

SKRIPSI

**PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI
BENZIL SIANIDA, ASAM SULFAT DAN AIR DENGAN
KAPASITAS PRODUKSI 2.500 TON/TAHUN**

**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Program Studi S1 Teknik Kimia**



**Oleh :
Elshaddai Febeandika Putri
26200335D**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI BENZIL SIANIDA,
ASAM SULFAT, DAN AIR DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 2.500 TON/TAHUN**

Oleh :

ELSHADDAI FEBEANDIKA PUTRI

26200335D

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Narimo, S.T., M.M.
NIS : 01199609021057

Pembimbing II



Dewi Astuti Herawati, S.T., M. Eng
NIS. 01199601032053

Mengetahui,

Ketua Program Studi

SI Teknik Kimia



Dewi Astuti Herawati, S.T., M. Eng
NIS. 01199601032053

LEMBAR PENGESAHAN

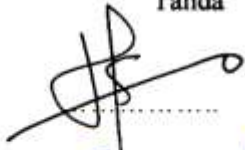
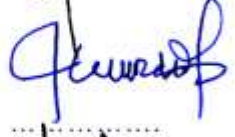
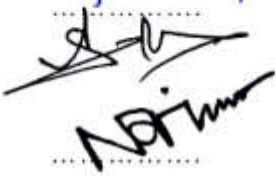
**PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI BENZIL
SIANIDA, ASAM SULFAT DAN AIR DENGAN KAPASITAS PRODUKSI
2.500 TON/TAHUN**

Oleh :

ELSHADDAI FEBEANDIKA PUTRI

26200335D

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Pada Tanggal : 28 November 2024

	Nama	Tanda
Tangan		
Penguji I	: Dr. Supriyono, S.T., M.T NIS : 01199508011049	
Penguji II	: Ir. Sumardiyono, M.T NIS : 01199403231041	
Penguji III	: Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng NIS : 01199601032053	
Penguji IV	: Dr. Narimo, S.T., M.M NIS : 01199609021057	

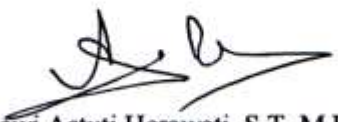
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi




Drs. Kuseno, M.Si
NIS. 01199408011044

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia



Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng
NIS. 01199601032053

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini, saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul **PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI BENZIL SIANIDA, ASAM SULFAT, DAN AIR DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 2.500 TON/TAHUN** adalah benar merupakan hasil karya saya dengan arahan dari pembimbing tanpa ada upaya penjiplakan atau pemalsuan dan manipulasi data dari karya orang lain. Semua sumber data dan informasi yang dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain yang telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, November 2024



Elshaddai Febeandika Putri

KATA PENGANTAR

Salam sejahtera,

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas kasih dan karuniaNya Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulisan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik Program S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan serta tersedianya fasilitas – fasilitas yang diberikan oleh beberapa pihak, skripsi ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis sampaikan rasa terimakasih dan rasa hormat kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah menuntun dan memberikan kemudahan dalam menempuh studi;
2. Kedua orang tua saya, Bapak Andi Wahyu Nugroho dan Ibu Rina Kuntari, terimakasih atas doa, dukungan, perhatian, pengertian, dan segala fasilitas yang diberikan selama saya menempuh studi;
3. Bapak Dr. Drs. Suseno., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi serta segenap jajaran Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi;
4. Bapak Dr. Narimo., S.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing serta memberi masukan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini hingga dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih atas waktu, ilmu, bimbingan serta perhatiannya yang telah diberikan;
5. Ibu Dewi Astuti Herawati., S.T., M.Eng. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia dan selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing serta memberi masukan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini hingga dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih atas waktu, ilmu, bimbingan serta perhatiannya yang telah diberikan;
6. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna melengkapi segala kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. **Tuhan Memberkati**

Penulis

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Ulangan 31 : 8

“Sebab TUHAN, Dia sendiri akan berjalan didepanmu, Dia sendiri akan menyertai engkau, Dia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau, janganlah takut dan janganlah patah hati”

Dengan penuh sukacita dan rasa syukur Penulis persembahkan skripsi ini untuk :

Bapak Andi Wahyu Nugroho dan Ibu Rina Kuntari yang telah memberikan doa dan dukungan sepenuhnya, yang menjadi tujuan utama Penulis untuk menyelesaikan Pendidikan.

Biarlah tulisan ini bisa bermanfaat dan menjadi berkat bagi setiap pembaca.

TUHAN MEMBERKATI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.1.1 Manfaat	1
1.2 Penentuan Kapasitas Produksi	2
1.2.1 Kebutuhan Produk di Indonesia	2
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	3
1.3.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	3
1.3.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	3
1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika	4
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	4
1.4.2 Tinjauan Kinetika	5
1.4.3 Berbagai Proses Pembentukan Produk Utama	7
1.5 Alasan Pemilihan Proses	7
1.6 Mekanisme Reaksi	7
BAB II SPESIFIKASI BAHAN	8
2.1 Spesifikasi, Sifat Fisis dan Kimia Bahan Pokok	8
2.2 Spesifikasi Bahan Baku Tambahan/ Produk Samping	9
2.3 Spesifikasi Produk	9
BAB III DESKRIPSI PROSES	10
3.1 Deskripsi Proses Pembuatan Produk	10
3.1.1 Kondisi Operasi	10
3.1.2 Persiapan Bahan Baku	10
3.1.3 Pembentukan Produk	10
3.1.4 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk	11
3.2 Diagram Alir Kualitatif	12

3.3	Diagram Alir Kuantitatif.....	13
BAB IV	NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	14
a.	Neraca Massa	14
b.	Neraca Panas	19
BAB V	SPESIFIKASI ALAT.....	23
5.1	Tangki Penyimpanan Benzil Sianida (T-01)	23
5.2	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (T-02)	23
5.3	Mixer (M-01)	23
5.4	Reaktor (R-01)	24
5.5	<i>Filter Press</i> (FP-01)	25
5.6	Dekanter (DC-01)	25
5.7	Evaporator (EV-01)	25
5.8	Crystalizer (CR-01).....	26
5.9	Ball Mill (BM-01).....	26
5.10	Screener (SC-01).....	26
5.11	Gudang Penyimpanan Ammonium Bisulfat (G-01)	26
5.12	Gudang Penyimpanan Produk Asam Fenil Asetat (G-01).....	27
5.13	<i>Screw Conveyor</i> 1 (S-01).....	27
5.14	<i>Screw Conveyor</i> 2 (S-02).....	27
5.16	<i>Screw Conveyor</i> 3 (S-03).....	28
5.17	<i>Heater</i> 1 (HE-01).....	28
5.18	<i>Heater</i> 2 (HE-02).....	28
5.19	Pompa 01 (P-01)	29
5.20	Pompa 02 (P-02)	29
5.21	Pompa 03 (P-03)	30
5.23	Pompa 04 (P-04)	30
5.24	Pompa 05 (P-05)	30
5.25	Pompa 06 (P-06)	30
5.26	Pompa 07 (P-07)	31
5.27	Pompa 08 (P-08)	31
BAB VI	UTILITAS.....	32
6.1	Penyediaan Air.....	32
6.2	Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>).....	32
6.3	Kebutuhan Air.....	33
6.4	Spesifikasi Alat Utilitas	38
6.4.1	<i>Screening</i> (SC)	38
6.4.2	Pompa Utilitas-01 (PU-01)	38

6.4.3	Bak Sedimentasi- 01 (BS-01)	39
6.4.4	Pompa Utilitas- 02 (PU-02)	39
6.4.5	Tangki Pelarutan Alum $[Al_2(SO_4)_3]$ (TP-01).....	39
6.4.6	Pompa Utilitas – 03 (PU-03).....	40
6.4.7	Tangki Pelarutan Soda Abu (Na_2CO_3) (TP-02)	40
6.4.8	Pompa Utilitas – 04 (PU – 04)	40
6.4.9	<i>Clarifier</i> (CL).....	41
6.4.10	Pompa Utilitas – 05 (PU – 05).....	41
6.4.11	<i>Sand Filter</i> (SF – 01)	41
6.4.12	Pompa Utilitas – 06 (PU – 06)	42
6.4.13	Tangki Utilitas – 01 (TU – 01).....	42
6.4.14	Pompa Utilitas – 07 (PU -07).....	42
6.4.15	Pompa Utilitas – 08 (PU – 08).....	43
6.4.16	Pompa Utilitas – 09 (PU-09).....	43
6.4.17	Tangki Pelarutan H_2SO_4 (TP – 03)	43
6.4.18	Pompa Utilitas – 10 (PU – 10)	44
6.4.19	Penukar Kation / <i>Cation Exchanger</i> (CE – 01)	44
6.4.20	Pompa Utilitas – 11 (PU – 11)	44
6.4.21	Tangki NaOH (TP – 04)	45
6.4.22	Pompa Utilitas – 12 (PU – 12)	45
6.4.23	Penukar Anion / <i>Anion Exchanger</i> (AE).....	45
6.4.24	Pompa Utilitas – 13 (PU – 13)	46
6.4.25	Tangki Pelarutan Kaporit $[Ca(ClO)_2]$ (TP – 05).....	46
6.4.26	Pompa Utilitas – 14 (PU – 14)	46
6.4.27	Tangki Utilitas – 02 (TU – 02).....	47
6.4.28	Pompa Utilitas – 15 (PU – 15)	47
6.4.29	Menara Pendingin Air / <i>Water Cooling Tower</i> (CT – 01) ...	47
6.4.30	Pompa Utilitas – 16 (PU – 16)	48
6.4.31	Daerator (DE).....	48
6.4.32	Pompa Utilitas – 17 (PU – 17)	48
6.4.33	Ketel Uap – 01 (KU – 01).....	49
6.4.34	Ketel Uap – 02 (KU – 02).....	49
6.4.35	Tangki Bahan Bakar (TB - 01)	49
6.5	Unit Pengolahan Limbah	50
6.5.1	Bak Penampungan (BP-01).....	50
6.5.2	Bak Pengendapan Awal (BPA-01)	51
6.5.3	Bak Aerasi (BA-01)	51

6.6	Kebutuhan Bahan Kimia.....	51	
6.7	Kebutuhan Listrik	52	
6.8	Kebutuhan Bahan Bakar	53	
6.9	Unit Penyediaan Udara Tekan	54	
BAB VII STRUKTUR PENGELOLA DAN TATA LETAK			
	PABRIK	56	
7.1	Tata Kelola Perusahaan.....	56	
7.1.1	Bentuk Perusahaan.....	56	
7.2	Struktur Organisasi	57	
7.3	Hak dan Kewajiban.....	58	
7.4	Ketenagakerjaan.....	61	
7.5	Pembagian Jabatan, Jumlah Pegawai, dan Upah Pegawai.....	63	
7.6	Jaminan Sosial Karyawan	64	
7.7	Benefit Pekerja.....	64	
7.8	Manajemen Produksi	65	
7.9	Tata Letak Pabrik.....	66	
BAB VIII ANALISA EKONOMI			71
8.1	Modal Investasi.....	72	
8.1.1	Modal Investasi Tetap.....	73	
8.1.2	Modal Kerja / <i>Working Capital</i>	73	
8.2	<i>Total Fixed Capital Invesment</i>	74	
8.3	<i>Working Capital</i>	74	
8.4	Manufacturing Cost	74	
8.5	General Expenses.....	75	
8.6	Analisa Aspek Ekonomi	75	
8.6.1	<i>Return On Investment (ROI)</i>	75	
8.6.2	<i>Pay Out Time (POT)</i>	76	
8.6.3	<i>Break Event Point (BEP)</i>	76	
8.6.4	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	77	
8.6.5	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	77	
BAB IX KESIMPULAN.....			79
DAFTAR PUSTAKA			81
LAMPIRAN A.....			83
LAMPIRAN B.....			96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kebutuhan Asam Fenil Asetat Dunia	1
Gambar 2 Grafik Impor Asam Fenil Asetat	2
Gambar 3 Peta Lokasi Pabrik	3
Gambar 4 Diagram Alir Kualitatif.....	12
Gambar 5 Diagram Alir Kualitatif.....	13
Gambar 6 Diagram Alir Utilitas	55
Gambar 7 Bagan Pengelola Perusahaan	57
Gambar 8 Tata Letak Pabrik.....	69
Gambar 9 Tata Letak Peralatan Proses	70
.Gambar 10 Grafik Hubungan Tahun dengan Cost Index	72
Gambar 11 Grafik BEP dan SDP	78
Gambar 12 Process Flow Diagram	80

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kebutuhan Asam Fenil Asetat di Indonesia	2
Tabel 2 Data perhitungan nilai konstanta kecepatan reaksi	6
Tabel 3 Neraca massa sekitar mixer	14
Tabel 4 Neraca massa sekitar reaktor	14
Tabel 5 Neraca massa FP.....	15
Tabel 6 Neraca massa decanter	16
Tabel 7 Neraca massa evaporator	17
Tabel 8 Nerca massa crystalizer	18
Tabel 9 Neraca massa ball mill	18
Tabel 10 Neraca massa screening.....	19
Tabel 11 Neraca massa recycle	19
Tabel 12 Data konstanta Cp	20
Tabel 13 Neraca panas sekitar mixer.....	20
Tabel 14 Neraca panas sekitar reaktor.....	20
Tabel 15 Neraca panas sekitar filter press	21
Tabel 16 Neraca panas sekitar decanter	21
Tabel 17 Neraca panas sekitar evaporator.....	21
Tabel 18 Neraca massa sekitar crystalizer.....	21
Tabel 19 Neraca panas sekitar ball mill.....	22
Tabel 20 Neraca panas sekitar recycle	22
Tabel 21 Neraca panas sekitar screening.....	22
Tabel 22 Kebutuhan steam	32
Tabel 23 Kebutuhan air	33
Tabel 24 Syarat air umpan ketel	36
Tabel 25 Kebutuhan listrik unit proses.....	52
Tabel 26 Kebutuhan listrik unit utilitas	52
Tabel 27 Kebutuhan listrik total	52
Tabel 28 Pembagian jadwal kerja karyawan	62
Tabel 29 Pengelolaan jabatan berdasarkan Pendidikan dan pengalaman	63
Tabel 30 Rincian jumlah karyawan dan gaji	63
Tabel 31 Rincian luas bangunan pabrik	68
Tabel 32 Plant cost index	71
Tabel 33 Total Fixed Capital Investment	74
Tabel 34 Working capital	74
Tabel 35 Manufacturing cost.....	74
Tabel 36 General Expenses	75
Tabel 37 Fixed Cost (Fa)	76
Tabel 38 Variable Cost (Va).....	76
Tabel 39 Regulated Cost (Ra)	76

INTISARI

Pra-Rancangan Pabrik Asam Fenil Asetat akan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 2.500 ton/tahun. Asam fenil asetat merupakan bahan baku penicillin dan phenylacetone yang digunakan untuk pembuatan amphetamine dan industri pestisida dan farmasi. Asam Fenil Asetat dihasilkan dari proses reaksi cair – cair dengan mereaksikan bahan baku Benzil Sianida dengan Asam Sulfat yang diencerkan pada reaktor batch dengan kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 90°C . pabrik kimia ini memproduksi Asam Fenil Asetat dengan kemurnian 99% sebagai produk utama. Dari analisis ekonomi diperoleh Keuntungan sebelum pajak Rp 55.112.735.231, Keuntungan sesudah pajak Rp 38.578.914.662, *Rate of Return on Investment* (ROROI) sebelum pajak sebesar 25 % dan sesudah pajak sebesar 18 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 3 tahun dan setelah pajak selama 4 tahun, *Break Event Point* (BEP) sebesar 47 %, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24 %, *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 8,25 %, sehingga dengan pertimbangan tersebut, maka Pabrik Asam Fenil Asetat dari Benzil Sianida, Asam Sulfat dan Air dengan kapasitas produksi 2.500 ton/tahun layak untuk didirikan/dibangun.

Kata kunci : Asam Fenil Asetat, Asam Sulfat, Benzil Sianida, Air

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam era perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang pesat, Indonesia harus siap menghadapi tantangan ini. Sebagai negara dengan potensi pembangunan yang besar, Indonesia bertujuan meningkatkan pendapatan negara melalui pembangunan industri. Pembangunan industri ini tidak hanya meningkatkan pendapatan negara, tetapi juga menciptakan lapangan kerja bagi warga negara Indonesia dan mendorong perkembangan sektor lainnya.

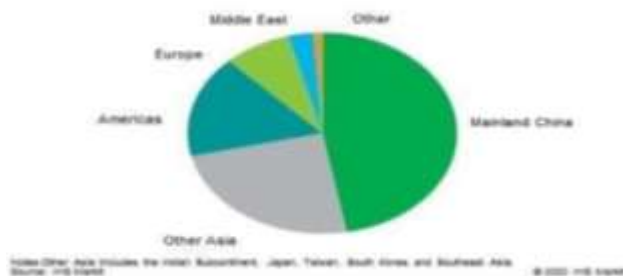
Industri kimia merupakan salah satu industri yang cukup berkembang pesat di Indonesia, sehingga rencana didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mencukupi kebutuhan produksi di lingkup nasional maupun internasional.

Dengan produksi asam fenil asetat yang masih terbatas di dunia, Indonesia memiliki peluang besar untuk memenuhi kebutuhan asam fenil asetat di kawasan Asia. Pembangunan pabrik asam fenil asetat ini juga diharapkan dapat mengatasi sempitnya lapangan kerja dan mengurangi pengangguran.

1.1.1 Manfaat

a. Kebutuhan Asam Fenil Asetat Dunia

Dari perspektif global, Asia merupakan pasar utama asam fenil asetat, dengan Tiongkok Daratan sebagai konsumen terbesar. Negara-negara Asia lainnya seperti India, Jepang, Taiwan juga menjadi konsumen yang konsisten. Di sisi lain, Amerika Serikat dan Meksiko merupakan konsumen utama produk tersebut.



Gambar 1 Kebutuhan Asam Fenil Asetat Dunia
(Sumber : IHS Markit, 2020)

b. Manfaat Produk

Produk ini biasanya digunakan dalam bidang farmasi sesuai penggunaan, selain itu sebagai tambahan untuk memberikan kesan harum pada minyak wangi.

1.2 Penentuan Kapasitas Produksi

Pabrik ini yang dibangun pada tahun 2029 akan memiliki kapasitas produksi sebanyak 2.500 ton/tahun. Kapasitas produksi ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan penting, antara lain:

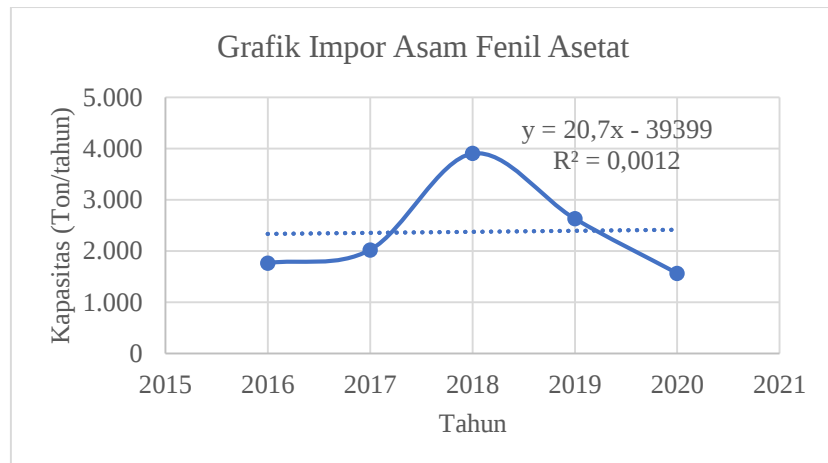
1.2.1 Kebutuhan Produk di Indonesia

Kebutuhan konsumsi produk ini di Indonesia pada 2016 - 2020 ialah :

Tabel 1 Kebutuhan Asam Fenil Asetat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/tahun)
2016	1.761
2017	2.018
2018	3.901
2019	2.627
2020	1.560

Sumber : (Asam Fenil Asetat : BPS 2020)



Gambar 2 Grafik Impor Asam Fenil Asetat

Dari data pada tabel 1 diatas bisa diperkirakan kebutuhan produk pada tahun 2029 diperoleh dari perhitungan grafik linear.

Basis perhitungan untuk konsumsi produk dalam negeri pada tahun 2029 ialah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Y &= 20,7 x - 39399 \\
 &= 20,7 (2029) - 39399 \\
 &= 2.601 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

1.3.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Gresik, Jawa Timur, dipilih sebagai lokasi pembangunan pabrik asam fenil asetat karena memiliki potensi sebagai kawasan industri yang baik. Dengan kebijakan pengembangan industri yang mendukung dan faktor-faktor lain yang memadai, pembangunan pabrik ini diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi masyarakat dan perekonomian lokal.



Gambar 3 Peta Lokasi Pabrik

(Sumber : Peta Lokasi Kabupaten Gresik, Jawa Timur dalam *Google Maps*)

1.3.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Unsur yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Asam fenil asetat dibuat dengan menggunakan bahan utama yaitu ($C_6H_5CH_2CN$) yang dikirim langsung dari China dan (H_2SO_4) yang dipasok oleh PT. Gresik Cipta Sejahtera

2. Utilitas

Pabrik memerlukan beberapa utilitas penting, yaitu listrik yang disuplai oleh PT Perusahaan Listrik Negara dan air yang berasal dari Sungai Brantas.

3. Transportasi

Pabrik menyiapkan fasilitas transportasi lengkap, termasuk transportasi darat yang memadai untuk memudahkan pengiriman barang. Selain itu, lokasi pabrik yang dekat dengan Pelabuhan

Tanjung Perak juga memungkinkan transportasi laut yang efisien.

4. Sasaran Pasar

Diharapkan produk yang dihasilkan oleh pabrik ini bisa memenuhi target pemasaran dalam industri di lingkup dalam negeri maupun di luar negeri entah itu digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk maupun dijual kembali.

1.4 Tinjauan Kinetika dan Thermodinamika

1.4.1 Tinjauan Thermodinamika

Pembentukan produk asam fenil asetat terjadi dalam reaktor *batch* dengan mencampurkan bahan baku, sehingga reaksinya dapat ditulis :



Hasil keluaran proses reaksi di reaktor meliputi ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CN}$) sebagai produk utama, ammonium bisulfat sebagai produk samping. Proses reaksi pembuatan asam fenil asetat ini berlangsung secara eksotermis, yaitu melepaskan panas.

Data pembentukan enthalphy (ΔH_f) pada suhu 298,15 K (Yaws,1999) :

$\Delta H_f \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CN}$: 156,6 Kj/mol

$\Delta H_f \text{ H}_2\text{SO}_4$: -813,989 Kj/mol

$\Delta H_f \text{ H}_2\text{O}$: -285,83 Kj/mol

$\Delta H_f \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$: -322,8 Kj/mol

$\Delta H_f \text{ NH}_4\text{HSO}_4$: -1026,96 Kj/mol

ΔH_R pada suhu 373,15 K

$\Delta H_R \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CN}$: 293,254 Kj/mol

$\Delta H_R \text{ H}_2\text{SO}_4$: -742,590 Kj/mol

$\Delta H_R \text{ H}_2\text{O}$: -197,735 Kj/mol

$\Delta H_R \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$: -275,798 Kj/mol

$\Delta H_R \text{ NH}_4\text{SO}_4$: -956,707 Kj/mol

$\Delta H_{373,15} = \Sigma \Delta H \text{ produk} - \Sigma \Delta H \text{ reaktan} \dots\dots\dots(2)$

$$= ((-275,798)+(-956,707))-((293,254)+(-742,590)+2(-197,735))$$

$$= -390,699 \text{ Kj/mol}$$

Data $\Sigma \Delta G^\circ$ pada suhu 298,15 K (Yaws,1999)

$\Delta G^\circ \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CN}$: 237,30 Kj/mol

$\Delta G^\circ \text{ H}_2\text{SO}_4$: -689,9 Kj/mol

$\Delta G^\circ \text{ H}_2\text{O}$: -237,129 Kj/mol



$$\Delta G^\circ \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH} : -231,35 \text{ Kj/mol}$$

$$\Delta G^\circ \text{ NH}_4\text{SO}_4 : -835,38 \text{ Kj/mol}$$

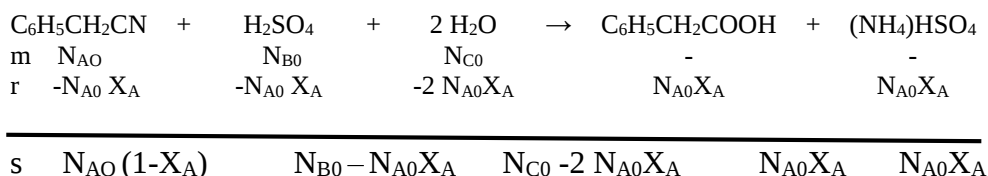
$$\Delta G^\circ = \Delta G^\circ \text{ produk} - \Delta G^\circ \text{ reaktan}$$

$$= (-213,35 + (-835,38)) - (237,30 + (-689,9) + (2 \times (-237,129)))$$

$$= -121,872 \text{ Kj/mol}$$

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Stokiometri pada reaktor :



$$C_A = \frac{N_A}{V} \dots \dots \dots (1)$$

$$= \frac{N_{A0}(1-X_A)}{V} \dots \dots \dots (2)$$

$$= C_{A0} (1 - X_A) \dots \dots \dots (3)$$

$$C_B = \frac{N_B}{V} \dots \dots \dots (4)$$

$$= \frac{N_{B0} - N_{A0} X_A}{V} \dots \dots \dots (5)$$

$$= \frac{N_{A0} \left(\frac{N_{B0}}{N_{A0}} - X_A \right)}{V} \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{Misal } M = \frac{N_{B0}}{N_{A0}}$$

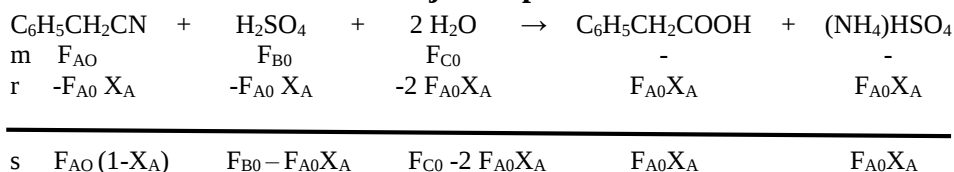
$$C_{A0} = (M - X_A) \dots \dots \dots (7)$$

Maka

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B \dots \dots \dots (8)$$

$$= k \cdot C_{A0} (1 - X_A) C_{A0} (M - X_A) \dots \dots \dots (9)$$

Stokiometri berdasarkan laju alir pada reaktor :



Neraca Mol

$$R_{in} - R_{out} + R_{gen} = R_{acc}$$

$$F_{A0} - (F_{A0} - F_{A0} \cdot X_A) + r_a V = 0$$

$$F_{A0} \cdot X_A + r_a V = 0$$

$$r_A V = -F_{A0} \cdot X_A \dots \dots \dots (1)$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X_A}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X_A}{k C_A \cdot C_B} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana $C_A = F_A/q_A$ dan $C_B = F_B/q_B$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X_A}{k \frac{F_A F_B}{q_A q_B}} \dots \dots \dots (3)$$

Substitusikan nilai F_A dan F_B ke persamaan (3)

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{k \frac{F_{B0}(1-X_A)(F_{B0}-F_{A0}X_A)}{q_{A0} q_{B0}}} \dots \dots \dots (4)$$

$$\frac{F_{A0}}{q_{A0}} = C_{A0} \text{ dan } \frac{F_{B0}}{q_{B0}}$$

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{k C_{A0}(1-X_A)(C_{B0}-C_{A0}X_A)} \dots \dots \dots (5)$$

$$V = \frac{C_{A0} q_{A0} X_A}{k C_{A0}(1-X_A) C_{A0} \left(\frac{C_{A0}}{C_{B0}} \right) - X_A} \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{Misal } \frac{C_{B0}}{C_{A0}} = M$$

$$\frac{V}{q_{A0}} = \frac{X_A}{k C_{A0}(1-X_A)(M-X_A)} \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{Dimana } t = \frac{V}{q_{A0}}$$

$$t = \frac{X_A}{k C_{A0}(1-X_A)(M-X_A)} \dots \dots \dots (8)$$

$$k = \frac{X_A}{t C_{A0}(1-X_A)(M-X_A)} \dots \dots \dots (9)$$

Tabel 2 Data perhitungan nilai konstanta kecepatan reaksi

Komponen	(Kmol/jam)	F (Kg/jam)	ρ (Kg/liter)	Fv (Liter/jam)
C ₆ H ₅ CH ₂ CN	0,0059	8,9312	1,0460	8,5384
H ₂ SO ₄	20,3935	10,7157	1,7393	6,1609
H ₂ O	46,4613	14,6611	0,9956	14,7259
C ₆ H ₅ CH ₂ COOH	0,0000	0,0000	1,0766	0,0000
NH ₄ HSO ₄	0,0000	0,0000	1,7800	0,0000

Nilai k di tentukan dengan persamaan berikut :

$$k = \frac{X_A}{t C_{A0}(1-X_A)}$$



$$C_{A0} = \frac{n_B}{F_A} = \frac{0,0059 \text{ kmol/jam}}{8,5384 \text{ liter/jam}} = 0,000690 \text{ kmol/liter}$$

$$C_{B0} = \frac{n_B}{F_B} = \frac{20,3935 \text{ kmol/jam}}{6,1609 \text{ liter/jam}} = 3,310149 \text{ kmol/liter}$$

$$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}} = \frac{3,310149 \text{ kmol/jam}}{0,000690 \text{ liter/jam}} = 4,797$$

$$X_A = 0,8$$

$$t = 3 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,8}{3 \text{ jam} \cdot 0,008929 \frac{\text{kmol}}{\text{liter}} (1-0,8)(4,797-0,8)}$$

$$k = 1,985958 \text{ liter/kmol.jam}$$

1.4.3 Berbagai Proses Pembentukan Produk Utama

Pembentukan produk utama dapat ditempuh dengan berbagai cara seperti mereaksikan benzil sianida dan asam sulfat, benzil klorida dengan magnesium, serta maleic acid yang direaksikan.

1.5 Alasan Pemilihan Proses

Berdasarkan perbandingan proses pembuatan asam fenil asetat sehingga ditentukan proses pembuatannya dengan cara mereaksikan benzil sianida dan asam sulfat karena suhu reaktor yang beroperasi tidak terlalu tinggi sehingga dapat mencapai konversi yang cukup tinggi, selain itu bahan dan peralatan yang digunakan cukup terjangkau dari cara mengoperasikan maupun dari segi harga.

1.6 Mekanisme Reaksi

Proses pembentukan asam fenil asetat berlangsung di dalam reaktor batch dengan kondisi operasi tertentu. Reaksi cair-cair merupakan reaksi yang terjadi di proses ini dengan tekanan 1 atmosfer dengan temperatur operasi 90°C. Reaksi yang bersifat eksotermis menyebabkan panas melepas. Agar menjaga kondisi operasi, dibutuhkan sistem pendingin dengan jaket pendingin yang media pendingin air.

Reaksi yang dihasilkan ialah sebagai berikut :

