

SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK ASETANILIDA DARI
ASAM ASETAT DAN ANILIN KAPASITAS 10.000
TON/TAHUN



Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta

Oleh:
Fatta Hemawati (23170319D)

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2022

INTISARI

Asetanilida (C_8H_9NO) atau N-phenylacetamide merupakan bahan kimia turunan asetil amina yang banyak dibutuhkan dalam proses industri kimia. Sebagian besar perannya ialah sebagai bahan baku intermediete dalam produksi obat-obatan sulfa, prekursor karet, pewarna, kosmetik dan lainnya. Kebutuhan Asetanilida di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, terlebih semua kebutuhan dipasok dari luar negeri (impor). Oleh karena itu pabrik ini merupakan pabrik Asetanilida pertama yang direncanakan berdiri di Semarang, Jawa Tengah, Indonesia yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pasar domestik, membuka lapangan pekerjaan, dan menambah devisa negara.

Asetanilida dihasilkan dari reaksi asetilasi Anilin dan Asam Asetat dengan perbandingan 1:2 dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang disusun seri dengan suhu $150^{\circ}C$ tekanan 2,5 atm. Pabrik beroperasi selama 24 jam sehari dan 330 hari per tahun dengan jumlah karyawan 160 orang. Tahap proses meliputi tahap penyiapan bahan baku, tahap reaksi pembentukan Asetanilida, tahap pemisahan, dan tahap pemurnian produk. Tahap pemisahan Asetanilida dengan mother liquornya dilakukan melalui penurunan suhu, sementara tahap pemurnian dilakukan dengan cara pengeringan. Proses ini menghasilkan Asetanilida dengan kemurnian 99,8% berat. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan 6 unit utilitas yang meliputi: unit pengadaan dan pengolahan air sebesar 3.668,8389 kg/jam, unit penyediaan steam sebesar 274,6179kg/jam, unit penyediaan bahan bakar sebesar 393.552,26 L/tahun, unit penyediaan listrik sebesar 400 kW/jam, unit penyediaan udara bertekanan sebesar 2,2371 kW, dan unit pengolahan limbah. Pabrik ini berdiri pada luas bangunan 32.810 m².

Berdasarkan analisa ekonomi, pabrik ini diketahui memiliki nilai *Fixed Capital Investment (FCI)* sebesar Rp 396.996.699.545,60. *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 43,76%, dan setelah pajak sebesar 30,63%, *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak sebesar 1,86 tahun dan setelah pajak sebesar 2,46 tahun, *Break Even Point (BEP)* sebesar 37,06%, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 17,02%, *Discounted Cash Flow (DCF)* sebesar 46%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik Asetanilida ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata kunci : Asetanilida (C_8H_9NO), N-phenylacetamide, Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), seri, Anilin, Asam Asetat.

MOTTO

"SEMESTA MENDUKUNG"

**"MELANGKAHLAH TANPA RAGU KARENA WAKTU TAKKAN
MAMPU BERPIHAK PADA KERAGU-RAGUAN."**

**"MELAKUKAN SESUATU DARI APA YANG PALING BISA
DIKERJAKAN"**

**"TERSENYUM DAN BAHAGIALAH DALAM KEADAAN APAPUN,
KARENA SEMESTA BERSAMA MU.."**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK ASETANILIDA DARI ASAM
ASETAT DAN ANILIN KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN

Oleh :

Fatta Hemawati (23170319D)

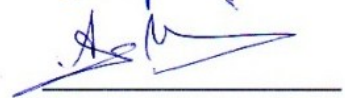
Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

pada Tanggal 12 Agustus 2022

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

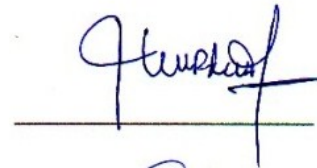


Penguji II : **Dewi Astuti Herawati, S.T.,**



M.Eng.

Penguji III : **Ir. Sumardiyono, M.T.**



Penguji IV : **Greg. Prima Indra B., S.T.,**



M.Eng.

LEMBAR PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK ASETANILIDA DARI ANILIN DAN ASAM ASETAT KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN

Disusun Oleh :

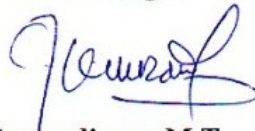
FATTA HEMAWATI

23170319D

Telah disetujui oleh Pembimbing

Pada tanggal 08 Agustus 2022

Pembimbing I



Ir. Sumardiyono, M.T.

NIS. 01199403231041

Pembimbing II

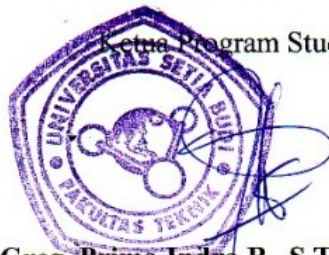


Greg. Prima Indra B., S.T., M.Eng.

NIS. 01201407261183

Mengetahui,

Setua Program Studi



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

NIS. 01201407261183

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan YME yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Asetanilida dari Anilin dan Asam Asetat kapasitas 10.000 Ton / Tahun**. Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan YME untuk membimbing langkah dalam penulisan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan dan untaian doanya yang tak pernah henti-hentinya memberikan dukungannya kepada penulis serta semua yang terbaik yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
3. Dr. Djoni Tarigan, MBA., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Dr. Suseno, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
5. Greg. Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta.
6. Ir. Sumardiyono, M.T., selaku pembimbing I, yang dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.
7. Greg. Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya tugas akhir ini.

8. Dr. Supriyono, S.T.,M.T. dan Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji hasil laporan tugas akhir ini.
9. Bapak dan Ibu dosen jurusan teknik kimia atas ilmu dan bimbingannya selama kuliah.
10. Teman - teman seperjuangan Teknik Kimia 2017
11. Mas Bey Rangga Carita selaku konsulen dalam pembuatan laporan tugas akhir ini.
12. Sahabat – sahabatku Esther Mutiara Santallum, Bernadhetta Vivi Kristiana, Fira Aryu Kartika Kirana, Kristianingrum Putri Wulandari
13. Keluarga besar Teater Hitam Putih dan Karawitan Sak Deg Sak Nyet
14. Keluarga besar Santri Alas Surakarta
15. Serta semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, 08 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
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	4
1.2.3 Penentuan kapasitas rancangan pabrik	4
1.2.4 Ketersediaan bahan baku	4
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	5
1.3.1 Faktor primer	5
1.3.2 Faktor sekunder	7
1.3.3 Pemilihan lokasi pabrik	8
1.4 Kegunaan Produk	9
1.5 Pemilihan Proses	9
1.5.1 Macam-macam metode	10
1.5.2 Pemilihan metode	11
1.6 Tinjauan Pustaka	13

1.6.1	Sifat fisis bahan baku	13
1.6.2	Sifat kimia bahan baku	14
1.6.3	Sifat fisis produk	14
1.6.4	Sifat kimia produk	15
1.6.5	Proses pembuatan yang dipilih	15
1.6.6	Tinjauan kinetika	18
BAB II SPESIFIKASI BAHAN.....		20
2.1	Spesifikasi Bahan Baku	20
2.1.1	Spesifikasi Anilin.....	20
2.1.2	Spesifikasi Asam Asetat	20
2.2	Spesifikasi Produk	21
2.2.1	Spesifikasi Asetanilida.....	21
BAB III DESKRIPSI PROSES		22
3.1	Konsep Proses	22
3.2	Langkah Proses.....	22
3.2.1	Proses persiapan bahan baku	22
3.2.2	Proses reaksi	22
3.2.3	Proses kristalisasi	22
3.2.4	Proses pemurnian produk.....	23
3.3	Diagram Alir Kualitatif	24
3.3.1	Diagram Blok Kualitatif	24
3.3.2	Diagram Proses Kualitatif.....	25
3.3.3	Diagram Proses Kuantitatif.....	26
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS		27

4.1	Pendahuluan Neraca Massa	27
4.2	Neraca Massa Basis	27
4.2.1	Komposisi produk	27
4.2.2	Komposisi bahan baku	28
4.3	Neraca Massa Aktual	29
4.3.1	Neraca Massa Reaktor 1	29
4.3.2	Neraca Massa Reaktor 2	29
4.3.3	Neraca Massa Kristalizer	29
4.3.4	Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	30
4.3.5	Neraca Massa <i>Cyclone</i>	30
4.3.6	Neraca Massa Silo Asetanilida	30
4.4	Pendahuluan Neraca Panas	31
4.5	Neraca Panas	31
4.5.1	Neraca Panas <i>Heater 1</i>	31
4.5.2	Neraca Panas <i>Heater 2</i>	31
4.5.3	Neraca Panas Reaktor 1	32
4.5.4	Neraca Panas Reaktor 2	32
4.5.5	Neraca Panas <i>Cooler 1</i>	32
4.5.6	Neraca Massa Kristalizer	32
4.5.7	Neraca Panas <i>Heater 3</i>	33
4.5.8	Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	33
4.5.9	Neraca Panas <i>Cyclone</i>	33
BAB V SPESIFIKASI ALAT		34
5.1	Tangki Anilin	34

5.2	Tangki Asam Asetat	34
5.3	Reaktor 1	36
5.4	Reaktor 2	37
5.5	Kristalizer	39
5.6	<i>Rotary Dryer</i>	39
5.7	<i>Cyclone</i>	40
5.8	Silo Asetanilida	41
5.9	Heater 1	42
5.10	Heater 2	43
5.11	Cooler 1	44
5.12	Heater 3	45
5.13	Blower	46
5.14	<i>Screw Conveyor 1</i>	46
5.15	<i>Screw Conveyor 2</i>	47
5.16	<i>Expansion Valve</i>	48
5.17	Pompa 1	48
5.18	Pompa 2.....	49
5.19	Pompa 3.....	50
5.20	Pompa 4.....	51
BAB VI UTILITAS.....		52
6.1	Unit Penyediaan Air	52
6.1.1	Umpan boiler	52
6.1.2	Air sanitasi	53
6.1.3	Air pendingin	54

6.1.4	Total kebutuhan air pabrik	55
6.2	Unit Pengolahan Air	55
6.2.1	Filter (X-212).....	57
6.2.2	Bak pengendap awal (X-213)	57
6.2.3	Flokulator (X-210).....	58
6.2.4	Tangki larutan alum (F-215).....	58
6.2.5	Clarifier (H-220)	58
6.2.6	Sand filter (H-230).....	59
6.2.7	Bak penampung sementara (X-232)	59
6.2.8	Tangki UV (A-240)	59
6.2.9	Tangki air bersih (F-242).....	60
6.2.10	Kation exchanger (A-250)	60
6.2.11	Tangki H ₂ SO ₄ (F-215)	61
6.2.12	Anion Exchanger (A-260)	61
6.2.13	Tangki NaOH.....	61
6.2.14	Deaerator (A-270).....	62
6.2.15	Bak penampung air umpan boiler (X-272)	62
6.2.16	Boiler (Q-310).....	63
6.2.17	Blower (G-311).....	63
6.2.18	Cooling tower (P-410)	63
6.2.19	Bak penampung air pendingin (X-413)	63
6.2.20	Pompa utilitas 1 (L-211)	64
6.2.21	Pompa utilitas 2 (L-214)	64
6.2.22	Pompa utilitas 3 (L-217)	65

6.2.23	Pompa utilitas 4 (L-221)	65
6.2.24	Pompa utilitas 5 (L-231)	65
6.2.25	Pompa utilitas 6 (L-233)	66
6.2.26	Pompa utilitas 7 (L-241)	66
6.2.27	Pompa utilitas 8 (L-243)	66
6.2.28	Pompa utilitas 9 (L-234)	67
6.2.29	Pompa utilitas 10 (L-412)	67
6.2.30	Pompa utilitas 11 (L-414)	68
6.2.31	Pompa utilitas 12 (L-235)	68
6.2.32	Pompa utilitas 13 (L-252)	68
6.2.33	Pompa utilitas 14 (L-262)	69
6.2.34	Pompa utilitas 15 (L-271)	69
6.2.35	Pompa utilitas 16 (L-273)	69
6.3	Unit Pengolahan Limbah (UPL)	70
6.3.1	Saringan (H-511)	70
6.3.2	Grit removal (X-510)	71
6.3.3	Bak ekualisasi / netralisasi (X-520)	71
6.3.4	Bio filter Anaerob (X-530)	71
6.3.5	Tank Filter (X-540)	72
6.3.6	Bio control (X-550)	72
6.3.7	Incinerator (Q-560)	73
6.3.8	Wet scrubber (H-570)	73
6.3.9	Pompa UPL 1 (L-512)	74
6.3.10	Pompa UPL 2 (L-521)	74

6.3.11	Pompa UPL 3 (L-531)	74
6.3.12	Pompa UPL 4 (L-541)	75
6.3.13	Pompa UPL 5 (L-551)	75
6.3.14	Pompa UPL 6 (L-571)	75
6.4	Unit Penyedia Listrik.....	76
6.4.1	Kebutuhan listrik untuk proses produksi	76
6.4.2	Kebutuhan listrik unit utilitas	77
6.4.3	Kebutuhan listrik Unit Pengolahan Limbah (UPL).....	77
6.4.4	Kebutuhan listrik total proses + utilitas + UPL	78
6.4.5	Total kebutuhan listrik pabrik.....	78
6.5	Unit Generator	78
6.6	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	79
BAB VII ORGANISASI PABRIK		80
7.1	Pendahuluan	80
7.2	Bentuk Perusahaan	80
7.3	Struktur Organisasi.....	80
7.3.1	Pemegang saham.....	81
7.3.2	Dewan komisaris.....	82
7.3.3	Direktur utama	82
7.3.4	Direktur teknik dan Direktur produksi.....	82
7.3.5	Direktur keuangan.....	83
7.3.6	Manajer	83
7.3.7	Kepala bagian	83

7.4	Jaminan Sosial	87
7.4.1	Tunjangan	87
7.4.2	Fasilitas	88
7.4.3	Pengobatan.....	88
7.4.4	Insentif atau bonus	88
7.5	Cuti	88
7.6	Jadwal dan Jam Kerja.....	89
7.6.1	Pembagian jadwal dan jam kerja	89
7.7	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	89
7.7.1	Status karyawan	89
7.7.2	Sistem upah.....	89
7.8	Jumlah Tenaga Kerja.....	90
7.8.1	Jumlah dan Status tenaga kerja	90
7.8.2	Jumlah Gaji Tenaga kerja	91
7.9	Tata Letak Pabrik untuk <i>Plan Layout</i>	91
7.9.1	Pengaturan bangunan pabrik.....	92
7.9.2	<i>Equipment layout</i>	92
7.10	Luasan Pabrik	93
7.10.1	Rincian luas area pabrik.....	94
7.10.2	Denah lokasi bangunan	95
7.10.3	Layout Alat Proses Produksi.....	97
BAB VIII EVALUASI EKONOMI		99
8.1	Pendahuluan	99
8.2	<i>Total Fixed Capital Investment</i>	103

8.3	<i>Working Capital</i>	103
8.4	<i>Manufacturing Cost</i>	104
8.5	<i>General Expenses</i>	104
8.6	Analisis Ekonomi	104
8.6.1	Return On Investment (ROI)	105
8.6.2	<i>Pay Out Time (POT)</i>	105
8.6.3	<i>Break Even Point (BEP)</i>	106
8.6.4	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	107
8.6.5	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	107
BAB IX KESIMPULAN		109
DAFTAR PUSTAKA.....		110
LAMPIRAN		113

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel I.1 Data impor Asetanilida di Indonesia.....	3
Tabel I.2 Perhitungan kebutuhan pasar tahun 2025	3
Tabel I.3 Daftar industri produsen Asetanilida di dunia	4
Tabel I.4 Perhitungan nilai BM x Harga	12
Tabel I.5 Perhitungan Potensial Ekonomi (PE).....	12
Tabel I.6 Perbandingan metode pembuatan Asetanilida	13
Tabel I.7 Sifat fisis bahan baku	13
Tabel I.8 Sifat fisis produk	14
Tabel I.9 Harga C_p , entalpi standar, energi Gibbs standar bahan	16

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I-1 Alur pengadaan produk di pasaran.....	2
Gambar I-2 Peta lokasi pabrik Asetanilida di Indonesia	9
Gambar I-3 Diagram vektor $\Delta H_{\text{operasi}}$	16

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 karena belum adanya pabrik yang memproduksi Asetanilida di Indonesia.

Berdasarkan kenyataan tersebut, 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, pennis 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* (peredera rasa sakit) dan zat perantara (*intermediete*). Saat ini kebutuhan industri terhadap Asetanilida terus mengalami peningkatan setiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah penduduk.

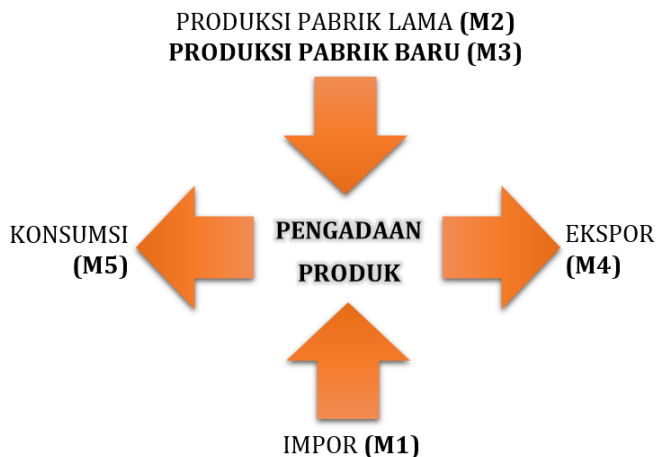
Pendirian pabrik Asetanilida di Indonesia dapat menjadi pelopor supplier Asetanilida buatan dalam negeri. Hal ini diharapkan dapat memberikan dampak positif, diantaranya memperbesar penyerapan tenaga kerja, memacu pertumbuhan industri lain yang bekerja sama, menambah devisa negara. Dengan demikian, pendirian pabrik Asetanilida dengan bahan baku Anilin dan Asam Asetat 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). Penentuan kapasitas pabrik Asetanilida memiliki beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, 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_{2025}). 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 2025 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 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel I.1 Data impor Asetanilida di Indonesia

IMPOR	
Tahun	Jumlah (Ton)
2015	7.096,701
2016	7.350,322
2017	8.429,827
2018	9.451,205
2019	10.727,175
2020	11.870,027

un.org, 2021

Perhitungan nilai konsumsi (M4), nilai ekspor (M5), dan kebutuhan pasar 2025 (M3) dapat dilihat melalui tabel dibawah ini:

Tabel I.2 Perhitungan kebutuhan pasar tahun 2025

KONSUMSI			Rata2 % pertumbuhan / tahun (i): $\frac{\Sigma \%P}{\text{jumlah data}}$ $i = 10,904\%$
Tahun	Jumlah (Ton)	%P	
2015	7.096,701	-	Jumlah produk 2025 (F_{2025}): <i>Jumlah produk 2020 $(1 + i)^{(2025-2020)}$</i> $F_{\text{Kons } 2025} = 11.870,027 (1 + 0,10904)^{(5)}$ $F_{\text{Kons } 2025} = 19.915,3415 \text{ ton (M5)}$
2016	7.350,322	3,573	
2017	8.429,827	14,68	
2018	9.451,205	12,116	
2019	10.727,175	13,500	
2020	11.870,027	10,653	
$\Sigma \%P$		54,522%	M3 = M5 M3 = 19.915,3415 ton <i>Kebutuhan pasar pada 2025</i>

Berdasarkan perhitungan tabel diatas, perkiraan kebutuhan pasar 2025 bagi pabrik baru yang akan berdiri ialah sebesar **19.915,3415 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 rancangan pabrik Asetanilida yang akan mulai dibangun pada tahun 2025 adalah sebesar **10.000 ton/ tahun**. Hal ini didasari oleh kebutuhan pasar pada 2025 sebanyak 19.915,3415 ton/tahun dan dibulatkan menjadi 20.000 ton/tahun, kemudian pabrik ini akan mengambil peluang produksi 50% dari kebutuhan pasar yang ada untuk mengantisipasi berdirinya pabrik lain di Indonesia.

1.2.4 Ketersediaan bahan baku

Bahan baku utama pembuatan Asetanilida ialah Anilin dan Asam Asetat, 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

Lokasi pabrik yang tepat akan menciptakan lingkungan kerja yang efektif dan efisien, sehingga kegiatan operasional perusahaan menjadi 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 pemilihan lokasi pendirian suatu pabrik, diantaranya:

- 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 merupakan 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, memersingkat 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 memungkinkan adanya perluasan pabrik di masa yang akan datang. 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 Rp2.715.000 dan Rp2.810.025 atau tergantung bidang keahlian tenaga kerja.

1.3.2 Faktor sekunder

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

- **Transportasi**

Kemudahan sarana transportasi akan berpotensi menurunkan biaya pengadaan bahan baku atupun distribusi produk. Kawasan Industri Bukit Semarang Baru berada dalam lokasi yang cukup strategis 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

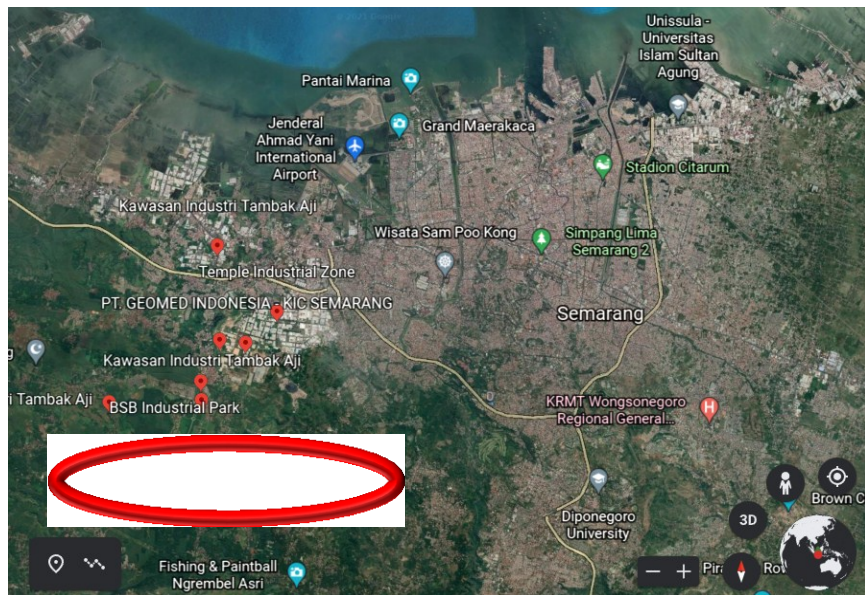
minim bencana. Berada di daerah perkotaan dengan harga tanah yang cukup mahal, namun dapat menjadi aset yang menjanjikan di masa depan karena harga tanah yang selalu naik setiap tahunnya dan tingginya harga yang ditawarkan sesuai dengan fasilitas, kemudahan akses pelayanan kesehatan, sumber air, sumber 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 diatas, lokasi pabrik Asetanilida dengan kapasitas 10.000 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

Sumber: <https://earth.google.com/web/>

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

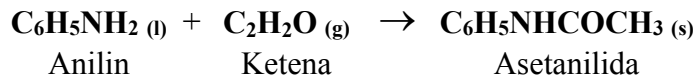
Pemilihan proses yang akan dijalankan oleh suatu pabrik berorientasi pada proses yang efektif, efisien dan aman. Kriteria tersebut dapat dipertimbangkan melalui perhitungan stoikiometri, analisis potensial ekonomi dan analisis kondisi operasi terhadap masing-masing metode proses berdasarkan literatur.

1.5.1 Macam-macam metode

Secara umum proses pembuatan Asetanilida dapat dilakukan melalui 3 metode, yaitu:

- Mereaksikan Anilin dan Ketena

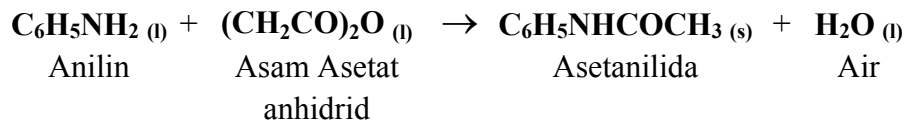
Menurut Kirk & Orthmer (1981), proses ini dilakukan dengan mereaksikan Anilin dengan gas Ketena dalam reaktor *packed tube*. Reaksi berlangsung pada temperatur antara 400—625°C dan tekanan 2,5 atm, menghasilkan Asetanilida dengan konversi sebesar 90% dan yield 80%, uraian reaksinya ialah:



Kandungan air dalam Asetanilida dihilangkan dengan proses pengeringan menggunakan *Spray Dryer* sehingga diperoleh Asetanilida serbuk.

- Mereaksikan Anilin dan Asam Asetat anhidrid

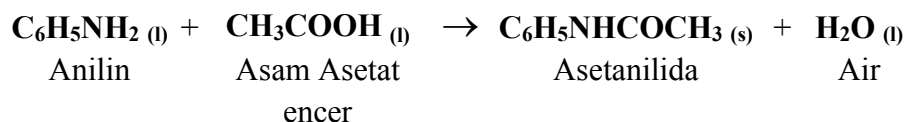
Pada proses ini 1,4 bagian larutan Asam Asetat anhidrid dan 1 bagian Anilin direaksikan dalam reaktor berpengaduk. Reaksi berlangsung pada temperature 170°C dan tekanan 1 atm menghasilkan Asetanilida dengan yield 65% dan konversi 90%, uraian reaksinya ialah:



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°C dan tekanan 2,5 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 semakin tinggi pula potensi keuntungan yang akan didapatkan. Potensial Ekonomi dapat dirumuskan dengan = (Berat Molekul kg/kmol x Harga \$/kg) Produk - (Berat Molekul kg/kmol x Harga \$/kg) Reaktan.

Tabel I.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	2,5 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, pada prarancangan pabrik ini dipilih proses pembuatan Asetanilida dari Anilin dan Asam Asetat. Hal ini juga di dukung 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 ₆ H ₅ NH ₂	CH ₃ COOH
Berat Molekul	93,12	60,052
Fase	Cair	Cair
Bau	Khas tajam	Menyengat
Warna	Jernih	Jernih
Specific gravity	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°C \rightarrow Mononitroanilin
 2. Anilin + Nitrogen Oksida fase cair pada 0°C \rightarrow 2,4 Dinitrophenol
 3. Anilin + larutan Brom (sangat encer) \rightarrow 2,4,6 Tribromoanilin (endapan)
 4. Anilin *Hypochloride* + 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 $135\text{—}170^{\circ}\text{C}$, $50\text{—}500$ atm \rightarrow *Cyclohexamine* 80%
- Sifat kimia senyawa Asam Asetat
 1. Asam Asetat + Zn \rightarrow $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}^{2+} + \text{H}^-$ (Pembentuk garam keasaman)
 2. Asam Asetat + Alkohol \rightarrow Senyawa ester + air (esterifikasi)
 3. Asam Asetat + PCl_3 \rightarrow $3\text{CH}_3\text{COOCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$ (Konversi asam)

1.6.3 Sifat fisis produk

Tabel I.8 Sifat fisis produk

Kondisi	Asetanilida	Air
Rumus Molekul	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3$	H_2O
Berat Molekul	135,16	18
Fase	Padat (kristal)	Cair
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau
Warna	Putih	Jernih
<i>Specific gravity</i>	1.214	1,000
Titik didih	305°C (1 atm) $415,21^{\circ}\text{C}$ (2 atm)	100°C (1 atm)
Titik kristalisasi	$113\text{—}160^{\circ}\text{C}$ (1 atm)	-
Sitasi	ChemYQ,2021	ChemYQ,2021

1.6.4 Sifat kimia produk

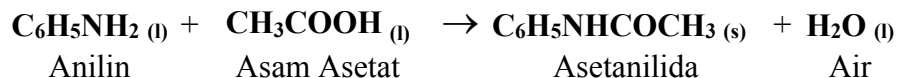
Dibawah ini dijelaskan sifat-sifat kimia pada produk:

- 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 pembuatan 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:



Proses pembuatan Asetanilida yaitu dengan cara mereaksikan Anilin dengan Asam Asetat secara bersamaan dan dilakukan pengadukan 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 2,5 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 Thermodinamika

Thermodinamika reaksi pembentukan Asetanilida meninjau:

- Reaksi bersifat endotermis atau eksotermis

- Arah reaksi berjalan *reversible* atau *irreversible*

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 (2,5 atm, 150°C)



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

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

$$\Delta HR = \Delta H_{Anilin} + \Delta H_{Asam Asetat}$$

Diasumsikan kondisi bahan baku 1 atm, 30°C = 303°K

$$\begin{aligned} \Delta H_{Anilin} &= 1 \times \int_{303}^{298} (63,288 + 9,896 \cdot 10^{-1}T - 2,3583 \cdot 10^{-3}T^2 + 2,3296 \cdot 10^{-6}T^3) dT \\ &= -10546,0701 \text{ g/mol} = -10,546 \text{ kg/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{As. Asetat} &= 1 \times \int_{303}^{298} (-18,944 + 1,0971T - 2,8921 \cdot 10^{-3}T^2 + 2,9275 \cdot 10^{-6}T^3) dT \\ &= -64507,520 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$= -64,50 \text{ kg/mol}$$

$$\Delta H_R = \Delta H_{\text{Anilin}} + \Delta H_{\text{Asam Asetat}}$$

$$\Delta H_R = -75,04 \text{ kg/mol}$$

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

Sesuai nilai pada tabel diatas

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

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

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

Produk berada pada suhu $150^{\circ}\text{C} = 428^{\circ}\text{K}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 2,5 atm, 150°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°C = 298°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 K₂ kondisi operasi 150°C = 428°K

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

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

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

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

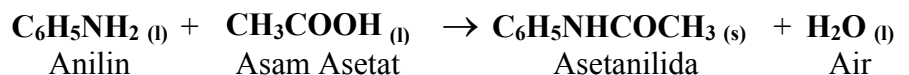
$$\frac{k_2}{39,8451} = 0,1367$$

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

Nilai K₂ 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 150°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).