

LAPORAN SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI TONGKOL JAGUNG
DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat
untuk mendapatkan gelar sarjana



Disusun Oleh :

Ilham WD	(1700020102)
Muhammad Arshal Alfarid	(1700020163)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
2023

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI TONGKOL JAGUNG
DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

Yang telah dipersiapkan dan disusun oleh :

Ilham WD (1700020102)

Muhammad Arshal Alfarid (1700020163)

Telah disetujui oleh
Dosen pembimbing skripsi Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Ahmad Dahlan

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk mendapat gelar sarjana.

Dosen Pembimbing

(Agus Aktayan, S.T., M.Eng)

NID. 60150844

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI TOGKOL JAGUNG
DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

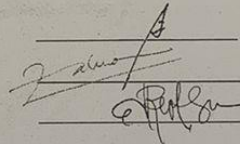
Disusun oleh:

Ilham WD (1700020102)
Muhammad Arshal Alfarid (1700020163)

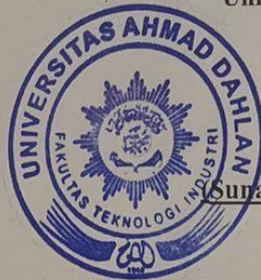
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 07 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji:

Ketua : Agus Aktawan, S.T., M.Eng.
Anggota : 1. Dr. Ir. Zahrul Mufrodi, S.T., M.T.
2. Rachma Tia Evitasari, S.T., M.Eng.

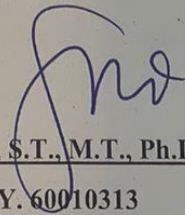


Yogyakarta, 18 Agustus 2023
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Ahmad Dahlan



(Surardi, S.T., M.T., Ph.D.)

NIY. 60010313



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : 1. Ilham WD (1700020102)
2. Muhammad Arshal Alfarid (1700020163)

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang kami tulis ini dengan judul **"Prarancangan Pabrik Furfural Dari Togkol Jagung Dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun"** benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang kami akui sebagai hasil tulisan atau pikiran kami sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil karya jiplakan, maka kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 17 Juni 2023

Yang membuat pernyataan



(Ilham WD)



(Muhammad Arshal Alfarid)

Pernyataan Tidak Plagiat

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Arshal Alfarid

NIM : 1700020163

Email : muhammad1700020163@webmail.uad.ac.id

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Judul Tesis : Prarancangan Pabrik Furfural Dari Togkol Jagung Dengan Kapasitas 10.000
Ton/Tahun

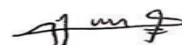
Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah mendapatkan gelar keserjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian dan implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 30 Agustus 2023

Yang Menyatakan



(Muhammad Arshal Alfarid)

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

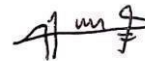
Nama : Muhammad Arshal Alfarid
NIM : 1700020163 Email : muhammad1700020163@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri Program Studi : Teknik Kimia
Judul tugas akhir : Prarancangan Pabrik Furfural Dari Togkol Jagung Dengan Kapasitas 10.000
Ton/Tahun

Dengan ini saya menyerahkan hak *sepenuhnya* kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut

Saya (~~tidak mengizinkan~~ **mengizinkan**)* karya tersebut diunggah ke dalam Repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta,



Muhammad Arshal Alfarid

Mengetahui,
Pembimbing**



Agus Aktawan, S.T., M. Eng.
NIY. 60150844

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. Tak lupa sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi besar kita Muhammad SAW. Berkat rahmat serta karunia-Nya kami dapat menyusun dan menyelesaikan naskah skripsi dengan judul **“Prarancangan Pabrik Furfural dari Tongkol Jagung Kapasitas 10.000 Ton/Tahun”**.

Skripsi prarancangan pabrik ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia S-1 pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Dalam penyusunan naskah ini, penyusun banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Muchlas, M.T., selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
2. Bapak Sunardi, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
3. Bapak Agus Aktawan, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
4. Bapak Agus Aktawan, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, saran dan motivasinya.
5. Segenap Dosen dan Karyawan di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
6. Kedua orangtua, kakak dan adik kami, serta seluruh keluarga tercinta atas doa, semangat, dan dukungannya, semoga Allah senantiasa melimpahkan Rahmat-Nya.
7. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan dan bantuan.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara moril maupun doa.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan naskah ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan naskah ini. Akhir kata penyusun berharap Laporan Skripsi ini bermanfaat dan memberikan wawasan bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca serta semua pihak pada umumnya.

Yogyakarta, 17 Juni 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

JUDUL SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMBANG	xiii
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
I.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	3
I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	5
I.4 Tinjauan Pustaka	6
BAB II URAIAN PROSES.....	15
II.1. Tahap Persiapan Bahan Baku	15
II.2. Tahap Reaksi.....	15
II.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian	16
II.4. Diagram Alir Kualitatif.....	17
II.5. Diagram Alir Kuantitatif	18
BAB III SPESIFIKASI BAHAN.....	19
III.1. Spesifikasi Bahan Baku	19
III. 2. Spesifikasi Bahan Pembantu	21
III.3. Spesifikasi Produk	22
BAB IV NERACA MASSA.....	23
IV.1 Neraca Massa Tiap Alat	23

IV.2	Neraca Massa <i>Overall</i>	25
BAB V	NERACA PANAS	26

V.1	Neraca Panas Komponen.....	26
BAB VI SPESIFIKASI ALAT		28
VI.1	Tangki Penyimpanan.....	28
VI.2	Gudang Penyimpanan Bahan Baku (WRH).....	28
VI.3	Grinder (G-01).....	29
VI.4	Bucket Elevator (BE-01).....	29
VI.5	Screw Conveyor	29
VI.6	Hopper (H-01)	30
VI.7	Reaktor-01	30
VI.8	Collection Vessel (CV-01)	34
VI.9	Pompa	32
VI.10	Menara Distilasi 01 (MD-01)	33
VI.11	<i>Cooler</i>	35
VI.12	Condensor.....	37
VI.13	<i>Reboiler</i> 01 (RB-01)	38
VI.14	<i>Accumulator</i> 01 (Acc-01).....	39
BAB VII UTILITAS		40
VII.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	41
VII.2	Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>).....	52
VII.3	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	52
VII.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	54
VII.5	Unit Pengolahan Limbah	55
BAB VIII LAYOUT PABRIK DAN PERLATAN PROSES		60
VIII.1	Lokasi Pabrik.....	60
VIII.2	Tata Letak Pabrik	62
VIII.3	Tata Letak Alat Proses	64
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN		68
IX.1	Bentuk Perusahaan	68
IX.2	Struktur Organisasi	68
IX.3	Tugas dan Wewenang	<u>70</u>

IX.4	Jam Kerja Karyawan.....	75
IX.5	Perincian Tugas Dan Keahlian	76
IX.6	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji Karyawan	77
IX.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	79
IX.8	Manajemen Produksi	80
BAB X EVALUASI EKONOMI.....		81
X.1.	Penaksiran Harga Peralatan	82
X.2	Dasar Perhitungan	83
X.3	Perhitungan Biaya	84
X.4	Analisa Kelayakan.....	85
X.5	Analisa Keuntungan.....	92
X.6	Hasil Kelayakan Ekonomi.....	92
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....		96
XI.1	Kesimpulan.....	96
XI.2	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN B		100

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Impor Furfural Di Indonesia.....	3
Tabel I.2 Produksi Furfural Dunia.....	4
Tabel I.3 Perbandingan Macam-macam Proses Pembuatan Furfural.....	12
Tabel III.1 Sifat Fisis Air.....	21
Tabel III.1 Sifat Fisis Bahan Pembantu.....	21
Tabel III.1 Sifat Fisis Produk	22
Tabel IV.1 Neraca Massa Grinder-01.....	23
Tabel IV.2 Neraca Massa <i>Screw Conveyor</i> -01.....	23
Tabel IV.3 Neraca Massa Reaktor-01	24
Tabel IV.4 Neraca Massa Menara Destilasi-01	24
Tabel IV.5 Neraca Massa <i>Overall</i>	25
Tabel V.1 Neraca Panas CL-01	26
Tabel V.2 Neraca Panas CL-02	26
Tabel V.3 Neraca Panas CL-03	26
Tabel V.4 Neraca Panas Reaktor-01	27
Tabel V.5 Neraca Panas MD-01.....	27
Tabel VI.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan	28
Tabel VI.2 Spesifikasi Pompa	32
Tabel VI.3 Spesifikasi <i>Coller</i>	35
Tabel VI.4 Spesifikasi <i>Condensor</i>	37
Tabel VII.1 Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i>	48
Tabel VII.2 Kebutuhan Air Pendingin	48
Tabel VII.3 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga	49
Tabel VIII.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	63
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Masing-masing Regu.....	76
Tabel IX.2 Jabatan dan Prasyarat	77
Tabel IX.3 Sistem Gaji Karyawan.....	78
Tabel X.1 Harga <i>Index</i>	82
Tabel X.2 Harga <i>Index</i> Pada Tahun Perancangan	83
Tabel X.3 Daftar Harga Alat Pada Tahun Referensi dan Pendirian Pabrik.....	84
Tabel X.4 <i>Physical Plant Cost</i>	88
Tabel X.5 <i>Direct Plant Cost</i> (DFC)	89
Tabel X.6 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	89
Tabel X.7 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC).....	89
Tabel X.8 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC).....	90
Tabel X.9 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	90
Tabel X.10 Total Manufacturing Cost (MC).....	90
Tabel X.11 <i>Working Capital</i> (WC).....	90
Tabel X.12 <i>General Expense</i> (GE).....	91
Tabel X.13 Total Biaya Produksi	91
Tabel X.14 <i>Fixed Cost</i> (Fa).....	91
Tabel X.15 <i>Variabel Cost</i> (Va)	91
Tabel X.16 <i>Regulated Cost</i> (Ra)	92
Tabel X.17 Hubungan Nilai <i>i</i> dan R-S	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Diagram Proses Quaker Oats	7
Gambar I.2 Diagram Proses Rosenlew	8
Gambar I.3 Proses Escher Wyss	10
Gambar I.4 Skema Proses Suprayield	11
Gambar II.1 Diagram Alir Kualitatif	17
Gambar II.2 Diagram Alir Kuantitatif	18
Gambar VII.1 Skema Pengolahan Air Sungai	44
Gambar VII.2 Diagram Alir Proses Pengolahan Air Sungai	47
Gambar VII.3 Diagram Alir Pengolahan Air Baku	51
Gambar VII.4 Diagram Alir Pengolahan Limbah.....	59
Gambar VIII.1 Layout Pabrik Skala 1:110	66
Gambar VIII.2 Tata Letak Alat Proses Pabrik Furfural	67
Gambar IX.1 Struktur Organisasi Perusahaan	74
Gambar X.1 Grafik Hubungan Persen Kapasitas dan Keuntungan	95

DAFTAR LAMBANG

A	= Luas perpindahan panas, ft ² , in ² , m ²
AB	= Absorber
Acc	= <i>Accumulator</i>
A _R	= Luas permukaan dinding reaktor, m ²
a	= Jari – jari dalam reaktor, m
BEP	= <i>Break Event Point</i>
BHP	= <i>Brake Horse Power</i> , Hp
BM	= Berat Molekul, Kg/kmolb
	= Sumbu tegak <i>head</i> , m
C	= <i>Compressor</i>
C	= Faktor korosi, in
C _A	= Konsentrasi zat A, Kmole/L
C _{AO}	= Konsentrasi zat A mula-mula, Kmole/L
C _{BO}	= Konsentrasi zat B mula-mula, Kmole/L
	= <i>Condenser</i>
CL	= <i>Cooler</i>
CP	= <i>Condenser Parsial</i>
C _p	= Kapasitas panas, Btu/lb°F, Kkal/kg°C
D	= Diameter, in, m
DMC	= <i>Direct Manufacturing Cost</i>
DPC	= <i>Direct Plant Cost</i>
E	= Efisiensi pengelasan
E _a	= Harga alat dengan kapasitas diketahui
E _b	= Harga alat dengan kapasitas dicari
EV	= <i>Expansion Valve</i>
E _x	= Harga alat untuk tahun x
E _y	= Harga alat untuk tahun y
	= <i>Allowable stress</i>

F	= Faktor friksi
F	= <i>Filter</i>
Fa	= <i>Fixed Cost</i>
FCI	= <i>Fixed Capital Investment</i>
FV	= Kecepatan volumetrik, m ³ /j, L/j
gc	= Gravitasi, m ² /s
GE	= <i>General Expense</i>
gpm	= Galon per menit
HE	= <i>Heat Exchanger</i>
hi	= Koefisien perpindahan panas pada diameter dalam, Btu/j.ft.°F
hio	= Koefisien perpindahan panas, Btu/j.ft.°F
ID	= Diameter dalam, in, m, ft
IMC	= <i>Indirect Manufacturing Cost</i>
J	= Lebar <i>baffle</i> , m, in, ft
k	= Konversi laju reaksi, m ³ /kmol. jam
L	= Tinggi, m, in, ft
LC	= <i>Level control</i>
Le	= Panjang <i>elbow</i> , ft
M	= Massa, kg/j
MD	= Menara distilasi
M	= <i>Mixer</i>
NRe	= <i>Reynold number</i>
Nt	= Jumlah <i>tube</i>
Nx	= Nilai <i>index</i> tahun x
Ny	= Nilai <i>index</i> tahun y
OD	= Diameter luas, m, in, ft
P-n	= Pompa
P	= Tekanan, atm
p	= <i>Power</i> motor, Hp
POT	= <i>Pay Out Time</i>
Q	= Panas , Btu/j, Kkal/j, Kj/j

R	= Jari-jari, m
R	= Reaktor
Ra	= <i>Regulated Cost</i>
RB	= <i>Reboiler</i>
ROI	= <i>Return Of Investment</i>
S-n	= Silo
Sa	= <i>Sales Expense</i>
Sch	= <i>Schedule</i>
SDP	= <i>Shut Down Point</i>
SP	= Separator
T	= Suhu, °C, °F, K
T-n	= Tangki
T	= Waktu, detik, menit, jam
Th	= Tebal dinding head, in
Ts	= Tebal dinding <i>shell</i> , in
WC	= <i>Working Capital</i>
X	= Konversi
μ	= Viskositas, Cp
Σ	= Jumlah
η	= Efisiensi pompa
P	= Densitas, kg/m ³
ΔP	= <i>Pressure Drop</i> , psi
ΔT	= Beda suhu

Pabrik furfural merupakan pabrik kimia yang mempunyai prospek bagus untuk didirikan, mengingat bahan baku yang digunakan adalah bahan alami. Pabrik direncanakan dibangun di kawasan industri Ungaran, Jawa tengah tanah seluas 15.016 m² dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun. Furfural banyak digunakan dalam industri kimia seperti bahan pembentuk resin cetak, sebagai senyawa *intermediate* pada pembuatan *pyrole*, *pyrolidine*, *pyrilidine* dan *piperidine*, sebagai bahan baku pembuatan senyawa furan yang lain seperti *furfuryl alcohol*, *tetrahydrofuran* dan furan resin, sebagai pelarut dalam industri pemurnian minyak pelumas, pemurnian minyak nabati dan hewani, resin dan *wax*. Pabrik ini akan dioperasikan selama 330 hari dengan total 165 karyawan. Bahan baku yang dibutuhkan adalah tongkol jagung sebanyak 58.788,6 ton/tahun dan air sebanyak 2.791.408,64 ton/tahun.

Reaksi pembentukan furfural dari pentosan yang terkandung dalam tongkol jagung terjadi melalui proses hidrolisis dan dehidrasi fase heterogen (padat-cair). Reaksi berlangsung di dalam reaktor batch pada suhu 210 °C dan tekanan 18 atm dengan waktu 1 *batch* 3 jam dan menggunakan steam sebagai pemanas. Yield reaksi sebesar 80% terhadap pentosan. Produk yang dihasilkan adalah furfural dengan kadar furfural sebesar 98%. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku tongkol jagung dan air, pembentukan furfural di dalam reaktor, dan pemurnian produk. Pemurnian produk dilakukan di dalam menara distilasi. Furfural yang diperoleh adalah 9.900 ton/tahun. Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air, steam, udara tekan, tenaga listrik, bahan bakar. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk serta bahan buangan pabrik yang berupa limbah cair dan padat. Limbah cair yang berupa filtrat dan distilat yang diolah di dalam unit pengolahan limbah. Limbah padat yang berupa sisa hasil proses diolah menjadi arang briket untuk bahan bakar boiler. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan non-shift.

Pabrik ini merupakan pabrik resiko tinggi. Hasil analisis ekonomi ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 33,69% dan 23,59%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 2 dan 2,98 tahun, BEP (*Break-even Point*) 49,91%, dan SDP (*Shutdown Point*) 33%. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 46,12%. Dari tinjauan ekonomi pabrik tersebut cukup menarik untuk dipertimbangkan pendiriannya di Indonesia.

Kata Kunci: furfural, tongkol jagung, air