



# HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ACESULFAME POTASSIUM  
KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

## SKRIPSI

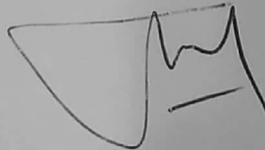
Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

M. Rezky Syafrullah	03031181419027
Muhammad Hanief Ridlo	03031281419147

Indralaya, Agustus 2019

Pembimbing,



Prahady Susmanto, ST. MT.  
NIP.198208042012121001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful DEA  
NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Acesulfame Potassium Kapasitas 12.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh **M. Rezky Syafrullah** dan **Muhammad Hanief Ridlo** di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juli 2019.

Indralaya, Agustus 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

**Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D:**  
**NIP. 196009091987031004**

(.....)

**Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T. :**  
**NIP. 195608311984032002**

(.....)

**Ir, Siti Miskah, M.T. :**  
**NIP. 195602241984032002**

(.....)

**Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T. :**  
**NIP. 197502012000122001**

(.....)

**Prahady Susmanto, S.T., M.T. :**  
**NIP. 198208042012121001**

(.....)



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

**Dr. Ir. H. Syaiful, DEA**  
**NIP. 195810031986031003**

## LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa

1. Nama : M. Rezky Syafrullah  
Nim : 03031181419027
2. Nama : Muhammad Hanief Ridlo  
Nim : 03031281419147

Judul: Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Acesulfame Potassium Kapasitas  
12.000 Ton/Tahun

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juli 2019 oleh Dosen Penguji:

Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D:  
NIP. 196009091987031004

(.....)

Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T. :  
NIP. 195608311984032002

(.....)

Ir. Siti Miskah, M.T. :  
NIP. 195602241984032002

(.....)

Indralaya, Agustus 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Rezky Syafrullah  
NIM : 03031181419027  
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Acesulfame Potassium  
Kapasitas 12.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Jurusan Teknik Kimia

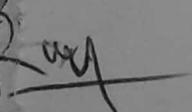
Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Muhammad Hanief Ridlo** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dengan Skripsi sebelumnya di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Indralaya, Agustus 2019

METERAI  
TEMPEL  
TGL 20  
3F60EAF914423328  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH

  
M. Rezky Syafrullah  
NIM. 03031181419027

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hanief Ridlo  
NIM : 03031281419147  
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Acesulfame Potassium*  
Kapasitas 12.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **M. Rezky Syafrullah** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dengan Skripsi sebelumnya di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Indralaya, Agustus 2019

METERAI  
TEMPEL  
TGL. 20  
038F4AFF914423824  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH

Muhammad Hanief Ridlo  
NIM. 03031281419147

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, atas berkat rahmat dan rahmat-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Acesulfame Potassium Kapasitas 12.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum Tingkat Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Kami sebagai penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat kekurangan karena keterbatasan dan kemampuan. Kami sebagai penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Bapak Prahady Susmanto, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- Ibu Selpiana, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
- Bapak/Ibu staff pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Orang tua dan keluarga kami yang telah mendukung kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- Sahabat dan teman-teman kami di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, khususnya angkatan 2014.
- Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari keterbatasan waktu, sarana, pengetahuan dan kemampuan, tidak tertutup kemungkinan adanya kekurangan dan kesalahan pada laporan ini. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, kami mohon maaf karena hal tersebut bukanlah sesuatu yang kami lakukan dengan sengaja.

Akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini, dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERBAIKAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>INTI SARI</b> .....	xxv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Sejarah dan Perkembangan .....	2
1.3. Proses Pembuatan.....	3
1.4.Sifat Fisik dan Sifat Kimia .....	3
1.4.1. Asam Sulfamat .....	3
1.4.2. Trietilamina .....	4
1.4.3. Diketena .....	4
1.4.4. Garam Acetoacetamida .....	4
1.4.5. Sulfur Trioksida.....	4
1.4.6. Kalium Hidroksida .....	5
1.4.7. Air.....	5
1.4.8. Acesulfame Potassium .....	5
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK</b>	
2.1.Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2. Pemilihan Kapasitas .....	6

2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	8
2.4. Pemilihan Proses .....	8
2.5. Uraian Proses .....	9
<b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK</b>	
3.1. Lokasi Pabrik .....	12
3.2. Tata Letak Pabrik .....	14
3.3. Luas Area Pabrik.....	14
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS</b>	
4.1. Neraca Massa .....	18
4.2. Neraca Panas .....	26
<b>BAB V UTILITAS</b>	
5.1. Unit Pengadaan Air .....	39
5.2.2. Air Pendingin .....	39
5.2.3. Air Proses .....	41
5.2.4. Air Domestik.....	42
5.2. Unit Pengadaan Steam .....	43
5.3. Unit Penadaan Listrik.....	44
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	45
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN</b>	
6.1. Ball Mill-01 (BM-01) .....	49
6.2. Centrifuge-01 (CF-01) .....	50
6.3. Centrifuge-02 (CF-02) .....	50
6.4. Centrifuge-03 (CF-03) .....	51
6.5. Centrifuge-04 (CF-04) .....	51
6.6. Centrifuge-05 (CF-05) .....	52
6.7. Cooler-01 (C-01).....	53
6.8. Cooler-02 (C-02).....	54
6.9. Cooler-03 (C-03).....	55
6.10. Cooler-04 (C-04).....	56
6.11. Decanter-01 (DC-01) .....	57
6.12. Decanter-02 (DC-02) .....	58

6.13. Decanter-03 (DC-03) .....	59
6.14. Fire Rotary Dryer-01 (FRD-01).....	60
6.15. Furnace-01 (F-01) .....	61
6.16. Heater-01 (H-01).....	62
6.17. Heater-02 (H-02).....	63
6.18. Heater-03 (H-03).....	64
6.19. Kolom Ekstraksi-01 (KE-01).....	65
6.20. Kompresor-01 (K-01).....	66
6.21. Mixing Tank-01 (MT-01) .....	67
6.22. Mixing Tank-02 (MT-02) .....	68
6.23. Pompa-01 (P-01).....	69
6.24. Pompa-02 (P-02).....	70
6.25. Pompa-03 (P-03).....	71
6.26. Pompa-04 (P-04).....	72
6.27. Pompa-05 (P-05).....	73
6.28. Pompa-06 (P-06).....	74
6.29. Pompa-07 (P-07).....	75
6.30. Pompa-08 (P-08).....	76
6.31. Pompa-09 (P-09).....	77
6.32. Pompa-10 (P-10).....	78
6.33. Pompa-11 (P-11).....	79
6.34. Pompa-12 (P-12).....	80
6.35. Pompa-13 (P-13).....	81
6.36. Pompa-14 (P-14).....	82
6.37. Pompa-15 (P-15).....	83
6.38. Reaktor-01 (R-01).....	84
6.39. Reaktor-02 (R-02).....	85
6.40. Reaktor-03 (R-03).....	86
6.41. Reaktor-04 (R-04).....	87
6.42. Reaktor-05 (R-05).....	88
6.43. Rotary Cooler-01 (RC-01).....	89

6.44. Screw Conveyor-01 (SC-01).....	90
6.45. Screw Conveyor-02 (SC-02).....	91
6.46. Screw Conveyor-03 (SC-03).....	92
6.47. Silo Tank-01 (SC-01).....	93
6.48. Silo Tank-02 (SC-02).....	94
6.49. Silo Tank-03 (SC-03).....	95
6.50. Tangki-01 (T-01) .....	96
6.51. Tangki-02 (T-02) .....	97
6.52. Tangki-03 (T-03) .....	98
6.53. Tangki-04 (T-04) .....	99
6.54. Tangki-05 (T-05) .....	100

## **BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN**

7.1. Bentuk Perusahaan .....	101
7.2. Struktur Organisasi .....	102
7.3. Tugas dan Wewenang .....	103
7.4. Sistem Kerja.....	106
7.5. Penentuan Jumlah Buruh.....	106
7.6.Kepegawaian .....	106
7.6.1. <i>Direct Operating Labour</i> .....	107
7.6.2. <i>Indirect Operating Labour</i> .....	108

## **BAB VIII ANALISA EKONOMI**

8.1. Keuntungan ( <i>Profitable</i> ) .....	114
8.1.1. Perhitungan <i>Annual Cash Flow</i> .....	114
8.2. Lama Waktu Pengendalian Modal .....	115
8.2.1. Lama Pengangsuran Pengembalian Modal .....	116
8.2.2. <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	117
8.3. Total Modal Akhir.....	118
8.3.1. <i>Net Profit Over Total Life Project (NPOTLP)</i> .....	118
8.3.2. <i>Total Capital Sink (TCS)</i> .....	119
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	120
8.4.1. <i>Rate of Return (ROR)</i> .....	120

8.4.2. <i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i> .....	121
8.5. <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	121
8.5.1. Menggunakan Grafik .....	122
8.5.2. Menggunakan Grafik .....	123
8.6. Kesimpulan dan Analisa Ekonomi.....	123
<b>BAB IX KESIMPULAN</b> .....	125
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	126

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Impor Acesulfame Potassium di Indonesia dan Negara Asean .	7
Tabel 7.1. Perincian Jumlah Karyawan.....	110
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal .....	117
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi .....	123

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Kebutuhan Acesulfame Potassium.....	7
Gambar 3.1. Lokasi Pabrik Berdasarkan Google Earth.....	12
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik.....	13
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	112
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Event Point</i> .....	122

## DAFTAR NOTASI

### 1. CHILLER, HEATER

A	=	Area perpindahan panas, ft <sup>2</sup>
a <sub>a</sub> , a <sub>p</sub>	=	Area pada annulus, inner pipe, ft <sup>2</sup>
a <sub>s</sub> , a <sub>t</sub>	=	Area pada shell, tube, ft <sup>2</sup>
a''	=	external surface per 1 in, ft <sup>2</sup> /in ft
B	=	Baffle spacing, in
C	=	Clearance antar tube, in
D	=	Diameter dalam tube, in
D <sub>e</sub>	=	Diameter ekivalen, in
f	=	Faktor friksi, ft <sup>2</sup> /in <sup>2</sup>
G <sub>a</sub>	=	Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft <sup>2</sup>
G <sub>p</sub>	=	Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft <sup>2</sup>
G <sub>s</sub>	=	Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft <sup>2</sup>
G <sub>t</sub>	=	Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft <sup>2</sup>
g	=	Percepatan gravitasi
h	=	Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
h <sub>i</sub> , h <sub>io</sub>	=	Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	=	Faktor perpindahan panas
k	=	Konduktivitas termal, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
L	=	Panjang tube, pipa, ft
LMTD	=	Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
N	=	Jumlah baffle
N <sub>t</sub>	=	Jumlah tube
P <sub>T</sub>	=	Tube pitch, in
ΔP <sub>r</sub>	=	Return drop sheel, Psi
ΔP <sub>s</sub>	=	Penurunan tekanan pada shell, Psi

$\Delta P_t$	=	Penurunan tekanan tube, Psi
ID	=	Inside Diameter, ft
OD	=	Outside Diameter, ft
$\Delta P_T$	=	Penurunan tekanan total pada tube, Psi
Q	=	Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
$R_d$	=	Dirt factor, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
$R_e$	=	Bilangan Reynold, dimensionless
s	=	Specific gravity
$T_1, T_2$	=	Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
$t_1, t_2$	=	Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
$T_c$	=	Temperatur rata-rata fluida panas, °F
$t_c$	=	Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
$U_c, U_d$	=	Clean overall coefficient, design overall coefficient, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
W	=	Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	=	Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
$\mu$	=	Viscositas, cp

## 2. KOMPRESSOR

k	=	$C_v / C_p$
n	=	Jumlah Stage
$P_i$	=	Tekanan input, atm
$P_o$	=	Tekanan output, atm
P	=	Power kompresor (HP)
Q	=	Kapasitas kompresor
$T_i$	=	Temperatur input, K
$T_o$	=	Temperatur output, K
$\eta$	=	Efisiensi
V	=	Volumetrik gas masuk

$\rho$  = Densitas,  $\text{kg/m}^3$   
 $R_c$  = Rasio Kompresi  
 $W$  = Laju alir massa,  $\text{lb/jam}$

### 3. MIXER

$W_s$  = Laju Alir,  $\text{Kg/jam}$   
 $\rho$  = Densitas,  $\text{Kg/m}^3$   
 $f$  = Faktor Keamanan  
 $V_t$  = Kapasitas tangki,  $\text{ft}^3$   
 $L$  = Panjang, in  
 $W$  = Lebar, in  
 $H$  = Tinggi, in  
 $P$  = Power, Hp

### 4. POMPA

$A$  = Area alir pipa,  $\text{in}^2$   
 $\text{BHP}$  = Brake Horse Power, HP  
 $D_{i \text{ opt}}$  = Diameter optimum pipa, in  
 $E$  = Equivalent roughness  
 $f$  = Faktor friksi  
 $\text{FK}$  = Faktor keamanan  
 $g_c$  = Percepatan gravitasi,  $\text{ft/s}^2$   
 $\text{Gpm}$  = Gallon per menit  
 $H_{f \text{ suc}}$  = Total friksi pada suction, ft  
 $H_{f \text{ dis}}$  = Total friksi pada discharge, ft  
 $H_{f_s}$  = Skin friction loss  
 $H_{f \text{ suc}}$  = Total suction friction loss  
 $H_{f_c}$  = Sudden Contraction Friction Loss ( $\text{ft lb}_m/\text{lb}_f$ )

$H_{fc}$	= Sudden expansion friction loss (ft lb <sub>m</sub> /lb <sub>f</sub> )
ID	= Inside diameter pipa, in
$K_C, K_S$	= Contraction, expansion loss contraction, ft
L	= Panjang pipa, ft
$L_e$	= Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	= Net positive suction head (ft)
$N_{Re}$	= Reynold number
$P_{vp}$	= Tekanan uap, Psi
$Q_f$	= Laju alir volumetrik
$V_f$	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
$\Delta P$	= Beda tekanan, Psi

## 5. CONVEYOR

$W_s$	= Laju Alir, Kg/jam
$\rho$	= Densitas, Kg/m <sup>3</sup>
f	= Faktor Keamanan
$V_t$	= Kapasitas tangki, ft <sup>3</sup>
$V_s$	= Volume Silo, ft <sup>3</sup>
D	= Diameter silinder, ft
d	= Diameter ujung kerucut (cone), ft
$d_{eff}$	= Diameter efektif silo, m
G	= Laju alir massa, kg/s
g	= Percepatan gravitasi, m/s <sup>2</sup>
	= Sudut silo, °
h	= Tinggi kerucut, m
H <sub>t</sub>	= Tinggi silo, m
t	= Tebal tangki, m

P	= Tekanan desain, psi
F	= Working stress allowable
E	= Joint efisiensi
C	= Faktor korosi, in
E	= Acceleration losses, ft lb/min
M	= Solids conveyed, lb/min
U	= velocity, ft/min
H	= Vertical lift, ft
L	= Duct horizontal length, ft
F	= Koefisien friksi
d1	= diameter rata-rata partikel 1, mm
d2	= diameter rata-rata partikel 2, mm
Dc1	= diameter standar cyclone, in
Q1	= standar flow rate untuk design high efficiency, m <sup>3</sup> /h
$\mu_2$	= viskositas fluida uji, mNs/m <sup>2</sup>
$\mu_1$	= viskositas N <sub>2</sub> , mNs/m <sup>2</sup>
P	= Pressure drop, Psi
A1	= Area of inlet duct, mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	= Cyclone surface area, mm <sup>2</sup>
$\theta$	= cyclone pressure drop factor

## 6. REAKTOR

	= Waktu tinggal, jam
V	= Volume reaktor, m <sup>3</sup>
Q	= <i>Heat required</i> , kJ
U	= <i>Overall coefficient</i> , Nm/K
T	= <i>Differential temperature</i> , °C
A	= Luas Kontak Koil, m <sup>2</sup>

NPS	= Net Possive Suction
Di	= inside diameter
Do	= outside diameter
K	= Keliling pipa, m
a	= Luas penampang pipa, m <sup>2</sup>
Lc	= Panjang koil, m
Vc	= Volume total coil, m <sup>3</sup>
N	= Number of turn
Re	= Centerline radius, in
C	= Coil clearence, in
H <sub>L</sub>	= Tinggi Liquid, m
H <sub>s</sub>	= Tinggi Tangki, m
H <sub>T</sub>	= Tinggi total tangki, m
D <sub>T</sub>	= Diameter Tangki, m
h	= tinggi tutup, m
Di	= Diameter impeller, m
Hi	= Tinggi impeller, m
Wb	= Lebar baffle, m
g	= Lebar pengaduk, m
r	= panjang blade, m
rb	= possi blade dari dinding tangki, m
t	= tebal tangki, m
ID	= Inside Diameter, m
OD	= Outside Diameter, m
N	= kecepatan putar pengaduk, rpm
N <sub>Re</sub>	= Reynold number
P	= Daya, HP
SPGR	= Specific gravity
WELH	= Water Equivalen Liquid Height,

## 7. ROTARY COOLER

$G_G$	= Jumlah udara masuk, lb/menit
$Q_u$	= Laju volumetrik udara, $m^3$ /menit
$P$	= Daya blower, HP
$m_G$	= Jumlah udara masuk, lb/jam
$G'_G$	= Laju Surficial udara, lb/jam $ft^2$
$S$	= Luas Penampang <i>rotary cooler</i> , $ft^2$
$U_a$	= koefisien perpindahan panas volumetrik, BTU/ $ft^3$ jam $^{\circ}F$
$G$	= Kecepatan <i>surficial</i> udara = 369 lb/jam $ft^2$
$D$	= Diameter <i>rotary cooler</i> = 3,216 ft
$L$	= Panjang <i>rotary cooler</i> , ft
$Q$	= Total panas pendingin yang dibutuhkan, Btu/jam
$N$	= putaran <i>rotary cooler</i> , rpm
$V_p$	= kecepatan keliling selongsong
$D$	= Diameter <i>inside rotary cooler</i> , ft
	= Waktu tinggal, menit
$L$	= Panjang rotary cooler, ft
$S$	= Slope / kemiringan rotary cooler, ft/ft
$N$	= Putaran rotary cooler, rpm
$D$	= Diameter, ft
$B$	= Konstanta partikel
$G$	= Kecepatan Surficial udara, lb/ $ft^2$ jam
$M$	= Massa umpan masuk, lb/jam
$A$	= Luas penampang, $ft^2$
$r$	= jari-jari <i>rotary cooler</i> = 19,29 in
$f$	= allowable stress = 12.650 psi
$E$	= efisiensi pengelasan = 0,80
$c$	= faktor korosi = 0,125

P = Power, HP

## 8. SCREW CONVEYOR

Q = Kapasitas SC,  $\text{ft}^3/\text{s}$

L = Panjang SC, ft

= densitas,  $\text{lb}/\text{ft}^3$

F = Material faktor = 2,5

## 9. TANGKI

C = Tebal korosi yang diizinkan

D = Diameter tangki, m

E = Efisiensi penyambungan, dimensionless

h = Tinggi head, m

H = Tinggi silinder, m

$H_T$  = Tinggi total tangki, m

P = Tekanan Operasi, atm

S = Working stress yang diizinkan, Psia

T = Temperatur Operasi, K

t = Tebal Tangki, m

$V_h$  = Volume ellipsoidal head,  $\text{m}^3$

$V_s$  = Volume silinder,  $\text{m}^3$

$V_t$  = Volume tangki,  $\text{m}^3$

W = Laju alir massa, kg/jam

$\rho$  = Densitas,  $\text{kg}/\text{m}^3$

N = Kecepatan putar pengaduk, rps

gc = Konstanta gravitasi,  $\text{m}/\text{s}^2$

= Tegangan muka, N/m

Nre = Bilangan reynold

Di = Diameter impeller, m  
P = Daya, hp  
t = Tebal, m

#### 10. Vessel

Vt = Volume tangki, m<sup>3</sup>  
Ve = Volume elipsoidal, m<sup>3</sup>  
Dt = Diameter tangki, m  
H = Tinggi tangki, m  
h = Tinggi elipsoidal, m  
Ht = Tinggi total, m  
N = Kecepatan putar pengaduk, rps  
gc = Konstanta gravitasi, m/s<sup>2</sup>  
= Tegangan muka, N/m  
Nre = Bilangan reynold  
Di = Diameter impeller, m  
P = Daya, hp  
t = Tebal, m  
P = Tekanan desain, atm  
D = Diameter tangka, m  
S = Working stress allowable, atm  
E = Effiisiensi pengelasan  
C = Korosi yang diizinkan, m

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Perhitungan Neraca Massa .....	128
<b>Lampiran 2.</b> Perhitungan Neraca Panas .....	178
<b>Lampiran 3.</b> Perhitungan Spesifikasi Peralatan .....	242
<b>Lampiran 4.</b> Perhitungan Ekonomi .....	407

## ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ACESULFAME POTASSIUM KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Agustus 2019

M. Rezky Syafrullah dan Muhammad Hanief Ridlo;

Dibimbing oleh Prahady Susmanto, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

127 Halaman, 4 Tabel, 4 Lampiran

Pabrik pembuatan acesulfame potassium dengan kapasitas 12.000 ton/tahun ini berdiri pada tahun 2023 di Cibodas, Tangerang, Banten yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 4 ha. Proses pembuatan acesulfame potassium menggunakan reaktor jenis stirred tank reactor. Reaksi berjalan pada kondisi operasi temperature 15 – 40 oC dan tekanan 1 atm dengan reaksi:

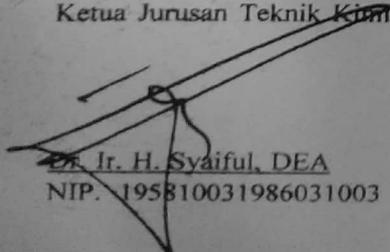
- $H_2N-SO_3H + N(C_2H_5)_3 \rightarrow H_2N-SO_3-.HN+(C_2H_5)_3$
- $H_2N-SO_3-.HN+(C_2H_5)_3 + (CH_2CO)_2 \rightarrow CH_3COCH_2CONHSO_3-.HN+(C_2H_5)_3$
- $CH_3COCH_2CONHSO_3-.HN+(C_2H_5)_3 + 5 SO_3 \rightarrow C_4H_5O_2SO_2NH.(SO_3)_4 + HSO_4-.HN+(C_2H_5)_3$
- $C_4H_5O_2SO_2NH.(SO_3)_4 + HSO_4-.HN+(C_2H_5)_3 + H_2O \rightarrow C_4H_5O_2SO_2NH + 4 H_2SO_4 + HSO_4-.HN+(C_2H_5)_3$
- $C_4H_5O_2SO_2NH + KOH \rightarrow C_4H_5O_2SO_2N-K + H_2O$

Pabrik ini merupakan perusahaan perseroan terbatas (PT) dengan sistem organisasi line and staff, yang dipimpin oleh Direktur Utama dengan jumlah karyawan sebanyak 100 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik acesulfame potassium ini layak didirikan dengan perincian sebagai berikut:

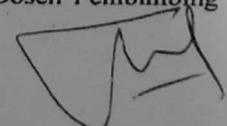
- Total Capital Investment (TCI) = US\$ 26.739.863,07
- Selling Price per Year = US\$ 69.362.880,00
- Total Production Cost (TPC) = US\$ 42.300.814,85
- Net Profit After Tax (NPAT) = US\$ 18.943.445,60
- Pay out time = 1,32 tahun
- Rate of return on investment = 70,84%
- Discounted cash flow = 44,97%
- Break even point = 23,79%
- Service life = 11 tahun

**Kata Kunci** : Ace-k, Acesulfame Potassium, Acesulfame kalium Analisa Ekonomi.

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

Indralaya, Agustus 2019  
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

  
Prahady Susmanto, S.T., M.T.  
NIP. 198208042012121001

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia mengakibatkan kebutuhan primer pangan jagan semakin meningkat. Hal tersebut berdampak pada berkembangnya industri pangan di Indonesia. Salah satu kebutuhan yang akan meningkat adalah bahan tambahan pangan seperti pemanis makanan. Dalam proses industri pangan, pemanis buatan sering digunakan sebagai pengganti gula karena sifatnya yang lebih ekonomis dibandingkan gula.

Menurut Darwin (2013), terdapat tiga jenis pemanis buatan yaitu *High Fructose Corn Syrup* pemanis buatan yang terbuat dari jagung dan memiliki tekstur cair seperti sirup, memiliki tingkat kemanisan 1,8 kali dibandingkan dengan gula biasa. Pemanis buatan yang kedua adalah jenis *sorbitol* dan *mannitol*, yang memiliki tingkat kemanisan 0,6 kali gula biasa. Dan jenis yang terakhir adalah pemanis buatan seperti *aspartame*, *saccharine* dan *acesulfame-k*, yang memiliki tingkat kemanisan hingga 200 kali gula biasa.

Acesulfame potassium yang memiliki nama lain *potassium salt of 6-methyl-1,2,3 oxatiazine-4(3H)-one-2,2-dioxide* adalah pemanis buatan bedensitas tinggi yang memiliki tingkat kemanisan 200 kali dibandingkan sukralosa (dibandingkan dalam 3% larutan sukralosa). Pemanis buatan tersebut ditemukan secara tidak sengaja oleh Dr. Karl Clauss seorang peneliti di Hoechst AG, Frankfurt Jerman, dalam penelitiannya untuk mencari material baru. Pemanis buatan tersebut tidak dimetabolisme dalam tubuh manusia dan tidak menghasilkan energi sehingga sangat baik digunakan untuk diet (Lawrence, 2003).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2012-2018 jumlah kebutuhan acesulfame potassium sebagai pemanis buatan di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Begitu juga kebutuhan acesulfame potassium sebagai pemanis buatan dunia, menurut data comtrade dari tahun 2012-2018 kebutuhan acesulfame potassium sebagai pemanis buatan selalu mengalami kenaikan. Dengan kenaikan permintaan kebutuhan acesulfame potassium sebagai

pemanis buatan didalam dan diluar negri selalu mengalami peningkatan, maka semakin besar prospek pendirian pabrik acesulfame potassium di Indonesia. Pendirian pabrik acesulfame potassium ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia dan negara Asean, penghematan devisa negara, mempermudah industri pangan di Indonesia dengan acesulfame potassium sebagai bahan tambahan pangan dan memperluas lapangan pekerjaan di Indonesia.

## **1.2. Sejarah dan Perkembangan**

Acesulfame potassium ditemukan secara tidak sengaja oleh Dr. Karl Clauss seorang peneliti di Hoechst AG, Frankfurt Jerman, dalam penelitiannya untuk mencari material baru pada tahun 1967 (Lawrence, 2003). Pada awalnya pembuatan acesulfame potassium menggunakan metilen klorida sebagai zat adiktif sehingga diragukan penggunaannya karena menggunakan bahan karsinogenik.

Dalam penelitiannya untuk mendapatkan data keamanan pangan, acesulfame potassium telah diuji dengan beberapa hewan (tikus dan anjing) sebagai subjeknya, hasilnya acesulfame potassium tidak di anggap sebagai zat karsiogenik, mutagenic maupun teratogenic. Pemanis tersebut tidak dimetabolisme dalam tubuh hewan tersebut dan begitu pula dengan manusia. Maksimum penggunaan acesulfame potassium menurut *Food and Agriculture Organization/World Health Organizaton* (FAO/WHO) dalam pertemuan yang diselenggarakan pada tahun 1990 adalah 5 mg per kg berat badan, nilai tersebut didapatkan dari batas hewan yang tidak mengalami efek apapun dala penelitian yang telah dilakukan. Regulasi pertama penggunaan acesulfame potassium adalah di UK pada tahun 1983, setelah mendapatkan persetujuan FAO/WHO penggunaannya meningkat di 20 negara lain.

Pada tahun 2005 acesulfame potassium dengan merk dagang Splenda telah menguasai lebih dari 50 persen pasar pemanis buatan di Amerika Serikat, menyusul aspartame menguasai 20 persen setelahnya. Penggunaan acesulfame potassium yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan pemanis lain mengakibatkan pemanis buatan ini mulai diminnati penggunaanya di Indonesia sebagai pemanis pada *protein shake, soft drink*, permen karet, dan minuman berenergi serta industri pangan lainnya yang membutuhkan pemanis buatan.

### 1.3. Proses Pembuatan Acesulfame Potassium

Pada saat pertama kali ditemukan dan dikomersialkan acesulfame potassium menggunakan proses Clauss menggunakan bahan *cloro-/florosulfonyl isocynate* yang direaksikan dengan asetilen, keton maupun turunan *N-Haloslfonyl-oxo-carboxamide* sebagai katalis, namun karena reaksi tersebut kurang efisien karena bahan baku yang sulit didapatkan, maka dikembangkanlah proses baru oleh Klug dan Lipinski menggunakan asam sulfamat dan diketena. Secara umum proses Klug dan Lipinski terbagi dalam tahapan berikut:

a) *Acetoacetylating*

Merupakan proses pembentukan gugus acetoacetamida-N dengan bantuan *acetoacetylating agent* seperti diketena. Proses ini garam amidosulfamic direaksikan dengan diketena menghasilkan acetoacetamida.

b) *Cyclizing*

Merupakan proses pembentukan rantai siklis dari acetoacetamida yang berantai lurus dengan mereaksikan acetoacetamida dengan bantuan *cyclizing agent* turunan sulfat menghasilkan raw acesulfame.

c) *Hydrolysis*

Merupakan proses pemcahan ikatan senyawa dengan bantuan air, raw acesulfame di hidrolisis menghasilkan acesulfame-H yang bersifat asam dengan produk samping asam sulfat.

d) *Neutralization*

Merupakan proses penetralan sifat asam pada acesulfame, acesulfame-H direaksikan dengan KOH menghasilkan Acesulfam potassium dan air.

### 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan

#### 1.4.1. Asam Sulfamat

Rumus Molekul	: $H_3NSO_3$
Fase	: Solid
Berat Molekul	: 97,09252 gr/mol
Warna	: Putih
Titik Leleh	: 205°C

Densitas : 2,15 g/cm<sup>3</sup>

#### 1.4.2. Trietilamina

Rumus Molekul : N(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>  
Fase : Liquid  
Berat Molekul : 101,19 gr/mol  
Warna : Colorless  
Titik Didih : 89°C  
Titik Leleh : -115°C  
Densitas : 0,725 g/cm<sup>3</sup>

#### 1.4.3. Diketena

Rumus Molekul : (CH<sub>2</sub>CO)<sub>2</sub>  
Fase : Liquid  
Berat Molekul : 84,07256 gr/mol  
Warna : Colorless  
Titik Didih : 129°C  
Titik Leleh : -7°C  
Densitas : 1,09 g/cm<sup>3</sup>

#### 1.4.4. Garam Acetoacetamida

Rumus Molekul : C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>5</sub>S  
Fase : Solid  
Berat Molekul : 181,162 gr/mol  
Warna : Putih  
Titik Leleh : 164,02 °C  
Densitas : 1,69 g/cm<sup>3</sup>

#### 1.4.5. Sulfur Trioksida

Rumus Molekul : SO<sub>3</sub>  
Fase : Liquid  
Warna : Tidak Berwarna  
Berat Molekul : 80,066 gr/mol  
Titik Didih Normal : 45°C

Titik Beku Normal	: 16,9°C
Densitas Liquid	: 1,92 g/cm <sup>3</sup>

#### 1.4.6. Kalium Hidroksida

Rumus molekul	: KOH
Berat molekul	: 56,11 g/mol
Fase (25°C)	: Solid
Warna	: Putih
Titik Leleh	: 406 °C
Titik Didih	: 1327 °C
Temperatur kritis	: 2605,86 K
Tekanan kritis	: 214,88 bar
Densitas	: 2,12 g/cm <sup>3</sup>

#### 1.4.7. Air

Rumus Molekul	: H <sub>2</sub> O
Fase	: Liquid
Warna	: Tidak Berwarna
Berat Molekul	: 18,015 gr/mol
Titik Didih Normal	: 100 °C
Titik Beku Normal	: 0 °C
Temperatur Kritis	: 647,3 K
Tekanan Kritis	: 220,5 Bar
Densitas Liquid	: 0,998 g/cm <sup>3</sup>

#### 1.4.8. Acesulfame Potassium

Rumus Molekul	: C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> KNO <sub>4</sub> S
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Berat Molekul	: 201,242 gr/mol
Titik Leleh	: 225°C
Densitas	: 1,81 g/cm <sup>3</sup>

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrams, D. S. dkk. 1975. *Statistical Thermodynamic of Liquid Mixture: A New Expression for the Excess Gibbs Energy of Partly or Completely Miscible Systems*, Vol. 21 No. 1.
- Bejan, A. 1998. *Advanced Engineering Thermodynamics, 2nd ed.* New York: John Wiley and Sons Inc.
- Brownell, L. E. dkk. 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- Craig, B. D. dan Anderson, D. B. 1995. *Handbook of Corrosion Data*. ASM International: Colorado.
- Darwin, P. 2013. *Menikmati Gula Tanpa Rasa Takut*. Yogyakarta; Sinar Ilmu
- Gaol, Chr. Jimmy L. 2008. *Sistem Informasi Manajemen : Pemahaman dan Aplikasi*. Jakarta : Grasindo.
- Hadi, A. 2007. *Pengolahan Limbah Cair Industri*. Jurnal Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan, (Hal: 1-40)
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Lawrence, J F. 2003. *Acesulfame/Acesulhame*. Canada; Health and Welfare Canada
- Levenspiel, O. dkk. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Ludwig, E. E., 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition*. Gulf Publishing Co: Houston
- Luyben, W. L. dkk. 2008. *Reactive Distillation Design and Control*. New Jersey: John Willey and Sons Inc.
- McCabe, W. L., 1995. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Matches. 2015. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (online). [www.matche.com](http://www.matche.com). (Diakses 26 juni 2019).
- Perry, R. H. 1996. *Chemical Engineering Handbook 8th Edition*. New York: Mc.Graw Hill Book Company.

- Peters, M.S. dan K.D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Sinnot, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth- Heinemann: Oxford
- Smith, J.M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- They, R. dkk. . *Preliminary Design of Reactive Distillation Columns*. France: INPT-ENSIACET.
- Treyball, R.E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth- Heinemann: New York.
- Welty. dkk. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Winkle, M. V. 1967. *Distillation*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw-Hill Book Co: New York.