

**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

ELSA VIRA SAFITRI

NIM. 40040118650084

PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2022

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

ELSA VIRA SAFITRI

NIM. 40040118650084

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 13 September 2022

Dosen pembimbing,



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

NIP.198002202005011001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Elsa Vira Safitri

NIM : 40040118650084

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

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

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya Elsa Vira Safitri dan partner saya atas nama Evita Damayanti 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, 13 September 2022



Elsa Vira Safitri
NIM. 40040118650084

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. 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, adik 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. Effar Ali Mousa, Evita Damayanti, Dian Nirmala Wening, Syefrin Gani dan Alihsan Rahmawati selaku teman seperjuangan yang selalu ada dan memberikan dukungan serta semangat dalam suka dan duka di lika-liku kehidupan.
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, 13 September 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	2
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	7
1.4 Tinjauan Proses.....	9
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	16
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	16
2.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	17
2.3 Konsep Proses.....	20
2.4. Diagram Alir.....	24
2.5 Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas.....	27
2.6 Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	38
BAB III SPESIFIKASI ALAT UTAMA.....	43
3.1 Unit Penyimpanan.....	43
3.2 Unit Pemindah.....	44
3.3 Unit Penukar Panas.....	45
3.4 Unit Reaksi.....	46
3.5 Unit Pemisah.....	47
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES.....	48
4.1 Unit Pengadaan Air.....	49
4.2 Unit Pengadaan Listrik.....	56
4.3 Unit Pengadaan Steam.....	63
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar dan Pengadaan Dowtherm A.....	67
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	68
4.6 Laboratorium.....	69

4.7 Unit Pengolahan Limbah.....	71
4.8 Kesehatan keselamatan kerja dan Lingkungan Hidup	74
4.9 Instrumentasi	78
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	80
5.1. Bentuk Perusahaan	80
5.2. Struktur Organisasi.....	83
5.3. Tugas dan wewenang	85
5.4 Status Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	89
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	90
5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan	94
5.7 Corporate Social Responsibility (CSR).....	95
BAB VI TROUBLESHOOTING.....	98
BAB VII ANALISA EKONOMI.....	103
7.1 Perkiraan Harga Peralatan	103
7.2.Dasar Perhitungan	106
7.3 Perhitungan Biaya	106
7.4.Analisa Kelayakan.....	111
7.5 Hasil Perhitungan	113
DAFTAR PUSTAKA.....	119
LAMPIRAN A	121
LAMPIRAN B	139
LAMPIRAN C	165
LAMPIRAN D	207

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.....	17
Tabel 2. 5 Sifat Fisika Melamine	19
Tabel 2. 6 Neraca Massa di Sekitar Melter	27
Tabel 2. 7 Neraca Massa di Sekitar Mixer	27
Tabel 2. 8 Neraca Massa di Sekitar Reaktor	28
Tabel 2. 9 Neraca Massa di Sekitar Desublimer	28
Tabel 2. 10 Neraca Massa di Sekitar Cyclone.....	29
Tabel 2. 11 Neraca Massa di Sekitar Percabangan Arus Tiga	29
Tabel 2. 12 Neraca Massa di Sekitar Scrubber	29
Tabel 2. 13 Neraca Massa Overall	30
Tabel 2. 14 Neraca Panas di Sekitar Melter.....	32
Tabel 2. 15 Neraca Panas di Sekitar Scrubber	32
Tabel 2. 16 Neraca Panas di Sekitar Cooler (CO-01)	33
Tabel 2. 17 Neraca Panas di Sekitar Mixer	33
Tabel 2. 18 Neraca Panas di Sekitar Scrubber, CO-01, dan Mixer	33
Tabel 2. 19 Neraca Panas di Sekitar Reaktor	34
Tabel 2. 20 Neraca Panas di Sekitar Furnace	34
Tabel 2. 21 Neraca Panas di Sekitar Kristalizer	34
Tabel 2. 22 Neraca Panas di Sekitar HE-2	35
Tabel 2. 23 Neraca Panas di Sekitar HE 3	35
Tabel 2. 24 Perincian Luas Lahan Pabrik.....	40
Tabel 3. 1 Spesifikasi Cooler 3	45
Tabel 4. 1 Kebutuhan air pendingin	55
Tabel 4. 2 Total kebutuhan air per hari	56
Tabel 4. 3 Kebutuhan listrik untuk proses.....	57
Tabel 4. 4 Kebutuhan listrik untuk pengolahan air	58
Tabel 4. 5 Kebutuhan Listrik untuk penerangan didalam ruangan	59
Tabel 4. 6 Kebutuhan Listrik untuk penerangan diluar ruangan	60
Tabel 4. 7 Luas area yang membutuhkan AC	61

Tabel 4. 8 Total Kebutuhan Listrik	62
Tabel 4. 9 Total Kebutuhan Bahan Bakar	67
Tabel 4. 10 Total kebutuhan Dowtherm A	68
Tabel 5. 1 Jadwal Kerja Untuk Setiap regu	90
Tabel 5. 2 Penggolongan Jabatan	90
Tabel 5. 3 Perincian Jumlah Karyawan	92
Tabel 5. 4 Perincian Golongan dan Gaji	94
Tabel 6. 1 Troubleshooting pada masing – masing unit.....	98
Tabel 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 1995-2020 (Mignard, 2014).	104
Tabel 7. 2 Total Biaya Physical Plant Cost (PPC)	113
Tabel 7. 3 Total Biaya Working Capital (WC)	114
Tabel 7. 4 Total Biaya Direct Manufacturing Cost (DMC)	115
Tabel 7. 5 Total Biaya Indirect Manufacturing Cost (IMC)	115
Tabel 7. 6 Total Biaya Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	116
Tabel 7. 7 Total Biaya General Expense (GE).....	116
Tabel A. 1 Berat Molekul Komponen melamin	121
Tabel A. 2 Neraca Massa Melter	126
Tabel A. 3 Neraca Massa Arus Purging	127
Tabel A. 4 Neraca Massa disekitar Scrubber, Mixer dan Percabangan	130
Tabel A. 5 Neraca massa Di Percangan 2	131
Tabel A. 6 Neraca Massa Mixer.....	132
Tabel A. 7 Neraca Massa Scrubber	132
Tabel A. 8 Neraca Massa Cyclone	134
Tabel A. 9 Neraca Massa Kristalizer.....	137
Tabel A. 10 Neraca Massa Reaktor	138
Tabel B. 1 Kapasitas panas gas	140
Tabel B. 2 kapasitas panas cairan.....	140
Tabel B. 3 Kapasitas panas padat	141
Tabel B. 4 kapasitas panas dowtherm	141
Tabel B. 5 Neraca Panas Melter	144
Tabel B. 6 Diagram alir neraca panas mixer dan scrubber	144
Tabel B. 7 Neraca panas mixer	147
Tabel B. 8 Neraca panas scrubber	148
Tabel B. 9 Neraca panas cooler 1	148
Tabel B. 10 Neraca Panas di sekitar Scrubber, cooler 1 dan mixer	149
Tabel B. 11 Neraca panas reaktor	152
Tabel B. 12 Neraca panas di Furnace	154
Tabel B. 13 Neraca panas di Kristalizer	156
Tabel B. 14 Neraca panas di cooler 2.....	157
Tabel B. 15 Neraca massa di cooler 3	164
Tabel C. 1 Hot fluid dan cold fluid pada cooler	181
Tabel C. 2 Quenching gas (shell) dan cooling water (tube).....	184
Tabel C. 3 Pressure Drop Cooler.....	186
Tabel C. 4 Parameter α dan β untuk teori kontak kekuatan	203
Tabel C. 5 Nilai ω , T_c dan P_c pada ammonia dan karbon dioksida.....	204
Tabel C. 6 Volume ammonia dan karbon dioksida	204

Tabel C. 7 Kapasitas dan dimensi venturi wet scrubber	206
Tabel D. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index 1995-2020 (Mignard, 2014).....	208
Tabel D. 2 Harga Alat Proses Produksi.....	211
Tabel D. 3 Purchased Equipment Cost (PEC).....	212
Tabel D. 4 Biaya Instalansi	214
Tabel D. 5 Biaya Pemipaan	215
Tabel D. 6 Biaya Instrumentasi	216
Tabel D. 7 Biaya Isolasi	216
Tabel D. 8 Biaya Listrik	217
Tabel D. 9 Physical Plant Cost (PPC)	219
Tabel D. 10 Fixed Capital Investment (FCI).....	220
Tabel D. 11 . Raw Material Inventory.....	220
Tabel D. 12 Working Capital (WC)	221
Tabel D. 13 Total capital investment	222
Tabel D. 14 Kebutuhan bahan baku	222
Tabel D. 15 Biaya tenaga kerja	223
Tabel D. 16 Supervisi.....	223
Tabel D. 17 Total Direct Manufacturing Cost (DMC).....	224
Tabel D. 18 Total Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	226
Tabel D. 19 Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)	227
Tabel D. 20 TOTAL MANUFACTURING COST (MC).....	227
Tabel D. 21 Management Salaries	228
Tabel D. 22 Total Biaya Administrasi.....	229
Tabel D. 23 TOTAL GENERAL EXPENSE (GE).....	230
Tabel D. 24 TOTAL BIAYA PRODUKSI (PRODUCTION COST).....	230

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Perkembangan Impor Melamine di Indonesia tahun 2012 sampai 2021	3
Gambar 2. 1 Layout Pabrik Melamine	40
Gambar 2. 2 Tata Letak Peralatam Proses	42
Gambar 3. 1 Tangki penyimpanan lelehan urea	43
Gambar 3. 2 Pompa lelehan urea.....	44
Gambar 3. 3 Cooler	45
Gambar 3. 4 Reaktor	46
Gambar 3. 5 Scrubber.....	47
Gambar 4. 1 Diagram Pengolahan Air	54
Gambar 4. 2 Diagram Alir Waste Water Treatment	74
Gambar 5. 1 Bagan Struktur Organisasi.....	85
Gambar 7. 1 Grafik Hubungan Tahun dengan <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	105
Gambar 7. 2 Hasil Analisis Kelayakan Desain Pabrik Melamin	118
Gambar A. 1 Diagram Alir Neraca Massa	122
Gambar A. 2 Arus Melter.....	122
Gambar A. 3 Arus Purgig.....	126
Gambar A. 4 Arus disekitar Scrubber, Mixer dan Percabangan	128
Gambar A. 5 Arus di Percabangan 2.....	130
Gambar A. 6 Arus Scrubber	132
Gambar A. 7 Arus di Cyclone	133
Gambar A. 8 Arus Kristalizer.....	136
Gambar A. 9 Arus Reaktor.....	137
Gambar B. 1 Diagram Alir Neraca Panas	142
Gambar B. 2 Diagram alir neraca panas di Melter.....	142
Gambar B. 3 Diagram alir neraca panas reaktor	149
Gambar B. 4 Diagram alir neraca panas di Furnace.....	152
Gambar B. 5 Diagram alir neraca panas di kristalizer	154
Gambar B. 6 Diagram alir neraca panas di cooler 2	156
Gambar B. 7 Diagram alir neraca panas Blower.....	161
Gambar C. 1 Tangki penyimpanan lelehan urea	165
Gambar C. 2 Pompa lelehan urea	174
Gambar C. 3 Cooler.....	180
Gambar C. 4 Reaktor Fluidizing Bed.....	188
Gambar C. 5 Scrubber	201
Gambar D. 1 Hasil Analisis Kelayakan Desain Pabrik Melamin.....	234

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 61,78 %, POS setelah pajak 21,65 %, POT 1,39 tahun, BEP 25,25 %, dan SDP 15,09 %.