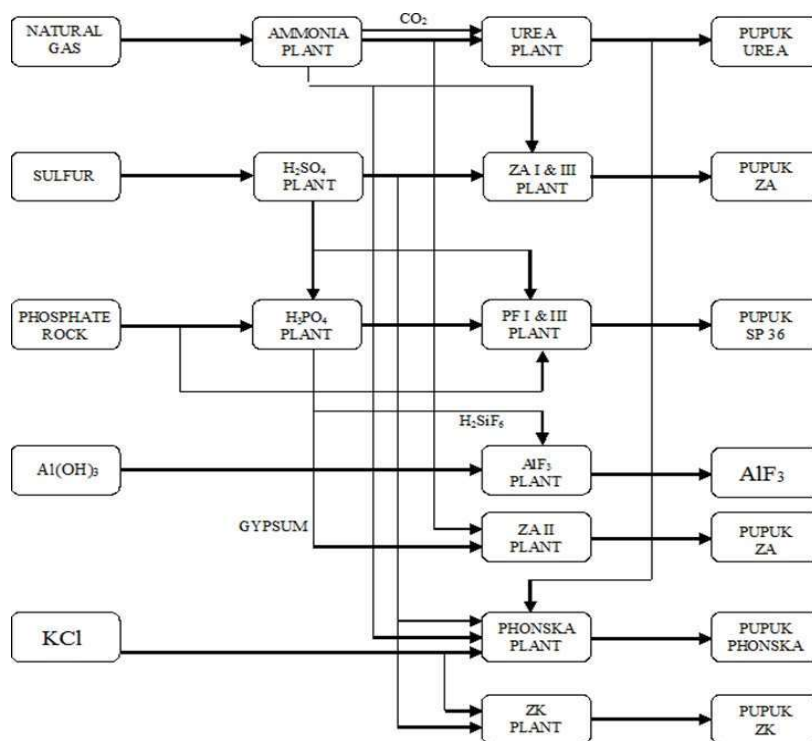


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

PT Petrokimia Gresik merupakan pabrik pupuk terlengkap di Indonesia yang mampu menghasilkan produk pupuk dan prosuk non pupuk serta bahan kimia lainnya. Secara umum, PT Petrokimia Gresik dibagi menjadi 3 unit produksi, yaitu unit produksi I A dan I B, unit produksi II A dan II B serta unit produksi III A dan III B.



Gambar 2. 1 Alur Proses Produksi PT Petrokimia Gresik

II.1.1. Kompartemen Pabrik I

Kompartemen pabrik I memiliki 2 departemen produksi, yakni departemen produksi IA dan IB. Departemen produksi IA merupakan unit kerja yang memproduksi pupuk berbahan baku ammonia dan urea serta ZA. Departemen produksi I B merupakan unit kerja yang memproduksi pupuk berbahan baku ammonia.

1. Pabrik Amonia



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Tahun berdiri : 1994

Kapasitas produksi : 445.000 ton/tahun

Bahan baku : Gas alam dan nitrogen yang diambil dari udara

2. Pabrik Urea

Tahun berdiri : 1994

Kapasitas produksi : 460.000 ton/tahun

Bahan baku : Amoniak cair dan gas karbondioksida

3. Pabrik ZA I

Tahun berdiri : 1972

Kapasitas produksi : 200.000 ton/tahun

Bahan baku : Gas amoniak dan asam sulfat

4. Pabrik ZA III

Tahun berdiri : 1986

Kapasitas Produksi : 200.000 ton/tahun

Bahan baku : Gas amoniak dan asam sulfat

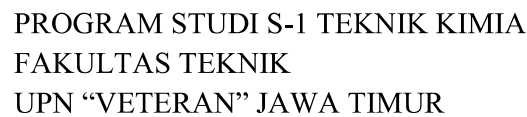
Selain menghasilkan pupuk, Unit Produksi I, juga menghasilkan produk samping non pupuk, antara lain :

1. CO₂ cair dengan kapasitas 10.000 ton/tahun
2. CO₂ padat (*Dry Ice*) dengan kapasitas 4.000 ton/tahun
3. Gas Nitrogen dengan kapasitas 500.000 ton/tahun
4. Nitrogen cair dengan kapasitas 250.000 ton/tahun
5. Gas Oksigen dengan kapasitas 600.000 ton/tahun
6. Oksigen cair dengan kapasitas 3.300 ton/tahun

II.1.1.1. Unit Produksi ammonia

1. Bahan Baku

Awal mula bahan baku pabrik amoniak PT Petrokimia Gresik menggunakan LSFO (Low Sulfur Fuel Oil), kemudian bahan baku tersebut diganti dengan gas hidrogen (H₂) dan gas nitrogen (N₂). Nitrogen diperoleh dari udara dan hidrogen diperoleh dari gas alam. Penggantian bahan baku ini merubah proses pembuatan amoniak PT Petrokimia Gresik,



a. Gas Alam

Wujud : gas

Tekanan : 18,3 kg/cm

Suhu : 15,6 °C

b. Gas Nitrogen

2. Produk

The diagram illustrates the process flow for CO₂ hydrogenation to produce ammonia. The main components and their interconnections are as follows:

- Inputs:** NG (Natural Gas), STEAM, UDARA (Air), BFW (Boiler Feed Water), and HTS LTS (High Temperature Shift Liquid Shift).
- Process Flow:**
 - NG is fed into the **DESULFURIZER**.
 - STEAM is added to the stream between the **DESULFURIZER** and the **PRIMARY REFORMER**.
 - The **PRIMARY REFORMER** operates at $T = 733 \text{ degC}$ and $P = 40.5 \text{ kg/cm}^2\text{g}$, with a gas composition of $\text{CH}_4 = 28.87\%$.
 - The output of the primary reformer goes to the **SECONDARY REFORMER**.
 - UDARA is added to the stream between the **SECONDARY REFORMER** and the **WHB** (Water Heat Exchanger).
 - The **SECONDARY REFORMER** operates at $T = 903 \text{ degC}$ and $\text{CH}_4 = 1.66\%$.
 - BFW is added to the stream between the **WHB** and the **HTS LTS**.
 - The **HTS LTS** feeds into the **CO₂ REMOVAL** unit.
 - The **CO₂ REMOVAL** unit produces a **CO₂ PRODUCT** stream and feeds into the **METHANATOR**.
 - The **METHANATOR** feeds into the **DRYER**.
 - The **DRYER** feeds into the **PURIFIER**.
 - The **PURIFIER** feeds into the **STN GAS COMP** (Stationary Gas Compressor).
 - The **STN GAS COMP** feeds into the **AMMONIA CONVERTER**.
 - The **AMMONIA CONVERTER** feeds into the **REFRIGERANT SYSTEM**.
 - The **REFRIGERANT SYSTEM** produces **AMMONIA PRODUCT** and feeds into the **PGRU** (Pressure Recovery Unit).
 - The **PGRU** feeds into the **PRIMARY REFORMER**.
 - Recycle:** A stream labeled "Recycle" goes from the **STN GAS COMP** back to the **PRIMARY REFORMER**.
 - Waste Gas:** A stream labeled "Waste Gas" goes from the **PURIFIER** back to the **PRIMARY REFORMER**.
 - Purge Gas:** A stream labeled "Purge gas" goes from the **REFRIGERANT SYSTEM** back to the **PRIMARY REFORMER**.
- Operating Conditions for Ammonia Converter:**
 - $\text{H}_2/\text{N}_2 = 3$
 - Inert = 3.5%
 - $150 \text{ kg/cm}^2\text{g}$

Gambar 2. 2 Block diagram unit ammonia



3. Uraian proses

Natural gas feed di mixed dengan MP steam dengan molar ratio steam to carbon (S/C) 2.7 kemudian dipanaskan di convection section hingga temperature 475° C. Campuran gas ini kemudian menuju ke bagian top radiant section dan dibagi ke dalam 6 row, selanjutnya masuk ke 288 tube katalis. Pada bagian ini terjadi reaksi reforming untuk menghasilkan H₂ dengan panas yang disuplai melalui burner dengan temperature exit gas sekitar 730 °C dengan reaksi



Gas keluaran ini masih mengandung sekitar 28.8% CH₄ yang akan diproses pada unit selanjutnya yaitu secondary reformer dengan reaksi



Proses yang digunakan untuk melangsungkan reaksi pada primary reformer berasal dari burner, untuk menghasilkan api pada burner tersebut diperlukan suplai udara pembakaran dan juga fuel. Udara pembakaran merupakan udara atmosfer yang disuplai kedalam system melalui forced draft fan (FD fan) kemudian masuk kesisi air pre-heater (APH) untuk dipanaskan dengan flue gas sebelum masuk ke heater udara. Fuel terdiri dari primary fuel dan juga secondary fuel, primary fuel merupakan naturan gas yang digunakan sebagai bahan bakar utama di primary reformer. Sedangkan secondary reformer merupakan gas sisa proses yang dimanfaatkan untuk menambah energi pembakaran di primary reformer. Berikut adalah sumber dari secondary fuel : HP flash gas dari unit CO₂ removal, purifier water gas, LP scrubber flash gas out 123D. Flue gas sisa pembakaran dengan temperature sekitar 985°C selanjutnya ditarik oleh ID fan menuju stack. Dalam prosesnya, aliran flue gas ini akan melewati beberapa coil seperti 101-BC combustion air preheater, 101-BFDPHT NG feed preheat coil, 101-BCPA proses air coil (cold), 101-BCSSH HP steam superheat coil (cold), 101BHSSH HP steam superheat coil (hot), 101-



BMXFD mixed feed preheat coil, 101-BHPA proses air coil (hot). Hal ini bertujuan untuk memanaskan fluida yang berada pada coil tersebut sebelum akhirnya dibuang melalui reformer stack pada temperature 120°C . Selain itu, pada sisi radiant section 101-B terdapat juga tunnel burner pada bagian bawah untuk menambah panas flues gas dan juga superheat burner pada sisi superheat coil untuk menjaga temperature high pressure steam (HS) sekitar 510°C .

II.1.1.2. Unit Produksi Urea

Pupuk urea di PT Petrokimia Gresik dari bahan baku amoniak cair dan gas karbon dioksida (CO_2). Amoniak cair diperoleh dari unit sintesa amoniak, sedangkan gas CO_2 merupakan produk samping dari unit sintesa amoniak. Urea PT Petrokimia Gresik diproduksi dengan kapasitas 1400 MTPD atau sekitar 460.000 ton/tahun dalam bentuk *prill*. Teknologi pembuatan urea di PT Petrokimia Gresik menggunakan proses ACES (Advanced Process Cost & Energy Saving) dari Tokyo, Jepang.

1. Bahan baku Bahan baku utama yang digunakan untuk memproduksi urea adalah amoniak cair dari unit sintesa amoniak dan gas CO_2 merupakan produk samping dari unit sintesa amoniak.

2. Produk

Pupuk urea (SNI 2801-2010)

N total : minimum 46% berat

Biuret : maksimum 1,2% berat

Air : maksimum 0,5% berat

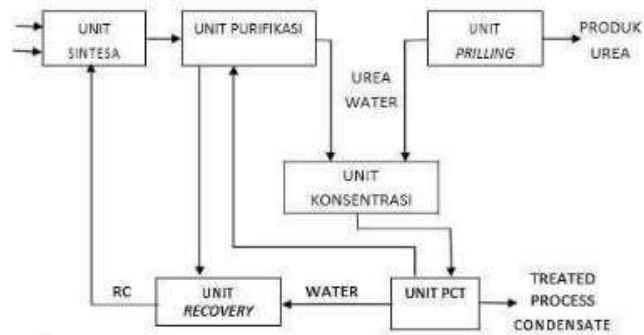
Bentuk : *prill*

Ukuran butir: 1-3,55 mm

Warna : putih (non-subsidi), *pink* (subsidi)

Sifat : higroskopis, mudah larut dalam air

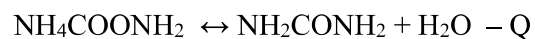
Dikemas dalam kantong bercap kerbau emas dengan berat isi 50 kg.



Gambar 2. 3 Blok diagram unit urea

3. Uraian Proses

Urea sintesis dibuat dengan reaksi antara amoniak *liquid* dengangas CO₂ dari pabrik amoniak dan recycle larutan carbamate dari recovery.



Atau secara keseluruhan dapat ditulis sebagai berikut:



Amoniak cair dari unit sintesa amoniak dialirkan ke unit pembuatan urea dan ditampung dalam *ammonia reservoir* selanjutnya dipompa dengan *ammonia boostup pump* ke tekanan 25 kg/cm²g, kemudian dipompakan menggunakan *ammonia feed pump* outlet. Reaktor berupa larutan urea yang masih mengandung amonium karbamat sehingga dialirkan ke *stripper* untuk dikontakkan dengan *steam* dan gas CO₂ guna memisahkan dan menguraikan ammonium karbamat. Larutan urea keluar dari bagian bawah *stripper* selanjutnya dikirim ke unit purifikasi, larutan urea dipanaskan terlebih dahulu di bagian *shell* dengan memanfaatkan panas reaksi di *carbamate condenser*.

Larutan urea sintesis yang diproduksi pada unit sintesa dimasukkan ke unit purifikasi, dimana ammonium karbamat dan *excess* amoniak yang terkandung dalam larutan urea diuraikan dan dipisahkan sebagai gas dari larutan urea dengan cara pemanasan dan penurunan tekanan dalam HP *decomposer* dan LP *decomposer*. Larutan urea hasil unit purifikasi dan



recovery ini memiliki konsentrasi 70% berat dengan amoniak sisa 0,4% berat. Kemudian masuk ke unit *recovery*, tujuan dari unit ini adalah merecover gas amoniak dan CO_2 yang dipisahkan di unit purifikasi untuk di-recycle kembali ke unit sintesa menggunakan dua tingkat *absorber* dan proses kondensat sebagai absorben. Masuk ke unit pemekatan, peralatannya terdiri dari *vacuum concentrator*, *urea solution circulation pump*, *urea solution feed pump*, *urea solution heater*, *final concentrator*, *final separator* dan *molten urea pump*. Pada unit ini, pemekatan urea dilakukan sebanyak tiga tahapan hingga konsentrasinya mencapai 99,7% berat termasuk biuret. Pemekatan larutan dilakukan dengan menguapkan air yang terdapat dalam larutan menggunakan pemanasan dan tekanan vakum. *Molten urea* yang mempunyai kemurnian tinggi dikirim ke unit *prilling* sedangkan uap airnya dikirim ke unit PCT (*process condensate treatment*).

II.1.1.3. Unit produksi Pupuk ZA I/III

1. Bahan Baku

Bahan baku utama dalam unit produksi Ammonium Sulfat (ZA I/III) ada dua, yaitu amoniak fase gas yang disuplai dari pabrik amoniak unit Produksi I dan asam sulfat yang disuplai dari pabrik asam sulfat unit Produksi III.

2. Produk

Ammonium sulfat

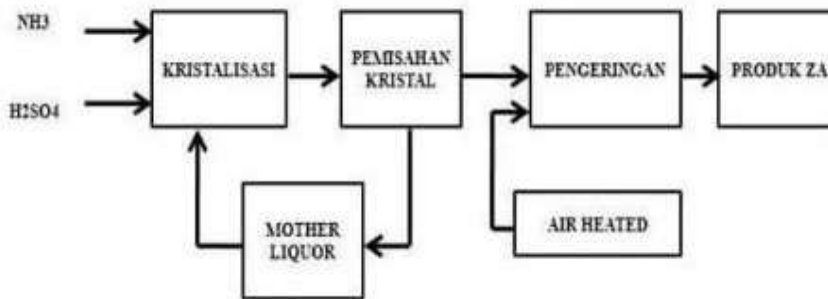
Komposisi : Nitrogen min 20,80% ; H_2SO_4 maks 0,1% ; H_2O maks 1,0%

Wujud : padat

Bentuk : kristal

Kenampakan : putih

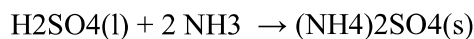
Ukuran : > 55% tertahan US mesh 30



Gambar 2. 4 Blok diagram unit ZA I/III

3. Uraian Proses

Bahan baku berupa ammonia (basa) dengan konsentrasi 99% berbentuk uap dan asam sulfat dengan konsentrasi 98,98% direaksikan ke dalam saturator 01/06R301ABCD. Secara umum reaksi yang terjadi sebagai berikut



Gas ammonia yang akan direaksikan dengan asam sulfat dimasukkan dari bagian bawah melalui pipa-pipa yang tercelup lebih dalam dari pipa asam sulfat, kemudian didistribusikan dengan sparger. Reaksi pembentukan ammonium sulfat bersifat eksotermis irreversible dengan panas yang dihasilkan 109,72 kkal/mol. Pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm proses *process water* akan berubah fasa menjadi uap sehingga larutan ammonium sulfat dalam saturator akan menjadi jenuh, lewat jenuh, dan kemudian terbentuk kristal ammonium sulfat (ZA). *Outlet slurry* dari *saturator* yang terdiri dari 50:50 kristal dan larutan induk ditampung dalam *hopper* untuk selanjutnya diumpankan ke *centrifuge separator*. Di dalam *centrifuge separator*, larutan dialirkan melalui pipa secara kontinyu melewati *distributing cone* lalu masuk ke drum yang berputar dengan kecepatan 800-950 rpm. kristal ZA akan terlempar ke dinding drum karena gaya sentrifugal, sedangkan larutan ZA akan melewati *screen 25 mesh* dan jatuh ke *filtrate housing* kemudian dialirkan ke tangki *mother liquor*. Kristal ZA dengan ukuran rata-rata 25 mesh ini akan tertahan pada dinding *screen* dan terkumpul di *silinder screen*. *Pusher* bergerak maju



mundur secara kontinyu untuk mendorong kristal ZA yang terkumpul di *screen* ke *solid discharge*. Setelah terpisah, kristal ZA dengan kadar air sekitar max 2% berat dikirim ke *rotary dryer* melalui *belt conveyor* secara kontinyu. Kristal ZA yang dipisahkan di *centrifuge separator* masih mengandung sedikit air, sehingga perlu dikeringkan lebih lanjut. Pengerian yang digunakan adalah *rotary dryer*. Pengerian dalam *rotary dryer* menggunakan udara yang dipanaskan dengan *heater* yang sudah terangkai dalam *rotary dryer* tersebut. Media pemanas *heater* adalah *Low Pressure Steam* yang disediakan dari unit utilitas I. Udara pemanas akan mengalir secara *co-current* (searah) dengan kristal ZA. Suhu udara masuk yaitu 130 – 150°C dengan suhu udara keluar 60 – 65°C. Kristal ZA akan mengalir keluar sebagai produk kering dengan kandungan air maksimum 0,1% berat dan suhu akhir produk 50 – 55°C.

II.1.2. Kompartemen II

Kompartemen II terdiri dari 2 departemen produksi, yakni departemen produksi IIA dan departemen IIB. Departemen IIA merupakan unit kerja yang memproduksi pupuk berbahan baku nitrogen phospat dan kalium. Sedangkan departemen produksi IIB merupakan unit kerja yang memproduksi pupuk berbahan baku NPK, NPK Phonska dan pupuk ZK.

A. Pabrik Pupuk Fosfat

1. Pabrik Pupuk Fosfat I

Tahun berdiri : 1979
Kapasitas produksi : 500.000 ton/tahun
Bahan baku : *Fosfat rock*

2. Pabrik Pupuk Fosfat II

Tahun berdiri : 1983
Kapasitas produksi : 500.000 ton/tahun
Bahan baku : *Fosfat rock*

B. Pabrik Phonska

1. Pabrik Pupuk PHONSKA I

Kapasitas : 450.000 ton/tahun



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Tahun operasi : 2000
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat,
Belerang dan filler

2. Pabrik Pupuk PHONSKA II

Kapasitas : 6000.000 ton/tahun
Tahun operasi : 2005
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat,
Belerang dan filler

3. Pabrik Pupuk PHONSKA III

Kapasitas : 600.000 ton/tahun
Tahun operasi : 2009
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat,
Belerang dan filler

4. Pabrik Pupuk PHONSKA III

Kapasitas : 60.000 ton/tahun
Tahun operasi : 2011
Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat,
Belerang dan filler

C. Pabrik Pupuk NPK

1. Pabrik Pupuk NPK I

Tahun : 2005
Kapasitas : 70.000 ton/tahun
Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

2. Pabrik Pupuk NPK II

Tahun : 2008
Kapasitas : 100.000 ton/tahun
Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

3. Pabrik Pupuk NPK III

Tahun : 2009
Kapasitas : 100.000 ton/tahun



Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

4. Pabrik Pupuk NPK IV

Tahun : 2009

Kapasitas : 100.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

5. Pabrik Pupuk NPK Blending

Tahun : 2003

Kapasitas : 60.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

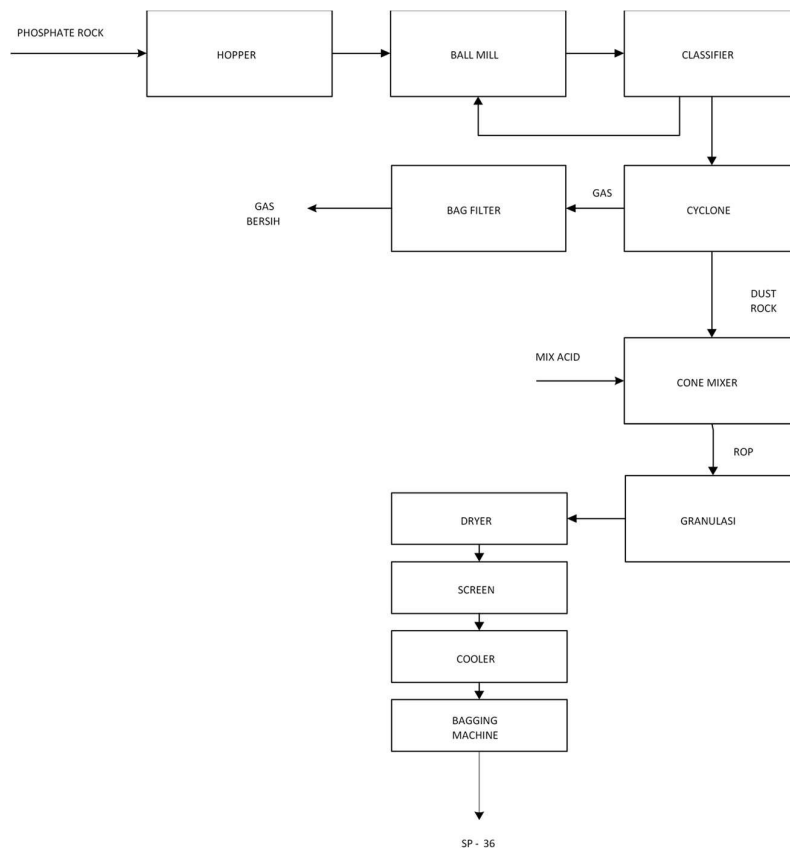
D. Pabrik Pupuk K_2SO_4 atau ZK

Tahun : 2005

Kapasitas : 10.000 ton/tahun

Bahan baku : H_2SO_4 dan KCl

II.1.2.1. Unit produksi Pupuk Fospat (SP-36)





Gambar 2. 5 Blok diagram unit pupuk fospat

1. Uraian Proses :

Bahan baku berupa phospat rock di loading oleh wheel loader menuju ball mill untuk mengalami proses penggilingan dengan media ball charge sebagai penghancurnya untuk menghasilkan mesh yang lebih kecil, dengan ukuran mesh +100 = 25% maks dan mesh -200 = 50% min. Hasil dari penggilingan berupa partikel yang lebih kecil atau dust rock akan di pisahkan lagi ukurannya di clasifier. Untuk ukuran yang tidak sesuai akan kembali di recycle ke dalam ball mill. Sedangkan yang sesuai dengan standart akan menuju ke cyclone. Di dalam cyclone akan dipisahkan antara dust rock dengan gas. Gas tersebut akan di saring lagi di dalam bag filter agar gas yang keluar ke atmosfer tidak ada debu yang terikut. Dust rock dari hasil pemisahan di cyclone akan disimpan ke dalam silo dengan kadar P_2O_5 27% min. Di dalam silo terdapat air slide system yang berfungsi sebagai pemanas dan juga untuk mentransfer dust rock menuju unit reaksi. Proses selanjutnya adalah proses mixing antara dust rock dengan mix acid di dalam cone mixer untuk menghasilkan produk setengah jadi atau ROP (Run of Pile). ROP tersebut bisa diumpankan langsung ke unit granulasi atau dicurahkan terlebih dahulu di curing storage untuk menghasilkan reaksi lanjutan. ROP yang masuk ke unit granulasi terjadi proses pembutiran dengan injeksi slurry dan steam. Hasil dari proses granulasi akan menuju ke proses pengeringan untuk menurunkan kadar H_2O yang sesuai standart. Produk kemudian diayak untuk memperoleh produk dengan mesh yang diinginkan. Mesh produk yang tidak sesuai standart akan di recycle kembali ke unit granulasi. Produk yang sudah sesuai standart akan di dinginkan terlebih dahulu kemudian di kirim ke unit pengantongan SP-

36.

II.1.3. Kompartemen III

Kompartemen III terdiri dari 2 departemen produksi, yakni departemen produksi IIIA dan departemen IIIB. Departemen Produksi III A merupakan unit penghasil produk utama berupa Asam yang digunakan sebagai bahan baku



produksi di Pabrik I dan II, sering disebut dengan istilah pabrik Asam Fosfat.

Pabrik tersebut terdiri dari pabrik Asam Fosfat, pabrik Asam Sulfat dan pabrik ZA II

1. Pabrik Asam Fosfat (H_3PO_4)

Tahun berdiri : 1985
Kapasitas produksi : 400.000 ton/tahun
Bahan baku : *Phospate Rock*

2. Pabrik Asam Sulfat II

Tahun berdiri : 1985
Kapasitas produksi : 1.170.000 ton/tahun
Bahan baku : Belerang, H_2O

3. Pabrik ZA II

Tahun berdiri : 1985
Kapasitas produksi : 440.000 ton/tahun
Bahan baku : Amoniak, Asam fosfat, dan CO_2

Departemen IIIB Merupakan perluasan dari Departemen Produksi IIIA yang memproduksi asam fosfat, asam sulfat dan purified gypsum.

1. Pabrik Asam Fosfat (PA Plant)

Kapasitas Produksi : 650 T/hari (100% P_2O_5)
Konfigurasi Proses : HDH (Hemi-dihydrate)

2. Pabrik Asam Sulfat (SA Plant)

Kapasitas Produksi : 1850 T/hari (100% H_2SO_4)
Konfigurasi Proses : Double Contact Double Absorber

3. Pabrik Purified Gypsum (GP Plant)

Kapasitas Produksi : 2000 T/hari
Konfigurasi Proses : Purifikasi

II.1.3.1. Proses Produksi Unit Asam Phospat (H_3PO_4)

Pabrik PA berkapasitas 610 ton P_2O_5 /hari. Teknologi proses yang digunakan adalah *Nissan C Process*. Proses ini diklasifikasikan dalam kategori pembuatan PA dengan proses hemihidrat-dihidrat. Pabrik ini terdiri dari beberapa seksi, antara lain:



- a. *Rockgrindingunit*
- b. *Reaction dan hemihydrate filtration*
- c. *Conversion (hydration) dan dihydrate filtration*
- d. *Fluorine recovery*
- e. *Concentrationunit*

1. Bahan baku

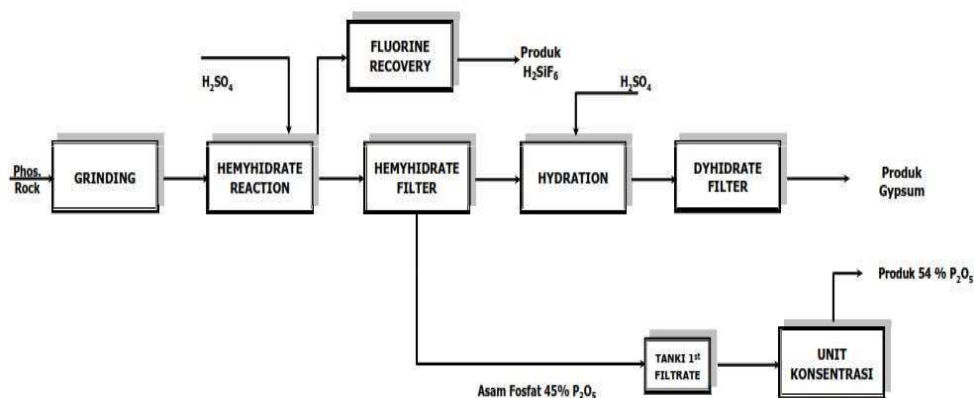
Bahan baku yang digunakan adalah *phosphate rock*. Asam sulfat, air proses, dan *steam*. Bahan kimia yang dipakai dalam proses adalah *defoaming agent* dan silika yang merupakan produk samping pabrik aluminium fluorida.

a. Phosphate Rock

- Ukuran Partikel Dari *Ground Rock*
Lolos 2 mm 99%
Lolos 1 mm 95%
Lolos 32 tyler mesh 80%
Lolos 100 tyler mesh 33%
- Kadar air maksimum 4% *on wet basis*, normal 1%. Sebaiknya digunakan *phosphate Rock* dengan kadar air rendah karena jika kadar air tinggi maka akan sulit mengatur *water balance* juga kadar P_2O_5 dalam hasil pertama filtrasi atau P_2O_5 recovery yang tinggi dari *Rock* karena menurunnya *cake washingwater*.

b. Asam Sulfat

Konsentrasi dari asam sulfat yang diperlukan adalah 98,5% H_2SO_4 . Bila konsentrasi asam sulfat terlalu rendah maka akan mempengaruhi *water balance* juga kadar P_2O_5 dalam produk asam fosfat atau juga SiO_2 recovery dari *phosphate rock*.



Gambar 2. 6 Blok diagram asam fosfat (H_3PO_4)

Uraian Proses :

Phosphaterock sebagai bahan baku utama pada pembuatan asam fosfat dihancurkan dalam grinder yang kemudian dihaluskan dengan screen and ball mill untuk umpan reaksi. Proses reaksi antara phosphate rock dengan asam sulfat menjadi fosfat terjadi dalam reaktor dengan suhu 90-104C.

Reaksi :



Selanjutnya dilakukan penyerapan SiF_4 dan HF dengan menggunakan larutan H_2SiF_6 encer sehingga menjadi $H_2SiF_6PO_4$ dengan konsentrasi 18-20%. Hemyhydrate slurry melalui proses filtrasi dimana filtrat dari filtrasi kedua digunakan sebagai return acid. Kemudian dilanjutkan dengan proses hidrasi hemyhydrate cake dengan asam sulfat. Filtrat dari proses filtrasi dehydrate slurry digunakan untuk pencucian pada hemyfilter sedangkan cake dijadikan produk berupa phosphogypsum. Hasil filtrat yang awalnya memiliki kadar P_2O_5 45% dipekatkan menjadi asam fosfat pekat 54%.

II.1.3.2. Proses Produksi Asam Sulfat (H_2SO_4)

Pabrik asam sulfat di PT Petrokimia Gresik beroperasi satu stream dengan kapasitas 1800 ton/hari melalui proses Hitachi Zosen/ T.J.Browder double contact dan double absorption (DC/DA).

1. Bahan baku

Asam sulfat dibuat dengan bahan utama yaitu belerang. Belerang biasanya didapat dalam bentuk senyawa sehingga perlu dipisahkan untuk mendapatkan belerang dengan konsentrasi dan kemurnian yang tinggi.

2. Produk Yang Dihasilkan

Asam Sulfat, dengan spesifikasi :

Konsentrasi H_2SO_4 : 98.5% (min.)

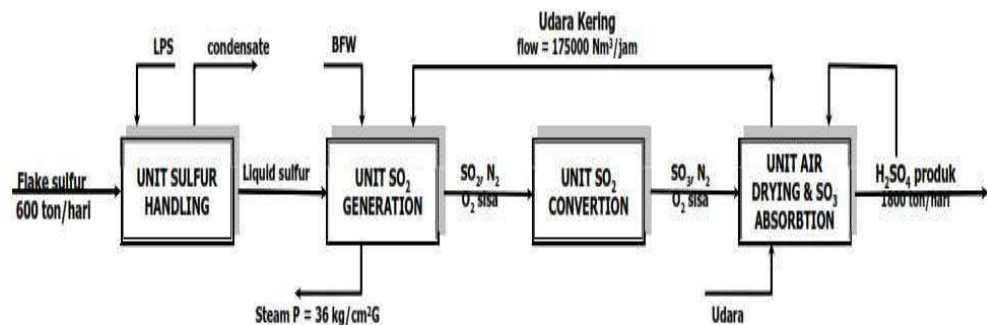
Fe : 50 ppm (max.)

Density : 1.820 – 1.825 g/L

SO_2 (exit stack) : 0,2% (max.)

Fase : Cair

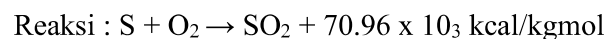
Temperatur : 45°C



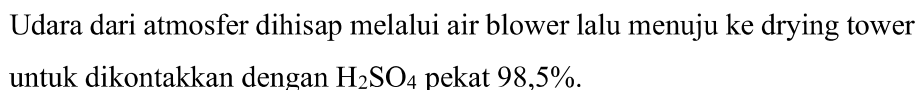
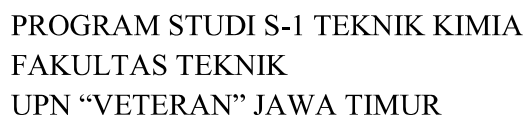
Gambar 2. 7 Blok diagram asam sulfat (H_2SO_4)

3. Uraian Proses

Belerang dicairkan dengan melter dengan tekanan steam ditambahkan kapur bubuk untuk menetralkan free acid. Kemudian mereaksikan sulfur dengan oksigen/udara. Sulfur cair yang masuk ke sulphur furnace di-spray kan melalui sulphur burner dan direaksikan dengan udara kering dari drying tower menjadi gas SO_2 . Suhu outlet furnace sekitar 1050°C.



Proses yang mengandung gas SO_2 dengan temperatur 430°C masuk ke converter bed 1 yang mana sekitar 60% dari gas SO_2 dengan katalis V_2O_5 .



Pabrik AlF_3 mampu menghasilkan kristal alumunium fluorida anhidrit sebanyak 41 ton/day. Kemurnian produk minimum adalah 96%, produk berupa kristal warna putih dengan diameter antara 45-150 μm , dan tidak higroskopis.

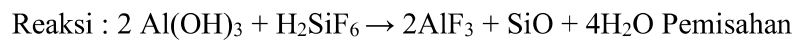
Aluminium Flourida dibuat dengan bahan baku utama berupa aluminium hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ padatan dan asam fluorosilikat H_2SiF_6 yang merupakan hasil samping dari pembuatan asam fosfat.

Produk yang dihasilkan berupa aluminium fluoride $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan kemurnian produk minimum adalah 96%, berbentuk kristal warna putih dengan diameter antara 45-150 μm , dan tidak higroskopis.

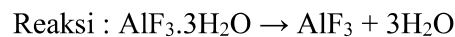


3. Uraian proses

H_2SiF_6 yang merupakan hasil samping dari pembuatan asam fosfat, kemudian dipanaskan sampai suhu $65\text{--}70^\circ\text{C}$ kemudian direaksikan dengan aluminium hidroksida. Reaksi berlangsung secara eksotermis selama 1113 menit.



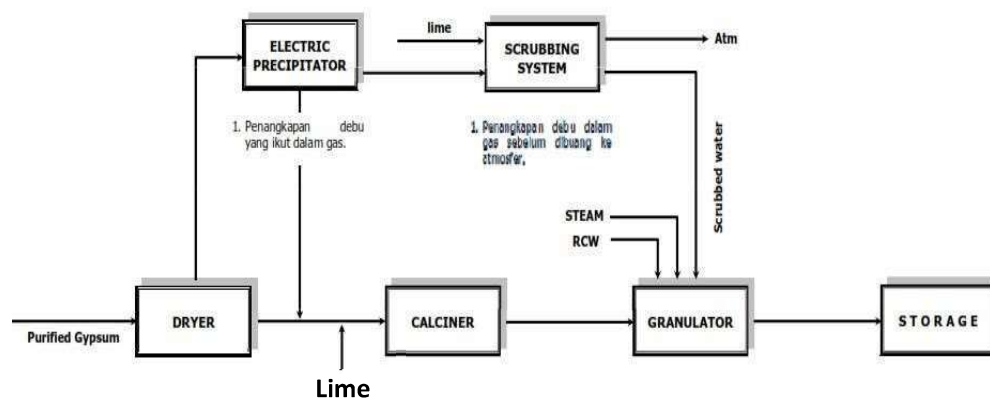
SiO_2 menggunakan centrifuge untuk menghilangkan precipitated silika dari AlF_3 supersaturated. Sedangkan pengkristalan AlF_3 dilakukan dalam crystalizer dengan temperatur 95°C dan waktu kristalisasi 4-5jam. Free moisture dan dihydrated water (air kristal) dalam aluminium fluoride dihilangkan dengan pemanasan pada calciner .



Selanjutnya dilakukan pendinginan sampai 40°C dalam cooler dan akhirnya dilakukan pengantongan.

II.1.3.4. Proses Produksi Unit Cement Retarder

Pabrik cement retarder mempunyai kapasitas sebesar 1700 ton/hari dalam bentuk granul. Kegunaan cement retarder ini merupakan bahan mentah pabrik semen yang berfungsi sebagai penunda dalam setting time. Pemakaian cement retarder dalam pabrik 4-5% per produk semen.



Gambar 2. 9 Blok diagram cement retarder

1. Uraian proses

Impuritas dihilangkan dari phosphogypsum menjadi purified gypsum kemudian diencerkan dengan konsentrasi 35%. Purified gypsum dikering



kanter lebih dahulu untuk selanjutnya dikalsinasi. Sebelum masuk calciner ditambahkan kapur terlebih dahulu untuk menetralkan gypsum. Berikutnya yaitu proses granulasi dengan menambah steam dan air panas. Setelah berbentuk granul, dilakukan screening agar produk memiliki bentuk dan ukuran yang seragam. Sebelum Cemen Retarder dikirim ke user dilakukan curing selama 3 hari untuk menambah kekerasan/kekuatan dan untuk menurunkan kadar air

II.1.3.5. Proses Produksi ZA II

Pabrik ZA II (Ammonia Sulfat II) didesain dengan kapasitas 1000 ton/hari. Proses yang digunakan adalah proses ICI/Chemico untuk tahap reaksinya dan SSIC untuk evaporator kristaliser.

1. Bahan baku

Bahan baku pembuatan ZA II ini antara lain adalah amonia, karbondioksida, phospo gypsum dan asam sulfat. Spesifikasinya sebagai berikut:

a. Ammonia (NH_3)

Bentuk : Cair, Gas

Suhu : -33°C (Cair), $35\text{-}45^\circ\text{C}$

Tekanan : Atmosferik (Cair), $1.2 - 1.3 \text{ kg/cm}^2$

Kandungan : 99%-99.5%

Sumber : Departemen I (gas dan cair), Departemen II (cair)

b. Karbondioksida (CO_2)

Bentuk : Gas

Suhu : 35°C

Tekanan : 0.44 kg/cm

Kandungan : 99% min

Sumber : Departemen I

c. Asam Sulfat

Bentuk : Cair

Suhu : 34°C

Tekanan : atmosferik



Kandungan : 98.5%

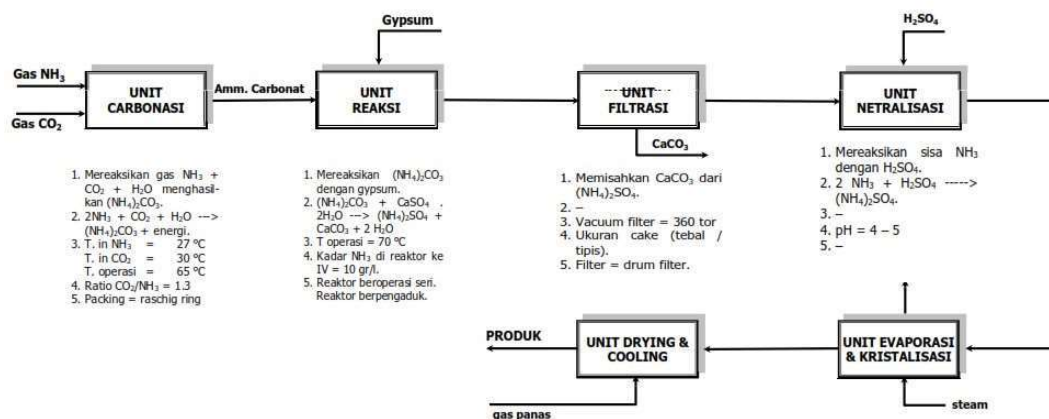
d. Fosfo Gypsum

Bentuk : Padat
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 97% min
F total : 0.69% min
 P_2O_5 Total : 0.33% min
CaO : 3.69% min

2. Produk

Spesifikasi produk yang dihasilkan dari unit ZA II yaitu Kristal ZA(ammonium sulfat) dengan spesifikasi sebagai berikut:

Bentuk : Padatan (Kristal)
Mesh : 30 Mesh min 55%
Asam Bebas : 0.1% max
Nitrogen : 20.8%
 H_2O : 1,0% max



Gambar 2. 10 Blok diagram ZA II

3. Uraian proses

Suhu gas CO_2 yang terdapat di dalam tube di turunkan sampai 27°C sedangkan amonia cair diubah menjadi gas dengan memasukkannya ke sisi shell kemudian masuk dalam Carbonation tower .



Reaksi utamanya : $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow (\text{NH}_4)_2(\text{l}) + \text{Q}$

Carbonate Liquor dan posphogypsum membentuk reaction magma dan gas scrubber menyerap gas NH_3 dan CO_2 yang lolos di seksi Carbonation, Reaction, Filtration dan Neutralization. Selanjutnya pada primary filter larutan ZA dipisahkan filtrat (strong liquor) sebagai produk filter dan cake yang dilarutkan dengan weak liquor untuk diumpankan ke secondary filter. Pada tahapan netralisasi, kelebihan NH_3 dan ammonium karbonat dinetralkan dengan H_2SO_4 menjadi ZA tambahan, sedangkan CO_2 terlepas. Proses evaporasi dilakukan dalam tiga evaporator. Evaporator pertama untuk memekatkan larutan sampai jenuh, evaporator kedua berfungsi memekatkan larutan menjadi lewat jenuh hingga terbentuk kristal. Proses pada evaporator III mirip dengan evaporator II. Sebelum dilakukan pengeringan, slurry dipompa ke centrifuge untuk menaikkan konsentrasi 25% menjadi 40%. Kristal basah dikeringkan dengan hembusan udara panas furnace pada bagian Drying sedangkan bagian cooler kristal didinginkan dengan udara dari cooler air feed fan. Produk kristal selanjutnya dikirim ke pengantongan.

II.2 Uraian Tugas Khusus

II.2.1 Latar Belakang

Dalam melakukan Praktek Kerja Lapangan di PT. Petrokimia Gresik Departemen Produksi IIIA, kami mendapatkan tugas khusus untuk mempelajari dan mendalami untuk menganalisa perhitungan teoritis konsumsi gypsum pada hasil samping kaptan sebagai acuan kuantum yang berada pada Unit Produksi Ammonium Sulfat (ZA II). Pada Departemen IIIA unit produksi ammonium sulfat terbagi menjadi 8 bagian, yakni seksi karbonisasi, reaksi, filtrasi, netralisasi, evaporasi, pengeringan dan pendinginan, pengantongan produksi serta unit pendukung. Dimana konsumsi gypsum terjadi pada seksi reaksi & gas scrubbing (#5200) dengan mereaksikan amonium karbonat dan gypsum. Sementara gas scrubbing dilakukan untuk menyerap gas NH_3 dan CO_2 yang lolos dari seksi-seksi karbonisasi, reaksi, filtrasi dan netralisasi.



Reaksi antara gypsum dengan ammonium karbonat ini terjadi pada reaktor R.5201 ABCD yang mana menghasilkan slurry yang disebut dengan Reaction Magma. Dari reaksi kedua senyawa ini menghasilkan ammonium sulfat sebagai produk utama dan kalsium karbonat sebagai hasil akhir. Untuk mempelajari dan mendalami pengaruh dari konsumsi gypsum terhadap hasil samping kalsium karbonat atau kaptan ini diperlukan adanya pemahaman lebih mengenai proses yang terjadi. Oleh karena itu berdasarkan data-data yang ada dapat dilakukan pendalaman melalui analisa perhitungan konsumsi gypsum terhadap hasil samping kaptan yang dihasilkan.

II.2.2 Tujuan

Tujuan dari tugas khusus ini, yakni untuk mempelajari dan mendalami mengenai pengaruh konsumsi gypsum terhadap hasil samping kaptan sebagai acuan kuantum.

II.2.3 Manfaat

Dari data mengenai konsumsi gypsum dan produk fresh kaptan pada pabrik ammonium sulfat unit reaksi, diharapkan dapat diketahui proses yang terjadi secara keseluruhan sehingga pemahaman mengenai proses yang terjadi pada unit reaksi.

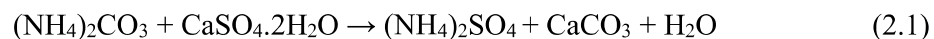
II.2.4 Tinjauan Pustaka

Kapur Pertanian Kebomas atau biasa disebut Kaptan adalah kapur pertanian pabrikasi yang diproduksi di pabrik Asam Fosfat merupakan produk pembenah tanah yang berwarna putih pucat berbentuk powder yang mengandung CaCO_3 (kalsium karbonat) dengan kandungan 85% dan berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah pertanian dan tambak.



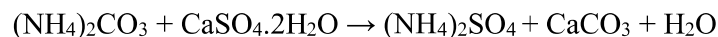
Gambar 2.1. Kapur Pertanian (KAPTAN)

Kapur pertanian (KAPTAN) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 merupakan hasil samping produk dari unit ZA II selain pupuk ZA yang bahan bakunya berasal dari gypsum, amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2). KAPTAN dihasilkan pada proses filtrasi. Pada proses filtrasi ini terjadi pemisahan strong liquor dan chalk cake. Strong liquor sendiri akan diproses lagi untuk menghasilkan pupuk ZA sedangkan chalk cake sendiri akan dikirim ke pengantongan untuk hasil produk KAPTAN PT PETROKIMIA GRESIK.



II.2.5 Pembahasan

Kaptan atau kapur pertanian (CaCO_3) dihasilkan melalui hasil samping unit produksi ZA II yang mana mempunyai reaksi sebagai berikut :



Hasil reaksi pada unit reaction #5200 kemudian dilanjutkan ke unit filtration #5300 untuk memisahkan antara filtrat dan chalk cake. Terdapat 2 tingkat filtrasi yaitu primary filter Fil.5310 dan secondary filter Fil.5302 AB. Filtrat (strong liquor) sebagai produk filtrasi dari primary filter dipompa menuju Chalk Settler D. 5309. Sementara padatan yang tersaring dilarutkan Kembali dengan Weak Liquor yang merupakan filtrat dari secondary filter. Cake dari



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Fil.5302 AB dibantu pelepasannya oleh filter-knife (scrapper) yang kemudian cake/kapur itu dikirim ke Chalk Pile. Strong liquor dari primary filter yang masih mengandung solid kemudia diendapkan dalam Settler yang lalu digaruk oleh settler-rake sehingga mengumpul ketengah dan dipompa ke rekator terakhir sebagai sludge yang mengandung $\pm 10\%$ solid. Chalk cake yang dihasilkan pada proses filtrasi tersebut mempunyai komposisi CaCO_3 85%, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ maks 4%, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ maks 2% yaitu dari kadar amonia dan asam sulfat dari ZA yang tercampur dan H_2O maks 20%.

Tabel 2.1. Data analisa perhitungan theoritis konsumsi gypsum terhadap hasil samping kaptan

Tanggal	Produk ZA II (Ton)	Konsum si Gypsum	Rerata Keseti mbang an Reaksi	Produk Fresh Kaptan	Total Distribu si Curah Kaptan by Dump Truck	Potensi Selisih		
						Ton	%	Rate Dum p Truc k
4/1/2021	846.370	350.00	0.7	245	360	115	46.9388	5.75
4/2/2021	1021.370	461.00	0.7	322.7	532.7	210	65.0759	10.5
4/3/2021	1034.520	426.00	0.7	298.2	387.2	89	29.8457	4.45
4/4/2021	864.790	375.00	0.7	262.5	361.5	99	37.7143	4.95
4/5/2021	656.070	97.00	0.7	67.9	167.9	100	147.275	5
4/6/2021	366.150	392.00	0.7	274.4	395.4	121	44.0962	6.05
4/7/2021	1026.040	417.00	0.7	291.9	525.9	234	80.1644	11.7
4/8/2021	971.250	349.00	0.7	244.3	255.3	11	4.50266	0.55
4/9/2021	1293.080	362.00	0.7	253.4	376.4	123	48.5399	6.15
4/10/2021	1146.480	389.00	0.7	272.3	417.3	145	53.2501	7.25
4/11/2021	1142.080	282.00	0.7	197.4	242.4	45	22.7964	2.25
4/12/2021	0.000	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/13/2021	555.980	184.00	0.7	128.8	293.8	165	128.106	8.25
4/14/2021	840.680	419.00	0.7	293.3	347.3	54	18.4112	2.7
4/15/2021	0.000	252.00	0.7	176.4	318.4	142	80.4989	7.1
4/16/2021	978.030	197.00	0.7	137.9	251.9	114	82.6686	5.7
4/17/2021	1364.850	263.00	0.7	184.1	303.1	119	64.6388	5.95



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

4/18/2021	213.620	163.00	0.7	114.1	238.1	124	108.677	6.2
4/19/2021	1089.540	49.00	0.7	34.3	121.3	87	253.644	4.35
4/20/2021	815.200	379.00	0.7	265.3	298.3	33	12.4387	1.65
4/21/2021	782.090	463.00	0.7	324.1	470.1	146	45.0478	7.3
4/22/2021	936.620	435.00	0.7	304.5	415.5	111	36.4532	5.55
4/23/2021	598.090	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/24/2021	354.000	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/25/2021	663.000	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/26/2021	493.500	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/27/2021	381.000	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/28/2021	439.500	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/29/2021	492.000	0.00	0.7	0	0	0	0	0
4/30/2021	1597.000	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/1/2021	492.000	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/2/2021	577.500	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/3/2021	1010.260	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/4/2021	1034.570	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/5/2021	1240.730	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/6/2021	851.920	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/7/2021	609.810	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/8/2021	529.500	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/9/2021	583.500	0.00	0.7	0	0	0	0	0
5/10/2021	622.500	191.00	0.7	133.7	264.7	131	97.9806	6.55
5/11/2021	592.500	493.00	0.7	345.1	512.1	167	48.3918	8.35
5/12/2021	609.000	377.00	0.7	263.9	395.9	132	50.0189	6.6
5/13/2021	730.240	518.00	0.7	362.6	374.6	12	3.30943	0.6
5/14/2021	787.500	521.00	0.7	364.7	420.7	56	15.3551	2.8
5/15/2021	630.000	505.00	0.7	353.5	430.5	77	21.7822	3.85
5/16/2021	595.500	319.00	0.7	223.3	310.3	87	38.961	4.35
5/17/2021	657.000	503.00	0.7	352.1	376.1	24	6.81625	1.2
5/18/2021	863.940	213.00	0.7	149.1	271.1	122	81.8243	6.1
5/19/2021	950.750	139.00	0.7	97.3	238.3	141	144.913	7.05
5/20/2021	545.360	246.00	0.7	172.2	295.2	123	71.4286	6.15
5/21/2021	875.930	361.00	0.7	252.7	364.7	112	44.3213	5.6
5/22/2021	885.000	443.00	0.7	310.1	477.1	167	53.8536	8.35
5/23/2021	1735.420	383.00	0.7	268.1	286.1	18	6.71391	0.9



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

5/24/2021	1825.340	214.00	0.7	149.8	250.8	101	67.4232	5.05
5/25/2021	1655.610	563.00	0.7	394.1	521.1	127	32.2253	6.35
5/26/2021	1600.030	359.00	0.7	251.3	394.3	143	56.9041	7.15
5/27/2021	960.670	250.00	0.7	175	187	12	6.85714	0.6
5/28/2021	694.500	353.00	0.7	247.1	334.1	87	35.2084	4.35
5/29/2021	583.500	332.00	0.7	232.4	330.4	98	42.1687	4.9
5/30/2021	691.580	105.00	0.7	73.5	179.5	106	144.218	5.3
5/31/2021	509.500	0.00	0.7	0	0	0	0	0
TOTAL	49494.06	14092		9864.4	14294.4	4430	44.909	221.5

Berdasarkan tabel 2.1 di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsumsi gypsum maka produk fresh kaptan yang dihasilkan juga semakin besar. Sehingga, apabila terjadi kerusakan pada jembatan timbang penyelesaian yang dapat dilakukan agar tetap dapat memaksimalkan kapasitas produksi adalah sebagai berikut. Pertama, dengan mengurangi rate saat penimbangan. Hal ini dapat dilakukan apabila dalam keadaan normal proses penimbangan dilakukan sebanyak 200 ton/hari dengan memindahkan sebanyak 10 kali (@20 ton), maka pada saat jembatan timbang rusak dapat mengurangi rate distribusi dengan cara mengurangi banyaknya pemindahan seperti hanya dilakukan pemindahan produk sebanyak 4 kali sehingga penimbangan dilakukan sebanyak 80 ton/hari.

Kedua, melalui reaksi kesetimbangan. Didapatkan dari tabel di mana pada tanggal 1 April 2021 dengan konsumsi gypsum sebesar 350 ton didapatkan produk fresh kaptan sebesar 245 ton. Sehingga koefisien kesetimbangan reaksi dapat dihitung :

$$k = \frac{[CaCO_3]}{[CaSO_4 \cdot 2 H_2O]} = \frac{245 \text{ ton}}{350 \text{ ton}} = 0,7$$

Setelah mengetahui nilai dari kesetimbangan reaksi, yang harus dilakukan adalah menyesuaikan kebutuhan kaptan yang diminta pada hari itu. Misalkan pihak ketiga meminta untuk produk kaptan yang harus dihasilkan sebesar 300 ton, maka dengan nilai kesetimbangan dapat dihitung kebutuhan gypsum sebagai berikut :

$$k = \frac{[CaCO_3]}{[CaSO_4 \cdot 2 H_2O]}$$



$$0,7 = \frac{300 \text{ ton}}{[CaSO_4 \cdot 2 H_2O]}$$

$$[CaSO_4 \cdot 2 H_2O] = \frac{300 \text{ ton}}{0,7}$$

$$[CaSO_4 \cdot 2 H_2O] = 428,5714 \text{ ton}$$

Sehingga, gypsum yang dibutuhkan adalah sebanyak 428,5714 ton untuk memenuhi kebutuhan produk kaptan yang diinginkan.

Ketiga, memaksimalkan alat distribusi lain yang tersedia. Apabila jembatan timbang pada unit distribusi kaptan mengalami kendala / kerusakan, dapat menggunakan jembatan timbang di unit distribusi yang lain dalam kurun waktu yang berbeda agar tidak terjadi penumpukan di satu tempat. Sehingga, diharapkan kaptan dapat terdistribusi dengan tepat baik dalam waktu maupun jumlah produk yang didistribusikan.

Keempat, dapat memberhentikan proses produksi untuk sementara waktu. Apabila dari ketiga pilihan solusi di atas tidak dapat dilakukan, maka keputusan paling akhir ialah memberhentikan pendistribusian hingga jembatan timbang selesai diperbaiki.