

**EXECUTIVE SUMMARY**

**MATA KULIAH : TUGAS PRARANCANGAN PABRIK KIMIA**



**TUGAS PRARANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT  
KAPASITAS 290.000 TON PER TAHUN  
DENGAN PROSES MERSBURG**

**Oleh:**

**ANDREAS FELIX S**

**L2C 008 009**

**DIDIK HARYADI**

**L2C 008 030**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2012**

## EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	Prarancangan Pabrik Ammonium Sulfat
	KAPASITAS PRODUKSI : 290.000 ton/tahun

### I. STRATEGI PERANCANGAN

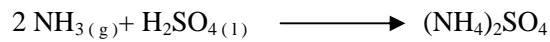
Latar belakang	<p>Indonesia merupakan negara agraris dimana sektor pertanian memegang peranan penting dalam perekonomian negara. Sehingga kebutuhan akan pupuk haruslah tercukupi untuk menunjang sektor pertanian. Salah satu pupuk yang biasa digunakan dalam pertanian adalah pupuk ZA atau ammonium sulfat. Dimana dalam pupuk ZA mengandung 2 jenis unsur hara yang sangat dibutuhkan dalam tingkat perkembangan suatu tanaman.</p> <p>Kebutuhan akan ammonium sulfat ini semakin meningkat seiring dengan berkembangnya sektor pertanian di Indonesia. Sedangkan pemenuhan kebutuhan akan ammonium sulfat dengan cara impor dari negara lain, padahal Indonesia mempunyai sumber daya alam berupa bahan-bahan yang dapat diolah menjadi ammonium sulfat.</p> <p>Karena kebutuhan akan ammonium sulfat semakin meningkat dan tersediannya sumber daya yang mencukupi, maka perlu didirikan pabrik ammonium sulfat untuk memenuhi kebutuhan pupuk dalam negeri, menghemat dan menambah sumber devisa negara, mendukung berkembangnya pabrik lain yang menggunakan ammonium Sulfat dan membuka lapangan kerja baru.</p>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>1. Kebutuhan pasar</p> <p>Berdasarkan data dari BPS, diketahui bahwa impor ammonium sulfat tahun 2006-2011 mengalami peningkatan. Untuk memudahkan analisa, maka dibuat</p>

	<p>persamaan linear sebagai berikut :</p> $Y = a + bX$ <p>dengan : Y = kebutuhan ammonium sulfat  X = tahun  a, b = konstanta</p> <p>Dari perhitungan didapat persamaan :</p> $Y = 7.424.703.x + 291.149,146$ <p>Dengan persamaan matematis diatas diatas dapat diperkirakan jumlah kebutuhan ammonium sulfat pada tahun 2015 yang belum mampu dipenuhi oleh produksi dalam negeri sebesar 365.396,176 ton/tahun. Dengan pertimbangan tersebut diatas maka untuk memenuhi kebutuhan ammonium sulfat dalam negeri sampai tahun 2015 dan untuk diekspor, maka dirancang pabrik ammonium sulfat dengan kapasitas 290.000 ton/ tahun.</p> <p>2. Ketersediaan bahan baku</p> <p>Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan ammonium sulfat adalah gypsum, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Gypsum yang digunakan merupakan <i>by-product</i> dari produksi Asam Phosphat yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik Ammonia yang digunakan berupa ammonia cair yang diperoleh dari PT. Pupuk Kujang yang menghasilkan produk sebesar 330.000 ton/tahun. Gas CO<sub>2</sub> didapat dari PT BOC Gasses di Pulogadung dengan dialirkan langsung dengan kapasitas produk 20 ton/hari. Asam Sulfat diperoleh dari PT. Sud Chemie Indonesia, Sukabumi yang berkapasitas 30.000ton/tahun.</p>
<p>Dasar Penetapan Lokasi Pabrik</p>	<p>1. Penyediaan Bahan Baku</p> <p>Lokasi pabrik di Pulogadung ini sangat tepat mengingat</p>

	<p>sumber bahan baku karbondioksida diperoleh dari PT. BOC Gasses dan ammonia dipenuhi dari PT. Pupuk Kujang. Gypsum yang digunakan diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang dilakukan melalui pengapalan. Sedangkan asam sulfat sebagai reaktan yang digunakan dalam proses netralisasi diperoleh dari PT. Sud Chemie Indonesia.</p> <p>2. Pemasaran</p> <p>ZA merupakan pupuk anorganik yang banyak digunakan dalam sektor pertanian maupun perkebunan. Dengan didirikannya pabrik di daerah Pulogadung maka diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pupuk di daerah sekitar Jawa Barat dimana masih banyak daerah perkebunan dan pertanian</p> <p>3. Transportasi</p> <p>Dekatnya Pulogadung dengan jalan tol yang menghubungkan dengan Jakarta dan Pelabuhan Tanjung Priok, diharapkan pemasokan bahan baku dan pemasaran hasil produksi baik untuk dalam negeri maupun luar negeri tidak mengalami kesulitan. Jarak masuk antara jalan tol dengan kawasan industri yang kira – kira 1 km mempermudah bagi angkutan barang untuk masuk.</p> <p>4. Penyediaan bahan bakar dan energi</p> <p>Daerah Pulogadung merupakan daerah kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar dan energi dapat dipenuhi. Sedangkan tenaga listrik dapat disediakan PLN dan oleh pabrik sendiri untuk keadaan darurat.</p> <p>5. Penyediaan Air</p> <p>Air dibutuhkan dalam jumlah besar dalam industri. Air digunakan dalam proses untuk pendingin, pembangkit</p>
--	--

	<p>steam, hidrasi dan sanitasi. Penyediaan air dipenuhi dengan pendirian unit pengolah air dimana airnya mengambil dari perusahaan penyedia air di kawasan industri Pulogadung dan dari sumur bor.</p> <p>6. Penyediaan Tenaga Kerja</p> <p>Tenaga kerja yang digunakan dalam industri mengambil dari daerah sekitar yang meliputi tenaga kerja tingkat bawah, menengah dan atas. Dengan didirikannya pabrik ini maka akan mengurangi tingkat pengangguran baik dari penduduk sekitar ataupun penduduk urban.</p> <p>7. Perluasan Pabrik</p> <p>Penting juga untuk diperhatikan ada atau tidaknya kemungkinan untuk memperluas areal pabrik. Dalam hal ini perlu dilihat apakah perusahaan mampu membeli tanah yang luas untuk penempatan tersebut, dan kalau tidak apakah tempat sekeliling perusahaan tersebut telah dipenuhi dengan pabrik – pabrik lainnya atau tidak.</p> <p>8. Peraturan Daerah dan keadaan masyarakat</p> <p>Kebijaksanaan yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah tempat didirikannya suatu pabrik juga akan sangat mempengaruhi kelangsungan pabrik itu sendiri. Demikian juga dengan keadaan masyarakat di sekitar pabrik. Akan menguntungkan jika pemerintah daerah dimana pabrik berdiri, memberikan kemudahan atau fasilitas kepada pihak pabrik.</p>
<p>Pemilihan proses</p>	<p>Ada beberapa macam proses dalam pembuatan amonium sulfat, diantaranya adalah:</p> <p><b>1. Proses Netralisasi</b></p> <p>Ammonium Sulphate dalam jumlah besar dibuat dalam</p>

suatu unit netralizer atau kristalizer dengan mereaksikan gas amonia dengan asam sulfat dibawah tekanan vakum yaitu sebesar 55 – 58 mmHg dengan suhu 63-66<sup>0</sup>C dengan reaksi sebagai berikut :



$$\Delta H = -67,71 \text{ cal/gmol}$$

## 2. Proses Karbonasi Batu Bara

Ammonium sulphate dapat diproduksi dari batu bara dengan 3 cara yaitu, direct, indirect, dan semi direct

- Direct Method

Dalam direct method, semua gas yang terbentuk pertama kali didinginkan untuk menghilangkan sejumlah tar sebelum melewati saturator bubble atau type spray, dimana kemudian reaksi dengan asam sulfat terjadi. Kristal ammonium sulphate yang terbentuk dalam cairan turun kemudian dipisahkan dan dicuci dalam centrifuge lalu dikeringkan. Kristal kering yang dihasilkan dikirim lewat conveyor untuk disimpan.

- Indirect Method

Pada proses ini, dimana gas panas dari oven utama didinginkan dengan resirkulasi cairan pencuci dan air scrubbing. Campuran cairan kemudian dipanaskan dengan steam dalam kolom stripper tipe bubble untuk melepaskan ammonia bebas dalam senyawa garam seperti ammonium karbonat dan ammonium sulphide. Sebagian cairan dalam kolom stripper kemudian ditambahkan dengan larutan kapur untuk menguraikan komponen garam seperti ammonium klorida. Steam lewat melalui kolom kedua

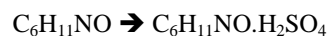
distripping dengan ammonia dan cairan kemudian dicampur dengan uap dan diperoleh ammonia mentah yang selanjutnya didestilasi ulang atau diubah menjadi ammonium sulphate dalam saturator kristaliser.

- **Semi-Direct Method**

Dalam proses ini gas mula – mula didinginkan dan dicuci untuk menghilangkan sejumlah tar dan untuk memproduksi larutan kondensat yang banyak mengandung ammonia bentuk gas. Kemudian ammonia cair dipanaskan sampai suhu 70<sup>0</sup>C dan diabsorbsi dengan asam sulfat encer (5 – 6%) dan menghasilkan larutan ammonium sulphate jenuh dengan suhu 60 – 70<sup>0</sup>C.

### **3. Dari Caprolactam**

Banyak ammonium sulphate diproduksi di Amerika dari berbagai hasil samping proses kimia. Salah satunya adalah Caprolactam. Banyak Caprolactam digunakan di AS untuk menghasilkan nylon – 6.



Ammonium sulphate yang didapat sebagai hasil samping dari pembuatan hydroxylamine sulfat, cyclohexanone oxime dan campuran reaksi netralisasi caprolactam sebesar 4,5 – 5 lb per pound caprolactam.

### **4. Reaksi antara Ammonium Carbonate dengan Gypsum**

Proses ini masih digunakan di berbagai negara dimana asam sulfat sangat mahal dan suplay gypsum tersedia dalam

	<p>jumlah besar seperti Inggris, Perancis, Jerman, dan India.</p> <p>Reaksi yang terjadi :</p> $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ $2\text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>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.</p>
<b>BAHAN BAKU</b>	
Jenis	1) Ammonia
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk : Cairan tidak berwarna</li> <li>- Rumus molekul : <math>\text{NH}_3</math></li> <li>- Berat molekul, gr/grmol : 17,03</li> <li>- Titik leleh, °C : <math>-77,74^{\circ}\text{C}</math> (1 atm)</li> <li>- Titik didih, °C : <math>-33,35^{\circ}\text{C}</math> (1 atm)</li> <li>- Densitas 0,7253 g/ml</li> <li>- Kemurnian : &gt; 99,5 % berat</li> </ul>
Kebutuhan	18.146 kg/ jam
Asal	PT. Pupuk Kujang
Jenis	2) Karbon Dioksida
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk : gas</li> <li>- Rumus molekul : <math>\text{CO}_2</math></li> <li>- Berat molekul, gr/grmol : 44,01</li> <li>- Titik leleh, °C : <math>-56,6(1 \text{ atm})</math></li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Titik didih, °C : -78,5 (1 atm)</li> <li>- Densitas 1,976 g/ml</li> <li>- Kemurnian : &gt; 98,5 % berat</li> </ul>	
Kebutuhan	24000,24	kg/jam
Asal	PT. BOC Gasses	
Jenis	3) Air	
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk : cair tidak berwarna</li> <li>- Rumus molekul : H<sub>2</sub>O</li> <li>- Berat molekul,gr/grmol : 18,01</li> <li>- Titik leleh, °C : 100(1 atm)</li> <li>- Titik didih, °C : 0 (1 atm)</li> <li>- Densitas 1 g/ml</li> <li>- Kemurnian : 100 % berat</li> </ul>	
Jenis	4) Asam Sulfat	
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk : Cair</li> <li>- Rumus molekul : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> <li>- Berat molekul,gr/grmol : 98,8</li> <li>- Titik leleh, °C : -10,49(1 atm)</li> <li>- Titik didih, °C : 340 (1 atm)</li> <li>- Densitas 1,8567 g/ml</li> <li>- Kemurnian : &gt; 98,5 % berat</li> </ul>	
Asal	. Sud Chemie Indonesia	
Jenis	5) Gypsum	
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rumus molekul : CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O</li> <li>- Berat molekul,gr/grmol : 172,17</li> <li>- Titik didih, °C : 128 (1 atm)</li> <li>- Titik leleh, °C : 163°C</li> <li>- Kelarutan (50°C): 0,257</li> <li>- Sg : 2,32</li> <li>- Kemurnian : &gt; 99,5 % berat</li> </ul>	
Asal	PT. Petrokimia Gresik	

PRODUK	
Jenis	1) Ammonium Sulphate
Spesifikasi	-Rumus molekul : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - Berat molekul, gr/grmol : 132,14 - Spesific Gravity : 1,2414 - Panas Kristalisasi : 11,6cal/kg - Titik leleh , $^{\circ}\text{C}$ : 512,2 (1 atm) - Thermal Stability < 280 $^{\circ}\text{C}$
Laju Produksi	36.514,92 kg/jam
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor

## II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN (terlampir)

### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 1) Spesifikasi Alat Utama

Ringkasan Tangki (T-01):	
Fungsi	Menyimpan bahan baku ammonia cair 10 hari
Kondisi	1. Temperatur = 30 $^{\circ}\text{C}$ 2. Tekanan = 11,59 atm 3. Wujud = cair
Tipe	Silinder horizontal dengan <i>Hemispherical Head</i>
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i> 1. Jumlah = 1 buah 2. Diameter = 22,61 ft 3. Panjang = 113,025 ft 4. Tebal Shell = 2,75 inch 5. Tebal head = 1,375 inch

<b>Ringkasan Pompa Carbonated Liquor (P-02):</b>	
Fungsi	Mengalirkan carbonated liqupr dari carbonation tower menuju reeaktor 1
Tipe	Centrifuge pump, single stage
Bahan	Baja komersial
Kapasitas	0,84 ft <sup>3</sup> /det
BHP	12,28 HP
Power pompa	15 HP
Power motor	15 HP
Ukuran pipa	1. Diameter nominal = 8 in 2. Sch = 40 3. ID = 7,981 in 4. OD = 8,625 in

<b>Ringkasan Vaporizer (V-01):</b>	
Fungsi	Menguapkan ammonia cair sampai suhu dewnya
Tipe	<i>Shell and tube</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Fluida Panas	Steam $T_{in}$ : 373 <sup>0</sup> K $T_{out}$ : 373 <sup>0</sup> K Laju alir massa(w) : 1015,8 kg/jam
Fluida dingin	Ammonia cair $t_{in}$ : 303 <sup>0</sup> K $t_{out}$ : 313 <sup>0</sup> K Laju alir massa (W) : 16925,26 kg/jam
Beban panas	2153022,2 Kjoule/jam
Shell side	$R_d$ : 0,017

	$\Delta P$ : 0,0474 psi ID : 35 inch Baffle Space : 35 Pass : 1
Tube side	$R_d$ : 0,017 $\Delta P$ : $3,1 \cdot 10^{-5}$ psi Length : 8ft OD : 3/4 inch BWG : 16 Pitch : 1(square pitch) Pass : 2

<b>Ringkasan Screw Conveyor (SC-02):</b>	
Fungsi	Mengangkut kristal Ammonium sulfat basah dari centrifuge menuju rotary dryer
Kapasitas feed	45711,71 kg/jam
Diameter flight	14 inch
Diameter pipa	3,5 inch
Diameter shaft	3 inch
Hanger center	12 ft
Speed	65 rpm
Torsi Maksimum	16.400
Daya	3,414 HP

<b>Ringkasan Reaktor ( R-01 )</b>	
<b>Fungsi</b>	Tempat bereaksinya $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ untuk menghasilkan produk Ammonium Sulfat
<b>Tipe</b>	<i>Batch Reactor</i> dengan <i>torispherical head</i> , coil pemanas
<b>Bahan Kontruksi</b>	Mild steel, SA-167 Grade 3 type 304 (18Cr-8Ni)

<b>Kondisi operasi</b>	non isothermal non adiabat
<b>Suhu operasi</b>	65 <sup>0</sup> C
<b>Tekanan operasi</b>	1 atm
<b>Waktu tinggal</b>	3,42 jam
<b>Tebal dinding dan dished head</b>	0,25 inch
<b>Dimensi reaktor</b>	Diameter (D) : 18,27 ft Tinggi (H) : 24,36 ft Volume (V <sub>R</sub> ) : 13.967,4 ft <sup>3</sup>
<b>Head</b>	Bentuk : <i>Torisphaeical head</i> Panjang head bagian luar : 4,04 ft Panjang head bagian dalam : 4,02 ft Volume head : 0,3 ft <sup>3</sup>
<b>Pengaduk</b>	Jenis : Flates Blade Turbin Impeller Diameter Impeller : 6,1 ft Panjang Impeller : 1,53 ft Jumlah putaran : 53,5 rpm Power : 167 Hp
<b>Coil Pemanas</b>	Diameter nominal : 1,25 inch Sch : 40 OD : 1,9 inch ID : 1,61 Luas perpindahan panas : 434 ft <sup>2</sup> Rd : 0,005 Panjang pipa : 871,5 Jumlah lekukan : 41 Pressure drop : 5,22 psi

<b>Ringkasan Filter ( F-01 )</b>	
<b>Fungsi</b>	Memisahkan antara cake (CaCO <sub>3</sub> ) dengan filtrat yang

	berupa larutan ammonium sulphate	
<b>Tipe</b>	<i>Rotary drum vaccum filter</i>	
<b>Dimensi drum</b>	Diameter drum (D) : 5,8 ft	
	Kedalaman drum (h) : 14,7 ft	
	Luas permukaan (A) : 271,56 ft <sup>2</sup>	
<b>Putaran</b>	1 rpm	
<b>Tekanan operasi</b>	15 inHg	
<b>Besar</b>	<b>Proses</b>	<b>Waktu</b>
36 <sup>0</sup>	Cake Deposition	6 dt
105 <sup>0</sup>	First dewatering	17,5 dt
30 <sup>0</sup>	Washing	5 dt
90 <sup>0</sup>	Second dewatering	15 dt
<b>Kapasitas Blower</b>	316,02 ft <sup>3</sup> /ft <sup>2</sup> .cycle	

<b>Ringkasan Rotary Dryer ( RD )</b>	
<b>Fungsi</b>	Mengeringkan kristal ammonium sulfat yang keluar dari centrifuge
<b>Temp. Udara masuk</b>	194 <sup>0</sup> F
<b>Kapasitas umpan</b>	80.501,53 lb/jam
<b>Kecepatan massa udara</b>	700 lb/jam.ft <sup>2</sup>
<b>Diameter</b>	1,6 meter
<b>Panjang</b>	10,8 meter
<b>Putaran</b>	5,5 rpm
<b>Tenaga</b>	20,5 Hp
<b>Overall heat transfer</b>	7,7 lb/ft <sup>2</sup> .jam
<b>Jumlah flight</b>	13

## 2) Utilitas

AIR	
Air proses	2.424.512,96 kgi

Air untuk lab	2,5	m <sup>3</sup> /hari
Air untuk perumahan	60	m <sup>3</sup> /hari
<b>STEAM</b>		
kebutuhan steam	40.951,5	lb
Jenis boiler	water tube boiler	
<b>LISTRIK</b>		
Kebutuhan listrik	1119,77	kW
dipenuhi dari	generator	
<b>BAHAN BAKAR</b>		
Jenis	Minyak residu	
Kebutuhan	44,38	ft <sup>3</sup> /jam
Sumber dari	Pertamina	

#### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant cost	Rp 94.120.490.777,75	
Fixed capital investment	Rp 551.206.828.339,07	
Working capital	Rp 447.155.239.000,00	
total manufacturing cost	Rp 1.100.409.490.203,67	
<b>ANALISIS KELAYAKAN</b>		
Return of Investment (ROR)	Before tax : 13,04 %	After tax : 10,43 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 4,34 year	After tax : 4,89year
Break Event Point (BEP)	65,02 %	
Shut Down Point (SDP)	32,83 %	
Discounted Cash Flow (DSF)	20,35%	