

PRARENCANA
PABRIK PEMBUATAN PURIFIED TEREPHTHALIC ACID
KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH:

YUNITA RAFIATUL JANNAH **03031281320034**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN PURIFIED TEREPHTHALIC ACID
KAPASITAS 90.000 TON / TAHUN

SKRIPSI

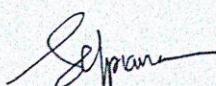
Diduplikasi untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana

Oleh :

Yunita Rafiatul Jannah
NIM. 03031281320034

Inderalaya, 13 Januari 2018

Pembimbing,



Selpiana S.T., M.T

NIP. 197809192003122001



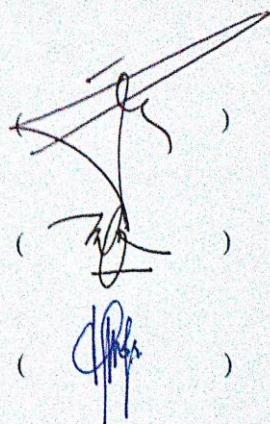
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Purified Terephthalic Acid Kapasitas 90,000 Ton / Tahun" telah dipertahankan **Yunita Rafiatul Jannah** di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Januari 2018.

Palembang, 13 Januari 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003
2. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
NIP. 195805141984031001
3. Lia Cundari, S.T., M.T
NIP. 198412182008122001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yunita Rafiatul Jannah
NIM : 03031281320034
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Purified Terephthalic Acid Kapasitas Produksi 90.000 Ton Per Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan patner atas nama Putri Kurnia Sari didampingi 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, Januari 2018

Yunita Rafiatul Jannah
NIM. 03031281320034

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan YME, atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Prarencana Pabrik Pembuatan Asam Terephthalat Kapasitas 90.000 Ton/Tahun”.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penggerjaan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga atas dukungannya selama ini.
2. Selpiana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
4. Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
5. Seluruh Staf Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Demikian kami berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Januari 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan YME, atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Purified Terephthalic Acid Kapasitas Produksi 90.000 Ton/Tahun”.

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penggerjaan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa'a, motivasi dan semua kasih sayang yang begitu besar.
2. Bapak Dr.Ir.H Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Ibu Dr. Leily Nurul Komariah,S.T.,M.T , selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
4. Ibu Selpiana, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
5. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Mayyudi Abdul Hasan S.T, selaku kakak yang selalu memberikan dukungan, nasehat dan saran dalam proses penggerjaan tugas akhir
7. Deni Jaka S.T, yang selalu memberikan semangat, nasehat, dan saran dalam proses penggerjaan tugas akhir.
8. Putri Kurnia Sari S.T, selaku patner yang mendampingin dikala suka maupun duka bersama sama saling memahami dalam penyelesaian tugas akhir.
9. Seluruh teman teman teknik kimia angkatan 2013.

Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
INTISARI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Jenis Proses Pembuatan	2
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia	6
BAB II PERENCANAAN PABRIK	11
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	11
2.2. Penentuan Kapasitas	12
2.3. Pemilihan Bahan Baku	14
2.4. Pemilihan Proses	14
2.5. Uraian proses	15
BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK.....	20
3.1. Lokasi Pabrik	20
3.2. Tata Letak Pabrik	21
3.3. Luas Area	23
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	27
4.1. Neraca Massa	27

4.2. Neraca Panas	40
BAB V UTILITAS	52
5.1. Unit Pengadaan Steam	52
5.2. Unit Pengadaan Air	53
5.3. Unit Pengadaan Listrik	57
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	60
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....	65
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	134
7.1. Bentuk Perusahaan	134
7.2. Struktur Organisasi	135
7.3. Tugas dan Wewenang	136
7.4. Sistem Kerja	140
7.5. Penentuan Jumlah Buruh	141
BAB VIII ANALISA EKONOMI	146
8.1. Keuntungan (Profitability)	146
8.2. Lama Waktu Pengembalian Pinjaman	147
8.3. Total Modal Akhir	150
8.4. Laju Pengembalian Modal	152
8.5. Break Even Point (BEP)	153
BAB IX KESIMPULAN	156
DAFTAR NOTASI	157
DAFTAR PUSTAKA	170
LAMPIRAN	172

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Impor Asam Terephthalat di Indonesia.....	12
Tabel 2.2. Data Impor Asam Terephthalat di Vietnam, Singapura dan Malaysia	13
Tabel 2.3. Perbandingan Proses Pada Pembuatan PTA.....	15
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Perkerja Shift.....	141
Tabel 7.1. Perincian Jumlah Karyawan	144
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal TCI	149
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	155

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Flowsheet Pabrik Pembuatan PTA.....	19
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik.....	24
Gambar 3.2. Peta Lokasi Pabrik berdasarkan <i>Google Maps</i>	24
Gambar 3.3. Peta Administratif Kota Tuban	24
Gambar 3.4. Tata Letak Pabrik	25
Gambar 3.5. Tata Letak Peralatan Pabrik	26
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	145
Gambar 8.1. <i>Break Even Point</i>	154

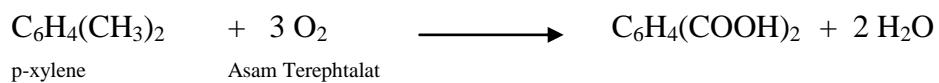
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perhitungan Neraca Massa	192
Lampiran 2 Perhitungan Neraca Panas	251
Lampiran 3 Perhitungan Spesifikasi Peralatan	357
Lampiran 4 Perhitungan Ekonomi	644

INTISARI

Pabrik Asam Terephthalat direncanakan berlokasi di daerah Tuban, Jawa Timur. Pabrik ini meliputi area seluas 10 Ha dengan kapasitas 90.000 ton per tahun.

Proses pembuatan Purified Terephthalate Acid dilakukan melalui proses oksidasi paraxylene menjadi asam p – toluat dan 4 - CBA yang berlangsung di Reaktor (R-01) pada temperatur 129 °C dan tekanan 17,765 atm dengan reaksi sebagai berikut :



4-CBA dan asam p- toluat dioksidasikan lebih lanjut di Reaktor (R-02) pada temperatur 288°C dan tekanan 73,032 atm. Asam terephthalat dikristalisasi dan dikeringkan sehingga terbentuk Purified Terephthalate Acid.

Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff* , yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 110 orang.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan Purified Terephthalate Acid ini dinyatakan layak didirikan. Dengan analisa Ekonomi berikut:

- Investas	= US \$ 42.766.329,12
- Hasil penjualan per tahun	= US \$ 135.000.000,00
- Biaya produksi per tahun	= US \$ 92.195278,41
- Laba bersih per tahun	= US \$ 35.408.212,08
- <i>Pay Out Time</i>	= 1,6 tahun
- <i>Rate of Return On Investment</i>	= 75 %
- <i>Discounted Cash Flow – ROR</i>	= 84,7 %
- <i>Break Event Point</i>	= 30,4 %
- <i>Service Life</i>	= 11 tahun

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan taraf hidup warga negara Indonesia sedang dalam proses pelaksanaan. Untuk itu, pemerintah telah melaksanakan pembangunan di segala bidang, baik fisik, mental, maupun spiritual. Salah satu wujud pembangunan itu adalah pembangunan industri kimia di Indonesia. Pembangunan industri kimia di Indonesia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain. Sasaran lain yang ingin dicapai adalah memperluas kesempatan kerja, meningkatkan produksi dalam negeri dan menyeimbangkan struktur ekonomi di Indonesia. Salah satu bahan industri kimia yang banyak dikonsumsi oleh industri kimia dalam negeri adalah asam terephthalat. Asam terephthalat saat ini masih di impor dari luar negeri yaitu dari Jepang, Korea, Taiwan, China, Singapura, Malaysia, India, Thailand, Arab Saudi, Inggris, Belanda, Amerika Serikat dan Switzerland.

Asam terephthalat dan turunan dari dimetil terephthalat adalah bahan petrokimia yang sangat penting sebagai bahan baku produksi polyester. Asam terephthalat (TPA/terephthalic acid) atau 1,4 benzene dicarboxyl acid dengan rumus molekul $C_6H_4(COOH)_2$ adalah salah satu senyawa petrokimia yang berupa kristal putih digunakan sebagai bahan baku industri serat sintetis. Asam terephthalat merupakan hasil oksidasi dari para-xylene yang dipolimerisasi dengan ethylen glikol menjadi polyester yang digunakan untuk keperluan industri lainnya. Pertumbuhan industri di dunia yang luar biasa melibatkan penggunaan asam terephthalat sebagai bahan untuk memenuhi pertambahan permintaan polyester pada bidang tekstil.

Pertumbuhan produk-produk turunan asam terephthalat seperti fiber dan polyester di indonesia diharapkan perkembangannya dapat mencapai 4,6% setiap tahunnya (laporan tahunan 2007, PT. Asia Pacific Fibers, Tbk). Berdasarkan data tersebut, pertumbuhan berlangsung cepat, yaitu pertambahan permintaan asam

terephthalat di dunia diperkirakan mencapai angka sekitar 20% per tahun. Atas dasar pertimbangan tersebut dan meningkatnya kebutuhan akan asam terephthalat di dalam negeri, maka pabrik pembuatan asam terephthalat ini sangat potensial didirikan di Indonesia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Pentingnya asam terephthalat baru disadari setelah Perang Dunia II. Perusahaan yang pertama mengkomersialisasikan penggunaan serat yang dibuat dari polyethylene terephthalat adalah Imperial Chemical Industries di United Kingdom pada 1949 dan oleh DuPont di Amerika pada tahun 1953. Keduanya memproduksi polimer yang dibutuhkan untuk produk fiber dari dimethyl terephthalat dan etylene glycol. Pada perkembangan selanjutnya asam terephthalat juga mulai berkembang di Jepang, Korea Selatan, RRC, Italia, dan Spanyol.

Asam terephthalat pertama kali di produksi dengan oksidasi asam nitrat encer menggunakan para-xylene. Oksidasi ini melibatkan penggunaan udara pada langkah awal oksidasi untuk mengurangi konsumsi asam nitrat. Metode ini sudah tidak lagi digunakan.

Sementara di Indonesia sendiri, industri asam terephthalat mulai berkembang sejak adanya proyek *Aromatic Centre Unit Terephthalic Acid* milik Pertamina Unit pengolahan III di Plaju, Sumatera Selatan yang berproduksi pada tahun 1986. Proyek ini muncul dikarenakan semakin meningkatnya permintaan terhadap asam terephthalat. Kemunculan proyek ini tidak berlangsung dalam jangka waktu panjang dikarenakan alasan tertentu dari Pertamina. Kenaikan produksi industri yang menggunakan bahan Asam terephthalat secara langsung juga meningkatkan kebutuhan dan permintaan akan asam terephthalat. Oleh karena itu, seiring dengan berjalannya waktu industri asam terephthalat pun berkembang di Indonesia. Hal ini ternyata belum bisa mencukupi permintaan dari asam terephthalat.

1.3. Jenis Proses Pembuatan

Asam terephthalat pertama kali di produksi dengan oksidasi asam nitrat encer menggunakan para-xylene. Oksidasi ini melibatkan penggunaan udara pada langkah awal oksidasi untuk mengurangi konsumsi asam nitrat. Metode ini sudah

tidak lagi digunakan dalam produksi asam terephthalat. Selanjutnya proses tersebut digantikan dengan oksidasi udara bebas secara langsung dan menggunakan asam asetat sebagai solvent.

Banyak proses yang dapat dipilih dalam proses pembuatan asam terephthalat. Pada umumnya digunakan katalis logam berat seperti Co dan Mn, serta asam asetat sebagai solvent. Berbagai modifikasi telah dilakukan untuk mendapatkan kemurnian asam terephthalat yang tinggi serta efisiensi penggunaan feed dan efisiensi proses. Berikut ini dijelaskan macam-macam proses pembuatan asam terephthalat yang telah banyak dilakukan.

1.3.1. Proses Toray.

Proses ini menggunakan Paraxylene sebagai bahan baku dan penggunaan cobalt asetat sebagai katalis serta paraldehyde sebagai promotor yang dioksidasi menggunakan udara pada fase cair. Reaksi berlangsung pada temperatur 250°C dan tekanan 2 atm. Asam terephthalat yang dihasilkan dapat diubah menjadi dimethyl terephthalic acid (DMT) dengan reaksi esterifikasi tanpa melalui proses pemurnian.

1.3.2. Proses East Man Kodak

Proses ini menggunakan paraxylene sebagai bahan baku yang dioksidaskan dengan udara, katalis yang dipakai adalah cobalt asetat dengan promotor aceteldehyde. Aceteldehyde dipakai untuk menaikkan temperatur reaksi bila belum mencapai kondisi operasi yang diharapkan. Temperatur operasi 350 - 450°C dan tekanan 200 – 400 Psig. Oksidasi paraxylene ini berlangsung dalam fase cair. Asam terephthalat yang dihasilkan dipisahkan dengan filtrasi dan pengeringan hingga terbentuk asam terephthalat dalam bentuk powder.

1.3.3. Proses Mobil

Pada proses ini dilakukan proses pemurnian dalam dua tahap, tahap pertama merupakan operasi pencucian (leaching) untuk menghilangkan pengotor. Tahap kedua merupakan proses pemurnian asam terephthalat yang mencakup sublimasi secara kontinyu pada tekanan atmosfir, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan secara katalitik dalam fase uap, kondensasi asam terephthalat dan pemisahan dengan siklon untuk mendapatkan kristal asam terephthalat.

1.3.4. Proses Amoco

Proses ini menggunakan paraxylene sebagai bahan baku yang dioksidasi dengan oksigen yang berasal dari udara bebas dengan asam asetat sebagai solvent. Reaksi berlangsung pada temperatur 280°C dan tekanan 22,5 atm. Crude asam terephthalat mengalami proses pemurnian dimana air murni dialirkan secara kontinyu kedalam suatu ketel pengaduk dan secara bertahap dipanaskan sampai 470°C. Larutan asam terephthalat ini kemudian dihidrogenasi menggunakan katalis palladium dalam suatu reaktor hidrogenasi, kemudian didinginkan, dikristalisasi dan dikeringkan menjadi asam terephthalat.

1.3.5. Proses Du Pont

Proses ini terdiri dari empat bagian yaitu, persiapan bahan baku, pembentukan asam terephthalat, pemurnian produk dari larutan induk, dan tahap recovery. Pembentukan asam terephthalat dengan cara mengoksidasi Paraxylene dalam reaktor pada suhu 120 - 210°C dan tekanan 15 - 25 atm. Dengan menggunakan pelarut asam asetat dan katalis cobalt asetat dan mangan asetat.

1.3.6. Proses Maruzen Oil

Proses ini menggunakan p-xylene sebagai bahan baku yang dioksidasi dengan oksigen yang berasal dari udara bebas. Proses ini menghasilkan asam terephthalat dengan teknologi Mitsui namun telah mengalami modifikasi sehingga peralatan pabriknya lebih sederhana yang berarti pengoperasian lebih murah dan biaya pemeliharaannya lebih murah.

Reaksinya adalah sebagai berikut :



Pada proses permurnian crude Asam Terephthalat untuk menghasilkan Asam Terephthalat yang dibutuhkan pasaran, proses utamanya adalah reaksi oksidasi 4-Karboksibenzaldehyde (4-CBA) berlangsung dalam kristalizer dengan bantuan asam asetat sebagai solven dan oksigen dari udara bebas. Reaksi pemurnian ini berlangsung pada tekanan 23 atm dan temperatur 220 °C.

Reaksinya adalah sebagai berikut :

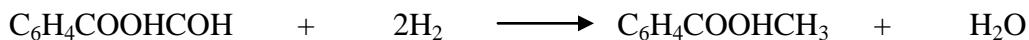


Larutan yang keluar dari kristalizer pertama tadi, kemudian dimasukkan ke kristalizer kedua untuk menyempurnakan proses pengkristalan. Kristal yang dihasilkan dipisahkan dengan centrifuge dan akhirnya dikeringkan sebelum masuk ke unit pengantongan.

1.3.7. Proses Mitsui Petrochemical

Proses ini menghasilkan asam terephthalat dengan teknologi Amoco namun telah mengalami modifikasi sehingga peralatan pabriknya lebih sederhana yang berarti pengoperasiannya lebih mudah dan biaya pemeliharaan lebih murah. Pada permurnian asam terephthalat ini, proses utamanya adalah reaksi hidrogenasi dengan bahan baku crude asam terephthalat yang akan menghasilkan produk asam terephthalat. Reaksi berlangsung dengan bantuan palladium dan injeksi hydrogen, berlangsung dalam suatu reaktor hidrogenasi dengan kondisi operasi normal pada tekanan $68,5 \text{ kg/cm}^2$ G dan temperature 280°C , selanjutnya diikuti dengan proses lain yang bertujuan untuk pemurnian produk.

Reaksi yang terjadi :



1.3.8. Proses Mitsubishi Modifikasi

Proses ini terdiri dari empat bagian, mulai dari persiapan bahan baku, tahap pembentukan asam terephthalat, tahap pemisahan asam terephthalat dari larutan induk dan proses recycle. Pembentukan asam terephthalat dengan cara mengoksidasi senyawa p-xylene dalam sebuah reactor pada temperature 120°C dan tekanan 9,6 atm. Katalis yang digunakan adalah asam asetat dengan kandungan Co dan Mn serta HBr dan promotor.

1.3.9. Proses Henkel

Proses Henkel ini ada dua macam. Pada proses Henkel I, asam terephthalat diperoleh melalui isomerisasi dipotassium o-phthalate pada tekanan 1000-5000 kPa dan $350-450^\circ\text{C}$. Sedangkan pada proses Henkel II, asam benzoate direaksikan dengan dipotassium terephthalat tersebut direaksikan dengan asam sulfat sehingga asam terephthalat dapat diperoleh.

1.3.10. Proses Hercules

Proses ini dilakukan dengan menghidrolisis dimetil terephthalic (DMT) yang telah dimurnikan ke purified terephthalic acid (PTA).

1.3.11. Proses ICI

Proses ini merupakan proses esterifikasi yang diikuti oleh satu atau lebih kristalisasi dari metanol dan destilasi. Esterifikasi methanol dengan menggunakan asam sulfat sebagai katalis.

1.3.12. Proses Witten

Proses ini merupakan proses oksidasi udara non Br pada p-xylene keasam p-toluat kemudian keproses esterifikasi metil toluate yang diikuti dengan oksidasi kedua kemonomethyl terephthalat dan akhirnya esterifikasi akhir ke asam terephthalat.

1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia

1.4.1. Bahan Baku

1. p-xylene

Rumus Kimia	:	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂
Berat molekul	:	106,167
Wujud	:	Cair
Titik didih	:	138,5°C
Titik leleh	:	13,2°C
Specific Gravity	:	0,861
Viskositas	:	0,7385 cP pada 0 °C 0,6475 cP pada 20 °C
Kompresibilitas	:	0,322
Temperatur kritis	:	616,2°K
Tekanan kritis	:	35,11 bar
Flash point	:	25°C
Titik nyala	:	529°C
Bersifat mudah menyala		
Densitas uap p-xylene		lebih besar dari densitas udara
Tidak larut dalam air,	Larut dalam alkohol dan eter	

2. Oksigen

Rumus kimia	:	O ₂
Berat molekul	:	31,1999
Wujud	:	Gas
Titik didih	:	-183°C
Titik leleh	:	-218,4°C
Densitas	:	1,4289 kg/m ³
Kalor peleburan	:	0,444 kJ/mol
Kalor Penguapan	:	6,82 kJ/mol
Temperatur kritis	:	-118,38°C
Tekanan kritis	:	221,1 bar
Konduktivitas termal	:	(300 K) 26,58 mW/(m·K)
Kapasitas panas	:	29,378 J/(mol·K) pada 25°C 29,1 + (1,158·10 ⁻²)T - (0,6076·10 ⁻⁵)T ² + (1,311·10 ⁻⁹)T ³

Larut dalam air panas maupun air dingin

1.4.2. Katalis

1. Tetrahydrated Cobalt Asetat

Rumus kimia	:	Co(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ .4H ₂ O
Berat molekul	:	249,09
Titik leleh	:	140°C (284F)
Wujud	:	Padat
Specific Gravity	:	1,7053
pH	:	6,8

Oksidator kuat

Kristal berwarna violet kemerah-merahan

Sedikit larut dalam asam asetat

Larut dalam etanol, air, asam asetat encer, dan pyridin

2. Tetrahydrated Mangan Asetat

Rumus kimia	:	Mn(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ .4H ₂ O
-------------	---	---

Berat molekul : 245,08
Wujud : Padat
Specific Gravity : 1,589
Kristal berwarna sedikit kemerahan
Larut dalam air dan alkohol

3. Asam Asetat

Rumus kimia : CH_3COOH
Berat molekul : 60,053
Wujud : Cair , kristal
Titik didih : 118,1°C
Titik leleh : 16,7°C
Densitas : 1,049 g cm^{-3} pada 30°C
 1,0621 g cm^{-3} pada 40°C
Temperatur kritis : 321,6°C
Tekanan kritis : 57,2 atm
Flash point : 427°C
Titik nyala : 42,8°C
Panas pembakaran : -871,69 kJ/mol
Panas penguapan : 384,5 J/gr
Panas spesifik : 1,1 cP
Kompresibilitas : 0,467
Keasaman : 4,76 pada 25°C
Cairan tidak berwarna, bau merangsang, rasa asam dan larut dalam air
Bersifat asam kuat
Bersifat korosif
Tidak mudah menyala

4. Hydro Bromic Acid

Rumus kimia : HBr
Berat molekul : 80,92
Wujud : Cair
Titik didih : 107°C

Titik leleh	:	-86°C
Specific Gravity	:	1,486 (48,47% dalam air)
Temperatur kritis	:	90°C
Tekanan kritis	:	84 atm
Kapasitas panas	:	$29,10 - (0,0227 \cdot 10^{-2})T + (0,9887 \cdot 10^{-5})T^2 - (4,858 \cdot 10^9)T^3$

1.4.3. Produk

1. Asam Terephthalat (Benzene-1,4-dicarboxylic acid)

Rumus kimia	:	C ₆ H ₄ (COOH) ₂
Berat molekul	:	166,134
Wujud	:	Padat, kristal
Titik lebur	:	427°C
Specific Gravity	:	1,510
Panas spesifik	:	1,210 J/kg°C
Titik sublimasi	:	300°C
Serbuk berwarna putih		
Dapat larut dalam Dimethyl sulfoxide, DMF, dan alkali		
Sedikit dapat larut di dalam ethanol, metanol, asam semut cuka dan asam belerang		

2. Air

Rumus kimia	:	H ₂ O
Berat molekul	:	18,015
Wujud	:	Cair, padatan
Titik didih	:	100°C
Titik leleh	:	0°C
Densitas	:	0,996 kg/m ³ 0.92 g/cm ³ (padatan)
Kalor jenis	:	4184 J/(kg·K) (cairan pada 20 °C)
Temperatur kritis	:	374,15°C
Tekanan kritis	:	218,307 atm
Kapasitas panas	:	$8,712 + 1,25 T + (-0,18) T^2$

3. Asam p-toluat

Rumus kimia	:	C ₆ H ₄ COOHCH ₃
Berat molekul	:	136,151
Wujud	:	Padat
Titik didih	:	275°C
Titik leleh	:	180°C
Specific Gravity	:	1,054
Panas Pembakaran	:	3,880 kJ/mol
Kapasitas panas	:	1,204 J/gr°K

4. 4-CBA (4-Carboxy Benzaldehyde Acid)

Rumus kimia	:	C ₆ H ₄ COHCOOH
Berat molekul	:	150,135
Wujud	:	Padat
Titik lebur	:	256°C
Tidak larut dalam air dan asam asetat		

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2017. *Data Ekspor dan Impor Berdasarkan Komoditas*. Retrieved, Maret, 07,2017, from <http://www.bps.go.id>.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-6197-2000: Konversi Energi pada Sistem Pencahayaan*.
- Cost Information Exchanges Equipment. 2017. Diakses pada tanggal 20 Juni 2017 dari <http://matche.com/EquipCost.htm>
- Coulson & Richardson. 2005. *Chemical Engineering Volume 6 4th Edition*. Elsevier : Butterworth - Heinemann.
- Felder, R. M. and Rousseau R. W. 2000. *Elementary Principles of Chemical Process, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fogler, H. S. 2001. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3th edition*. New Jersey : Prentice Hall PTR.
- Geankolis, C. J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations*. New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Gosh, A. 1999. *General Standard Operation Prosedure*. PT. Asia Pacific Fibers Tbk : Karawang.
- Gupta, R. 1995. *PTA General Description*. PT. Asia Pacific Fibers Tbk : Karawang.
- Handojo, G. J. 1995. *Teknologi Kimia Bagian 2*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Ismail, S. 1996. *Alat Industri Kimia*, Cetakan Ketiga. Palembang: Penerbit Unsri. ISBN 979-587-168-4.
- Ismail, S. 2000. *Kinetika Kimia*, Cetakan Ketiga. Palembang: Penerbit Unsri. ISBN 979-587-121-8.
- Joshi, PS. 1995. *PTA Process “Oxidizer Manual Description”*. PT. Asia Pacific Fibers Tbk : Karawang.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw - Hill International Edition.

- McCabe, W. L. et all. 2005. *Unit Operation of Chemical Engineering 7th Edition.* Mc Graw Hill.
- Mullin, J. W. 2001. *Crystallization 4th Edition.* Oxford : Butterworth - Heinemann.
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition.* New York: McGraw - Hill Book 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.
- Smith, J. M. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 6th Edition.* Singapore : Mc Graw Hill.
- Speight, G. J. 2002. *Chemical and Process Design Handbook.* Mc Graw Hill.
- Suppos, G. J. 2002. *Heuristics In Chemical Engineering.* USA : Butterworth Publishers.
- TEMA. 1978. *Standards of Tubular Exchanger Manufactures Association, 6th Edition.* New York: Tubular Exchanger Manufactures Association, Inc.
- Treybal, R. E. 2005. *Mass Transfer Operations, 3rd Edition.* Rhode Island: McGraw -Hill Book Co.
- US Patent No. 9,045,409 B2. Xiangjin Zhou, 2015. *Process for Producing Purified Terephthalic Acid.* Diakses pada 07 Januari 2017 dari <http://www.uspto.gov/>
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design.* USA : Butterworth Publishers.
- Zenher, P. & Matthias K. 2008. *Bubble Column.* BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen : Federal Republic of Germany.