR - 1
6	E-122	HEATER AMMONIA
5	G-121	EXPANDER
4	F-120	TANGKI BAHAN AMMONIA
3	E-112	HEATER ASAM FOSFAT
2	L-111	POMPA - 1
1	F-110	TANGKI BAHAN ASAM FOSFAT
NO	KODE	NAMA ALAT

NAMA	: ALVI NUR DIANA
NPM	: 19031010104
DOSEN PEMBIMBING	: Ir. Mu'tasim Billah, MS
FLOWSHEET PRA RENCANA PABRIK DIAMONIUM FOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN AMONIA DENGAN PROSES KRISTALISASI VAKUM KAPASITAS 60.000 TONTAHUN	
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA	
FAKULTAS TEKNIK	
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR	
2023	

Gambar II.5 Flowsheet Proses