BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Bahan Baku

Belerang atau sulfur adalah unsur kimia non-logam yang diidentifikasi dengan lambang S. Wujud alaminya berupa padatan rapuh yang tidak berbau, tidak berasa, dan berwarna kuning pucat. Unsur ini menunjukkan reaktivitas dengan semua jenis logam, kecuali emas dan platinum. Sifatnya yang kurang larut dalam air dan konduktivitas listrik yang terbatas. Belerang dapat ditemukan dengan mudah di sumber air panas atau daerah vulkanik. Setiap tahun, jutaan ton belerang dihasilkan, sebagian besar untuk produksi asam sulfat, yang sangat digunakan dalam industri. Senyawa ini sekarang menjadi komoditas bernilai tinggi untuk pembuatan berbagai produk, termasuk pupuk dan bahan kimia lainnya. Sulfur juga merupakan nutrisi esensial bagi tanaman, hewan, dan manusia karena mengandung protein yang melimpah.Unsur non-logam dengan nomor atom 16 ini memiliki sifat antibakteri, antiinflamasi, dan keratolitik. Belerang memiliki berbagai kegunaan, terutama dalam industri kimia, pertanian, dan perawatan kesehatan. Dalam perawatan kesehatan, belerang digunakan untuk mengatasi masalah kulit seperti jerawat, eksim, dan rosacea(Pertamina, 2023).



Gambar 2.1 Bongkahan Belerang

Sifat Fisika

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisika Belerang

Komponen	Jumlah (%)
Titik Didih	444,67^{o}C
Entalpi penguapan, j/g	278 (400^{o}C)

Densitas pada 140^{o}C	1,7865 g/ml (cair)
Viskositas pada 120^{o}C	0,0017 Pa.s
Panas laten penguapan 200^{o}C	308,6 J/g

Sumber : (Sitorus et al., 2023)

Sifat-sifat kimia sulfur :

1. Dengan udara membentuk sulfur dioksida

   Reaksi : $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

2. Dengan asam klorida dan katalis Fe akan menghasilkan hydrogen sulfida.

2.1.2 Bahan Penunjang

A. Air

Air merupakan zat kimia yang miliki rumus molekul H_2O. Suatu molekul air terdiri dari dua atom hidrogen dimana berikatan secara kovalen dengan satu atom oksigen. Air merupakan kebutuhan penting bagi manusia maupun tumbuhan Dalam pembuatan asam sulfat air berfungsi sebagai bahan penunjang (Ma'rifat et al., 2024).

a. Sifat kimia

- Rumus kimia air adalah H_2O
- Air adalah pelarut dan penghantar listrik yang baik.

b. Sifat fisika

Tabel 2.2 Sifat Fisika Air

Komponen	**Jumlah (%)**
Berat Molekul	18,015 g/gmol
Titik Didih	100°c
Titik Leleh	0°c
Rumus molekul	H_2O
Berat jenis	998 g/cm^2 (pada 293 k)
Bentuk	Cair
Bau	Tidak berbau

Sumber : (Ecosoft, 2023)

B. Vanadium Pentaoksida (V_2O_5)

Beracun jika tertelan (kategori 3,H301), fatal jika terhirup (kategori 2,H330), menyebabkan cacat genetik (kategori 2, H341), beracun bagi biota

perairan (kategori 2,H411). Vanadium pentaoksida adalah senyawa anorganik yang paling penting dari vanadium, digunakan secara luas sebagai katalis dalam industri, terutama pada produksi asam sulfat melalui proses kontak. Senyawa ini berbentuk padatan kuning tua, bersifat amfoterik, dan dapat bertindak sebagai oksidator. Meskipun penting secara industri, dapat beracun dan menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan selaput lendir, serta bersifat karsinogenik (Rizkiana & Amini, 2018).



Gambar 2.2 Vanadium Pentaoksida

Tabel 2.3 Sifat Fisika Vanadium Pentaoksida

Komponen	**Jumlah (%)**
Berat Molekul	181 g/gmol
Titik Didih	1750°c
Titik Leleh	690°c
Rumus molekul	V_2O_5
Berat jenis	3.357 g/cm^2
Bentuk	Cair

C. Udara

Fase : gas

Komposisi : 20,9% O 2 ; 79,1% N 2

Kapasitas panas : 7,035 cal/gmol °C (32°C)

Berat molekul : 28,84 g/gmol

Berat jenis : 1,5.10 -3 gr/cc (25°C)

2.1.3 Produk

Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan seperti sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan penggilingan minyak. Asam sulfat (H_2SO_4) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Bahan kimia ini dapat larut dengan air dengan segala perbandingan, mempunyai titik leleh 10,34^oC dan titik didih pada 336,85^oC tergantung kepekatan serta pada temperature 300^oC atau lebih terdekomposisi menghasilkan sulfur trioksida (Arita et al., 2015).



Gambar 2.3 Asam Sulfat

Berikut merupakan sifat kimia dan fisika dari asam sulfat dapat dilihat pada tabel 2.4 :

Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat

Parameter	Keterangan
Rumus molekul	H_2SO_4
Berat molekul	98,08 g/gmol
Titik leleh	10,31 °C
Titik didih	336,85°C
Viskositas	15,7 cp(pada 30°C)
Densitas	1,84 g/cc
Kadar	98,50 %
Spesifik gravity	1,836

Kapasitas panas	0,3388 kkal/kg.K
Panas pembentuk	-19369 kkal/kmol
Kelarutan	Larut dalam air

Sumber : (Sitorus et al., 2023)

2.2 Pemilihan proses

2.2.1 Macam/Jenis proses

Proses pembuatan asam sulfat ada 2, yaitu :

1) **Proses Kamar Timbal (Pb)**

Pada tahun 1746, Roebuck dari Birmingham Inggris, memperkenalkan proses kamar timbal. Proses yang menarik ini, namun sudah kuno. Gas SO_2 dan NO dimasukkan ke menara Glover bersamaan dengan gas-gas dari menara Gay Lussac, gas yang keluar dari menara Glover dimasukkan ke dalam kamar timbal dan disemprotkan dengan air sehingga menghasilkan asam sulfat 60-67%. Hasil ini sebagian, dikembalikan ke menara Glover yang akan menghasilkan asam 77%. Asam ini sebagian dimasukkan ke dalam menara Gay Lussac untuk menyerap gas-gas NO dan NO_2 (katalisator) (Anggraini, 2016).

Gas yang terserap ini dimasukkan kembali ke menara Glover kamar timbal berbentuk silindris volumenya cukup luas. Permukaan dalamnya dilapisi timbal tipis dan disekat-sekat agar panas dapat ditransfer dengan baik, dinding bagian luar diberi sirip-sirip(Anggraini, 2016).

Sehingga di dalam menara ini terjadi pengembunan uap asam sulfat. Menara Gay Lussac berfungsi untuk memungut kembali katalisator gas NO dan NO_2 di kamar timbal dengan menggunakan asam sulfat 77%.

Penyerapan dilakukan pada suhu rendah antara 40-60°C. Menara Glover bertugas memekatkan hasil asam sulfat dari kamar timbal. Pemekatan panas ini perlu panas dan ini dapat diambil dari panas yang dibawa GHP (gas hasil pembakaran) belerang (400-600°C) (Sherve, 1967)(Anggraini, 2016).

2) **Proses Kontak**

Proses kontak pertama kali ditemukan pada tahun 1831 oleh Peregrine Philips, seorang negarawan Inggris, yang patennya mencakup aspek-aspek penting dari proses kontak yang modern, yaitu dengan melewatkan campuran sulfur dioksida dan udara melalui katalis, kemudian diikuti dengan absorbsi sulfur trioksida di dalam asam sulfat 98,5 – 99%(Anggraini, 2016).

Pada tahun 1889 diketahui bahwa proses kontak dapat ditingkatkan dengan menggunakan oksigen berlebihan di dalam campuran gas reaksi. Proses kontak sekarang telah banyak mengalami penyempurnaan dalam rinciannya dan dewasa ini telah menjadi suatu proses industri yang murah, kontinyu dan dikendalikan otomatis(Malik & Afifah, 2024).

Sampai tahun 1900, belum ada pabrik dengan proses kontak yang dibangun di Eropa, di mana terdapat kebutuhan terhadap oleum dan asam konsentrasi tinggi untuk digunakan pada sulfonasi, terutama pada industri zat warna. Dalam periode 1900 sampai 1925, banyak pabrik asam kontak ini telah dapat bersaing dengan proses kamar pada segala konsentrasi asam yang dihasilkan. Sejak pertengahan tahun 1920-an, kebanyakan fasilitas yang baru dibangun dengan menggunakan proses kontak dengan katalis hydrogen biasanya berupa zat padat, antara lain Pt, V_2O_5 dan Fe_2O_3. Katalis ini berpori-pori sehingga cocok untuk pembuatan asam sulfat, karena memiliki bidang kontak yang besar. Udara yang digunakan untuk membakar belerang dibersihkan dahulu dengan asam sulfat dalam menara absorber, hasil pembakaran dibersihkan dalam Waste Heat Boiler kemudian dimasukkan ke dalam konverter bersama O_2, gas hasil konverter atau reaktor dimasukkan ke dalam menara penyerap atau absorber. Penyerap yang digunakan adalah asam sulfat 98,5% (Sherve, 1967).

Berikut ini merupakan proses utama pembuatan asam sulfat dengan proses kontak(Dionisius & Kurniawan, 2025):

1) Reaksi pembakaran

   $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$

2) Reaksi pembuatan sulfur trioksida (SO_3)

   $2SO_2(g) + O_2(g) \leftrightarrow 2SO_3(g)$

3) Reaksi pembuatan oleum (H_2SO_7)

   $SO_3(g) + H_2SO_4(l) \leftrightarrow H_2S_2O_7(l)$

4) Reaksi pembuatan asam sulfat (H_2SO_4)

   $H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(l)$

Melalui reaksi kontak ini akan menghasilkan asam sulfat pekat sebesar 98,5%. Pada reaksi (2) merupakan reaksi kesetimbangan dan eksotermis karena reaksi ini hanya dapat berjalan baik apabila dilakukan dengan suhu tinggi, namun pada suhu yang tinggi mengakibatkan terjadinya pergeseran kesetimbangan ke arah kiri (Anggraini, 2016).

2.2.2 Seleksi Proses

Ada beberapa proses pembuatan asam sulfat antara lain dapat dilihat pada tabel 2.5 sebagai berikut :

Tabel 2.5 Perbandingan Proses Kontak dan Proses Kamar Timbal

Keterangan	Proses kontak	Proses kamar timbal
Konversi	98,5 – 99 %%	77 – 79%
Biaya produksi	Rendah	Tinggi
Kualitas produk	Lebih pekat	Kurang pekat
Proses produksi	Satu kali proses dalam meningkatkan konsentrasi asam	Dua kali proses dalam meningkatkan konsentrasi asam
Katalis	Vanadium Pentoksida	NO dan NO_2

Setelah dibandingkan antara proses kontak dengan proses kamar timbal, maka untuk perancangan pabrik asam sulfat ini dipilih Proses Kontak dengan pertimbangan :

a. Konversi yang tinggi dan kualitas produk lebih pekat.
b. Biaya produksi lebih murah.
c. Proses produksi satu kali proses dalam meningkatkan konsentrasi asam

2.2.3 Uraian Proses

Proses pembuatan Asam Sulfat pada pabrik ini menggunakan proses kontak. Pembuatan Asam Sulfat dengan proses kontak ini terdiri dari beberapa unit proses yaitu :

1. *Persiapan bahan baku*
2. *Pembentukan SO_2*
3. *Pembentukan SO_3*
4. *Pembentukan Oleum*
5. *Pembentukan H_2SO_4*

A. Persiapan Bahan Baku

Proses pembuatan asam sulfat dimulai dari penyimpanan bahan baku berupa belerang padat pada storage (F-111). Belerang padat dari storage kemudian dihancurkan menggunakan hammer crusher (J-112) dan diangkut menggunakan belt

conveyor (J-113) menuju unit sulfur melter (M-110). Pada unit ini belerang dipanaskan dengan menggunakan media pemanas sehingga berubah fase menjadi belerang cair. Suhu pada tangki pelebur dijaga agar tetap berada pada kondisi operasi yang sesuai sehingga belerang tetap berada dalam fase cair.

B. Pembentukan SO_2

Belerang cair yang terbentuk kemudian dialirkan menuju burner furnace (R-120) untuk mengalami proses pembakaran. Pada unit ini belerang direaksikan dengan udara kering sehingga menghasilkan gas sulfur dioksida (SO_2). Reaksi pembakaran yang terjadi adalah:

$$S\,(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

Udara yang digunakan sebagai oksidator dipasok oleh compressor (E-121) yang berfungsi untuk memberikan tekanan dan aliran udara yang cukup ke dalam burner furnace.

Gas hasil pembakaran yang masih memiliki temperatur tinggi selanjutnya dialirkan menuju waste heat boiler (E-131). Pada unit ini panas dari gas hasil reaksi dimanfaatkan untuk menghasilkan uap air (steam) sekaligus menurunkan temperatur gas sebelum memasuki tahap reaksi berikutnya. Dengan demikian energi panas yang dihasilkan dari reaksi pembakaran dapat dimanfaatkan secara lebih efisien.

C. Pembentukan SO_3

Setelah mengalami pendinginan, gas yang mengandung sulfur dioksida dialirkan menuju converter reactor (R-130). Reaktor ini merupakan fixed bed reactor yang berisi katalis vanadium pentoksida (V_2O_5). Di dalam reaktor ini terjadi reaksi oksidasi sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida (SO_3) sesuai reaksi:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

Reaksi ini berlangsung secara eksotermis sehingga temperatur reaksi perlu dikontrol agar tetap berada pada kondisi optimum. Reaktor converter terdiri dari 4 lapisan katalis (bed) yang bertujuan untuk meningkatkan konversi sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida.

Pada bed pertama kondisi operasinya pada temperature 450°C dan tekanan 1 atm. Keluaran bed pertama temperaturnya diturunkan menggunakan cooler (E-132) sehingga suhunya turun menjadi 440°C. Pada bed 3 kondisi operasinya pada temperature 425°C dan tekanan 1 atm, maka gas keluaran bed 2 diturunkan temperaturnya dari 440°C menjadi 425°C oleh cooler (E-133). Hasil keluaran pada bed

3 masuk ke cooler (E-134) untuk diturunkan temperaturnya dari 425°C menjadi 405°C dan masuk ke bed 4.

D. Pembentukan oleum

Gas yang keluar dari converter kemudian diturunkan temperaturnya secara bertahap menjadi 200°C oleh E-141 kemudian diturunkan lagi menjadi 80°C oleh E-142 sebelum dialirkan menuju absorber (D-140). Di dalam absorber, gas sulfur trioksida diserap oleh asam sulfat pekat (H_2SO_4) yang disirkulasikan dalam menara absorber. Proses penyerapan tersebut menghasilkan oleum melalui reaksi:

$$SO_3\,(g) + H_2SO_4\,(l) \rightarrow H_2S_2O_7\,(l)$$

Keluaran top D-140 merupakan gas yang tidak terserap sehingga gas tersebut dialirkan menuju scrubber atau sistem pengolahan gas buang (F-160) sebelum dilepaskan ke lingkungan melalui cerobong dengan cara penempatan menggunakan kompresor (E-161). Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa kandungan gas buang telah memenuhi standar emisi yang ditetapkan sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.

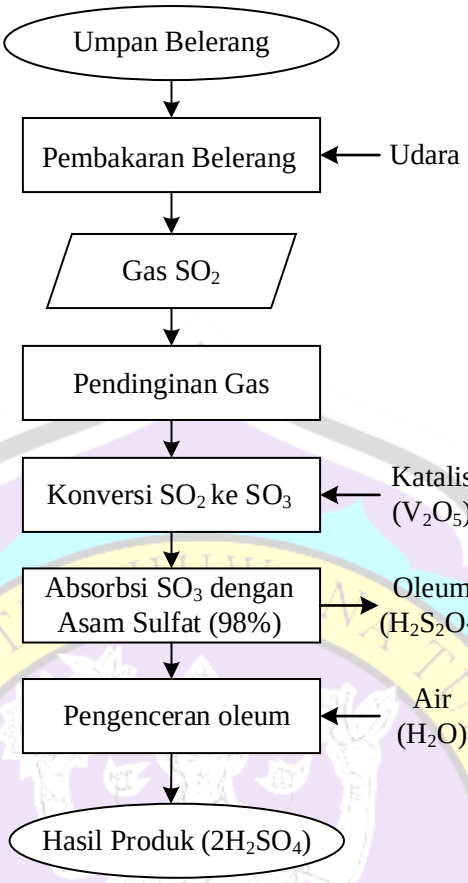
E. Pembentukan H_2SO_4

Produk dari bagian bottom D-140 yang beruipa senyawa oleum ($H_2S_2O_7$) dipompakan di E-151 dan diturunkan temperaturnya dari 120°C menjadi 80°C oleh E-152 sebelum masuk ke dalam stirred tank reactor. Didalam R-150 senyawa $H_2S_2O_7$ direaksikan dengan H_2O agar membentuk asam sulfat pada kondisi operasi temperatur 80°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah :

$$H_2S_2O_7\,(l) + H_2O\,(l) \rightarrow 2\,H_2SO_4\,(l)$$

Asam sulfat 98% yang terbentuk dari R-150 dipompakan E-171 menuju tangki penyimpanan (F-170), dimana sebelumnya produk asam sulfat diturunkan temperaturnya oleh cooler (E-172) dari 80°C menjadi 30°C. Sebagian produk asam sulfat dialirkan oleh E-142 kembali menuju D-140 sebagai absorben. Dan sebagian lagi dialirkan menuju tangki penyimpanan produk sebagai produk akhir dari proses pembuatan asam sulfat.

2.2.4 Diagram Alir



Gambar 2.4 Diagram Alir

2.3 Instrumentasi dan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)

2.3.1 Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam pengendalian suatu proses produksi. Hasil dengan kondisi tertentu dan suatu peralatan proses dapat diperoleh dengan kondisi tertentu pula. Hal ini dapat tercapai dengan bantuan instrumentasi. Pengendalian proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada unit pabrik yang benar-benar harus diperlakukan secara cermat dan akurat. Variabel-variabel yang dikendalikan adalah suhu, tekanan, laju alir dan tinggi permukaan cairan.

Tabel 2.6 Instrumentasi Alat

Nama Instrumen	Jenis Instrumen	Fungsi	Alat
Pengatur Suhu	T.I Temperatur Indikator	Petunjuk suhu	WHB, STR,Storage asam sulfat
	T.C Temperatur Controller	Mengendalikan suhu agar dapat dipertahankan pada harga yang telah ditentukan	Sulfur melter, Reaktor FBR, Absorber, Cooler 6
	T.I.C Tempertur Indikator Controller	Menunjuk dan mengatur suhu sesuai dengan standar yang diinginkan	Sulfur Burner
Pengatur Tekanan	P.I Pressure Indikator	Petunjuk Tekanan	Reaktor FBR
	P.I.C Pressure Indikator Controller	Mmenunjuk dan mengatur tekanan agar sesuai dengan standar yang diinginkan	Sulfur Burner
Pengatur Aliran	F.I.C Flow Indikator Controller	Menunjuk dan mengontrol aliran	Absorber
Pengatur Tinggi Aliran	L.I Level Indikator	Petunjuk tinggi bahan dalam aliran	Sulfur melter, Storage asam sulfat
Pengatur Tekanan	D.P Differential Pressure	Mengukur perbedaan tekanan	Reaktor FBR

2.3.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan kerja mutlak harus dilakukan dalam setiap perusahan untuk mencegah dan mengendalikan kerugian yang diakibatan dari adanya kecelakan, kebakaran, kerusakan harta benda perusahan dan kerusakan lingkungan serta bahaya-bahaya lainnya. Setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan atas keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk meningkatkan produktivitas, setiap orang lainnya yang berada di tempat kerja perlu terjamin keselamatan dan setiap sumber-sumber produksi harus digunakan secara aman dan efisien.

Tujuan diadakannya keselamatan kerja dalam rancang bangun pabrik ini adalah untuk menciptakan sistem keselamatan kerja dengan melibatkan unsur manajemen tenaga kerja, kondisi dan lingkunagan kerja yang terintegrasi dalam rangkah mencegah

terjadinya kecelakan dan penyakit akibat kerja serta terciptanya tempat kerja yang aman, nyaman, efisien dan produktif.

Alat pelindung diri (APD) yang digunakan dalam pabrik asam sulfat disajikan dalam tabel 2.6 berikut ini:

Tabel 2.7 Alat Pelindung diri (APD)

No	Alat Pelindung diri (APD)	Fungsi
1	Helm Pabrik	Melindungi kepala dari benturan kemungkinan tertimpa benda-benda yang jatuh, melindungi bagian kepala dari kejutan listrik ataupun terhadap kemungkinan terkena bahan kimia yang berbahaya
2	Sarung Tangan	Melindungi tangan terhadap bahaya fisik, kimia, dan listrik. Digunakan untuk karyawan bagian gudang, bagian proses, dan storage.
3	Pelindung Pernafasan (Masker)	Melindungi mulut dan hidung dari berbagai gangguan yang dapat membahayakan karyawan. Digunakan untuk bagian gudang, bagian produk/proses, bagian storage.
4	Sepatu Pengaman	Melindungi kaki dari bagian gangguan yang membahayakan karyawan di tempat kerja.
5	Baju Tahan Api	Melindungi penguna dari panasnya suhu api atau kebakaran

2.4 Utilitas

Unit utilitas merupakan salah satu bagian penunjang proses yang diperlukan sebuah industri bahan kimia agar berjalan dengan baik. Menurut Hermanto (2022), Kelancaran dalam proses produksi tentunya berkaitan dengan utilitas yang mendukung proses produksi atau yang sering disebut sebagai sarana penunjang proses yang diperlukan oleh pabrik agar dapat beroperasi secara efektif dan efisien.

2.6.1 Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air dari segi kualitas dan kuantitas dalam pabrik asam sulfat dari belerang. Kebutuhan air meliputi:

1. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan non proses, seperti:

- Kebutuhan laboratorium
- Perkantoran
- Fasilitas umum (toilet,dll)
- Pemadam kebakaran
- Penyiraman tanaman

Air sanitasi tidak harus memenuhi standar air minum, tetapi harus memenuhi standar kebersihan.

2. Air Proses

Air proses adalah air yang digunakan langsung dalam proses produksi, misalnya pada absorber untuk pembentukan asam sulfat (pengenceran H_2SO_4) dan kebutuhan pencucian gas.

3. Air Umpan (Demineralized Water)

Air umpan boiler adalah air yang disuplai ke boiler untuk diubah menjadi steam dan harus memenuhi spesifikasi ketat:

- Bebas ion penyebab kerak (Ca^{2+}, Mg^{2+})
- Tidak menyebabkan korosi (O_2, CO_2 rendah)
- Tidak menyebabkan foaming

2.6.2 Unit Penyediaan Steam (Boiler)

Steam atau uap digunakan sebagai media pemanas pada berbagai unit operasi, seperti preheater, tracing pipa, dan utilitas lainnya.

Pada pabrik asam sulfat, umumnya digunakan saturated steam, yang dihasilkan dari boiler menggunakan umpan demineralisasi.

2.6.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah solar (diesel oil) untuk menjalankan generator set. Pemilihan solar didasarkan pada alasan :

- Mudah diperoleh
- Nilai kalor tinggi (LHV 42.500 kJ/kg)
- Viskositas relatif rendah (3 cSt)
- Pengoperasian dan perawatan mudah

Dalam pabrik asam sulfat, bahan bakar bukan untuk proses utaman karena panas reaksi dari sulfur sudah cukup.

2.6.4 Unit Penyediaan Listrik

- Listrik dari PLN

  Unit penyediaan tenaga listrik yaitu untuk proses, daerah pengolahan air, penerangan, instrumentasi dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan sumber listrik utama dari pabrik Asam sulfat ini.

- Listrik dari generator set

  Sumber listrik dari generator set digunakan sebagai tenaga listrik cadangan saat terjadi pemadamam tak terduga dari PLN.

2.6.5 Unit Penyediaan Udara

Udara instrumen atau udara tekan digunakan sebagai udara pembakaran di sulfur burner yang berfungsi untuk menghasilkan SO_2. Kebutuhan udara yang diperlukan pada pabrik asam sulfat ini yaitu sebesar 20732,94 kg/jam.

2.6.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan harus diolah sebelum dibuang agar tidak mencemari lingkungan. Limbah pada pabrik asam sulfat meliputi:

- Gas buang (SO2 sisa)
- Limbah cair asam
- Limbah padat (katalis bekas)

2.7 Lokasi pendirian pabrik

Pemilihan lokasi merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan operasi suatu pabrik. Penentuan lokasi harus mempertimbangkan berbagai aspek teknis, ekonomis, serta lingkungan agar proses produksi dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan. Pabrik asam sulfat dari belerang direncanakan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada beberapa pertimbangan utama sebagai berikut.

Pertama, ketersediaan bahan baku menjadi faktor penting dalam penentuan lokasi pabrik. Bahan baku utama dalam pembuatan asam sulfat adalah belerang yang dapat diperoleh dari dalam negeri maupun impor. Lokasi Gresik yang dekat dengan pelabuhan memudahkan proses pengadaan bahan baku melalui jalur transportasi laut sehingga biaya pengangkutan dapat ditekan dan kontinuitas pasokan bahan baku dapat terjamin.

Kedua, kedekatan dengan pasar atau konsumen juga menjadi pertimbangan utama. Asam sulfat merupakan bahan kimia yang banyak digunakan dalam berbagai industri, terutama industri pupuk, pengolahan logam, baterai, dan industri kimia lainnya. Di wilayah

Gresik terdapat industri pupuk besar seperti Petrokimia Gresik yang membutuhkan asam sulfat dalam jumlah besar sebagai bahan penunjang proses produksi. Kedekatan dengan konsumen utama ini dapat mengurangi biaya distribusi serta meningkatkan efisiensi pemasaran produk.

Ketiga, ketersediaan sarana transportasi menjadi faktor penting dalam menunjang kelancaran distribusi bahan baku maupun produk. Wilayah Gresik memiliki akses transportasi yang baik berupa pelabuhan laut, jaringan jalan raya, serta kedekatan dengan kota industri besar seperti Surabaya. Fasilitas transportasi ini memungkinkan proses pengiriman bahan baku dan distribusi produk dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien.

Keempat, ketersediaan utilitas seperti air, listrik, dan bahan bakar merupakan aspek yang tidak kalah penting. Kawasan industri Gresik telah dilengkapi dengan berbagai fasilitas utilitas yang memadai, termasuk jaringan listrik, sumber air industri, serta fasilitas pengolahan limbah. Ketersediaan utilitas ini dapat menunjang operasi pabrik secara berkelanjutan serta mengurangi biaya pembangunan fasilitas pendukung.

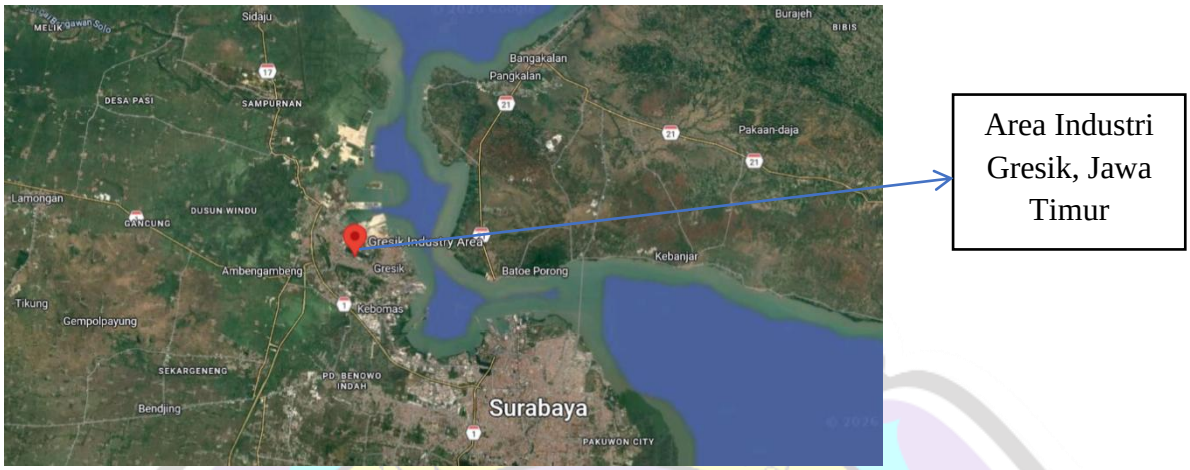
Kelima, ketersediaan tenaga kerja juga menjadi salah satu pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik. Wilayah Gresik dan sekitarnya memiliki sumber daya manusia yang cukup baik karena dekat dengan kota besar seperti Surabaya yang memiliki banyak institusi pendidikan dan tenaga kerja terampil di bidang industri. Hal ini memudahkan perusahaan dalam memperoleh tenaga kerja yang kompeten untuk mendukung kegiatan operasional pabrik.

Keenam, kondisi lingkungan dan ketersediaan lahan juga perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik. Kawasan industri Gresik menyediakan lahan industri yang cukup luas serta memiliki sistem pengelolaan lingkungan yang terencana. Penempatan pabrik di kawasan industri juga membantu meminimalkan dampak terhadap permukiman penduduk karena jaraknya relatif jauh dari daerah pemukiman padat.

Selain itu, aspek ekonomi dan pengembangan wilayah juga menjadi pertimbangan penting. Pendirian pabrik di kawasan industri dapat mendukung perkembangan ekonomi daerah serta menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat sekitar. Infrastruktur industri yang telah berkembang di wilayah ini juga memberikan keuntungan bagi perusahaan dalam hal efisiensi operasional dan kemudahan pengembangan di masa mendatang.

Berdasarkan berbagai pertimbangan tersebut, kawasan industri di Gresik dinilai sangat sesuai sebagai lokasi pendirian pabrik asam sulfat karena memiliki keunggulan dalam hal

ketersediaan bahan baku, akses transportasi, kedekatan dengan konsumen, ketersediaan utilitas, tenaga kerja, serta kondisi lingkungan yang mendukung kegiatan industri.



Gambar 2.5 Peta Wilayah Kawasan Industry Gresik