



## BAB II MATA KULIAH KONVERSI

### II.1 Keselamatan Pabrik Kimia

Narasumber: Bu Rizqi Rahmawati

#### II.1.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mahasiswa mampu menjelaskan, mengidentifikasi, menganalisis kecelakaan, resiko dan bahayayang terjadi di pabrik kimia terkait dengan keselamatan kerja sesuai dengan regulasi yang berlaku
2. Mahasiswa mampu menyusun dokumen Hazard and Operability (HAZOP) Study berdasarkan analisis potensi resiko dan bahaya.

#### II.1.2 Keselamatan Pabrik Kimia di PT. Petrokimia Gresik

Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di PT Petrokimia Gresik didasarkan pada Undang - Undang No. 1 Tahun 1970 dan Peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) lainnya dalam melakukan perlindungan terhadap aset perusahaan baik sumber daya manusia maupun faktor produksi lainnya. Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) ini sudah terintegrasi di dalam semua fungsi perusahaan. Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan kewajiban karyawan maupun semua orang yang bekerja atau yang berada dalam lingkungan PT Petrokimia Gresik.

Beberapa materi yang diperoleh dari K3 sebagai berikut:

##### 1. Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri bukan merupakan alat untuk melenyapkan bahaya di tempat kerja, namun hanya merupakan usaha untuk mencegah dan mengurangi kontak antara bahaya dan tenaga kerja sesuai dengan standar kerja yang diijinkan. Penyediaan alat pelindung diri ini merupakan kewajiban dan tanggung- jawab bagi setiap pengusaha atau pimpinan perusahaan sesuai dengan UUNo. 1 tahun 1970.



---

Jenis-Jenis alat pelindung diri (APD) antara lain:

1. Topi keselamatan (*safety head*)

Untuk melindungi kepala terhadap benturan, kemungkinan tertimpa benda-benda yang jatuh, melindungi bagian kepala dari kejutan listrik ataupun terhadap kemungkinan terkena bahan kimia yang berbahaya. Digunakan selama jam kerja di daerah instalasi pabrik.

2. Alat pelindung mata (*eye goggle*)

Untuk melindungi mata terhadap benda yang melayang, geram, percikan, bahan kimia dan cahaya yang menyilaukan. Digunakan di tempat-tempat:

- Di daerah berdebu.
- Menggerinda, memahat, mengebor, membubut.
- Dimana terdapat bahan kimia yang berbahaya termasuk asam atau alkali.
- Pengelasan.

3. Alat pelindung muka

Untuk melindungi muka dari dahi sampai batas leher.

- Pelindung muka yang tahan terhadap bahan kimia yang berbahaya (warna kuning). Digunakan dimana terdapat handle bahan asam atau alkali.
- Pelindung muka terhadap pancaran panas (warna abu-abu)
- Digunakan ditempat kerja Dimanapancaran panas dapat membahayakan karyawan.
- Pelindung muka terhadap pancaran sinar ultra violet dan infra merah

4. Alat pelindung telinga

Untuk melindungi telinga terhadap kebisingan dimana bila alat tersebut tidak dipergunakan dapat menurunkan daya pendengaran dan ketulian yang bersifat tetap. Digunakan:

- Ear plug
- Ear muff

5. Alat pelindung pernafasan



---

Untuk melindungi hidung dan mulut dari berbagai gangguan yang dapat membahayakan karyawan. Terdiri dari:

- a. Masker kain  
Dipakai di tempat kerja dimana terdapat debu pada ukuran lebih 10 mikron.
  - b. Masker dengan filter untuk debu  
Digunakan untuk melindungi hidung dan mulut dari debu dan dapat menyaring debu pada ukuran rata-rata 0,6 mikron sebanyak 98%
  - c. Masker dan filter untuk debu dan gas  
Digunakan untuk melindungi hidung dan mulut dari debu dan gas asam, uap bahan organik, fumes, asap dan kabut. Dapat menyaring debu pada ukuran rata-rata 0,6 mikron sebanyak 99,9% dan dapat menyerap gas/uap/fumes sampai 0,1% volume atau 10 kali konsentrasi maksimum yang diijinkan.
  - d. Masker gas dengan tabung penyaring  
Digunakan untuk melindungi mata, hidung, mulut dari gas/uap/fumes yang dapat menimbulkan gangguan pada keselamatan dan kesehatan kerja. Syarat pemakaian:
    - Tidak boleh untuk pekerjaan penyelamatan korban atau digunakan di ruangan tertutup.
    - Tidak boleh digunakan bila kontaminasi gas tidak dikenal atau di daerah dengan kontaminasi lebih dari 1% untuk ammonia.
    - Konsentrasi oksigen harus di atas 16%.
    - Tabung penyaring yang dipergunakan harus sesuai dengan kontaminasi gas/uap
  - e. Masker gas dengan udara bertekanan dalam tabung  
Digunakan untuk melindungi mata, hidung dan mulut dari gas / uap / fumes yang dapat menimbulkan gangguan keselamatan dan kesehatan karyawan. Syarat pemakaian:
    - Digunakan di daerah dengan konsentrasi oksigen kurang dari 16%.
-



- 
- Digunakan bilamana kontaminasi tidak bisa diserap dengan pemakaian tabung penyaring (kontaminasi > 1%).
  - Dapat dipergunakan untuk penyelamatan korban.
  - Waktu pemakaian 30 menit.
  - Masker gas dengan udara dari blower yang digerakkan tangan (a handoperated blower).
  - Digunakan untuk melindungi mata, hidung, mulut dari gas/uap/fumes yang dapat menimbulkan gangguan pada keselamatan dan kesehatan karyawan.
6. Alat pelindung kepala
- a. Kerudung kepala (hood)  
Digunakan untuk melindungi seluruh kepala dan bagian muka terhadap kotoran bahan lainnya yang dapat membahayakan maupun yang dapat mengganggu kesehatan karyawan.
  - b. Kerudung kepala dengan alat perlindungan nafas  
Digunakan di daerah kerja yang berdebu, terdapat gas / uap fumes yang tidak lebih dari 1% volume atau 10 kali dari konsentrasi maksimum yang diijinkan
  - c. Kerudung kepala anti asam atau alkali  
Digunakan untuk melindungi seluruh kepala dan bagian muka dari percikan bahan kimia yang bersifat asam atau alkali.
7. Sarung tangan
- a. Digunakan untuk melindungi tangan terhadap bahaya fisik, kimia dan listrik.
  - b. Sarung tangan kulit, dipakai bila bekerja dengan benda yang kasar, tajam.
  - c. Sarung tangan asbes, digunakan bila bekerja dengan benda yang panas.
  - d. Sarung tangan katun, digunakan bila bekerja dengan peralatan oksigen.
  - e. Sarung tangan karet, digunakan bila bekerja dengan bahan kimia yang berbahaya, korosif dan iritatif.
-



f. Sarung tangan listrik, digunakan bila bekerja dengan kemungkinan terkena bahaya listrik.

8. Sepatu pengaman

Untuk melindungi kaki terhadap gangguan yang membahayakan karyawan ditempat kerja.

a. Sepatu keselamatan

Digunakan untuk melindungi kaki dari benda yang keras atau tajam, luka bakar karena bahan kimia yang korosif, tertembus benda tajam dan untuk menjaga agar seseorang tidak jatuh terpeleset oleh air/minyak.

b. Sepatu karet

Digunakan untuk melindungi kaki terhadap bahan kimia yang berbahaya.

c. Sepatu listrik

Digunakan apabila bekerja dengan kemungkinan terdapat bahaya listrik.

d. Baju Pelindung

Untuk melindungi seluruh bagian tubuh terhadap berbagai gangguan yang dapat membahayakan karyawan.

## 2. Klasifikasi Bahaya

a. Bahaya Kelas A

Suatu keadaan yang dapat menyebabkan terjadinya cedera tetap, meninggal atau kehilangan bagian badan, bahkan kerugian yang besar terhadap perusahaan, baik dari segi peralatan, bangunan, bahkan keuntungan. Contoh: Reaktor, tangki atau vessel bahan berbahaya dan beracun apabila pada kondisi over pressure, temperatur berlebih dan terjadi pecahan dapat mengakibatkan peledakan, kebakaran, dan pencemaran.

b. Bahaya Kelas B

Suatu keadaan yang mempunyai potensial untuk menyebabkan cedera yang bersifat cacat sementara atau kerusakan harta yang berupa kehancuran kurang parah dibandingkan kelas A. Contoh: Tumpahan B3 yang dapat terjadi karena kelengahan sehingga menimbulkan kebakaran dan pencemaran lingkungan dengan skala sedang

c. Bahaya Kelas C

Suatu keadaan yang mempunyai potensial untuk menyebabkan terjadinya cedera atau kerusakan harta tetapi bukan kehancuran. Contoh: Tumpahan B3 yang disebabkan adanya kebocoran atau over flow tangki, vessel, dan lain-lain sehingga menimbulkan kebakaran dan pencemaran lingkungan dengan skala kecil.

### 3. Matriks Resiko

adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memprioritaskan risiko dalam suatu proyek, organisasi, atau sistem. Matriks ini membantu dalam mengklasifikasikan risiko berdasarkan dua faktor utama: kemungkinan terjadinya (**likelihood**) dan dampak (**consequences**) yang ditimbulkan jika risiko tersebut terjadi.

Cons. \ Prob.	Extreme (4)	Major (3)	Moderate (2)	Minor (1)
Very Likely (4)	<b>Extreme (16)</b>	<b>High (12)</b>	<b>High (8)</b>	<b>Medium (4)</b>
Likely (3)	<b>High (12)</b>	<b>High (9)</b>	<b>Medium (6)</b>	<b>Medium (3)</b>
Unlikely (2)	<b>High (8)</b>	<b>Medium (6)</b>	<b>Medium (4)</b>	<b>Low (2)</b>
Very Unlikely (1)	<b>Medium (4)</b>	<b>Medium (3)</b>	<b>Low (2)</b>	<b>Low (1)</b>

Gambar II. 1 Matriks Resiko Consequence vs Likelihood

### II.1.3 Study Case

Pada tahun 1998 di PT. Petrokimia Gresik pernah terjadi kebocoran tangki ammonia yang disebabkan oleh tingginya tekanan dalam tangki, oleh karena itu study case yang diberikan adalah membuat tabel HAZOP dari ammonia tank regirent system. Proses refrigerant sendiri sebagai berikut:





Tabel II. 1 HAZOP pada refrigerant system ammonia tank

Guide Word	Deviation	Causes	Consequences		Likelihood	Safeguards	Recommendations	Matrix Risiko	Skor Risiko
			Keterangan	Skor					
Tidak Ada Aliran	Tidak ada aliran refrigerant	- Kegagalan pompa kompresor - Refrigerant bocor	- Tidak ada pendinginan - Suhu di tangki meningkat - Risiko tekanan tinggi	5	3	- Alarm suhu tinggi - Katup pengaman tekanan tinggi (PSV A/B)	- Tambahkan sensor aliran dengan alarm rendah- Inspeksi pipa secara rutin	Extreme	15
Lebih Banyak Aliran	Aliran refrigerant melebihi kapasitas	- Kegagalan katup kontrol - Kesalahan setpoint pada katup ekspansi	- Overpressure di sistem evaporasi - Kerusakan pipa atau peralatan	4	3	- Sistem kontrol tekanan - Alarm tekanan tinggi	- Kalibrasi berkala perangkat kontrol - Tambahkan sistem pengaman otomatis	High	12
Tekanan Tinggi	Tekanan tangki melebihi 100 g/cm <sup>2</sup>	- Kegagalan condenser - Ekspansi amonia yang berlebihan	- Kerusakan tangki - Potensi ledakan	5	4	- Pressure Safety Valve (PSV A/B) - EMV sebagai langkah terakhir	- Pemeliharaan rutin pada PSV - Optimalkan sistem refrigeration untuk pengendalian tekanan	Extreme	20
Tekanan Rendah	Tekanan tangki turun di bawah - 2,2 g/cm <sup>2</sup>	- Vakum di tangki akibat kurangnya aliran masuk - Kegagalan pompa suction	- Deformasi tangki- Potensi kerusakan struktural	4	3	- Vacuum breaker (VB A/B)	- Pasang alarm tekanan rendah- Inspeksi rutin pada sistem pompa dan katup	High	12



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
DEPARTEMEN PRODUKSI IIB



Suhu Tinggi	Suhu tangki meningkat	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kegagalan refrigerant system</li><li>- Kebocoran gas amonia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Amonia berubah menjadi gas lebih cepat</li><li>- Overpressure di tangki</li></ul>	4	4	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sistem pendingin darurat</li><li>- Alarm suhu tinggi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tingkatkan efisiensi sistem refrigerasi</li><li>- Pasang detektor kebocoran gas amonia</li></ul>	Extreme	16
Suhu Rendah	Suhu tangki terlalu rendah > (-33°C)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Oversupply refrigerant</li><li>- Kegagalan kontrol suhu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kristalisasi ammonia</li><li>- Penyumbatan pipa</li></ul>	3	3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Alarm suhu rendah</li><li>- Kontrol katup ekspansi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tingkatkan isolasi pipa</li><li>- Tambahkan alarm dengan kontrol pemanas otomatis</li></ul>	High	9
Kegagalan Pembakaran	Pembakaran di incinerator gagal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gas alam atau solar tidak cukup- Batu tahan api rusak</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gas tidak terbakar sempurna</li><li>- Risiko pelepasan gas berbahaya</li></ul>	4	2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inspeksi berkala pada burner</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pastikan pasokan bahan bakar mencukupi</li><li>- Ganti batu tahan api secara berkala</li></ul>	High	8
Kegagalan EMV	EMV gagal terbuka	<ul style="list-style-type: none"><li>- Katup terblokir- Kegagalan mekanis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tekanan tidak dapat dikurangi darurat</li><li>- Risiko ledakan</li></ul>	5	2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Redundansi pada EMV</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lakukan simulasi darurat secara berkala</li><li>- Pemeliharaan menyeluruh pada katup EMV</li></ul>	High	10



## II.2 Utilitas

Narasumber: Pak Cahya & Pak Wahyudi

### II.2.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mampu memahami dan menjelaskan kebutuhan air di Industri dan sumber air untuk industri dengan benar.
2. Mampu memahami dan menjelaskan pengolahan air sungai menjadi air bersih dengan benar.
3. Mampu memahami, menjelaskan dan merancang instalasi pengolahan air sungai menjadi air bersih dengan benar.
4. Mampu memahami dan menjelaskan pengolahan air bersih menjadi air umpan boiler dengan benar.
5. Mampu memahami dan menjelaskan proses cooling tower dan perancangannya dengan benar.
6. Mampu memahami dan menjelaskan jenis-jenis bahan bakar dan perhitungan nilai kalor dengan benar.
7. Mampu melakukan perancangan unit boiler dengan benar.
8. Mampu melakukan perhitungan kebutuhan dan penyediaan tenaga listrik di industri dengan benar.

### II.2.2 Utilitas di PT Petrokimia Gresik

Utilitas pada unit produksi II di PT. Petrokimia Gresik merupakan sarana penunjang agar pabrik dapat menjalankan proses produksi. Sistem utilitas meliputi:

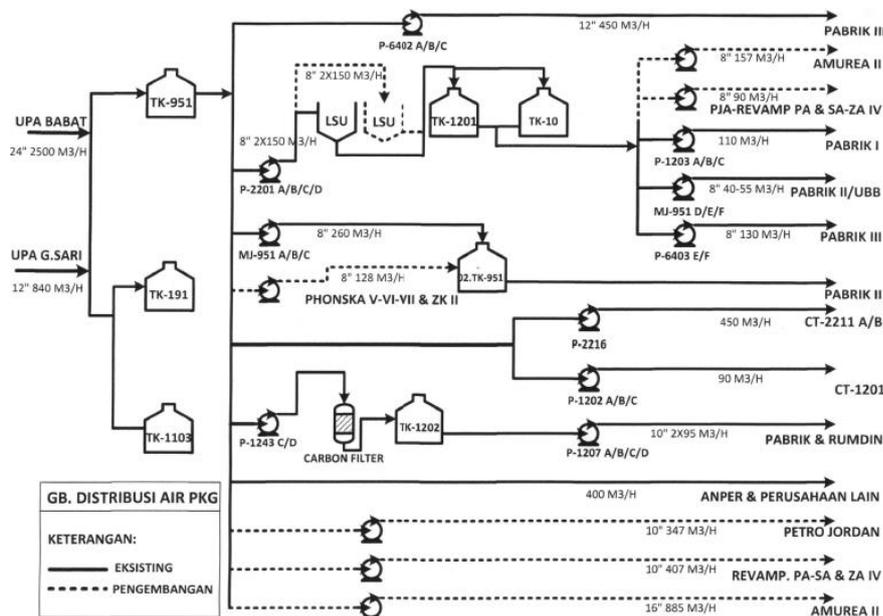
#### 1. Unit penyediaan air

Tabel II. 2 Water Intake di PT. Petrokimia Gresik

Parameter	Water Intake Gunungsari	Water Intake Babat
Sumber	Sungai Emas (anak sungai Brantas)	Sungai Bengawan Solo
Kapasitas	3.000 m <sup>3</sup> /jam	2500 m <sup>3</sup> /jam
Diameter pipa	14 inch	28 inch
Panjang pipa	26 km	60 km

Ph	7 – 8,5	7,6 – 8,2
Turbiditas	5000 ppm	maks. 5000 ppm
Total Hardness	170 ppm	maks. 323 ppm
<b>Kriteria</b>		
Jenis air	<i>Hard Water</i>	
Ph	7,5 – 8,5	
Turbiditas	maks. 3 ppm	

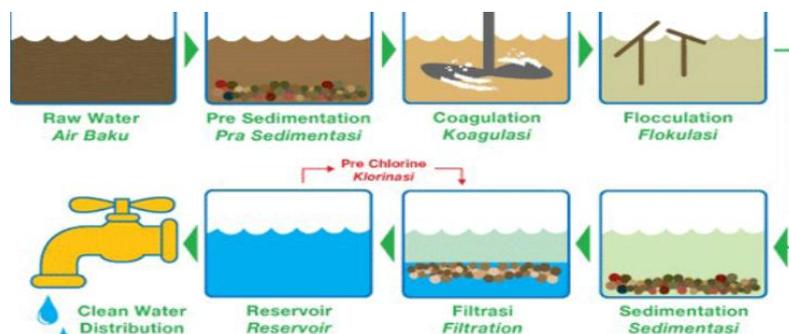
Utilitas unit penyedia air di PT. Petrokimia Gresik memiliki 2 unit penyediaan air yaitu Water Intake Gunung Sari dan Water Intake Babat. Dimana hasil dari unit ini akan di distribusikan ke seluruh proses produksi di PT. Petrokimia Gresik, untuk sebaran distribusi memiliki rincian sebagai berikut:



Gambar II. 3 Alur Sebaran Distribusi Unit Penyedia Air

Dalam penyediaan air, proses produksi berawal dari air baku sebagai raw material yang kemudian akan dilakukan pre sedimentasi untuk memisahkan padatan besar, kemudian air melalui proses koagulasi dengan Polialuminium Klorida (PAC) untuk water intake gunung sari, dikarenakan kekeruhan yang sangat tinggi dan Aluminium Sulfat untuk water intake babat. Setelah itu dilanjutkan menuju unit

sedimentasi untuk diendapkan impurities yang masih tersisa, untuk selanjutnya menuju proses filtrasi dan penampungan sementara (reservoir) sebelum kemudian di distribusikan menuju seluruh unit proses. Dalam skema rincian proses dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar II. 4 Rincian Proses Unit Penyedia Air

## 2. Unit penyediaan bahan baku

### a. Phosporic Acid Storage

Tabel II. 3 Rincian *Phosporic Acid Storage*

Parameter	Keterangan
Sumber	Asam Fosfat diperoleh dari pabrik III dan impor
Kapasitas	20.000 ton
<b>Dasar tangki dilapisi dengan rubber berdiameter 1,5 cm untuk mencegah korosi</b>	
02 TK 701 A/B	Asam fosfat impor (Jordania)
03 TK 701 A/B	Asam fosfat dari pabrik III
<b>Distribusi Phosporic Acid</b>	
Pompa 02 P 702 A	Unit Phonska
Pompa 02 P 702 B	Unit PF I/SP-36
Pompa 03 P 702 A	Unit PF II/Phonska IIV
Pompa 03 P 702 B	Petro Central

### b. Ammonia Storage

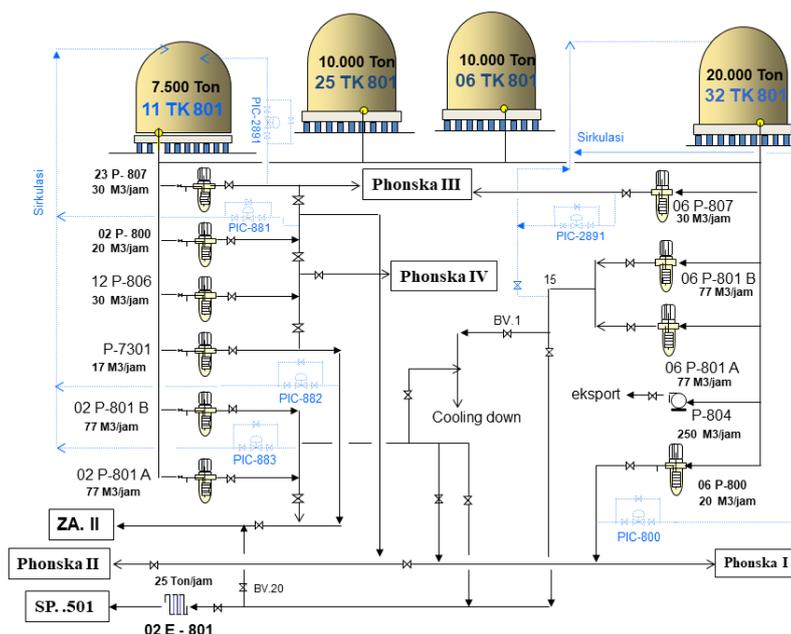
Ammonia diperoleh dari pabrik I dan impor (dari PKT, Pusri atau luar negeri yang akan disimpan dengan 4 tangki penyimpanan). Ammonia tersebut akan didistribusikan ke unit produksi Phonska I/II/III/IIV, PF I, ZA II dan dijual melalui SP-501. Sedangkan

penyimpanan di utilitas II menggunakan 4 tangki, yaitu:

Tabel II. 4 Rincian Ammonia Storage

Tangki	11 TK 801	06 TK 801	25 TK 801	32 TK 801
Kapasitas	7.500 ton	10.500 ton	10.000 ton	20.000 ton
Diameter	26 m	28,65 m	28,65 m	40,25 m
Tinggi shell	21,85 m	24,05 m	24,05 m	23,28 m

Berikut ini adalah skema perpipaan di tangki penyimpanan ammonia:



Gambar II. 5 Proses Flow Diagram Tangki Penyimpanan Ammonia

Keempat tangki penyimpanan ammonia dioperasikan dengan tekanan operasi normal antara 30-75 gr/cm<sup>2</sup>, dengan temperatur bottom/middle/ top sebesar -33°C/ -30°C/ -29°C. Untuk mencegah kenaikan suhu akibat udara luar, di luar shell dipasang isolasi foam glass setebal 30 cm. Oleh karena tingginya bahaya akibat kenaikan tekanan tangki amoniak dilengkapi dengan berbagai *safety device*, dengan rincian sebagai berikut:

### 1. Refrigerant System

*Refrigerant system* adalah *safety device* yang digunakan untuk mendinginkan atau menjaga suhu rendah suatu ruang atau produk dengan menggunakan *refrigerant* (pendingin). *Refrigerant* adalah



zat yang mengalir melalui sistem pendingin untuk menyerap dan melepaskan panas, sehingga menciptakan efek pendinginan, terdiri dari 4 proses utama:

- Kompresi
- Kondensasi
- Expansi
- Evaporasi

2. PSV (*Pressure Safety Valve*)

Adalah valve yang akan secara otomatis terbuka apabila pressure tank cukup tinggi. Terdapat dua valve pada ammonia tank, yaitu PSV-A (akan terbuka apabila pressure menunjukkan 85-95 g/cm<sup>2</sup>) dan PSV-B (akan terbuka apabila pressure menunjukkan 95-100 g/cm<sup>2</sup>), apabila >100 g/cm<sup>2</sup> sudah memasuki fase *emergency*.

3. Incinerator

Atau yang biasa disebut burner, biasanya menggunakan bahan baku gas alam dan solar. Pada incinerator digunakan batu tahan api, supaya panas pembakaran tidak sampai keluar incinerator. Pembakaran dilakukan dengan suhu 700°C

4. EMV (*Emergency Maint Valve*)

Tahap ini adalah tahap akhir dan tidak diharapkan untuk dilakukan, karena pada tahap ini valve utama akan terpaksa untuk dibuka karena suatu kondisi tertentu.

Tabel II. 5 Sistem Pengaman *High Pressure* Tangki Penyimpanan Ammonia

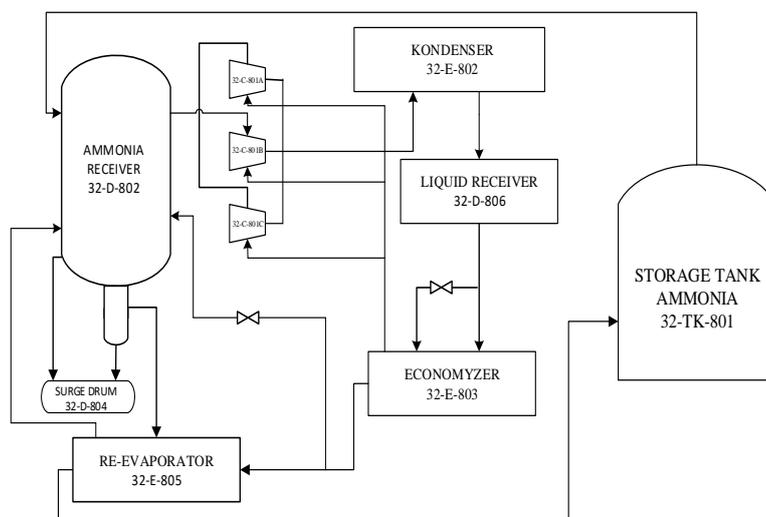
<i>Pressure (g/cm<sup>2</sup>)</i>	<b>Sistem Pengamanan</b>
67	Persiapan burner mulai dari puring sampai <i>ready to start</i>
70	
73	
80	
85	

90	Stop inlet yang masuk tangki 11/06/25/32 TK 801
95	Pressure safety valve (PSV) A open
100	Pressure safety valve (PSV) B open
150	Emergency main valve (EMV) open

Tabel II. 6 Sistem Pengamanan *Low Pressure* Tangki Penyimpanan Ammonia

<i>Pressure (g/cm<sup>2</sup>)</i>	<b>Sistem Pengamanan</b>
20	Safety refrigerant stop
10-15	System evaporizer open
5	Suction pompa auto close
-2,2	<i>Vacum breaker (VB A/B) open</i>

Ammonia disimpan pada suhu  $-33^{\circ}\text{C}$  dan tekanan dijaga  $\pm 40$  g/cm<sup>2</sup>. Ammonia yang dikirim dari kapal dan dari pabrik I ketika masuk ke tangki penyimpanan akan mengalami ekspansi sehingga akan terbentuk ammonia vapor yang membuat pressure di tangki cenderung naik, untuk mengendalikan pressure di dalam tangki maka tangki dilengkapi dengan sistem refrigeration.



Gambar II. 6 Diagram Refrigerator Tangki Penyimpanan Ammonia

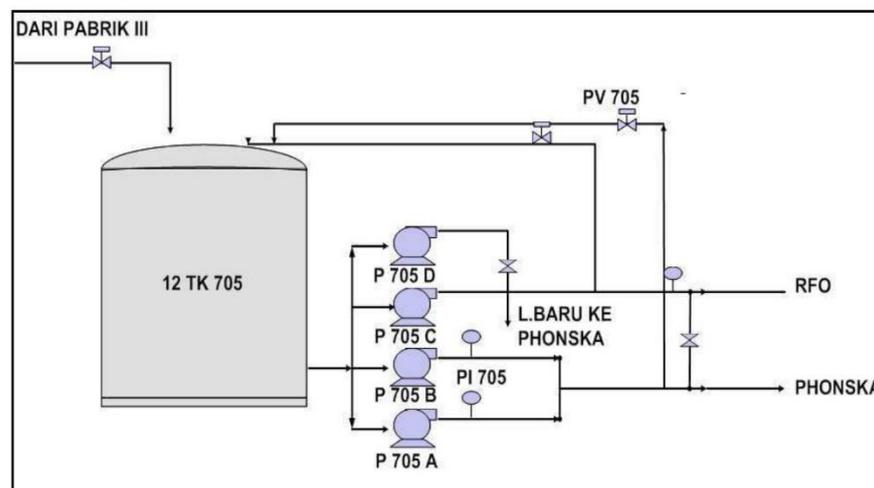
Penjelasan refrigerant system sebagai berikut, ammonia dari storage tank akan ditampung sementara pada ammonia receiver untuk kemudian akan di kompresi.

Setelah dari kompresi kemudian akan dilanjutkan menuju kondensor untuk dikondensasi. Hasil ammonia liquid kemudian akan di ekspansi di economizer sehingga ammonia akan berubah fase jenuh cair. Sehingga ammonia akan menyerap panas dan kembali menjadi uap pada proses evaporasi.

c. *Sulfuric Acid Storage*

Asam sulfat yang disimpan dan distribusikan oleh utilitas II diperoleh dari Pabrik III. Terdapat satu tangki penyimpanan asam sulfat yaitu 12 TK 705 dengan penggunaan 4 pompa untuk distribusi ke pabrik RFO dan pabrik phonska yaitu pompa 12 P 705 A/B/C/D. Berikut spesifikasi tangki penyimpanan asam sulfat :

- Kapasitas: 108,8 m<sup>3</sup>
- Diameter: 5,4 meter
- Tinggi shell: 4,75 meter



Gambar II. 7 Diagram Tangki Penyimpanan Ammonia

### 3. Unit penyediaan steam

Terdapat unit boiler di utilitas pabrik II berada dalam kondisi *standby* untuk memenuhi kebutuhan steam apabila terjadi gangguan pada boiler unit batu bara sehingga proses produksi tetap berjalan. Kedua boiler tersebut mempunyai kapasitas masing-masing 12 ton/jam, dengan tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup> dan jenisnya adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*). Boiler tersebut mempunyai bagian-bagian sebagai berikut:



1. Air preheater, pemanas udara dengan memanfaatkan panas dari low.
2. Pressure steam.
3. Drum atas, tempat penampung air produk.
4. Drum bawah, tempat menampung air sirkulasi.
5. Water tube, buluh-buluh sirkubulasi air.
6. Lyungstrum, memanaskan udara pembakaran dengan memanfaatkan udara panas dan gas buang.
7. Furnace, tempat pembakaran udara dengan natural gas.
8. Force Draft Fan (FD Fan), penghisap udara luar untuk pembakaran.
9. Tingkat pemanas lanjut steam, yaitu tube low temperatur steam (tube LTS) dan tube high temperatur steam (tube HTS).

#### 4. Unit penyediaan tenaga listrik

Tenaga Listrik pada pabrik II disuplai dari 3 sumber yaitu:

1. PLN yang sejak 11 November 2008 kontrak PLN diubah dari 12MW menjadi 17,5 MW
2. Gas turbin generator (GTG) pabrik I menggunakan bahan bakar gas
3. UUBB (Unit Utilitas Batu Bara) yang beroperasi pada 6 November 2010 dengan kapasitas 35 MW tetapi hanya 16,5 MW yang disuplai ke pabrik II.

Pada operasi normal GTG menggunakan bahan bakar gas alam yang berasal dari Kangean Madura. Unit utilitas pabrik II memiliki 3 buah *Diesel Emergency* di masing masing unit tangka penyimpanan. Kapasitas masing-masing *Diesel Emergency* yaitu:

- a. Di unit tangki 700: 03DE931 dengan kapasitas 1,2 MW
- b. Di unit tangka 800: 06 DE931 dengan kapasitas 2,0 MW
- c. Di unit tangka 900: 02DE931 dengan kapasitas 1,2 MW

Pabrik II juga dilengkapi 2 buah diesel generator, sifatnya sebagai emergency apabila power dari PLN dan GTG mengalami gangguan.

Tabel II. 7 Spesifikasi dari diesel generator

Parameter	Keterangan
-----------	------------



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
DEPARTEMEN PRODUKSI IIB



Kapasitas	1475 kV
Tegangan	6 kV
Tegangan	930 A
Frekuensi	50 Hz
Putaran	1.000 rpm
Jumlah cylinder	8 buah
System Pendingin	Sirkulasi Tertutup
Merk	Crepelle De Laciotet 8 SN 2

### 5. Unit penyediaan bahan bakar

Kebutuhan gas alam di PT Petrokimia Gresik disuplai dari Kangean. Gas alam ini kemudian didistribusikan ke Pabrik I, II, dan III. Gas alam didistribusikan ke Pabrik II kemudian diteruskan ke Gas Holding Tank (9-D-913) di Pabrik Phonska. Gas alam tersebut kemudian dimanfaatkan di Boiler Burner dan Burner of Dryer Combustion Chamber. Spesifikasi bahan bakar gas yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel II. 8 Rincian Spesifikasi Bahan Bakar

Komponen	Rincian
Karbon dioksida	5% Mol
Nitrogen	1.59% Mol
Metana	85.84% Mol
Etana	3.73% Mol
Propana	2.11% Mol
Iso-butana	0.52% Mol
n-butana	0.63% Mol
C4 <sup>+</sup> dan C5	0.58% Mol
H <sub>2</sub> S	25 ppm
Kadar air	10 lb/MMCF maks (pada 14,7 psia dan 60 °C)
Heating Value (HV)	1,82 btu/scf (pada 14,7 psia dan 60°F)
Tekanan	300 psig
Suhu	148 °C

Bahan bakar solar di utilitas II disuplay dari Pertamina dengan menggunakan truck yang ditampung di 3 tangki, yaitu:

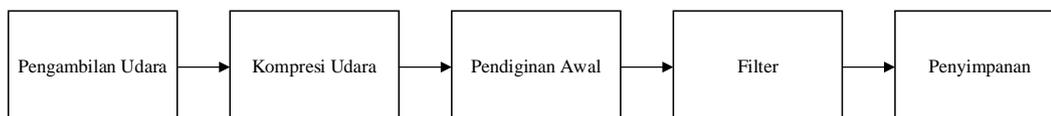
1. 01 TK-980 dengan kapasitas : 2500 m<sup>3</sup>
2. 02 TK-981 dengan kapasitas : 250 m<sup>3</sup>
3. 03 TK-981 dengan kapasitas : 250 m<sup>3</sup>

Bahan bakar solar didistribusikan ke unit 2 produksi melalui pompa 6 pompa, yaitu:

1. 01 P 980 A/B berkapasitas 22,5 m<sup>3</sup>/jam
2. 02 P 981 A/B berkapasitas 8,5 m<sup>3</sup>/jam
3. 03 P 981 A/B berkapasitas 8,5 m<sup>3</sup>/jam

## 6. Unit penyediaan udara tekan dan instrument

Udara tekan (*compressed air*) adalah udara yang dimampatkan ke tekanan lebih tinggi daripada tekanan atmosfer menggunakan alat seperti kompresor. Udara tekan ini memiliki energi potensial yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi mekanis, pneumatik, dan proses industri. Unit ini menghasilkan 2 jenis udara bertekanan yaitu, *plant air* dan *instrument air*, perbedaannya terletak pada kandungan air. Pada unit ini dibutuhkan udara kering untuk *instrument air*. Sedangkan *plant air* digunakan dalam proses produksi dan tidak membutuhkan kadar air yang rendah.



Gambar II. 8 Proses Penyediaan Udara Tekan

Udara dari lingkungan diambil untuk kemudian di filter sementara dipisahkan dari partikel pengotornya. Kemudian udara akan dikompresi menggunakan double cylinder compressor dinaikkan tekanannya menjadi 3 kg/cm<sup>2</sup> temperatur 140°C. Tujuan udara dikompresi adalah untuk menghilangkan sebagian besar uap air yang terbentuk akibat peningkatan suhu selama proses kompresi. Kemudian udara didinginkan pada pendingin yang menggunakan udara, temperatur turun menjadi 40°C. Kemudian akan dilakukan filter yang terkandung pada udara dapat di hilangkan udara supaya impurities halus dan menghilangkan kelembaban. Temperatur turun menjaadi 40°C dan kondensat di drain. Pada kompresor ini dilengkapi dengan alarm temperatur tinggi, alarm tekanan tinggi, dan unload pada tekanan tinggi.

### II.2.3 Study Case Utilitas



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
DEPARTEMEN PRODUKSI IIB



1. Rancanglah tangki flokulasi pada salah satu water intake di unit utilitas penyedia air PT. Petrokimia Gresik berdasarkan data yang diketahui. Tentukan:

Diameter tangki (D) dan Tinggi Cairan (HL)

**Jawab**

Parameter	Water Intake Gunungsari
Ketentuan rpm	>100
Waktu tinggal	1-4 menit
Rasio (H/D)	3
Q air sungai	100 m <sup>3</sup> /jam
Q koagulan	0.002 m <sup>3</sup> /jam

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q \text{ air sungai} + Q \text{ koagulan} \\ &= 100 \text{ m}^3/\text{jam} + 0.002 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 100.002 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air dalam tangki} &= Q \text{ total} \times (\text{menit}/60) \\ &= 100.002 \text{ m}^3/\text{jam} \times (4/60) \\ &= 6.668 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= \text{Rasio tangki} \times \text{Volume air dalam tangki} \\ &= 1/3 \times 6.668 \text{ m}^3 \\ &= 2.2276 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume tangki silinder} = \frac{1}{4} (\text{phi}) \times D^2 \times H$$

$$\text{Diketahui H/D} = 3$$

$$2.2276 = \frac{1}{4} (\text{phi}) \times D^2 \times 3D$$

$$D = 0.98 \text{ m}$$

$$\text{Asumsi HL} = 2D$$

$$= 1.96 \text{ m}$$

Kesimpulan

Sehingga didapatkan data Diameter tangki (D) sebesar 0.98 m dan Tinggi Cairan (HL) sebesar 1.96 m



## II.3 Pengolahan Limbah Pabrik

Narasumber: Pak Imam & Pak Charis

### II.3.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Memahami sumber dan karakteristik limbah, baku mutu lingkungan dan dampak penyelesaian rekayasa bidang Teknik Kimia
2. Mampu menganalisis dan menjelaskan pengolahan limbah secara fisik, filtrasi dan sedimentasi
3. Mampu menganalisis dan menjelaskan pengolahan limbah secara kimia menggunakan bahan kimia dan resin
4. Mampu menganalisis dan menjelaskan pengolahan limbah secara biologi, aerob dan anaerob
5. Mampu merancang instalasi pengolahan limbah cair
6. Mampu mengatasi permasalahan limbah di Industri
7. Memiliki kemampuan belajar sepanjang hayat dan pengalaman belajar melalui praktek pengolahan limbah cair
8. Memiliki kemampuan berkomunikasi ilmiah secara lisan dan tulisan

### II.3.2 Pengolahan Limbah Pabrik di PT. Petrokimia Gresik

Departemen Lingkungan dan K3 yang dibentuk dibawah koordinasi direktorat produksi adalah unit yang akan mengawasi segala kegiatan yang ada di kompleks industri PT Petrokimia Gresik yang berkaitan dengan masalah lingkungan sehingga masalah yang ada diharapkan dapat ditangani dengan baik. Program “Industri Berwawasan Lingkungan” di Petrokimia Gresik ini sudah didukung dengan peralatan yang lengkap untuk penanganan limbah pada setiap unit produksinya. Pengolahan limbah dilakukan dengan upaya dapat meminimalisasi limbah, yakni usaha untuk mengurangi volume, konsentrasi, toksinitas, dan tingkat bahaya limbah yang keluar ke lingkungan serta pencegahan langsung ke sumber pencemar. Program untuk minimalisasi limbah dapat dikemlompokkan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Recylce atau Daur Ulang



2. Recovery atau Perolehan kembali
3. Reuse atau penggunaan kembali

PT Petrokimia Gresik menghasilkan limbah dengan terdiri dari berbagai jenis limbah. Limbah yang dihasilkan oleh masing-masing pabrik dapat diklasifikasikan seperti yang dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel II. 9 Klasifikasi Limbah PT Petrokimia Gresik

Jenis Limbah	Zat Buangan	Pengolahan Limbah
Limbah Cair	Urea	Fisika/kimia
	Fluor	Fisika/kimia
	Amonium	Fisika/kimia
	Fosfat	Fisika/kimia
	Partikel padat	Fisika/kimia
Emisi Limbah	Amonia	Scrubber/Absorber
	Fluor	bber/Absorber
	SO <sub>2</sub>	Scrubber/Absorber
	Debu	Scrubber, cyclone, bag filter, precipitator
Limbah Padat	B3	Dikirim ke PT. PPLI Cileungsi, Bogor
	Non B3	Dijual untuk dimanfaatkan

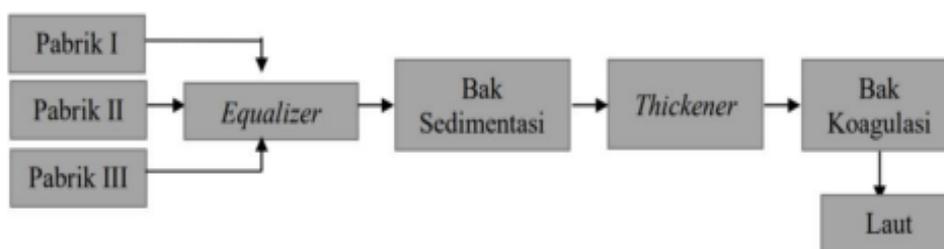
Pada Tabel II.8 dapat dilihat berbagai limbah yang dihasilkan dari proses produksi dari berbagai unit produksi. Oleh karena itu, unit produksi sudah dilengkapi dengan peralatan pengolahan limbah dengan spesifikasi sesuai dengan jenis limbah yang dihasilkan. Pemantauan kualitas limbah dilakukan secara internal dan eksternal, untuk pemantauan kualitas secara eksternal ini dilakukan oleh PT. SYSLAB.

### 1. Limbah Cair

Limbah cair merupakan jenis limbah yang berwujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan usaha lainnya yang dibuang ke lingkungan dan diduga menurunkan kualitas lingkungan. Penanganan limbah cair di Departemen Produksi IIB sendiri ini meliputi:

1. Unit sisa air scrubber di pabrik departemen produksi IIB
2. Pengolahan air buangan di pabrik departemen Produksi IIB

Pengolahan limbah cair di PT Petrokimia Gresik dapat dilihat pada berikut



Gambar II. 9 Diagram Pengolahan Limbah Cair di PT Petrokimia Gresik

Limbah yang berasal dari seluruh sektor PT Petrokimia Gresik akan diolah pada unit pengolahan air limbah di utilitas pabrik II PT Petrokimia Gresik menggunakan equalizer dengan proses sedimentasi. Equalizer yang digunakan berjumlah 4 dengan menggunakan proses sedimentasi dan tanpa penambahan zat koagulan maupun flokulan. Saat ini, equalizer yang beroperasi berjumlah 2 karena equalizer yang lain masih dalam tahap maintenance. Limbah yang berasal dari seluruh sektor PT Petrokimia Gresik akan tertampung pada bak equalizer dan akan mengalami proses sedimentasi. Partikulat-partikulat yang terkandung pada limbah akan turun kebawah karena adanya gravitasi dan membentuk endapan atau sludge, sedangkan untuk filtrat atau cairan yang terkandung pada limbah akan naik ke atas jika tidak terkandung partikulat-partikulat di dalamnya. Filtrat yang sudah berada pada lapisan paling atas akan dialirkan ke laut untuk dibuang, sebelum dibuang ke laut akan dicek terlebih dahulu pH pada filtrat. Filtrat yang akan dibuang ke laut (zona L) harus memiliki pH sebesar 7-10 atau pH netral.

Adapun pengendalian jika pH yang dihasilkan tidak sesuai, antara lain:

- 1.pH filtrat asam : ditambahkan bahan yang bersifat basa (Soda).
2. pH filtrat basa : ditambahkan bahan yang bersifat asam

## 2. Limbah Gas

Limbah gas yang dihasilkan akan diolah oleh masing-masing departemen produksi. Departemen produksi IIB, limbah gas pada semua departemen produksi IIB dihasilkan oleh masing-masing alat pada saat operasi dan diolah pada unit scrubber. Proses Produksi pupuk di departemen produksi IIB memiliki sistem scrubbing dan dedusting untuk membersihkan gas buang agar nilai kandungan dari gas buang



---

tidak melebihi nilai ambang batas sesuai SNI yang sudah ditetapkan dan tidak mencemari lingkungan sekitar. Sistem scrubbing pada produksi pupuk phonska IV memiliki 3 stage, antara lain :

1. Stage Pertama

Stage pertama pada sistem scrubbing terdiri dari alat granulator prescrubber dan granulator scrubber. Gas yang berasal dari preneutralizer tank dan granulator akan dimasukkan kedalam granulator prescrubber untuk membentuk liquor dengan penambahan air dan asam fosfat. Liquor yang sudah terbentuk akan dimasukkan kedalam scrubber seal tank, liquor yang terdapat pada scrubber seal tank diharapkan terjadi proses sedimentasi agar terbentuk antara endapan dan filtrat yang berupa air. Air yang dihasilkan melalui proses sedimentasi pada scrubber seal tank akan menjadi sumber utama air pada sistem scrubber dan dedusting. Granulator pre scrubber juga menghasilkan gas yang akan dimasukkan kedalam granulator scrubber. Pada granulator scrubber akan dilakukan proses scrubbing dengan bantuan spray berupa air dan hasil gas yang sudah di spray air pada granulator scrubber akan dimasukkan ke tail gas scrubber dengan bantuan blower.

2. Stage Kedua

Stage kedua pada sistem scrubbing terdiri dari alat dryer scrubber dan dust scrubber. gas yang berasal dari dryer akan dimasukkan kedalam cyclone untuk memisahkan partikulat dari aliran udara yang berasal dari dryer. Dalam operasionalnya, cyclone dijaga agar tidak mengalami kebuntuan karena dapat berefek pada sistem scrubber. Untuk itu perlu dilakukan cleaning setiap satu shift sekali agar cyclone selalu terjaga. Setelah dilakukan pemisahan antara partikulat dari aliran udara, partikulat yang terkandung pada udara akan direcycle dan dimasukkan kedalam granulator. Sedangkan untuk udara yang sudah terpisah dengan partikulat akan dimasukkan kedalam dryer scrubber dengan bantuan spray berupa air. Setelah di spray dengan air, gas akan dimasukkan kedalam tail gas scrubber dengan bantuan blower.



Dust scrubber digunakan untuk gas buang yang dihasilkan pada alat rotary drum cooler, gas yang berasal dari cooler akan dimasukkan kedalam cyclone untuk memisahkan partikulat dari aliran udara yang berasal dari cooler setelah dilakukan pemisahan antara partikulat dari aliran udara, partikulat yang terkandung pada udara akan direcycle dan dimasukkan kedalam granulator. Sedangkan untuk udara yang sudah terpisah dengan partikulat akan dimasukkan kedalam dust scrubber dengan bantuan spray berupa air. Setelah di spray dengan air, gas akan dimasukkan kedalam tail gas scrubber dengan bantuan blower.

### 3. Stage 3

Pada sistem scrubber stage 3 dilakukan untuk memenuhi ketentuan dari nilai ambang batas yang terkandung pada emisi gas yang akan dibuang, dengan ketentuan kandungan amonia ( $\text{NH}_3$ ) sebesar 250, Fosfor (P) sebesar 10, dan partikulat debu sebesar 200. Tail gas scrubber yang terdapat pada produksi phonska IV menggunakan jenis tower scrubber. Gas yang berasal dari scrubber stage 1 dan 2 akan dimasukkan ke tail gas scrubber dengan bantuan blower, dan akan dilakukan proses scrubbing agar mendapatkan kandungan pada emisi gas yang akan dibuang sesuai dengan maksimum nilai ambang batas yang sudah ditetapkan

### 3. Limbah Padat

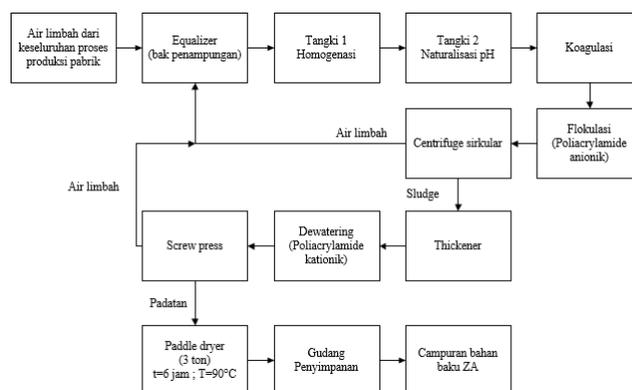
Limbah padat dari Plant pupuk Phonska IV adalah berupa produk offspec dan produk overflow. Produk offspec terdiri dari produk undersize, oversize dan hasil cyclonic sedangkan produk overflow terdiri dari produk yang melebihi kapasitas penampungan akhir sehingga harus direcycle dan juga berfungsi untuk mempercepat pembentukan granul di dalam granulator. Kedua limbah padat tersebut akan direcycle kembali menggunakan drag conveyor 09-M-120 yang akan ditransportasikan masuk ke dalam granulator bersamaan dengan bahan baku padat

### II.3.3 Study Case

Berdasarkan jabaran proses limbah cair pada unit WWTP Pt. Petrokimia Gresik dapatkah Saudara memberikan inovasi tambahan proses setelah pengendapan sehingga dapat merecovery kandungan bahan yang masih terdapat pada limbah:

#### Jawab

Pada pengolahan air limbah di unit WWTP, limbah akan ditampung untuk kemudian diendapkan dan disamakan pH air sebelum dilakukan proses pembuangan dilaut. Metode tambahan dapat diterapkan setelahnya untuk memaksimalkan recovery bahan hasil proses produksi di industry yang masih terikut, dimana proses ini dinamakan *secondary process*. Hasil pengendapan di clarifier (produk bawah) akan diteruskan menuju thickener untuk ditampung terlebih dahulu. Kemudian untuk produk bawah dapat dialirkan kembali menuju equalizer untuk di recycle. Setelah dari thickener, sludge dilanjutkan menuju proses dewatering dengan menambahkan polimer kationik, sehingga memudahkan padatan menggumpal dalam sludge. Kemudian dilanjutkan menuju screw press. Hasil padatan akan diteruskan menuju paddle dryer, sedangkan hasil air keluaran screw press akan dialirkan kembali menuju equalizer. Pada paddle dryer proses dilakukan secara batch, sekali siklus proses berat sludge yang di inputkan sebanyak 6 ton dengan waktu 3 jam dan temperature sebesar  $90^{\circ}\text{C}$ . Setelah dari paddle dryer, keluaran akan berupa bubuk putih kering yang kemudian akan ditampung pada gudang penyimpanan untuk selanjutnya dapat digunakan sebagai campuran bahan baku ZA. Apabila di skemakan sebagai berikut:





---

## II.4 Teknik Energi

Narasumber: Pak Indra

### II.4.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mahasiswa mampu memahami bermacam-macam sumber energi, cadangan energi dan konversinya baik sumber energi konvensional (fossil fuel) maupun energi baru dan terbarukan
2. Mahasiswa dapat mengetahui teknologi proses pengolahan minyak dan gas bumi
3. Mahasiswa dapat mengetahui berbagai jenis energi yang dapat dikonversikan menjadi energi alternatif

### II.4.2 Pemanfaatan Minyak Bumi dan Gas Alam PT. Petrokimia Gresik

PT Petrokimia Gresik tidak mengolah minyak bumi melainkan pengolahan pupuk dan bahan baku seperti amoniak, asam sulfat, asam fosfat, dan CO<sub>2</sub>. Untuk produk minyak bumi yang ada di lingkungan PT. Petrokimia Gresik hanya berupa penyimpanan minyak diesel yang disimpan di dalam tangki. Minyak tersebut digunakan untuk bahan bakar darurat untuk menghidupkan furnace ketika pasokan gas alam dari petro terganggu. Gas alam dalam PT Petrokimia Gresik khususnya di Departemen Produksi II B digunakan sebagai bahan baku pemanik furnace dan bahan bakar dalam furnace tersebut dimana gas alam tersebut didapatkan dari Kangean Energy Indonesia. Selain itu, Solar digunakan di Departemen Produksi II B khususnya pada Pabrik UBB digunakan sebagai pematik Furnace dalam pembakaran Batubara.

#### 1. Pasokan Gas Alam sebagai bahan baku pembuatan ammonia

Gas alam dari PT. Petrokimia Gresik berasal dari perusahaan TSB (Terang Sirasur Batur), HCML (Husky CNOOC Madura Limited), Pagerungan, dan PGN (Perusahaan Gas Negara), Pertamina, dan IAE. Perusahaan tersebut mengambil natural gas dari tambang LBI, TSB, HCML 2M, HCML BD, HCML MAC, pagerungan, dan PGN. Penerimaan gas alam terbesar berasal dari PKG dengan total 4.374,98 ton<sup>3</sup>. Sementara PGN Jargas hanya menyumbang 452,76 Ton<sup>3</sup>. Data



lengkap penggunaan Gas Alam Bulan Oktober 2024 dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel II. 10 Data Penggunaan Gas Alam Bulan Oktober 2024

DATA PENGGUNAAN GAS ALAM BULAN OKTOBER 2024					
No	Perusahaan	Tempat	Penerimaan (Ton <sup>3</sup> )	Konsumsi (Ton <sup>3</sup> )	Kebutuhan Utilitas (Ton <sup>3</sup> )
1	PGN JARGAS	LBI	452.76	450.44	2.32
2	PERTAMINA	TSB	750.34	716.82	33.52
3	PTPGN	TSB	750.34	716.82	33.52
		HCML 2M	936.37	720.41	215.96
		LBI	452.76	450.44	2.32
4	IAE	HCML BD	568.03	564.04	3.99
		TSB	750.34	716.82	33.52
5	PKG	TSB	750.34	716.82	33.52
		HCML BD	568.03	564.04	3.99
		HCML 2M	936.37	720.41	215.96
		HCML MAC	803.66	665.47	138.19
		Pagerungan	716.81	715.78	1.03
		PGN (ex-JTB)	599.77	556.97	42.8

Tabel II. 11 Komposisi Gas Alam PGN (ex-JTB)

GAS ALAM	
KOMPOSISI	144 °F
S.G	0.567
N <sub>2</sub> %	0.348
CH <sub>4</sub> %	94.77
CO <sub>2</sub> %	2.65
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> %	1.456
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> %	0.517
I-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> %	0.097

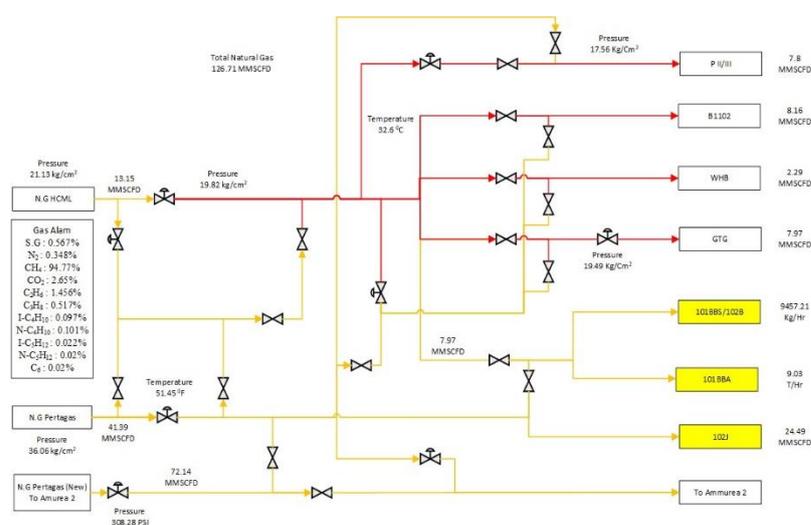
N-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> %	0.101
I-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> %	0.022
N-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> %	0.02
C <sub>6</sub> %	0.02
MW. Average	17.296
LHI. Kcal/Kmol	190,867.375
LHI. Kcal/Kg	11035.515

Pada natural gas yang didistribusikan nilai kalor rendah yang diizinkan sebesar 190867,375 Kcal/Kmol dengan gas H<sub>2</sub>S maksimal sebesar 25 ppm. Natural Gas yang digunakan di Petrokimia Gresik memiliki batasan kandungan minimal untuk yang dipergunakan, batasan minimal tersebut diantaranya:

Tabel II. 12 Kandungan Minimal Natural Gas PT Petrokimia Gresik

KOMPONEN	144 F	UNIT
Hexana Plus	0,1	mol pct
N-pentane	0,1	mol pct
N-butane	0,1	mol pct
Iso-butane	0,1	mol pct
Propane	3,0	mol pct
Ethane	4,0	mol pct
CO <sub>2</sub>	0,5	mol pct
N <sub>2</sub>	0,5	mol pct
methane	Ballance	

Transportasi Natural Gas ke Petrokimia Gresik memiliki beberapa pipa tersendiri, dan tekanan yang berbeda untuk ukuran pipa yang digunakan untuk transportasi bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar II. 10 Pipa Transportasi Natural Gas ke PT Petrokimia Gresik



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG**  
**PT. PETROKIMIA GRESIK**  
**DEPARTEMEN PRODUKSI IIB**



Transportasi supply dari HCML (Husky CNOOC Madura Limited) ke PT. Petrokimia menggunakan pipa berjenis carbon steel class 300 dengan diameter 10in dimana pipa tipe ini digunakan untuk transportasi hydrocarbon, air, dan gas. Tekanan yang digunakan sebesar 460 psi dengan tekanan minimal natural gas sebesar 350 psi, apabila tekanan dari natural gas yang berasal dari compressor turun atau dibawah nilai tekanan minimum maka akan dilakukan proses perhentian operasi sementara (Shutdown), pada saat shutdown operasi pada produksi dihentikan, namun flow natural gas akan tetap ditambah sampai pada batas tekanan minimum natural gas yang ditetapkan. Pada proses transportasi, suhu pada natural gas berada pada suhu 64,70<sup>0</sup>F. Aliran natural gas yang ditransportasikan sebesar 127,69 MMSCFD (*Million Standard Cubic Feet per Day*).

Sementara itu, transportasi supply dari PJB dan PHE WMO menggunakan pipa yang berbeda. Natural gas dari PJB yang diterima dialirkan menuju 2 pipa utama. Pipa pertama berukuran 12in melewati SDV (*Shutt Down Valve*) dengan tekanan 375 psi/ 25,5 kgcm<sup>2</sup>. Gas dinaikan tekanannya dengan kompresor menjadi 440 psi. Selanjutnya, gas masuk kedalam pipa berukuran 16 inch sebelum dialirkan menuju pabrik amurea-1B. Selain itu, gas dari PJB yang melalui pipa kedua melewati pipa berukuran 10in dengan tekanan 315 psi dan dialirkan menuju pabrik amoniak – 1A. Gas PHE WMO yang diterima PT Petrokimia dialirkan dengan pipa 8in dengan tekanan 250 psi. Gas tersebut melalui strainer untuk menyaring gas dan memisahkan pasir dan minyak yang terikut. Selanjutnya, gas dialirkan menuju beberapa tempat yakni boiler 1102, GTG (*Gas Turbine Generator*), WHB (*Waste Heat Boiler*), boiler 6201 dan 6202, pabrik II dan III.

Natural gas yang diumpangkan dari JTB (Jimbaran Tiang Biru) dari Pertamina dikirim menggunakan pipa berjenis carbon steel class 300 dengan diameter 10in ke Knock out drum yang merupakan salah satu jenis separator yang termasuk dalam kategori vessel. knock out drum mempunyai prinsip kerja untuk memisahkan antara 2 fase yaitu fase gas dan fase cair. Natural gas dipisahkan karena campuran fluida yang mengalir bersama gas. Prinsip kerja dari knock out drum adalah berdasarkan gaya gravitasi. Dengan adanya gaya gravitasi dan perbedaan berat jenis antara fluida



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG**  
**PT. PETROKIMIA GRESIK**  
**DEPARTEMEN PRODUKSI IIB**

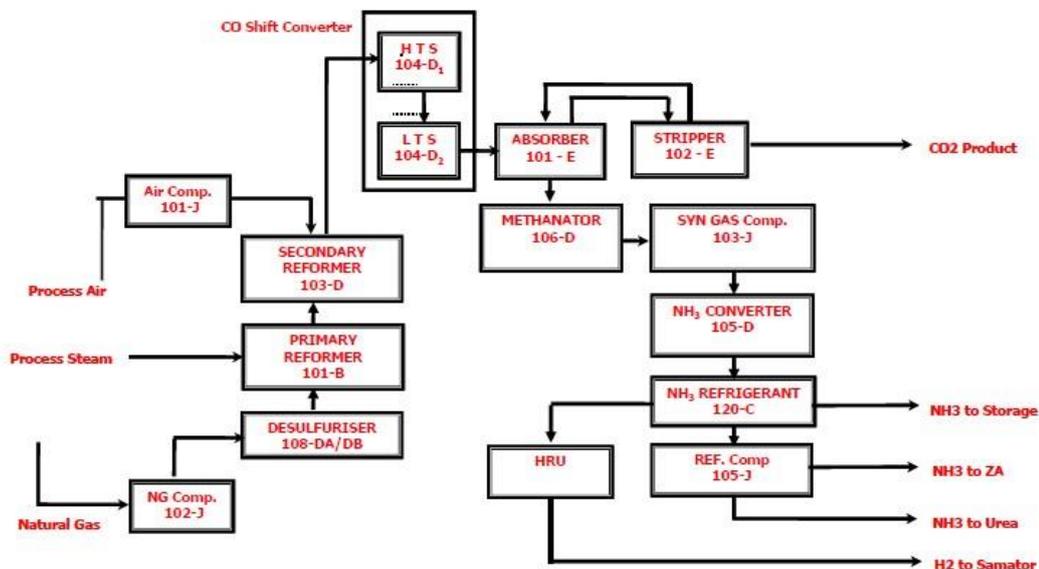


cair dan fluida gas akan mengakibatkan fluida cair jatuh ke bawah menuju vessel dan fluida gas akan bergerak ke atas untuk diproses lebih lanjut menjadi bahan baku amonia dan liquid akan diumpankan ke primary reformer. Bahan baku natural gas diumpankan ke unit desulfurisasi untuk menghilangkan kandungan sulfur pada feed gas sampai 0,1 ppm. Hasil top pada desulfurisasi akan diproses lebih lanjut ke primary reformer untuk dipecah  $\text{CH}_4$  menjadi  $\text{H}_2$  dan hasil bottom akan diumpankan sebagai bahan bakar pada primary reformer. Prinsip yang digunakan pada Natural Gas agar menjadi cair yaitu prinsip kompresi. Prinsip ini digunakan agar fluida yang awal mulanya fase gas dilakukan penekanan atau kompresi hingga menjadi cair. Tekanan yang digunakan untuk menuju knock out drum sebesar 512,85 psi dan suhu 51,45 °F. hal ini dilakukan agar transportasi Natural Gas lebih efisien karena lebih mudah dialirkan.

Unit produksi I amoniak pada PT. Petrokimia Gresik menggunakan teknologi produksi yang berasal dari Amerika yaitu The M.W. Kellogg Company. Kapasitas produksi yang dihasilkan adalah 1350 ton/hari atau sekitar 445.000 ton/tahun. Bahan baku pada proses pembuatan ammonia ini adalah gas alam, steam dan udara. Proses pembuatan amoniak dibagi menjadi beberapa tahapan yakni sebagai berikut:

1. Penyediaan Gas Sintesa
2. Pemurnian Gas Sintesa
3. Sintesis Amoniak
4. Refrigerasi
5. Recovery Purge Gas

Secara garis besar, blok diagram pembuatan ammonia dapat dilihat pada gambar Materi Departemen Produksi 1 PT Petrokima Gresik di bawah ini:



Gambar II. 11 Diagram Pembuatan Amonia

## 2. Penyediaan Gas Sintesa

Gas alam yang digunakan pada unit ini, gas alam yang digunakan memiliki komposisi metana ( $\text{CH}_4$ ) yang akan direaksikan dengan *steam* sehingga menghasilkan senyawa  $\text{H}_2$ . Gas alam juga digunakan sebagai bahan bakar untuk proses pemanasan yang dibutuhkan pada reaksi yang endoterm. Gas alam yang akan digunakan, masih mengandung 25 ppm sulfur. Oleh sebab itu gas alam ini harus desulfurisasi terlebih dahulu untuk menurunkan kadar sulfur agar mencapai kadar 0,1 ppm. Gas alam yang bebas sulfur ini akan diubah menjadi *syngas* yang terdiri dari  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$  melalui proses *steam reforming*. Pada proses *steam reforming* tidak semua  $\text{CH}_4$  terkonversi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$ , tetapi terbentuk pula gas CO karena adanya reaksi samping. Hasil gas CO ini harus dihilangkan karena dapat merusak katalis pada reaktor *ammonia converter*. Gas CO ini perlu dikonversi menjadi gas  $\text{CO}_2$  pada reaksi yang terjadi pada *High Temperature Shift Converter* (HTS) dan *Low Temperature Shift Converter* (LTS).

Pada tahap penyediaan gas sintesa ada 4 tahapan, yaitu:

### 1. Desulfurisasi

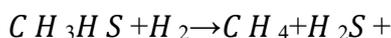
Desulfurisasi adalah tahapan untuk menghilangkan senyawa sulfur yang terdapat pada gas alam yang akan digunakan. Senyawa sulfur yang terkandung



dapat merusak katalis pada proses berikutnya. Ada 2 (dua) jenis unsur sulfur yang terdapat dalam gas alam, yaitu sulfur yang non reaktif dan sulfur yang reaktif.

Sulfur non reaktif dapat ditangkap dengan katalis cobalt molybdate (Co-Mo).

Persamaannya adalah sebagai berikut:



*k a l o r* .....(1)



*k a l o r* .....(2)

Sulfur reaktif dapat ditangkap dengan mudah oleh katalis ZnO.

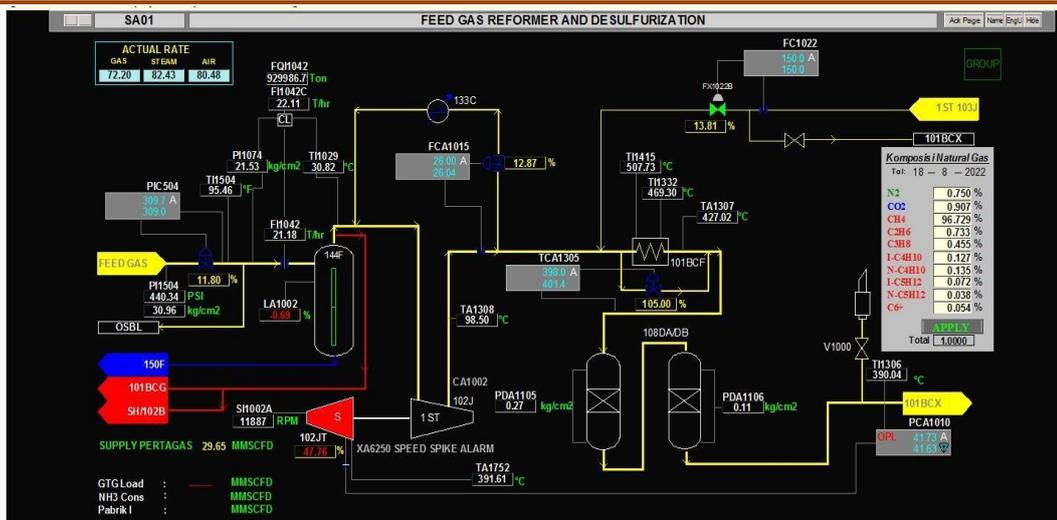
Persamaannya adalah sebagai berikut:



*k a l o r* .....(3)

Proses desulfurisasi ini dilakukan pada dua unit desulfurizer vessel (108 DA/DB). Pada masing-masing unit desulfurizer vessel terdapat 4,25 m<sup>3</sup> katalis Co-Mo dan 35,4 m<sup>3</sup> katalis ZnO. Umpan gas alam harus dipanaskan dahulu oleh preheater coil hingga mencapai 400 °C. Pemanasan ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja dari ZnO dikarenakan kemampuan kerja ZnO tergantung dari temperatur. Selama proses desulfurisasi, kondisi proses dijaga 350 - 400 °C. Hal ini dilakukan untuk mencegah proses cracking pada gas alam. Desulfurizer vessel dibagi menjadi dua bagian, bagian atas terisi oleh katalis Co-Mo dan pada bagian bawah terisi oleh katalis ZnO. Pada awal, gas alam dimasukkan melalui bagian atas vessel bersama dengan gas hidrogen (H<sub>2</sub>) yang berasal dari aliran recycle syngas yang terdapat pada syngas compressor (103-J). Gas hidrogen ini perlu ditambahkan untuk mengubah senyawa sulfur menjadi H<sub>2</sub>S yang lebih mudah ditangkap oleh katalis ZnO.

Setelah melewati bagian bawah vessel, senyawa sulfur yang terikat diharapkan semakin banyak sehingga hasil keluaran desulfurisasi memiliki kandungan sulfur yang berada di bawah 0,1 ppm.



Gambar II. 12 Proses Desulfurisasi

## 2. Primary Reformer

Gas umpan yang sudah bebas dari sulfur selanjutnya akan melewati *primary reformer*. Pada proses ini akan terjadi pembentukan *syngas* dengan proses *steam reforming*. Bahan bakunya adalah gas alam dan *steam* dengan bantuan katalis Ni, sehingga menghasilkan gas H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan CO. *Primary reformer* dibagi menjadi 5 kompartemen yang didalamnya terdiri dari 224 *tubes* yang berisi katalis nikel dan 110 *burner*. *Tubes* yang ada terbagi menjadi 4 *header* dengan 56 *tubes* pada masing-masing *header*. Sebelum bahan baku memasuki *primary reformer*, gas alam harus dicampurkan dengan *medium pressure steam* (MPS) bertekanan 42 kg/cm<sup>2</sup> dari bagian utilitas. Perbandingan mol antara gas alam dengan MPS yaitu 1 : 3,4. Rasio antara *steam*/gas (S/G) ini harus dijaga antara 3,4 - 3,5 untuk menghemat penggunaan *steam*. Selain itu jika rasio S/G lebih rendah dari 3,4 dapat menyebabkan terjadinya *carbon deposit*, yaitu kondisi dimana karbon menutupi sisi aktif dari katalis sehingga reaksi tidak dapat berjalan dengan maksimal. Hasil pencampuran gas alam dengan *steam* ini lalu dipanaskan pada 101BCX dengan memanfaatkan panas yang dikeluarkan dari *primary reformer*. Proses pemanasan dilakukan hingga temperatur 610 °C dengan tekanan 33 kg/cm<sup>2</sup>. Campuran gas alam dan *steam* yang sudah dipanaskan tersebut dimasukkan ke *primary reformer*. Campuran tersebut akan berkontak dengan katalis Ni-Al yang



terdapat didalam *primary reformer*. Katalis Ni-Al tersebut berbentuk packing *raschig ring* dengan volume bed 23,16 m<sup>3</sup>. Gas alam dan *steam* akan masuk melalui *tube* berisi katalis dan bereaksi membentuk *syngas* yang memiliki kandungan metana (CH<sub>4</sub>) sekitar 10 - 12 %. Reaksi yang terjadi pada *primary reformer* disajikan pada Persamaan 4 dan Persamaan 5 berikut ini:



(4)

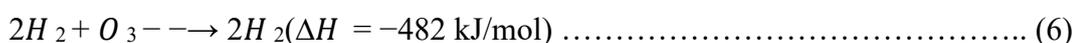


(5)

Pada reaksi Persamaan 4 dan Persamaan 5 di atas terdapat perbedaan jenis reaksi. Persamaan 4 merupakan reaksi yang endoterm sedangkan Persamaan 5 merupakan reaksi yang eksoterm . Jika dilihat dari entalpi reaksinya keseluruhan reaksi ini berjalan secara endoterm, yaitu reaksi yang membutuhkan panas. Panas ini dipasok dari pembakaran gas alam dalam tungku yang menghasilkan temperatur radiasi sebesar 950 - 1000 °C. Hasil *syngas* yang terbentuk dari proses ini keluar pada temperatur 800 °C dengan kandungan CH<sub>4</sub> 12,12%, N<sub>2</sub> 0,58%, H<sub>2</sub> 65,76%, CO<sub>2</sub> 11,26%, CO 10,23%, dan Argon 0%.

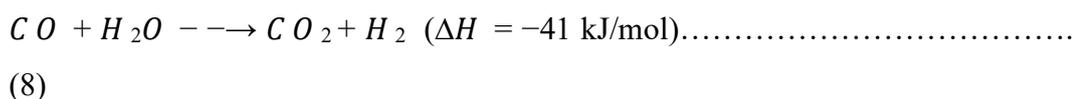
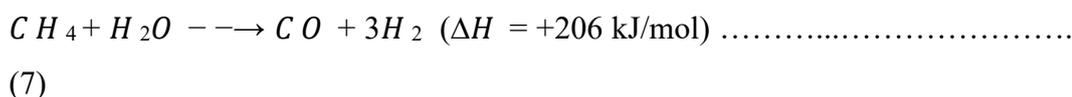
### 3. Secondary Reformer

*Steam* hasil keluaran dari *primary reformer* selanjutnya akan direaksikan di *secondary reformer* (103 D). *Secondary reformer* adalah bejana bertekanan yang dilapisi oleh batu tahan api yang terbagi menjadi 2 (dua) bagian. Bagian atas *secondary reformer* adalah bagian dimana tanpa katalis, sedangkan bagian bawah adalah bagian yang terdapat katalis Ni. *Syngas* keluaran *primary reformer* bertemperatur 800 °C direaksikan dengan udara kompresor yang bertemperatur 610 °C. Rasio antara udara dan gas (A/G) harus dijaga sekitar 2,3. Pada bagian atas *secondary reformer* ini akan terjadi reaksi *autothermal* yang menghasilkan *steam* dengan temperatur tinggi. Reaksi ini terjadi tanpa adanya katalis. Reaksi yang terjadi pada bagian atas *secondary reformer* dapat dilihat pada Persamaan 6 dibawah ini.





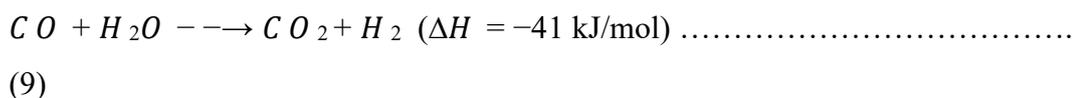
Reaksi selanjutnya adalah *steam reforming* yang dilakukan pada bagian bawah *secondary reformer* dengan bantuan katalis Ni. Katalis nikel (Ni) yang digunakan bervolume 34,8 m<sup>3</sup> yang terdapat pada unggun alumina berdiameter 25 mm. Temperatur yang dipakai pada reaksi ini mencapai 1000 °C dengan tekanan 34,2 kg/cm<sup>2</sup>. Reaksi yang terjadi pada bagian bawah *secondary reformer* dapat dilihat pada Persamaan 7 dan Persamaan 8 dibawah ini.



Hasil panas yang keluar dari reaksi diatas akan dimanfaatkan untuk pembuatan *steam* pada unit *waste heat boiler*. Gas hasil keluaran *secondary reformer* ini memiliki komposisi N<sub>2</sub> 23,31%, H<sub>2</sub> 54,31%, CH<sub>4</sub> 0,33%, Ar 0,9%, CO<sub>2</sub> 7,93%, CO 13,83%. Gas keluaran ini harus didinginkan temperaturnya hingga 371 °C untuk selanjutnya diproses pada unit *shift conversion* (HTS dan LTS). Berikut adalah diagram alir proses pada *primary* dan *secondary reformer*:

4. CO Shift Conversion

Pada unit *reformer*, tidak semua CH<sub>4</sub> yang ada terkonversi menjadi CO<sub>2</sub> seluruhnya. Ada hasil samping berupa gas CO yang tidak dikehendaki karena dapat menjadi racun pada reaktor *ammonia converter*. CO yang terbentuk tersebut akan diubah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> pada unit *shift converter*. *CO shift converter* ini terbagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu HTS (*High Temperature Shift Converter*) dan LTS (*Low Temperature Shift Converter*). Unit ini berbentuk *vessel* dengan HTS dibagian atas dan LTS dibagian bawah. Persamaan reaksi yang terjadi pada unit ini disajikan pada Persamaan 9 dibawah ini.



Pada unit ini gas keluaran *reformer* akan memasuki bagian HTS terlebih dahulu untuk mempercepat kinetika reaksi terlebih dahulu. Pada bagian HTS, sebagian CO akan dikontakkan dengan *steam* pada temperatur 439 °C dan tekanan 34,7 kg/cm<sup>2</sup>.



Pada bagian HTS ini digunakan katalis besi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebanyak  $79,5 \text{ m}^3$ . Panas hasil keluaran gas HTS akan dimanfaatkan untuk membuat *steam* di WHB.

Tahap selanjutnya adalah LTS dimana reaksi dilakukan pada temperatur yang lebih rendah sekitar  $225 \text{ }^\circ\text{C}$  untuk mereaksikan sisa CO yang tersisa. Katalis yang digunakan pada bagian LTS ini adalah katalis tembaga dalam bentuk Cu-ZnO. Sebelum memasuki LTS, gas inlet diturunkan dahulu temperaturnya pada cooler. Reaksi pada LTS ini bertujuan untuk meningkatkan konversi  $\text{CO}_2$  sehingga kadar CO menurun dan dapat digunakan pada proses metanasi. Diagram alir proses CO *shift converter* disajikan pada Gambar dibawah ini.

### 3. Pemurnian Gas Sintesa

Produk gas hasil keluaran unit CO shift converter masih mengandung komponen  $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{CH}_4$ , Ar,  $\text{H}_2$  dan  $\text{N}_2$ . Komponen yang dibutuhkan untuk membentuk  $\text{NH}_3$  hanya senyawa  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$ . Untuk itu gas-gas selain  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$  sebisa mungkin harus dihilangkan terutama gas CO dan  $\text{CO}_2$  yang merupakan racun katalis pada ammonia converter. Ada dua cara untuk proses pemurnian gas sintesa yaitu  $\text{CO}_2$  removal dan methanator. Sedangkan untuk gas  $\text{CH}_4$  dan Ar yang merupakan inert dapat dihindari akumulasinya dengan melakukan purging gas di loop. Untuk  $\text{H}_2\text{O}$  dapat dihilangkan dengan cara mengkondensasi lalu dipisahkan menjadi process condensate.

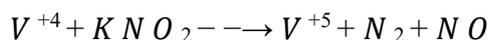
#### 1. $\text{CO}_2$ Removal

Penghilangan  $\text{CO}_2$  yang pertama adalah dengan cara fisika yaitu dengan penggunaan larutan *Benfield*. Larutan *Benfield* ini berfungsi sebagai adsorben yang memiliki komposisi sebagai berikut:

- $\text{K}_2\text{CO}_3$  berkomposisi 25-30 %-berat yang berfungsi untuk media penyerapan  $\text{CO}_2$
- DEA berkomposisi 3-5 %-berat yang berfungsi sebagai actiVator untuk meningkatkan penyerapan
- $\text{IV}_2\text{O}_5$  berkomposisi 0,5-0,6 %-berat yang berfungsi sebagai inhibitor korosi yang membentuk lapisan pelindung pada dinding dan menurunkan korosi pada pipa, bejana, dan pompa

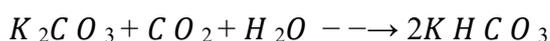


- $\text{KNO}_2$  yang berfungsi untuk mengontrol oksidasi dari vanadium



- UCON Antifoam sebagai pengendali terbentuknya foam.

Proses  $\text{CO}_2$  removal dilakukan pada dua tahapan yaitu tahap absorpsi gas  $\text{CO}_2$  dengan larutan *Benfield* (absorber) dan tahap yang kedua yaitu regenerasi larutan *Benfield* (stripper). Proses penyerapan dilakukan dalam kolom absorpsi (101 E) dengan kondisi operasi temperatur  $70^\circ\text{C}$ , tekanan operasi 28- 32  $\text{kg/cm}^2$ , dengan aliran *counter flow*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Tahap ini dilaksanakan pada kolom dengan tiga bed yang berisi *metallic packing*. Kondisi proses pada bagian absorber dilakukan dalam tekanan tinggi dan temperatur yang rendah sehingga tekanan parsial  $\text{CO}_2$  dalam larutan dapat meningkat. Jika tekanan parsial  $\text{CO}_2$  meningkat maka laju perpindahan gas  $\text{CO}_2$  ke fasa cair akan semakin besar. Ada tiga kategori larutan *Benfield* sebagai media absorben, yaitu:

a. Lean solution

*Lean solution* adalah larutan yang kandungan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  nya masih tinggi. Larutan ini bisa didapat dari larutan *Benfield* yang baru dan juga dari larutan *Benfield* yang sudah diregenerasi dengan sempurna pada bagian *stripper*. Larutan ini diumpangkan dari bagian atas kolom sehingga dapat menangkap gas-gas  $\text{CO}_2$  yang hampir terlepas dari bagian atas kolom dan penyerapan  $\text{CO}_2$  akan lebih sempurna.

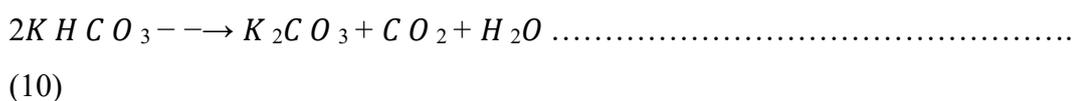
b. Semi-lean solution

*Semi-lean solution* adalah larutan yang sudah diregenerasi sebagian dan hanya mengandung sedikit  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Larutan ini didapatkan dari  $\text{CO}_2$  *stripper* yang diumpangkan balik ke bagian tengah *absorber* yang berfungsi untuk menyerap sebagian besar  $\text{CO}_2$ .

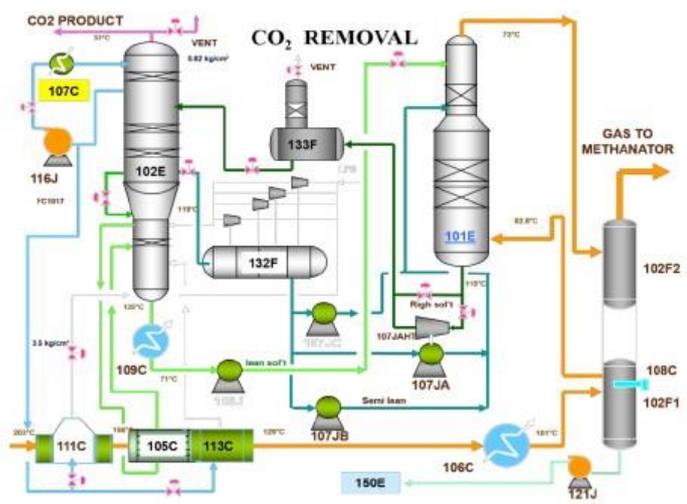
c. Rich solution

*Rich solution* adalah larutan keluaran *absorber* yang kaya akan kandungan  $\text{CO}_2$ . Larutan ini selanjutnya akan diumpangkan ke *stripper* untuk diregenerasi. *Rich solution* yang keluar dari bagian bawah *absorber* dimasukkan ke *stripper* (102E)

untuk diregenerasi. Proses regenerasi ini berfungsi untuk melepaskan kandungan CO<sub>2</sub> dari larutan *Benfield* sehingga didapatkan larutan *Benfield* yang bebas CO<sub>2</sub>. Alat *stripper* ini terdiri dari empat bed yang terdiri dari *packing carbon steel* dan *stainless slotting*. Kondisi operasi pada bagian *stripper* adalah 0,5-1 kg/cm<sup>2</sup> dengan temperatur 100-300 °C. Kondisi proses seperti ini dimaksudkan agar tekanan parsial pada CO<sub>2</sub> yang terlarut dalam larutan turun sehingga CO<sub>2</sub> dapat terlepas dari fasa cairnya. Reaksi yang terjadi pada bagian *stripping* dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.



Hasil keluaran dari *stripping* adalah larutan *lean solution* yang akan direcycle kembali ke dalam *absorber*. Produk CO<sub>2</sub> keluaran *stripper* akan dikirimkan ke unit urea. Gas outlet dari absorber dengan komposisi CO<sub>2</sub> 0,06 –0,1%; CH<sub>4</sub> 0,36%; CO 0,37%; N<sub>2</sub> 25,3%; Ar 0,32%; H<sub>2</sub> 73,59%, diproses lebih lanjut di tahap metanasi. Diagram alir proses CO<sub>2</sub> removal dapat dilihat pada dibawah ini.



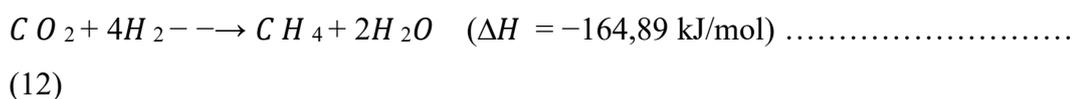
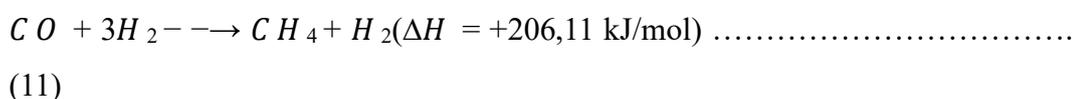
Gambar II. 13 CO<sub>2</sub> Removal

2. Methanasi

Setelah gas melewati proses *shift converter* dan *CO<sub>2</sub> removal*, *syngas* tersebut masih tetap mengandung sejumlah kecil CO dan CO<sub>2</sub>. Gas tersebut harus dihilangkan lagi sebelum memasuki unit sintesis amonia. CO dan CO<sub>2</sub> dapat dihilangkan dengan



mengkonversikan kembali menjadi CH<sub>4</sub> yang bersifat inert bagi katalis pada unit sintesis amonia. Proses metanasi ini dilakukan dengan mereaksikan CO dan CO<sub>2</sub> bersama gas H<sub>2</sub> pada unit 106D. Reaksi yang terjadi pada unit metanasi ditunjukkan pada Persamaan 11 dan Persamaan 12 dibawah ini:



Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah reaksi eksotermis yang menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur sekitar 74 °C setiap kenaikan persen mol CO yang masuk sedangkan 60 °C untuk kenaikan persen mol CO<sub>2</sub>. Proses ini berlangsung pada temperatur 340 °C dengan 30 kg/cm<sup>2</sup>. *Output* dari menghasilkan gas sintesa dengan komposisi N<sub>2</sub> 26,65%; H<sub>2</sub> 72,23%; CH<sub>4</sub> 0,8%; Ar 0,32%; CO<sub>2</sub> 0% dan CO 0% bertemperatur 310 °C, dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan gas yang akan masuk ke *methanator* di 114 °C, sehingga outlet *methanator* temperaturnya menurun menjadi 98 °C. Temperatur keluaran ini akan didinginkan lagi hingga 8 - 10 °C pada *methanator effluent*. Syngas yang bertemperatur rendah tersebut dimasukkan ke syngas *compressor suction drum* (104 °F) untuk dipisahkan kondensatnya. Kondensat yang keluar dari bagian bawah *compressor suction drum* dialirkan ke unit PGRU sedangkan syngas dengan tekanan 31,5 kg/cm<sup>2</sup> dialirkan ke syngas compressor.

#### 4. Sintesis Ammonia

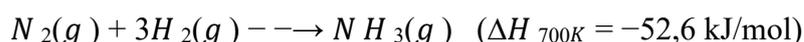
Sintesa amonia dilakukan dengan mereaksikan gas H<sub>2</sub> dengan N<sub>2</sub> dalam *ammonia synthesis converter*. Ammonia synthesis converter berbentuk horizontal yang terdiri dari 3 bed yaitu bed 1, bed 2A, dan bed 2B yang dilengkapi dengan interchanger. Katalis yang digunakan pada unit ini adalah Fe<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan volume 77 m<sup>3</sup>. Syngas keluaran methanator harus dialirkan dahulu menuju syngas compressor untuk menaikkan tekanannya secara bertahap. Syn gas yang masuk pertama akan masuk ke syngas compressor tingkat 1 dimana tekanan gas dinaikkan hingga 57,6 kg/cm<sup>2</sup> dengan temperatur 88 °C. Gas yang keluar tersebut akan



diturunkan temperaturnya dengan cooler lalu dipindahkan ke unit 105 F1 untuk memisahkan gas dengan kondensatnya. Syngas yang sudah dipisahkan dari kondensat, dimasukkan ke syngas compressor tingkat 2 hingga tekanan keluarannya menjadi 102 kg/cm<sup>2</sup> dengan temperatur 120 °C. Gas yang keluar tersebut akan diturunkan temperaturnya dengan cooler lalu dipindahkan ke unit 105 F1 untuk memisahkan gas dengan kondensatnya. Selanjutnya syngas keluaran dipisahkan dan masuk ke syngas compressor tingkat 2 untuk menaikkan tekanan menjadi 102 kg/cm<sup>2</sup> dan temperatur 120 °C. Syngas keluaran ini akhirnya didinginkan dengan cooler dan syngas compressor interstage chiller hingga temperaturnya 4,4 °C. Kondensat yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dengan syngas compressor separator. Syngas yang sudah dinaikkan temperaturnya selanjutnya akan dialirkan menuju molecular sieve dryer untuk dipisahkan antara H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> sehingga tidak masuk ke syn loop. Molecular sieve dryer adalah alat yang didalamnya berisi molecular sieve dengan volume 9,2 m<sup>3</sup>. Hasil keluaran molecular sieve dryer selanjutnya dinaikkan lagi tekanannya menjadi 183 kg/cm<sup>2</sup> dengan temperatur 52 °C. ammonia. Syngas hasil keluaran kompresor dan *recycle syngas dari ammonia utilized chiller* selanjutnya akan dipanaskan dalam NH<sub>3</sub> *converter feed / effluent exchanger* hingga 232 °C.

Syn gas yang keluar dari effluent exchanger selanjutnya dialirkan ke ammonia synthesis converter. Gas inlet ini akan dimasukkan dengan dua cara, yaitu melalui ruang annulus untuk menjaga temperatur tiap bed katalis dan juga akan masuk melewati ruang yang ada di ammonia converter interchanger.

Pada bagian ammonia synthesis converter terjadi reaksi seperti dibawah ini:



Reaksi ini berlangsung pada temperatur 500 - 510 °C dengan tekanan 182 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil konversi amonia ini berkisar 16,8 - 17,5 %. Komposisi keluaran ammonia synthesis converter memiliki kandungan N<sub>2</sub> 17,2%; H<sub>2</sub> 52,3%; CH<sub>4</sub> 8,71%; Ar 4,44% dengan tekanan 177,1 kg/cm<sup>2</sup> dan temperatur 458,9 °C. Temperatur keluaran yang cukup tinggi dapat membentuk steam serta memanaskan feed syngas yang akan masuk ke ammonia synthesis converter. Setelah panasnya digunakan,



---

temperatur keluaran dari ammonia synthesis converter akan menurun menjadi 91,9°C.

### 5. Refrigerasi

Proses refrigerasi ini berfungsi untuk mengubah fasa amonia dari gas menjadi cair. Sebelum memasuki unit refrigerasi, gas tersebut harus didinginkan terlebih dahulu dalam NH<sub>3</sub> converter effluent cooler hingga temperaturnya 37 °C. Unit *ammonia unitized chiller* ini berfungsi untuk mengkondensasikan gas amonia yang dihasilkan unit converter. Unit ini terdiri dari 4 macam level pendinginan dengan kondisi tekanan dan temperatur yang berbeda-beda. Pada tahap pertama memiliki temperatur 13 °C dengan tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup>g, tahap kedua memiliki temperatur -1 °C dengan tekanan 4,3 kg/cm<sup>2</sup>g, tahap ketiga memiliki temperatur -13 °C dengan tekanan 2,8 kg/cm<sup>2</sup>g, tahap terakhir memiliki temperatur -33 °C dengan tekanan 1,1 kg/cm<sup>2</sup>g.

Proses refrigerasi ini terdiri dari beberapa unit yaitu compressor, refrigerant condensor, evaporator, dan flash drum. Gas amonia ini didinginkan dengan ammonia refrigerant. Gas produk yang didinginkan akan dimasukkan ke bagian annulus sedangkan refrigerantnya akan masuk ke setiap ruang chiller. Pada bagian annulus gas amonia akan berubah fasa menjadi cair dan keluar di ujung pipa. Hasil keluaran dari unit ini memiliki temperatur 17 °C dan tekanan 173,7 kg/cm<sup>2</sup>. Gas yang terkondensasi selanjutnya dipisahkan dalam ammonia separator, sedangkan gas yang tidak terkondensasi dimasukkan ke chiller yang akan berfungsi untuk mendinginkan ammonia masukkan. Gas yang tidak terkondensasi ini nantinya akan keluar dari chiller dengan temperatur 29 °C dan tekanan 182 kg/cm<sup>2</sup> dengan komposisi N<sub>2</sub> 20,44%; H<sub>2</sub> 61,74%; NH<sub>3</sub> 2,34; CH<sub>4</sub> 10,25% dan Ar 5,23%.

Gas keluaran chiller masih mengandung gas N<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> yang cukup tinggi, oleh sebab itu gas ini dapat di recycle kembali ke syn-loop melalui syngas compressor tingkat ke 4 dan sebagian ke Purge Recovery Gas Unit (PGRU). Amonia yang sudah terkondensasi dialirkan ke ammonia hot down drum untuk diturunkan tekanannya dari 183 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 17 kg/cm<sup>2</sup> sehingga kemurnian amonia meningkat. Gas



yang terdapat dalam syngas kemudian dialirkan ke low pressure ammonia scrubber di unit PGRU.

## 6. Recovery Purge Gas

*Purge gas recovery unit (PGRU)* bertugas untuk memisahkan gas H<sub>2</sub> dari gas lain sehingga dapat digunakan kembali untuk proses sintesis amonia. Proses pemisahan ini dilakukan dengan menggunakan proses membran separator atau prisma separator. Ada 4 alat dalam unit *recovery purge gas*, yaitu *High Pressure Ammonia Scrubber*; *Low Pressure Ammonia Scrubber*; *Ammonia Stripper*; *Hydrogen Recovery Unit*.

*High Pressure Ammonia Scrubber* adalah vessel berisi tiga packed bed dan distribution tray pada bagian atas setiap tray. Alat ini juga dilengkapi dengan demister pad dan pada bagian outer gas dan vortex breaker. Purge gas akan masuk melalui bagian bawah dan melewati tray serta packing yang ada. Amonia yang terdapat dalam purge gas akan diserap oleh air yang dipompa oleh 141-J. Gas yang keluar dari High Pressure Ammonia Scrubber akan bertemperatur 46 °C dan bertekanan 168 kg/cm<sup>2</sup>. Selanjutnya gas tersebut akan melewati HRU (Hydrogen Recovery Unit) dan akan dikirim ke unit 101B sebagai fuel. Larutan amonia yang keluar dari bagian bawah High Pressure Ammonia Scrubber akan bergabung dengan aliran dari Low Pressure Ammonia Scrubber melewati 141-C menuju ke Ammonia Stripper.

Unit selanjutnya adalah Low Pressure Ammonia Scrubber. Alat ini berbentuk vessel yang terdiri dari empat buah packed bed dengan distribution tray pada bagian atas dan demister pad pada bagian outlet gas dan vortex breaker. Flash gas sebagai umpan akan masuk melalui bagian bawah yang kemudian akan naik ke bagian atas dan akan diserap oleh cairan dari hasil bottom ammonia stripper yang sudah didinginkan. Air penyerapan melewati 4 buah packed bed. Gas hasil keluaran atas alat ini akan bertemperatur 37 °C dan bertekanan 7,5 kg/cm<sup>2</sup>, lalu akan menuju 101-B sebagai fuel. Cairan yang keluar pada temperatur 57 oC dan akan dipompa hingga 156 °C lalu akan masuk ke Ammonia Stripper dan hasil keluaran unit Low Pressure Ammonia Scrubber akan memiliki kadar NH<sub>3</sub> sebesar 12-15 %.



Ammonia Stripper berbentuk vessel dengan tiga buah packed bed. Packed bed ini dilengkapi demister pad pada bagian outlet gas dan vortex breaker. Aliran feed dari High Pressure Ammonia Scrubber dan Low Pressure Ammonia Scrubber akan dipanaskan menjadi 156 °C dengan larutan yang keluar dari bottom ammonia stripper. Larutan ini selanjutnya akan masuk ke bagian atas Ammonia Stripper tower. Larutan NH<sub>3</sub> encer akan turun ke bawah dan berkontak dengan aliran stripping steam dari reboiler. Pada bagian bottom tray dilengkapi dengan trapout pan ke reboiler. Air yang tertinggal akan overflow ke bottom tower yang di recycle ke High Pressure Ammonia Scrubber dan Low Pressure Ammonia Scrubber. Uap ammonia dari stripper akan dikondensasi oleh kondensor. Unit terakhir adalah Hydrogen Recovery Unit. Unit ini terdiri dari feed gas heater dengan menggunakan LPS sebagai media pemanas, dua buah prisma separator pada tingkat satu dan tujuh prisma separator pada tingkat kedua. Bentuk dari prisma separator adalah shell and tube heat exchanger dengan serat membran berjumlah kurang lebih 100000 buah. Serat yang ada berupa silinder berlubang yang terbuat dari polimer Polysulfone. Gas dengan permeabilitas yang tinggi dapat berdifusi ke dalam serat dan masuk ke pori lalu mengalir berlawanan arah dengan sisi luar (shell). Unit pemisahan akan diletakkan secara vertikal sehingga gas yang non-permeabel akan mengalir ke atas dan gas yang kaya H<sub>2</sub> yang bertekanan 168 kg/cm<sup>2</sup> akan mengambil gas H<sub>2</sub> untuk merecovery H<sub>2</sub>.

#### II.4.3 Study Case

**Soal:**

Menggunakan Software UNISIM Fluida dari reservoir, dengan tekanan 600 psia dan 120 °F mempunyai komposisi sebagai berikut:

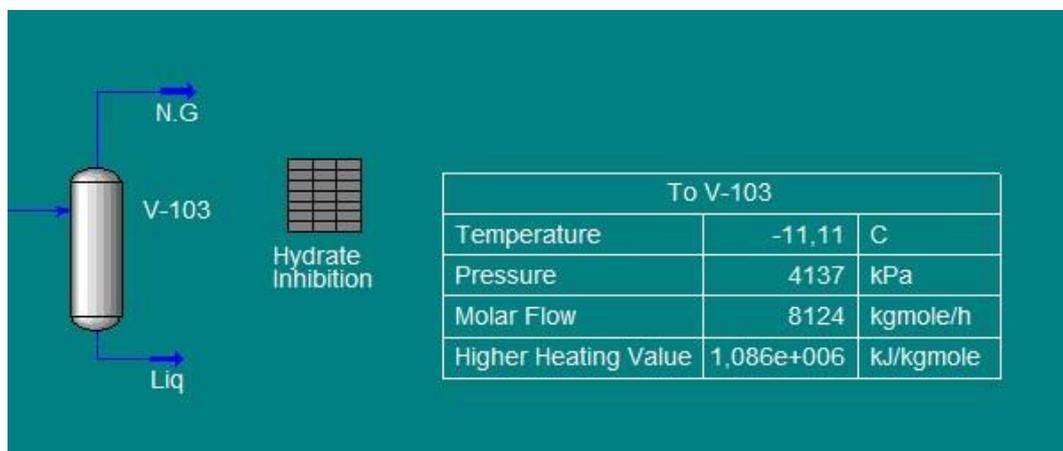
Komponen	Fraksi Mol	BTU/scf
H <sub>2</sub> S	0,0002	0
CO <sub>2</sub>	0,0735	0
C <sub>1</sub>	0,5250	1010
C <sub>2</sub>	0,1262	1769

C <sub>3</sub>	0,0511	2518
iC <sub>4</sub>	0,0205	3256
nC <sub>4</sub>	0,0151	3264
iC <sub>5</sub>	0,0007	4001
nC <sub>5</sub>	0,0005	4009
nC <sub>6</sub>	0,0002	4756
H <sub>2</sub> O	0,1872	0

- Nilai GHV dan HHV gas bumi?
- Berapa suhu hidrat pada tekanan 600 Psia?

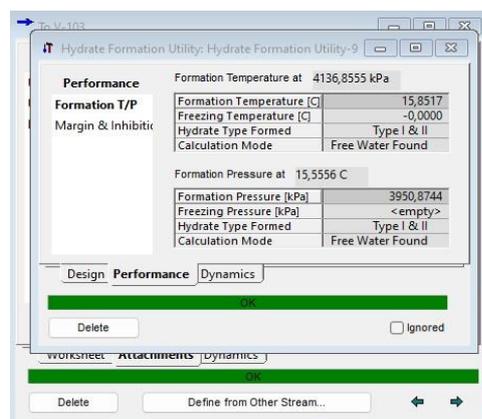
**Jawab**

- GHV dan HHV gas bumi (MMBTU/d)



Diperoleh hasil GHV atau HHV sebesar 108.600 kJ/kgmol atau 46.690 btu/lbmol

- Berapa suhu hidrat pada tekanan 600 Psia? (Unisim)





**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG**  
**PT. PETROKIMIA GRESIK**  
**DEPARTEMEN PRODUKSI IIB**



**PETROKIMIA  
GRESIK**  
Solusi Agroindustri

---

Suhu hidrat pada 600 psia sebesar 15,85°C



## II.5 Teknologi Mineral

Narasumber: Pak Toyib

### II.5.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mahasiswa mampu mengevaluasi karakteristik, proses pengolahan, dan aplikasi berbagai macam mineral sesuai dengan tipe dan pemanfaatannya secara tepat.

### II.5.2 Proses Pengolahan Mineral di PT. Petrokimia Gresik

#### 1. Phosphat Rock

Pada PT. Petrokimia Gresik batuan fosfat merupakan bahan baku untuk membuat asam fosfat. Proses ini menggunakan metode *wet process* dimana batuan fosfat sebagai bahan utama dan direaksikan menggunakan asam sulfat (sulfur). Produksi asam fosfat melalui proses basah terutama melibatkan reaksi asam sulfat dengan batuan fosfat, menghasilkan asam fosfat dan gipsum sebagai produk sampingan. Metode ini, meskipun efisien, sering mengakibatkan kontaminasi dengan berbagai kotoran, termasuk logam seperti besi, aluminium, dan kadmium, yang mempersulit pemurniannya dan membatasi aplikasinya dalam industri seperti makanan dan elektronik (Ahmed, 2021).

Batuan fosfat (*Phosphat rock*) merupakan bahan utama pada unit produksi asam fosfat PT. Petrokimia Gresik. *Phosphat Rock* yang digunakan oleh PT. Petrokimia Gresik berasal dari negara timur dengan bentuk butiran padat. Sebelum *Phosphate rock* diterima, akan dilakukan beberapa uji analisa untuk memastikan bahwa *Phosphate rock* yang diterima sudah sesuai dengan standar. Beberapa parameter kualitas *Phosphate rock* seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel II. 1 Karakteristik Phosphate Rock

Karateristik	Satuan	Syarat Mutu
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% W	Minimal 28
CaO	% W	46



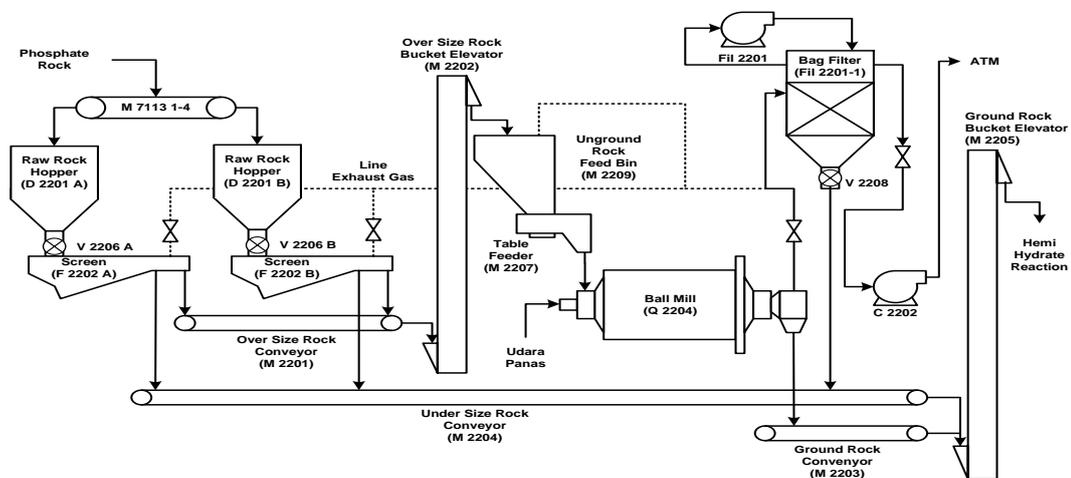
SO <sub>3</sub>	% W	1,5
SiO <sub>2</sub>	% W	2
F	% W	3
C Organik	% W	0,2
Cl	% W	0,06
Co <sub>2</sub>	% W	4,5
Kadar Air (H <sub>2</sub> O)	% W	2,5
Ukuran kristal 9 mesh	% W	Minimal 90
Ukuran Kristal 100 mesh	% W	18

Sedangkan untuk lembar data keselamatan bahan. Material ini disiapkan untuk digunakan sebagai standar atau dalam program perbandingan antar laboratorium di laboratorium analisis yang secara rutin mengatasi uranium dan plutonium. NBL mengharapkan bahwa penerima material ini mematuhi 29 CFR 1910.1200(h) yang mengharuskan para pengusaha untuk memberikan informasi dan pelatihan efektif kepada karyawan mengenai bahan kimia berbahaya di area kerjanya.

## 2. Proses Pengolahan Phosphate Rock

Area unit Handling system merupakan unit pemindahan Phospat rock dari storage (Phospat rock curah dari pelabuhan) menuju ke unit Grinding dengan belt conveyor. Phospat Rock berasal dari Mesir, Yordan, Maroko dan Peru. Area unit Grinding merupakan proses penghalusan batuan asam fosfat yang akan masuk ke dalam sistem reaksi. Proses Grinding merupakan proses penghalusan batuan asam fosfat yang akan masuk ke dalam sistem reaksi. Peralatan utama proses grinding ini adalah screen dan ball mill. Pertama batuan fosfat akan melewati screen dimana batuan dengan ukuran yang kecil dapat melewati screen. Sedangkan batuan fosfat yang tidak bisa melewati screen selanjutnya akan melewati ball mill. Batuan fosfat pada ball mill akan mengalami proses penghalusan ukuran batuan menjadi bentuk serbuk. Selanjutnya batuan fosfat halus yang berasal dari screen dan ball mill ini akan dikirimkan untuk bereaksi melalui conveyor. Keluaran proses ini adalah kehalusan dari batuan fosfat. Berikut spesifikasi ukuran batuan fosfat keluaran proses:

1. Mess – 9 : 99 % min
2. Mess – 14 : 95 % min
3. Mess – 80 : 78 % min
4. Mess – 100 : 33 % min



Gambar II. 14 Diagram grinding unit phosphate rock

### Pemilihan Alat Proses Grinding Phosphate Rock

#### 1. Belt Conveyor



Gambar II. 15 Unit Handling system (Belt Coveyor)

Sebagai alat transportasi yang bertujuan untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain, dengan jumlah yang banyak dan berkelanjutan. Di bagian Asam fosfat III A, berfungsi memindahkan Phospat Rock dari storage ke unit Grinding.

Safety Device :

- a. Pull Cord/Pull Wire Switch
  - b. Rotation Detector/ Speed Swieth
  - c. Limit Switch
  - d. Magnet Separator
  - e. Interlock System
2. Screen



Gambar II. 16 Screen F-2202 AB

Merupakan Item dengan kode F.2202-A dan F.2202-B. Bertujuan untuk memisahkan batuan fosfat undersize dan oversize di unit grinding screen berukuran 16 mesh (2mm), terdiri dari 6 segmen. Ukuran Pospat Rock oversize >2mm Kapasitas 55 ton/jam

3. Ball Mill (Q.2204)



Gambar II. 17 Ball mill Q-2204

Berfungsi untuk menghancurkan/menghaluskan material bahan baku dari Oversize menjadi Onsize dengan metode tumbukan dan gesekan antara bola-bola baja dan material Pada Q.2204 memiliki 2 segmen (segmen pertama terdapat ballcharge Diameter = 60mm dan 50mm. Dan segmen

kedua terdapat ballcharge Diameter = 40mm) Kapasitas Q.2204 adalah 25 ton/ jam

4. Hopper dan Silo



Gambar II. 18 Silo (D-2201. AB) dan Hopper 9D-7113. AB)

Memiliki nomor Item D.7113-AB (Hopper) dan Item D.2201-AB, M.2209, D.2301, D.2302 (Silo). Sebagai tempat penampungan sementara material padatan (powder) yang digunakan sebagai bahan baku sebelum masuk ke proses berikutnya. Kapasitas Silo di Unit Grinding D2201 AB = 300 m<sup>3</sup>, D.2301 = 280 m<sup>3</sup>, dan D.2302 = 6,9 m<sup>3</sup>

5. Drag Conveyor



Gambar II. 19 Drag Conveyor

Memiliki 4 Item M.2201, M.2203, M.2204, M.2309. Berfungsi sebagai alat transportasi untuk memindahkan material berbentuk powder dari satu tempat ke tempat lain dengan bantuan chain. Kapasitas Drag Conveyor M.2201 = 30 Ton/H, M.2203 = 30 Ton/H, M.2204 = 80 Ton/H, M.2309 = 100 Ton/H

6. Bucket Elevator



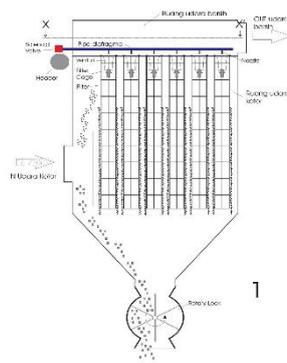
Gambar II. 20 Bucket Elevator

Bucket elevator dengan dua Item M.2202, M.2205. Berfungsi sebagai alat pengangkut material berbentuk serbuk dan butiran-butiran kecil yang ditarik oleh sabuk atau rantai tanpa ujung dengan arah lintasan yang biasanya vertikal, dan ditopang oleh casing atau rangka. Safety Device :

1. Rotation Detector/Speed switch
2. Back Stop

Kapasitas Bucket Elevator yaitu M.2202 = 30 Ton/H dan M.2205 = 110 Ton/H

7. Bag Filter



Gambar II. 21 Bag Filter

Dengan item Fil.2201. Sebagai dust collection system yaitu Pengumpul /penangkap partikel debu yang losses dari proses handling system, agar tidak menjadi polutan di udara. Dalam proses operasinya dibantu oleh Exhaust Fan. Kapasitas 500m<sup>3</sup>/minute. Di bagian asam fosfat IIIA, batasan maksimal emisi partikulatnya 200mg/Nm<sup>3</sup>

### II.5.3 Study Case



---

Analisis kandungan  $H_2O$ ,  $P_2O_5$  dan buatlah rangkuman data hasil analisa phosphate rock di PT. Petrokimia Gresik

1. Prosedur Analisa Batuan Fosfat

1. Uji kadar air ( $H_2O$ )

- 1) Cawan kosong dikeringkan pada oven pengering dan didinginkan dalam desikator
- 2) Timbang cawan kosong dengan neraca analitik
- 3) Timbang sebanyak 2 gram sampel fosfat yang telah dihaluskan kedalam cawan kosong
- 4) Timbang sampel dan dihitung persen kadar air yang hilang

2. Uji kadar  $P_2O_5$

Metoda yang digunakan adalah Photometri Ammonium Vanado Molybdate.  $P_2O_5$  bereaksi dengan Molybdo Vanadat membentuk senyawa kompleks yang berwarna kuning, photo absorbance ditetapkan dengan Spectrophotometer pada panjang gelombang 440  $\mu m$ .

- 1) Timbang sebesar 2,5 gram batuan fosfat yang telah dikeringkan
- 2) Masukkan sampel kedalam beaker 300ml dan dibasahi dengan air
- 3) Tambah 30 ml  $HCl$  1 : 1 dan 10 ml  $HNO_3$  1 : 1, tutup dengan gelas arloji dan panaskan diatas penangas listrik kurang lebih 30 menit.
- 4) Dinginkan, kemudian masukkan ke dalam labu ukur 500 ml. Tepatkan dengan air suling sampai tanda kemudian disaring. Larutan ini dipakai sebagai larutan induk untuk analisa  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $SO_3$ , dan minor komponen.
- 5) Pipet 10 ml masukkan kedalam labu ukur 100 ml. Tepatkan dengan aquadest sampai tanda.
- 6) Pipet 5 ml dari larutan tersebut di atas, kemudian masukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Tambahkan 5 ml larutan pewarna (molybdo Vanadate), kocok dan biarkan selama 10 menit.



7) Baca Absorbansi larutan dengan Spectrophotometer pada panjang gelombang 440 nm dan kadar akan terbaca secara otomatis.

## 2. Pengolahan Data Analisis Phosphate Rock

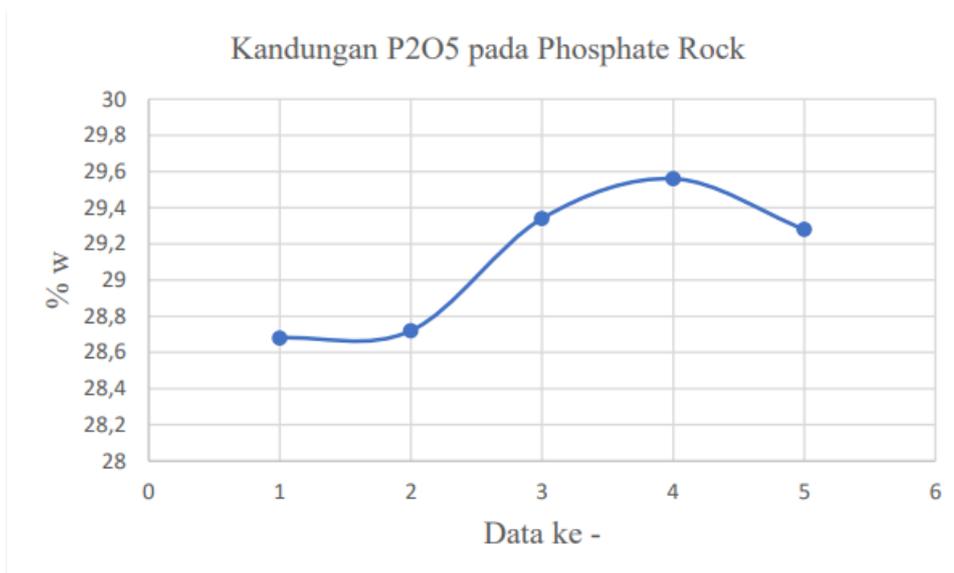
Tabel II. 2 Parameter Analisis Phosphate Rock di PT. Petrokimia Gresik

P Rock ( M.2306 )			
Parameter		Syarat	MIX
Bulk Density	gr/ml		1.579
H <sub>2</sub> O	% w	max 2.5	1.25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% w	min 28	28.80
CaO	% w	min 46	48.66
SO <sub>3</sub>	% w	max 2.0	1.98
SiO <sub>2</sub> -T	% w	min 2.0	7.08
F	% w	min3.0	3.81
Org. C	% w		0.3705
Cl	% w		0.0421
CO <sub>2</sub>	% w	4.5-6.0	4.56
P Rock ( M2306 )			Spot
Mesh -9	% w	min 90	98.09
Mesh -100	% w		19.64

Pada bagan data tersebut dapat diketahui bahwasannya parameter yang digunakan untuk pengolahan data adalah *bulk density*. Dimana untuk hasil analisa mineral dengan kadar (gr/ml ; %w) pada Air (H<sub>2</sub>O) sebesar 1,25 dengan syarat kadar max. 2,5 ; Fosfor Pentoksida (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) sebesar 28,8 dengan syarat kadar min. 28 ; Kalsium Oksida (CaO) sebesar 48,66 dengan syarat kadar min. 46 ; Sulfur Trioksida (SO<sub>3</sub>) sebesar 1,98 dengan syarat kadar max. 2 ; Silikon Dioksida (SiO<sub>2</sub>) sebesar 7,08 dengan syarat kadar min. 2 ; Fluor (F) sebesar 3,81 dengan syarat kadar min. 3 ; Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 4,56 dengan syarat kadar diantara 4,5-6 ; dan mineral yang tidak memiliki syarat kadar khusus seperti Organik Karbon (Org. C) sebesar 0,3705 dan Klorida (Cl) sebesar 0,0421. Sehingga kandungan material sudah sesuai dengan parameter yang ditentukan

Tabel II. 3 Kandungan Mineral pada Phosphate Rock

Phosphate Rock									
TGL	H2O	P2O5	CAO	SO3	SIO2-T	F	OC	CL	CO2
	% W	% W	% W	% W	% W	% W	% W	% W	% W
9/10	2.25	28.68	44.56	2.54	9.81	1.98	0.0411	0.308	4.56
11/10	1.82	28.72	46.59	2.89	3.97	2.98	0.0224	0.0380	5.14
13/10	2.11	29.34	49.27	3.57	3.20	2.87	0.0694	0.2183	5.39
16/10	1.74	29.56	45.62	1.95	9.08	2.68	0.0378	0.2104	5.23
18/10	2.52	29.28	46.13	1.74	6.14	3.50	0.0434	0.2386	3.78



Gambar II. 22 Grafik Kandungan P2O5 pada Phosphate rock

Berdasarkan gambar II.20 dapat diketahui bahwa rentang kandungan P2O5 berada pada rentang 28-30%. Hal ini telah sesuai dengan buku panduan pabrik untuk spesifikasi dari Phosphate Rock yang dikehendaki untuk pembuatan Phosphoric Acid (Thakkar J.L,1978). Grade Phosphate Rock dalam perdagangan ditentukan oleh kadar P2O5, dimana biasanya range antara 28 - 38 % P2O5. Jika di dalam Phosphate Rock mengandung 3 % P2O5, maka diperlukan 3,22 kg Phosphate Rock. Grade atau kualitas juga ditentukan oleh kadar Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (Tri Calcium Phosphate) yang biasanya disebut Bone Phosphate Of lime (BPL). Apabila kadar



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG**  
**PT. PETROKIMIA GRESIK**  
**DEPARTEMEN PRODUKSI IIB**



---

P2O5 rendah, maka akan menghasilkan banyak kerikil atau bebatuan sehingga diperlukan unit grinding, kebutuhan transport handlod dan faktor losses yang akan terjadi. Apabila ratio CaO: P2O5 semakin naik akan membutuhkan H2SO4 yang semakin banyak.



## II.6 Perancangan Proses

Narasumber: Pak Iswahyudi

### II.6.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mampu memahami dan dapat menyusun tahapan-tahapan proses produksi
2. Mampu menjelaskan deskripsi proses dari gambaran flow sheet proses
3. Mampu memahami pemilihan unit-unit operasi dan proses yang digunakan di dalam suatu industri proses kimia

### II.6.2 Perancangan Proses Produksi Pupuk Phonska di PT. Petrokimia Gresik

Produksi pupuk Phonska menggunakan bahan baku utama berupa amonia, asam fosfat, asam sulfat, KCl, ZA, dan filler. Proses ini melibatkan beberapa tahap utama, yaitu:

1. Preneutralizer (PN)
  - Bahan baku cair seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) direaksikan dalam reaktor preneutralizer untuk menghasilkan slurry yang mengandung monoammonium phosphate (MAP), diammonium phosphate (DAP), dan ammonium sulfate (ZA).
  - Reaksi eksotermis dalam PN meningkatkan suhu hingga 115–150 °C, menjaga slurry tetap cair dan homogen.
2. Granulasi
  - Slurry dari preneutralizer dicampur dengan bahan baku padat seperti KCl, ZA, dan filler di rotary drum granulator.
  - Granulasi terjadi melalui mekanisme aglomerasi dan pelapisan, menghasilkan butiran pupuk.
3. Drying
  - Granul basah dikeringkan di rotary dryer menggunakan uap tekanan rendah (LPS). Proses ini menurunkan kadar air granul hingga sekitar 1,5%.
4. Screening

- Granul disaring untuk memastikan ukuran butiran sesuai standar (-4+10 mesh). Granul yang terlalu besar dihancurkan ulang, sementara granul kecil dikembalikan ke granulator.

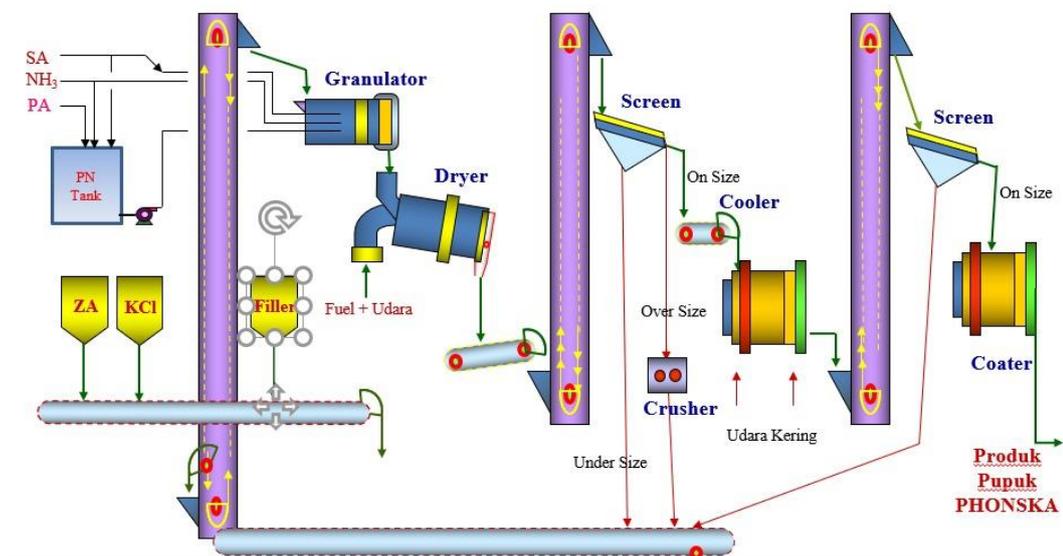
#### 5. Cooling dan Pelapisan

- Granul didinginkan di rotary cooler menggunakan aliran udara dingin untuk mencegah kerusakan selama penyimpanan.
- Proses pelapisan dilakukan untuk meningkatkan stabilitas dan mencegah aglomerasi selama transportasi.

#### 6. Pengemasan

- Granul yang sudah dilapisi dikemas menggunakan sistem otomatis sebelum didistribusikan ke pasar.

Diagram Alir Proses Produksi:



Gambar II. 23 Diagram alir proses produksi pupuk phonska

Proses produksi memanfaatkan bahan baku dengan spesifikasi berikut:

1. Amonia ( $\text{NH}_3$ ): Sumber nitrogen dengan kemurnian 99,5%.
2. Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ): Sumber fosfat dengan kadar 50%.
3. Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ): Bereaksi dengan amonia untuk membentuk ammonium sulfat



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG**  
**PT. PETROKIMIA GRESIK**  
**DEPARTEMEN PRODUKSI IIB**



4. KCl (Potassium Chloride): Sumber kalium dalam bentuk kristal dengan kadar 60%.
5. ZA (Zwavelzure Ammonia): Padatan putih sebagai sumber nitrogen.
6. Filler: Material daur ulang dari produk out-spec dan bahan tumpahan.

Bahan baku ini diumpangkan secara terkontrol menggunakan sistem hopper dan dozometer untuk memastikan proporsi yang tepat sesuai formulasi produk.

Proses produksi pupuk Phonska IV menggunakan proses kontinu karena:

1. Efisiensi waktu dan biaya  
Proses kontinu memungkinkan produksi berjalan tanpa jeda, mengurangi waktu henti.
2. Konsistensi kualitas  
Parameter proses dapat dijaga secara otomatis untuk memastikan produk sesuai spesifikasi.
3. Kapasitas tinggi  
Proses ini dirancang untuk memproduksi hingga 600.000 ton per tahun.

Struktur Input dan Output

1. Input:
  - a. Cairan: Amonia, asam fosfat, asam sulfat.
  - b. Padatan: Kalium klorida (KCl), ammonium sulfat (ZA), dan filler (produk out-spec).
2. Output:
  - a. Produk utama: Granul pupuk Phonska IV dengan ukuran -4+10 mesh.
  - b. Produk samping: Liquor hasil scrubbing yang didaur ulang.
  - c. Limbah: Gas buang dari reaktor, debu dari granulasi, dan limbah cair dari scrubber.

Penggunaan Proses Recycle dan Purge

- a. Recycle: Cairan dari scrubber yang mengandung amonium fosfat (MAP, DAP) digunakan kembali di reaktor preneutralizer.
- b. Purge: Diterapkan pada sistem udara untuk menghindari akumulasi gas yang tidak diinginkan dalam sistem.



## A. Desain Reaktor dan Unit Operasi

### 1. Pemilihan Jenis Reaktor Berdasarkan Sistem Reaksi

#### a. Reaktor Preneneutralizer (26-R-303)

Jenis Reaktor : Mix flow reactor dilengkapi pengaduk blade.

Fungsi : Mereaksikan bahan baku cair seperti amonia, asam fosfat, dan asam sulfat untuk menghasilkan slurry. Reaksi ini bersifat eksotermis.

Parameter Proses

Suhu operasi : 115–150 °C

pH : 2–4

Molar ratio (MR) : 0,65–1,1 (untuk mengontrol produk MAP, DAP, dan ZA)

Keunggulan: Reaktor ini mampu mencampur bahan secara homogen, sehingga memastikan efisiensi reaksi dan kualitas slurry.

### 2. Pemilihan Peralatan Pemisahan

#### a. Granulator Rotary Drum (22M-361)

Fungsi: Membentuk granul pupuk dengan ukuran -4+10 mesh melalui mekanisme aglomerasi dan pelapisan.

Parameter

Kecepatan putaran: 9,85 rpm.

Suhu: Menjaga kondisi termal untuk granulasi optimal.

Kelebihan: Menghasilkan granul dengan ukuran seragam.

#### b. Scrubber Unit (26-D-311AB)

Fungsi: Menghilangkan gas berbahaya dan debu dari aliran udara selama proses granulasi.

Keunggulan: Sistem ini juga mendaur ulang cairan hasil scrubbing sebagai bahan baku kembali.

### 3. Perancangan Alat Pendukung

#### a. Rotary Dryer (12-M-362)

Fungsi: Mengurangi kadar air granul dari 8–12% menjadi sekitar 1,5%.

Sumber Panas: Uap tekanan rendah (LPS).



Keunggulan: Menjaga kualitas granul dengan kadar air rendah.

b. Rotary Cooler (02-M-363):

Fungsi: Menurunkan suhu granul hingga  $<40\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk mencegah kerusakan produk selama pelapisan dan pengemasan.

c. Screening Unit (22-F-301 A/B/C/D):

Fungsi: Memisahkan granul berdasarkan ukuran (-4+10 mesh). Granul kecil dikembalikan ke proses granulasi, sedangkan granul besar dihancurkan ulang.

d. Coater

Fungsi: Melapisi granul dengan bahan pelapis seperti clay untuk mencegah aglomerasi.

### B. Pemilihan Proses Batch atau Kontinu

Proses produksi pupuk Phonska IV menggunakan proses kontinu karena:

1. Efisiensi waktu dan biaya: Proses kontinu memungkinkan produksi berjalan tanpa jeda, mengurangi waktu henti.
2. Konsistensi kualitas: Parameter proses dapat dijaga secara otomatis untuk memastikan produk sesuai spesifikasi.
3. Kapasitas tinggi: Proses ini dirancang untuk memproduksi hingga 600.000 ton per tahun.

Struktur Input dan Output

Input:

- Cairan: Amonia, asam fosfat, asam sulfat.
- Padatan: Kalium klorida (KCl), ammonium sulfat (ZA), dan filler (produk out-spec).

Output:

- Produk utama: Granul pupuk Phonska IV dengan ukuran -4+10 mesh.
- Produk samping: Liquor hasil scrubbing yang didaur ulang.
- Limbah: Gas buang dari reaktor, debu dari granulasi, dan limbah cair dari scrubber.



Proses Recycle dan Purge:

- Recycle: Cairan dari scrubber yang mengandung amonium fosfat (MAP, DAP) digunakan kembali di reaktor preneutralizer.
- Purge: Diterapkan pada sistem udara untuk menghindari akumulasi gas yang tidak diinginkan dalam sistem.

### C. Perancangan Unit Operasi

#### 1. Pemilihan Jenis Reaktor Berdasarkan Sistem Reaksi

Reaktor Preneutralizer:

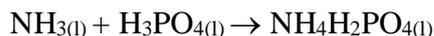
Reaktor ini berjenis mix flow, dilengkapi pengaduk blade untuk mencampur bahan cair seperti asam fosfat dan amonia.

Keunggulan:

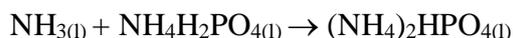
Memastikan reaksi berjalan sempurna, Konsentrasi hasil reaksi merata di seluruh bagian reaktor.

Reaksi Utama:

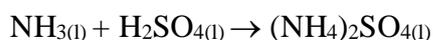
- a. Pembentukan MAP:



- b. Reaksi pembentukan DAP



- c. Reaksi pembentukan ZA cair



#### 2. Pemilihan Peralatan Pemisahan

- Scrubber Unit: Menghilangkan debu dan gas berbahaya dari udara proses.
- Screening Unit: Memisahkan granul berdasarkan ukuran (-4+10 mesh). Granul kecil dikembalikan ke proses granulasi, sedangkan granul besar dihancurkan ulang.

#### 3. Perancangan Alat Pendukung

- Rotary Dryer: Mengurangi kadar air granul hingga mencapai 1,5%. Menggunakan uap tekanan rendah (LPS) untuk efisiensi energi.



- b. Rotary Cooler: Menurunkan suhu granul untuk mempermudah proses pelapisan dan mencegah granul saling menempel.
- c. Coater: Melapisi granul dengan bahan pelapis untuk meningkatkan stabilitas produk selama penyimpanan dan transportasi.

#### D. Pemilihan Spesifikasi Peralatan

##### 1. Metode Heuristic dalam Menentukan Spesifikasi Alat

###### a. Reaktor Preneneutralizer (26-R-303):

Spesifikasi Volume: Ditentukan berdasarkan kebutuhan slurry yang akan digunakan dalam proses granulasi. Kapasitas reaktor disesuaikan dengan laju umpan bahan baku cair (amonia, asam fosfat, asam sulfat).

Material: Reaktor dibuat dari baja tahan karat (stainless steel) untuk menahan sifat korosif bahan kimia seperti asam fosfat.

Desain Pengaduk: Blade stirrer dengan kecepatan rotasi optimal memastikan homogenitas campuran.

###### b. Granulator Rotary Drum (22M-361):

Diameter dan Panjang Granulator: Ditentukan berdasarkan kapasitas produksi pupuk sebesar 600.000 ton per tahun. Panjang granulator disesuaikan untuk memastikan waktu retensi optimal granulasi.

Material: Baja karbon dilapisi anti-karat untuk ketahanan terhadap abrasi dan kondisi operasional yang berat.

Kecepatan Putar: 9,85 rpm untuk menjaga formasi granul stabil.

##### 2. Pertimbangan Efisiensi Energi dan Teknologi Ramah Lingkungan

a. Rotary Dryer: Menggunakan uap tekanan rendah (LPS) untuk pengeringan, sehingga memanfaatkan limbah panas dari proses sebelumnya.

b. Rotary Cooler: Pendinginan granul menggunakan udara, tanpa konsumsi energi tambahan seperti refrigeran.

c. Scrubber Unit (26-D-311AB): Dirancang untuk menangkap partikel debu dan gas emisi, meminimalkan pencemaran lingkungan. Cairan hasil scrubbing didaur ulang untuk mengurangi limbah cair.



### II.6.3 Study Case

#### 1. Dryer

Perbedaan suhu yang tidak terlalu signifikan pada inlet dryer dan outlet dryer menjadi permasalahan yang belum terselesaikan pada unit phonska IV PT Petrokimia Gresik. Perbedaan suhu tersebut hanyalah berselisih sebesar 10 °C, sehingga memunculkan inovasi untuk mengisolasi granulator supaya panas granulator dapat terperangkap sehingga diharapkan dapat menghilangkan atau mengganti dryer dengan tambahan cooler. Hal yang diinginkan adalah penurunan suhu yang jauh dengan kandungan air yang tersisa sedikit, sebesar 1%. Sehingga inovasi ini masih diinginkan untuk ditunjang secara teori saja karena menghitung adanya penggantian atau pengurangan alat akan memakan waktu yang cukup lama dan ditakutkan apabila dapat mengganggu operasional pabrik.

#### Solusi

##### 1. Menggunakan lapisan isolasi pada granulator

Isolasi yang digunakan adalah gypsum, karena suhu operasi 90 °C pada granulator <500 °C. Dimana data-data yang diperoleh sebagai berikut:

- Jenis granulator : Rotary Granulator
- Suhu input, K : 308
- Suhu output, K : 363
- Bahan permukaan granulator : Stainless steel 430
- Bahan isolasi granulator : Gypsum
- Tinggi granulator, m : 8
- Diameter granulator, m : 3
- Ketebalan isolasi, m (asumsi) : 0.05
- Nilai konduktivitas thermal isolasi, W/m.K : 0.25
- Nilai konduktivitas thermal granulator, W/m.K : 26

Maka, langkah-langkah perhitungan sebagai berikut

##### a. Menghitung luas permukaan granulator

$$A = 2\pi(r + t) = 2\pi(1,5 + 8) = 89.5714\text{m}^2 \dots\dots\dots (13)$$

##### b. Menghitung aliran panas di granulator



$$Q = \frac{k.A.\Delta T}{d} = \frac{0.25.89.5714.(363-308)}{3} = 24632.14287 \text{ watt} \dots \dots \dots (14)$$

c. Menghitung koef. perpindahan panas di dalam granulator menggunakan rumus aliran panas

$$Q = \frac{\Delta T}{\frac{d}{k} + \frac{1}{h}}, \text{ maka } h = \frac{Q(d.h+k)}{\Delta T.k} = \frac{(24631.14287.h+26)}{(363-308).26} = 1164.4286 \text{ W/m.K} \dots \dots (15)$$

d. Perhitungan biaya pembelian bahan isolasi

Karena bahan isolasi terbuat dari gypsum, dan jenis gypsum paling bagus untuk suhu 30 °C – 90 °C adalah gypsum asplus atau gyproc, dengan harga Rp. 75,000/m<sup>3</sup>. Maka untuk luas permukaan sebesar 89.5714m<sup>2</sup> dibutuhkan biaya sebesar Rp.2,332,589.29. Kesimpulan untuk opsi isolasi ini sebaiknya diminimalisir atau tidak digunakan karena menimbang biaya pembelian bahan isolasi yang besar, dimana biaya tersebut belum termasuk biaya instalansi listrik, instalansi pemasangan, dsb.

2. Menggunakan drying agent

Drying agent adalah bahan kimia yang dapat menyerap air secara fisik atau kimiawi dari produk. Namun, penambahan drying agent harus mempertimbangkan pengaruhnya terhadap komposisi dan kualitas produk akhir, karena ini dapat menambah komponen tak diinginkan pada pupuk. Beberapa drying agent yang umum digunakan adalah:

- a. Zeolit atau silica gel, agen ini memiliki sifat menyerap kelembaban tanpa mempengaruhi produk (Guntor, 2020)
- b. Kapur anhidrat (CaO), bisa menyerap air dari lingkungan sekitar yang mungkin membantu menurunkan kadar air dalam produk
- c. Calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>), bahan ini juga sering digunakan sebagai pengering karena memiliki afinitas tinggi terhadap air (Alfionita, 2019)

3. Mengganti dryer menjadi drying conveyor

Untuk mengurangi kadar air dari pupuk di granulator tanpa menggunakan dryer dapat dilakukan pengeringan dan pendinginan secara tidak langsung menggunakan drying conveyor. Penggunaan drying conveyor panjang



---

dengan tutup terbuka dan sirkulasi udara alami atau buatan dapat digunakan sebagai alat pengering pasif (Maulana, 2024). Berikut beberapa langkah optimalisasi dan pemanfaatan drying conveyor sebagai pengeringan:

a. Modifikasi drying conveyor

- Memperpanjang waktu paparan pengeringan di conveyor sehingga waktu kontak antara pupuk dengan pendingin lebih lama. Waktu kontak dapat diperpanjang dengan menambah panjang conveyor atau mengurangi kecepatannya
- Menambahkan kipas blower di sepanjang line laluan conveyor, sehingga kelembaban dapat dikurangi dan membantu pengeringan secara optimal
- Konfigurasi udara berlawanan arah (counter-current air flow) juga dapat meningkatkan perpindahan panas dan mempercepat pelepasan kelembaban.

b. Pemanfaatan vibrating conveyor

Mempertimbangkan penggunaan vibrating conveyor sebagai pengganti conveyor pendingin. Conveyor yang dapat bergetar akan memecah pupuk agar tidak menggumpal dan mempercepat pelepasan air

c. Kontrol lingkungan dan kelembaban udara

- Memasang dehumidifier dapat mengurangi kelembaban di area sekitar cooling conveyor sehingga dapat memaksimalkan pengeringan
- Isolasi ruang conveyor juga dapat dilakukan untuk menghindari masuknya udara lembab dari luar yang dapat meningkatkan kadar air dalam pupuk

4. Optimasi sirkulasi udara di cooler

Pada dasarnya, cooler dirancang untuk menurunkan suhu, sirkulasi udara yang sangat intensif (misalnya dengan aliran udara kering berkecepatan tinggi) bisa membantu membawa uap air keluar, meskipun efektivitasnya terbatas dibandingkan dryer.



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG**  
**PT. PETROKIMIA GRESIK**  
**DEPARTEMEN PRODUKSI IIB**



---

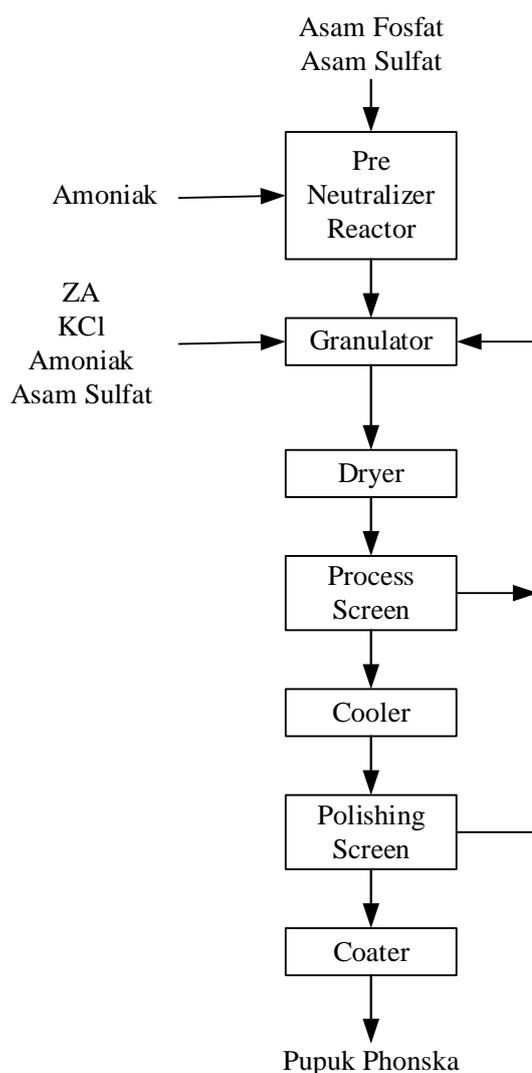
Mengganti dryer dengan solusi lain membutuhkan pendekatan yang kreatif, baik dengan penggunaan bahan kimia maupun tambahan system pemanas. Namun, menghilangkan dryer tanpa metode penggantian yang memadai akan sangat sulit dilakukan untuk mencapai kadar air dibawah 1,5% apabila hanya dari perubahan aliran atau pendinginan. Alternatif terbaik mungkin adalah memodifikasi granulator dengan system pemanas atau agen pengering. Walaupun begitu, penggantian dryer harus tetap di uji coba dampak setiap opsinya supaya tidak merusak kualitas produk di unit phonska IV PT Petrokimia Gresik.

## II.7 Praktek Kerja Lapang

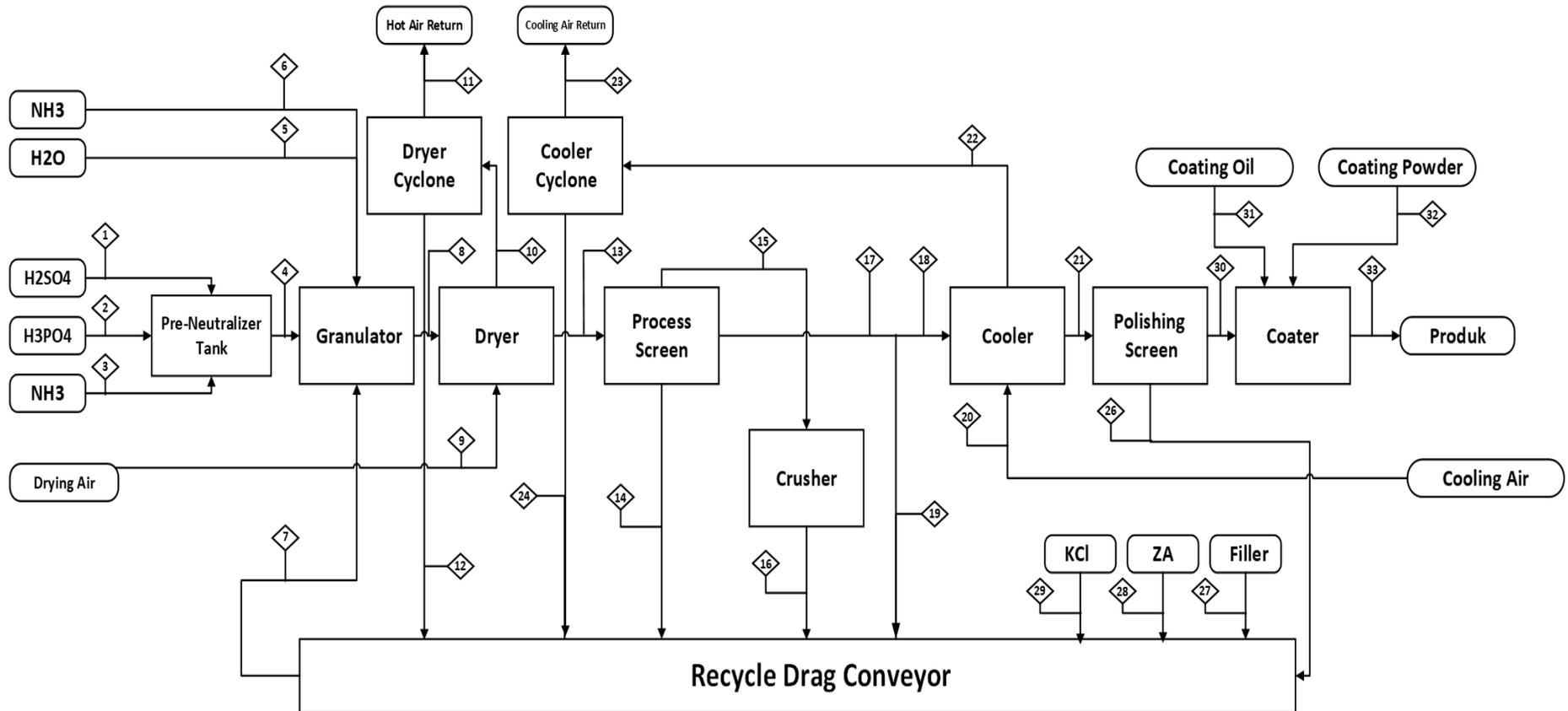
Narasumber: Pak Iswahyudi

### II.7.1 Proses Produksi Pupuk Phonska

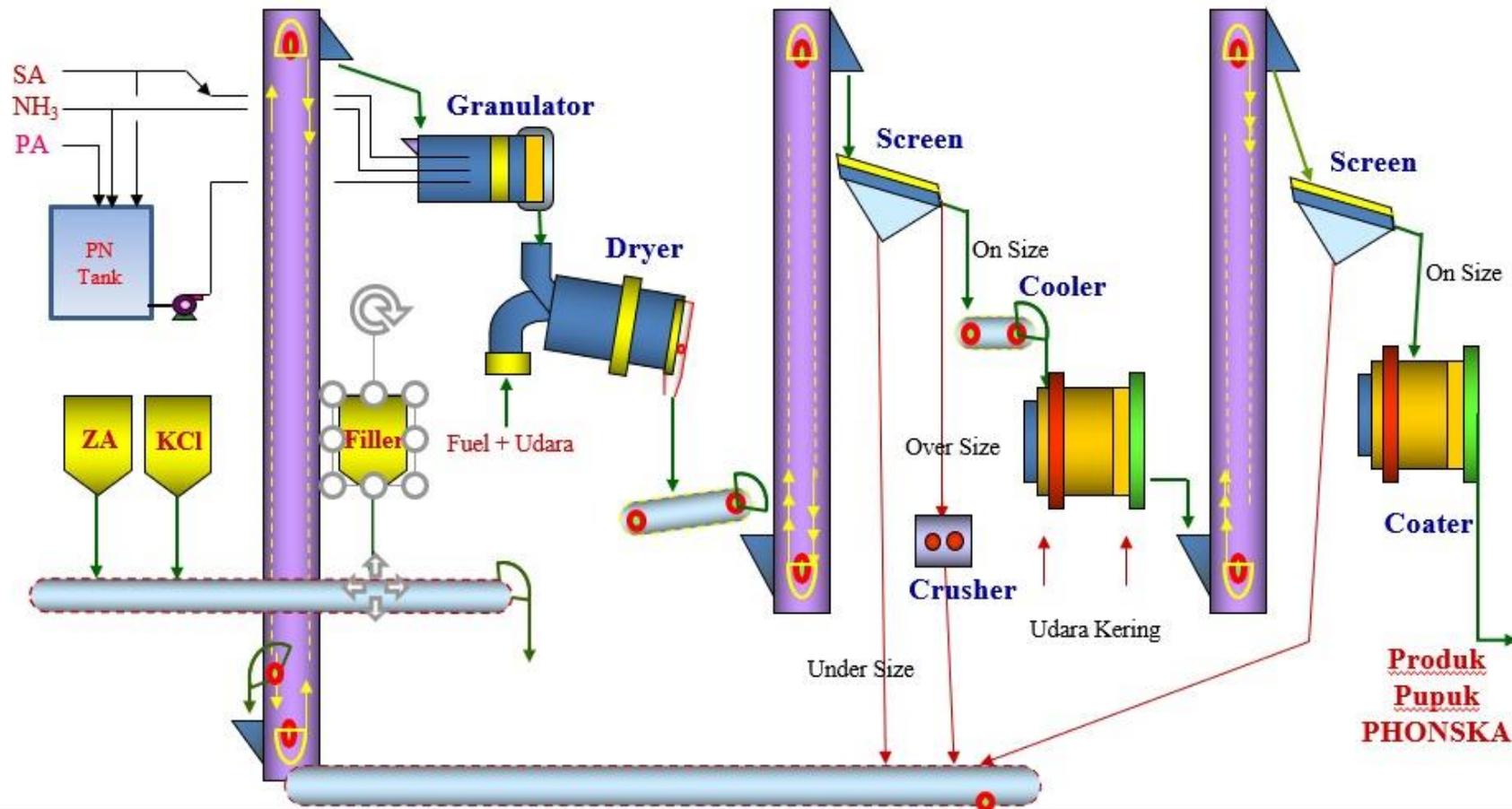
Proses Pembuatan pupuk Phonska IV menggunakan bahan baku berbentuk padatan (*solid base*) dan cairan (*liquid base*). Pada solid base pencaampuran bahan baku padat terjadi di pugmill. Sedangkan pada liquid base pencampuran/pereaksian bahan baku cair terjadi pada reaktor preneutralizer (PN). Berikut adalah diagram alir proses produksi di pabrik Phonska IV:



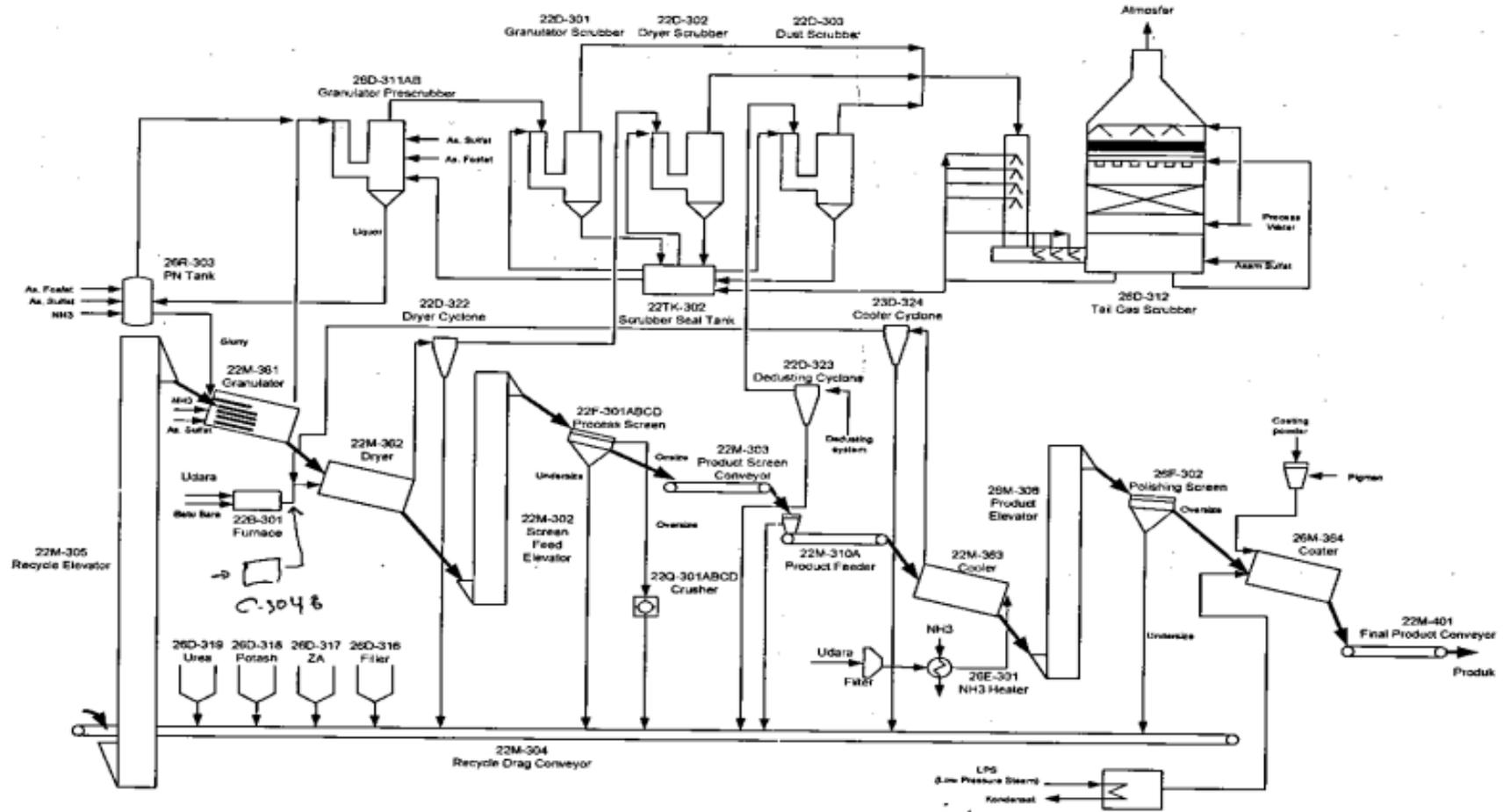
Gambar II. 24 Diagram Alir Proses Produksi di Pabrik Phonska IV



Gambar II. 25 Blok diagram alat-alat pada proses produksi pupuk phonska IV



Gambar II. 26 Process Flow Diagram Pabrik Phonska IV



Gambar II. 27 Process Flow Diagram Pabrik Phonska IV beserta kode alat

### II.7.2 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi pupuk phonska antara lain:

1. Amonium ( $\text{NH}_3$ )

Amonia ( $\text{NH}_3$ ) merupakan bahan baku dengan fase cair yang bersifat basa lemah digunakan sebagai sumber N dengan kadar 82% dan kemurnian 99,5%. Kadar N didapatkan dari rasio perbandingan antara Ar Nitrogen (N) dengan Mr Amonia ( $\text{NH}_3$ )

2. Phosporic Acid ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

Asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) merupakan bahan baku dengan fase cair yang bersifat asam lemah digunakan sebagai sumber  $\text{P}_2\text{O}_5$  dengan kadar 50% dan kemurnian 69%

3. Sulfuric Acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) merupakan bahan baku cair yang bersifat asam kuat. Asam sulfat bereaksi dengan  $\text{NH}_3$  menghasilkan Amonium Sulfat (ZA)

4. Zwavelzure Ammonia (ZA)

Amonium Sulfate (ZA) merupakan salah satu bahan yang berupa padatan berwarna putih dan memiliki tingkat kelarutan yang tinggi. ZA digunakan sebagai sumber N dengan kadar 21%.

5. Potassium Chloride (KCl)

Kalium klorida (KCl) merupakan bahan baku yang berbentuk kristal. KCl digunakan sebagai sumber  $\text{K}_2\text{O}$  dengan kadar 60%.

6. Filler

Filler terdiri dari gabungan beberapa produk yang tumpah dan produk outspec yang dihasilkan dari proses produksi.

Bahan penunjang yang digunakan untuk memproduksi pupuk Phonska antara lain:

1. Coating Oil

2. Coating Powder

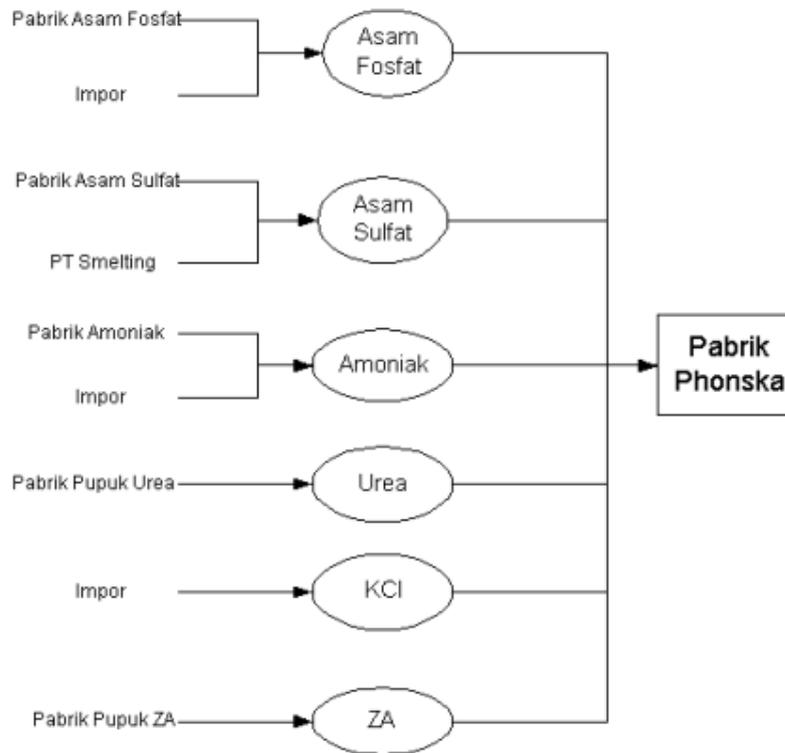
3. Pigmen

### II.7.3 Uraian Proses Produksi Pupuk Phonska di PT. Petrokimia Gresik

1. Persiapan bahan baku

Struktur masukan bahan baku utama dalam pabrik Phonska IV disajikan

pada gambar di bawah ini :



Gambar II. 28 Struktur masukan bahan baku utama Phonska IV

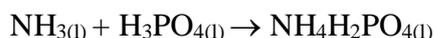
Bahan baku utama yang digunakan untuk memproduksi pupuk Phonska adalah Asam Fosfat, KCl, Urea, ZA, Amoniak, Asam Sulfat, dan Filler. Bahan baku padat dari gudang penyimpanan dikirim ke pabrik Phonska IV melalui konveyor. Dari konveyor masuk ke dalam Alat Hopper. Terdapat empat hopper di pabrik ini, dimana tiap hopper berisi bahan baku padat berupa KCl, ZA, dan filler. Setelah masing-masing bahan baku diumpankan dari hopper, kemudian masuk ke dozometer untuk mengatur perbandingan masing masing bahan baku. Dozometer mengatur perbandingan secara otomatis oleh kontroler yang diatur oleh operator dari ruang CCR. Perbandingan bahan baku tergantung dari formula produk yang akan diproduksi. Setelah perbandingan bahan baku diatur oleh dozometer, semua bahan baku dilewatkan di drag konveyor sebelum masuk alat selanjutnya

## 2. Preneutralizer (PN)

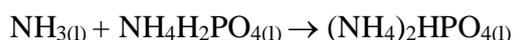
Di PN terjadi percampuran atau pereaksian bahan baku cair antara asam sulfat dan asam fosfat. Selain kedua bahan tersebut terdapat umpan berupa liquor hasil bawah dari pre-scrubber yang didalamnya terdapat kandungan asam fosfat,

MAP, dan sedikit NPK. Hasil pencampuran bahan baku cair akan menghasilkan slurry yang mengandung MAP, DAP, dan ZA cair. Berikut adalah reaksi pembentukannya:

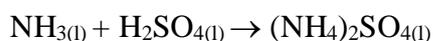
1. Reaksi pembentukan MAP



2. Reaksi pembentukan DAP



3. Reaksi pembentukan ZA cair



Reaksi pertama menghasilkan garam yang bersifat netral, karena reaktannya terdiri dari basa lemah dan asam lemah. sedangkan reaksi nomor 2 menghasilkan garam yang bersifat asam, karena reaktannya terdiri dari basa lemah dan asam kuat. Adapun Parameter yang harus diperhatikan ketika produk slurry sudah keluar dari reaktor, antara lain:

Suhu: 115 °C - 150 °C

PH : 2-4 (dengan suhu optimal 120 °C)

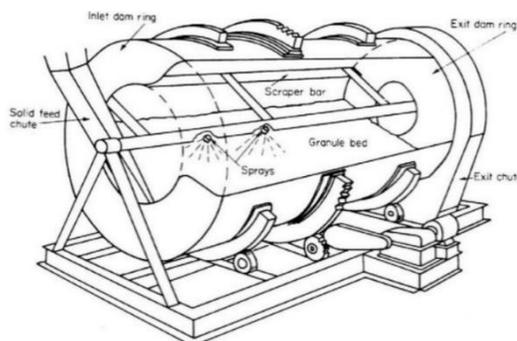
MR : 0,65- 1,1 (dengan good point 0,7-0,9)

SG : 1,4 – 1,55

Pada preneutralizer ini digunakan reaktor mix flow dengan menggunakan jenis pengaduk blade. Pengaduk mempunyai 2 sirip yang berada di bagian bawah dan tengah pengaduk. Tujuan penggunaan reaktor mix flow ini agar reaksi yang terjadi berjalan dengan sempurna atau dengan asumsi konsentrasi hasil reaksi pada setiap titiknya sama. Pre Neutralizer memiliki pengontrol laju alir fosfat asam sulfat dan amoniak cair. Asam ini dicampurkan dengan asam fosfat konsentrasi tinggi. Air proses kadang-kadang juga ditambahkan untuk mengencerkan asam fosfat tersebut. Untuk melengkapi proses netralisasi asam agar mencapai nisbah N/P 1,8 (tergantung grade yang diinginkan), dan/atau untuk menetralkan asam sulfat yang diumpankan ke dalam granulator, dipasang ammoniation system sparger. Jenis sparger yang digunakan adalah ploughshare yang dipasang di dasar granulator, sehingga amoniak yang terbawa ke dalam scrubber dapat diminimalkan. Penggunaan amoniak cair dilakukan untuk memudahkan pengontrolan temperatur

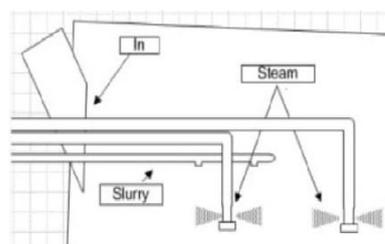
pada granulator. Pengontrolan temperatur ini sangat penting produk yang diinginkan memiliki kandungan urea yang tinggi. Produk keluar dari granulator dengan kandungan NPK yang sesuai.

### 3. Proses Granulasi (Granulator (22M-361) Rotary Drum)



Gambar II. 29 Skema *Rotary Granulator*

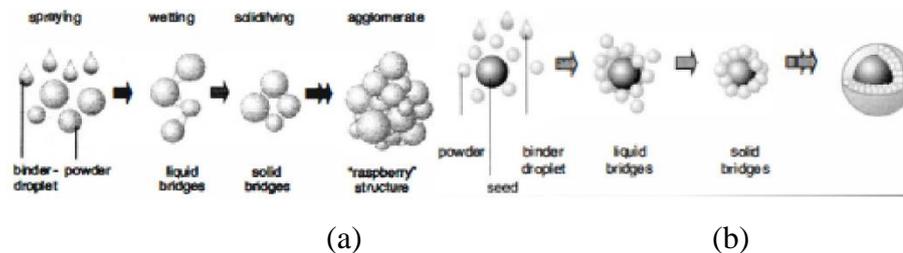
Bahan baku yang telah dipreparasi dan telah melewati drag konveyor selanjutnya akan masuk ke bucket untuk diumpankan ke dalam granulator. Pada proses granulasi perlu ditambahkan steam dan slurry kedalam granulator untuk membantu terbentuknya granul. Steam yang diumpankan ke dalam granulator menggunakan *nozzle* yang bertekanan 6-7 kg/cm<sup>2</sup>, jika dilihat pada steam table suhunya sekitar 164,167°. Sedangkan slurry yang diumpankan didapatkan dari proses scrubbing debu menggunakan air.



Gambar II. 30 Nozzle Steam dalam Granulator

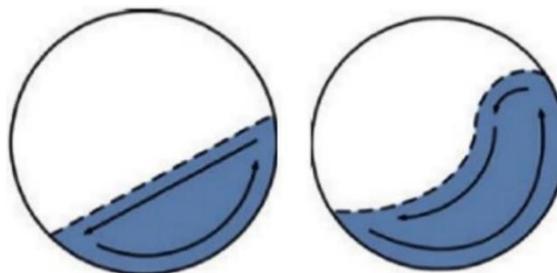
Proses terjadinya granulasi pada konsepnya terjadi 3 proses utama, yaitu proses inisiasi, proses aglomerasi/akresi, dan proses breakage (Walker, G.M., 2007). Proses inisiasi ini berlangsung ketika bahan baku dihomogenkan dimana bahan baku masih berupa butiran halus. Butiran halus inilah yang akan menjadi inti granul. Sedangkan Clay berfungsi sebagai binder. Proses aglomerasi merupakan proses menyatunya inti granul menjadi granula yang lebih besar dengan bantuan binder. Sedangkan akresi merupakan proses terbentuknya granul yang dilapisi layer

pada inti granul secara bertahap. Yang terakhir adalah proses breakage merupakan proses rusaknya granula yang disebabkan tingginya kadar air dalam granula. Kadar air yang terkandung dalam granula sekitar 4,5%.



Gambar II. 31 (a) Proses Aglomerasi, (b) Proses Akresi

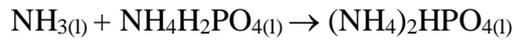
Proses granulasi ini juga dibantu oleh desain mekanis granulator bagian dalam yang berbentuk sudu sudu. Ada 3 sudu sudu yang ada di dalam granulator. Jadi produk yang berputar melewati granulator akan berputar mengikuti granulator dan akan jatuh sebanyak 2 kali hingga membentuk granula. *Rotary Granulator* ini dirotasikan dengan kecepatan putaran sebesar 9,85 rpm secara horizontal agar terjadi proses *rolling* dan *cascading*.



Gambar II. 32 Proses *Rolling* dan *Cascading*

Bahan baku berupa padatan seperti Kalium Klorida (KCl), Amonium Sulfat (ZA), dan filler (produk tumpahan dari setiap unit proses yang ada). Serta bahan baku yang berupa cairan seperti Amonia ( $\text{NH}_3$ ), dan Slurry dari hasil Preneutralizer Tank (*Mono Ammonium Phosphate*) akan dimasukkan ke dalam granulator untuk dibentuk menjadi butiran padatan/granulasi pada proses pembuatan pupuk phonska IV. 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 digunakan pada unit produksi pupuk phonska IV adalah jenis rotary drum granulator dengan memperhatikan dari bahan utama sebagai inti,

bahan pengikat (binder) kelembaban (steam yang berasal dari LPS), dan putaran dari granulator, serta dilakukan proses granulasi secara kontinyu. Pada granulator sendiri akan terbentuk Di ammonium phospate (DAP) dari Mono ammonium phosphate (MAP) dan Amonia (NH<sub>3</sub>)

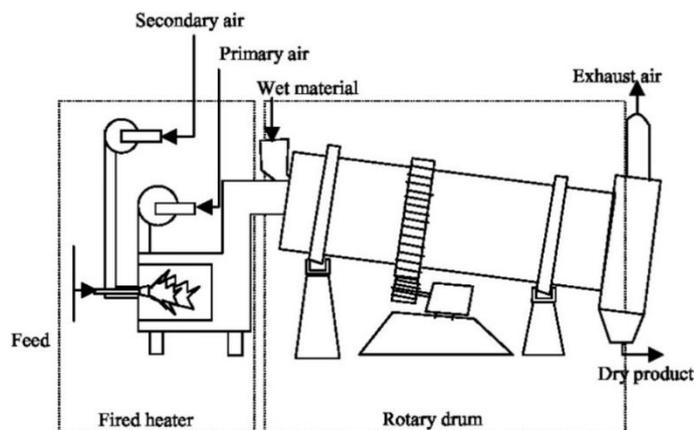


Adapun parameter-parameter yang harus diperhatikan ketika produk granul sudah keluar dari granulator, antara lain:

1. MR (pengujian oleh unit laboratorium) : 1,2
2. PH (pengujian oleh unit laboratorium) : 6
3. Temperatur produk (pengujian oleh operator): 80-85 °C
4. Bentuk butiran (pengujian oleh operator) : tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah serta ukuran butiran yang tidak terlalu kecil.

Adapun pengendalian yang dilakukan jika produk yang dihasilkan tidak sesuai, seperti pemakaian slurry dan steam yang harus dikurangi jika produk yang dihasilkan cenderung berbentuk besar-besar dan cenderung basah serta pemakaian steam dan slurry yang harus dlebihkan jika produk yang dihasilkan cenderung berbentuk kecil-kecil dan kering. dan jika produk yang dihasilkan masih kecil-kecil maka bisa ditambahkan bahan pengikat (binder). Setelah dari proses granulasi di alat granulator, selanjutnya produk dilewatkan ke belt konveyor dan diumpankan ke dryer untuk proses pengeringan.

#### 4. Proses Drying (Dryer Rotary Drum (22M-362))



Gambar II. 33 Skema *Rotary Dryer*

Proses pengeringan produk ini dilakukan setelah produk berubah bentuk

menjadi granul. Di dalam rotary dryer, granula akan dikeringkan menggunakan udara panas yang dihasilkan dari pembakaran udara di furnace. Udara yang digunakan adalah udara lingkungan yang didorong dengan blower. Udara dari lingkungan akan dibawa menuju untuk dipanaskan menggunakan api dari furnace. Temperatur inside furnace antara 400 – 450 °C. Bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran adalah batu bara.

Dalam proses pengeringan di rotary dryer ini menggunakan aliran *co-current* (aliran udara searah dengan aliran produk). Hal ini dikarenakan di inlet rotary dryer terdapat knocker atau pemukul untuk mencegah produk yang masih mengandung air melekat di dinding rotary dryer. Didalam dryer ini juga terdapat sudu-sudu agar granula semakin sering terkontak dengan udara panas. Sudu di inlet dryer berbentuk lurus, tetapi semakin mendekati outlet dryer semakin membentuk sudut.



Gambar II. 34 Sudu didalam *Rotary Dryer*

Temperatur udara panas pada inlet dryer berkisar antara 400 °C dan suhu produk yang keluar dari dryer berkisar antara 86 °C. Udara panas bercampur debu dari dryer akan disedot menggunakan blower dan masuk kedalam siklon (*dedusting system*) untuk dipisahkan antara fly ash dan bottom ash. Bottom ash akan dikembalikan kedalam proses melalui drag konveyor sebagai binder dan fly ash akan masuk ke *scrubbing system* dan untuk di scrub menggunakan air proses sebelum dibuang ke atmosfer. Setelah Produk keluar dari rotary dryer kemudian masuk ke dalam bucket apron untuk diumpankan ke cooler.

##### 5. Proses *Screening* (22F-301A/B/C/D)

Pada proses *screening* di *polishing screen* berfungsi untuk memisahkan produk berukuran *onsize* dan *undersize*. Produk yang lolos screen berukuran *undersize* direcycle kembali ke granulator. Ukuran *undersize* adalah -10 mesh,

ukuran *oversize* adalah +4 mesh, sedangkan ukuran *onsize* adalah -4 mesh dan +10 mesh. Produk yang berukuran *onsize* menuju ke alat selanjutnya yaitu coater. Perbandingan antara *recycle* dengan produk menyesuaikan formulasi dari produk. Biasanya digunakan perbandingan 2:1 untuk produk phonska. Produk yang *direcycle* bertujuan agar sebagai bibit untuk proses granulasi.

#### 6. Proses Cooler (22-M-363)

Salah satu tujuan proses cooling produk yaitu untuk mencegah melting pada urea, sehingga urea akan segera membeku dan suhu produk menurun. Hal ini juga dapat mencegah terjadinya penggumpalan atau penempelan material pada peralatan proses selanjutnya. Proses pendinginan produk di rotary cooler diawali dengan mengumpulkan produk granul kering melalui inlet rotary cooler. Di pabrik Phonska IV, produk granul kering didinginkan dalam cooler menggunakan udara lingkungan yang dialirkan menggunakan blower berkapasitas 50.000 m<sup>3</sup>. Proses Pendinginan di pabrik Phonska IV menggunakan udara lingkungan yang dilewatkan ke heat exchanger chiller. Suhu udara lingkungan di area pabrik berkisar sekitar antara 27°C – 33°C. Proses pendinginan pada Rotary cooler dilakukan dengan melewati udara secara *counter current* (berlawanan arah dengan aliran padatan) menggunakan cooler fan.

Udara yang bercampur debu dari cooler akan dihisap menggunakan blower dan masuk ke dalam siklon (*dedusting system*) untuk dipisahkan antara fly ash dan bottom ash. Bottom ash akan dikembalikan ke dalam proses melalui drag konveyor sebagai binder dan fly ash akan masuk ke *scrubbing system* untuk di scrub menggunakan air proses sebelum dibuang ke atmosfer. Setelah proses pendinginan di cooler maka produk akan dilewatkan belt konveyor dan bucket elevator untuk masuk ke dalam proses screening pada alat screen.

#### 7. Proses Polishing Screen

Pada proses screening dilakukan pengayakan (pemisahan ukuran *oversize*, *undersize*, dan *onsize*). Screen didesain secara double deck. Pada screen produk yang berukuran *oversize* akan langsung dialirkan menuju Crusher untuk diperkecil ukurannya dan akan dikembalikan ke proses melalui drag konveyor sebagai binder.

Produk yang lolos dari double deck screen berukuran *onsize* akan langsung

di alirkan ke cooler untuk dilakukan pendinginan.

### 8. Proses *Coating* (pelapisan)

Produk yang masuk ke dalam coater akan dilapisi dengan *coating agent*. Pelapisan ini diperlukan terutama untuk formulasi yang menggunakan urea karena sifatnya higroskopis yang dapat menyebabkan *caking*. Proses *caking* merupakan fenomena yang terjadi ketika pupuk dengan karakteristik higroskopis menyerap uap air dan terjadi penggumpalan. Tujuan pelapisan pada permukaan granul adalah untuk meminimalisir kandungan uap air yang tidak terserap optimal sehingga produk tetap kering selama didalam kantong.

Ada beberapa jenis *coating agent* yang digunakan seperti *coating oil* yang berbasis minyak dan *coating powder*. Menggunakan *coating agent* berbasis minyak karena lebih tahan mencegah penggumpalan. Selain itu, ditambahkan pigmen berwarna merah khusus pupuk bersubsidi yang berfungsi sebagai penanda produk phonska bersubsidi.

### 9. Proses *Bagging* (Pengantongan)

Produk NPK yang telah keluar dari Coater akan disalurkan ke hopper bagging yang dilengkapi dengan level indikator melewati konveyor. Produk phonska dalam hopper akan dikantongi dengan berat perkantong mencapai 50 kg yang diukur dengan menggunakan *bagging machine*, kemudian dijahit dengan sewing machine, dan dialirkan dengan konveyor menuju ke pallet. Kantong produk yang sudah di pallet kemudian disimpan di gudang penyimpanan sementara sebelum didistribusikan ke konsumen.

### 10 Proses Penyerapan (Scrubber Unit)

Penyerapan Udara kotor (*scrubber unit*) harus dilakukan di setiap komponen alat produksi untuk meminimalisir debu dan senyawa-senyawa toksik yang dapat menyebabkan kerugian untuk para pekerja maupun lingkungan sekitar. Udara yang dihisap dengan blower dari alat akan langsung masuk ke dalam tail scrubber. Udara yang dihisap akan masuk ke siklon separator untuk memisahkan fly ash dan bottom ash. Fly ash pada siklon akan masuk ke dalam tail scrubber yang akan di spray dengan air. Bottom ash akan masuk drag konveyor dan direcycle kembali. Air dari scrbber tower akan masuk ke dalam bak scrubber pit kemudian

diaduk menggunakan pit agitator. Sebagian air slurry di bak akan dipompa menggunakan pump untuk dialirkan ke proses granulasi sebagai pembantu proses granulasi. Kemudian air yang telah bebas dari slurry akan ditampung dalam bak guna dialirkan sebagai neutralizer water.

#### II.7.4 Study Case

Pada tangki pneutralizer terjadi proses reaksi antara asam sulfat, ammonia, dan sludge (liquor asam fosfat). Pada reaksi tersebut menghasilkan produk slurry yang nantinya akan diumpukan ke granulator untuk membantu proses granulasi. Semakin banyak slurry yang diinjeksikan maka semakin cepat untuk dapat membantu proses granul apabila panas yang di dapat pada proses sesuai dengan kondisi operasi. Namun, apabila panas tidak sesuai dengan kondisi operasi, maka banyaknya injeksi slurry dapat menyebabkan caking atau penggumpalan pada granulator. Untuk itu, diperlukan untuk diketahui berapa massa senyawa dan panas reaksi dalam proses tangki pneutralizer untuk dapat mengetahui berapa input yang akan masuk kedalam granulator. Oleh, karena itu, dibuatlah neraca massa dan neraca panas untuk membantu dalam memperkirakan besarnya massa dan panas output produk dari pneutralizer.

#### Solusi

Pada *pneutralizer tank* dilakukan perhitungan neraca massa dan neraca panas untuk mengetahui besaran input massa produk maupun panas reaksi yang digunakan. Salah satu manfaat diketahuinya perhitungan neraca massa dan neraca panas adalah dapat memperkirakan secara sistematis keluaran produk yang diinginkan, juga dapat mempertimbangkan rate produk terhadap kondisi operasi yang ada. Berikut adalah neraca massa dan neraca panas dari *pneutralizer tank*.

##### a. Neraca Massa

Diketahui konversi sebesar 95%, maka diketahui data sebagai berikut:

Tabel II. 4 Neraca Massa pada Pneutralizer Tank

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Komponen	Massa (kg/jam)	Komponen	Massa (kg/jam)
NH <sub>3</sub>	533	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	183.6665
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2300	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2943.7796



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
DEPARTEMEN PRODUKSI IIB



PETROKIMIA  
GRESIK  
Solusi Agroindustri

H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	164.6937	H <sub>2</sub> O	24.6094
H <sub>2</sub> O	24.6094	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	8.2347
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	115
		NH <sub>3</sub>	1.3325
		Loses	254.3196
Total	3022.3031	Total	3022.3031

Maka dari hasil perhitungan neraca massa tangki pneutralizer didapatkan sebesar 3022.3031 kg/jam

Tabel II. 5 Neraca Panas pada PneutralizerTank

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Komponen	$\Delta H(\text{kcal/jam})$	Komponen	$\Delta H(\text{kcal/jam})$
NH <sub>3</sub>	-11726	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	6106.911769
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12650	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	114660.2142
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	905.8154375	H <sub>2</sub> O	2334.152924
H <sub>2</sub> O	123.0470291	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	336.3869147
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12017.5
		NH <sub>3</sub>	139.24625
		$\Delta H$ Reaksi	-976440147.9
		Q Serap	976314263.1
Total	1952.862467	Total	1952.862467

## II.8 Etika Bermasyarakat, Manajemen Resiko, Pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM)

Etika bermasyarakat, manajemen risiko, dan pengembangan sumber daya manusia (SDM) merupakan aspek penting yang saling terkait untuk memastikan operasi yang aman, efisien, dan bertanggung jawab. Etika bermasyarakat menuntut perusahaan untuk menjaga keselamatan pekerja dan masyarakat, meminimalkan dampak lingkungan, serta berkomunikasi secara transparan tentang produk dan potensi risiko. Manajemen risiko menjadi kunci dalam mengidentifikasi, menganalisis, serta mengendalikan bahaya seperti kebakaran, kebocoran bahan berbahaya, dan ledakan, melalui sistem pengendalian yang efektif dan pemantauan berkala. Di sisi lain, pengembangan SDM mencakup peningkatan kompetensi teknis, pemahaman terhadap protokol keselamatan, serta pengembangan soft skills seperti komunikasi dan kerja tim yang mendukung budaya kerja inovatif. Keterlibatan dalam kegiatan non-akademik, seperti kepanitiaan acara bertema lingkungan, simulasi tanggap darurat, serta pelatihan kepemimpinan, memperkuat kemampuan peserta untuk menghadapi tantangan industri dengan integritas, keterampilan problem-solving, dan tanggung jawab sosial yang kuat.

Selama pelaksanaan magang industri di PT. Petrokimia Gresik, tidak hanya mengikuti kegiatan secara akademik saja, namun juga kegiatan non-akademik yang diselenggarakan oleh PT. Petrokimia Gresik. Kegiatan tersebut tentu saja memberikan pengalaman tersendiri serta melatih soft skill terutama dalam bersosialisasi maupun berkomunikasi terhadap setiap kegiatan yang ada. Berikut kegiatan non-akademik lainnya yang sudah dilakukan di PT. Petrokimia Gresik.

### 1. Peserta Terbaik Induksi PT. Petrokimia Gresik 2024



Kegiatan induksi adalah serangkaian kegiatan pengenalan PT. Petrokimia Gresik oleh departemen SDM, yang dilaksanakan selama 3 hari secara daring terhitung mulai tanggal 2 – 5 September 2024. Pada kegiatan induksi ini diawali dengan peraturan magang, peraturan K3, keamanan industri hingga pengambilan kartu identitas (KIKP). Setiap pertemuan dalam 3 hari tersebut diadakan quiz sebagai tolak ukur pengetahuan umum terhadap para peserta magang. Keaktifan dalam bertanya dan menjawab baik secara tim maupun individu adalah sebagai salah satu aspek penilaian dalam nominasi peserta terbaik. Peserta terbaik diambil 3 dari 250 peserta untuk kemudian mendapatkan hadiah e-money dari PT. Petrokimia Gresik.

## 2. Pagelaran Wayang HUT PG 52



Dalam perayaan hari jadi PT. Petrokimia Gresik yang ke-52 pada tanggal 10 Juli dilakukan serangkaian kegiatan, salah satu acara puncaknya adalah pagelaran wayang yang dilaksanakan pada tanggal 13 September 2024. Pada acara tersebut terdapat *guest-star* yaitu Irene ghea, sebagai sinden dalam acara. Acara pagelaran wayang dilaksanakan mulai pukul 19.00 hingga 03.00 dini hari tanggal 14 September 2024 bertempat di GOR Petrokimia Gresik. Dalam acara tersebut, berkesempatan untuk mendapat kepercayaan sebagai LO Irene ghea bersama pak Hengky dari departemen produksi II B. Tugas dari LO sendiri adalah sebagai saran informasi dari panitia terhadap *guest-star* dan memastikan keperluan *guest-star* sudah berjalan dengan baik.

### 3. Archery Perpatri Cup



Archery Perpatri Cup adalah kegiatan seleksi panahan yang dilaksanakan di lapangan panahan GOR Petrokimia Gresik. Pada acara perpatri ini, berkesempatan untuk menjadi MC acara, yang dilaksanakan pada tanggal 28 September 2024. Selain menjadi MC acara juga membantu menjadi scorer/penilai. Sebagai scorer harus menilai berapa poin yang didapatkan peserta sesuai dengan lemparan panahan pada papan panahan. Acara tersebut diadakan untuk mencari perwakilan peserta panahan tiap region.

### 4. Bedah Inovasi Batch 1-4



Pada PT. Petrokimia Gresik dilaksanakan kegiatan bedah inovasi, kegiatan ini bertujuan sebagai wadah para karyawan untuk menuangkan inovasi mereka menjadi suatu pemecahan masalah di industri. Kegiatan ini dilakukan selama 2 minggu, dan terdapat 4 batch pada tanggal 9-16 November 2024. Pada kegiatan ini berkesempatan untuk menjadi MC bersama pak Soni dari kompartemen IIA dan operator acara. Adanya kegiatan bedah inovasi, guna menjaring ide dari para inovator karyawan

PT. Petrokimia Gresik untuk kemudian dilombakan ke tingkat selanjutnya yaitu SS atau Gio, untuk kemudian apabila lolos dapat dilanjutkan hingga tingkat internasional bahkan dapat dipatenkan.

#### 5. HARKODIA 2024



Sebagai perayaan HARKODIA 2024 (Hari anti korupsi sedunia) maka PT. Petrokimia Gresik mengikuti acara perlombaan tersebut pada tanggal 12 Desember 2024, salah satunya pada kompartemen II. Pada lomba tersebut saya turut serta untuk menjadi talent dalam video tersebut. Konsep video sendiri adalah sebagai gerakan anti korupsi dan gratifikasi dalam dunia kerja. Dalam perlombaan HARKODIA 2024 ini kompartemen II berhasil memperoleh juara 1.