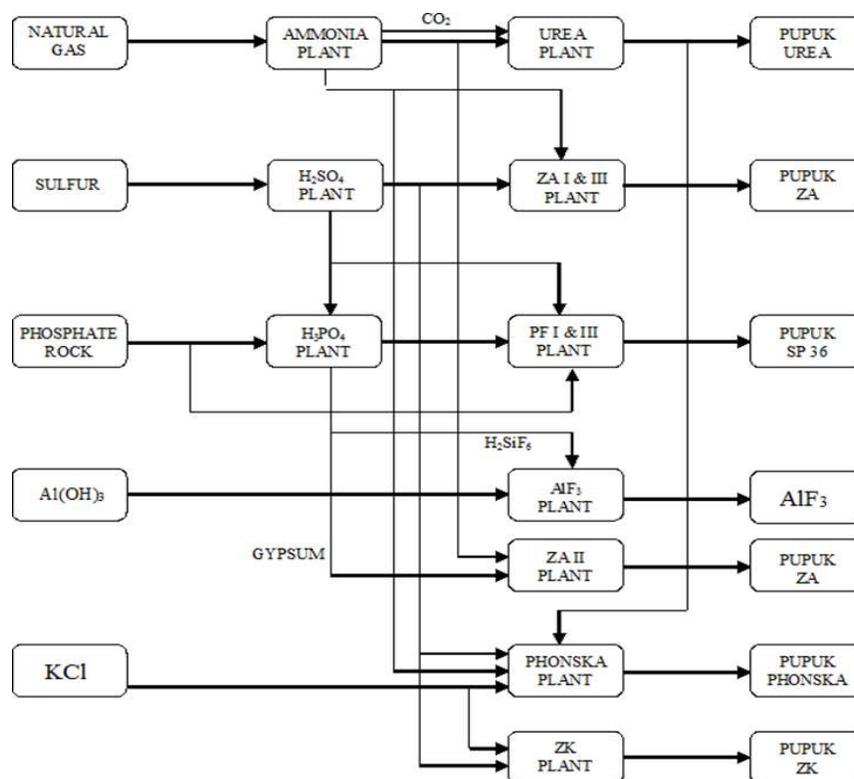


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Uraian Proses

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



Gambar 2. 1 Alur Proses Produksi PT. Petrokimia Gresik

II.1.1. Kompartemen III

Kompartemen III terdiri dari 2 departemen produksi, yakni departemen produksi III A dan departemen III B. 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.1.1.1. 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

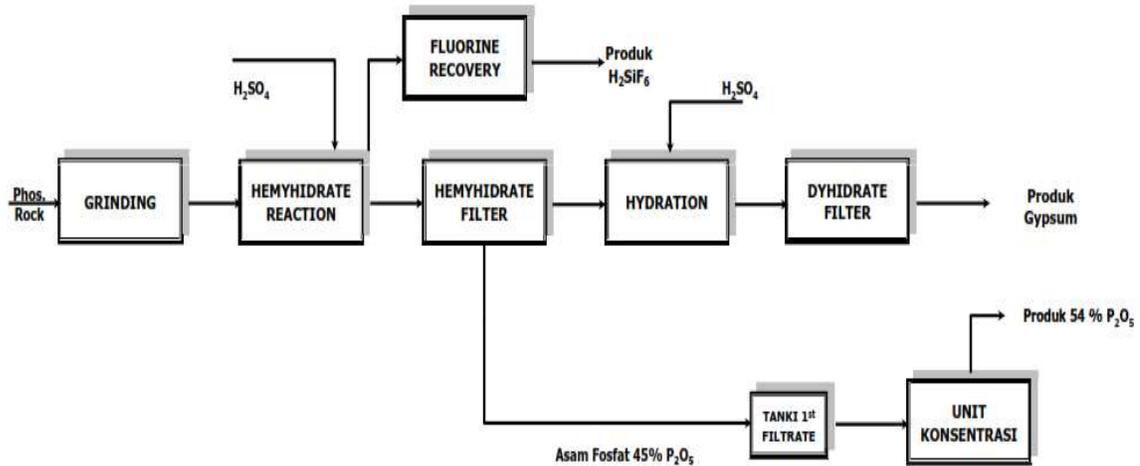
Bahan baku yang digunakan adalah *phosphate rock*. Asam sulfat, air proses, dan *steam*. Bahan kimia yang dipakai dalam proses adalah *defoaming agent* dan silika yang merupakan produk samping pabrik aluminium fluorida.

a. Phospate 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 *phospate 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* jugakadar P_2O_5 dalam produk asam fosfat atau juga SiO_2 *recovery* dari *phosphate rock*.



Gambar 2. 2 Blok Diagram Asam Fosfat (H_3PO_4)

Uraian Proses :

Phosphate rock 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 90-104°C.

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%. *Hemyhidrate slurry* melalui proses filtrasi dimana filtrat dari filtrasi kedua digunakan sebagai *return acid*. Kemudian dilanjutkan dengan proses hidrasi *hemyhidrate 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% dipekatan menjadi asam fosfat pekat 54%.

III.1.1.2. 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 absorbtion* (DC/DA).

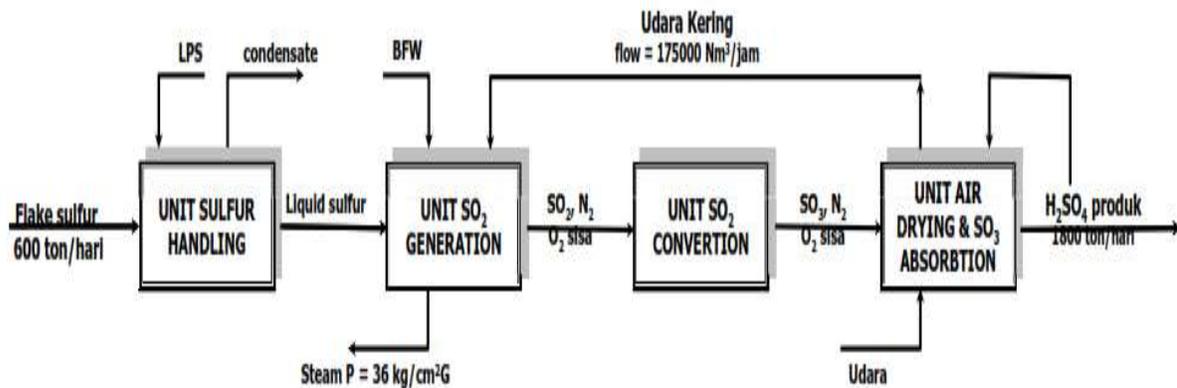
1. Bahan baku

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 :

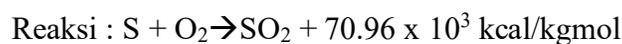
Konsentrasi H ₂ SO ₄	: 98.5% (min.)
Fe	: 50 ppm (max.)
Density	: 1.820 – 1.825 g/L
SO ₂ (exit stack)	: 0,2% (max.)
Fase	: Cair
Temperatur	: 45°C



Gambar 2. 3 Blok Diagram Asam Sulfat (H₂SO₄)

3. Uraian Proses

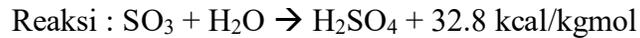
Belerang dicairkan dengan melter dengan tekanan steam ditambah kapur bubuk untuk menetralkan *free acid*. Kemudian mereaksikan sulfur dengan oksigen/udara. Sulfur cair yang masuk ke *sulphur furnace* di-spray kan melalui *sulphur burner* dan direaksikan dengan udara kering dari *drying tower* menjadi gas SO₂. Suhu *outlet furnace* sekitar 1050°C.



Proses yang mengandung gas SO₂ dengan temperatur 430°C masuk ke *converter bed 1* yang mana sekitar 60% dari gas SO₂ dengan katalis V₂O₅.



Udara dari atmosfer dihisap melalui air blower lalu menuju ke drying tower untuk dikontakkan dengan H_2SO_4 pekat 98,5%.



III.1.1.3. Proses Produksi Unit Aluminium Fluorida (AlF_3)

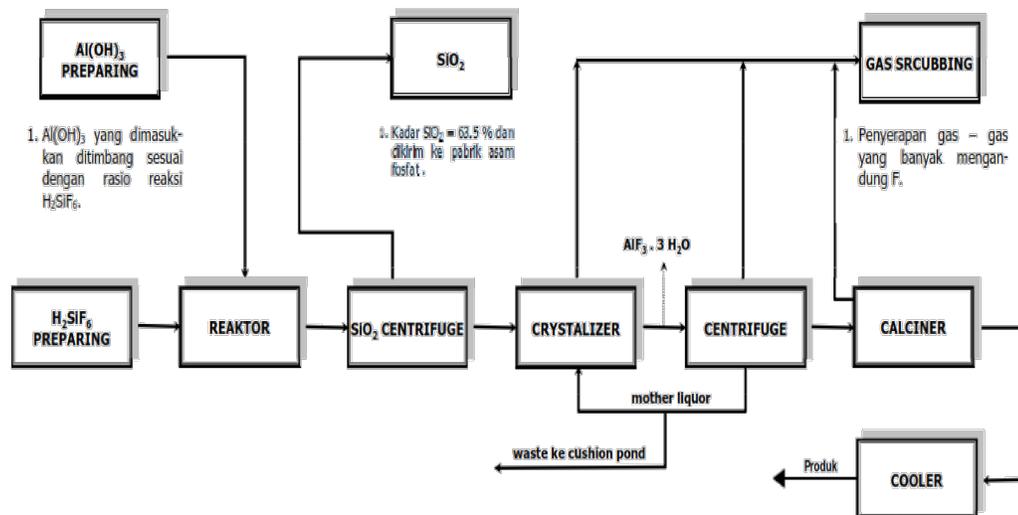
Pabrik AlF_3 mampu menghasilkan kristal aluminium fluorida anhidrit sebanyak 41 ton/hari. Kemurnian produk minimum adalah 96%, produk berupa kristal warna putih dengan diameter antara 45-150 μm , dan tidak higroskopis.

1. Bahan baku

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

2. Produk

Produk yang dihasilkan berupa aluminium fluoride (AlF_3) dengan kemurnian produk minimum adalah 96%, berbentuk kristal warna putih dengan diameter antara 45-150 μm , dan tidak higroskopis.



Gambar 2. 4 Blok Diagram Aluminium Fluorida (AlF_3)

3. Uraian proses

H_2SiF_6 yang merupakan hasil samping dari pembuatan asam fosfat, kemudian dipanaskan sampai suhu 65-70°C kemudian direaksikan dengan aluminium hidroksida. Reaksi berlangsung secara eksotermis selama 11-13 menit.



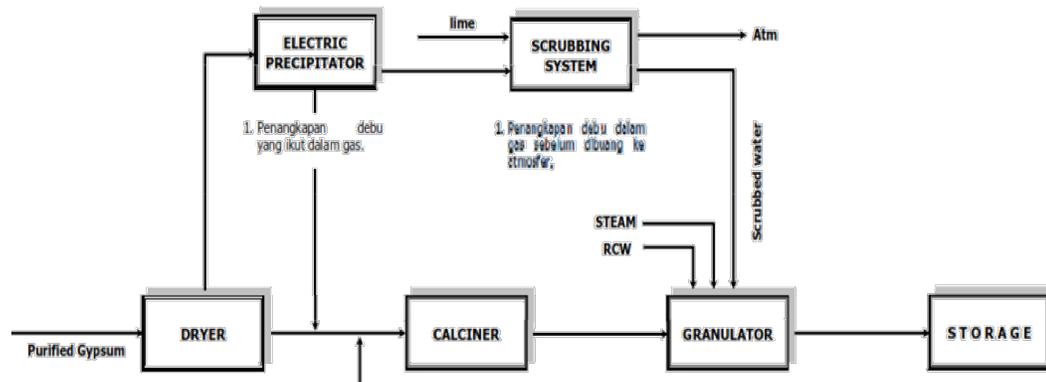
Pemisahan SiO_2 menggunakan *centrifuge* untuk menghilangkan precipitated silika dari AlF_3 supersaturated. Sedangkan pengkristalan AlF_3 dilakukan dalam crystalizer dengan temperatur 95°C dan waktu kristalisasi 4-5jam. *Free moisture* dan *dihydrated water* (air kristal) dalam aluminium fluoride dihilangkan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



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

III.1.1.4. 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. 5 Blok Diagram *Cement Retarder*

1. Uraian proses

Impuritas dihilangkan dari *phosphogypsum* menjadi *purified gypsum* kemudian diencerkan dengan konsentrasi 35%. *Purified gypsum* dikeringkan terlebih 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.2. Uraian Tugas Khusus

II.2.1. Latar Belakang

Dalam melakukan Praktek Kerja Lapangan di PT. Petrokimia Gresik Departemen Proses dan Pengendalian Kualitas, kami mendapatkan tugas khusus untuk mempelajari neraca massa pada unit produksi Asam Sulfat dan neraca panas *Waste Heat Boiler* pada seksi SO_2 generation di produksi asam sulfat pabrik III B. Unit prodksi asam sulfat berfungsi untuk memproduksi asam sulfat dengan konsentrasi 98,5% yang akan digunakan sebagai *suplay* pada departemen produksi lainnya serta dipasarkan ke pabrik pabrik yang membutuhkan. Untuk memproduksi asam sulfat tentu harus menentukan neraca massa terlebih dahulu. Neraca massa penting untuk mengetahui kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu untuk memproduksi produk sesuai dengan kapasitas.

Dalam unit produksi asam sulfat di seksi SO_2 generation terdapat *Waste Heat Boiler* (30-B-1104) yang berfungsi untuk mengolah *demin water* yang telah dirubah menjadi *Boiler Feed Water* (BFW) menjadi steam dengan memanfaatkan sisa gas buang panas pembakaran SO_2 didalam furnace. Uap yang terbentuk akan digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin pembangkit tenaga (mesin uap, turbin uap), pemanasan dan proses lainnya. Untuk menjalankan fungsinya, WHB membutuhkan sejumlah energi, oleh karena itu perlu untuk menghitung neraca panas dari WHB supaya tau seberapa banyak energi yang dibutuhkan untuh WHB beroperasi.

Untuk mempelajari neraca massa unit produksi asam sulfat dan neraca panas *Waste Heat Boiler* (30-B-1104) ini diperlukan adanya pemahaman lebih mengenai proses yang terjadi. Oleh karena itu,



berdasarkan data-data yang ada dapat dilakukan perhitungan neraca massa produksi asam sulfat dan neraca panas *Waste Heat Boiler*.

II.2.2. Tujuan

Tujuan dari tugas khusus ini, yakni untuk mempelajari dan menentukan neraca massa produksi asam sulfat dan neraca panas *Waste Heat Boiler* pada unit produksi asam sulfat di pabrik III B.

II.2.3. Manfaat

Dapat memahami proses produksi asam sulfat di pabrik III B secara keseluruhan.

II.2.4. Tinjauan Pustaka

A. Asam Sulfat

Asam sulfat, H_2SO_4 , merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Produksi dunia asam sulfat pada tahun 2001 adalah 165 juta ton, dengan nilai perdagangan seharga US \$8 juta. Kegunaan utamanya termasuk pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan pengilangan minyak.

Produksi asam sulfat di PT. Petrokimia Gresik berkapasitas 1800 ton/hari melalui proses Hitachi Zosen/ T.J.Browder *double contact* dan *double absorption* (DC/DA). Bahan baku utama Asam sulfat yaitu belerang. Belerang biasanya didapat dalam bentuk senyawa sehingga perlu dipisahkan untuk mendapatkan belerang dengan konsentrasi dan kemurnian yang tinggi. Produk asam sulfat yang dihasilkan memiliki konsentrasi 98%.

B. Boiler

Boiler merupakan suatu wadah yang berfungsi sebagai pemanas air, panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan



sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dengan baik. Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan boiler bisa berupa gas, minyak dan batu bara.

Sedangkan menurut Djokosetyardj M.J (1990), boiler merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap/steam untuk berbagai keperluan. Jenis air dan uap air sangat dipengaruhi oleh tingkat efisiensi boiler itu sendiri. Pada mesin boiler, jenis air yang digunakan harus dilakukan demineralisasi terlebih dahulu untuk mensterilkan air yang digunakan, sehingga pengaplikasian untuk dijadikan uap air dapat dimaksimalkan dengan baik.

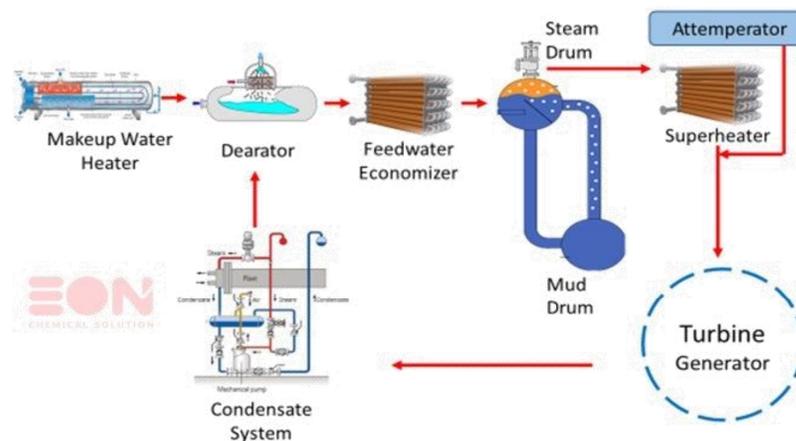
Sistem boiler terdiri dari: sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Sistem steam mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam boiler. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan steam diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem.

Air yang disuplai ke boiler untuk diubah menjadi steam disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah: (1) Kondensat atau steam yang mengembun yang kembali dari proses dan (2) Air makeup (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang boiler dan *plant* proses. Untuk mendapatkan efisiensi boiler yang lebih tinggi,

digunakan economizer untuk memanaskan awal air umpan menggunakan limbah panas pada gas buang.

C. Komponen Boiler

Komponen boiler adalah seperangkat alat atau unit proses yang merupakan bagian dari boiler. Setiap komponen memiliki fungsi yang berbeda, dan terhubung dengan komponen lainnya sesuai alur prosesnya.



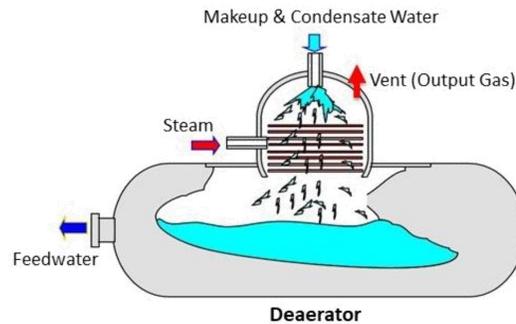
Gambar 2. 6 Rangkaian Komponen *Boiler*

1. Makeup Water Heater

- Berfungsi sebagai pemanasan tahap awal
- System pemanasannya menggunakan steam
- Tujuannya untuk meningkatkan efisiensi system
- Air hasil *makeup water heater* selanjutnya masuk ke deaerator

2. Deaerator

- Berfungsi untuk menghilangkan O_2 secara mekanik
- CO_2 dan NH_3 yang tidak terionisasi juga ikut terbuang
- Prinsip kerjanya dengan menaikkan temperature dan agitasi (spray, tray) sehingga gas lebih mudah lepas. gas yang terlepas dari air selanjutnya ditiup engan steam sehingga lebih cepat keluar melalui *vent (output gas)*



Gambar 2. 7 Komponen *Deaerator*

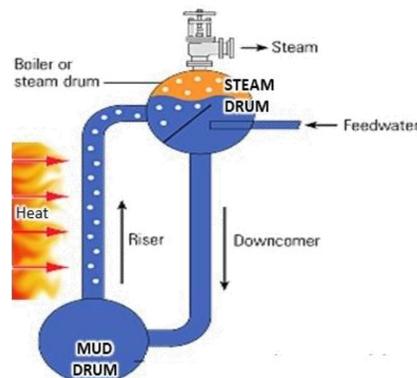
3. Feed Water Economizer

- Berupa *tube-tube heat exchanger* yang *simple*
- Merupakan tahap terakhir dari sistem *boiler feed water*
- Berfungsi untuk membantu pemanasan awal

Tiga komponen awal tersebut disebut komponen *pre-boiler*. Tujuan utamanya adalah untuk menghasilkan air umpan *boiler* (*feed water boiler*) yang aman sehingga tidak menimbulkan masalah *scale* atau korosi pada *boiler*.

4. *Boiler Steam and Mud Drum*

Dari *feed water economizer* kemudian masuk ke komponen *boiler* inti, yaitu *steam drum* dan *mud drum*.



Gambar 2. 8 Bagian *Boiler Steam and Mud Drum*

Feed water masuk ke dalam *boiler steam drum*. Karena suhunya lebih rendah dibanding air yang ada dalam *boiler* maka *feed water* turun ke bawah menuju *mud drum* (*lower drum*). Pengotor yang



masih terdapat dalam *feed water*, dengan bantuan bahan kimia khususnya *scale inhibitor* maka akan mengendap didasar drum. Kotoran yang terakumulasi dalam mud drum harus dikeluarkan dengan perhitungan *blow down boiler* yang tepat.

Selanjutnya, air dalam *boiler* akan mendapatkan pemanasan disisi api. Api yang makin panas akan naik ke atas (*steam drum*) dan menjadi uap (*steam*), selanjutnya dikeluarkan menuju komponen boiler berikutnya.

5. *Superheater Boiler*

- Fungsinya untuk meningkatkan *temperature steam* yang dihasilkan oleh *boiler*
- *Steam* yang dihasilkan oleh *steam drum boiler* disebut steam basah atau *saturated steam* dengan *temperature* umumnya 250°C
- *Steam* yang dihasilkan oleh *superheater boiler* disebut *steam* kering atau *superheated steam* dengan *temperature* mencapai 340°C

6. *Attemperator*

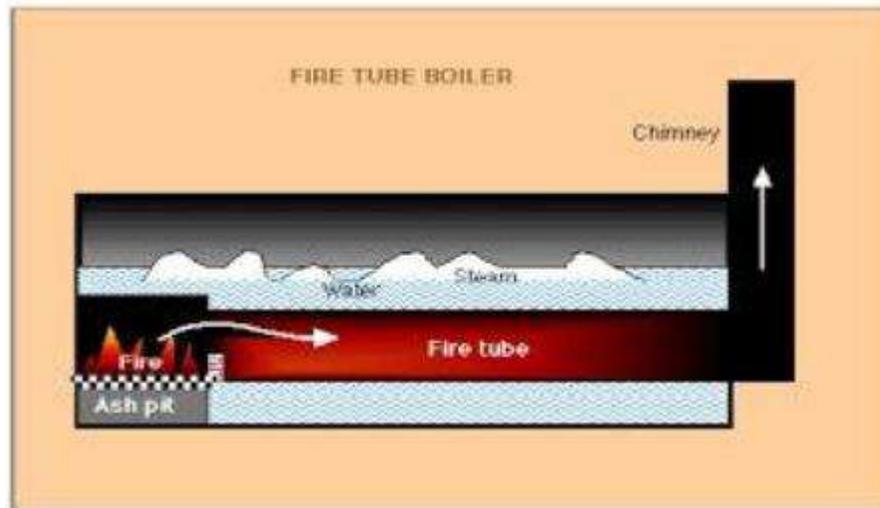
- Fungsinya untuk control *temperature superheated steam*
- Prinsip kerjanya dengan pengaturan *spray* air murni secara otomatis

D. Tipe-Tipe *Boiler*

1. *Fire Tube Boiler*

Pada *fire tube boiler*, gas panas melewati pipa – pipa dan air umpan *boiler* ada di dalam *shell* untuk dirubah menjadi steam. *Fire tube boiler* biasanya digunakan untuk kapasitas *steam* yang relatif kecil dengan tekanan *steam* rendah sampai sedang. Sebagai pedoman, *fire tube boiler* kompetitif untuk kecepatan *steam* sampai 12.000 kg/jam dengan tekanan sampai 18 kg/cm. *Fire tube boiler*

dapat menggunakan bahan bakar minyak bakar, gas atau bahan bakar padat dalam operasinya. Untuk alasan ekonomis, sebagian besar *fire tube boiler* dikonstruksi sebagai “paket” boiler (dirakit oleh pabrik) untuk semua bahan bakar.



Gambar 2. 9 *Fire Tube Boiler*

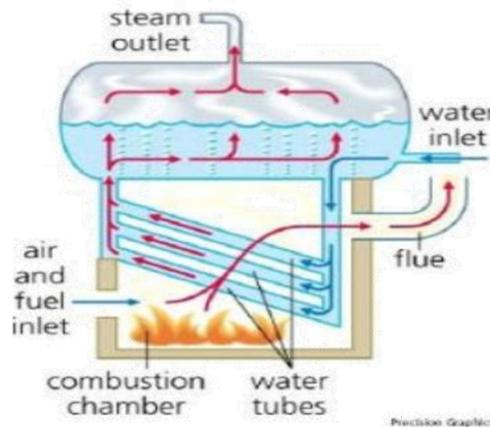
2. *Water Tube Boiler*

Pada *water tube boiler*, air umpan boiler mengalir melalui pipa – pipa masuk ke dalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakar membentuk steam pada daerah uap dalam drum. *Boiler* ini dipilih jika kebutuhan *steam* dan tekanan *steam* sangat tinggi seperti pada kasus boiler untuk pembangkit tenaga. *Water tube boiler* yang sangat modern dirancang dengan kapasitas steam antara 4.500-12.000 kg/jam, dengan tekanan sangat tinggi. Banyak *water tube boiler* yang dikonstruksi secara paket jika digunakan bahan bakar minyak bakar dan gas. Untuk *water tube boiler* yang menggunakan bahan bakar padat, tidak umum dirancang secara paket.

Karakteristik *water tube boiler* sebagai berikut :

- *Forced, induced* dan *balanced draft* membantu untuk meningkatkan efisiensi pembakaran

- Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari plant pengolahan air
- Memungkinkan untuk tingkat efisiensi panas yang lebih tinggi



Gambar 2. 10 *Water Tube Boiler*

3. *Packaged Boiler*

Disebut *boiler* paket sebab sudah tersedia sebagai paket yang lengkap. Pada saat dikirim ke pabrik, hanya memerlukan pipa steam, pipa air, suplai bahan bakar dan sambungan listrik untuk dapat beroperasi. Paket boiler biasanya merupakan tipe *shell and tube* dengan rancangan *fire tube* dengan transfer panas baik radiasi maupun konveksi yang tinggi. Ciri-ciri dari *packaged boilers* adalah:

- Kecilnya ruang pembakaran dan tingginya panas yang dilepas menghasilkan penguapan yang lebih cepat.
- Banyaknya jumlah pipa yang berdiameter kecil membuatnya memiliki perpindahan panas konvektif yang baik.
- Tingkat efisiensi termisnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan *boiler* lainnya.



Gambar 2. 11 Jenis *Packaged Boiler 3 Pass*, Bahan Bakar Minyak

E. *Waste Heat Boiler*

Waste Heat Boiler (B-1104) merupakan salah satu komponen penting yang terdapat di dalam unit produksi asam sulfat di Produksi III B PT. Petrokimia Gresik, yang berfungsi sebagai penghasil steam dengan memanfaatkan gas buang dari proses pembakaran SO_2 di dalam *furnace*. Alat ini memiliki tipe *shell and tube*, dimana *boiler* terdiri dari suatu bejana tertutup yang berisi air demin yang kemudian dipanaskan dari luar menggunakan gas buang dari pembakaran SO_2 dalam *furnace*.

Sistem *boiler* terdiri dari sistem air umpan, sistem *steam*, dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Dalam hal ini umpan diperlukan sebagai bentuk pemeliharaan untuk mencegah terjadi kerusakan dari sistem steam, sedangkan sistem *steam* mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam boiler. Pada keseluruhan sistem, tekanan steam diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan.

Dalam *furnace* digunakan temperature reaksi 1042°C , dimana sisa panas gas dari pembentukan SO_2 digunakan sebagai pemanas *Boiler Feed Water* (BFW). *Boiler Feed Water* (BFW) dari BFW Pump dialirkan menuju ke 2nd economizer (E-1204) untuk dilakukan pemanasan tahap awal. BFW keluar dari 2nd economizer (E-1204) kemudian dialirkan menuju 1st economizer (E-1203) untuk dilakukan pemanasan lanjutan. Lalu BFW



masuk ke *Waste Heat Boiler* (B-1104) dengan tekanan 42 kg/cm² dan suhu keluar 255°C menjadi *saturated steam*. Kemudian *saturated steam* masuk ke *steam superheater* (E-1102) dengan tekanan 38,2 kg/cm² berubah menjadi *superheated steam* dengan laju alir 91,03 ton/jam tekanan 35 kg/cm², dan suhu 400°C. *Steam* ini dialirkan ke unit utilitas untuk menggerakkan turbin generator di Produksi III B.

Energi kalor yang dihasilkan dalam sistem *boiler* memiliki nilai tekanan, temperatur, dan laju aliran yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan ketiga hal tersebut sistem *boiler* mengenal keadaan tekanan-temperatur rendah (*low pressure/LP*), dan tekanan-temperatur tinggi (*high pressure/HP*), dengan perbedaan itu pemanfaatan steam yang keluar dari sistem *boiler* dimanfaatkan dalam suatu proses untuk memanaskan cairan dan menjalankan suatu mesin (*boiler* komersial dan *boiler* industri), atau membangkitkan energi listrik dengan merubah energi kalor menjadi energi mekanik kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (*power boilers*).

II.2.5. Pembahasan

Tugas khusus praktik kerja lapangan di PT. Petrokimia Gresik adalah menghitung neraca massa dan neraca panas unit Sulfuric Acid III B. Bahan baku yang digunakan untuk produksi asam sulfat adalah batuan sulfur. Perhitungan neraca massa digunakan untuk mengetahui komposisi bahan baku yang diperlukan dan produk yang dihasilkan. Sama halnya dengan perhitungan neraca panas yang digunakan untuk mengetahui panas/energi yang dibutuhkan dan dihasilkan dari suatu proses.

Perhitungan neraca massa dan neraca panas menggunakan data – data yang sudah ada dari pabrik. Produksi asam sulfat di produksi III B PT. Petrokimia Gresik menggunakan metode *Double Contact Double Absorber*. Proses produksi asam sulfat menggunakan katalis V₂O₅ (*Vanadium Pentaoksida*). Produk asam sulfat yang dihasilkan memiliki konsentrasi minimal 98%. Tahapan pembuatan asam sulfat yaitu *Sulphur Handling*, SO₂ Generation, SO₂ Conversion, *Air Drying & SO₃*



Absorption, dan *Storage & Distribution*. Pada tahap *sulphur handling*, batuan sulfur ditampung dalam *hopper* kemudian dimasukkan ke *melter* untuk diubah menjadi liquid. Selanjutnya masuk ke tahap *SO₂ Generation* yang terjadi di dalam *furnace*, dimana sulfur direaksikan dengan oksigen dari udara sekitar untuk membentuk *SO₂*. Setelah terbentuk *SO₂* kemudian dikonversi menjadi *SO₃* di *SO₂ Conversion*. Proses konversi terjadi di *converter* yang memiliki 4 bed dan menggunakan katalis *V₂O₅* (*Vanadium Pentaoksida*). Hal ini bertujuan untuk mempercepat reaksi pembentukan *SO₃*. Gas *SO₃* yang terbentuk selanjutnya diabsorpsi menggunakan asam sulfat dalam kolom *absorber*. Keluar dari kolom *absorber* akan diperoleh liquid *H₂SO₄* yang memiliki konsentrasi minimal 98%.

Neraca massa untuk proses produksi asam sulfat di produksi III B sebagai berikut :



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANG
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEP. PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS



Tabel 2. 1 Neraca Massa Overall

Komponen	Hopper (Kg/jam)		Melter (Kg/jam)				Filtered Sulphur Tank (Kg/jam)	
	In	Out	In	B	Out	In	Out	
			A	B	A			
S (s)	25199,0400	25199,0400	12599,5200	12599,5200				
S (l)					12599,5200	12599,5200	25199,0400	25199,0400
SO ₂ (g)								
SO ₃ (g)								
O ₂ (g)								
N ₂ (g)								
H ₂ O (g)								
H ₂ O (l)								
H ₂ O Losses								
H ₂ SO ₄ (l)								
H ₂ S ₂ O ₇ (l)								
Total	25199,0400	25199,0400	12599,5200	12599,5200	12599,5200	12599,5200	25199,0400	25199,0400



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANG
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEP. PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS



Tabel 2. 2 Neraca Massa *Overall* Lanjutan 1

Komponen	Drying Tower (Kg/jam)		Sulphur Furnace (Kg/jam)		Waste Heat Boiler (Kg/jam)	
	In	Out	In	Out	In	Out
S (s)						
S (l)			25199,0400			
SO ₂ (g)				49274,2400	49274,2400	49274,2400
SO ₃ (g)				1404,8000	1404,8000	1404,8000
O ₂ (g)	49428,4800	49428,4800	49428,4800	23948,4800	23948,4800	23948,4800
N ₂ (g)	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600
H ₂ O (g)	4741,2000					91031,0000
H ₂ O (l)					92839,0000	
H ₂ O Losses		4741,2000				1808,0000
H ₂ SO ₄ (l)						
H ₂ S2O ₇ (l)						
Total	217275,8400	217275,8400	237733,6800	237733,6800	330572,6800	330572,6800



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANG
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEP. PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS



Tabel 2. 3 Neraca Massa *Overall* Lanjutan 2

Komponen	Converter Bed I (Kg/jam)		Converter Bed II (Kg/jam)		Converter Bed III (Kg/jam)	
	In	Out	In	Out	In	Out
S (s)						
S (l)						
SO ₂ (g)	49274,2400	16506,8704	16506,8704	1584,659558	1584,659558	1584,659558
SO ₃ (g)	1404,8000	42364,0120	42364,0120	61016,77555	61016,77555	62920,34785
O ₂ (g)	23948,4800	15756,6376	15756,6376	12026,08489	12026,08489	11645,37043
N ₂ (g)	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600
H ₂ O (g)						
H ₂ O (l)						
H ₂ O Losses						
H ₂ SO ₄ (l)						
H ₂ S2O ₇ (l)						
Total	237733,6800	237733,6800	237733,6800	237733,6800	237733,6800	239256,5378



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANG
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEP. PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS



Tabel 2. 4 Neraca Massa *Overall* Lanjutan 3

Komponen	Absorber I (Kg/jam)		Converter Bed IV (Kg/jam)		Absorber II (Kg/jam)	
	In	Out	In	Out	In	Out
S (s)						
S (l)						
SO ₂ (g)	61,80172	61,80172	61,80172	2,41027	2,41027	2,41027
SO ₃ (g)	62920,34785	0	0	74,23932	74,23932	0
O ₂ (g)	11645,37043	11645,37043	11645,3704	11630,52257	11630,52257	11630,52257
N ₂ (g)	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600	163106,1600
H ₂ O (g)						
H ₂ O (l)						
H ₂ O Losses						
H ₂ SO ₄ (l)	1567000	1489922,5739			1460000	1459909,0568
H ₂ S2O ₇ (l)		139997,7740				165,1825
Total	1804733,6800	1804733,6800	174813,3322	174813,3322	1634813,3322	1634813,3322



Kelancaran proses produksi tentunya selain perhitungan neraca massa juga ada perhitungan neraca panas. Setiap proses produksi selalu membutuhkan energi, sama halnya di PT. Petrokimia Gresik. Hampir semua proses produksi di PT. Petrokimia Gresik membutuhkan steam. Steam didapat dari pemanasan air. Pada produksi asam sulfat ini terdapat unit untuk memproduksi steam yaitu *Waste Heat Boiler* (WHB). WHB memproduksi steam dengan memanfaatkan panas dari gas buang furnace. Tipe WHB yang digunakan adalah *Shell and Tube*. Didalam WHB ini terjadi perpindahan panas dan perubahan fase. Berikut adalah hasil perhitungan neraca panas di *Waste Heat Boiler* (30 – B – 1104)

Tabel 2. 5 Neraca Panas pada *Waste Heat Boiler*

Komponen	Input	Output
	(kkal/jam)	(kkal/jam)
SO ₂ (g)	10075642,71	2127023,718
SO ₃ (g)	356178,9308	71399,82141
O ₂ (g)	6353120,577	1354294,96
N ₂ (g)	47269979,49	9988212,769
H ₂ O (l)		22337862,46
Q losses		28176127,97
Total	64054921,7	64054921,7