

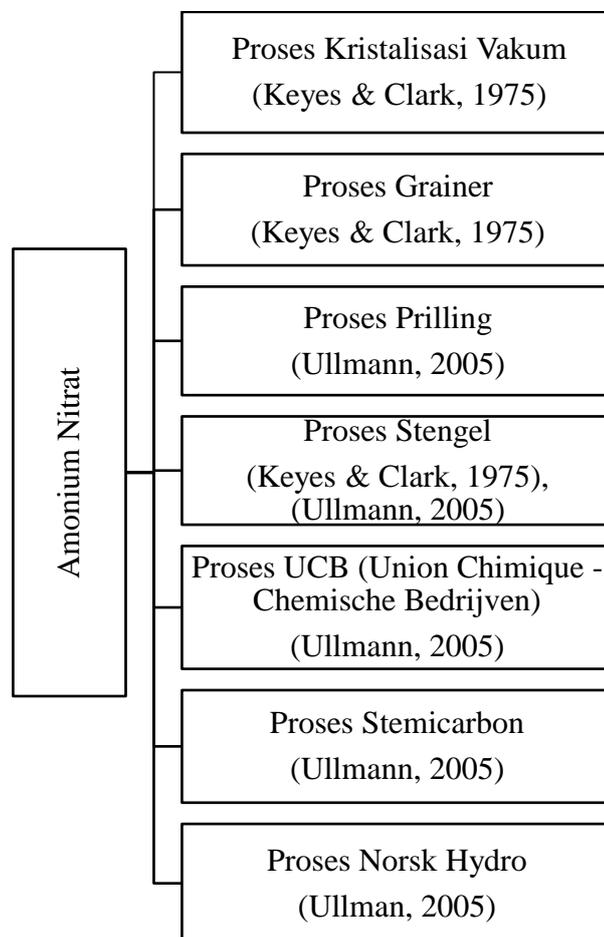


BAB II

URAIAN DAN SELEKSI PROSES

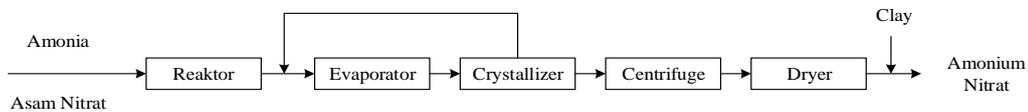
II.1 Uraian Proses

Amonium Nitrat (NH_4NO_3) dapat dibuat dengan mereaksikan Amonia (NH_3) dan Asam Nitrat (HNO_3). Ada beberapa proses untuk pembuatan Amonium Nitrat yaitu sebagai berikut



Gambar II. 1. Macam – Macam Proses Pembuatan Amonium Nitrat

II.1.1 Proses Kristalisasi Vakum



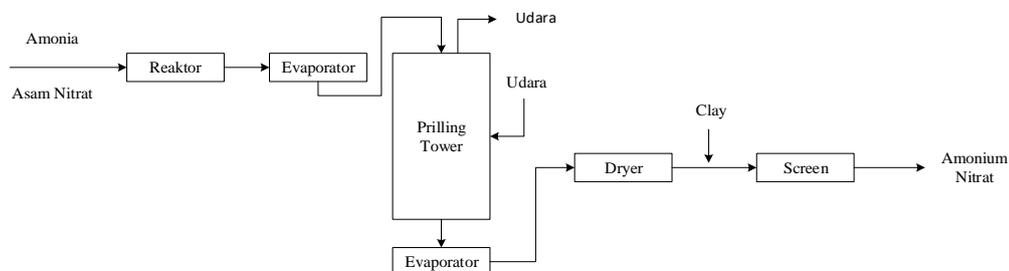
Gambar II. 2. Blok Diagram Proses Kristalisasi Vakum

Larutan amonium nitrat yang terbentuk di reaktor dengan konsentrasi sekitar 60% di pekatkan di evaporator pada suhu 150°F hingga mencapai konsentrasi 75 – 80%. Larutan tersebut kemudian diumpangkan ke *Vacuum Crystallizer* untuk proses kristalisasi. Hasil dari *Crystallizer* berupa *slurry* dengan kandungan 40% kristal diteruskan ke *centrifuge* sedangkan *mother liquor* dikembalikan ke sistem. Kemudian kristal yang mengandung 1% air diumpangkan ke *counter flow rotary dryer* untuk dikeringkan pada temperatur 180°F hingga kadar air menjadi sekitar 0,1% lalu dikemas (Keyes & Clark, 1975).

II.1.2 Proses Grainer

Proses ini merupakan proses yang sudah tua dan sangat jarang digunakan. Pada proses ini pemekatan larutan dilakukan di evaporator terbuka dengan temperatur 305 - 310°F untuk mencapai konsentrasi 98 – 98,5%. Selanjutnya proses kristalisasi terjadi dalam ketel butiran dengan pengaduk berupa dayung baja tahan karat, dimana larutan panas diaduk perlahan sampai mengkristal dengan *moisture* sekitar 0,1%. Proses grainer ini mahal dan berbahaya serta butiran yang dihasilkan kurang memuaskan (Keyes & Clark, 1975).

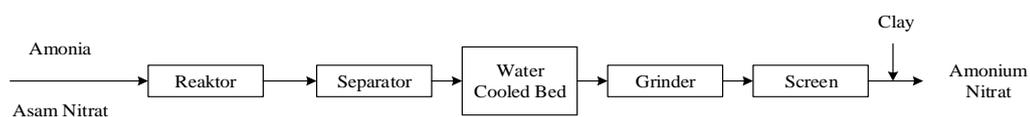
II.1.3 Proses Prilling



Gambar II. 3. Blok Diagram Proses Prilling

Pada proses prilling, uap amonia dan asam nitrat direaksikan dalam reaktor netralisasi berpengaduk sehingga menghasilkan larutan dengan konsentrasi 85%. Larutan kemudian dipekatkan dalam *vacuum evaporator* sampai konsentrasi sekitar 95%. Larutan dari evaporator diumpankan ke menara prilling dan dikontakkan dengan udara secara *counter current* untuk menghasilkan produk dalam bentuk pelet bulat kecil / *prill*. Selanjutnya partikel disaring dan dikeringkan kemudian ditaburi *diatomaceous earth* untuk meminimalisir penggumpalan. Produk amonium nitrat yang yang tidak lolos screening akan dilarutkan kembali dan dikembalikan ke reaktor (Ullmann, 2005).

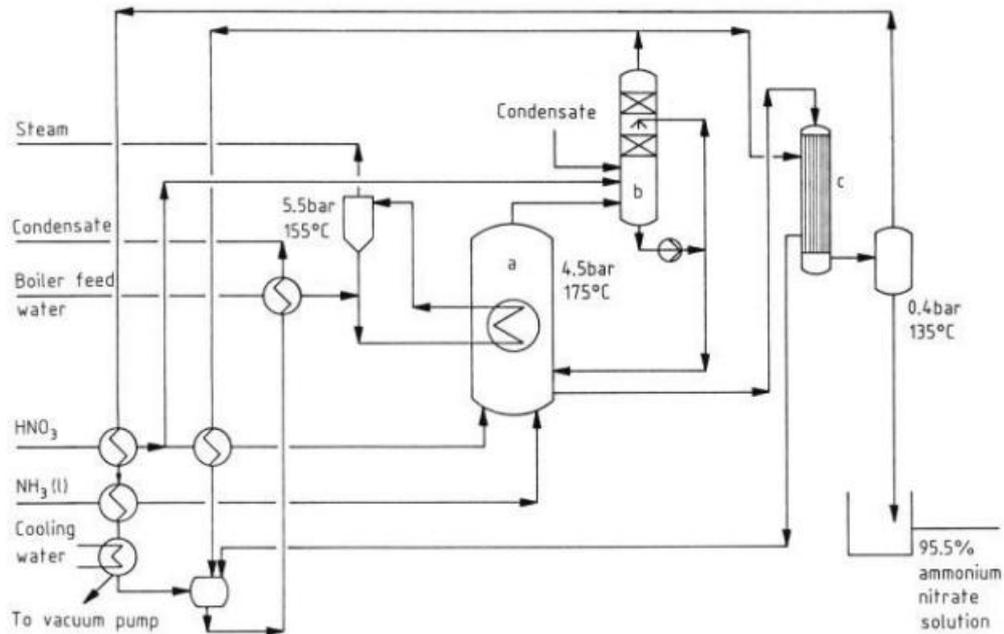
II.1.4 Proses Stengel



Gambar II. 4. Blok Diagram Proses Stengel

Pada proses stengel ini menghasilkan amonium nitrat anhidrat secara langsung. Amonia dan asam nitrat 58% dipanaskan menggunakan steam terlebih dahulu lalu direaksikan dalam reaktor dengan kondisi operasi 0,35 Mpa (3,5 bar) dan 240°C. Kemudian larutan amonium nitrat dan steam dari reaktor diekspansi menjadi vakum lalu dipisahkan dengan separator sentrifugal. Hasil amonium nitrat 99,8% diumpankan ke sabuk baja untuk didinginkan dan dipadatkan. Kemudian digiling menjadi butiran (Ullmann, 2005). Butiran dicoating dengan diatomaceous earth / kalsium tri pospat lalu dikemas (Keyes & Clark, 1975).

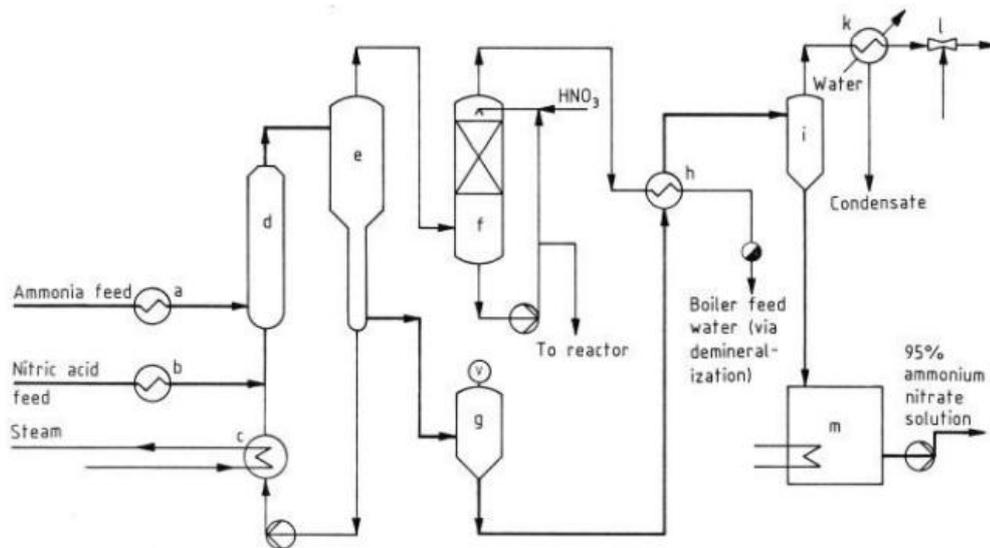
II.1.5 Proses UCB (Union Chimique – Chemische Bedrijven)



Gambar II. 5. Blok Diagram Proses UCB (Union Chimique – Chemische Bedrijven)

Pada proses ini, gas amonia dan asam nitrat 52 – 63% dipanaskan terlebih dahulu lalu diumpankan ke reaktor. Tekanan dalam reaktor sekitar 0,45 Mpa (4,5 bar), temperatur antara 170 – 180°C, dan pH dijaga 3 – 5 dengan mengatur rasio reaktan. Dalam reaktor terdapat heat exchanger untuk mendinginkan larutan. Larutan amonium nitrat yang keluar dari reaktor memiliki konsentrasi sekitar 75 – 80% kemudian dipekatan dalam falling film evaporator hingga 95% (Ullmann, 2005).

II.1.7 Proses Norsk Hydro



Gambar II. 7. Blok Diagram Proses Norsk Hydro Process

Proses tekanan hidro norsk menggunakan amonia dan asma nitrat yang telah dipanaskan. Kondisi operasi reaktor pada tekanan antara 0,4 – 0,5 Mpa (sekitar 4,5 bar) dan temperatur antara 170 - 180°C. Sirkulasi larutan dalam reaktor dipengaruhi oleh *forced circulation* dan *thermal siphon*. Larutan amonium nitrat hasil dari reaktor memiliki konsentrasi 70 – 80%. Uap panas yang dihasilkan sebagian digunakan untuk ketel eksternal dan sebagian lainnya digunakan untuk memekatkan larutan amonium nitrat menjadi 95%. Untuk memekatkan larutan menjadi konsentrasi yang lebih tinggi, 99,5% dilakukan pada evaporator vakum (Ullmann, 2005).



II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian macam – macam proses pembuatan Amonium Nitrat yang ada didapatkan pertandingan sebagai berikut:

Tabel II. 1. Perbandingan proses produksi Amonium Nitrat

Parameter	Jenis proses						
	Kristalisasi Vakum	Grainer	Prilling	Stengel	UCB	Stemicarbon	Norsk Hydro Process
Bahan Baku	Amonia dan Asam Nitrat 60%	Amonia dan Asam Nitrat	Amonia dan Asam Nitrat	Amonia dan Asam Nitrat 58%	Amonia dan Asam Nitrat 52 – 63%	Amonia dan Asam Nitrat 60%	Amonia dan Asam Nitrat
Kondisi Operasi	P = 4,4 atm T = 60°C	P = 4,5 bar T = 304 - 310°C	P = 4,5 bar T = 170 - 200°C	P = 0,35 Mpa (3,5 bar) T = 240°C	P = 0,45 Mpa (4,5 bar) T = 170 - 180°C	P = 0,4 Mpa (4 bar) T = 178°C	P = 0,4 – 0,5 Mpa (±4,5 bar) T = 170 - 180°C
Konsentrasi Produk	Amonium Nitrat 99%	Amonium Nitrat 98 – 98,5%	Amonium Nitrat 95%	Amonium Nitrat 99,8%	Amonium Nitrat 95%	Amonium Nitrat 98 – 99,5%	Amonium Nitrat 99,5%

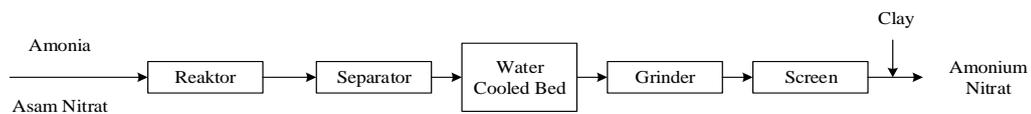


Parameter	Jenis proses						
	Kristalisasi Vakum	Grainer	Prilling	Stengel	UCB	Stemicarbon	Norsk Hydro Process
Peralatan	Kompleks	Kompleks dan mahal	Kompleks	Sederhana	Kompleks	Kompleks	Kompleks
Literature	Keyes, 1975	Keyes, 1975	Keyes, 1975	Keyes, 1975 & Ullmann, 2005	Ullmann, 2005	Ullmann, 2005	Ullmann, 2005
Kekurangan	Banyak peralatan dan proses lebih rumit/panjang dari proses lainnya	Biaya operasi mahal, proses berbahaya, dan sudah lama tidak digunakan	Banyak peralatan dan proses lebih rumit/panjang dari proses lainnya	Temperatur operasi cukup tinggi	Tekanan operasi lebih tinggi dan konsentrasi produk lebih rendah dari proses lainnya	Tekanan operasi lebih tinggi, dan proses lebih panjang dari proses lainnya	Tekanan operasi lebih tinggi, dan proses lebih panjang dari proses lainnya
Kelebihan	Konsentrasi produk cukup tinggi dan kadar air rendah	Konversi produk besar	Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian yang cukup tinggi	Proses sederhana, konsentrasi produk tinggi, dan tekanan operasi rendah dari proses lainnya	Steam yang dihasilkan tidak bercampur dengan amonia dan asam nitrat	Kemurnian produk yang dihasilkan tinggi	Temperatur operasi rendah dan amonia yang hilang kecil

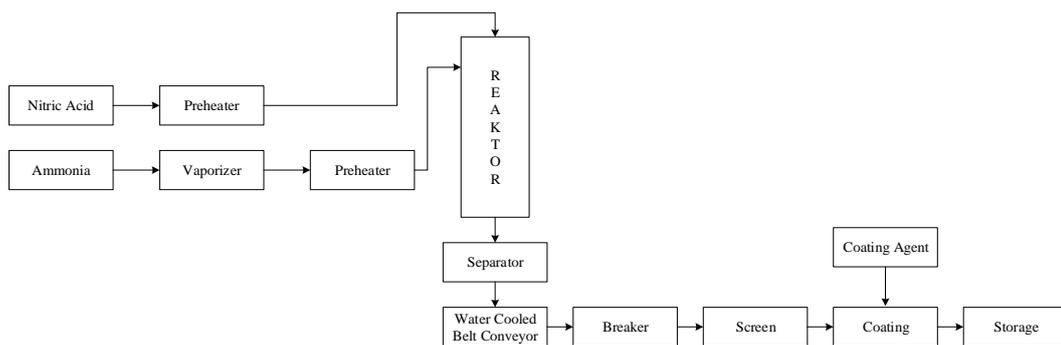
Berdasarkan perbandingan beberapa proses tersebut, dipilih proses stengel dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses yang sederhana dari proses yang lain
2. Produk yang dihasilkan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi
3. Tekanan operasi lebih rendah

II.3 Uraian Proses Stengel



Gambar II. 8. Blok Diagram Proses Stengel



Gambar II. 9. Blok Diagram Pengembangan Proses Stengel

Pembuatan amonium nitrat dengan metode stengel terdapat beberapa tahap meliputi pretreatment bahan baku, proses reaksi, pemisahan, pembentukan padatan dan pelapisan produk.

1. Pretreatment Bahan Baku

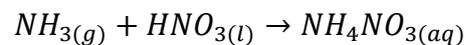
Bahan baku yang digunakan untuk membuat amonium nitrat yaitu amonia dan asam nitrat. Asam nitrat yang digunakan dengan konsentrasi 58% yang disimpan dalam tangki penyimpanan (F-110), dan amonia yang akan bereaksi dengan asam nitrat adalah gas amonia. Secara komersial, amonia banyak dijual dalam bentuk liquid sehingga harus diubah menjadi gas



terlebih dahulu sebelum masuk ke reaktor. Bahan baku amonia liquid dari tangki penyimpanan (F-120) dipompa menggunakan pompa (L-121) menuju vaporizer (V-130) untuk mendapatkan uap amonia. Sebelum dikontakkan dalam reaktor larutan asam nitrat dan gas amonia dilakukan *preheating*.

2. Tahap Reaksi

Proses kontak bahan baku terjadi dalam reaktor bubble (R-210), larutan asam nitrat dipompa menggunakan pompa (L-111) untuk masuk melalui bagian atas reaktor sedangkan gas amonia masuk dari samping reaktor. Kondisi operasi dalam reaktor dengan tekanan 0,35 Mpa (3,45 atm) dan 240°C. Reaksi antara gas amonia dengan larutan asam nitrat pada saat pembentukan amonium nitrat merupakan reaksi netralisasi dan bersifat eksotermis karena menghasilkan panas (eksotermis). Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



3. Tahap Pemisahan

Amonium nitrat cair yang dihasilkan dari reaktor akan dialirkan menuju cyclone separator untuk dipisahkan antara liquid dengan steam serta pengurangan kadar air. Steam terbentuk karena kandungan air dalam asam nitrat dan panas reaksi. Pada saat proses pemisahan dialiri udara panas untuk mengurangi kadar air. Air yang menguap dari separator ditangkap oleh barometric condenser (E-311) agar terkondensasi dan air yang terbentuk ditampung di water trap (F-313). Larutan amonium nitrat hasil pemisahan akan dialirkan menuju water cooled bed conveyor (J-230).

4. Tahap Pembentukan Padatan dan Pelapisan Produk

Larutan amonium nitrat dari separator dialirkan menuju Water Cooled Bed Conveyor (J-230) untuk didinginkan sehingga membentuk lembaran. Lembaran padat amonium nitrat dari konveyor selanjutnya diumpankan ke granulator (S-330) menggunakan scrapper pada ujung konveyor. Granul



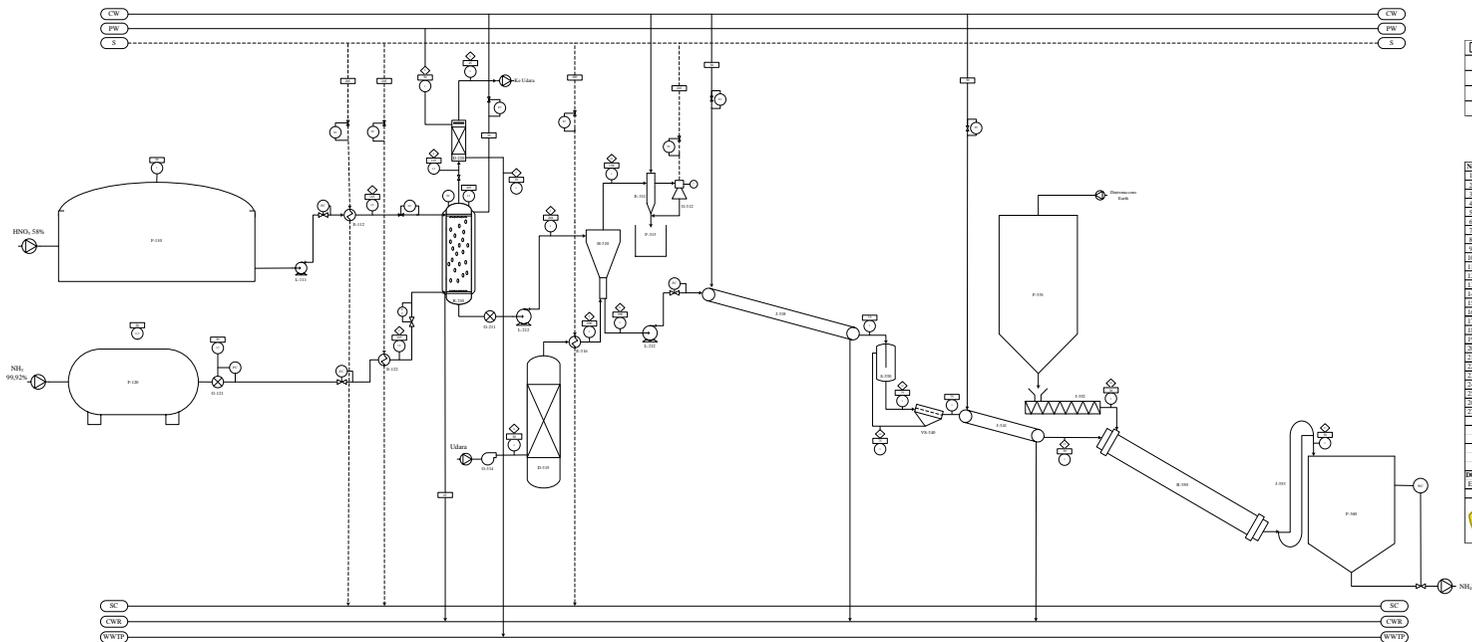
amonium nitrat yang terbentuk diumpankan ke screen (VS-340) untuk diayak. Produk granul memiliki ukuran +8 mesh hingga -20 mesh. Granul yang tidak sesuai dikembalikan lagi ke granulator. Granul dengan ukuran yang telah sesuai diumpankan menuju coating drum (B-350) dan didinginkan menggunakan cooling conveyor (J-341). Produk ammonium nitrat diumpankan menuju coating drum (C-330) untuk pelapisan dengan diatomaceous earth. Diatomaceous earth dari silo (F-351) diumpankan ke coating drum menggunakan screw conveyor (J-352). Produk yang telah dicoating akan menuju ke gudang penyimpanan (F-360) menggunakan bucket elevator (J-336) dan selanjutnya siap untuk dikemas (Ullmann, 2005).



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK AMONIUM NITRAT DARI AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES STENDEL”

II.3.1 Flowsheet Pengembangan Pabrik



	Storage Tank		Process Water
	Heat Exchanger		Cooling Water
	Pump		Cooling Water Basin
	Steam		Water Treatment
	Waste Water		

No	Kode	Nama Alat
1	P-101	Tangki penyimpanan asam nitrat
2	L-101	Pompa I
3	E-102	Heat Exchanger I
4	P-102	Tangki penyimpanan amonia
5	G-101	Heat Exchanger I
6	E-101	Heat Exchanger II
7	R-101	Reaktor
8	G-201	Heat Exchanger II
9	L-202	Pompa II
10	D-200	Scrubber
11	R-100	Reaktor
12	E-101	Heat Exchanger
13	C-101	Crystallizer
14	P-101	Pompa
15	G-101	Heat Exchanger
16	D-101	Drying
17	P-102	Heat Exchanger
18	L-101	Pompa III
19	F-101	Crystallizer
20	S-101	Storage
21	V-101	Valve
22	F-101	Crystallizer
23	R-101	Reaktor
24	F-101	Tangki penyimpanan coating agent
25	F-101	Reaktor
26	F-101	Bucket elevator
27	P-101	Tangki penyimpanan produk

KETERANGAN
 FLOWSHEET PRA RENCANA PABRIK AMONIUM NITRAT
 DARI AMONIUM NITRAT DAN AMONIA DENGAN PROSES STENDEL
 DI SESUN ORLEH
 MA. TRIEGHAYUSNINGSITAS
 1801010070
BROKER PEMBINAAN :
 ERWAN ARI SAPUTRO, ST. ME. P.D.
 NIP. 1980412 200311 1001
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
 2021

Komponen	Aliran Massa (Kg/jam)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
HNO ₃	8551,9979		85,52									85,52					
NH ₃		2423,0659		138,4609		13,8461	124,6148										
H ₂ O	6192,8257	115,3841	1612,6624	4580,1634	41,5383		4621,7016			407,1844	21,5453	1591,1171	21,5453	2,1545	23,6998		21,3298
NH ₄ NO ₃			10751,0852								10751,0825		1075,0825	1075,1082	11826,1907		10963,5187
NH ₄ OH																	
Air Proses																	
Udara								41207,2246	40800,0402								
Clay																	319,947
Total	14744,8236	2423,0659	12449,2676	4603,2402	41,5383	2,3077	4642,4707	41207,2246	40800,0402	407,1844	10772,6278	1676,6371	1096,6278	1077,2627	11849,8905	319,947	10984,8485