

**LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ASETANILIDA DARI ASAM
ASETAT DAN ANILIN KAPASITAS 8.000 TON/TAHUN**



**Oleh:
Erika Nuri Arisa (23170316D)**

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

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir

**Prarancangan Pabrik Asetanilida dari Anilin dan Asam Asetat
Kapasitas 8000 ton/tahun**

Oleh :

Erika Nuri Arisa

23170316D

Telah disetujui Oleh Pembimbing
Pada tanggal 22 Juli 2024

Pembimbing I



Ir. Sumardiyono, M.T.

Pembimbing II



Greg. Prima Indra B., S.T., M.Eng.

Mengetahui,
Ketua Program S1 Teknik Kimia



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

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK ASETANILIDA DARI ASAM
ASETAT DAN ANILIN KAPASITAS 8.000 TON / TAHUN**

Oleh :

Erika Nuri Arisa (23170316D)

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

pada Tanggal 1 Agustus 2024

Pembimbing I : **Ir. Sumardiyono, M.T.**



Pembimbing II : **Greg. Prima Indra B., S.T., M.Eng.**



Penguji I : **DR. Supriyono, S.T., M.T.**



Penguji II : **Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng.**



Mengetahui

Dehan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Drs. Suseno, M.Si
NIS. 01199408011044



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

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Ketika kamu merasa ingin berhenti dan menyerah, pikirkan tentang mengapa kamu memulainya dan seberapa jauh kamu telah melangkah.

- ❖ " *If you gratefull, I will give you more and more*" (Q.S. Ibrahim : 7)
- ❖ " Tidak mengenal diri sendiri adalah suatu hal yang bodoh" - Chou Mobile legends
- ❖ Kalau kamu tidak jalan hari ini, maka besok kamu harus lari.
- ♥ Terima kasih untuk.....

1. Segala puji hanya milik Allah SWT atas petunjuk-Nya. Aku bersyukur menjadi hamba-Nya dan berharap selalu berada dalam lindungan-Nya.
2. Kepada Kedua orang tua dan keluarga saya yang sudah mendukung kuliah saya dan atas segala do'a yang telah dipanjatkan.
3. Pak Diyon dan Pak Greg, sebagai pembimbing tugas akhir saya sekaligus sebagai dosen saya selama menjadi mahasiswa di Tekkim USB, saya mengucapkan terima kasih atas bimbingannya selama ini, maaf jika saya lamban dalam pengerjaan.
4. Seluruh Dosen Teknik Kimia USB, terima kasih atas bimbingan, pengetahuan selama kuliah, dan waktu yang telah kalian luangkan untuk mendengarkan keluh kesah kami dan kesusahan-kesusahan kami.
5. Untuk Mas Andi, Aisyah, dan Tia, terima kasih atas segala dukungan kalian, doa kalian dan bantuan kalian atas pengerjaan Skripsi ini.
6. Untuk sahabat-sahabatku selama kuliah (Putri, Novi dan Tia), terima kasih kalian telah menjadi teman

seperjuanganku semasa kuliah. Aku juga tidak mungkin sampai dititik ini tanpa kalian.

7. Untuk semua pihak yang sudah membantu yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas semua bantuannya kalian.
8. *Finally, I want to thank myself for believing in myself, working hard, taking breaks, never giving up, and just being myself all the time.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat karunia dan petunjuk Allah SWT, kami berhasil menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia dengan baik.

Judul tugas akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Kimia Asetanilida dari Anilin dan Asam Asetat Kapasitas 8000 Ton/Tahun**. Setiap mahasiswa Sarjana Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta harus memenuhi persyaratan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia sebagai syarat untuk menyelesaikan program Sarjana, diharapkan melalui usaha ini potensi pemidanaan dan pemahaman teori - teori yang telah teruji dalam jangka waktu yang lama akan meningkat.

Saya sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan dorongan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini:

1. Rektor Universitas Setia Budi Surakarta adalah Dr. Djoni Taringan, MBA.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta adalah Dr. Drs. Suseno, M.Si.
3. Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Setia Budi Surakarta, Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., juga merupakan dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk menilai laporan tugas akhir saya.
4. Ir. Sumardiyono, M.T., dan Greg. Prima Indra B., S.T., M.Eng. telah memberikan bimbingan dan nasihat yang sangat berharga dalam penyelesaian tugas akhir saya.
5. Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., dosen penguji, telah dengan tulus meluangkan waktu untuk menilai laporan tugas akhir saya.
6. Terima kasih kepada semua dosen Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan selama masa kuliah.
7. Saya berterima kasih kepada semua pihak, termasuk teman, sahabat, keluarga, dan staf Tata Usaha Fakultas Teknik, yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis mengakui adanya berbagai tantangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Penulis laporan terakhir ini percaya bahwa ini akan memberi saya dan semua teman saya informasi baru. Jika ada banyak kesalahan dalam penulisan, penulis mohon maaf. Saya berharap semua pihak yang membutuhkan dapat menggunakan tugas akhir ini sebagai referensi.

Surakarta, 15 Juli 2024

Penulis



Erika Nuri Arisa

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
INTISARI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.2.1 Perkiraan Jumlah Kebutuhan Pasar	2
1.2.2 Kapasitas Pabrik Komersial Di Dunia	3
1.2.3 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	4
1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku	4
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	4
1.3.1 Faktor Primer	4
1.3.2 Faktor Sekunder	6
1.3.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	8
1.4 Kegunaan Produk	8
1.5 Pemilihan Proses.....	9
1.5.1 Macam-Macam Metode	9
1.5.2 Pemilihan Metode	10
1.6 Tinjauan Pustaka.....	11
1.6.1 Sifat Fisis Bahan Baku	11
1.6.2 Sifat Kimia Bahan Baku	12
1.6.3 Sifat Fisis Produk	13
1.6.4 Sifat Kimia Produk	13
1.6.5 Proses Pembuatan Yang Dipilih	13
1.6.6 Tinjauan Kinetika.....	16
BAB II SPESIFIKASI BAHAN.....	17
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	17
2.1.1 Anilin	17
2.1.2 Asam Asetat	17

2.2	Spesifikasi Produk	17
2.2.1	Asetanilida	17
BAB III	DESKRIPSI PROSES	18
3.1	Konsep Proses.....	18
3.2	Langkah Proses.....	18
3.2.1	Proses Persiapan Bahan Baku	18
3.2.2	Proses Reaksi	18
3.2.3	Proses Kristalisasi	18
3.2.4	Proses Pemurnian Produk	19
3.3	Diagram Alir Kualitatif	20
3.3.1	Diagram Blok Kualitatif	20
3.3.2	Diagram Proses Kualitatif.....	21
BAB IV	NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	22
4.1	Neraca Massa.....	22
4.2	Neraca Panas.....	23
BAB V	SPEKIFIKASI ALAT PROSES	26
5.1	Tangki Penyimpanan Anilin.....	26
5.2	Tangki Penyimpanan Asam asetat.....	26
5.3	Heater-01	27
5.4	Heater-02	27
5.5	Reaktor.....	28
5.6	<i>Cooler-01</i>	28
5.7	<i>Cooler-02</i>	29
5.8	<i>Crystallizer</i>	29
5.9	Centrifuge	29
5.10	Screw Conveyor	30
5.11	Silo.....	30
5.12	Pompa – 01	31
BAB VI	UTILITAS.....	32
6.1	Unit Utilitas	32
6.1.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	32
6.1.2	Unit Penyediaan Steam	33
6.1.3	Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	34
6.1.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	35
6.1.5	Unit Penyediaan Udara Tekan	35
6.1.6	Unit Pengolahan Limbah	36
6.2	Laboratorium	36
6.3	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	38

6.4	Peralatan Utilitas.....	39
BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK.....		46
7.1	Bentuk Perusahaan	46
7.2	Struktur Organisasi	46
7.3	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	50
	7.3.1 Sistem Kepegawaian.....	50
	7.3.2 Sistem Gaji.....	50
	7.3.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan	53
7.4	Kesejahteraan Karyawan	54
7.5	Manajemen Produksi	54
	7.5.1 Perencanaan Produksi	55
	7.5.2 Pengendalian Proses.....	56
7.6	Tata Letak Pabrik.....	56
7.7	Tata Letak Peralatan	57
BAB VIII EVALUASI EKONOMI		63
8.1	Perhitungan Biaya.....	65
8.2	<i>Fixed Capital Investment</i>	67
8.3	<i>Working Capital Investment</i>	68
8.4	<i>Manufacturing Cost</i>	68
8.5	<i>General Expense</i>	69
8.6	Analisis Ekonomi	69
	8.6.1 <i>Return On Investment (ROI)</i>	69
	8.6.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	70
	8.6.3 <i>Break Even Point (BEP)</i>	70
	8.6.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	71
	8.6.5 <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	72
BAB IX KESIMPULAN		73
DAFTAR PUSTAKA.....		74
LAMPIRAN I.....		75
LAMPIRAN II.....		76
LAMPIRAN III		77

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data impor Asetanilida di Indonesia.....	3
Tabel I.2 Perhitungan kebutuhan pasar tahun 2029	3
Tabel I.3 Daftar industri produsen Asetanilida di dunia	4
Tabel I.4 Perhitungan nilai BM x Harga	10
Tabel I.5 Perhitungan Potensial Ekonomi (PE).....	11
Tabel I.6 Perbandingan metode pembuatan Asetanilida	11
Tabel I.7 Sifat fisis bahan baku	12
Tabel I.8 Sifat fisis produk	13
Tabel I.9 Harga Cp, entalpi standar, energi Gibbs standar bahan	14
Tabel 4. 1 Neraca massa disekitar reaktor-01.....	22
Tabel 4. 2 Neraca massa disekitar reaktor-02.....	23
Tabel 4. 3 Neraca massa sekitar kristalizer-01	23
Tabel 4. 4 Neraca massa sekitar centrifuge-01	23
Tabel 4. 5 Konstanta kapasitas panas	24
Tabel 4. 6 Neraca panas sekitar reaktor 01.....	24
Tabel 4. 7 Neraca panas sekitar reaktor 02.....	25
Tabel 4. 8 Neraca panas sekitar kristalizer 01	25
Tabel 4. 9 Neraca panas sekitar centrifuge 01	25
Tabel 7. 1 Gaji Karyawan.....	52
Tabel 7. 2 Jadwal shift karyawan	53
Tabel 8. 1 Cost index chemical plant	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Alur pengadaan produk di pasaran.....	2
Gambar I-2 Peta lokasi pabrik Asetanilida di Indonesia	8
Gambar I-3 Diagram vektor Δ Hoperasi.....	14
Gambar 3. 1 Diagram Blok Kualitatif	20
Gambar 3. 2 Diagram Blok Kuantitatif	21
Gambar 7. 1 Struktur Organisasi	46
Gambar 7. 2 <i>layout</i> alat mesin produksi.....	59
Gambar 8. 1 Grafik hubungan tahun dengan cost index	65

INTISARI

Pada tahun 2029, Semarang, Jawa Tengah, akan menjadi rumah bagi pabrik Asetanilida 8.000 ton/tahun dari Anilin dan Asam Asetat. Anilin diperoleh dari PT. Shandong, China, sedangkan bahan baku Asam Asetat dipasok dari PT. Indoacidatama, Karanganyar. Reaksi Asetanilida dilakukan secara ireversibel dalam Reaktor batch dalam keadaan eksotermik dan isothermal dengan jaket pendingin pada suhu 150°C dan tekanan 3,5 atm. Pabrik ini termasuk dalam kategori risiko rendah.

Anilin dan asam asetat pertama-tama direaksikan dalam reaktor untuk memulai proses Asetanilida (R-01). Produk Asetanilida yang dihasilkan adalah 1010,10 kg/jam. Unit pendukung proses meliputi unit suplai air pendingin 860 kg/jam, kebutuhan make-up air pendingin 56 kg/jam, kebutuhan air sanitasi 1718,2 kg/jam, kebutuhan umpan boiler 59,47 kg/jam. Air sumberan digunakan untuk kebutuhan air, dan PLN serta genset cadangan digunakan untuk kebutuhan energi pada saat PLN padam.

Studi ekonomi pabrik Asetanilida menghasilkan pendapatan sebelum pajak sebagai hasilnya. Setiap tahun, 40.372.372.631,74. Penghasilan setelah pajak sebesar 28.260.660.842,22 setiap tahun. Sebelum pajak, Pengembalian Investasi (ROI) adalah 26,5%, dan setelah pajak, adalah 18,5%. Pay Out Time (POT) adalah 3 tahun sebelum pajak dan 4 tahun setelah pajak. 40,94% Break Event Point (BEP). 16,18% Titik Mati (SDP). Pendirian pabrik Hexamine adalah layak, sesuai dengan temuan dari analisis kelayakan yang dibahas di atas.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor Industri di Indonesia diharapkan selalu siap dalam menghadapi dinamika ekonomi global, yaitu suatu keadaan dimana industri dapat bekerja dengan efisien dan berproduktivitas tinggi dalam memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat maupun pasar ekspor (Bapennas, 2015). Keteringgalan infrastruktur, teknologi dan konektivitas antara sumber bahan baku masih menjadi kendala nasional saat ini. Seperti halnya komoditas bahan kimia Asetanilida yang seluruhnya diimpor dari negara lain dikarenakan di Indonesia belum ada pabrik asetanilida yang berdiri.

Dengan kenyataan diatas, pendirian pabrik Asetanilida dengan bahan baku Anilin dan Asam Asetat diharapkan dapat memberikan efisiensi *supply chains* dalam memenuhi kebutuhan nasional dan pasar ekspor. Asetanilida berfungsi sebagai bahan intermediet pada industri kapor sintesis, pewarna azo (tekstil), obat sulfa, modifikasi obat hewan, stabilizer untuk industri hidrogen peroksida, pernis ester selulosa, kosmetik, dan akselerator industri karet (Pubchem, 2021).

Asetanilida (C_8H_9NO) memiliki nama lain antifebrin atau *N-Phenylacetamide* yang merupakan anggota dari kelas asetamida dan turunan dari Anilin, dimana salah satu hidrogen pada atom nitrogen telah diganti menjadi gugus fenil. Asetanilida memiliki sifat yang paling dikenal yaitu *analgesic* (peredam rasa sakit) dan zat perantara (*intermediete*). Saat ini kebutuhan industri terhadap Asetanilida berdasarkan tahunnya semakin meningkat sesuai dengan banyaknya perkembangan penduduk.

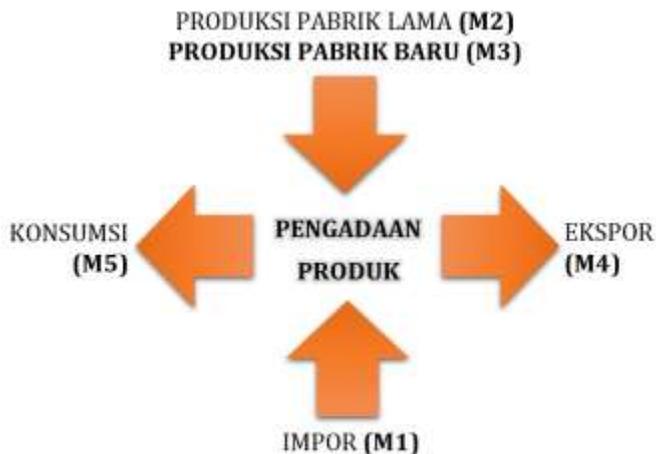
Pendirian pabrik Asetanilida di Indonesia dapat menjadi pelopor supplier Asetanilida buatan dalam negeri. Hal ini diharapkan dapat memberikan dampak positif, diantaranya memperbesar penyerapan tenaga kerja, memacu pertumbuhan industri lain yang bekerja sama, menambah devisa negara. Dengan demikian, dalam mendirikan pabrik Asetanilida yang terbuat dari Asam Asetat dan anilin diharapkan dapat menjadi wujud kemandirian industri nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun perdagangan ekspor dengan dunia internasional.

1.2 Kapasitas Rancangan

Rancangan pendirian pabrik Asetanilida ini merupakan yang pertama di Indonesia, dimana sebelumnya seluruh kebutuhan Asetanilida di negara ini berasal dari luar negeri (impor). Dalam menentukan kapasitas pabrik Asetanilida memiliki berbagai pertimbangan, yaitu:

1.2.1 Perkiraan Jumlah Kebutuhan Pasar

Kapasitas produksi pabrik ditentukan oleh jumlah kebutuhan suatu produk di pasaran. Kebutuhan pasar pada suatu produk dapat ditentukan melalui gambar di bawah ini. Tiap komponen pada diagram dapat dihitung berdasarkan pertumbuhan rata-rata tiap tahunnya (i) dan prospek pertumbuhan produk pada 5 tahun mendatang (F_{2029}). Pertumbuhan rata-rata tiap tahun (i) dikategorikan prospektif apabila $> 10\%$.



Gambar I-1 Alur pengadaan produk di pasaran

Menurut alur di atas, minat pasar terhadap produk dapat dirumuskan menjadi: $M1 + M2 + M3 = M4 + M5$. Sementara itu, pada perancangan pabrik ini dapat diasumsikan bahwa $(M2) = 0$ karena belum adanya pabrik Asetanilida yang pernah berdiri di Indonesia sebelumnya, $(M1) = 0$ dengan asumsi tidak dilakukan aktivitas impor karena seluruh kebutuhan impor akan dipenuhi oleh pabrik ini, dan $(M4) = 0$ belum ada aktivitas ekspor sebelum berdirinya pabrik ini. Sehingga kebutuhan pasar yang akan dipenuhi oleh pabrik baru Asetanilida ini dapat dirumuskan menjadi $M3 = M5$, dengan ketentuan:

- ✓ $(M3)$ merupakan prediksi produksi terhadap pabrik baru yang didirikan, dengan kata lain $M3$ merupakan nilai

kebutuhan pasar pada tahun 2029 yang akan dipenuhi oleh pabrik baru.

- ✓ (M5) yaitu nilai konsumsi, pada perancangan ini data impor dapat diartikan sebagai data konsumsi karena sebelumnya seluruh kebutuhan Asetanilida di negara ini berasal dari luar negeri.

Data ekspor dan impor ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel I.1 Data impor Asetanilida di Indonesia

IMPOR	
Tahun	Jumlah (Ton)
2018	10.727,175
2019	11.870,027
2020	12.332,253
2021	14.143,429
2022	15.857,081
2023	17.997,883

un.org, 2024

Perhitungan nilai konsumsi (M4), nilai ekspor (M5), dan kebutuhan pasar 2029 (M3) dapat dilihat melalui tabel dibawah ini:

Tabel I.2 Perhitungan kebutuhan pasar tahun 2029

KONSUMSI			Rata2 % pertumbuhan / tahun (i): $\Sigma\%P$ / jumlah data $i = 10,904\%$
Tahun	Jumlah (Ton)	%P	
2018	10.727,175	-	Jumlah produk 2029 (F_{2029}): <i>Jumlah produk 2020 $(1 + i)^{(2025-2020)}$</i> $F_{Kons\ 2029} = 17.997,883 (1 + 0,10904)^{(5)}$ $F_{Kons\ 2029} = 30.196,560$ ton (M5)
2019	11.870,027	3,573	
2020	12.332,253	14,68	
2021	14.143,429	12,116	
2022	15.857,081	13,500	
2023	17.997,883	10,653	
$\Sigma\%P$		54,522%	$M3 = M5$ $M3 = 30.196,560$ ton <i>Kebutuhan pasar pada 2029</i>

Berdasarkan perhitungan tabel diatas, perkiraan kebutuhan pasar 2029 bagi pabrik baru yang akan berdiri ialah sebesar **30.196,560 ton**

1.2.2 Kapasitas Pabrik Komersial Di Dunia

Tabel di bawah ini menampilkan kapasitas produksi dari beberapa produsen Asetanilida yang masih beroperasi. Nilai kapasitas pabrik dapat diakses melalui *official website* perusahaannya.

Tabel I.3 Daftar industri produsen Asetanilida di dunia

Nama Industri	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Haihang Industry Co., Ltd (https://haihangchem.com)	China	5.512
Luna Chemical Industries Pvt. Ltd (https://www.rlggroup.co.in)	India	7.937

1.2.3 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Berdasarkan dua pertimbangan diatas, ditentukan bahwa kapasitas produksi pabrik Asetanilida yang direncanakan ialah mulai dibangun pada tahun 2029 adalah sebesar **8.000 ton/tahun**. Hal ini didasari oleh kebutuhan pasar pada 2029 sebanyak 30.196,560 jumlah ton per tahun dibulatkan menjadi 30.000 ton per tahun, kemudian pabrik ini akan mengambil peluang produksi 3,75% dari kebutuhan pasar yang ada untuk mengantisipasi berdirinya pabrik lain di Indonesia.

1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku

Asetanilida diproduksi dengan menggunakan Anilin dan Asam Asetat sebagai bahan utamanya, untuk memenuhi kebutuhan bahan baku tersebut pabrik ini akan bekerjasama dengan produsen Anilin dari Donying China, yaitu **Shandong S-Sailing Chemical Co. Ltd** yang berkapasitas 360.000 ton/tahun dan juga Gujarat India, yaitu **Gujarat Narmada Valley Fertilisers & Chemicals** yang berkapasitas 44.000 ton/tahun sebagai alternatif dalam pengadaan bahan baku. Selain itu bahan baku Asam Asetat diperoleh dari Surakarta Indonesia, yaitu **PT. Indo Acidatama Tbk** yang berkapasitas 36.600 ton/tahun.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Agar lingkungan kerja dapat efektif dan efisien, maka dipilihlah lokasi pabrik yang tepat, dengan begitu kegiatan operasional perusahaan menjadi lebih ekonomis, prospektif, dan mendatangkan keuntungan. Terdapat faktor primer dan sekunder yang menjadi dasar dalam pemilihan lokasi pabrik, yaitu:

1.3.1 Faktor Primer

Faktor primer pada pemilihan lokasi pabrik berisi tentang faktor-faktor pokok yang harus menjadi perhatian utama dalam memilih lokasi mendirikan suatu pabrik, yaitu:

- Ketersediaan bahan baku

Lokasi pabrik dapat dikatakan ideal apabila dekat dengan sumber bahan baku agar mempermudah proses pengangkutan, mempercepat pemasokan, dan menjaga kualitas bahan baku agar tidak mengalami perubahan. Produsen bahan baku pabrik Asetanilida ini berasal dari Surakarta, Jawa tengah dan luar negeri (China). Oleh karena itu Kawasan Industri Bukit Semarang Baru yang berlokasi di Jl. Semarang-Boja, Jawa Tengah dipilih karena lokasinya yang dekat dengan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, berada di jalan protokol yang strategis, satu provinsi dengan PT. Indo Acidatama Tbk.

- Pemasaran (marketing)

Pabrik Asetanilida ini adalah pabrik pertama yang berdiri di Indonesia, sehingga memiliki peluang pasar yang sangat besar dan persaingan yang tergolong rendah. Kota Semarang dipilih karena memiliki banyak industri yang terus berkembang antara lain industri farmasi, kimia, tekstil dan juga pengolahan karet, contohnya PT. Phapros Tbk, San Juan Rubber, dan lainnya. Industri-industri tersebut dapat dijadikan peluang pemasaran bagi pabrik Asetanilida yang prospektif karena produk Asetanilida dibutuhkan sebagai bahan baku utama ataupun *intermediate* yang biasanya hanya bisa didapatkan melalui impor dari luar negeri. Lokasi pabrik yang dekat dengan pasar akan memudahkan sarana pengangkutan, mengurangi biaya distribusi, mempersingkat jarak tempuh, mempercepat pengiriman, sehingga meningkatkan kepuasan konsumen.

- Utilitas

Sumber air dan energi merupakan hal yang vital dalam keberlangsungan operasional pabrik. Kawasan Industri Bukit Semarang Baru memiliki sumber air kawasan yang terintegrasi dengan jumlah air yang memadai, tidak terpengaruh musim dan terjaga kualitasnya. Selain itu sumber energi listrik utama berasal dari PLN dengan tegangan yang memadai, sementara sumber energi cadangan berasal dari generator pabrik dengan bahan bakar yang selalu disiapkan. Lokasi pabrik

yang berada di jalan protokol membuat akses penyediaan bahan bakar generator menjadi lebih mudah dan cepat.

- Keadaan geografis dan masyarakat

Kondisi geografis dan masyarakat yang sesuai akan menciptakan kenyamanan serta ketentraman dalam bekerja sehari-hari. Lokasi pabrik yang berada di Kawasan Industri Bukit Semarang Baru berada di jalan protokol yang strategis dengan kontur kemiringan lereng yang datar, bebas banjir, minim bencana alam. Memiliki luas 116,44 Ha dapat digunakan untuk perluasan pabrik dikemudian hari. Masyarakat sekitar tergolong masyarakat industri yang siap menyesuaikan diri dengan segala aktivitas di kawasan industri, hal ini di dukung dengan adanya ruko, perumahan yang berdiri di sekitar kawasan pabrik.

- Tenaga kerja

Tenaga kerja dibutuhkan untuk menjalankan suatu pabrik dengan keahlian dan tingkat pendidikan yang sesuai dengan posisi yang dibutuhkan. Kota Semarang memiliki > 10 perguruan tinggi dari segala disiplin ilmu dan banyak terdapat sekolah kejuruan ataupun sekolah menengah atas. Banyak dan beragamnya sekolah yang dekat dengan lokasi pabrik akan memudahkan penyerapan tenaga kerja sesuai dengan keahlian yang dibutuhkan pabrik. Selain itu upah tenaga kerja dapat disesuaikan dengan UMR dan UMK kota Semarang berkisar Rp3.060.000 atau tergantung bidang keahlian tenaga kerja.

1.3.2 Faktor Sekunder

Faktor sekunder pada pemilihan lokasi pabrik berisi tentang faktor pendukung yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pendirian suatu pabrik, diantaranya:

- Transportasi

Kemudahan sarana transportasi akan berpotensi menurunkan biaya pengadaan bahan baku ataupun distribusi produk. Kawasan Industri Bukit Semarang Baru berada dalam tempat yang sangat menguntungkan. karena berada di jalan protokol, dekat dengan stasiun kereta api

Semarang, pelabuhan Tanjung Emas, bandara internasional Jendral Ahmad Yani.

- **Pembuangan limbah**

Buangan pabrik yang dihasilkan dari produksi Asetanilida ialah berupa cairan, padat dan gas yang mengandung asam lemah (Asam Asetat) dan air. Zat kimia yang terkandung pada buangan ini tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan, namun upaya penetralan pH sebelum dibuang ke lingkungan akan memberi dampak yang lebih baik. Kawasan Industri Bukit Semarang Baru belum memiliki lembaga penanganan yang spesifik untuk menangani limbah bahan kimia, oleh karena itu pabrik akan secara mandiri melakukan pembangunan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sebelum akhirnya dibuang ke sungai terdekat. Menurut peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010, pemerintah akan membantu pembangunan infrastruktur kawasan industri dalam pengendalian masalah dampak lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan industri. Peraturan ini menegaskan bahwa pemerintah akan mendukung dan mempermudah proses pembangunan IPAL sebagai upaya pengendalian dampak lingkungan.

- **Site dan karakteristik lokasi**

Kawasan Industri Bukit Semarang Baru memiliki kemiringan tanah yang datar dan stabil, bebas banjir, serta minim bencana. Berada di daerah perkotaan dengan harga tanah yang cukup mahal, namun dapat menjadi aset yang menjanjikan di masa depan karena harga tanah yang selalu naik setiap tahunnya dan tingginya harga yang ditawarkan sesuai dengan fasilitas, kemudahan akses pelayanan kesehatan, sumber air, sumber energi serta perlindungan hukum sebagai bagian dari kawasan industri.

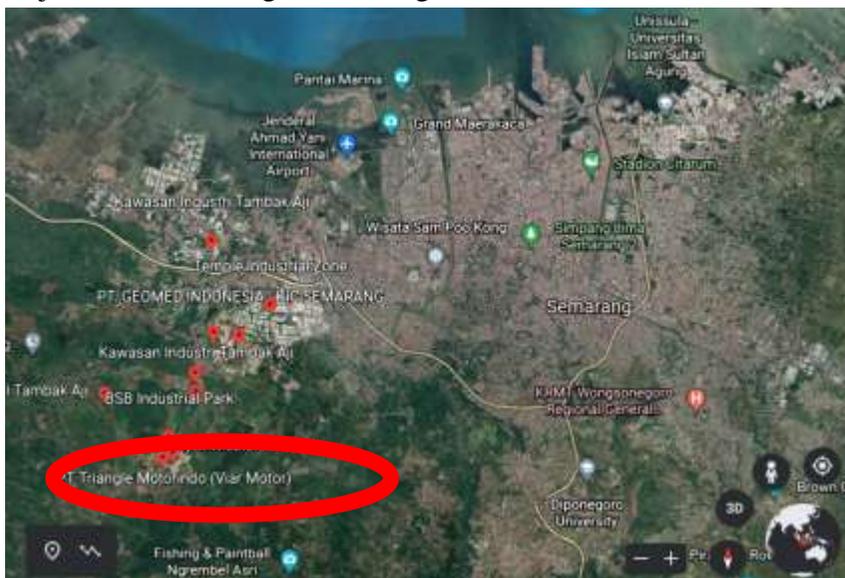
- **Peraturan perundang-undangan**

Berdasarkan Perda Kota Semarang No 14 Tahun 2011 menyatakan bahwa kawasan industri besar di kota Semarang telah tertata rapi. Hal ini menjelaskan bahwa pembangunan suatu kawasan industri di Semarang telah diperhitungkan dengan matang sehingga tidak mengganggu

aktivitas kehidupan kota sehari-hari. Selain itu, menurut peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010 ialah: “Pemerintah akan memberikan kemudahan bagi kawasan industri dalam hal kepastian hukum lokasi tempat usaha, sehingga terhindar dari segala bentuk gangguan dan diperolehnya rasa aman bagi dunia usaha.” Peraturan ini menegaskan bahwa mendirikan pabrik di dalam kawasan industri akan mendatangkan keuntungan yaitu kemudahan kepastian hukum sehingga pabrik dapat beroperasi dengan aman.

1.3.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Berdasarkan pertimbangan di atas, lokasi pabrik Asetanilida dengan kapasitas 8.000 ton/tahun berada di **Kawasan Industri Bukit Semarang Baru** dengan alamat Jl. Semarang-Boja, Kota Semarang, Jawa Tengah.



Gambar I-2 Peta lokasi pabrik Asetanilida di Indonesia

1.4 Kegunaan Produk

Di bawah ini merupakan kegunaan produk Asetanilida dalam kehidupan sehari-hari dan juga industri:

1. Inhibitor dekomposisi hidrogen peroksida
2. Stabilizer hidrogen peroksida pada industri kosmetik
3. Penstabil selulosa ester *varnishes*
4. Bahan *intermediete* sintesis organik
5. Bahan *intermediete* sintesis akselerator karet

6. Bahan *intermediete* pewarna sintetis
7. Bahan *intermediete* sintesis camphor
8. Bahan baku obat sulfa anti mikrobial
9. Bahan baku produksi 4-Acetamidobenzenesulfonyl Chloride
10. Prekursor sintesis penicillin G

1.5 Pemilihan Proses

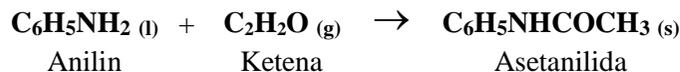
Pemilihan proses yang akan dijalankan oleh suatu pabrik berorientasi pada proses yang efektif, efisien dan aman. Kriteria tersebut dapat dipertimbangkan melalui perhitungan stoikiometri, analisis potensial ekonomi dan analisis kondisi operasi terhadap masing-masing metode proses berdasarkan literatur.

1.5.1 Macam-Macam Metode

Secara umum dalam membuat Asetanilida ada 3 metode, antara lain:

- Mereaksikan Anilin dan Ketena

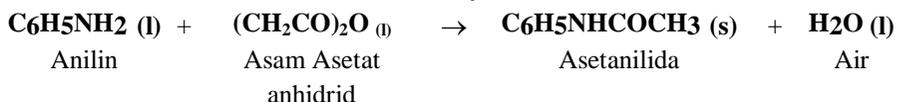
Menurut Kirk & Orthmer (1981), reaksi terjadi dalam reaktor *packed tube* adalah gas ketena dan Anilin. Dalam tekanan 2,5 atm dan suhu 400-625 °C maka didapatkan Asetanilida dengan konversi 90% dan didapat kemurnian sebesar 65%, uraian reaksinya ialah:



Untuk mendapatkan Asetanilida serbuk, maka dilakukan pengeringan dengan menggunakan *Spray Dryer* untuk menghilangkan kandungan airnya.

- Mereaksikan Anilin dan Asam Asetat anhidrid

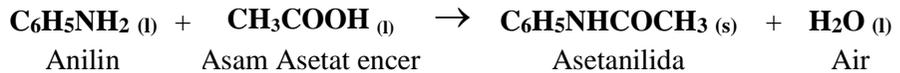
Didalam reaktor berpengaduk, direaksikan anilin 1 bagian, serta Asam asetat sebesar 1,4 bagian. Reaksi berlangsung pada temperature 170°C dan tekanan 1 atm maka dihasilkan Asetanilida dengan kemurnian 65% dan konversi 90%, uraian reaksinya ialah:



Hasil reaksi kemudian di distilasi dan di kristalkan untuk menghasilkan kristal Asetanilida. (Kirk-Orthmer, 1981).

- Mereaksikan Anilin dan Asam Asetat

Proses ini mereaksikan Anilin dan Asam Asetat dengan perbandingan 1:2 di dalam reaktor tangki berpengaduk selama 6—10 jam dengan suhu 150—160°C dan tekanan 3,5 atm. Konversi dapat mencapai 95,5% dan yield mencapai 90%, uraian reaksinya ialah:



Produk hasil reaksi dikristalisasi dengan *Crystallizer* sehingga membentuk kristal Asetanilida (Faith and Keyes, 1975). Bahan baku metode ini lebih ekonomis dibandingkan metode-metode lainnya.

1.5.2 Pemilihan Metode

Berdasarkan metode-metode di atas, di bawah ini akan diuraikan perhitungan dan analisis untuk meninjau proses yang paling sesuai untuk dipilih, yaitu:

- Perhitungan stoikiometri dan analisis potensial ekonomi

Perhitungan dilakukan dengan rumus dibawah ini agar mendapatkan nilai potensial ekonomi dengan satuan \$/kmol. Semakin tinggi potensial ekonomi maka potensi keuntungan yang didapatkan juga akan meningkat. Potensial Ekonomi dapat dirumuskan dengan = (Berat Molekul kg/kmol x Harga \$/kg) Produk - (Berat Molekul kg/kmol x Harga \$/kg) Reaktan.

Tabel 1.4 Perhitungan nilai BM x Harga

Komponen	BM kg/kmol	Harga \$/kg	Nilai BM x Harga
Asetanilida	135,16	4	540,640
Asam Asetat	60,052	0,4	24,0208
Anilin	93,12	0,88	81,9456
Ketena	42	20,43	858,060
Asam Asetat Anhidrid	60,052	0,78	46,8405

Tabel I.5 Perhitungan Potensial Ekonomi (PE)

PE = (BM x Harga) Produk – (BM x Harga) Reaktan			
Metode	Reaksi	Perhitungan PE	Nilai PE \$/kmol
1.	Anilin + Ketena → Asetanilida	540,640 – (81,9456 + 858,060)	-399,36
2.	Anilin + Asam Asetat Anhidrid → Asetanilida	540,640 – (81,9456 + 46,8405)	411,853
3.	Anilin + Asam Asetat → Asetanilida	540,640 – (81,9456 + 24,0208)	434,673

- Analisis kondisi operasi

Kondisi operasi yang ideal ialah yang menghasilkan yield dan konversi reaksi yang tinggi, prosesnya sederhana dan tidak memerlukan suhu dan tekanan yang ekstrim, sehingga akan meminimalisir resiko kerja, produktivitas efektif dan efisien.

Tabel I.6 Perbandingan metode pembuatan Asetanilida

Kondisi	Metode 1	Metode 2	Metode 3
Bahan baku	Anilin + Ketena	Anilin + Asam Asetat anhidrid	Anilin + Asam Asetat
Produk samping	-	H ₂ O	H ₂ O
Tipe reaktor	<i>Packed Bed</i>	RATB	RATB
Tekanan reaksi	2,5 atm	1 atm	3,5 atm
Suhu reaksi	400—625°C	170°C	150—160°C
Konversi	90%	90%	99%
Yield	80%	65%	90%
Potensial ekonomi	Rendah	Sedang	Tinggi

Berdasarkan uraian diatas, dipilihlah pembuatan pabrik Asetanilida dari Anilin dan Asam Asetat. Hal ini juga didukung oleh US Patent No. 578,384, US Patent No. 586,551 dan US Patent No. 572,806 yang menyebutkan bahwa bahan baku pembentukan Asetanilida dalam skala industri ialah Anilin dan Asam Asetat karena akan memperbesar yield yang dihasilkan, memudahkan proses pemisahan, dan harga bahan baku murah sehingga akan mendatangkan profit bagi perusahaan.

1.6 Tinjauan Pustaka

1.6.1 Sifat Fisis Bahan Baku

Dibawah ini ialah sifat fisis bahan baku dan produk berdasarkan website ChemYQ (2021), yaitu:

Tabel I.7 Sifat fisis bahan baku

Kondisi	Anilin	Asam Asetat
Rumus Molekul	$C_6H_5NH_2$	CH_3COOH
Berat Molekul	93,12	60,052
Fase	Cair	Cair
Bau	Khas tajam	Menyengat
Warna	Jernih	Jernih
<i>Specific gravity</i>	1,024	1,044
Titik didih	184,4°C (1 atm) 221,7°C (2 atm)-	117,9°C (1 atm) 151,6°C (2 atm)
Sitasi	ChemYQ,2021	ChemYQ,2021

1.6.2 Sifat Kimia Bahan Baku

Dibawah ini dijelaskan sifat-sifat kimia pada produk dan bahan baku:

- Sifat kimia senyawa Anilin
 1. Anilin + Asam Nitrat pada $-20^{\circ}C \rightarrow$ Mononitroanilin
 2. Anilin + Nitrogen Oksida fase cair pada $0^{\circ}C \rightarrow$ 2,4 Dinitrophenol
 3. Anilin + larutan Brom (sangat encer) \rightarrow 2,4,6 Tribromoanilin (endapan)
 4. Anilin *Hipochloride* + Anilin (berlebih) dipanaskan pada 6 atm \rightarrow *Diphenylamine*
 5. *Hydrogenation of Aniline* fase uap dengan katalis nikel \rightarrow *Cyclohexamine* 95%
 6. Catalitic Hydrogenation of Aniline fase cair pada $135-170^{\circ}C$, 50—500 atm \rightarrow *Cyclohexamine* 80%
- Sifat kimia senyawa Asam Asetat
 1. Asam Asetat + Zn $\rightarrow (CH_3COO)_2Zn^{2+} + H$ (Pembentuk garam keasaman)
 2. Asam Asetat + Alkohol \rightarrow Senyawa ester + air (esterifikasi)
 3. Asam Asetat + $PCl_3 \rightarrow 3CH_3COOCl + H_3PO_3$ (Konversi asam)

1.6.3 Sifat Fisis Produk

Tabel 1.8 Sifat fisis produk

Kondisi	Asetanilida	Air
Rumus Molekul	$C_6H_5NHCOCH_3$	H_2O
Berat Molekul	135,16	18
Fase	Padat (kristal)	Cair
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau
Warna	Putih	Jernih
Specific gravity	1.214	1,000
Titik didih	305°C (1 atm) 415,21°C (2 atm)	100°C (1 atm)
Titik kristalisasi	113—160°C (1 atm)	-
Sitasi	ChemYQ,2021	ChemYQ,2021

1.6.4 Sifat Kimia Produk

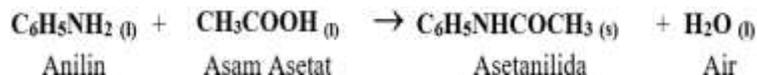
Dibawah ini dijelaskan sifat-sifat kimia pada produk:

- Sifat kimia senyawa Asetanilida
 1. Larutan Asetanilida + Xylene pada suhu tinggi → Anilin + Asam Asetat (Adisi)
 2. Pirolisis Asetanilida → N-Diphenil urea + Anilin + Benzene + Asam Hidrosianik.
 3. Hidrolisis Asetanilida + alkali / asam mineral (cair) pada suhu tinggi → kembali ke bentuk semula. Hal ini karena sifatnya yang stabil

1.6.5 Proses Reaksi Yang Dipilih

- Dasar reaksi, Konversi

Proses pembuatan Asetanilida dari Anilin dan Asam Asetat terjadi di dalam Reaktor Tangki Berpengaduk (RTB), perbandingan mol bahan baku 1:2. Reaksinya ialah:



Untuk membuat Asetanilida maka Anilin dan Asam Asetat direaksikan dengan cara diaduk secara bersamaan sampai seluruh Anilin berubah menjadi Asetanilida.

- Kondisi Operasi

Kondisi operasi pada proses pembuatan Asetanilida ialah dengan mereaksikan bahan baku Anilin dan Asam Asetat pada suhu 150°C selama 6 jam dengan tekanan 3,5 atm. Tekanan ditetapkan berdasarkan kesetimbangan cair uap bahan baku pada *bubble point* 150°C, didapatkan hasil

melebihi titik jenuhnya sehingga reaksi berlangsung pada fase cair-cair.

- Tinjauan Termodinamika
 Termodinamika reaksi pembentukan Asetanilida meninjau:
 - Reaksi bersifat endotermis atau eksotermis
 - Arah reaksi berjalan searah atau tidak searah

Tabel I.9 Harga C_p , entalpi standar, energi Gibbs standar bahan

BAHAN	Harga $C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$ (joule/mol.k)				ΔH_f° (kg/mol)	ΔG_f° (kg/mol)
	A	B	C	D		
Anilin	62,288	$9,896 \cdot 10^{-1}$	$-2,368 \cdot 10^{-3}$	$2,3296 \cdot 10^{-6}$	86,86	166,69
Asam Asetat	-18,944	1,0971	$-2,891 \cdot 10^{-3}$	$2,9275 \cdot 10^{-6}$	-440,93	-376,69
Asetanilida	-54,663	1,7295	$-3,3303 \cdot 10^{-3}$	$2,4823 \cdot 10^{-6}$	-128,50	9,47
Air	92,053	$-3,9952 \cdot 10^{-2}$	$-2,1103 \cdot 10^{-4}$	$5,3469 \cdot 10^{-7}$	-241,80	-228,60

(Yaws, 1999)

- a. Peninjauan reaksi endotermis atau eksotermis
 Perhitungan ΔH_f pada kondisi operasi (3,5 atm, 155°C)



Gambar I-3 Diagram vektor $\Delta H_{operasi}$

$\Delta H_{operasi} = \Delta H_{R} + \Delta H_{f^{\circ}298} + \Delta H_{p}$, dimana rumus umum $\Delta H = n \int C_p dT$ dan basis yang digunakan = 1 mol.

$$\begin{aligned}
 \blackspadesuit \Delta H_R &= \Delta H_{Anilin} + \Delta H_{Asam Asetat} \\
 \text{Diasumsikan kondisi bahan baku 1 atm, } 30^\circ\text{C} &= 303^\circ\text{K} \\
 \Delta H_{Anilin} &= 1 \times \int_{303}^{298} (63,288 + 9,896 \cdot 10^{-1}T - 2,3583 \cdot 10^{-3}T^2 \\
 &\quad + 2,3296 \cdot 10^{-6}T^3) dT \\
 &= -10546,0701 \text{ g/mol} = -10,546 \text{ kg/mol} \\
 \Delta H_{As. Asetat} &= 1 \times \int_{303}^{298} (-18,944 + 1,0971T - 2,8921 \cdot 10^{-3}T^2 + \\
 &\quad 2,9275 \cdot 10^{-6}T^3) dT \\
 &= -64507,520 \text{ g/mol} \\
 &= -64,50 \text{ kg/mol} \\
 \Delta H_R &= \Delta H_{Anilin} + \Delta H_{Asam Asetat} \\
 \Delta H_R &= \mathbf{-75,04 \text{ kg/mol}}
 \end{aligned}$$

$$\spadesuit \Delta H_f^{\circ}_{298} = \Delta H_f^{\circ}_{\text{produk}} - \Delta H_f^{\circ}_{\text{reaktan}}$$

Sesuai nilai pada tabel diatas

$$\Delta H_f^{\circ}_{298} = (-128,50 - 241,80) - (86,86 - 440,93)$$

$$\Delta H_f^{\circ}_{298} = \mathbf{-16,23 \text{ kg/mol}}$$

$$\spadesuit \Delta H_p = \Delta H_{\text{Acetanilide}} + \Delta H_{\text{Air}}$$

Produk berada pada suhu $155^{\circ}\text{C} = 428^{\circ}\text{K}$

$$\Delta H_{\text{Acetanilide}} = 1 \times \int_{298}^{428} (-54,663 + 1,7295T - 3,3303 \cdot 10^{-2}T^2 + 2,4823 \cdot 10^{-6}T^3)$$

$$= 327481,554 = 32,7481 \text{ kg/mol}$$

$$\Delta H_{\text{Air}} = 1 \times \int_{298}^{428} (92,053 - 3,9953 \cdot 10^{-2}T - 2,1103 \cdot 10^{-4}T^2 + 5,3469 \cdot 10^{-7}T^3)$$

$$= 9859,33 = 9,859 \text{ kg/mol}$$

$$\Delta H_p = \Delta H_{\text{Acetanilide}} + \Delta H_{\text{air}}$$

$$\Delta H_p = \mathbf{42,6071 \text{ kg/mol}}$$

$$\spadesuit \Delta H_{\text{operasi}} = \Delta H_R + \Delta H_f^{\circ}_{298} + \Delta H_p$$

$$\Delta H_{\text{operasi}} = -75,046 - 16,23 + 42,6071$$

$$\Delta H_{\text{operasi}} = \mathbf{-48,66 \text{ kg/mol (-) negatif}}$$

Nilai $\Delta H_{\text{operasi}}$ ialah $-48,66 \text{ kg/mol}$, bernilai negatif yang menandakan suatu reaksi bersifat eksotermis menghasilkan panas sehingga membutuhkan jaket pendingin.

b. Peninjauan arah reaksi reversible atau irreversibel

Perhitungan ΔG_f pada kondisi operasi 3,5 atm, 155°C .

$$\spadesuit \Delta G_f^{\circ}_{298} = \Delta G_f^{\circ}_{\text{produk}} - \Delta G_f^{\circ}_{\text{reaktan}}$$

$$= 9,47 - 228,60 - 166,69 + 376,69$$

$$= -9,13 \text{ kg/mol}$$

$$\spadesuit \Delta G_f^{\circ}_{298} = -RT \ln.K_1$$

Diasumsikan kondisi standar $25^{\circ}\text{C} = 298^{\circ}\text{K}$

$$\ln.K_1 = \frac{\Delta G_f^{\circ}_{298}}{-RT}$$

$$\ln.K_1 = \frac{-9,13}{-8,314 \cdot 298 \cdot 10^{-3}}$$

$$\ln.K_1 = 3,685 \cdot 10^{-3}$$

$$K_1 = e^{3,685 \cdot 10^{-3}}$$

$$K_1 = 39,8451$$

Disubstitusi untuk mendapatkan K_2 kondisi operasi $155^{\circ}\text{C} = 428^{\circ}\text{K}$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{\Delta H_f}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{-16,23}{8,314 \cdot 10^{-3}} \left(\frac{1}{428} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -1,9897$$

$$\frac{k_2}{k_1} = e^{-1,9897}$$

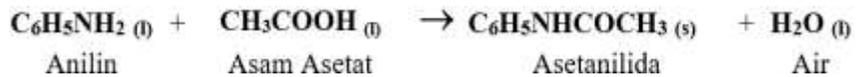
$$\frac{k_2}{39,8451} = 0,1367$$

$$K_2 = 5,4482 (+) \text{ searah / Irreversible}$$

Nilai K_2 ialah positif yang menandakan bahwa reaksi berjalan ke kanan atau searah.

1.6.6 Tinjauan Kinetika

Menurut US Patent No.2904590, menyatakan bahwa reaksi pembentukan Asetanilida dari Anilin dan Asam Asetat, yaitu:



Merupakan reaksi orde 2, dengan rumus:

$$r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

dengan nilai k (konstanta kecepatan reaksi) = 29,797 $\text{m}^3/\text{kmol}\cdot\text{jam}$ pada suhu operasi 155°C. r_A ialah kecepatan reaksi ($\text{kmol}/\text{m}^3\cdot\text{jam}$) dan C_A atau C_B ialah konsentrasi bahan baku Anilin dan Asam Asetat (kmol/m^3).