

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DENGAN PROSES
OKSIDASI ASETALDEHID KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN
(Tugas Khusus Perancangan Distillation Column (DC-301))**

(Skripsi)

Oleh:

**FEBRINA ULI LUBIS
(1815041056)**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DENGAN PROSES OKSIDASI ASETALDEHID KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

Oleh

FEBRINA ULI LUBIS

Asam Perasetat (PAA) merupakan senyawa kimia organik yang sering dikenal sebagai oxidizing Agent. Asam Perasetat diproduksi dengan cara mereaksikan campuran Asetaldehid-solvent dan katalis direaksikan dengan oksigen pada suatu reaktor. Untuk membentuk Asam Perasetat menggunakan perbandingan Asetaldehid dengan Oksigen 1:2. Kapasitas produksi pabrik direncanakan 30.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di daerah solo, Jawa Tengah. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 141 orang dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT).

Analisa ekonomi Prarancangan Pabrik Asam Perasetat sebagai berikut:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp409.701.828.024,92
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp72.300.322.592,63
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp482.002.150.617,55
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 41,5 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 24,67 %
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a	= 2 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	= 41,47 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	= 34,9 %
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 42,99 %

Mempertimbangkan rangkuman di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik Asam Perasetat ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

Kata kunci : Asam Perasetat, Aseton, Oksigen, Ekonomi

ABSTRACT

PRE-DESIGN OF A PERACETIC ACID FACTORY WITH ACETHALDEHYDE OXIDATION PROCESS CAPACITY 30,000 TON/YEAR

Oleh

FEBRINA ULI LUBIS

Peracetic Acid (PAA) is an organic chemical compound which is often known as an oxidizing agent. Peracetic acid is produced by reacting a mixture of acetaldehyde solvent and a catalyst which is reacted with oxygen in a reactor. To form Peracetic Acid, use a ratio of Acetaldehyde to Oxygen of 1:2. The factory's production capacity is planned to be 30,000 tons/year with 330 working days in 1 year. The factory location is planned to be established in the Solo area, Central Java. The workforce required is 141 people in the form of a Limited Liability Company (PT).

Economic analysis of Peracetic Acid Factory Design as follows:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp409.701.828.024,92
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp72.300.322.592,63
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp482.002.150.617,55
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 41,5 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 24,67 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) _b	= 1,7 years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a	= 2 years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	= 41,47 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	= 34,9 %
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 42,99 %

Considering the summary above, it is appropriate to study the establishment of this Peracetic Acid factory further, because it is a profitable factory and has good prospects.

Keywords: Peracetic Acid, Acetone, Oxygen, Economy

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DENGAN PROSES
OKSIDASI ASETALDEHID KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN
(Tugas Khusus Perancangan Distillation Column (DC-301))**

Oleh:

**FEBRINA ULI LUBIS
1815041056**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

Judul Skripsi : PRARANCANGAN PABRIK ASAM
PERASETAT DENGAN PROSES OKSIDASI
ASETALDEHID KAPASITAS 30.000
TON/TAHUN
(Perancangan Distillation Column (DC-
301))

Nama Mahasiswa : Febrina Uli Lubis

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815041056

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Donny Lesmana'.

Donny Lesmana, S.T., M.Sc.
NIP. 198410082008121003

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yuli Darni'.

Yuli Darni, S.T., M.T.
NIP. 197407122000032001

2. Ketua Jurusan Teknik Kimia

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yuli Darni'.

Yuli Darni, S.T., M.T.
NIP. 197407122000032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Donny Lesmana, S.T., M.Sc.

Sekretaris : Yuli Darni, S.T., M.T.

**Penguji
Bukan Pembimbing I : Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T.**

Bukan Pembimbing II : Ir. Azhar, M.T.

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. ✓

NIP. 197509282001121001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Desember 2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang tidak pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar Pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 Februari 2024



Febrina Uli Lubis

NPM. 1815041056

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bekasi, pada tanggal 22 Februari 2000, sebagai anak keenam dari enam bersaudara, pasangan Bapak Iwan Lubis dan Ibu Siti Asiah.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan sebelumnya di Sekolah Dasar Negeri Kali Baru III tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama Negeri 199 Jakarta pada tahun 2012, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 103 Jakarta pada tahun 2015.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN). Penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan sebagai anggota Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (Himatemia) dengan masa bakti 2018-2020.

Pada tahun 2022, penulis melakukan penelitian tentang degradasi protein limbah oleh enzim bromelin, dengan judul “Amobilisasi enzim bromelin dari kulit nanas (*Ananas comosus* L.Merr) menggunakan karagenan untuk pengurangan protein pada limbah cair pabrik tahu”. Penulis juga melakukan Kerja Praktek di pabrik gula PT BUMA CIMA NUSANTARA Bungamayang, Lampung Utara. dengan Tugas Khusus “Analisis Penambahan Kalsium Hidroksida untuk Mengontrol pH Nira”.

MOTTO

**“Berhenti mengkhawatirkan hal-hal
yang berada di luar kekuatan
keinginan kita, berbahagialah”**

SANWACANA

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir : “Prarancangan Pabrik Asam Perasetat Dari Oksidasi Asetaldehid dengan Kapasitas 30.000 ton/tahun” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung. Semoga bermanfaat dan berguna untuk kita semua.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Iwan Lubis dan Ibu Siti Asiah selaku orang tua atas doa yang selalu dipanjatkan dan telah menjadi tempat berkeluh kesah. Ayah dan mamah selalu menjadi sumber kebahagiaan dan semangat.
2. Ibu Yuli Darni., S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung serta dosen pembimbing II, atas ilmu, saran, masukan dan pengertiannya dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu bermanfaat yang diberikan dapat berguna dikemudian hari.
3. Bapak Donny Lesmana, S.T., M,Sc. selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan pengarahan, masukan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Ir. Azhar, M.T. dan Ibu Simparmin Br. G, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik, serta ilmu yang berguna.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan terimakasih atas segala jasanya.

6. Kakak-kakak ku tercinta Kak Indira Sari Lubis, Kak Julia Hafsa Lubis, Abang Muhammad Isa Amsary Lubis, Abang Faisal Abizar Lubis, Kak Nurul Hapsari Lubis atas kasih sayang, doa, dukungan, kepercayaan, ketulusan, bantuan dan semangat. Semoga Allah yang Mahakuasa senantiasa memberikan perlindungan, Karunia-Nya dan kebahagiaan dunia akhirat.
7. Elizan Tika, S.T., Deliana Sari Sormin, S.T., Enda Pepayosa, S.T., Indah Alya Khairunnisa, S.T., Dormian Pakpahan, S.T. selaku teman dari maba yang selalu membantu dan menemani selama di perantauan. Semoga kalian selalu berbahagia untuk kehidupan selanjutnya.
8. Dan terakhir, kepada diri saya sendiri Febrina Uli Lubis, terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih tetap memilih berusaha, berdo'a dan berhenti mengkhawatirkan hal-hal diluar kuasa kamu. Dunia tanpa kamu akan tetap berjalan maka berbahialah. Rayakan segala bentuk usaha yang telah kamu lakukan, kamu berhak atas apapun.

Semoga Tugas akhir ini berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Tiada gading yang tak retak, segala saran dan kritik yang membangun, penulis harapkan untuk kesempurnaan karya ini.

Bandar Lampung, 6 Februari 2024

Penulis,

Febrina Uli Lubis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Kegunaan Produk.	2
C. Ketersediaan Bahan Baku	3
D. Lokoasi pabrik	4
E. Analisa Pasar	7
II. DESKRIPSI PROSES	
A. Jenis -Jenis Proses.....	11
B. Pemilihan Proses.....	13
C. Uraian Proses	17
III. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK	
A. Bahan Baku utama.....	19
B. Bahan Baku Penunjang.....	21
C. Produk.....	23
IV. NERACA MASSA DAN ENERGI	
A. Neraca Massa.....	24
B. Neraca Energi.....	28
V. SPESIFIKASI PERALATAN	
A. Peralatan Proses.....	32
B. Peralatan Utilitas.....	48

VI. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	
A. Unit Utilitas	70
1. Unit Penyediaan Air.....	70
2. Unit Penyediaan <i>Steam</i>	75
3. Unit Penyedia Tenaga Listrik	76
4. Unit Penyedia Udara Tekan	76
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar	77
B. Laboratorium.....	77
C. Instrumentasi dan Pengendalian Proses.....	80
D. Pengolahan Limbah.....	80
VII. TATA LETAK PABRIK	
A. Lokasi Pabrik.....	82
B. Tata Letak Pabrik.....	85
C. Tata Peralatan Proses	89
VIII. SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN	
A. Bentuk Perusahaan.....	91
B. Struktur Organisasi Perusahaan.....	93
C. Tugas dan Wewenang.....	96
D. Status Karyawan dan Sistem Penggajian	101
E. Pembagian Kerja dan Karyawan	102
F. Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	103
G. Kesejahteraan Karyawan.....	107
IX. INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI	
A. Investasi.....	110
B. Evaluasi Ekonomi.....	115
C. Angsuran Pinjaman.....	117
D. <i>Discounted Cash Flow</i>	117
X. SIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	119

B. Saran.....	119
---------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN:

LAMPIRAN A NERACA MASSA

LAMPIRAN B NERACA ENERGI

LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT

LAMPIRAN D UTILITAS

LAMPIRAN E EVALUASI DAN INVESTASI EKONOMI

LAMPIRAN F TUGAS KHUSUS

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Pabrik Asetaldehid di Dunia	3
1.2. Kebutuhan Asam Perasetat di Indonesia.....	7
1.3. Data Pemakaian Klorin Oleh Industri Kertas di Indonesia.....	9
2.1. Harga ΔH°_f dan ΔG°_f masing-masing komponen.....	12
2.2. Perbandingan Proses Pembuatan Asam Perasetat	15
4.1. Neraca Massa <i>Mix Point</i> (MP-101)	24
4.2. Neraca Massa <i>Mix Point</i> (MP-102).....	24
4.3. Neraca Massa Reaktor (R-201)	25
4.4. Neraca Massa <i>Distillation Column</i> (DC-301).....	25
4.5. Neraca Massa Condenser Partial (CP-301).....	26
4.6. Neraca Massa Reboiler (RB-301)	26
4.7. Neraca Massa Dissolving Tank (DT-401).....	27
4.8. Neraca Energi <i>Mix Point</i> (MP-101).....	27
4.9. Neraca Energi <i>Mix Point</i> (MP-101).....	28
4.10. Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-101).....	28
4.11. Neraca Energi Kompresor (K-101).....	28
4.12. Neraca Energi Reaktor (R-201).....	29
4.13. Neraca Energi <i>Expander Valve</i> (EV-301)	29
4.14. Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-301).....	29
4.15. Neraca Energi <i>Distillation Column</i> (DC-301)	29
4.16. Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO – 401).....	30
4.17. Neraca Energi <i>Dissolving Tank</i> (DT-401)	30
5.1. Tangki Penyimpanan Aseton (ST-101).....	31
5.2. Tangki Penyimpanan FeCl ₃ (ST-102).....	31
5.3. <i>Heater</i> (HE-101).....	32
5.4. Kompresor (K-101).....	33
5.4. Blower (BL-101)	33

5.6. Reaktor (R-201)	33
5.7. Expander Valve (EV-201)	34
5.8. Heater (HE-201)	34
5.9. Distilasi Coulumn (DC-301)	35
5.10. Condensor Partial (CP-301)	35
5.11. Reboiler (RB-301)	36
5.12. Accumulator (ACC-301).....	37
5.13. <i>Cooler</i> (CO-401).....	38
5.14. Dissolving Tank (DT-401)	38
5.15. Tangki Penyimpanan Produk (ST-103)	39
5.16. Spesifikasi Pompa (P-102)	40
5.17. Spesifikasi Pompa (P-103)	40
5.18. Spesifikasi Pompa (P-104)	41
5.19. Spesifikasi Pompa (P-105)	41
5.20. Spesifikasi Pompa (P-106)	42
5.21. Spesifikasi Pompa (P-201)	43
5.22. Spesifikasi Pompa (P-202)	44
5.23. Spesifikasi Pompa (P-301)	44
5.24. Spesifikasi Pompa (P-302)	45
5.25. Spesifikasi Pompa (P-303)	45
5.26. Spesifikasi Pompa (P-401)	46
5.27. Spesifikasi Sedimentasi Basin (SB-401)	47
5.28. Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL-401).....	47
5.29. Spesifikasi <i>Sand filter</i> (SF-401).....	48
5.30. Spesifikasi Tangki Air Filter (TP-404)	48
5.31. Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-401)	49
5.32. Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Asam Sulfat (ST-405)	49
5.33. Spesifikasi <i>Dissolving Tank</i> NaOH (DT-406)	50
5.34. Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Hidrazin (ST-501)	50
5.35. Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE -401))	51
5.36. Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE -401)	51
5.37. Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DA -401).....	52
5.38. Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Air Demin (ST-408)	53

5.39. Spesifikasi Hot Basin (HB-401)	53
5.40. Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Inhibitor (ST-407)	54
5.41. Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Disperssan (ST-406)	54
5.42. Spesifikasi <i>Disolving Tank</i> Kaporit (DT-403)	55
5.43. Spesifikasi <i>Disolving Tank</i> Alum (DT-404)	56
5.44. Spesifikasi <i>Boiler</i> (BO-501).....	56
5.45. Spesifikasi Air Compressor (AC-601).....	57
5.46. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 401)	57
5.47. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 402)	58
5.48. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 403)	58
5.49. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 404)	59
5.50. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 405)	59
5.51. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 406)	60
5.52. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 407)	60
5.53. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 408)	61
5.54. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 409)	61
5.55. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 410)	62
5.56. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 411)	62
5.57. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 412)	63
5.58. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 413)	63
5.59. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 414)	64
5.60. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 415)	64
5.61. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 416)	65
5.62. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 417)	65
5.63. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 418)	66
5.64. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 501)	66
5.65. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 502)	67
5.66. Spesifikasi pompa utilitas (PU – 503)	68
6.1. Kebutuhan Air Untuk Keperluan Umum	69
6.2. Peralatan yang membutuhkan <i>steam</i>	70
6.3. Peralatan yang membutuhkan air proses	71
6.4. Kebutuhan untuk <i>Cooling Water</i>	71

7.1. Pemilihan Lokasi Pabrik	81
8.1. Jadwal Kerja Masing-Masing Regu.....	102
8.2. Perincian Tingkat Pendidikan.....	102
8.3. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses	104
8.4. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas	104
8.5. Perincian Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan	105
9.1. <i>Fixed capital investment</i>	109
9.2. <i>Manufacturing cost</i>	111
9.3. <i>General Expenses</i>	112
9.4 Biaya Administratif.....	112
9.5. Minimum acceptable persent return on investment.....	114
9.6. Acceptable payout time untuk tingkat resiko pabrik	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Rencana Lokasi Pabrik.....	4
1.2. Grafik Kebutuhan Asam Perasetat di Indonesia.....	8
2.1. Proses <i>Sulfuric Acid Catalyst</i>	11
2.2. Proses <i>Acetaldehyde Oxidation</i>	12
7.1. Peta Lokasi Pabrik.....	82
7.2. Tata Letak Pabrik.....	87
7.3. Tata Letak Alat Proses	89
8.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	94
9.1. Grafik Analisa Ekonomi	116
9.2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> Metode DCF.....	115

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia semakin pesat, terbukti dengan semakin banyaknya pabrik-pabrik kimia yang didirikan. Hal ini memacu Indonesia untuk lebih efisien dalam melakukan terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar dan daya saing disamping harus ramah lingkungan. Salah satu industri kimia yang mempunyai kegunaan penting dan memiliki prospek yang bagus adalah Asam Perasetat (PAA).

Asam Perasetat (PAA) merupakan senyawa kimia organik yang mempunyai rumus molekul CH_3COOOH atau $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$ yang sering dikenal sebagai oxidizing Agent. Senyawa-senyawa oxidizing agent telah dikenal sejak tahun 1900, dimana Bayer dan Villiger berhasil mensintesa Perbenzoic Acid dengan proses saponifikasi dan Dibenzoyl Peroxide. Setelah itu berkembang pula sintesa-sintesa Paracetic Acid, Perpropionic Acid, Monoperphthalic Acid dan Hidrogen Peroxide.

Pertama kali Asam perasetat (Peroxyacetic Acid) atau Asam Asetat Peroksida dibuat dengan mereaksikan Hidrogen Peroksida dan Asam Asetat atau Asetat Anhydride, kemudian berkembang dengan cara mengoksidasi Asetaldehid dengan oksigen.

Pada 1970, proses oksidasi fasa cair asetaldehid telah dikomersialkan oleh Daicel Company dan konversi yang dicapai 50%. Pada proses Daicel, asetaldehid cair dan oksigen dimasukkan ke dalam reactor pipa pada suhu 45°C dan pada saat bersamaan dialirkan katalis logam dari bawah. Kelemahan pada proses ini adalah asetaldehid dan O_2 kurang berkontak pada reaktor pipa. Maka mengoksidasi asetaldehid fasa

cair menggunakan Reaktor gelembung agar kontak antara liquid dan gas lebih merata.

Kebutuhan Asam Perasetat dalam negeri menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun ke tahun semakin meningkat, seiring meningkatnya laju pertumbuhan Industri di Indonesia. Sejauh ini, pemenuhan kebutuhan Asam Perasetat di Indonesia sepenuhnya masih diimpor dari negara lain seperti Jepang, Taiwan, Amerika dan Singapura. Untuk itu, industri Asam Perasetat mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan di Indonesia. Disamping untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, juga untuk meningkatkan sumber daya manusia dalam rangka ilmu pengetahuan dan teknologi, maka prarancangan pabrik Asam Perasetat merupakan pemikiran yang menarik untuk ditelaah.

B. Kegunaan Produk

Asam Perasetat (PAA) merupakan salah satu bahan kimia yang banyak digunakan dalam beberapa industry. Beberapa kegunaan PAA antara lain :

1. Sebagai Bleaching Agent untuk nylon, silk, spun viscose filament dan pulp & kertas.

Karena sifatnya sebagai pengoksidasi, PAA digunakan sebagai bleaching agent. Contohnya sebagai pemutih pulp & kertas pada pabrik kertas.

2. Air Pendingin (Cooling Water)

Asam Perasetat mempunyai manfaat khusus pada penggunaan sistem cooling water karena Asam Perasetat merupakan pengoksidasi yang kuat. Pada dosis yang tinggi dapat digunakan untuk memindahkan akumulasi massa lumpur. Asam Perasetat tidak membentuk halogenasi dengan produk, dan tidak bereaksi dengan ammonia.

3. Desinfektan

Asam Perasetat merupakan desinfektan yang kuat, maka Asam Perasetat merupakan zat sanitasi yang baik untuk industri makanan dan minuman.

Asam Perasetat digunakan sebagai pembasmi kuman pada alat-alat seperti tanki, evaporator, filter dan lain-lain, yang ada pada pabrik pembuatan makanan. Asam Perasetat khususnya sangat efektif untuk menghilangkan osmotoleran mikroba pada pabrik minuman yang memproduksi produk gula tinggi.

4. Sebagai bahan baku pembuatan Gliserol secara sintetis dengan mereaksikannya dengan alil alkohol.
5. Sebagai bahan baku dalam pembuatan Propylene Oxide dengan reaksi epoksidasi.
6. Sebagai Inhibitor dalam industri polimerisasi.
7. Digunakan dalam pembersihan industri baja.

C. Ketersediaan Bahan Baku

1. Asetaldehid

Bahan baku utama untuk pembuatan Asam Perasetat, yaitu asetaldehid dan oksigen. Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga pengadaan bahan baku sangat diperhatikan. Asetaldehid dapat diperoleh dari PT. Indo Acidatama Chemical Industry dengan kapasitas 16.500 Ton/Tahun.

Tabel 1.1 Pabrik Asetaldehid di Dunia

No.	Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)	Lokasi	Kemurnian	Harga (\$/kg)	Sumber
1.	PT. Indo Acidatama Chemical Industry	16.500	Surakarta, Indonesia	99%	2,33	www.acidatama.com
2.	Hebei Guanlang Biotechnology	108.960	Shijiazhuang, China	99%	2.50	www.chemicalbook.com
3.	Shanghai Zoran New Material	42.000	Shanghai, China	99,5%	3.00	www.alibaba.com

4.	Laxmi Organic Industry	30.000	Mumbai, India	20-30%	6.00	My.indianmart.com
----	------------------------	--------	---------------	--------	------	-------------------

D. Lokasi Pabrik

Ketepatan pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan baik dan tepat. Kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa depan merupakan faktor – faktor yang perlu mendapat perhatian dalam penetapan lokasi suatu pabrik. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang dihasilkan. Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang mesti dipertimbangkan misalnya pengadaan bahan baku, utilitas, dan lain – lain. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik.



Gambar 1.1 Rencana Lokasi Pabrik

Sumber : google maps (2023)

- Berdasarkan pertimbangan diatas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik Asam Perasetat ini berlokasi di Solo, Jawa tengah dengan titik koordinat $7^{\circ}31'33''S$ $110^{\circ}52'29''E$. Faktor – faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Faktor primer

a. Sumber bahan baku

Sumber bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik. Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik Asam Perasetat didirikan di Solo, Jawa Tengah karena dekat dengan salah satu pabrik penghasil Asetaldehid yaitu PT. Indo Acidatam Chemical Industry dengan kapasitas 16.500 ton/tahun dan cukup dekat dengan pelabuhan di kota Semarang untuk memenuhi kebutuhan impor bahan baku lain yang dibutuhkan seperti aseton dan FeCl_3 .

b. Daerah pemasaran

Untuk memudahkan pemasaran produk, lokasi pabrik harus dekat dengan daerah pemasaran atau dekat dengan konsumen. Pabrik Asam Perasetat memiliki tujuan utama untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk kebutuhan luar negeri. Lokasi pabrik di Solo sangat strategis bila dilihat dari pemasaran, karena sebagian besar industri yang menggunakan Asam Perasetat masih terpusat di pulau Jawa, serta dekat dengan pelabuhan sehingga mempermudah transportasi keluar negeri.

c. Transportasi

Sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk dapat ditempuh melalui jalur darat maupun laut. Pelabuhan di Semarang yang cukup dekat dari Kota Solo dapat dijadikan tempat berlabuh untuk kapal yang mengangkut bahan baku maupun produk. Dengan tersedianya sarana baik darat maupun laut maka diharapkan kelancaran

kegiatan proses produksi, serta kelancaran pemasaran baik pemasaran domestik maupun internasional.

2. Faktor sekunder

a. Persediaan air dan sumber pembangkit tenaga listrik

Penyedia air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan sungai Bengawan Solo yang tentunya dapat memenuhi kebutuhan air dalam proses produksi dan penyedia tenaga listrik dipenuhi dari PLN yang akses cukup dekat dari pembangkit listrik PLN.

b. Tenaga kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan pada pabrik ini meliputi tenaga kerja terdidik, terampil maupun tenaga kasar. Tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan luar daerah.

c. Kondisi masyarakat dan lingkungan di sekitar lokasi

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi, dan lain-lain). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

d. Iklim dan kondisi tanah di daerah yang bersangkutan

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar 20 – 30 °C. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor maupun banjir besar jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

E. Analisa Pasar

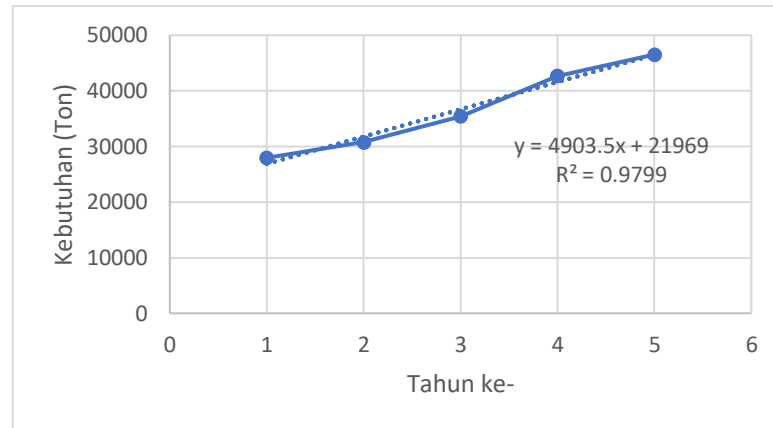
Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam merancang suatu pabrik adalah menentukan kapasitas suatu pabrik. Besarnya kapasitas pabrik pembuatan Asam Perasetat ditentukan dari besarnya kebutuhan impor dalam negeri. Data impor Asam Perasetat di Indonesia sampai saat ini dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut ini:

Tabel 1.2. Kebutuhan Asam Perasetat di Indonesia

Tahun	Ton/Tahun
2018	27.957
2019	30,798
2020	35.426
2021	42.689
2022	46.529

(Badan Pusat Statistik: Data Impor Indonesia Tahun 2018-2022)

Dari data di atas, terlihat bahwa dalam enam tahun terakhir impor PAA terus meningkat. Hal ini disebabkan belum adanya pabrik PAA di Indonesia, sehingga untuk memenuhi kebutuhan PAA diperoleh dari luar negeri. Proyeksi kebutuhan PAA dalam negeri diperoleh berdasarkan regresi linier dapat dilihat pada Gambar 1. 2.



Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Asam Perasetat di Indonesia

Untuk menghitung kebutuhan impor Asam Perasetat (PAA) maka menggunakan persamaan garis lurus :

$$y = ax + b$$

Keterangan : y = kebutuhan Asam Perasetat, ton/tahun

x = tahun ke-

b = intercept

a = gradient garis miring

Diperoleh persamaan garis lurus : $y = 4903,5x + 21969$ (ton/tahun)

Dari hasil perhitungan, diperoleh kebutuhan Asam Perasetat untuk tahun 2027 sebesar 71.004 ton/tahun. Untuk rencana tahap awal pendirian pabrik, ditetapkan berkapasitas 30.000 ton/tahun atau sekitar 50% dari total kebutuhan impor Indonesia. Hal ini didasarkan pada kapasitas pabrik PAA yang sudah ada, yaitu berkisar antara 19.000 ton/tahun yang dimiliki oleh Thai Peroxide & Company, Ltd, Thailand, sampai 90.000 ton/tahun yang dimiliki oleh Kemira Worldwid, Ltd. Dengan berdirinya pabrik Asam Perasetat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, diharapkan :

- Dapat memenuhi kebutuhan PAA dalam negeri.

Dalam industri pulp, asam perasetat sering digunakan sebagai agen bleaching sebagai pengganti klorin yang dinilai tidak ramah lingkungan. Kemendag menyebutkan kapasitas produksi pulp Indonesia tahun 2019 mencapai 6,9 juta ton per tahunnya.

Asam perasetat dapat menggantikan klorin sebagai agen *bleaching* yang lebih ramah lingkungan. Kapasitas pemakaian Asam perasetat sebagai pengganti klorin dalam proses *bleaching* di industri kertas. Data yang diambil dari www.asiapulppaper.com ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1.3 Data Pemakaian Klorin Oleh Industri Kertas di Indonesia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Riau Andalan Pulp And Paper, PT	37.950
Pindo Deli Pulp And Paper, PT	45.650
Indah Kiat Pulp And Paper, PT	37.400
Tjiwi Kimia, PT	60.000

- Dapat menggerakkan pertumbuhan industri Asetaldehid, Aseton dan FeCl_3 yang merupakan bahan baku dalam pembuatan PAA dimana sampai saat ini masih belum ada di Indonesia.
- Dapat menggerakkan pertumbuhan industri yang menggunakan PAA sebagai bahan bakunya yang selama ini belum berkembang di Indonesia.
- Dapat membuka lapangan pekerjaan.

BAB II

PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

Usaha produksi dalam pabrik kimia membutuhkan berbagai sistem proses dan sistem pemroses yang dirangkai dalam suatu sistem proses produksi yang disebut teknologi proses. Secara garis besar, sistem proses utama dari sebuah pabrik kimia adalah sistem reaksi serta sistem pemisahan dan pemurnian. Proses perubahan bahan baku menjadi produk terjadi dalam sistem reaksi. Sistem pemroses bagi sistem reaksi adalah reaktor. Sistem pemisahan dan pemurnian bertujuan agar hasil dari sistem pereaksian sesuai dengan permintaan pasar sehingga layak dijual.

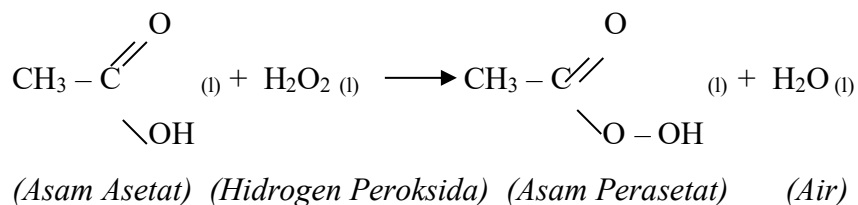
A. Jenis-Jenis Proses

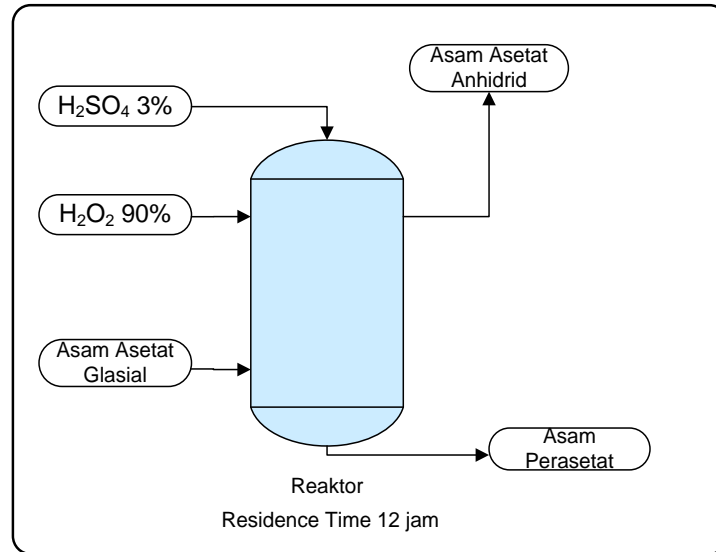
Ada beberapa proses pembuatan Asam Perasetat yang telah dilakukan yaitu:

1. *Sulphuric Acid Catalyst*

Proses ini menggunakan asam asetat glacial dan H_2O_2 sebagai bahan baku. Asam Perasetat (40%) dibuat dengan cara mencampur 1,6 mol asam asetat glacial dengan 1 mol H_2O_2 90% dengan katalis H_2SO_4 3% wt dari asam asetat. Campuran ini dibiarkan selama 12 jam untuk mencapai kesetimbangan. Asam asetat anhidrid juga bisa ditambahkan untuk mencapai kesetimbangan, tetapi perubahan zat ini akan menambah resiko terhadap reaksi, karena memungkinkan terbentuknya Diacetyl Peroxide yang bersifat eksplosif (U.S. Patent 0.677.477).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



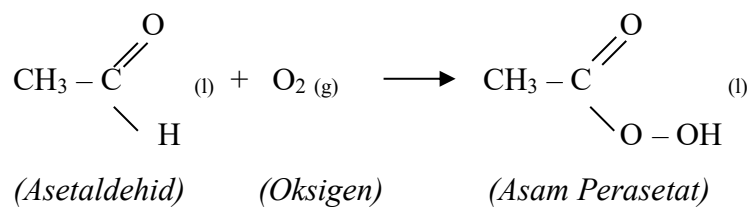


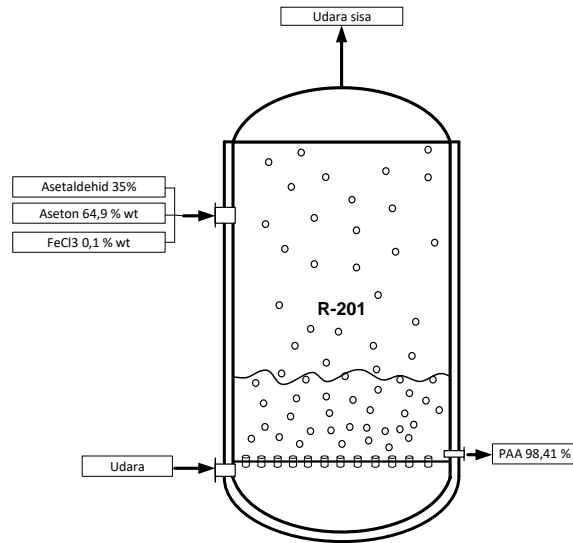
Gambar 2.1. Proses Sulphuric Acid Catalyst

2. Acetaldehyde Oxidation

Pada proses ini campuran Asetaldehid-solvent dan katalis direaksikan dengan oksigen pada suatu reaktor. Reaksi oksidasi dilakukan pada fase cair dan temperatur reaksi 60°C dan tekanan 0,3 Mpa (2,9 atm). Feed liquid terdiri dari 35% wt Asetaldehid, 0,1% wt FeCl₃ dan 64,9% wt aseton. Untuk membentuk Asam Perasetat menggunakan perbandingan Asetaldehid dengan Oksigen 1:2. Produk akan mengandung Asam Perasetat dengan konversi sebesar 98,41% (Yi Wang et al, Februari 2012).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :





Gambar.2.2. Proses *Acetaldehyde Oxidation*

B. Pemilihan Proses

Dalam pemilihan proses mempertimbangkan beberapa factor seperti bahan baku yang digunakan, suhu operasi, panas reaksi, yield, biaya bahan baku (perhitungan ekonomi kasar) dan harga pembuatan PAA/kg.

a. *Sulphuric Acid Catalyst*

Secara termodinamika reaksi sintesis asam perasetat dapat dilihat dari harga entalpi, energi gibbs dan konstanta kesetimbangannya. Diketahui pada temperatur 298 K:

Tabel 2.1 Harga ΔH°_f dan ΔG°_f masing-masing komponen

Komponen	ΔH°_f (kJ/mol)	ΔG°_f (kJ/mol)
CH ₃ COOH	-434,84	-390,2
H ₂ O ₂	-136,3	-120,42
CH ₃ COOOH	-343,1	-276
H ₂ O	-241,8	-237,14

Jika $\Delta H = (-)$ maka reaksi bersifat eksotermis Jika $\Delta H = (+)$
maka reaksi bersifat endotermis

Berdasarkan data diatas maka dapat dihitung panas pembentukan asam perasetat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta H^{\circ}_{298} &= \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan} \\ &= (\Delta H^{\circ}_f (\text{CH}_3\text{COOOH}) + \Delta H^{\circ}_f (\text{H}_2\text{O})) - ((\Delta H^{\circ}_f (\text{CH}_3\text{COOH}) + \Delta H^{\circ}_f (\text{H}_2\text{O}_2)) \\ &= ((-343,1 \text{ kJ/mol}) + (-241,8 \text{ kJ/mol})) - ((-434,84 \text{ kJ/mol}) + (-136,3 \text{ kJ/mol})) \\ &= -13,76 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, harga ΔH bernilai negatif, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut bersifat eksotermis.

Nilai energi gibbs untuk reaksi tersebut:

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ}_{298} &= \sum \Delta G^{\circ}_f \text{ produk} - \sum \Delta G^{\circ}_f \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G^{\circ}_f (\text{CH}_3\text{COOOH}) + \Delta G^{\circ}_f (\text{H}_2\text{O})) - (\Delta G^{\circ}_f (\text{CH}_3\text{COOH}) + \Delta G^{\circ}_f (\text{H}_2\text{O}_2)) \\ &= ((-276 \text{ kJ/mol}) + (-237,14 \text{ kJ/mol})) - ((-390,2 \text{ kJ/mol}) + (-120,42 \text{ kJ/mol})) \\ &= -2,56 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Nilai ΔG° yang didapatkan negatif, sehingga reaksi diprediksi dapat berjalan secara spontan.

b. Acetaldehyde Oxidation

Diketahui konversi = 98,41% (Yi Wang et al, Februari 2012)

Rasio antara Asetaldehid dan Oksigen 1:2 (Yi Wang et al, Februari 2012)

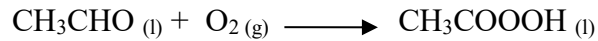
- **Pemilihan proses meninjau dari panas reaksi (ΔH_{rx})**

Data dari : Perry's Chemical Engineering Handbook diperoleh :

ΔH_f pada 25 °C :

$\Delta H_f \text{CH}_3\text{CHO}$	= -166 kJ/mol
$\Delta H_f \text{CH}_3\text{COOH}$	= -483,5 kJ/mol
$\Delta H_f \text{CH}_3\text{CHOOO}$	= -481,64 kJ/mol
$\Delta H_f \text{H}_2\text{O}_2$	= -136,3 kJ/mol
$\Delta H_f \text{H}_2\text{O}$	= -285,83 kJ/mol

Reaksi :



$$\Delta H_{\text{rx}} = (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}})_{298}$$

$$\Delta H_{298} = (\Delta H_{298}\text{CH}_3\text{COOOH}) - (\Delta H_{298}\text{CH}_3\text{CHO} - \Delta H_{298}\text{O}_2)$$

$$\Delta H_{298} = [-481,64] - [(-166) - 0] \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{298} = -315,64 \text{ kJ/mol}$$

ΔH_f hasil perhitungan bernilai negatif yaitu $-315,64 \text{ KJ/mol}$, ini menunjukkan reaksi terjadi secara eksoterm (menghasilkan panas)

- **Pemilihan proses meninjau dari energi Gibbs (ΔG°).**

Data dari : Perry's Chemical Engineering Handbook diperoleh :

ΔG° pada 25°C :

$$\Delta G^\circ \text{CH}_3\text{CHO} = -133,56 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta G^\circ \text{O}_2 = - \text{kJ/kmol}$$

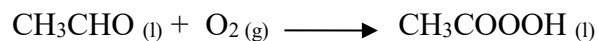
$$\Delta G^\circ \text{CH}_3\text{COOH} = -311,71 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta G^\circ \text{CH}_3\text{CHOOO} = -404,78 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta G^\circ \text{H}_2\text{O}_2 = -324,55 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta G^\circ \text{H}_2\text{O} = -228,8 \text{ kJ/mol}$$

Reaksi :



$$\Delta G^\circ (25^\circ\text{C}) = \Delta G^\circ \text{ produk} - \Delta G^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta G^\circ = (\Delta G^\circ \text{CH}_3\text{CHOOO}) - (\Delta G^\circ \text{CH}_3\text{CHO} - \Delta G^\circ \text{O}_2)$$

$$\Delta G^\circ = [-133,56] - [(-404,78) - 0] \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ = -271,22 \text{ kJ/mol}$$

ΔG hasil perhitungan bernilai negatif yaitu $-271,22 \text{ KJ/mol}$, ini menunjukkan reaksi berlangsung secara spontan.

Tabel 2.2 Perbandingan proses pembuatan asam perasetat

Parameter	Proses 1	Proses 2
Bahan Baku	Asam asetat dan hidrogen peroksida	Asetaldehid dan oksigen
Kondisioperasi	45 – 65 °C dan 1 atm	60 °C dan 2,9 atm
Fase	Cair – Cair	Gas – Cair
Reaktor	RATB	Bubble Reactor
Konversi	55,3%	98,41 %
Katalis	Asam Sulfat	Besi klorida
Bahan Tambahan	-	Aseton
Panas reaksi (ΔH_{rx})	-eksoterm (menghasilkan panas)	-eksoterm (menghasilkan panas)
Energi Gibbs (ΔG°).	- reaksi berlangsung secara spontan	- reaksi berlangsung secara spontan

Dari dua jenis proses pembuatan Asam Perasetat yang telah dikenal yaitu:

1. Proses pembuatan Asam Perasetat dengan bahan baku Hidrogen Peroksida dan Asam Asetat.
2. Proses pembuatan Asam Perasetat dengan bahan baku Asetaldehid dan Oksigen.

Proses pembuatan Asam Perasetat dengan bahan baku Hidrogen Peroksida dan Asam Asetat merupakan proses yang lebih dahulu dikenal, tetapi proses ini larutan Asam Perasetat yang dihasilkan akan mengandung Asam Asetat dalam jumlah relatif besar, sedangkan proses pengambilan Asam Perasetat dari larutan tersebut merupakan proses yang sangat sulit dan berbahaya.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka dipilih proses kedua yaitu proses oksidasi dengan bahan baku Asetaldehid dan Oksigen.

Alasan pemilihan proses tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Proses Oksidasi ini aman digunakan karena mengkondisikan Oksigen dan Asetaldehid tidak dapat meledak dan reaktor yang digunakan tidak dapat meledak dengan mengoperasikan dibawah batas sifat ledak Oksigen.
- b. Konversi produk lebih besar yaitu 98,41 %.
- c. Dari segi ekonomi bahan baku proses ini membutuhkan bahan baku yg relatif lebih murah karena oksigen berasal dari udara.

C. Uraian Proses

Proses pembuatan asam perasetat dari asetaldehid dan oksigen dengan proses oksidasi menggunakan bahan penunjang acetone dan FeCl_3 dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

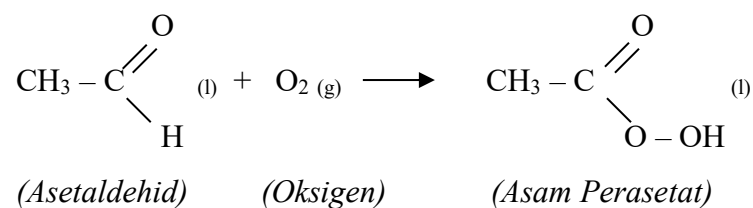
1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada tahap awal ini adalah persiapan bahan baku. Bahan baku utama adalah asetaldehid dan oksigen. Asetaldehid dari PT. Acidatama dan Aseton dari (T-101) dipompakan ke Mixing Point (MP-101). Keluaran (MP-101) dan FeCl_3 dari (T-102) dimasukkan ke dalam Mixing Point (MP-102). Aliran yang keluar dari (MP-102) merupakan Feed Liquid. Sebelum diumpankan ke dalam Reaktor (R-201), Feed Liquid tersebut dipanaskan dalam Heater (H-101), lalu dialirkan ke (R-201). Feed gas oksigen diumpankan menggunakan Kompresor (K-101) dari bagian samping Reaktor.

2. Proses Pembuatan Asam Perasetat

Bahan baku yang dimasukkan ke dalam Reaktor dengan tipe reaktor gelembung, terjadi reaksi antara Asetaldehid dan Oksigen dalam media reaksi dengan FeCl_3 yang sudah tercampur didalamnya sehingga menghasilkan Asam Parasetat. Reaktor yang dioperasikan, pada tekanan 0,3 Mpa dan temperatur 60°C .

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



3. Tahap Pemurnian dan Pemisahan Produk

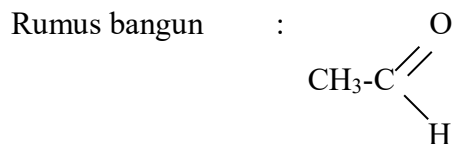
Liquid yang keluar dari Reaktor bagian bawah dipanaskan dengan Heater (301), sedangkan udara sisa keluar melalui atas Reaktor. Kemudian liquid diumpankan ke Distilasi Coloumn (DC-301) untuk memisahkan asetaldehid dan aseton. Produk yang keluar dari bagian atas Distilasi adalah uap yaitu Aseton dan Asetaldehid sisa. Lalu uap terkondensasi kembali dengan menggunakan Condenser Partial (CP-301), kemudian ditampung di dalam Accumulator (AC-301) selanjutnya dialirkan ke Mixing Point (MP-101), dengan menggunakan pompa. Sedangkan Asam Perasetat dan FeCl_3 dialirkan dari bagian bawah Distilasi dalam bentuk liquid ke Cooler (CO-401) untuk didinginkan kemudian masuk ke Dissolving Tank (DT-401) untuk ditambahkan air dari utilitas agar produk memiliki kemurnian yang diharapkan yaitu 35%.

BAB III
SPEKIFIKASI BAHAN DAN PRODUK

A. Bahan Baku Utama

1. Asetaldehid

Rumus molekul : CH₃CHO atau C₂H₄O



Nama lain : Acetic aldehyde, Ethanal, Ethyl aldehyde

Berat molekul : 44,05 kg/kmol

Fase : Cairan

Warna : Tak berwarna

Kemurnian : 99 % C₂H₄O dan 1% H₂O

Viscositas (μ) : 0,2031 Pada 30 °C

Densitas : 769,3443 kg/m³ pada 30 °C

Titik didih : 20,2 °C

Titik beku : -123,5 °C



MSDS :

Hazard statement : H224 : Cairan dan uap yang sangat mudah terbakar

H224 : Cairan dan uap yang sangat mudah terbakar

H225 : Cairan dan uap yang sangat mudah terbakar

H302 : Berbahaya jika tertelan

H319 : Menyebabkan iritasi mata yang serius
 H335 : Dapat menyebabkan iritasi pernapasan
 H336 : Dapat menyebabkan kantuk atau pusing
 H351 : Diduga menyebabkan kanker

2. Udara

Udara memiliki komposisi 79% N₂ dan 21% O₂ dengan spesifikasi sebagai berikut :

- **Oksigen**

Rumus molekul : O₂
 Rumus Bangun : O=O
 Nama Lain : Dioxygen, Liquid-Oxygen; Molecular Oxygen; Pure Oxygen
 Berat molekul : 32,00 kg/kmol
 Fase : Gas
 Warna : Tak berwarna
 Liquid Density : 1,149 g/ cm³ (pada 90,0 K)
 Viscositas (μ) : $10^{85,68 \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{51,50}\right)}$ (T dalam Kelvin)
 Titik didih : -183 °C
 Titik Beku : -218 °C



MSDS :
Hazard Statement : H270 : Dapat menyebabkan atau memperparah kebakaran; oksidator

- **Nitrogen**

Rumus molekul : N₂
 Rumus bangun : N ≡ N
 Nama lain : Liquid Nitrogen
 Berat molekul : 28 kg/kmol
 Fase : Gas

Warna	: Tidak berwarna
Densitas	: 1,251 g/L
Viskositas (μ)	: 22,2 at 400 $^{\circ}$ K
Titik didih	: 196 $^{\circ}$ C
Titik beku	: -210 $^{\circ}$ C



MSDS	:
Hazard statement	: H280 : Berisi gas dibawah tekanan; dapat meledak jika dipanaskan

B. Bahan Baku Penunjang

1. Aseton

Rumus molekul	: CH_3COCH_3 atau $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$
Rumus bangun	: $\text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3$ $\quad \quad \quad \parallel$ $\quad \quad \quad \text{O}$
Nama lain	: Propanon, Dimetil Keton
Berat molekul	: 58,08 kg/kmol
Fase	: Cair (30 $^{\circ}$ C, 1 atm)
Warna	: Bening
Kemurnian	: 99,5 % aseton dan 0,5% air
Viscositas (μ)	: 0,2938 cp pada 30 $^{\circ}$ C
Densitas	: 780,5876 kg/m 3 pada 30 $^{\circ}$ C
Titik didih	: 56,5 $^{\circ}$ C



MSDS	:
<i>Hazard statement</i>	: H225 : Cairan dan uap yang sangat mudah terbakar H319 : Menyebabkan iritasi mata yang serius H336 : Dapat menyebabkan kantuk atau pusing

2. Besi Klorida

Rumus molekul	: FeCl_3
Rumus bangun	: $\text{Cl} - \text{Fe} - \text{Cl}$ $\quad \quad \quad \downarrow$ $\quad \quad \quad \text{Cl}$
Nama lain	: Molysite
Berat molekul	: 162,22 kg/kmol
Fase	: Cair
Kemurnian	: 98,5% FeCl_3 dan 1,5% air
Densitas	: 2.809,5995 kg/m^3 pada 30 °C
Viscositas (μ)	: 1,27 cp pada 30 °C
Titik didih	: 316 °C
Titik beku	: 306 °C



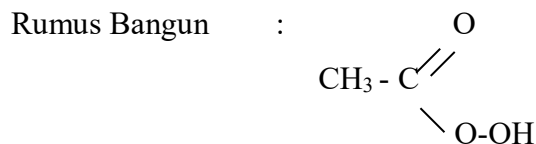
MSDS :

Hazard statement : H226 : Cairan dan uap yang mudah terbakar
 H290 : Mungkin korosif terhadap logam
 H302 : Berbahaya jika tertelan
 H314 : Menyebabkan kulit terbakar parah dan kerusakan mata
 H315 : Menyebabkan iritasi kulit
 H318 : Menyebabkan kerusakan mata yang serius
 H335 : Dapat menyebabkan iritasi pernapasan
 H411 : Beracun bagi kehidupan perairan dengan efek jangka panjang

C. Produk

1. Asam Perasetat (Peracetic Acid)

Rumus molekul : CH_3COOOH atau $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$



Nama Lain : Acetic Peroxide, Acetyl hydroperoxide, Peroxyacetic acid, Acide peracetique.

Berat molekul : 76,05 kg/kmol

Fase : Cairan

Warna : Tak berwarna

Kemurnian : 35% wt

Densitas : 1.058,3487 kg/m³ pada 30 °C

Viscositas (μ) : 0,8922 cp pada 30 °C

Titik didih : 110 °C

Titik beku : 0,1 °C



MSDS :

Hazard statements : H226 : Cairan dan uap yang mudah terbakar

H242 : Pemanasan dapat menyebabkan kebakaran

H302 : Berbahaya jika tertelan

H312 : Berbahaya jika terkena kulit

H314 : Menyebabkan kulit terbakar parah dan kerusakan mata

H332 : Berbahaya jika terhirup

H400 : Sangat beracun bagi kehidupan perairan

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

A. Neraca Massa

Perhitungan neraca massa dan energi dilakukan dengan basis perhitungan dan data konversi seperti dibawah ini :

Kapasitas	: 30.000 ton/tahun
Operasi	: 330 hari/th, 24 jam/hari
Proses	: kontinyu
Basis	: 1 jam
Bahan baku	: Asetaldehid dan Oksigen
Produk	: Asam Perasetat

- Kapasitas (K) =

$$\frac{30.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{24 \text{ jam}}{\text{hari}}$$

$$= 3787,8788 \text{ kg/jam} = 49,8077 \text{ kmol/jam}$$

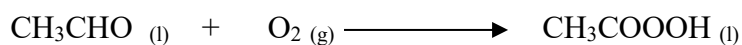
- Asam perasetat dengan kemurnian 35% wt.

$$\text{Asam perasetat } 35\% = 3787,8788 \text{ kg/jam} \times 0,35$$

$$= 1325,7576 \text{ kg/jam}$$

$$= 17,4327 \text{ kmol/jam}$$

Untuk menghasilkan 1325,7576 kg/jam, asetaldehid yang dibutuhkan didapat dengan cara :



$$P = C_{A0} \times X_A$$

Dimana : P = Produk (asam perasetat)

C_{Ao} = Konsentrasi asetaldehid mula-mula

X_A = konversi

$$17,4327 \text{ kmol/jam} = C_{Ao} \times 0,9841$$

$$\begin{aligned} C_{Ao} &= \frac{17,4327 \text{ kmol/jam}}{0,9841} \\ &= 17,7143 \text{ kmol/jam} \\ &= 1.347,18 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

1. Mix Point 01 (MP-101)

Tabel 4.1. Neraca massa MP-101

Komponen	Input			Output
	F1	F2	F15	F3
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Asetaldehid		767,9109	12,4071	780,3179
Aseton	1,4469		1.445,4854	1.446,9324
Air	0,0073	7,7567	0,007805	7,7718
Total	1,4542	775,6675	1.457,9003	
		2.235,0220		2.235,0220

2. Mix Point 02 (MP-102)

Tabel 4.2. Neraca massa MP-102

Komponen	Input		Output
	F3	F4	F5
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Asetaldehid	780,3179		780,3179
Aseton	1.446,9324		1.446,9324
Air	7,7717	0,0339	7,8057
FeCl ₃		2,2295	2,2295
Total	2.235,0220	2,2634	
	2.237,2854		2.237,2854

3. Reaktor (R-201)

Tabel 4.3. Neraca massa R-201

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)		Massa tergenerasi (kg/jam)
	F7	F8	F10	F9	
Nitrogen	0	4.264,9450		4.264,9450	0
Oksigen	0	1.133,7195		575,8728	0
Asetaldehid	780,3179	0	12,41		0
Aseton	1446,9324	0	1446,9324		0
Air	7,805	0	7,8057		0
PAA			1.325,76		1.325,76
FeCl3	2,2294		2,2294		0
Total	2.237,2854	5.398,6645	2.795,1321	4840,8178	1.325,76
	7.635,9500		7.635,9500		

4. DISTILLATION COLUMN - 301 (DC-301)

Tabel 4.4. Neraca massa DC-301

Komponen	Masuk DC-301 (F12)		Keluar DC-301			
	kmol/jam	kg/jam	Produk Atas (F13)		Produk Bawah (F16)	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
Asetaldehid	0,2817	12,4071	0,2817	12,4071	0,0000	0,0000
Aseton	24,9127	1.446,9324	24,8878	1.445,4854	0,0249	1,4469
Air	0,4337	7,8057	0,0004	0,0078	0,4332	7,7979
PAA	17,4327	1.325,7576	0,0000	0,0000	17,4327	1325,7576
Fecl3	0,0137	2,2295	0,0000	0,0000	0,0137	2,2295
Total	43,0745	2.795,1322	25,1699	1.457,9003	17,9046	1.337,2319
(kg/jam)	2.795,1322		2.795,1322			

5. *Condensor Partial- 301 (CP-301)*

Tabel 4.5. Neraca massa CP-301

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	V	L	D
Asetaldehid	17,8605	5,4534	12,4071
aseton	2.080,8351	635,3497	1.445,4854
air	0,0112	0,0034	0,0078
PAA	0,0000	0,0000	0,0000
Fecl3	0,0000	0,0000	0,0000
Total	2.098,7068	640,8065	1.457,9003
	2.098,7068	2.098,7068	

6. *Reboiler (RB-301)*

Tabel 4.6. Neraca massa RB-301

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	L_i^*	B_i^*	V_i^*
asetaldehid	0,0000	0,0000	0,0000
aseton	4,3751	1,4469	2,9281
air	23,5783	7,7979	15,7804
PAA	4.008,6658	1.325,7576	2.682,9082
Fecl3	6,7412	2,2295	4,5118
Total	4.043,3604	1.337,2319	2.706,1285
	4.043,3604	4.043,3604	

7. *Disolving Tank (DT-401)*

Tabel 4.7. Neraca massa DT-401

Komponen	Input		Output
	F19	F20	F21
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Asetaldehid	0,0000		0,0000
Aseton	1,4469		1,4469
Air	7,7979	2450,6469	2.458,4448
PAA	1.325,7576		1.325,7576
FeCl ₃	2,2294		2,2295
Total	1.337,2318	2.450,6469	
	3.787,8788		3.787,8788
	5681,8181		

B. Neraca Energi

Dari hasil perhitungan neraca massa selanjutnya dilakukan perhitungan neraca energi. Perhitungan neraca energi didasarkan pada :

Basis waktu : Jam

Satuan panas : kJ

Temperatur referensi : 25 °C (298,15 K)

Neraca Energi:

$$\{(Energi\ masuk) - (Energi\ keluar) + (Generasi\ energi) - (Konsumsi\ energi)\} = \{Akumulasi\ energi\} \quad (\text{Himmelblau, ed.6, 1996})$$

1. Mix Point 1 (MP-101)

Tabel 4.8. Neraca Energi MP-101

Qin		Qout	
Keterangan	kJ/jam	Keterangan	kJ/jam
Q1	7.963,9448	Q3	113.855,5566
Q2	16,0938		
Q15recycle	105.037,1581		

Total	113.855,5566	113.855,5566
--------------	---------------------	---------------------

2. Mix Point 2 (MP-102)

Tabel 4.9. Neraca Energi MP-102

Qin		Qout	
Keterangan	kJ/jam	Keterangan	kJ/jam
Q3	113.855,556	Q5	115.179,0853
Q4	1.323,529		
Total	115.179,0853	Total	115.179,0853

3. Heater 1 (HE-101)

Tabel 4.10. Neraca Energi HE-101

Qin		Qout	
Keterangan	kJ/jam	Keterangan	kJ/jam
Q5	115.179,0853	Q6a	182.843,7961
Qs in	84.051,3871	Qs out	16.386,6763
Total	199.230,4724	Total	199.230,4724

4. Kompresor (K-101)

Tabel 4.11. Neraca Energi K-101

Panas masuk		Panas keluar	
Komponen	KJ/jam	Komponen	KJ/jam
N ₂	22.193,003	N ₂	156.048,362
O ₂	5.202,892	O ₂	36.818,394
Beban kompresi	165.470,861		
Total	192.866,756	Total	192.866,756

5. Reaktor (R-201)

Tabel 4.12. Neraca Energi R-201

Panas Masuk (kJ/jam)		Panas Keluar (kJ/jam)	
Q_{in}	374657,874	Q_{out}	397964,4464
Q_{reaksi}	5595694,519	Q_{remove}	5572387,9468
Total	5970352,3932		5970352,3932

6. EXPANDER VALVE (EV-301)

Tabel 4.13. Neraca Energi EV-301

Qmasuk		Qkeluar	
Q_{in}	kJ/jam	Q_{out}	kJ/jam
Q10	224082,039	Q11	224102,639
		Beban Ekspansi	-20,599
Total	224082,039		224082,039

7. Heater (HE-301)

Tabel 4.14. Neraca Energi HE-301

Qin		Qout	
Keterangan	kJ/jam	Keterangan	kJ/jam
Q	224101,2592	Q	292746,3267
$Q_{s in}$	85.266,6770	$Q_{s out}$	16.623,6094
Total	309.369,9362		309.369,9362

8. Distillation Column (DC-301)

Tabel 4.15. Neraca Energi DC-301

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q (umpan)	292746,3267	Q (distilat)	105.770,482
		Q (bottom)	279.073,951
$Q_{pendingin in}$	288.881,718	$Q_{pendingin out}$	1.153.397,855
$Q_{steam in}$	1.188.281,943	$Q_{steam out}$	231.667,700

TOTAL	1.769.909,988	1.769.909,988
--------------	----------------------	----------------------

9. Cooler (CO-401)

Tabel 4.16. Neraca Energi CO-401

Panas masuk (kJ/jam)		Panas keluar (kJ/jam)	
Q_{in}	279075,4608	Q_{in}	279075,4608
Q_{wi}	88196,07138	Q_{wi}	88196,07138
Q_{total}	367271,5322	Q_{total}	367271,5322

10. Dissolving Tank (MT-401)

Tabel 4.17. Neraca Energi MT-401

Q_{in}		Q_{out}	
Keterangan	kJ/jam	Keterangan	kJ/jam
Q_{19}	15137,23925	Q_{19}	15137,23925
Q_{20}	51391,61942	Q_{20}	51391,61942
Total	66528,86	Total	66528,86

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

A. Peralatan Proses

1. Tangki Penyimpanan Aseton (ST-101)

Tabel 5.1. Tangki Penyimpanan Aseton (ST-101)

Alat	Tangki Penyimpanan Aseton
Kode	ST-101
Fungsi	Menyimpan Aseton dengan kapasitas 1.047,0311 kg
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>torispherical</i>
Kapasitas	1,7297 m ³
Dimensi	Diameter <i>shell</i> (D) = 10 ft Tinggi <i>shell</i> (Hs) = 7 ft Tebal <i>shell</i> (t _s) = 1,000 in Tinggi atap = 2,0996 ft Tebal <i>head</i> = 1,875 in Tinggi total = 9,0996 ft
Tekanan Desain	16,3902 psi
Bahan	<i>Stainless steel</i> SA 167 Grade 11 type 316
Jumlah	Satu

2. Tangki Penyimpanan FeCl₃ (ST-102)

Tabel 5.2. Tangki Penyimpanan FeCl₃ (ST-102)

Alat	Tangki Penyimpanan FeCl ₃
Kode	ST-102
Fungsi	Menyimpan FeCl ₃ dengan kapasitas 1.629,6705 kg
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>torispherical</i>

Kapasitas	25,1822 m ³
Dimensi	Diameter <i>shell</i> (D) = 10 ft
	Tinggi <i>shell</i> (Hs) = 10 ft
	Tebal <i>shell</i> (t _s) = 0,8750 in
	Tinggi atap = 2,0579 ft
	Tebal <i>head</i> = 1,375 in
	Tinggi total = 12,0579 ft
	Tekanan Desain 16,5152 psi
Bahan	<i>Stainless steel</i> SA 167 Grade 11 type 316
Jumlah	Satu

3. Heater (HE-101)

Tabel 5.3. Heater (HE-101)

Alat	<i>Heater-101</i>
Kode	HE – 101
Fungsi	Menaikan temperatur keluaran Mix Point (MP-102) dari 47,37 °C menjadi 60°C.
Bentuk	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Dimensi pipa	<i>Annulus:</i>
	IPS = 2 in
	Sch. No. 40
	OD = 2,38 in
	ID = 2,067 in
	<i>Inner pipe:</i>
	IPS = 1,25 in
	Sch. No. 40
	OD = 1,66 in
	ID = 1,38 in
	Jumlah <i>hairpin</i> = 1 buah
	Panjang 1 pipa = 8 ft
	ΔP , <i>annulus</i> = 0,0052 psi
	ΔP , <i>inner pipe</i> = 0,1235 psi
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	1 buah

4. Kompresor (K-101)

Tabel 5.4. Kompresor (K-101)

Fungsi	Menaikkan tekanan aliran udara sebagai umpan Reaktor-201
Kode Alat	K-101
Tipe	<i>Compresor centrifugal</i>
Power Motor	2,07 Hp

5. Blower (BP-101)

Tabel 5.5. Blower (BP-101)

Fungsi	Mengalirkan gas menuju <i>kompresor</i>
Kode Alat	BP-101
Tipe	<i>Centrifugal Blower</i>
Power Motor	8 hP

6. Reaktor (RE-201)

Tabel 5.6. Reaktor (RE-201)

Alat	Reaktor (RE-201)	
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi antara larutan asetaldehid dan oksigen menghasilkan asam perasetat	
Bentuk	<i>Bubble column</i> dengan <i>head</i> berbentuk <i>Torispherical head</i> . yang dilengkapi dengan jaket pendingin dengan media pendingin berupa air pendingin.	
Kapasitas	3,005 m ³	
Dimensi	Diameter <i>shell</i> (D)	= 144 in
	Tinggi <i>shell</i> (Z)	= 216 in
	Tebal <i>shell</i> (t _s)	= 0,5 in
	Tebal <i>head</i> (t _h)	= 0,3 in

<i>Sparger</i>	<i>Triangular pitch</i> $d_o = 0,7 \text{ cm}$
<i>Distributor</i>	$d_o = 0,1 \text{ cm}$
Tekanan desain	2,9 atm
Bahan konstruksi	AISI tipe 405

7. Expander Valve (EV-301)

Tabel 5.7. Expander Valve (EV-301)

Alat	Exspander Valve 301
Kode	EV-301
Fungsi	Untuk menurunkan tekanan liquid keluaran reaktor
Kapasitas	2795,13 kg/jam
Diameter valve	0,0351 m
Bahan	<i>Stainless steel (austenitic)</i> AISI tipe 316
Jumlah	Satu

8. Heater (HE- 301)

Tabel 5.8. Heater (HE-301)

Alat	<i>Heater-301</i>
Kode	HE – 301
Fungsi	Menaikan temperatur keluaran Reaktor-201 (RE-201) dari 60°C menjadi 70,2894°C.
Bentuk	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Dimensi pipa	<i>Annulus:</i>
	IPS = 2 in
	Sch. No. 40
	OD = 2,38 in
	ID = 2,067 in
	<i>Inner pipe:</i>
	IPS = 1,25 in
	Sch. No. 40
	OD = 1,66 in
	ID = 1,38 in

	Jumlah <i>hairpin</i>	= 1 buah
	Panjang 1 pipa	= 8 ft
	ΔP , <i>annulus</i>	= 0,0054 psi
	ΔP , <i>inner pipe</i>	= 0,1646 psi
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>	
Jumlah	1 buah	

9. Distilasi Coulumn (DC-301)

Tabel 5.9. Distilasi Coulumn (DC-301)

Alat	<i>Distillation Column</i>	
Kode	DC-301	
Fungsi	Memisahkan komponen yang keluar dari reaktor atas dasar perbedaan titik didih dengan laju umpan 2.795,132 kg/jam	
Jenis	<i>Plate tower (sieve tray)</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel</i> AISI tipe 316	
Dimensi	D kolom	: 0,8 m
	Tinggi	: 9,64 m
	Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
	Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
	Jumlah <i>tray</i>	: 21 buah
	Tebal <i>tray</i>	: 0,003 m
	Diameter <i>hole</i>	: 0,005 m
	Jumlah <i>hole</i>	: 1946 buah
Jumlah	1 buah	

10. Condensor (CD-301)

Tabel 5.10. Condensor (CD-301)

Alat	<i>Condensor-301</i>
Kode	CD – 301
Fungsi	Mengkondensasikan produk atas distilasi (DC-301)
Bentuk	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Δt_{LMTD}	33,8279 °F

Luas, A	318,006 ft ²
Dimensi pipa	<i>Shell:</i>
	ID = 12 in
	B = 12 in
	Lewatan = 1
	N+1 = 20
	ΔP_s = 0,0068 psi
	<i>Tube:</i>
	Jumlah = 81
	Panjang = 20 ft
	BWG = 16
	OD = 0,75 in
	ID = 0,62 in
	<i>Pitch</i> = 1 in <i>square pitch</i>
	Lewatan = 2
	ΔP_t = 0,7931 psi
<i>Clean Overall Coefficient, U_c</i>	197,5978 Btu/jam ft ² .°F
<i>Design Overall Coefficient, U_D</i>	96,2741 Btu/jam ft ² .°F
<i>Dirt Factor , R_d</i>	0,0053 hr ft ² °F/ Btu
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 A ISI tipe 316</i>
Jumlah	1 Buah

11. Reboiler (RB-301)

Tabel 5.11. Reboiler (RB-301)

Alat	<i>Reboiler</i>
Kode	RB-301
Fungsi	Menguapkan produk bawah DC-301
Bentuk	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>

Dimensi	<i>Shell</i> (produk bawah DC-301)	<i>Tube (steam)</i>
pipa	ID : 12 in	<i>Number</i> : 68
	<i>Baffle space</i> : 4 in	<i>Length</i> : 20 ft
	<i>Passes</i> : 2	OD : 0,75 in
	ΔP_s : 0,2295 psi	BWG : 16
	(Max : 10 psi)	<i>Pitch</i> : 1 in square <i>pitch</i>
		<i>passes</i> : 4
		ΔP_t : 0,2240 psi
		(Max : 2 psi)
	A : 243,4804 ft ²	
	Uc : 205,4891 btu/jam ft ² .°F	
	Ud : 136,8031 btu/jam ft ² .°F	
	Rd : 0,0024 (diperlukan : 0,003)	
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 A ISI tipe 316</i>	
Jumlah	1 buah	

12. Accumulator (ACC-301)

Tabel 5.12. ccumulator (ACC-301)

Alat	<i>Accumulator</i>
Kode	ACC – 301
Fungsi	Menampung sementara cairan yang keluar dari DC-301
Jenis	Tangki silinder dengan tutup <i>torispherical</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	46,5204 ft ³
Dimensi	OD : 2,7188 ft
	L _{total} : 9,3320 ft
	Tebal <i>shell</i> : 0,3125 in
	Tebal <i>head</i> : 0,3125 in
Jumlah	1 buah

13. Cooler (CO- 401)

Tabel 5.13. Cooler (CO-401)

Alat	<i>Cooler-401</i>
Kode	CO – 401
Fungsi	Menurunkan temperatur keluaran bottom Distilasi Column (DC-301) dari 109,815 °C menjadi 30°C.
Bentuk	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Dimensi pipa	<i>Annulus:</i>
	IPS = 4 in
	Sch. No. 40
	OD = 4,5 in
	ID = 4,026 in
	<i>Inner pipe:</i>
	IPS = 3 in
	Sch. No. 40
	OD = 3,5 in
	ID = 3,068 in
	Jumlah <i>hairpin</i> = 4 buah
	Panjang 1 pipa = 20 ft
	$\Delta P, \textit{annulus}$ = 0,8213 psi
	$\Delta P, \textit{inner pipe}$ = 0,017 psi
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	1 buah

14. *Disolving Tank* (MT-401)

Tabel 5.14. *Disolving Tank* (MT-401)

Alat	<i>Disolving Tank</i>
Kode	DT-401
Fungsi	Mencampurkan produk bawah DC-301 dengan air
Jenis	<i>vessel</i> vertikal dengan tutup <i>torispherical</i> berpengaduk
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel (austenitic)</i> AISI tipe 316
Kapasitas	191,6787 ft ³

Dimensi Vessel:	- ID : 77,5 in = 6,4583 ft = 1,9685m - OD: 78 in = 6,5 ft - ts : 0,25 in - H : 61,3811 in = 5,1151 ft = 1,5591 m - H _L : 58,8905 in = 4,9075 ft = 1,4958 m
Pengaduk:	Jenis = <i>propeller</i> Jumlah = 1 Daya = 0,5 hP
Jumlah	1 Buah

15. Tangki Penyimpanan produk (ST-103)

Tabel 5.15. Tangki Penyimpanan produk (ST-103)

Alat	Tangki Penyimpanan Produk
Kode	ST-103
Fungsi	Menyimpan CH ₃ CO ₃ H dengan kapasitas 2.727.272,7273 kg
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>torispherical</i>
Kapasitas	6.077,8510 m ³
Dimensi	Diameter <i>shell</i> (D) = 70 ft Tinggi <i>shell</i> (Hs) = 48 ft Tebal <i>shell</i> (t _s) = 1,500 in Tinggi atap = 12,2181 ft Tebal <i>head</i> = 1,375 in Tinggi total = 60,2182 ft
Tekanan Desain	28,1058 psi
Bahan	<i>Stainless steel</i> SA 167 Grade 11 type 316
Jumlah	Satu

16. POMPA 102 (P-102)

Tabel 5.16. Spesifikasi Pompa (P-102)

Fungsi	mengalirkan aseton sebanyak 1.047,0311 kg/jam ke ST-102
--------	---

Fungsi	mengalirkan FeCl_3 ke ST-103
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>
Kondisi Operasi	Temperatur : 30 °C Tekanan : 1 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Debit	0,638040232144 m ³ /jam = 2,8091848 gpm
Dimensi	NPS : 0,125 in Panjang pipa (Le) : 10 m Beda ketinggian (Δz) : 2 m Jumlah <i>elbow</i> , 90° : 3 buah Jumlah <i>valve</i> : 1 buah jenis <i>valve globe</i> 2 buah jenis <i>Gate valve fully open</i>
Power	0,5 hp
Jumlah	1 buah

19. POMPA 105 (P-105)

Tabel 5.19. Spesifikasi Pompa (P-105)

Fungsi	mengalirkan FeCl_3 ke MP-102
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>
Kondisi Operasi	Temperatur : 30 °C Tekanan : 1 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Debit	0,000886 m ³ /jam = 0,0039 gpm
Dimensi	NPS : 0,125 in Panjang pipa (Le) : 10 m Beda ketinggian (Δz) : 2 m Jumlah <i>elbow</i> , 90° : 3 buah Jumlah <i>valve</i> : 1 buah jenis <i>valve globe</i>

2 buah jenis *Gate valve fully open*

Power	0,5 hp
Jumlah	2 buah

20. POMPA 106 (P-106)

Tabel 5.20. Spesifikasi Pompa (P-106)

Fungsi	Mengalirkan dan menaikkan tekanan dari HE
Jenis	<i>radial flow impeller, sentrifugal, 1 stage pump</i>
Kondisi Operasi	Temperatur : 60 °C Tekanan : 1 atm ke 2,9 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Debit	3,3343 m ³ /jam = 0,0039 gpm
Dimensi	NPS : 1 in Panjang pipa (Le) : 10 m Beda ketinggian (Δz) : 2 m Jumlah <i>elbow</i> , 90° : 2 buah Jumlah <i>valve</i> : 1 buah jenis <i>valve globe</i> 1 buah jenis <i>Gate valve fully open</i>
Power	0,5 hp
Jumlah	2 buah

21. POMPA 201 (P-201)

Tabel 5.21. Spesifikasi Pompa (P-201)

Fungsi	mengalirkan keluaran Reaktor-201 ke HE-301
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>
Kondisi Operasi	Temperatur : 60 °C Tekanan : 2,9 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Debit	2,1686 m ³ /jam = 9,5480 gpm

Dimensi	NPS	: 0,375 in
	Panjang pipa (Le)	: 10 m
	Beda ketinggian (Δz)	: 2 m
	Jumlah <i>elbow</i> , 90°	: 3 buah
	Jumlah <i>valve</i>	: 1 buah jenis <i>valve globe</i> 2 buah jenis <i>Gate valve fully open</i>
Power	0,5 hp	
Jumlah	2 buah	

22. POMPA 202 (P-202)

Tabel 5.22. Spesifikasi Pompa (P-202)

Fungsi	mengalirkan keluaran HE-301 ke DC-301	
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kondisi Operasi	Temperatur : 70,28 °C Tekanan : 1 atm	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Debit	2,2073 m ³ /jam = 9,7182 gpm	
Dimensi	NPS	: 0,5 in
	Panjang pipa (Le)	: 10 m
	Beda ketinggian (Δz)	: 2 m
	Jumlah <i>elbow</i> , 90°	: 3 buah
	Jumlah <i>valve</i>	: 1 buah jenis <i>valve globe</i> 2 buah jenis <i>Gate valve fully open</i>
Power	0,5 hp	
Jumlah	2 buah	

23. POMPA 301 (P-301)

Tabel 5.23. Spesifikasi Pompa (P-301)

Fungsi	mengalirkan keluaran RB-301 ke CO-401	
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kondisi Operasi	Temperatur : 109,8 °C	

	Tekanan	: 1 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Debit	1,3660 m ³ /jam = 6,0144 gpm	
Dimensi	NPS	: 0,25 in
	Panjang pipa (Le)	: 10 m
	Beda ketinggian (Δz)	: 2 m
	Jumlah <i>elbow</i> , 90°	: 3 buah
	Jumlah <i>valve</i>	: 1 buah jenis <i>valve globe</i> 2 buah jenis <i>Gate valve fully open</i>
Power	0,5 hp	
Jumlah	2 buah	

24. POMPA 302 (P-302)

Tabel 5.24. Spesifikasi Pompa (P-302)

Fungsi	mengalirkan keluaran CO-401 ke MT-401	
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kondisi Operasi	Temperatur : 30 °C	
	Tekanan	: 1 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Debit	1,2218 m ³ /jam = 5,3796 gpm	
Dimensi	NPS	: 0,25 in
	Panjang pipa (Le)	: 10 m
	Beda ketinggian (Δz)	: 2 m
	Jumlah <i>elbow</i> , 90°	: 3 buah
	Jumlah <i>valve</i>	: 1 buah jenis <i>valve globe</i> 2 buah jenis <i>Gate valve fully open</i>
Power	0,5 hp	
Jumlah	2 buah	

25. POMPA 303 (P-303)

Tabel 5.25. Spesifikasi Pompa (P-303)

Fungsi	mengalirkan keluaran ACC-301 ke MP-101
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>
Kondisi Operasi	Temperatur : 57,28 °C Tekanan : 1 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Debit	3,0924 m ³ /jam = 13,6152 gpm
Dimensi	NPS : 0,5 in Panjang pipa (Le) : 10 m Beda ketinggian (Δz) : 2 m Jumlah <i>elbow</i> , 90° : 3 buah Jumlah <i>valve</i> : 1 buah jenis <i>valve globe</i> 2 buah jenis <i>Gate valve fully open</i>
Power	0,5 hp
Jumlah	2 buah

26. POMPA 401 (P-401)

Tabel 5.26. Spesifikasi Pompa (P-401)

Fungsi	mengalirkan keluaran DT-401 ke ST-103
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>
Kondisi Operasi	Temperatur : 30 °C Tekanan : 1 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Debit	3,9370 m ³ /jam = 17,3337 gpm
Dimensi	NPS : 0,5 in Panjang pipa (Le) : 10 m Beda ketinggian (Δz) : 2 m Jumlah <i>elbow</i> , 90° : 3 buah Jumlah <i>valve</i> : 1 buah jenis <i>valve globe</i>

2 buah jenis *Gate valve fully open*

Power	0,5 hp
Jumlah	2 buah

B. Peralatan Utilitas

1. Spesifikasi Bak Sedimentasi (SB-401)

Alat	: Bak Sedimentasi
Kode	: SB – 401
Fungsi	: Mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai dengan waktu tinggal 4 jam
Bentuk	: Bak <i>rectangular</i>
Kapasitas	: 13,121 m ³
Dimensi	: Panjang = 7,538 m
	: Lebar = 2,513 m
	: Kedalaman = 3,048 m
Jumlah	: 1 buah

2. Spesifikasi Clarifier (CL – 401)

Alat	: <i>Clarifier</i>
Kode	: CL-401
Fungsi	: Mengendapkan gumpalan-gumpalan kotoran dari bak sedimentasi
	: Bak berbentuk kerucut terpancung dengan waktu tinggal
Bentuk	60 menit
Kapasitas	: 15,7450 m ³

Dimensi Clarifier	: Diameter atas	= 3,1958 m
	Tinggi	=
		3,6576 m
Pengaduk	: Motor pengaduk	= 0,5 hp
	: Diameter Pengaduk	= 1,6570 m
Bahan Konstruksi	: Beton	
Jumlah	: 1 Buah	

3. Spesifikasi Sand Filter (SF – 401)

Alat	: <i>Sand Filter</i>
Kode	: SF-401
Fungsi	: Menyaring kotoran yang masih terbawa air dari <i>Clarifier</i> .
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>torispherical</i> dengan media penyaring pasir dan kerikil.
Kapasitas	: 15,7317 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter = 3,0480 m
Dimensi Head	: Tinggi = 2,2479 m
	: Tebal (th) = 0,4375 in
Tinggi Tangki	: 3,3753 m
Tekanan Desain	: 13,9303 psi
Waktu Backwash	: 2,6667 menit
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	: 2 Buah (1 Cadangan)

4. Spesifikasi Storage Tank *Filtered Water* (ST-404)

Alat	: Storage Tank <i>Filtered Water</i>
Kode Alat	: ST – 404
Fungsi Alat	: Menampung air keluaran <i>sand filter</i>

Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i> .
Kapasitas	: 122,6771 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter = 3,6576 m Tinggi = 1,8288 m Tebal = 0,3125 in
Dimensi <i>Head</i>	: Tinggi = 0,5365 m : Tebal = 0,1875 in
Tinggi Tangki	: 1,9923m
Tekanan desain	: 18,1079 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

5. Spesifikasi Cooling Tower (CT – 401)

Alat	: <i>Cooling Tower</i>
Kode	: CT-401
Fungsi	: Mendinginkan air yang telah digunakan oleh peralatan proses dengan menggunakan media pendingin udara dan mengolah dari temperatur 45°C menjadi 30°C
Tipe	: <i>Inducted draft cooling tower</i>
Kapasitas	: 135,9783 m ³ /jam
Dimensi	Panjang : 6,6706 m Lebar : 3,3353 m
Bahan Konstruksi	: Beton
Jumlah	: 1 Buah

6. Spesifikasi *Storage Tank* Asam Sulfat (ST-405)

Alat	: <i>Storage Tank</i> Asam Sulfat
Kode Alat	: ST-405
Fungsi Alat	: Menyiapkan dan menyimpan larutan asam sulfat konsentrasi 4 % volume selama 7 hari sebagai regenerasi resin penukar kation.

Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Kapasitas	: 0,0076 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter <i>shell</i> (D) = 1,2192 m Tinggi <i>shell</i> (Hs) = 0,6096 m Tebal <i>shell</i> (t _s) = 0,1875 in
Dimensi <i>Head</i>	: Tinggi <i>head</i> = 0,0303 m Tebal <i>head</i> = 0,1875 in
Tinggi Tangki	: 0,6399 m
Tekanan desain	: 16,1852 psi
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Jumlah	: 1 Buah

7. Spesifikasi *Dissolving Tank NaOH (DT-402)*

Alat	: <i>Dissolving Tank NaOH</i>
Kode Alat	: DT – 402
Fungsi Alat	: Menyiapkan dan Menyimpan larutan NaOH konsentrasi 20% volume selama 7 hari untuk diinjeksikan ke dalam <i>Clarifier</i> dan <i>Anion Exchanger</i>
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Kapasitas	: 6,6483 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter = 3,0480 m Tinggi = 1,5240 m
Dimensi <i>Head</i>	: Tinggi = 0,1420 m Tebal = 0,2500 in
Tinggi Tangki	: 1,666 m
Tekanan Design	: 17,3580 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Jumlah	: 1 Buah

8. Spesifikasi *Storage Tank Hidrazin (ST-501)*

Alat	: <i>Storage Tank Hidrazin</i>
------	--------------------------------

Kode	: ST-501
Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan hidrazin selama 7 hari untuk diinjeksikan ke Deaerator
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Kapasitas	: 12,2182 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	Diameter : 3,658 m Tinggi : 1,829 m
Dimensi <i>Head</i>	Tinggi : 0,1635 m Tebal : 0,3125 in
Tinggi Tangki	: 1,9923 m
Tekanan Desain	: 18,5441 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

9. Spesifikasi Cation Exchanger (CE-401)

Alat	: <i>Cation Exchanger</i>
Kode	: CE-401
Fungsi	: Menghilangkan ion-ion positif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air
Bentuk	: Silinder tegak dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>
Kapasitas	: 3,6479 m ³ /jam
Dimensi <i>Shell</i>	Diameter : 0,6096 m Tebal : 0,1875 in
Dimensi <i>Head</i> dan <i>Bottom</i>	: Tinggi : 0,1755m
Tekanan Desain	: 17,2140 psi
Tinggi Tangki	: 3,4770 m
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steels SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

10. Spesifikasi Anion Exchanger (AE-401)

Alat	: <i>Anion Exchanger</i>
Kode	: AE-401
Fungsi	: Menghilangkan ion-ion negatif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air
Bentuk	: Silinder tegak dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>
Kapasitas	: 3,6479 m ³ /jam
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter : 0,6096 m Tinggi : 3,9093 m Tebal : 0,1875 in
Dimensi <i>Head</i> dan <i>Bottom</i>	: Tinggi : 0,1755 m Tebal : 0,1875 in
Tinggi Tangki	: 4,2603 m
Tekanan Desain	: 17,1176 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

11. Spesifikasi Deaerator (DA-401)

Alat	: <i>Deaerator</i>
Kode	: DA-401
Fungsi	: Menghilangkan gas-gas terlarut dalam air dengan diinjeksikan <i>hydrazine</i> (O ₂ <i>scavanger</i>).
Bentuk	: Tangki horizontal dengan <i>head</i> berbentuk ellips dilengkapi <i>sparger</i>
Kapasitas	: 20,8142 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter : 0,6096 m Panjang : 1,8288 m Tebal shell (t _s) : 0,1875 in
Bahan Isian	: <i>Rashing ring</i> metal

	Diameter <i>packing</i>	: 1 in
	Tinggi <i>bed</i>	: 0,3753 m
	Diameter <i>bed</i>	: 0,6096 m
Panjang Tangki		: 2,314 m
Tekanan Desain		: 18,0230 psi
Bahan Konstruksi		: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah		: 1 Buah

12. Spesifikasi *Storage Tank Demin Water (ST-408)*

Alat		: <i>Storage Tank Demin Water</i>
Kode		: ST-408
Fungsi		: Menampung air demin untuk digunakan sebagai air umpai boiler
Bentuk		: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Kapasitas		: 105,0588 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	Diameter	: 7,3152 m
	Tinggi	: 3,6576
	Tebal	: 0,5000 in
Dimensi <i>Head</i>	Tinggi	: 0,4091 m
	Tebal	: 0,5000 in
Tekanan Desain		: 19,4167 psi
Tinggi Tangki		: 7,7243 m
Tekanan Desain		: 19,4167 psi
Bahan Konstruksi		: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah		: 1 Buah

13. Hot Basin (HB-401)

Alat		: <i>Hot Basin</i>
Kode		: HB – 401

Fungsi	: Menampung air yang akan didinginkan di
Bentuk	<i>cooling tower</i>
Dimensi	: Bak rectangular
	: Panjang = 12,0832 m
	Lebar = 4,0277 m
	Kedalaman = 3,0480m
Jumlah	: 1 Buah

14. Spesifikasi *Storage Tank Inhibitor (ST-407)*

Alat	: <i>Storage Tank Inhibitor</i>
Kode	: ST-407
Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan inhibitor (natrium fosfat) selama 7 hari untuk diinjeksikan ke <i>cooling tower</i> .
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Kapasitas	: 2,1547 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	Diameter : 1,8288 m
	Tinggi : 0,9144 m
	Tebal : 0,2500 in
Dimensi <i>Head</i>	Tinggi : 0,0511 m
	Tebal : 0,2500 in
Tinggi Tangki	: 0,9655 m
Tekanan Desain	: 17,7095 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

15. Spesifikasi *Storage Tank Dispersant (ST-406)*

Alat	: <i>Storage Tank Dispersant</i>
Kode	: ST-406
Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan dispersant selama 7 hari untuk diinjeksikan ke <i>cooling tower</i>

	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Bentuk	
Kapasitas	: 15,0845 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	Diameter : 3,6576 m Tinggi : 1,8288 m Tebal : 0,3125 in
Dimensi <i>Head</i>	Tinggi : 0,1635 m Tebal : 0,3125 in
Tinggi Tangki	: 1,9923 m
Tekanan Desain	: 18,0944 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

19. Spesifikasi *Dissolving Tank* Kaporit (DT-403)

Alat	: <i>Dissolving Tank</i> Kaporit
Kode Alat	: DT – 403
Fungsi Alat	: Menyiapkan dan Menyimpan larutan Kaporit konsentrasi 90% volume selama 3 hari untuk diinjeksikan ke dalam <i>Clarifier</i>
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Kapasitas	: 14,4949 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter = 3,6576 m Tinggi = 1,8288 m
Dimensi <i>Head</i>	: Tinggi = 0,1635 m Tebal = 0,3125 in
Tinggi Tangki	: 1,9923 m
Tekanan Design	: 18,0375 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

20. Spesifikasi *Dissolving Tank* Alum (DT-401)

Alat	: <i>Dissolving Tank Alum</i>
Kode Alat	: DT – 401
Fungsi Alat	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum konsentrasi 20% volum selama 7 hari untuk diinjeksikan ke dalam <i>Clarifier</i> .
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>conical</i>
Kapasitas	: 0,5944 m ³
Dimensi <i>Shell</i>	: Diameter = 1,219 m Tinggi = 0,610 m Tebal = 0,1875 in
Dimensi <i>Head</i>	: Tinggi = 0,030 m Tebal = 0,1875 in
Tinggi Tangki	: 0,64 m
Tekanan Design	: 16,8656 psi
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

21. Spesifikasi Boiler (BO-501)

Alat	: <i>Boiler</i>
Kode	: BO–501
Fungsi	: Menghasilkan <i>high pressure steam</i> untuk keperluan proses
Jenis	: <i>High pressure saturated steam</i>
<i>Heating surface</i>	: 2,0084 m ²
Kapasitas <i>Boiler</i>	: 1.267,478 kJ/jam
Bahan Bakar	: <i>Industrial Diesel Oil (IDO)</i>
Kebutuhan BBM	: 0,0377 m ³ /jam
Power	: 3 hp
Jumlah	: 1 buah

22. Spesifikasi Air Compressor (AC-601)

Alat	: Kompresor
Kode	: AC-601
Fungsi	: Untuk mengalirkan dan menaikkan tekanan udara dengan tekanan 1 atm menjadi 5 atm.
Jenis	: <i>Single stage reciprocating compressor.</i>
Dimensi	: Jumlah stage : 1 stage : Rasio kompresi : 2,2361 : Power motor : 3 hp : Material : <i>Carbon Steel SA-283</i>
Jumlah	: 1 buah

23. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-401)

Alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-401
Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai ke <i>Sedimentation Basin</i> (SB-401)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	: 61,818 gpm
Efisiensi Pompa	: 60%
Dimensi Pipa	: NPS = 2,0 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	: 0,75 hp
$NPSH_A$: 3,207 m
$NPSH_R$: 0,421 m
Jumlah	: 2 buah (1 Cadangan)

24. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-402)

Alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-402
Fungsi	: Mengalirkan air dari Bak Sedimentasi ke <i>Clarifier</i>

Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	61,816 gpm 14.370,568 kg/jam
Efisiensi Pompa	:	60%
Dimensi Pipa	:	NPS = 2,0 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	1 hp
NPSH _A	:	3,262 m
NPSH _R	:	0,421 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

25. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-403)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-403
Fungsi	:	Mengalirkan Alum dari Tangki ke <i>Clarifier</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	0,014 gpm (3,398 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	37%
Dimensi Pipa	:	NPS 0,1 in Sch. 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	2,007 m
NPSH _R	:	0,002 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

26. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-404)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-404
Fungsi	:	Mengalirkan NaOH dari Tangki ke <i>Clarifier dan Anion Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>

Kapasitas	: 0,160 gpm (36,276 kg/jam)
Efisiensi Pompa	: 37%
Dimensi Pipa	: NPS = 0,1 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	: 0,5 hp
NPSH _A	: 2,631m
NPSH _R	: 0,008 m
Jumlah	: buah (1 Cadangan)

27. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-405)

Alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-405
Fungsi	: Mengalirkan Kaporit dari Tangki ke <i>Clarifier</i>
Jenis	: <i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	: 0,812 gpm (2.153,834 kg/jam)
Efisiensi Pompa	: 40%
Dimensi Pipa	: NPS = 0,250 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	: 0,5 hp
NPSH _A	: 2,482 m
NPSH _R	: 0,023 m
Jumlah	: 2 buah (1 Cadangan)

28. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-406)

Alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-406
Fungsi	: Mengalirkan air dari <i>Clarifier</i> ke <i>Sand Filter</i> (SF-401)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	: 61,764 gpm (14.358,443 kg/jam)
Efisiensi Pompa	: 60%
Dimensi Pipa	: NPS = 2,0 in

	Sch.	= 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	4,210 m
NPSH _R	:	0,421 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

29. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-407)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-407
Fungsi	:	Mengalirkan air dari <i>Sand Filter</i> ke Tangki Air Filter (<i>Storage Tank Filtered Water</i>)
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	61,580 gpm (14.315,580 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	60 %
Dimensi Pipa	:	NPS = 2 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	2,601 m
NPSH _R	:	0,420 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

30. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-408)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-408
Fungsi	:	Mengalirkan air <i>Back Wash</i> dari Tangki Air Filter ke <i>Sand Filter</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	3,088 gpm (717,922 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	37%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,5 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp

NPSH _A	:	3,830 m
NPSH _R	:	0,057 m
Jumlah	:	2 buah (1 buah cadangan)

31. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-409)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-409
Fungsi	:	Mengalirkan air dari Tangki Air Filter ke Sistem Penggunaan air umum
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	61,818 gpm (14.371,000 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	60%
Dimensi Pipa	:	NPS = 2 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	3,773 m
NPSH _R	:	0,421 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

32. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-410)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-410
Fungsi	:	Mengalirkan air dari Tangki Air Filter ke CT-401 dan <i>Cation Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	61,818 gpm (14.371,000 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	60%
Dimensi Pipa	:	NPS = 2 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	1 hp
NPSH _A	:	3,631 m
NPSH _R	:	0,421 m

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-413
Fungsi	:	Mengalirkan Dispersant dari Tangki Penyimpanan ke <i>Cooling Tower</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	0,374 gpm (84,619 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	37%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,3 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,50 hp
NPSH _A	:	2,054 m
NPSH _R	:	0,014 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

36. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-414)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-414
Fungsi	:	Mengalirkan Inhibitor dari Tangki Penyimpanan ke <i>Cooling Tower</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	0,052 gpm (16,924 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	38%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,1 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,50 hp
NPSH _A	:	2,020 m
NPSH _R	:	0,004 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

37. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-415)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-415

Fungsi	:	Mengalirkan Air Pendingin dari <i>Cooling Tower</i> ke Sistem Proses
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	582,397 gpm (135.390,852 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	78%
Dimensi Pipa	:	NPS = 8 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	5 hp
NPSH _A	:	4,548 m
NPSH _R	:	0,745 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

38. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-416)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-416
Fungsi	:	Mengalirkan air dari <i>Cation Exchanger</i> ke <i>Anion Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	17,186 gpm (3.995,327 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	44%
Dimensi Pipa	:	NPS = 1 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	3,797 m
NPSH _R	:	0,179 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

39. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-417)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-417
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Anion Exchanger</i> ke <i>Storage Tank Demin Water</i>

Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	17,186 gpm (3.995,327 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	44%
Dimensi Pipa	:	NPS = 1,0 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	2,797 m
NPSH _R	:	0,179 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

25. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-418)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-418
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Storage Tank Demin Water</i> ke Sistem Proses
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	17,186 gpm (3.995,327 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	44%
Dimensi Pipa	:	NPS = 1,0 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	2,797 m
NPSH _R	:	0,179 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

26. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-501)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-501
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Tangki Kondensat ke Deaerator
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>

Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	582,397 gpm (135.390,852 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	78%
Dimensi Pipa	:	NPS = 80 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	2 hp
<hr/>		
NPSH _A	:	4,039 m
NPSH _R	:	0,745 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)
<hr/>		

27. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-502)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-502
Fungsi	:	Mengalirkan Hidrazine dari Tangki Hidrazin menuju ke Deaerator
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	0,291 gpm (66,380 kg/jam)
Efisiensi Pompa	:	38%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,1 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	1,486 m
NPSH _R	:	0,012 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)
<hr/>		

28. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-503)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU-503
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Tangki Deaerator menuju ke Boiler
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump, Single Suction</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	:	3,271 gpm (760,473 kg/jam)
<hr/>		

Efisiensi Pompa	:	38%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,5 in Sch. = 40 in
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH _A	:	1,358 m
NPSH _R	:	0,059 m
Jumlah	:	2 buah (1 Cadangan)

X. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Asam Perasetat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 41,47 % dan sesudah pajak 34,9%
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 1,7 tahun (metode linier) dan 2 tahun sebelum pajak
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,5 % dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24,67 % yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi
4. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCF) sebesar 42,99 %, lebih besar dari suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini dibandingkan ke bank

B. Saran

Pabrik Asam Perasetat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses, maupun ekonominya untuk didirika

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2010, *Statistic Indonesia*, www.bps.go.id, Indonesia
- Badger.W.L.& Banchero.J.L., 1957, *Introduction to Chemical Engineering*, McGraw-Hill, Australia.
- Brown.G.George., 1956, *Unit Operation 6^{ed}*, Wiley&Sons, USA.
- Brownell.L.E. and Young.E.H., 1979, *Process Equipment Design 3^{ed}*, John Wiley & Sons, New York.
- Carl R. Branan., 2002, *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, Gulf Professional Publishing, New York
- Coulson.J.M. and Ricardson.J.F., 1989, *Chemical Engineering v1o 6*, Pergamon Press Inc, New York.
- Fogler.A.H.Scott, 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Froment&Bischoff, 1990, *Chemical Reactor Analysis & Design*, John Wiley & Sons, US.
- Geankoplis.Christie.J., 1993, *Transport Processes and unit Operation 3^{th ed}*, Allyn & Bacon Inc, New Jersey.
- Hewwit.G.F., 2000, *Process Heat Transfer*, Begell House Inc, New York.
- Himmeblau.David., 1996, *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- Kern.D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kirk.R.E.and Othmer.D.F., 1977, *Encyclopedia of Chemical Technology 18^{ed}*, John Wiley&Sons, New York.
- Levenspiel.O., 1972, *Chemical Reaction Engineering 2nd edition*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Ludwig.E.Ernest., 1984, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants vol I*, Gulf Publishing Company, Houston.
- McCabe.W.L. and Smith.J.C., 1985, *Operasi Teknik Kimia*, Erlangga, Jakarta.
- McKetta.J.J., *Encyclopedia of Chemical Process & Design*, The International Inc, New York.

- Megyesy.E.F., 1983, *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.
- Perry.R.H. and Green.D., 1997, *Perry's Chemical Engineer Handbook 7th^{ed}*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peter.M.S. and Timmerhause.K.D., 1981, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3^{ed}*, McGraww-Hill Book Company, New York.
- Raju, 1995, *Water Treatment Process*, McGraw Hill International Book Company, New York
- Rase, H.F., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", John Willey and Sons Inc., New York.
- Reklaitis, 1984, *Mass & Energy Balance*, John Wiley and Sons, New York.
- Smith.J.M. and Van Ness.H.C., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3^{ed}*, McGraww-Hill Inc, New York.
- Treyball.R.E., 1984, *Mass Transfer Operation 3^{ed}*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Ulman's, 2007, *Encyclopedia of Industrial Chemistry vol VI*, New york.
- Ulrich.G.D., 1987, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- US Patent No.3.522.279 ,. 1970, *Oxidation Process*. United States Pantent Office : USA
- US Patent No. 3.228.978 . 1966. *Production of Peracetic Acid*. United States Pantent Office : USA
- US Patent No. 4.137.256 . 1979. *Preparation of Peracetic Acid by Oxidation of Acetaldehyde*. United States Pantent Office : USA
- Wahyu, 2010, *Proses Pengolahan Air*, www.zeofilt.wordpress.com, Indonesia
- Wallas. S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers, Stoneham USA.
- Wang Yi,Bo Liu,Li Bo li, Jun Yu and Yon Bing Song.,2012. *Investigation on catalytic oxidation of acetaldehyde into peracetic acid*. Harbin University of Science and Technology, Harbin 150040, P. R. China.
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, Mc Graw Hill Book Co., New York