

**PRARANCANGAN PABRIK *ACRYLAMIDE* DARI
ACRYLONITRILE DAN AIR DENGAN PROSES
HIDROLISIS KATALITIK
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI/TESIS



Oleh :
RANI PERTIWI
202010235019

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2024**

**PRARANCANGAN PABRIK *ACRYLAMIDE* DARI
ACRYLONITRILE DAN AIR DENGAN PROSES
HIDROLISIS KATALITIK
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI/TESIS



Oleh :
RANI PERTIWI
202010235019

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik *Acrylamide* Dari
Acrylonitrile Dan Air Dengan Proses
Hidrolisis Katalitik Kapasitas 50.000
Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Rani Pertiwi

Nomor Pokok Mahasiswa : 202010235019

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik


Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Juli 2024


Jakarta, 02 Agustus 2024

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ferra Naidir, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN 0309107306


Bungaran Saing, S.Si., Apt., M.M
NIDN 0326027001

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik *Acrylamide* Dari
Acrylonitrile Dan Air Dengan Proses
Hidrolisis Katalitik Kapasitas 50.000
Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Rani Pertiwi

Nomor Pokok Mahasiswa : 202010235019

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Juli 2024

Jakarta, 02 Agustus 2024

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Agung Siswahu, S.T., M.T.
NIDN 0315057802

Penguji I : Dr. Retno Wulandari, S.Si., M.Sc.
NIDN 0413038505

Penguji II : Ferra Naidir, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN 0309107306

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia

Dekan
Fakultas Teknik

Dr. Andi Nuraliyah, S.T., M.T.
NIDN 0920017403

Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T.
NIDN 0324047505

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Skripsi yang berjudul

“Prarancangan Pabrik *Acrylamide* Dari *Acrylonitrile* Dan Air Dengan Proses Hidrolisis Katalitik Kapasitas 50.000 Ton/Tahun.”

Ini adalah benar-benar hasil karya saya dan partner atas nama **Rohana Ningsih (202010235007)** didampingi pembimbing, tidak mengandung materi jiplakan (plagiat) dari orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah. Apabila ada di kemudian hari ditemukan adanya kecurangan karya ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Serta memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jakarta, 2 Agustus 2024

Yang Membuat pernyataan,



Rani Pertiwi
202010235019

RINGKASAN

Rani Pertiwi. 202010235019. Prarancangan Pabrik *Acrylamide* Dari *Acrylonitrile* Dan Air Dengan Proses Hidrolisis Katalitik Kapasitas 50.000 Ton/Tahun.

Acrylamide merupakan senyawa organik yang sering dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan *polyacrylamide* yang berguna sebagai flokulant pada *water treatment* dan aditif pada pengolahan limbah industri kertas. Sedangkan bahan baku pembuatan *acrylamide* adalah *acrylonitrile* dan air masuk reaktor. Umpan masuk reaktor yang berisi katalis *raney copper*, reaksi terjadi pada reaktor bersifat eksotermis. Untuk memenuhi kebutuhan *acrylamide* di dalam negeri maka direncanakan pendirian pabrik *acrylamide* melalui proses hidrolisis katalitik di dalam reaktor *fixed bed*, pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm. Pabrik *acrylamide* dirancang dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dan produk yang dihasilkan adalah larutan *acrylamide* 98%. Lokasi pabrik direncanakan di Cilegon, Banten dan dibangun di atas tanah seluas 12.585 m² dengan pertimbangan dekat dengan lokasi pemasaran dan transportasi lebih mudah, pabrik beroperasi selama 24 jam per hari selama 330 hari per tahun. Terdapat unit pendukung seperti pengolahan air, steam, kebutuhan air, kebutuhan bahan bakar, listrik, dan pengolahan limbah. Kebutuhan bahan baku *acrylonitrile* di peroleh dari Tongsuh Petrochemical, Korea Selatan dan air (H₂O) yang dibeli dari PT. Krakatau Tirta Industri, Cilegon. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbuka (PT) dengan status perusahaan terbuka. Jumlah pegawai pada perusahaan sebanyak 200 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi pabrik *acrylamide* diperoleh modal investasi Rp. 156.100.893.411,2133, laba bersih Rp.85.350.895.396, sebelum pajak POT diperoleh 3 tahun dan ROI 30%, sesudah pajak POT diperoleh 3,4 tahun dan ROI 24%, dan BEP diperoleh 15,12%.

Kata kunci : *Acrylamide*, *Acrylonitrile*, Eksotermis, Hidrolisis, *Raney copper*

SUMMARY

Rani Pertiwi. 202010235019. *Acrylamide Plant Design from Acrylonitrile and Water Using the Catalytic Hydrolysis Process with a Capacity of 50,000 tons/year.*

Acrylamide is an organic compound that is often used as a basic ingredient for making polyacrylamide which is useful as a flocculant in water treatment and an additive in processing waste from the paper industry. Meanwhile, the raw material for making acrylamide is acrylonitrile and water entering the reactor. The feed entering the reactor contains Raney Copper catalyst, the reaction occurring in the reactor is exothermic. To meet the domestic demand for acrylamide, it is planned to establish an acrylamide factory through a catalytic hydrolysis process in a fixed bed reactor, at a temperature of 70°C and a pressure of 1 atm. The acrylamide plant is designed with a production capacity of 50,000 tons/year and the product produced is a 98% acrylamide solution. The factory location is planned in Cilegon, Banten and built on a land area of 12,585 m² with consideration of being close to marketing locations and easier transportation, the factory operates 24 hours per day for 330 days per year. There are supporting units such as water processing, steam, water needs, fuel needs, electricity and waste processing. The raw material requirements for acrylonitrile are obtained from Tongsuh Petrochemical, South Korea and water (H₂O) is purchased from PT. Krakatau Tirta Industri, Cilegon. The planned company form is a Limited Liability Company (PT) with open company status. The number of employees in the company is 200 people. Based on the results of the economic analysis of the acrylamide factory, the investment capital was obtained at IDR 156.100.893.411,2133 the net profit was IDR 85.350.895.396, before POT tax it was obtained for 3 years and ROI 30%, after POT tax 3,4 years and ROI 24%, and BEP obtained 15,12%.

Keywords: *Acrylamide, Acrylonitrile, Exothermic, Hydrolysis, Raney copper*

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rani Pertiwi

NPM : 202010235019

Program Studi : Teknik Kimia

Jenis Karya : Skripsi / Tesis/ Karya Ilmiah

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak Bebas Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*), atas skripsi yang berjudul :

**PRARANCANGAN PABRIK *ACRYLAMIDE* DARI
ACRYLONITRILE DAN AIR DENGAN PROSES HIDROLISIS
KATALITIK KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan) dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan dan menampilkan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu permintaan izin dari saya sebagai pemilik hak cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam skripsi ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : JAKARTA

Pada Tanggal : 02 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Rani Pertiwi

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Prarancangan Pabrik *Acrylamide* Dari *Acrylonitrile* Dan Air Dengan Proses Hidrolisis Katalitik Kapasitas 50.000 Ton/Tahun.”** Skripsi ini dilakukan untuk memenuhi syarat kelulusan S1 Teknik Kimia di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Pelaksanaan penyusunan skripsi kami dari awal hingga selesai tidak lepas dari bantuan beberapa pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Cinta pertama ku Ayahanda Drs. Indra Kusuma, M.M. dan pintu surgaku Ibunda Noviyani. Terima kasih atas segala doa, pengorbanan, dukungan, serta kasih sayang kalian yang tiada henti diberikan kepadaku. Terima kasih sudah menemani berproses dan selalu membuatku bangkit agar menjadi orang yang lebih kuat dan lebih baik kedepannya.
2. Saudara kandung saya Rama Perdana, S.Ikom. dan Raka Persada yang tidak pernah berhenti memberi segala motivasi, doa yang terus dipanjatkan, dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan pendidikan tinggi ini dengan penuh semangat.
3. Bapak IRJEN POL (PURN) Prof. Dr. Drs. Bambang Karsono, S.H., M.M., Ph.D., D.Crim., (Honoris Causa) Selaku Rektor Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
4. Ibu Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
5. Ibu Dr. Andi Nuraliyah, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
6. Ibu Lisa Adhani, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
7. Ibu Ferra Naidir, S.T., M.Eng., Ph.D. Selaku dosen pembimbing pertama yang tiada hentinya selalu memberi masukan, arahan, serta motivasi dalam penulisan serta penyelesaian skripsi ini.

8. Bapak Bungaran Saing, S.Si., Apt., M.M. Selaku dosen pembimbing kedua yang tiada hentinya selalu memberi masukan, arahan, serta motivasi dalam penulisan serta penyelesaian skripsi ini.
9. Partner skripsi terbaik Rohana Ningsih yang sudah bekerjasama dan membantu dengan baik selama proses penyusunan skripsi sehingga kita dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.
10. Kepada sahabatku pejuang toga Amora Kusumawati dan Adinda Reviana yang telah membantu, memberikan dukungan, motivasi dan semangat selama proses penyusunan skripsi.
11. Kepada sahabat terbaikku Mita Nofiarti Putri, Putri Kania, dan Nuraini Zahirah yang telah membantu, memberikan dukungan, motivasi serta menjadi *mood booster* dikala penulis sedang merasa tidak baik-baik saja.
12. Seluruh teman-teman Teknik Kimia angkatan 2020 yang memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan naskah skripsi.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu memberikan pemikiran demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
14. Terakhir, terima kasih untuk diri saya sendiri yang telah berjuang dan bertahan dari banyaknya ketidakpercayaan, ketakutan, dan ketidakberanian hingga sampai dititik ini.

Kami menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam skripsi ini dan masih jauh dari kata sempurna sehingga diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Kami berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Jakarta, 02 Agustus 2024



Rani Pertiwi

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY.....	vi
LEMBAR PUBLIKASI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR GRAFIK	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Perencanaan Pabrik	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3 Perhitungan Ekonomi Awal	2
1.4 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	4
1.5 Penentuan Lokasi Pabrik	9
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	12
2.1 Seleksi Proses	12
2.2 Flow Diagram Proses.....	17

2.3	Uraian Proses	18
BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU		19
3.1	Spesifikasi Bahan Baku	19
3.2	Spesifikasi Produk	21
3.3	Tinjauan Termodinamika	22
3.4	Tinjauan Kinetika	24
BAB IV KUALITATIF & KUANTITATIF.....		28
4.1	Diagram Kualitatif.....	28
4.2	Diagram Kuantitatif.....	29
BAB V NERACA MASSA		30
5.1	Mixer	30
5.2	Reaktor.....	30
5.3	Evaporator	31
BAB VI NERACA PANAS		32
6.1	HE-01 (Heat Exchanger)	32
6.2	Reaktor.....	32
6.3	Evaporator	33
6.4	Cooler	33
BAB VII SPESIFIKASI ALAT		34
7.1	Alat Besar	34
7.2	Alat Kecil.....	40
BAB VIII UTILITAS		43
8.1	Pelayanan Utilitas	43
8.2	Unit Pengolahan Air	43
8.3	Kebutuhan Uap (Steam)	48
8.4	Kebutuhan Air.....	49

8.5	Spesifikasi Boiler.....	52
8.6	Kebutuhan Listrik.....	55
8.7	Kebutuhan Bahan Bakar.....	62
8.8	Laboratorium.....	63
8.9	Pengolahan Limbah.....	67
BAB IX TATA LETAK PABRIK		70
9.1	Lokasi Pabrik.....	70
9.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	72
9.3	Tata Letak Alat Proses.....	76
BAB X KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA		79
10.1	Identifikasi SDS (<i>Safety Data Sheet</i>).....	82
10.2	Alat Pelindung Diri (APD).....	84
10.3	Penanganan Tumpahan.....	86
10.4	Penanganan Kebakaran.....	87
10.5	Aturan Pengiriman.....	89
10.6	Pertolongan Pada Kecelakaan.....	90
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN		92
11.1	Bentuk Perusahaan.....	92
11.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	94
11.3	Tugas dan Wewenang.....	100
11.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	105
11.5	Sistem Kepegawaian dan Gaji.....	106
11.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	110
11.7	Manajemen Perusahaan.....	111
11.8	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	111
11.9	Pengendalian Produksi.....	113

BAB XII EVALUASI EKONOMI	114
12.1 Dasar Analisa	115
12.2 Penaksiran Harga Peralatan	115
12.3 Hasil Perhitungan Biaya-biaya	117
BAB XIII PENUTUP	124
13.1 Kesimpulan.....	124
13.2 Saran	125
DAFTAR PUSTAKA.....	126
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Tabel Perhitungan Ekonomi Awal	3
Tabel 1.2 Reaksi Acrylamide	3
Tabel 1.3 Analisa Perhitungan Ekonomi Awal.....	3
Tabel 1.4 Data Impor Acrylamide di Indonesia	4
Tabel 1.5 Data Ekspor Acrylamide di Indonesia.....	6
Tabel 1.6 Data Konsumsi Acrylamide di Industri Indonesia	7
Tabel 1.7 Data Produksi Acrylamide di Dunia.....	7
Tabel 1.8 Data Produksi Acrylamide di Indonesia.....	8
Tabel 1.9 Analisa SWOT Pabrik Acrylamide.....	10
Tabel 2.1 Perbandingan Proses-Proses Pembuatan Acrylamide	15
Tabel 3.1 Harga $\Delta H^{\circ}f$ dan $\Delta G^{\circ}f$ Pada Keadaan Standar.....	23
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Neraca Massa Pada Mixer (M-101)	30
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Neraca Massa Pada Reaktor (R-101)	31
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Neraca Massa Pada Evaporator (EV-101).....	31
Tabel 6.1 Hasil Perhitungan Neraca Panas Heat Exchanger (HE-101)	32
Tabel 6.2 Hasil Perhitungan Neraca Panas Reaktor (R-101).....	32
Tabel 6.3 Hasil Perhitungan Neraca Panas Evaporator.....	33
Tabel 6.5 Hasil Perhitungan Neraca Panas Cooler (C-101).....	33
Tabel 7.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan C_3H_3N (T-101)	34
Tabel 7.2 Spesifikasi Mixer (M-101)	35
Tabel 7.3 Spesifikasi Reaktor (R-101).....	36
Tabel 7.4 Spesifikasi Evaporator.....	37

Tabel 7.5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan C_3H_5NO	39
Tabel 7.6 Spesifikasi Pompa	40
Tabel 7.7 Spesifikasi Heater.....	41
Tabel 8.1 Kebutuhan Uap (steam).....	48
Tabel 8.2 Kebutuhan Air Pendingin	50
Tabel 8.3 Total Kebutuhan Air	52
Tabel 8.4 spesifikasi Boiler	54
Tabel 8.5 Kebutuhan Listrik untuk Proses	56
Tabel 8.6 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas.....	56
Tabel 8.7 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	58
Tabel 8.8 Kebutuhan AC Dalam Ruangan	60
Tabel 8.9 Total Kebutuhan Listrik Pabrik	61
Tabel 8.10 Pengujian Sampel	66
Tabel 9.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	75
Tabel 10.1 Identifikasi SDS (<i>Safety Data Sheet</i>) Setiap Bahan	82
Tabel 10.2 Alat Pelindung Diri (APD) Setiap Bahan.....	84
Tabel 10.3 Penanganan Tumpahan.....	86
Tabel 10.4 Penanganan Kebakaran	88
Tabel 10.5 Aturan Pengiriman.....	89
Tabel 10.6 Pertolongan Pada Kecelakaan	90
Tabel 11.1 Kelebihan dan Kekurangan Badan Usaha Bentuk PT	94
Tabel 11.2 Pembagian Shift Karyawan	106
Tabel 11.3 Jadwal Kerja Regu.....	106
Tabel 11.4 Jumlah Karyawan dan Kualifikasinya.....	106
Tabel 11.5 Perincian Gaji Karyawan.....	108

Tabel 12.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 2003-2023.....	115
Tabel 12.2 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	117
Tabel 12.3 <i>Manufacturing Cost</i>	118
Tabel 12.4 <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	118
Tabel 12.5 Perhitungan Penjualan Produk	119
Tabel 12.6 <i>General Expanse</i> (Pengeluaran umum).....	119



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Blok Diagram Metode Asam Sulfat	12
Gambar 2.2 Blok Diagram Metode Biologi	13
Gambar 2.3 Blok Diagram Metode Hidrolisis Katalitik	14
Gambar 2.4 Flow Diagram Proses	17
Gambar 4.1 Diagram Alir Kualitatif <i>Acrylamide</i>	28
Gambar 4.2 Diagram Alir Kuantitatif <i>Acrylamide</i>	29
Gambar 8.1 Diagram Alir Pengolahan Air	46
Gambar 9.1 Lokasi Pabrik <i>Acrylamide</i>	72
Gambar 9.2 Lay Out Pabrik <i>Acrylamide</i>	76
Gambar 9.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machine Layout</i>)	78
Gambar 11.1 Struktur Organisasi Pabrik <i>Acrylamide</i>	99
Gambar 12.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 2003-2023	116

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1.1 Impor <i>Acrylamide</i>	5
Grafik 1.2 Ekspor <i>Acrylamide</i>	6
Grafik 12.1 Analisis <i>Break Even Point</i> (BEP)	123



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran 3. Spesifikasi Alat
- Lampiran 4. Utilitas
- Lampiran 5. Perhitungan Evauasi Ekonomi

