

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN HIDROGEN SIANIDA
DENGAN PROSES ANDRUSSOW
KAPASITAS 18.200 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan
gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

FAJRIA SEPTIA SUKMA

03031281621123

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN HIDROGEN SIANIDA DENGAN
PROSES ANDRUSSOW KAPASITAS 18.200 TON/TAHUN**

SKRIPSI

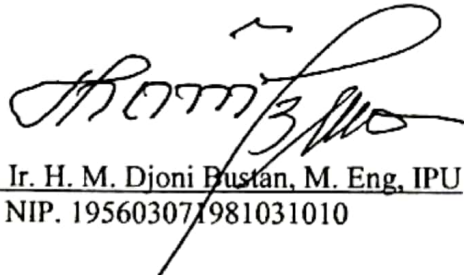
**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**

Olch

**Fajria Septia Sukma
NIM.03031281621123**

Palembang, November 2021

Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M. Eng, IPU
NIP. 195603071981031010

Mengetahui,

Dekan Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T, M.T.
NIP. 197501012000122001

BERITA ACARA PERBAIKAN LAPORAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Hidrogen Sianida Dengan Proses Andrusow Kapasitas 18.200 Ton/Tahun" oleh Fajria Septia Sukma **telah diperbaiki** sesuai dengan arahan/tugas perbaikan dari Dosen Penguji dan Pembimbing.

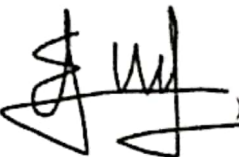
Indralaya,

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. David Bahrin, S.T., M.T
NIP. 198110312005011003

()

2. Elda Melwita, S.T.,M.T.,Ph.D
NIP. 197505112000122001

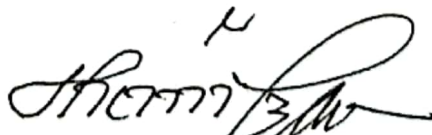
()

3. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
NIP. 195805141984031001

()

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bastan, M. Eng, IPU
NIP 195603071981031010

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Hidrogen Sianida Dengan Proses Andrusow Kapasitas 18.200 Ton/Tahun" telah dipertahankan oleh Fajria Septia Sukma di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 06 Oktober 2021.


Indralaya,

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. David Bahrin, S.T., M.T
NIP. 198110312005011003

()

2. Elda Melwita, S.T.,M.T.,Ph.D
NIP. 197505112000122001

()

3. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
NIP. 195805141984031001

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajria Septia Sukma
NIM : 03031281621123
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Hidrogen Sianida
Dengan Proses Andrussow Kapasitas 18.200 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya didampingi oleh Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat 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, November 2021



Fajria Septia Sukma
NIM. 03031281621123



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat dan rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Hidrogen Sianida Dengan Proses Andrussow Kapasitas 18.200 Ton/Tahun”. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan tugas akhir ini terdiri dari 9 bab yang meliputi Pendahuluan, Perencanaan Pabrik, Lokasi dan Tata Letak Pabrik, Neraca Massa dan Neraca Panas, Utilitas, Spesifikasi Peralatan, Organisasi Perusahaan, Analisa Ekonomi dan Kesimpulan. Seluruh bab tersebut disusun untuk menggambarkan dan menganalisa kelayakan pabrik tersebut untuk didirikan dari berbagai aspek.

Dalam penyusunannya, penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh kalangan dan pihak yang membacanya.

Palembang, September 2021

Tim Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada proses penyusunan laporan tugas akhir ini, banyak pihak yang telah membantu dalam berbagai hal. Bantuan baik moril maupun materi merupakan salah satu hal yang sangat membantu dan berkesan dalam penyusunan tugas akhir ini. Terimakasih kepada pihak-pihak tersebut terutama kepada:

- 1) Allah SWT, atas berkat, rahmat, nikmat, dan seluruh karunia-Nya baik dalam bentuk kelapangan hati dan pikiran serta kesehatan sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
- 2) Kedua orang tua kami tercinta yang telah memberikan kasih sayang, *support*, dan doa-doa setiap harinya sehingga Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Terelesaikannya tugas akhir ini merupakan salah satu doa mereka yang Allah kabulkan.
- 3) Bapak Dr. Ir. H. M. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya periode 2017-2021 dan Ibu Tuti Indah Sari, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya periode 2021-2025.
- 4) Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya periode 2017-2021 dan Ibu Dr. Fitri Hadiyah, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya periode 2021-2025
- 5) Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng, IPU selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu mendukung serta memberi arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
- 6) Seluruh dosen dan Staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 7) Keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan kasih sayang tiada henti.
- 8) Teman-teman tercinta atas dukungan, hiburan dan seluruh bantuan baik moril dan materi selama perkuliahan dan diluar perkuliahan.

- 9) Corps Asisten OTK (Laboratorium Teknik Separasi dan Purifikasi) selaku rekan kerja, sahabat sekaligus keluarga baru.
- 10) Buk Anis dan Pak Subhan selaku Analis di Laboratorium Teknik Separasi dan Purifikasi dan Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Katalisis, dan Bioproses atas segala bantuannya terutama pada saat pengerjaan penelitian.
- 11) Corps Asisten Kimia Fisika Laboratorium Terpadu Universitas Sriwijaya selaku rekan kerja, sahabat sekaligus keluarga baru.
- 12) Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Kimia Angkatan 2016 Kampus Indralaya yang telah menjadi penunjang dan keluarga selama perkuliahan ini, semoga tali silaturahmi yang kita miliki tetap terjalin sampai kapanpun.

Palembang, September 2021

Tim Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERBAIKAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
ABSTRAK	xxi
BAB I PEMBAHASAN UMUM	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan	2
1.3 Deskripsi dan Kegunaan	2
1.4 Macam-macam Proses Pembuatan	3
1.5 Sifat Fisika dan Kimia	6
BAB II PERENCANAAN PABRIK	
2.1 Alasan Pendirian Pabrik	10
2.2 Pemilihan Kapasitas	11
2.3 Pemilihan Bahan Baku	12
2.4 Uraian Proses	13
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
3.1 Lokasi Pabrik	17
3.2 Luas Area Pabrik	25
3.3 Letak Pabrik	25

3.4	Pertimbangan Tata Letak Pabrik	26
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS		
4.1	Neraca Massa	29
4.2	Neraca Panas	33
BAB V UTILITAS		
5.1	Unit Pengadaan Air	38
5.2	Unit Pengadaan Refrigeran	42
5.3	Unit Pengadaan Steam	43
5.4	Unit Pengadaan Tenaga Listrik	44
5.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar	46
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN		
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN		
7.1	Bentuk Perusahaan	84
7.2	Struktur Organisasi Perusahaan	85
7.3	Tugas dan Wewenang	87
7.4	Status Karyawan dan Sistem Penggajian	92
7.5	Sistem Kerja	93
7.6	Penentuan Jumlah Karyawan	94
7.7	Penggolongan Jabatan	97
BAB VIII ANALISA EKONOMI		
8.1	Keuntungan (Profitability)	101
8.2	Lama Waktu Pengembalian Modal	102
8.3	Total Modal Akhir	104
8.4	Laju Pengembalian Modal	106
8.5	Break Even Point	107
BAB IX KESIMPULAN		
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan HCN	5
Tabel 2.1. Data Kebutuhan HCN di Asia	11
Tabel 5.1. Total Kebutuhan Bahan Penunjang di Unit Utilitas	38
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin	38
Tabel 5.3. Total Kebutuhan Air	42
Tabel 5.4. Kebutuhan <i>Refrigeran</i> -33°C	42
Tabel 5.5. Total Kebutuhan Refrigeran	43
Tabel 5.6. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> 200°C	43
Tabel 5.7. Total Kebutuhan Steam	44
Tabel 5.8. Kebutuhan Listrik Peralatan	44
Tabel 5.9. Total Kebutuhan Listrik	46
Tabel 5.10. Total Kebutuhan Bahan Bakar	47
Tabel 7.1. Jam Kerja Karyawan Shift	94
Tabel 7.2. Jadwal Kerja Masing-Masing Regu	94
Tabel 7.3. Perincian Jumlah Karyawan	96
Tabel 7.4. Perincian Tingkat Pendidikan	97
Tabel 8.1. Total Penjualan Produk	101
Tabel 8.2. Angsuran Pengembalian Modal (US\$)	103
Tabel 8.3. Nilai Slope dan Intersep <i>Break Event Point</i>	108
Tabel 8.4. Kesimpulan Analisa Ekonomi	110

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kebutuhan HCN di Asia pada Tahun 2015-2019.....	11
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik	21
Gambar 3.2. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan Pelabuhan	21
Gambar 3.3. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Pertamina Asset 2	22
Gambar 3.4. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Insoclay Acitama Indonesia....	22
Gambar 3.5. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Indonesian Acids Industry	23
Gambar 3.6. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Asahimas Chemical	23
Gambar 3.7. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Surya Eka Perkasa	24
Gambar 3.8. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan Pupuk Sriwidjaja	24
Gambar 3.9. Tata Letak Pabrik Pembuatan <i>Hydrogen Cyanide</i>	26
Gambar 3.10. Tata Letak Peralatan Pabrik Pembuatan <i>Hydrogen Cyanide</i>	27
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	86
Gambar 8.1. <i>Grafik Break Even Point (BEP)</i>	109

DAFTAR NOTASI

1. ABSORBER, DAN STRIPPER

G'	= Laju alir gas, kg/jam
L	= Laju alir liquid, kg/jam
L'	= Laju alir liquid keluar kolom, kg/jam
ρ_g	= Densitas gas, kg/m ³
ρ_l	= Densitas liquid, kg/m ³
A	= Area tower, m ²
D	= Diameter tower, m
H	= Tinggi kolom, m
Z	= Tinggi packing, m
ΔP	= Pressure drop, atm
OD	= Outside diameter, m
P	= Tekanan dalam, psig
r_i	= Jari-jari dalam, in
S	= Tekanan Maksimum Material Stainless Steel, psi
E_j	= Efisiensi hubungan
C_c	= Ketebalan Korosi yang diperbolehkan, in

2. ACCUMULATOR

C	= Allowable corrosion, m
E	= Efisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	= Diameter dalam, Diameter luar, m
L	= Panjang accumulator, m
P	= Tekanan operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur operasi, K
t	= Tebal dinding accumulator, m
V	= Volume total, m ³
V_s	= Volume silinder, m ³
ρ	= Densitas, kg/m ³

3. EKSPANDER DAN KOMPRESSOR

P_1	= Tekanan masuk (bar)
P_2	= Tekanan keluar (bar)
T_1	= Temperatur masuk ($^{\circ}\text{C}$)
T_2	= Temperatur masuk ($^{\circ}\text{C}$)
N_s	= Jumlah stage
k	= Isentropik <i>exponent</i>
n	= <i>Politropic exponent</i>
W	= <i>Mass flowrate</i> (kg/jam)
ρ	= Densitas (kg/m^3)
q_{fm}	= Umpan volumetrik (m^3/menit)
q_o	= Volume gas standar pada 0°C dan 1 atm (m^3/s)
η	= Efisiensi Isentropik
SF	= <i>Safety factor</i>

4. HEAT EXCHANGER (COOLER, CHILLER, CONDENSER, HEATER, REBOILER, PARSIAL CONDENSOR, VAPORIZER)

A	= Area perpindahan panas, ft^2
a_a, a_p	= Area pada annulus, inner pipe, ft^2
a''	= external surface per 1 in, ft^2/in
D_e	= Diameter ekivalen, in
f	= faktor friksi, ft^2/in^2
G_a	= Laju alir massa fluida pada annulus, $\text{lb}/\text{jam} \cdot \text{ft}^2$
G_p	= Laju alir massa fluida pada inner pipe, $\text{lb}/\text{jam} \cdot \text{ft}^2$
g	= percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, $\text{Btu}/\text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$
j_h	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, $\text{Btu}/\text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$
LMTD	= Logarithmic Mean Temperature Difference, $^{\circ}\text{F}$
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
R_d	= Dirt factor, $\text{Btu}/\text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$

R_e	= Bilangan Reynold
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 coefisient, design overall coefisient, Btu/jam ft ² F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= viskositas, cp

5. FURNACE

A_{cp}	= Cold plate area shield tube, ft ²
A_{cpw}	= Cold plate area shield wall, ft ²
A_r	= Luas area radian, ft ²
A_{Rt}	= Radiant surface, ft ²
A_{rt}	= Total exposed radiant length, ft ²
F	= Jumlah fuel yang dibutuhkan, kg/jam
H	= Tinggi radian total, ft
L_{beam}	= Mean beam length, ft
L_r	= Lebar seksi radian, ft
L_s	= Lebar bagian shield, ft
N_t	= Jumlah tube, buah
Q	= Beban panas, Btu/jam
q_n	= Net heat release, Btu/jam
q_r	= Radiant duty, Btu/jam
T_f	= Temperatur rata-rata fluida, °F
T_t	= Temperatur rata-rata dinding, °F

6. KNOCK OUT DRUM DAN FLASH DRUM

Q_v	= Debit uap, ft ³ /s
Q_l	= Debit liquid, ft ³ /jam

$U_v \text{ max}$	= Kecepatan uap maksimum, ft/s
$A_v \text{ min}$	= Minimum vessel cross section, ft ²
D_{min}	= Diameter vessel minimum, m
L	= Ketinggian liquid, ft
V_s	= Volume shell, ft ³
V_h	= Volume head, ft ³
L	= Panjang vessel, m
r	= Jari-jari vessel, in
S	= Working stress allowable, psi
E_j	= Welding Joint Efisiensi
C_c	= Tebal korosi yang diizinkan, in
t_{shell}	= Tebal dinding, m
ID	= Inside diameter, m
OD	= Outside diameter, m

7. MIXING TANK

C	= Korosi yang diizinkan, m
E	= Efisiensi pengelasan, dimensionless
S	= Working stress yang diizinkan, psi
D_t	= Diameter tanki, m
D_i	= Diameter pengaduk, m
H_i	= Tinggi pengaduk dari dasar tanki
H_1	= Tinggi pengaduk
W	= Lebar daun impeller
L	= Panjang daun impeller
V_s	= Volume silinder, m ³
V_e	= Volume elipsoidal, m ³
t_h	= Tebal tanki, m
N_t	= Jumlah pengaduk
P	= Densitas liquid
μ	= Viscosity, cP
t_m	= waktu pengadukan, menit

8. POMPA

A	= Area alir pipa, in ²
ID	= Diameter optimum dalam pipa baja, in
Di opt	= Diameter optimum pipa, in
Gc	= Percepatan gravitasi, ft/
Hf suc	= Total friksi pada suction, ft
Hf dis	= Total friksi pada Discharge, ft
Hd	= Discharge head, ft
Hs	= Suction head, ft
H _{fs}	= Friksi pada permukaan pipa, ft
H _{fc}	= Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
Kc	= Contraction loss, ft
Ke	= Expansion loss, ft
L	= Panjang pipa, m
Le	= Panjang ekivalen pipa, m
ΔP	= Total static head, ft
V _L	= Volume fluida, lb/jam
V	= Kecepatan alir, ft/det
W _s	= Work shaft, ft lbf/lbm
f	= Faktor friksi
ρ	= Densitas, lb/ft ³
μ	= Viskositas, cp
ε	= Ekivalen roughness, dimensionless
η	= Efisiensi, dimensionless

9. REAKTOR

Q	= Laju volumetrik, m ³ /jam
σ	= Konstanta <i>Lennard-Jones</i>
N	= Bilangan Avogadro, mol ⁻¹
k _b	= Konstanta Boltzman, m ² .kg/s ² .K
T	= Temperatur Reaksi, K

M	= Berat Molekul, kg/kmol
E	= Energi Aktivasi, kJ/kmol
R	= Konstanta Gas Ideal, kJ/kmol K
C	= Konsentrasi Reaktan
H _s	= Tinggi silinder, m
H _h	= Tinggi head reaktor, m
H _t	= Tinggi total reaktor, m
V _h	= Volume head reaktor, m ³
ts	= Ketebalan Shell tangki, in
P	= Tekanan dalam, psig
ri	= Jari-jari dalam, in
S	= Tekanan Maksimum Material Stainless Steel, psi
E _j	= Efisiensi hubungan
C _c	= Ketebalan Korosi yang diperbolehkan, in
OD	= Outside diameter, m
ID	= Inside diameter, m
k	= Konstanta laju reaksi (m ³ /kmol.s)
V _R	= Volume reaktor (m ³)
W _k	= Berat katalis
Q _f	= Aliran massa (Kg/jam)
F _{AO}	= Aliran mol awal (Kmol/jam)
F _A	= Aliran mol akhir (Kmol/jam)
C _{AO}	= Konsentrasi awal (Kmol/m ³)
C _A	= Konsentrasi akhir (Kmol/m ³)

10. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan, m
D _T	= Diameter tanki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless
H _s	= Tinggi silinder, m
H _T	= Tinggi tanki, m
h	= Tinggi head, m

P	= Tekanan operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, atm
t	= Tebal dinding tanki, m
V_s	= Volume silinder, m^3
V_e	= Volume elipsoidal, m^3
V_t	= Volume tanki, m^3

11. BILANGAN TAK BERDIMENSI

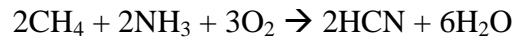
N_{Re}	= Reynold Number
Sc	= Schmidt Number
jH	= Faktor perpindahan panas
f	= Friction factor

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Neraca Massa	112
Lampiran 2. Neraca Panas.....	141
Lampiran 3. Neraca Spesifikasi Alat.....	203
Lampiran 4. Neraca Ekonomi	372
Lampiran 5. Tugas Khusus.....	384

ABSTRAK

Pra rancangan pabrik pembuatan hydrogen sianida dengan proses andrussow kapasitas 18.200 ton/tahun ini direncanakan berdiri pada tahun 2026 di Daerah Tanjung Api-Api, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 2 Ha. Bahan baku dari pembuatan hidrogen sianida ini adalah natural gas, ammonium hidroksida, dan udara. Proses pembuatan hidrogen sianida ini mengacu pada Patent No. US 2015/0360943 A1 dengan mereaksikan methana, ammonia, dan oksigen melalui proses Andrussow dengan bantuan katalis platinum membentuk produk hidrogen sianida dan air. Reaktor yang digunakan berupa jenis *Trickle Bed Reactor*. Reaktor beroperasi pada temperatur 950°C dan tekanan 1 ATM. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Bentuk perusahaan yang akan digunakan pada pabrik ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line* dan *Staff*, dipimpin oleh seorang Direktur dengan total karyawan 125 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik hidrogen sianida ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi berbagai macam persyaratan parameter ekonomi, yaitu sebagai berikut:

- Biaya Investasi = USD 14.350.561,67
- Hasil penjualan per tahun = USD 16.832.238,56
- Biaya produksi per tahun = USD 8.855.466,4484
- *Annual Cast Flow* = USD 6.692.647,5193
- *Pay Out time* = 2,1 tahun
- *Return on investment* = 38,91%
- *Discounted Cash Flow-ROR* = 42,60%
- *Break Even Point* = 36,61%
- *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci: Hidrogen sianida, *Trickle Bed Reactor*, Perseroan Terbatas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan kemajuan sektor industri telah menuntut semua negara ke arah industrialisasi. Indonesia sebagai negara berkembang banyak melakukan pembangunan di segala bidang. Sampai saat ini pembangunan sektor industri mengalami peningkatan, salah satunya adalah pembangunan sektor industri kimia. Hanya saja sekitar 64% kebutuhan bahan baku industri nasional di Indonesia masih bergantung pada impor (Kemenperin, 2014).

Prekursor merupakan senyawa yang digunakan dan berperan dalam reaksi kimia untuk menghasilkan senyawa lain. Prekursor merupakan senyawa yang banyak digunakan dalam skala industri besar maupun kecil. *Hydrogen Cyanide* (HCN) adalah salah satu prekursor yang banyak digunakan dalam industri tekstil, *chelating agent*, pengolahan logam, tambang, dan bahan senyawa lain. Adanya pengetahuan umum mengenai dampak negatif senyawa HCN terhadap kesehatan mendorong produsen untuk memproduksi HCN secara aman dan mengurangi resiko yang berbahaya dan dapat digunakan dalam berbagai produk dan industri.

Menurut US 2015/0360943 A1 proses produksi *Hydrogen Cyanide* (HCN) dengan menggunakan proses Andrussow adalah suatu proses *manufacture* yang telah teruji dan aman untuk didirikan. Bahan baku prosuk HCN banyak diperoleh dan tersedia di Indonesia. Hal ini menjadi salah satu alasan pendirian HCN di Indonesia dan meningkatkan pemasukan devisa negara serta menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat.

Beberapa industri yang memproduksi HCN di Asia seperti IXOM Corporation (Australia), dan Kanto Chemical (Taiwan). Di Indonesia sendiri belum memiliki industri yang memproduksi HCN sehingga menjadi keuntungan tersendiri dalam mendirikan pabrik HCN di Indonesia dan diharapkan industri kimia dalam negeri mengalami peningkatan, maka dari itu dilakukan rancangan pabrik pembuatan HCN untuk menentukan kebutuhan HCN di Asia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Hydrogen Cyanide pertama kali diisolasi dari pigmen biru (*Prussian Blue*) yang dikenal sejak tahun 1706, tetapi saat itu strukturnya tidak diketahui. Sekarang *Prussian Blue* dikenal sebagai polimer koordinasi dengan struktur kompleks dan formula empiris ferro sianida besi terhidrasi. Pada tahun 1752, ahli kimia Prancis Pierre Macquer membuat eksperimen untuk mengubah *Prussian Blue* menjadi oksida besi. Komponen baru inilah yang disebut sebagai *Hydrogen Cyanide*. Mengikuti jejak Pierre Macquer, ahli kimia Swedia Carl Wilhelm Scheel pada tahun 1782 membuat *Prussian Blue* yang diberi nama *Jerman Blausaure* (Asam biru) karena sifatnya yang asam dalam air dan merupakan turunan dari *Prussian Blue*.

Pada tahun 1787, ahli kimia Prancis Claude Louis Berthollet menunjukkan bahwa asam *prussic* tidak mengandung oksigen. Pada tahun 1811, Joseph Louis Gay-Lussac menyiapkan *Hydrogen Cyanide* yang telah dicairkan. Pada tahun 1815, Gay-Lussac menyimpulkan rumus kimia asam *prussic*. Sianida radikal dalam *Hydrogen Cyanide* dinamakan sebagai *Cyan*, dan turunannya disebut sebagai *Prussian Blue*. Proses pembuatan *Hydrogen Cyanide* terbagi menjadi proses Degussa dan Oksida Andrusow.

1.3. Deskripsi dan Kegunaan

Hydrogen Cyanide adalah senyawa dengan rumus kimia HCN. *Hydrogen Cyanide* adalah cairan tidak berwarna, beracun dengan titik didih $25,6^{\circ}\text{C}$ pada 1 ATM. *Hydrogen Cyanide* adalah molekul linier, dengan ikatan rangkap tiga antara karbon dan nitrogen. *Hydrogen Cyanide* bersifat asam lemah dengan pKa 9,2 dan mudah terasosiasi dengan air untuk memberikan anion sianida, CN⁻. Larutan *Hydrogen Cyanide* dalam air yang disebut asam hidrosianat. *Hydrogen Cyanide* memiliki bau seperti almond yang samar, dan pahit.

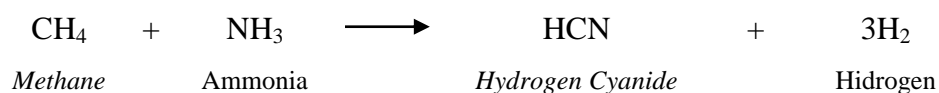
Hydrogen Cyanide banyak digunakan sebagai prekursor natrium sianida dan kalium sianida yang digunakan dalam pertambangan emas, perak dan untuk pelapisan logam-logam. Melalui perantara sianohidrin, berbagai senyawa organik yang berguna dibuat dari *Hydrogen Cyanide* termasuk monomer metil metakrilat dari aseton, asam amino metionin melalui sintesis strecker, dan zat pengkelat

EDTA dan NTA, melalui proses Hidrosianasi *Hydrogen Cyanide* ditambahkan ke butadiene untuk mendapatkan adiponitrile, prekursor Nylon-6,6. HCN juga digunakan dalam *chelating agent* untuk pengolahan *pulp and paper* dan finishing logam, pertanian, fotografi, pengolahan karet, farmasi, dan tekstil (Ullman, 1987).

1.4. Macam Proses Pembuatan

1. Degussa BMA Process

Proses Degussa BMA (*Blausauere aus Methane und Ammoniak*) merupakan proses asam hidrosianat dari metana dan ammonia yang dikembangkan oleh Degussa. Proses dasar dari BMA adalah pembentukan *Hydrogen Cyanide* (HCN) tanpa oksigen. HCN dihasilkan dari proses reaksi antara methane dan ammonia dengan temperature tinggi. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

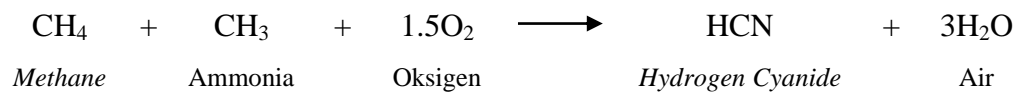


Reaksi ini merupakan endotermik dengan $\Delta H = +252$ kJ/mol membutuhkan suhu diatas 1200°C dan dilakukan dalam alumina tube bundles yang dipanaskan secara eksternal dan menggunakan katalis platinum. Campuran ammonia dan metana (yang berasal dari gas alam 50-100% metana) direaksikan didalam reaktor dengan aliran cepat pada suhu 1300°C pada tekanan normal. Rasio ammonia/metana dijaga diantara 1,01/1,08.

Produk meninggalkan reaktor dialirkan ke *water-cooler aluminium chamber* untuk didinginkan hingga 300°C . Kemudian produk melalui proses penyerapan ammonia yang tidak terserap dan pemurnian HCN. Kandungan dari pemurnian HCN lebih tinggi dan memperoleh hidrogen yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. 80-87% ammonia dan 90-94% methane dapat diproses menjadi HCN sebanding dengan peningkatan suhu yang dilakukan pada reaksi.

2. Andrussov Process

Proses Andrussov adalah proses spontan antara metana, ammonia dengan oksigen. Oksigen diperoleh dari udara lingkungan. Reaksi ini berlangsung pada permukaan katalis platinum untuk menghasilkan *Hydrogen Cyanide* (HCN). Reaksi berlangsung pada suhu $950-1200^{\circ}\text{C}$ pada tekanan atmosfer, dengan kecepatan gas sekitar 3 m/s.



Reaksi ini berlangsung secara eksotermis dengan $\Delta H = -474$ kJ/mol. Energi panas yang dihasilkan dari reaktan. Menghasilkan produk berupa HCN dan air. Menghasilkan HCN sebanyak 60-70% dari metana, 70% dari ammonia, dan konversi ini dapat meningkat sebanding dengan meningkatkan temperature yang digunakan. Reaksi ini melibatkan oksigen habis bereaksi. Produk keluaran reaktor akan dihasilkan menggunakan *waste-heat boiler* dan menghasilkan steam yang digunakan dalam proses. Setelah didinginkan gas produk dialirkan ke absorber untuk menyerap ammonia yang tidak bereaksi untuk mencegah polimerisasi HCN menggunakan asam sulfat yang menghasilkan larutan ammonium sulfat atau menggunakan asam phosphate yang menghasilkan ammonium pospat. Setelah melewati proses scrubber ammonia, gas akan dilewatkan secara *countercurrent column* untuk menyerap HCN menggunakan air dingin didalam absorber column.

HCN dimurnikan menggunakan *rectifier* dan *condenser*. Gas sisa dari produk digunakan untuk bahan bakar atau dikembalikan ke lingkungan. Keuntungan menggunakan proses Andussow meliputi penggunaan katalis yang lama, teknologi yang telah teruji dengan baik dengan system reaksi yang sederhana dan aman, dan produk HCN dengan kemurnian tinggi. Dari banyaknya kelebihan dalam proses Andrussown ini, sehingga dalam pra rancangan pabrik HCN ini menggunakan proses Andrussow dalam pembuatannya.

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan HCN

Proses	Bahan Baku	Kondisi Operasi	Produk	Perbandingan Bahan Baku	Kelebihan dan Kekurangan
Degusso BMA	1. <i>Methane</i> 2. Ammonia	P = 1 atm T = 1300°C	HCN dan Hidrogen	CH ₄ : NH ₃ 1,01;1,08.	<ul style="list-style-type: none"> • HCN yang dihasilkan lebih tinggi • Proses Reaktor yang lebih rumit • Membutuhkan energi yang lebih besar • Waktu penggunaan katalis lebih pendek
Andrussow	1. <i>Methane</i> 2. Ammonia 3. Oksigen	P = 1 atm T = 950- 1200°C	HCN dan Air	CH ₄ : NH ₃ : O ₂ 1,3 ; 1,2 ; 1	<ul style="list-style-type: none"> • Proses reaksi lebih sederhana dan lebih aman • Waktu penggunaan katalis lebih lama • Energi yang digunakan lebih sedikit • Teknologi telah teruji • Perhitungan konversi HCN lebih mudah dengan kebutuhan oksigen • HCN yang dihasilkan tidak terlalu tinggi

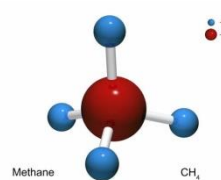
1.5. Sifat Fisik

1.5.1. Bahan Baku

1) Methane

Rumus molekul : CH_4

Rumus Bangun :



Berat molekul : 16,043 kg/kmol

Wujud : Gas pada 25°C dan 1,013 bar

Warna : tidak berwarna

Titik leleh : $-182,4^\circ\text{C}$ ($-296,5$ f)

Titik didih : $-161,5^\circ\text{C}$ ($-258,7$ F)

Temperatur kritis : $-190,6^\circ\text{K}$

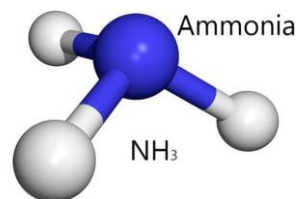
Tekanan kritis : 46,04 Bar

Densitas (g/cm^3) : 0,7168

2) Ammonia

Rumus molekul : NH_3

Rumus Bsgun :



Berat molekul : 17,0310 kg/kmol

Wujud : Gas pada 25°C dan 1,013 bar

Warna : Tidak Berwarna

Titik leleh : $-77,7^\circ\text{C}$ ($-107,9$ F)

Titik didih : $-33,35^\circ\text{C}$ ($28,03$ F)

Temperatur kritis : $405,65^\circ\text{K}$

Tekanan kritis : 112,78 Bar

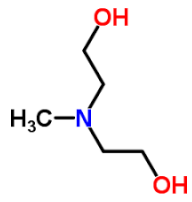
Densitas (g/cm^3) : 0,696

3) Oksigen

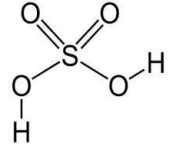
Rumus molekul	: O ₂
Rumus Bangun	: $\text{O} = \text{O}$
Berat molekul	: 31,9990 kg/kmol
Wujud	: Gas pada 25°C dan 1,013 bar
Warna	: tidak berwarna
Titik leleh	: -218,79°C (-361,82 F)
Titik didih	: -182,95°C (-297,31 F)
Temperatur kritis	: 154,58 K
Tekanan kritis	: 50,43 Bar
Densitas (g/cm ³)	: 1,429

1.4.1. Bahan Pendukung

1) Metyl Dietanol Amine

Rumus molekul	: MDEA
Rumus Bangun	: 
Berat molekul	: 119,16 kg/kmol
Wujud	: Cairan pada 25°C dan 1,013 bar
Warna	: Tak berwarna
Titik leleh	: -21°C (-6 F)
Titik didih	: 247°C (477 F)
Temperatur kritis	: -
Tekanan kritis	: -
Densitas (g/cm ³)	: 1,037

2) Asam Sulfat

Rumus molekul	: H_2SO_4
Rumus Bangun	:  :
Berat molekul	: 98,0790 kg/kmol
Wujud	: Cair pada 25°C dan 1,013 bar
Warna	: tidak berwarna
Titik leleh	: 10°C (283 K)
Titik didih	: 337°C (610 K)
Temperatur kritis	: 925 K
Tekanan kritis	: 64 Bar
Densitas (g/cm ³)	: 1,84

1.4.2. Produk

Produk Utama

1) *Hydrogen Cyanide*

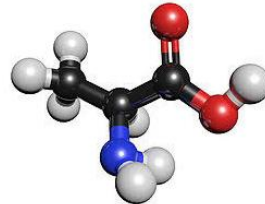
Rumus molekul	: HCN
Rumus Bangun	: $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$
Berat molekul	: 27,0260 kg/kmol
Wujud	: Gas pada 25°C dan 1,013 bar
Warna	: Tak berwarna
Titik leleh	: -12,4°C (7,9 K)
Titik didih	: 25,6 °C (78,1 F)
Temperatur kritis	: 465,65 K
Tekanan kritis	: 53,91 Bar
Densitas (g/cm ³)	: 0,69

Produk Samping

1) *Ammonium Sulfate*Rumus molekul : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Berat molekul : 132,14 kg/kmol

Rumus Bangun :



Wujud : Cair pada 25°C dan 1,013 Bar

Warna : Putih atau Cokelat

Titik leleh : 280°C

Titik didih : -

Temperatur kritis : -

Tekanan kritis : -

Densitas (g/cm^3) : 1,78

DAFTAR PUSTAKA

Alibaba.2021. Harga Ammonium Hidroksida (Online). <https://www.google.com/amp/s/m.indonesia.alibaba.com/amp/goods/ammonium-hydroxide-price.html>.

(Diakses pada tanggal 12 Agustus 2021).

Alibaba. Harga Asam Sulfat (Online). [https:// m.indonesia.alibaba.com/amp/favorite/harga-asam-sulfat.html](https://m.indonesia.alibaba.com/amp/favorite/harga-asam-sulfat.html). (Diakses pada tanggal 12 Agustus 2021).

Alibaba. 2021. Harga (Metil Dietanolamine (Online). [https://www.google.com/amp/s/m.indonesia.alibaba.com/amp//harga-asam-sulfat .html](https://www.google.com/amp/s/m.indonesia.alibaba.com/amp//harga-asam-sulfat.html) (Diakses pada tanggal 12 Agustus 2021).

Alibaba. 2021 Harga metil Dietanolamine (Online). [https:// m.indonesia.alibaba.com/amp/favorite/methyl-Dietanolamine-price .html](https://m.indonesia.alibaba.com/amp/favorite/methyl-Dietanolamine-price.html) (Diakses pada tanggal 12 Agustus 2021).

Alibaba. 2021. Harga Platinum (Online). [https:// m.indonesia.alibaba.com/amp/favorite/Platinum .html](https://m.indonesia.alibaba.com/amp/favorite/Platinum.html) (Diakses pada tanggal 12 Agustus 2021).

Anonim. 2010. *Gambar Reactor Fixed Multi Tube*. (Online). <http://what-when-how.com/petroleum-refining/the-hydrotreating-process-part-3/> (Diakses pada Tanggal 21 Agustus 2021)

Badan Pusat Statistik, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI. 2020. *Data Impor Bahan Industri Kimia Hydrogen Cyanide Tahun 2009-2019*. (Online). <http://www.bps.go.id/>. (Diakses pada tanggal 25 Juli 2021).

Bank Indonesia. 2020. *Kurs Transaksi Bank Indonesia*. (Online). <https://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/default.aspx>. (Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021).

Bank Indonesia. 2020. Suku Bunga Pinjaman Yang Diberikan US Dollar Menurut Kelompok Bank dan Jenis Pinjaman (Persen Per Tahun). (Online). https://www.bi.go.id/seki/tabel/TABEL1_27.pdf (Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021).

Coulson & Richardson. 2005. *Chemical Engineering Volume 6 4th Edition*. Elsevier : Bittenworth - Heinemann.

Couper, J. R., Penney, W. R., James, dan Walas, S. M. 2010. *Chemical Process Equipment Selection and Design Edisi 2*. New York: Butterworth-Heinemann.

Eigenberger, G. 1992. *Fixed Bed Reactors*. Jerman: Universitas Stuttgart.

Felder, R. M. and Rousseau R. W. 2005. *Elementary Principles of Chemical Process, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Fogler, H. S. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering, 3th Edition*. Prentice-Hall, Inc: USA.

Global Petrol Prices. 2020. *Indonesia Electricity Prices*. (Online). https://www.globalpetrolprice.com/Indonesia/electricity_prices/. (Diakses pada tanggal 11 Agustus 2021).

Hanif, K. 2017. *Jenis-Jenis Reaktor*. Bandung: Politeknik Bandung.

Ilmusipil.com. 2020. *Harga Borong Bangunan per Meter Persegi*. (Online). <http://www.ilmusipil.com/harga-borong-bangunan-per-meter-persegi>. (Diakses pada tanggal 8 Agustus 2021)

Index Mundi. 2020. *Indonesian Liquefied Natural Gas Monthly Price – US Dollars per Million Metric British Thermal Unit*. (Online). <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=indonesian-liquefied-natural-gas>. (Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021).

Ismail, S. 1996. *Alat Industri Kimia*, Cetakan Ketiga. Palembang: Penerbit Unsri. ISBN 979-587-168-4.

Ivana, M. 2017. *Teknik Reaksi Kimia 2*. (Online). <https://id.scribd.com/document/341047645/Tugas-TRK-2-Kelompok-8-Jenis-Reaktor>. (Diakses pada tanggal 2 September 2021)

Jurnal Prosiding. *Hydrocyanide Acid (HCN) Production*. Hal.2592-2608

Kartawijaya. 2018. *Chemical Reactor*. (Online). <http://www.essentialchemicalindustry.org/processes/chemical-reactors.html>. (Diakses pada tanggal 2 September 2021)

Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. 2014. *64% dari Industri Nasional Bergantung pada Bahan Baku Impor*. (Online). <https://kemenperin.go.id/>

artikel/9306/64-dari-Industri-Nasional-Bergantung-pada-Bahan-Baku-Impor.
(Diakses pada tanggal 29 Juli 2021).

Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw - Hill International Edition.

Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw Hill

Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. Oregon: John Wiley and Sons.

Matches Engineering. 2020. *Cost Information Equipment*. (Online): <http://matche.com/EquipCost.htm> (Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021)

McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering 5th Edition*. New York: McGraw-Hill.

OLX. 2021. Tanah Murah di Sumatera Selatan- Tnajung Api-Api (Online). [HttpsOlx.co.id](https://olx.co.id)

Pekerjaan Umum Sumatera Selatan 2020. Profil Kabupaten Banyausin. (Online). <http://sippa.ciptakarya.go.id> (Diakses pada Tanggal 9 Agustus 2021)

Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company.

Perry, R. H., Green, D. W., dan Maloney, J. O. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Company

Peter, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4th Edition*. New York : Mc Graw Hill International Book Co.

PT Pertamina Asset 2. 2019. Komposisi dan Kandungan Natural Gas. PT. Surya Eka Perkasa: Pelembang

Richardson, J. F., Harker, J. H., dan Backhurst, J. R. 2002. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering 5th Edition, Volume 2: Particle Technology & Separation Processes*. New York: Butterworth-Heinemann.

Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Smith, J. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.

Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York.

Treybal, R. E. 1980. *Mass-Transfer Operation 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill.

Treybal, R. E. 2005. *Mass Transfer Operations, 3rd Edition*. Rhode Island: McGraw -Hill Book Co.

Ullman. 1987. *Encyclopedia of Industrial Chemical Engineering*, vol.8: Weinheim

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan. (Online). http://www.kemenerin.go.id/kompetensi/UU_13_2003.pdf. (Diakses pada tanggal 8 Agustus 2021).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas (UUPT). (Online). <https://www.ojk.go.id/sustainable-finance/id/peraturan/undang-undang/Documents/5.%20UU-40-2007%20PERSEROAN%20TERBATAS.pdf>. (Diakses pada tanggal 8 Agustus 2021).

Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering.

Wallas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*. USA: Butterworth-Heinemann.

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill