

**DESAIN PROYEK PABRIK MELAMIN MENGGUNAKAN PROSES  
BASF KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan  
Seminar Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,  
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh:**

**EVITA DAMAYANTI**

**NIM. 40040118650078**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2023**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **DESAIN PROYEK PABRIK MELAMIN MENGGUNAKAN PROSES BASF KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN**

#### **SKRIPSI**

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan  
Teknik**

**Disusun Oleh:**

**EVITA DAMAYANTI**

**NIM. 40040118650078**

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang,     Maret 2023

Dosen pembimbing,

**Dr. Fahmi Arifan S.T., M.Eng.**

NIP.198002202005011001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Evita Damayanti

NIM : 40040118650078

Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Desain Proyek Pabrik Melamin Menggunakan Proses BASF  
Kapasitas 38.000 Ton/Tahun.

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya Evita Damayanti dan partner saya atas nama Elsa Vira Safitri didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang,       Maret 2023

Evita Damayanti  
NIM. 40040118650078

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul **“Desain Proyek Pabrik Melamin Menggunakan Proses BASF Kapasitas 38.000 Ton/Tahun”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan magang.
2. Dr. Fahmi Arifan S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung secara material dan moral selama proses pra-magang hingga penyusunan laporan sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Rizka Amalia S.T., M.T. selaku dosen wali, yang telah memberikan semangat dan doa kepada penyusun.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Kedua orang tua dan semua keluarga yang selalu mendoakan dan memotivasi penyusun untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala dukungannya, baik secara material maupun spiritual hingga terselesaikannya laporan ini.
6. Elsa Vira Safitri sebagai rekan skripsi yang berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga dan materi dalam kegiatan ini.
7. Teman – Teman Chelios 2018 yang telah membantu memberi semangat dan telah berproses bersama dengan penyusun dalam kehidupan selama perkuliahan.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Semarang, 06 Maret 2023

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	2
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	7
1.4 Tinjauan Proses .....	9
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>16</b>
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	16
2.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	18
2.3 Konsep Proses .....	21
2.4. Diagram Alir.....	25
2.5 Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas.....	29
2.6 Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	38
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT UTAMA .....</b>	<b>44</b>
3.1 Unit Penyimpanan .....	44
3.2 Unit Pemindah.....	45
3.3 Unit Penukar Panas .....	46
3.4 Unit Reaksi .....	47
3.5 Unit Pemisah .....	48
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES .....</b>	<b>1</b>
4.1 Unit Pengadaan Air .....	2
4.2 Unit Pengadaan Listrik.....	9
4.3 Unit Pengadaan Steam.....	16
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar dan Pengadaan Dowtherm A.....	20
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	22

4.6 Laboratorium .....	22
4.7 Unit Pengolahan Limbah.....	24
4.8 Kesehatan keselamatan kerja dan Lingkungan Hidup .....	28
4.9 Instrumentasi .....	32
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN .....</b>	<b>33</b>
5.1. Bentuk Perusahaan .....	33
5.2. Struktur Organisasi.....	36
5.3. Tugas dan wewenang .....	38
5.4 Status Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	42
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	43
5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	47
5.7 Corporate Social Responsibility (CSR).....	48
<b>BAB VI TROUBLESHOOTING.....</b>	<b>51</b>
<b>BAB VII ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>55</b>
7.1 Perkiraan Harga Peralatan .....	55
7.2.Dasar Perhitungan .....	58
7.3 Perhitungan Biaya .....	58
7.4.Analisa Kelayakan.....	63
7.5 Hasil Perhitungan .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>91</b>
<b>LAMPIRAN C .....</b>	<b>116</b>
<b>LAMPIRAN D .....</b>	<b>158</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perkembangan impor melamine di Indonesia tahun 2012 sampai 2021(BPS, 2021).	3
.....	3
Tabel 1. 2 Pabrik urea di Indonesia.....	4
Tabel 1. 3 Pabrik melamine yang pernah berdiri di Indonesia.....	5
Tabel 1 . 4 Pabrik Melamine di Dunia (Ullman A, 1990).....	6
Tabel 1. 5 Industri Kimia Berbahan Baku Melamin di Indonesia.....	8
Tabel 1. 6 Pertimbangan Macam-macam Proses (Tekanan Rendah).....	14
Tabel 1. 7 Pertimbangan Macam-macam Proses (Tekanan Tinggi) .....	14
Tabel 2. 1 Spesifikasi Urea.....	16
Tabel 2. 2 Spesifikasi Katalis Alumina .....	16
Tabel 2. 3 Spesifikasi Melamin .....	17
Tabel 2. 4 Sifat Fisika Urea.....	18
Tabel 2. 5 Sifat Fisika Melamine .....	19
Tabel 2. 6 Neraca Massa di Sekitar Melter .....	30
Tabel 2. 7 Neraca Massa di Sekitar Mixer .....	30
Tabel 2. 8 Neraca Massa di Sekitar Reaktor .....	31
Tabel 2. 9 Neraca Massa di Sekitar Desublimer .....	31
Tabel 2. 10 Neraca Massa di Sekitar Cyclone.....	32
Tabel 2. 11 Neraca Massa di Sekitar Percabangan Arus Tiga .....	32
Tabel 2. 12 Neraca Massa di Sekitar Scrubber .....	33
Tabel 2. 13 Neraca Massa Overall .....	33
Tabel 2. 14 Neraca Panas di Sekitar Melter.....	35
Tabel 2. 15 Neraca Panas di Sekitar Scrubber .....	35
Tabel 2. 16 Neraca Panas di Sekitar Cooler (CO-01) .....	35
Tabel 2. 17 Neraca Panas di Sekitar Mixer .....	36
Tabel 2. 18 Neraca Panas di Sekitar Scrubber, CO-01, dan Mixer .....	36
Tabel 2. 19 Neraca Panas di Sekitar Reaktor .....	37
Tabel 2. 20 Neraca Panas di Sekitar Furnace .....	37
Tabel 2. 21 Neraca Panas di Sekitar Kristalizer .....	37
Tabel 2. 22 Neraca Panas di Sekitar HE-2 .....	38
Tabel 2. 23 Neraca Panas di Sekitar HE 3 .....	38
Tabel 2. 24 Perincian Luas Lahan Pabrik.....	40
Tabel 3. 1 Spesifikasi Cooler 3 .....	46
Tabel 4. 1 Kebutuhan air pendingin .....	8
Tabel 4. 2 Total kebutuhan air per hari .....	9
Tabel 4. 3 Kebutuhan listrik untuk proses.....	10
Tabel 4. 4 Kebutuhan listrik untuk pengolahan air .....	11

Tabel 4. 5 Kebutuhan Listrik untuk penerangan didalam ruangan .....	12
Tabel 4. 6 Kebutuhan Listrik untuk penerangan diluar ruangan .....	13
Tabel 4. 7 Luas area yang membutuhkan AC .....	14
Tabel 4. 8 Total Kebutuhan Listrik .....	15
Tabel 4. 9 Total Kebutuhan Bahan Bakar .....	21
Tabel 4. 10 Total kebutuhan Dowtherm A .....	21
Tabel 5. 1 Jadwal Kerja Untuk Setiap regu .....	43
Tabel 5. 2 Penggolongan Jabatan .....	43
Tabel 5. 3 Perincian Jumlah Karyawan .....	45
Tabel 5. 4 Perincian Golongan dan Gaji .....	47
Tabel 6. 1 Troubleshooting pada masing – masing unit.....	51
Tabel 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 1995-2020 (Mignard, 2014). .....	56
Tabel 7. 2 Total Biaya Physical Plant Cost (PPC) .....	65
Tabel 7. 3 Total Biaya Working Capital (WC) .....	66
Tabel 7. 4 Total Biaya Direct Manufacturing Cost (DMC) .....	67
Tabel 7. 5 Total Biaya Indirect Manufacturing Cost (IMC) .....	67
Tabel 7. 6 Total Biaya Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	68
Tabel 7. 7 Total Biaya General Expense (GE).....	68
Tabel A. 1 Berat Molekul Komponen melamin .....	73
Tabel A. 2 Neraca Massa Melter .....	78
Tabel A. 3 Neraca Massa Arus Purging .....	80
Tabel A. 4 Neraca Massa disekitar Scrubber, Mixer dan Percabangan .....	82
Tabel A. 5 Neraca massa Di Percangan 2 .....	83
Tabel A. 6 Neraca Massa Mixer.....	84
Tabel A. 7 Neraca Massa Scrubber .....	85
Tabel A. 8 Neraca Massa Cyclone .....	86
Tabel A. 9 Neraca Massa Kristalizer.....	89
Tabel A. 10 Neraca Massa Reaktor .....	90
Tabel B. 1 Kapasitas panas gas .....	91
Tabel B. 2 kapasitas panas cairan.....	91
Tabel B. 3 Kapasitas panas padat .....	92
Tabel B. 4 kapasitas panas dowtherm .....	92
Tabel B. 5 Neraca Panas Melter .....	95
Tabel B. 6 Diagram alir neraca panas mixer dan scrubber .....	96
Tabel B. 7 Neraca panas mixer .....	98
Tabel B. 8 Neraca panas scrubber .....	99
Tabel B. 9 Neraca panas cooler 1 .....	99
Tabel B. 10 Neraca Panas di sekitar Scrubber, cooler 1 dan mixer .....	99
Tabel B. 11 Neraca panas reaktor .....	103
Tabel B. 12 Neraca panas di Furnace .....	105
Tabel B. 13 Neraca panas di Kristalizer.....	107
Tabel B. 14 Neraca panas di cooler 2.....	108
Tabel B. 15 Neraca massa di cooler 3 .....	115



Tabel C. 1 Panjang equivalent.....	128
Tabel C. 2 Hot fluid dan cold fluid pada cooler .....	132
Tabel C. 3 Quenching gas (shell) dan cooling water (tube).....	134
Tabel C. 4 Pressure Drop Cooler.....	137
Tabel C. 5 Parameter $\alpha$ dan $\beta$ untuk teori kontak kekuatan .....	153
Tabel C. 6 Nilai $\omega$ , $T_c$ dan $P_c$ pada ammonia dan karbon dioksida.....	154
Tabel C. 7 Volume ammonia dan karbon dioksida .....	155
Tabel D. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index 1995-2020 (Mignard, 2014).....	159
Tabel D. 2 Harga Alat Proses Produksi.....	162
Tabel D. 3 Purchased Equipment Cost (PEC).....	163
Tabel D. 4 Biaya Instalansi .....	165
Tabel D. 5 Biaya Pemipaan .....	165
Tabel D. 6 Biaya Instrumentasi .....	166
Tabel D. 7 Biaya Isolasi .....	167
Tabel D. 8 Biaya Listrik.....	168
Tabel D. 9 Physical Plant Cost (PPC) .....	169
Tabel D. 10 Fixed Capital Investment (FCI).....	170
Tabel D. 11 . Raw Material Inventory.....	170
Tabel D. 12 Working Capital (WC) .....	171
Tabel D. 13 Total capital investment .....	172
Tabel D. 14 Kebutuhan bahan baku .....	173
Tabel D. 15 Biaya tenaga kerja .....	173
Tabel D. 16 Supervisi.....	173
Tabel D. 17 Total Direct Manufacturing Cost (DMC).....	175
Tabel D. 18 Total Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	176
Tabel D. 19 Total Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....	177
Tabel D. 20 TOTAL MANUFACTURING COST (MC).....	178
Tabel D. 21 Management Salaries .....	178
Tabel D. 22 Total Biaya Administrasi.....	179
Tabel D. 23 TOTAL GENERAL EXPENSE (GE).....	180
Tabel D. 24 TOTAL BIAYA PRODUKSI (PRODUCTION COST).....	180

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Perkembangan Impor Melamine di Indonesia tahun 2012 sampai 2021 . .....	3
Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Pembuatan Melamin .....	28
Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Massa .....	29
Gambar 2. 3 Diagram alir Neraca Panas .....	34
Gambar 2. 4 Layout Pabrik Melamine .....	41
Gambar 2. 5 Tata Letak Peralatam Proses .....	43
Gambar 3. 1 Tangki penyimpanan lelehan urea.....	44
Gambar 3. 2 Pompa lelehan urea.....	45
Gambar 3. 3 Cooler .....	46
Gambar 3. 4 Reaktor .....	47
Gambar 3. 5 Scrubber.....	48
Gambar 4. 1 Diagram Pengolahan Air .....	7
Gambar 4. 2 Diagram Alir Waste Water Treatment .....	27
Gambar 5. 1 Bagan Struktur Organisasi.....	38
Gambar 7. 1 Grafik Hubungan Tahun dengan <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> .....	57
Gambar 7. 2 Hasil Analisis Kelayakan Desain Pabrik Melamin .....	70
Gambar A. 1 Diagram Alir Neraca Massa .....	74
Gambar A. 2 Arus Melter.....	74
Gambar A. 3 Arus Purging.....	78
Gambar A. 4 Arus disekitar Scrubber, Mixer dan Percabangan .....	80
Gambar A. 5 Arus di Percabangan 2 .....	82
Gambar A. 6 Arus Scrubber .....	84
Gambar A. 7 Arus di Cyclone .....	85
Gambar A. 8 Arus Kristalizer.....	88
Gambar A. 9 Arus Reaktor.....	89
Gambar B. 1 Diagram Alir Neraca Panas .....	93
Gambar B. 2 Diagram alir neraca panas di Melter.....	93

Gambar B. 3 Diagram alir neraca panas reaktor .....	100
Gambar B. 4 Diagram alir neraca panas di Furnace.....	103
Gambar B. 5 Diagram alir neraca panas di kristalizer .....	105
Gambar B. 6 Diagram alir neraca panas di cooler 2 .....	107
Gambar B. 7 Diagram alir neraca panas Blower .....	112
Gambar C. 1 Tangki penyimpanan lelehan urea .....	116
Gambar C. 2 Pompa lelehan urea .....	125
Gambar C. 3 Cooler.....	131
Gambar C. 4 Reaktor Fluidizing Bed .....	139
Gambar C. 5 Scrubber .....	152
Gambar D. 1 Hasil Analisis Kelayakan Desain Pabrik Melamin.....	185

## INTISARI

Melamin merupakan salah satu bahan kimia yang mempunyai rumus  $C_3H_6N_6$  dengan nama lain 2-4-6 triamino 1-3-5 triazine. Melamin banyak digunakan pada industri kimia yaitu sebagai bahan baku dalam pembuatan melamin resin, alat rumah tangga, leather tanning, pelapis kertas, tekstil, bahan pencampur cat, furniture dan bahan sintesa organik. Akan tetapi untuk saat ini di Indonesia belum ada pabrik melamin. Maka dari itu peluang untuk membangun pabrik melamin di Indonesia sangatlah tinggi, karena untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri dan juga diharapkan mampu memenuhi kebutuhan ekspor di dunia. Oleh karena itu dilakukan prarancangan pabrik Melamin. Pabrik ini didirikan dengan kapasitas 38.000 ton/tahun berdasarkan prediksi kebutuhan melamin di Indonesia selama 10 tahun terakhir. Proses pembuatan melamin yaitu dengan mereaksikan urea dan fluidizing gas berupa campuran amonia dan karbon dioksida dan digunakan katalis alumina. Kemudian produk padatan kristal melamin dipisahkan dengan off gas. Reaktor yang digunakan yaitu jenis fluidizing bed reactor dengan kondisi operasi pada suhu  $395^{\circ}C$  dan tekanan 3 atm. Pabrik dibangun di kawasan Cikampek, Jawa Barat dengan pertimbangan pabrik dekat dengan daerah pemasaran, dekat dengan sumber air, transportasi mudah karena dekat dengan jalan tol Cikampek-Jakarta, dekat dengan sumber bahan baku yaitu urea yang diambil dari PT. Pupuk Kujang Cikampek. Kebutuhan bahan bakar diperoleh dari solar dan urea melt. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan sebagai cadangannya digunakan generator. Pabrik melamin yang dirancang ini akan dilengkapi dengan unit pengolahan limbah dan unit laboratorium. Bentuk perusahaan yang direncanakan untuk Pabrik Melamin ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka yang memperoleh modal dari penjualan saham, dan tiap pemegang saham bebas mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Pada prarancangan pabrik Melamin ini dibuat evaluasi serta penilaian investasi dengan metode Profit On Sales (POS), Return Of Investment (ROI), Pay Out Time (POT), Break Even Point (BEP) dan Shut Down Point (SDP). Dari hasil perhitungan analisa kelayakan didapat ROI setelah pajak 43,67 %, POS setelah pajak 17 %, POT 1,86 tahun, BEP 32,19 %, dan SDP 19,15%.