

**PRARANCANGAN PABRIK ASETON PROSES OKSIDASI
PROPILENA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN
LAPORAN TUGAS AKHIR**



**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta**

**Oleh :
Wahyu Efendi
22160299D**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2023**

PRARANCANGAN PABRIK ASETON PROSES OKSIDASI
PROPILENA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

LEMBAR PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK ASETON PROSES OKSIDASI

PROPILENA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :
Wahyu Efendi 22160299D

Telah disetujui oleh Pembimbing
Pada tanggal 15 Desember 2022

Pembimbing I



Argoto Mahayana, S.T., M.T.
NIS. 01199906201069

Pembimbing II



Dr. Supriyono, S.T., M.T.
NIS. 01199508011049

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Gregorius Prima Indra B, S.T., M.Eng.
NIS. 01201407261183

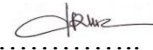
**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK ASETON PROSES OKSIDASI
PROPILENA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Wahyu Efendi 22160299D

Telah Dipertahankan Oleh Tim Penguji
Pada Tanggal 16 Januari 2023

	Nama	Tanda Tangan
Penguji I	: Ir. Sumardiyono, M.T.	
Penguji II	: Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng	
Pembimbing I	: Argoto Mahayana, S.T., M.T.	
Pembimbing II	: Dr. Supriyono, S.T., M.	

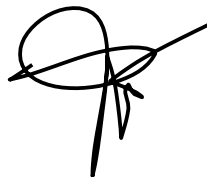
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program studi



Dr. Suseno, M.Si.
NIS.01199408011044



Gregorius Prima Indra Budianto, S.T.,M.Eng
NIS. 01201407261183

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila skripsi ini merupakan jiplakan dari penelitian/karya ilmiah/skripsi orang lain, maka saya siap menerima sanksi, baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, Januari 2023



Wahyu Efendi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuk-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir perancangan pabrik kimia ini dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah Prarancangan Pabrik Aseton Proses Oksidasi Propilena kapasitas 25.000 Ton/Tahun. Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi sarjana. Melalui tugas ini, saya berharap dapat memupuk dan memahami kemampuan penalaran teoritis dan kemampuan aplikasi yang diperoleh dalam perkuliahan.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak. Melalui laporan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr.Ir.Djoni Tarigan, M.B.A., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Dr. Drs. Suseno, S.Si., M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta
4. Argoto Mahayana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Dr. Supriyono, S.T., M.T., selaku Pembimbing 2 yang penuh kesabaran telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Ir. Sumardiyono, M.T. selaku dosen penguji 1 dan Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng selaku dosen penguji 2 yang telah meluangkan waktunya untuk menguji tugas akhir ini serta memberi masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta atas semangat, bimbingan, dan bantuannya kepada penulis selama menempuh pendidikan strata 1.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih telah ikut membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, dan berharap para pembaca dapat memberikan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak

Surakarta, 16 Januari 2023
Penulis

Wahyu Efendi
NIM.22160299D

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan	1
1.2.1 Kebutuhan aseton di indonesia	2
1.2.2 Kapasitas Pabrik Aseton yang sudah Berdiri	3
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	3
1.3.1 Sumber Bahan Baku	4
1.3.2 Tenaga Kerja	4
1.3.3 Pemasaran	4
1.3.4 Sarana Transportasi	4
1.3.5 Utilitas	5
1.3.6 Kebijakan Pemerintah	5
1.3.7 Kemasyarakatan	5
1.4 Macam-Macam Proses Pembuatan Aseton	5
1.5 Tinjauan pustaka	6
1.5.1 Sifat Fisika dan Sifat Kimia	6
1.5.2 Kondisi Operasi	7
1.5.3 Tinjauan thermodinamika	7
1.5.4 Tinjauan kinetika	10

BAB II	SPESIFIKASI BAHAN	12
2.1	Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	12
2.1.1	Spesifikasi bahan baku	12
2.1.2	Spesifikasi katalis	12
2.1.3	Spesifikasi Produk (SNI 06-3733-1995)	12
BAB III	DESKRIPSI PROSES.....	13
3.1	Langkah Proses.....	13
3.2	Diagram alir kualitatif dan kuantitatif	16
BAB IV	NERACA MASSA DAN PANAS.....	18
4.1	Neraca Massa.....	18
4.1.1	Akumulator 01	18
4.1.2	Reaktor.....	19
4.1.3	Separator	19
4.1.4	Absorber	19
4.1.5	Akumulator 2	20
4.1.6	Menara Destilasi	20
4.2	Neraca Panas	20
4.2.1	Accumulator 01	20
4.2.2	Heater 01.....	21
4.2.3	Reaktor.....	21
4.2.4	Cooler 01	21
4.2.5	Separator	21
4.2.6	Absorber	22
4.2.7	Accumulator 02	22
4.2.8	Heater 02.....	22
4.2.9	Menara Destilasi	23
4.2.10	Cooler 02	23
BAB V	SPESIFIKASI ALAT.....	24
5.1	Tanki 01.....	24

5.2	Tanki 02.....	24
5.3	Tanki 03.....	24
5.4	Accumulator 01	25
5.5	Reaktor 01	25
5.6	Separator 01.....	26
5.7	Absorber 01	26
5.8	Menara Destilasi.....	26
5.9	Heater 1	27
5.10	Heater 2	27
5.11	Condensor.....	28
5.12	Cooler	28
5.13	Cooler 2	29
5.14	Kompresor 1	29
5.15	Pompa 5.....	30
5.16	Pompa 6.....	30
5.17	Pompa 7	30
5.18	Pompa 8.....	31
5.19	Pompa 2	31
5.20	Pompa 3.....	32
5.21	Expansion valve.....	32
5.22	Expansion valve.....	32
BAB VI	UTILITAS DAN LABORATORIUM.....	34
6.1	Unit Pendukung Proses (UTILITAS).....	34
6.1.1	Unit pengadaan dan pengolahan air.....	34
6.1.2	Unit sanitasi	37
6.1.3	Unit pengadaan steam.....	37
6.2	Unit Pengadaan Listrik	39
6.3	Unit Pengadaan Bahan Bakar	41
6.4	Unit Pengolahan Limbah.....	41

6.5	Laboratorium	42
6.6	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	43
6.7	Alat – Alat Utilitas.....	44
6.7.1	Bak Penampung Sementara	44
6.7.2	Kation Exchanger	44
6.7.3	Anion Exchanger	45
6.7.4	Tangki Demineralisasi	45
6.7.5	Daerator	45
6.7.6	Boiler	45
6.7.7	Tangki Penyimpanan N_2H_2	46
6.7.8	Tangki Karbon Aktif.....	46
6.7.9	Tangki Kaporit.....	46
6.7.10	Tangki Air Bersih	46
6.7.11	Tangki Larutan HCl.....	47
6.7.12	Tangki Larutan NaOH	47
6.7.13	Tangki Air Pendingin 1	47
6.7.14	Tangki Air Pendingin 2	47
6.7.15	Colling Tower.....	48
6.7.16	Pompa Utilitas 1	48
6.7.17	Pompa Utilitas 2	48
6.7.18	Pompa Utilitas 3	48
6.7.19	Pompa Utilitas 4	48
6.7.20	Pompa Utilitas 5	49
6.7.21	Pompa Utilitas 6	49
6.7.23	Pompa Utilitas 7	49
6.7.24	Pompa Utilitas 8	49
6.7.25	Pompa Utilitas 9	50

6.7.26 Pompa Utilitas 10	50
6.7.27 Pompa Utilitas 11	50
6.7.28 Pompa Utilitas 12	50
BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK	51
7.1 Bentuk Perusahaan	51
7.2 Struktur Organisasi	52
7.2.1 Struktuk Organisasi	52
7.2.2 Pemegang saham	53
7.2.3 Dewan komisaris	53
7.2.4 Direktur	53
7.2.5 Staf ahli dan litbang	54
7.2.6 Kepala bagian	54
7.2.7 Karyawan	55
7.3 Sistem kepegawaian dan sitem gaji	56
7.3.1 Sistem kepegawaian	56
7.3.2 Penggolongan jabatan	56
7.3.3 Sistem gaji	57
7.3.4 Pembagian jam kerja karyawan	58
7.4 Kesejahteraan Karyawan	60
7.5 Manajemen Produksi	60
7.5.1 Perencanaan produksi	61
7.5.2 Pengendalian proses	62
7.6 Tata Letak (Lay Out) Pabrik	63
7.7 Tata Letak Alat	65
BAB VIII EVALUASI EKONOMI	68
8.1 Harga Alat	68
8.2 Perhitungan Biaya	70
8.2.1 Investasi Modal (<i>Capital Investment</i>)	70

8.2.2	Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>).....	71
8.2.3	Pengeluaran Umum (<i>General Expenses</i>).....	71
8.2.4	Analisis Kelayakan	71
8.3	Total Fixed Capital Investment	72
8.4	<i>Working Capital</i>	73
8.5	<i>Manufacturing Cost</i>	73
8.6	<i>General Expenses</i>	73
8.7	Analisis Ekonomi	73
8.7.1	Return On Investment (ROI)	74
8.7.2	<i>Pay Out Time</i> (POT).....	74
8.7.3	Break Even Point (BEP)	75
8.7.4	<i>Shut Down Point</i> (SDP).....	75
BAB IX KESIMPULAN.....		77
DAFTAR PUSTAKA.....		78

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data impor Aseton di Indonesia	2
Tabel 2. Daftar Kapasitas Pabrik Aseton yang sudah Berdiri	3
Tabel 3. Harga ΔH_f° masing-masing komponen	7
Tabel 4. Harga ΔH_f° masing-masing komponen	8
Tabel 5. Harga ΔH_f° masing-masing komponen	8
Tabel 6. Harga ΔG_f° (entalpi gibbs) komponen	9
Tabel 7. Neraca massa di sekitar akumulator 01	18
Tabel 8. Neraca massa di sekitar reaktor	19
Tabel 9. Neraca massa di sekitar separator.....	19
Tabel 10. Neraca massa di sekitar absorber	19
Tabel 11. Neraca massa di sekitar akumulator 02	20
Tabel 12. Neraca massa di sekitar menara destilasi	20
Tabel 13. Neraca panas di sekitar akumulator 01.....	20
Tabel 14. Neraca panas di sekitar heater 01	21
Tabel 15. Neraca panas di sekitar reaktor.....	21
Tabel 16. Neraca panas di sekitar cooler 01	21
Tabel 17. Neraca panas di sekitar separator	21
Tabel 18. Neraca panas di sekitar absoerber	22
Tabel 19. Neraca panas di sekitar accumulator 02	22
Tabel 20. Neraca panas di sekitar heater 02	22
Tabel 21. Neraca panas di sekitar menara destilasi	23
Tabel 22. Kebutuhan air pendingin	35

Tabel 23. Kebutuhan air sanitasi	36
Tabel 24. Kebutuhan air umpan boiler	36
Tabel 25. Kebutuhan make up water	37
Tabel 26. Penggolongan jabatan.....	56
Tabel 27. Daftar gaji karyawan	57
Tabel 28. Pembagian sift karyawan.....	59
Tabel 29. Cost index chemical plant	69
Tabel 30. Harga alat pada tahun 2025	70
Tabel 31. <i>Total fixed capital investment</i>	72
Tabel 32. <i>Working capital</i>	73
Tabel 33. <i>Manufacturing cost</i>	73
Tabel 34. <i>General expenses</i>	73
Tabel 35. <i>Fixed cost</i>	75
Tabel 36. <i>Variable cost</i>	75
Tabel 37. <i>Regulated cost</i>	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur organisasi	52
Gambar 2. Lay out pabrik skala 1:1000	65
Gambar 3. Grafik BEP dan SDP	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di Indonesia pada saat ini mengalami peningkatan di segala bidang, Peningkatan industri di indoneia yang pesat baik secara kualitatif maupun kuantitatif juga terjadi dalam industri kimia. Salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di industri kimia adalah aseton.

Aseton banyak dipakai pada industri selulosa asetat, karet, kosmetik, perekat, pernis, penyamakan kulit, pembuatan minyak pelumas, cat, serat, plastik, dan proses ekstraksi juga sebagai bahan baku pembuatan metil isobutil keton.

Aseton dikenal juga sebagai dimetil keton, 2-propanon, atau propan-2-on. Aseton adalah senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Namun hingga saat ini masih belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi Aseton, sehingga untuk memenuhi kebutuhan aseton dalam negeri masih dipenuhi dengan impor yang didatangkan dari negara lain.

Dengan didirikannya pabrik aseton ini diharapkan mampumemberikan keuntungan sebagai berikut :

- a. Menghemat sumber devisa negara karena mengurangi ketergantungan impor dari negara lain.
- b. Mempermudah pabrik-pabrik di Indonesia yang menggunakan bahan baku aseton, karena selain lebih murah juga kontinyuitasnya juga terjaga.
- c. Pabrik-pabrik industri kimia seperti pernis, cat, dan juga industri kosmetik semakin berkembang dan kebutuhan aseton akan semakin meningkat.
- d. Membuka lapangan kerja yang baru.

1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan

Pabrik aseton direncanakan didirikan pada tahun 2022. Kapasitas prarancangan pabrik ini direncanakan dengan pertimbangan sebagai berikut:

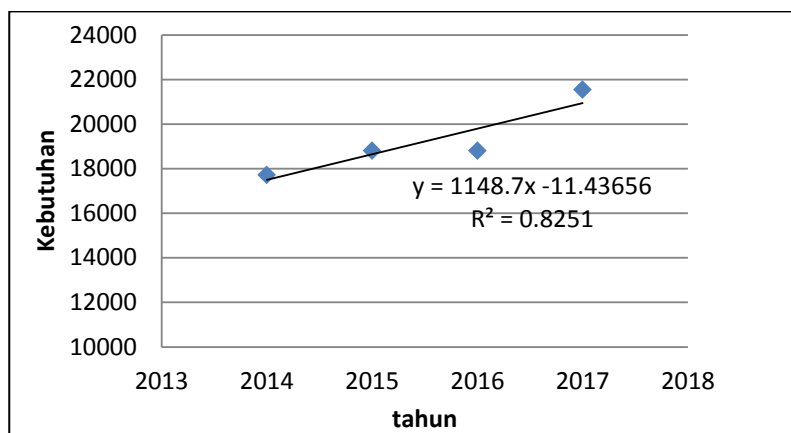
1.2.1 Kebutuhan aseton di indonesia

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah impor aseton di indonesia sejak tahun 2014 cukup besar dapat dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel 1. Data impor Aseton di Indonesia

Tahun	Import (ton)
2014	17.711
2015	18.801
2016	18.807
2017	21.538

(Badan Pusat Statistik, 2017)



Grafik 1. Data impor Aseton di Indonesia

Dari data pada tabel di atas dapat diperkirakan kebutuhan impor aseton pada tahun 2022 dengan persamaan regresi linier. Sehingga dapat persamaan:

$$y = 1148,07x - 11,43656$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} y &= 1148,07 \cdot (2022) - 11,43656 \\ &= 2.321.386,1 \end{aligned}$$

Dengan persamaan regresi linier di atas dapat diperkirakan kebutuhan aseton sebesar 2.321.386,1 ton/tahun. Karena dilihat dari pabrik aseton yang sudah berdiri dengan kapasitas lebih dari 200.000 ton/tahun, maka dalam perancangan pabrik ini diperkirakan kebutuhan aseton sebesar 50.000 ton/tahun. Maka saya memilih kapasitas 25.000 ton untuk memenuhi sebagian kebutuhan aseton atau mengurangi import dari negara lain.

1.2.2 Kapasitas Pabrik Aseton yang sudah Berdiri

Sebagai perbandingan kapasitas produksi dari beberapa pabrik yang telah beroperasi sebagaimana terlihat pada Tabel 1.2.

Tabel 2. Daftar Kapasitas Pabrik Aseton yang sudah Berdiri

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Allied Signal Corporation, Frankford. Philadelphia	221.000
Aristech Chemical Corporation, Haverhill, Ohio	172.000
BTL Specialty Resins Corporation, Blue Island. Lllinois	24.000
Dow Chemical U.S.A, Oyster Creek, Texas	152.000
General Electric Company, Mount Vernon, Indiana	177.000
Gergogia Gulf Corporation, Plaquemine, Louisiana	109.000
Shell Oil Company, Deer Park, Texas	166.000
Texaco Corporation, El Dorado, Kansas	25.000

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan yaitu propilena dan oksigen. Bahan baku diperoleh dari P.T. Chandra Asri Petrochemical Center (CAPC) yang memproduksi propilena 270.000 ton/tahun di Banten, Oksigen dapat diperoleh dari P.T. Samator Gas Industri di Cilegon. Dengan adanya bahan baku yang di dapat semua dalam negri maka akan mudah untuk mendapatkannya dan untuk tranportasi bahan bagu tidak terlalu lama.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik yang tepat mampu mendongkrak suatu industry untuk melangsungkan kumungkinan pengembangan nantinya, dan dari segi komersil juga sangat efisien. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik. Pabrik

direncanakan akan didirikan di kawasan industri Anyer, Cilegon, Banten.

Factor-faktor pemilihan lokasi ini adalah:

1.3.1 Sumber Bahan Baku

Bahan baku pembuatan aseton adalah propilena yang didapat dari P.T. Chandra Asri Petrochemical Center (CAPC) di Banten dan untuk oksigen didapat dari P.T. Samator Gas Industri yang berlokasi di cilegon. Lokasi pabrik di Cilegon ini sangat tepat karena dekat dengan bahan baku yang di gunakan. Dan Cilegon juga merupakan kawasan industri kimia. Keuntungan letak pabrik dekat dengan sumber bahan baku: Tingkat kerusakan bahan baku kecil Terjaminnya keamanan arus bahan baku, , Biaya transportasi bahan baku murah.

1.3.2 Tenaga Kerja

Dari tahun ke tahun angka tenaga kerja di cilegon semakin meningkat. Dan di ikuti juga dengan tingkat pendidikan tenaga kerja yang relatif tinggi. Karena Cilegon dekat dengan pusat pendidikan yang akan menghasilkan tenaga kerjaterdidik baik dari sarjana Indonesia serta tenaga kerja lokal yang berkualitas.

1.3.3 Pemasaran

Target pemasarannya yaitu wilayah industry cilegon tersebut karena disitu banyak industri yang menggunakan bahan baku aseton, selain itu cilegon merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan Jakarta sebagai pusat perdagangan di Indonesia. Di samping itu kedekatan dengan pelabuhan Merak juga menguntungkan untuk pemasaran di luar Jawa ataupun untuk diekspor.

1.3.4 Sarana Transportasi

Cilegon dilalui oleh jalan Merak-Jakarta yang merupakan jalur utama yang menghubungkan Merak sebagai pintu gerbang pulau Jawa dan Sumatera. Untuk sarana transportasi laut, Cilegon adalah tempat yang tepat karena letaknya di pesisir pantai utara pulau Jawa. Dan adanya transportasi darat yang baik untuk kota ke kota. Maka Cilegon merupakan kawasan industri yang yang baik dan memadai untuk pemasaran ke pulau jawa ataupun luar pulau.

1.3.5 Utilitas

Industri proses membutuhkan air dan listrik dalam jumlah besar antara lain untuk pendinginan, steam, dan lain-lain. Dalam hal ini dapat dipenuhi dari air sungai Ciujung yang bermuara di daerah Cilegon.

1.3.6 Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait di dalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Di samping itu pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

1.3.7 Kemasyarakatan

Dengan adanya pabrik-pabrik baru ini sikap masyarakat akan lebih senang karena dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat karena adanya pabrik baru mampu membuka pekerjaan di dalam pabrik maupun di lingkungan sekitar pabrik.

1.4 Macam-Macam Proses Pembuatan Aseton

Proses pembuatan aseton secara umum di kelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu:

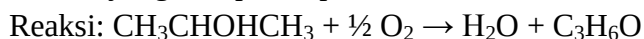
1.4.1 Proses Oksidasi Propilena (Mamoru, 1978)

Proses oksidasi propilena menjadi aseton dapat berlangsung pada suhu antara 150-160°C dan tekanan 1 atm. Katalis yang digunakan adalah CuH_3 ($\text{PMO}_{10}\text{V}_2\text{O}_{40}$) Pada proses ini hasil reaksi terdiri dari aseton, akrolein dan CO_2 .



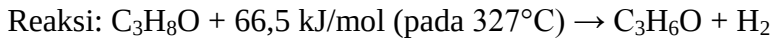
1.4.2 Proses Oksidasi Isopropil alkohol (Kirk & Othmer, 1983)

Pada pembuatan aseton dengan proses ini, isopropil alkohol dicampur dengan udara dan digunakan sebagai umpan reaktor yang beroperasi pada suhu 200°C-800°C.



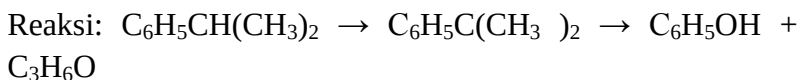
1.4.3 Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol (Kirk & Othmer, 1983)

Pada proses dehidrogenasi isopropil alkohol, kondisi operasi yang digunakan adalah suhu 400-600°C dan tekanan 1,5-3 atm. Reaksi yang terjadi adalah endotermis.



1.4.4 Proses Cumene Hidroperoksida (Kirk & Othmer, 1991)

Pada proses cumene hydroperoxide digunakan temperatur antara 80-180°C dan tekanan 6 atm. Pada umumnya proses oksidasi ini dijalankan dalam 3-4 reaktor yang dipasang seri.



Dari keempat proses tersebut pabrik yang akan di dirikan yaitu dengan proses oksidasi propilena dengan alasan yaitu:

1. Bahan baku didapat di dalam negeri, sehingga tidak perlu mengimpor dari luar negeri.
2. Reaktor bekerja pada kondisi yang tidak terlalu tinggi, yaitu 150°C dan tekanan 0,9 atm (Mamoru, 1978).
3. Gas CO_2 yang dihasilkan, dapat digunakan sebagai pendingin pada tangki bola penyimpanan O_2 .

1.5 Tinjauan pustaka

1.5.1 Sifat Fisika dan Sifat Kimia

1. Bahan Baku (Propilena): (P.T. Candra Asri Petrochemical Center)

- Rumus kimia	: C_3H_6
- Berat molekul	: 42,081 g/mol
- Titik beku	: $-185,1^\circ\text{C}$
- Titik didih	: $-47,6^\circ\text{C}$
- Temperatur kritis	: 92°C
- Tekanan kritis	: 4,6 MPa
- Volume kritis	: $181,0 \text{ cm}^3/\text{mol}$
- Densitas pada 223 K	: $0,612 \text{ g/cm}^3$
- Entalpi pembentukan standar	: $20,42 \text{ kJ/mol}$
- Indeks bias	: 1,3567

2. Produk (Aseton): (Kirk & Othmer, 1998)

- Rumus molekul : C_3H_6O
- Berat molekul : 58,08 g/gmol
- Kenampakan : cairan tak berwarna
- Titik didih : $56,29^{\circ}C$
- Titik beku : $-94,6^{\circ}C$
- Refractive index ($20^{\circ}C$) : 1,3588
- Viskositas ($20^{\circ}C$) : 0,32 cp
- Specific gravity ($20^{\circ}C$) : 0,783
- Temperatur kritis : $235,05^{\circ}C$
- Tekanan kritis ($20^{\circ}C$) : 4,701 kPa
- Sangat larut dalam air

1.5.2 Kondisi Operasi

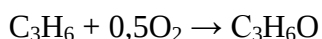
Proses oksidasi Propilena menjadi aseton merupakan reaksi yang sangat eksotermis, oleh karena itu suhu reaksi harus perlu di jaga agar proses dapat berjalan secara optimum.

Proses pembuatan aseton di jalankan pada single fixed bed reactor. Konversi propilena adalah sebesar 90,3% (mamoru 1978). Reaksi oksidasi ini berlangsung pada suhu $150^{\circ}C$ - $160^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm sehingga proses pembuatan berlangsung pada kondisi operasi non isothermal non adiabatic, suhu masuk $150^{\circ}C$ kecepatan reaksi akan berkurang dengan cepat dan jika suhu operasi terlalu tinggi kandungan karbon pada permukaan katalis menyebabkan katalis tidak aktif.

1.5.3 Tinjauan thermodinamika

Konsep tinjauan thermodinamika dari reaksi pembuatan aseton di tinjau dari reaksi:

Reaksi utama:



Tabel 3. Harga ΔH_f° masing-masing komponen

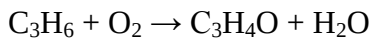
Komponen	ΔH_f° (J/kmol) 298K
C_3H_6	1.971
O_2	0
C_3H_6O	-21.57

(perry 1997)

$$\begin{aligned}
 \Delta H_g^{\circ} \text{ 298 K} &= \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan} \\
 &= [-21.57] - [1.971 + (0.5 \times 0)] \\
 &= -23.541 \text{ J/kmol}
 \end{aligned}$$

Harga ΔH menunjukkan harga negatif, maka reaksinya bersifat eksotermis (melepaskan panas).

Reaksi samping 1:



Tabel 4. Harga ΔH_f° masing-masing komponen

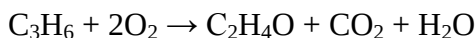
Komponen	ΔH_f° (J/kmol) 298K
C_3H_6	1.971
O_2	0
$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$	-18.63
H_2O	-24,18

(perry, 1997)

$$\begin{aligned}
 \Delta H_g^{\circ} \text{ 298 K} &= \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan} \\
 &= [(-18,63) + (-24,18)] - [1.97 + 0] \\
 &= -44.78 \text{ J/kmol}
 \end{aligned}$$

Harga ΔH menunjukkan harga negatif, maka reaksinya bersifat eksotermis (melepaskan panas).

Reaksi samping 2:



Tabel 5. Harga ΔH_f° masing-masing komponen

Komponen	ΔH_f° (kJ/mol) 298K
C_3H_6	1.971
O_2	0
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	-16.62
CO_2	-39.351
H_2O	-24.18

(perry, 1997)

$$\begin{aligned}
 \Delta H_g^{\circ} \text{ 298 K} &= \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan} \\
 &= [(-16.62) + (-39.351) + (-24.18)] - [1.971 \\
 &\quad + (2 \times 0)] \\
 &= -82.122 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Harga ΔH menunjukkan harga negatif, maka reaksinya bersifat eksotermis (melepaskan panas). Jadi ketiga reaksi tersebut merupakan reaksi eksotermis bila di tinjau dari energy bebas gibbs diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \Delta G_f^{\circ} &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}} \\
 \Delta G_f^{\circ} &= -RT \ln K_{298 \text{ K}}
 \end{aligned}$$

$$K = \exp(-\Delta G_f^0 / RT)$$

$$R = 8,314 \text{ kkal/mol K}$$

Tabel 6. Harga ΔG_f^0 (entalpi gibbs) komponen

Komponen	ΔG_f^0 (kkal/mol) 298K
C_3H_6	6.21
O_2	0
C_3H_6O	-15.13
C_3H_4O	-12.46
C_2H_4O	-13.31
CO_2	-39.43
H_2O	-22.85

(perry, table 2-222 edisi 7)

Reaksi utama :



$$\begin{aligned}\Delta G_f^0 &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= [(-15.13)] - [(6.21 - (0.5 \times 0))] \\ &= -21,34 \text{ kkal/mol} = -21340 \text{ kal/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta G_f^0 &= -RT \ln K_{298 \text{ K}} \\ -21340 \text{ kal/mol} &= -1,987 \text{ kal/Kmol} \times 423 \text{ K} \times \ln K_{298 \text{ K}}\end{aligned}$$

$$\ln K = \frac{-21340 \text{ kal/mol}}{-1,987 \frac{\text{kal}}{\text{Kmol}} \times 423 \text{ K}}$$

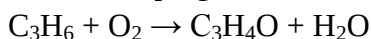
$$\ln K = 25,38962$$

$$K = 1.06309 \times 10^5$$

Nilai konstanta pada 150°C dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Smith, J.M. and Van Ness, H.C. 1975):

$$\begin{aligned}\ln \left(\frac{K}{K_1} \right) &= -\frac{\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) \\ \ln \left(\frac{K}{1.6309 \times 10^{11}} \right) &= -\frac{21340 \text{ kal/mol}}{1,987 \text{ kal/Kmol}} \times \left(\frac{1}{423 \text{ K}} - \frac{1}{298 \text{ K}} \right) \\ K &= 1.60968 \times 10^{13}\end{aligned}$$

Reaksi samping 1:



$$\begin{aligned}\Delta G_f^0 &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= [(-12.46 + (-22.85))] - [(6.21 + 0)] \\ &= -41.52 \text{ kkal/mol} = -41520 \text{ kal/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta G_f^0 &= -RT \ln K_{298 \text{ K}} \\ -41520 \text{ kal/mol} &= -1,987 \text{ kal/Kmol} \times 423 \text{ K} \times \ln K_{298 \text{ K}}\end{aligned}$$

$$\ln K = \frac{-41520 \text{ kal/mol}}{-1,987 \frac{\text{kal}}{\text{Kmol}} \times 423 \text{ K}}$$

$$\ln K = 49.399$$

$$K = 2.81711 \times 10^7$$

Nilai konstanta pada 150°C dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Smith, J.M. and Van Ness, H.C. 1975):

$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{K}{K_1} \right) &= -\frac{\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) \\ \ln \left(\frac{K}{2.81711 \times 10^5} \right) &= -\frac{415200 \text{ kal/mol}}{1,987 \text{ kal/Kmol}} \times \left(\frac{1}{423K} - \frac{1}{298K} \right) \\ K &= 5.30271 \times 10^{16} \end{aligned}$$

Reaksi sampling 2:



$$\begin{aligned} \Delta G_f^0 &= \Sigma \Delta G_{\text{produk}} - \Sigma \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= [(-13.31) + (-39.43) + (-22.85)] - [(6.21 + (2 \times 0))] \\ &= -81.8 \text{ kkal/mol} = -81800 \text{ kal/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_f^0 &= -RT \ln K_{298K} \\ -81800 \text{ kal/mol} &= -1,987 \text{ kal/Kmol} \times 423 K \times \ln K_{298K} \end{aligned}$$

$$\ln K = \frac{-81800 \text{ kal/mol}}{-1,987 \frac{\text{kal}}{\text{Kmol}} \times 423 K}$$

$$\ln K = 97.32$$

$$K = 4.083142 \times 10^9$$

Nilai konstanta pada 150°C dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Smith, J.M. and Van Ness, H.C. 1975):

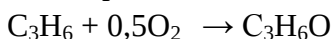
$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{K}{K_1} \right) &= -\frac{\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) \\ \ln \left(\frac{K}{4.083142 \times 10^9} \right) &= -\frac{81800 \text{ kal/mol}}{1,987 \text{ kal/Kmol}} \times \left(\frac{1}{423K} - \frac{1}{298K} \right) \\ K &= 7.13982 \times 10^{17} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan harga K didapatkan hasil yang besar sehingga dapat disimpulkan reaksi ini searah (*irreversible*) kekanan.

1.5.4 Tinjauan kinetika

Secara kinetika reaksi pembentukan aseton akan bertambah besar dengan naiknya suhu.

Reaksi pembentukan aseton :



Persamaan kecepatan reaksi (-r_A)

$$-r_A = k C_A$$

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

$$\begin{aligned}
 k &= 7.3544 \times 10^{12} e^{(-51.56/R.T)} h^{-1} \\
 &= 7.3544 \times 10^{12} e^{(-51.56/1.987)} h^{-1} \\
 &= 7.3544 \times 10^{12} (7.09 \times 10^{-13}) h^{-1} \\
 &= 7.3544 h^{-1} \\
 &= 0.122/\text{menit}
 \end{aligned}$$

ket:

k = konstanta kecepatan reaksi

A = factor eksponensial (7.3544×10^{12})

E = energy aktivasi (kkal/gmol)

R = konstanta gas (1,987 kal/mol K)

T = temperature operasi (K)