PRA RANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Teknik Kimia

Oleh:

Nama : Rahanisa Puspita
NIM : 16521073

Nama : Audina Setya Fitriana
NIM : 16521112

TEKNIK KIMIA PROGRAM STUDI
TEKNIK KIMIA FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Saya bertandatangan dibawah ini :

Rahanisa Puspita (16521073)

Audina Setya Fitriana (16521112)

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



RAHANISA PUSPITA

NIM 16521073



AUDINA SETYA FITRIANA

NIM 16521112

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Disusun Oleh:

Nama : Rahanisa Puspita
NIM : 16521073

Nama : Audina Setya Fitriana
NIM : 1652111

Yogyakarta, Maret 2021

Menyetujui

Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
Faisal R. M., Ir. Drs., MT., Ph.D.	**Tintin Mutiara ST, M.Eng**
NIK 845210101	**NIK 155211304**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Rahanisa Puspita **Nama : Audina Setya Fitriana**

NIM : 16521073 **NIM : 16521112**

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program
Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Maret 2021

Tim Penguji.

Faisal R.M., Ir. Drs., MT., Ph.D.

Ketua

Prof. Ir. Zainus Salimin M.Si

Anggota I

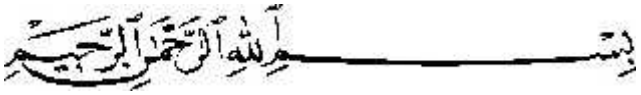
Ajeng Yulianti Dwi Lestari S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan karunia Nya sehingga kami dapat melaksanakan Prarancangan Pabrik Kimia sebagai salah satu syarat dalam memperoleh Gelar Sarjana Teknik. Tidak lupa sholawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, dan para sahabatnya serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya.

Laporan Tugas Akhir Perancangan Pabrik yag berjudul "Pra Rancangan Pabrk Maleic Anhydride Dai Butana dan Udara dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun" dapat di selesaikan dengan baik dan tepat waktu. Selama menjalani proses tugas akhir ini dari awal persiapan hingga selesainya pembuatan laporan, penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan, dan ajaran dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral maupun materiil, dan nasihat sehingga kegiatan kerja praktek ini dapat terlaksana dengan lancar.
2. Ir. Suharrno Rusdi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
3. Faisal R.M., Ir. Drs.,MT.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang sudah membimbing dengan memberikan masukan dan arahan demi kelancaran pelaksanaan Penelitian maupun penyelesaian laporan.

4. Tintin Mutiara ST, M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang sudah membimbing dengan memberikan masukan dan arahan demi kelancaran pelaksanaan maupun penyelesaian laporan.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuannya selama pengerjaan Penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan penelitian teknik kimia ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun dan semua pihak yang memerlukannya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.. i

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING. ii

LEMBAR PENGEAHAN PENGUJI. iii

KATA PENGANTAR. iv

DAFTAR ISI. vi

DAFTAR TABEL. ix

DAFTAR GAMBAR. xii

ABSTRAK. xiii

ABSTRACK. xiv

BAB I. PENDAHULUAN. 1

1.1 Latar Belakang. 1

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik Maleic Ahydride. 3

1.3 Tinjauan Pustaka. 7

BAB II PERANCANGAN PRODUK. 15

2.1 Spesifikasi Bahan Baku. 15

2.2 Spesifikasi Produk. 16

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu. 16

2.4 Pengendalian Kualitas. 17

BAB III PERANCANGAN PROSES. 21

3.1 Uraian Proses. 21

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku. 21

3.1.2 Tahap Sintesis Produk. 22

3.1.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian. 22

3.1.4 Tahap Pembutiran. 23
3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk. 23
3.3 Perencanaan Produk 42
3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku. 42
3.3.2 Analisa Kebutuhan Alat Proses. 42
BAB IV PERANCANGAN PABRIK. 43
4.1 Lokasi Pabrik. 43
4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout). 47
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses. 52
4.4 Alir Proses dan Material. 53
4.4.1 Diagram Alir Kualitatif. 53
4.4.2 Diagram Alir Kuantitatif. 54
4.4.3 Neraca Massa. 55
4.4.4 Neraca Panas 57
4.5 Perawatan (Maintenace). 63
4.6 Unit Pendukung Proses (Utilitas). 64
4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air. 64
4.6.2 Unit Pembangkit Steam. 75
4.6.3 Unit Penyediaan Udara Instrument 75
4.6.4 Unit Pembangkit dan Pendistribuasian Listrik. 76
4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar. 79
4.6.6 Unit Pengolahan Limbah. 79
4.7 Organisasi Perusahaan. 79
4.7.1 Bentuk Perusahaan. 79
4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan. 81

4.7.3 Tugas dan Wewenang. 83
4.7.4 Sistem Kepegawaian. 89
4.8 Evaluasi Ekonomi. 99
4.8.1 Penaksira Harga Alat. 100
4.8.2 Dasar Perhitungan. 104
4.8.3 Perhitungan Biaya. 104
4.8.4 Analisa kelayakan. 105
4.8.5 Hasil Perhitungan. 108
4.8.6 Analisa Keuntungan. 112
4.8.7 Hasil Analisa Klayakan. 113
4.8.8 Grafik Evaluasi Ekonomi. 115
BAB V PENUTUP. 116
5.1 Kesimpulan. 116
5.2 Saran. 117
DAFTAR PUSTAKA. 118
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Import Maleic Anhydride. 3

Tabel 1.2 Data Ekspor Maleic Anhydride 4

Tabel 1.3 Data Kapasitas Pembuatan Resin Poliester 6

Tabel 1.4 Perhitungan Kapasitas Pabrik Maleic Anhydride 7

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Fixed Bed & Fluidized Bed 13

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan... 23

Tabel 3.2 Spesifikasi Silo.....24

Tabel 3.3 Spesifikasi Reaktor. 25

Tabel 3.4 Spesifikasi Absorber... 27

Tabel 3.5 Spesifikasi Evaporator. 27

Tabel 3.6 Spesifikasi Kondenser 28

Tabel 3.7 Spesifikasi Filter Udara.....29

Tabel 3.8 Spesifikasi Screening. 30

Tabel 3.9 Spesifikasi Prilling Tower.....30

Tabel 3.10 Spesifikasi Ball mill... 31

Tabel 3.11 Spesifikasi Furnace. 31

Tabel 3.12 Spesifikasi Cooler. 32

Tabel 3.13 Spesifikasi Blower. 38

Tabel 3.14 Spesifikasi Kompresor... 38

Tabel 3.15 Spesifikasi Blower. 39

Tabel 3.16 Spesifikasi Pompa. 39

Tabel 3.17 Spesifikasi Bucket Elevator. 40

Tabel 3.18 Spesifikasi Belt Conveyor. 41

Tabel 4.1 Keterangan Tata Letak Pabrik.....50

Tabel 4.2 Neraca Massa pada Furnance.....57
Tabel 4.3 Neraca Massa pada Reaktor.....57
Tabel 4.4 Neraca Massa pada Absorber.....58
Tabel 4.5 Neraca Massa pada Evaporator.....58
Tabel 4.6 Neraca Massa pada Prilling Tower 59
Tabel 4.7 Neraca Panas pada Furnance.....59
Tabel 4.8 Neraca Panas pada Reaktor.....59
Tabel 4.9 Neraca Panas pada Cooler 1.....60
Tabel 4.10 Neraca Panas pada Cooler 2.....60
Tabel 4.11 Neraca Panas pada Cooler 3.....60
Tabel 4.12 Neraca Panas pada Cooler 4.....60
Tabel 4.13 Neraca Panas pada Cooler 5.....61
Tabel 4.14 Neraca Panas pada Cooler 6.....61
Tabel 4.15 Neraca Panas pada Absorber.....61
Tabel 4.16 Neraca Panas pada Evaporator.....62
Tabel 4.17 Neraca Panas pada Kondenser. 62
Tabel 4.18 Neraca Panas pada Prilling Tower.....62
Tabel 4.19 Kebutuhan Air Steam.....73
Tabel 4.20 Kebutuhan Air Pendingin 73
Tabel 4.21 Kebutuhan Air Sanitasi.....74
Tabel 4.22 Kebutuhan Dowtherm A.....75
Tabel 4.23 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses.....76
Tabel 4.24 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas 75
Tabel 4.25 Kebutuhan Listrik untuk Alat control, kantor & penerangan. 77
Tabel 4.26 Total Kebutuhan Listrik.....78

Tabel 4.27 Jadwal Pembagian Kelompok Shift. 91
Tabel 4.28 Jumlah Tenaga kerja berdasarkan jabatan dan golongan. 92
Tabel 4.29 Daftar Gaji Karyawan 96
Tabel 4.30 Harga indeks tahunan. 101
Tabel 4.31 Physical Plant Cost (PPC). 108
Tabel 4.32 Fixed Capital Investment (FCI)... 109
Tabel 4.33 Direct Manufacturing Cost (DMC). 109
Tabel 4.34 Indirect Manufacturing Cost (IMC) 109
Tabel 4.35 Fixed Manufacturing Cost (FMC)... 110
Tabel 4.36 Total Manufacturing Cost (MC). 110
Tabel 4.37 Working Capital (WC). 111
Tabel 4.38 General Expense (GE)... 111
Tabel 4.39 Production Cost. 111
Tabel 4.40 Fixed Cost (Fa). 111
Tabel 4.41 Regulated Cost (Ra)... 112
Tabel 4.42 Variable Cost (Va). 112
Tabel 4.43 Kriteria persyaratan kelyakan pabrik. 113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan Import Maleic Anhydride. 4

Gambar 1.2 kebutuhan Ekspor Maleic Anhydride.....5

Gambar 1.3 Proses Diagram Huntsman Fixed Bed. 11

Gambar 1.4 Proses Diagram ALMA Fluidized Bed.... 12

Gambar 4.1 Peta Lokasi Pendirian Pabrik. 44

Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik. 50

Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses 54

Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif. 55

Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif. 56

Gambar 4.6 Diagram Alir Proses Pengolahan Air.... 71

Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan. 82

Gambar 4.8 Grafik Tahun vs Harga Index.....103

Gambar 4.9 Grafik Evaluasi Ekonomi.... 115

ABSTRAK

Pabrik *Maleic Anhydride* memiliki prospek yang baik di Indonesia untuk didirikan karena kebutuhan produk ini yang semakin meningkat. *Maleic Anhydride* merupakan salah satu jenis bahan baku di dalam *industry unsaturated resin* yang biasanya resin tersebut di gunakan untuk pembuatan *fiberglass* agar menjadikannya kuat tetap ringan dan tahan terhadap korosi seperti di dalam pembuatan mobil, pesawat, kapal, peralatan elektronik dan lain lain. Untuk memperoleh produk *maleic anhydride* yang sesuai dengan kapasitas, maka dibutuhkan butana sebesar 1649.926864 kg/jam dan O_2 sebesar 47436.45802 kg/jam. Bahan baku butana dibeli langsung dari PT Pertamina IV Cilacap dan O_2 berasal dari udara bebas. Pabrik ini akan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah dengan tanah seluas 23212 m^2. Pabrik ini dioperasikan 24 jam sehari selama 330 hari dengan total karyawan 168 orang. Proses produksi *Maleic Anhydride* ini diawali dengan tahan penyiapan bahan baku sebelum masuk reactor dengan suhu 350 ^{0}C dan tekanan 3,4 atm. Setelah masuk reactor, proses yang digunakan yaitu oksidasi butana yang terjadi pada fase gas dengan bantuan katalis *vanadium phosphorus oxide* dan di jalankan dalam *reactor fixed bed multitube*. Proses selanjutnya adalah pemurnian hasil reactor dengan absorber dan evaporator. Lalu, proses yang terakhir yaitu proses pembutiraan dengan menggunakan prilling tower. Pabrik ini membutuhkan air sanitasi sebesar 1418 kg/jam. Air pendingin sebesar 7904,643033 kg/jam, air untuk steam sebanyak 101274,85 kg/jam, air makeup sebesar 24354,3401 kg/jam dan kebutuhan dowtherm sebesar 1801606,734 kg/jam. Listrik yang dibutuhkan pada pabrik sebesar 248,1820 Kw/jam. Dari hasil evaluasi ekonomi pabrik ini, didapatkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 426.315.430.867 dan keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 319.736.573.150. Persentase *Return on Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 41,79% dan setelah pajak 31,34%. *Pay out time (POT)* sebelum pajak adalah 2,09 tahun dan setelah pajak 2,68 tahun. Nilai *Break Event Point (BEP)* sebesar 40,72% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 29,37% dengan *Discount Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 19,25%. Berdasarkan analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik Maleic Anhydride dengan kapasitas 15.000 ton/tahun layak didirikan.

Kata kunci : *maleic anhydride, unsaturated resin. fiberglass*

ABSTRACT

The Maleic Anhydride plant has good prospects in Indonesia to be established due to the increasing demand for this product. Maleic Anhydride is one type of raw material in the unsaturated resin industry which is usually used for the manufacture of fiberglass to make it strong, lightweight and resistant to corrosion, such as in the manufacture of cars, planes, ships, electronic equipment and others. To obtain a maleic anhydride product that is suitable for capacity, it takes 1649.926864 kg / hour of butane and 47436.45802 kg / hour of O_2. The raw material for butane is purchased directly from PT Pertamina IV Cilacap and O2 comes from free air. This factory will be built in Cilacap, Central Java, with a land area of 23212 m2. This factory is operated 24 hours a day for 330 days with a total of 168 employees. The production process of Maleic Anhydride begins with holding down the preparation of raw materials before entering the reactor with a temperature of 350 0C and a pressure of 3.4 atm. After entering the reactor, the process used is the oxidation of butane which occurs in the gas phase with the help of a vanadium phosphorus oxide catalyst and is run in a fixed bed multitube reactor. The next process is purification of the reactor with an absorber and evaporator. Then, the last process is the granulation process using a prilling tower. This factory requires sanitary water of 1418 kg / hour. Cooling water is 7904.643033 kg / hour, water for steam is 101274.85 kg / hour, makeup water is 24354.3401 kg / hour and dowtherm needs 1801606.734 kg / hour. The electricity needed in the factory is 248,1820 Kw / hour. From the results of the economic evaluation of this factory, the profit before tax was Rp 426.315.430.867 and the profit after tax was Rp. 319.736.573.150. The percentage of Return on Investment (ROI) before tax is 41,79% and after tax is 31,34%. Pay out time (POT) before tax is 2.09 years and after tax is 2.68 years. The Break Event Point (BEP) value is 40.72% and the Shut Down Point (SDP) value is 29.37% with a Discount Cash Flow Rate (DCFR) of 19.25%. Based on the economic analysis, it can be concluded that the Maleic Anhydride factory with a capacity of 15,000 tons / year is feasible.

Keyword : maleic anhydride, unsaturated resin. fiberglass

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri memiliki pengertian sebagai salah satu kegiatan ekonomi yang mengubah bahan baku/bahan mentah, bahan baku setengah jadi, hingga menjadi bahan yang memiliki kualitas bermutu tinggi dalam penggunaannya, industri juga termasuk untuk kegiatan perancangan bangun dan perekayasaan industri. Seperti di negara-negara lainnya, sektor per industrian di Indonesia diharapkan dapat menjadi acuan pergerakan untuk sektor-sektor lain. Perkembangan perindustrian di Indonesia menjadi salah satu tolak ukur didalam perkembangan perekonomian di Indonesia. Dilihat dari pembangunan dan perkembangan industri di Indonesia terkhususnya untuk Industri Kimia mengalami peningkatan yang sangat pesat. Hal ini di dapat dilihat dari banyaknya pembangunan pabrik kimia dan dilihat dari segi kuantitas dan kualitas dari produk yang dihasilkan.

Industri kimia merupakan salah satu industri yang ikut mengambil bagian di dalam perkembangan dunia, industri kimia ini akan terus menerus berkembang secara meluas dan terintegrasi sehingga memberikan prospek yang baik saat ini hingga di masa mendatang. Pengembangan Industri kimia di Indonesia yang sangat pesat membuat pemerintah cenderung menitik beratkan dan mengarahkan pembangunan pada sektor industri kimia sehingga dalam hal ini sektor tersebut mampu meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan yang diperlukan dalam negeri pada bahan kimia, mengurangi ketergantungan import dan juga dapat memberikan jalan keluar pada masalah ketenaga kerjaan.

Salah satu industri kimia yang sedang berkembang dan banyak di butuhkan di Indonesia adalah Industri *unsaturated polyester* resin yang juga menggunakan bahan baku berupa *maleic anhydride*. Sehingga kebutuhan *maleic anhydride* akan meningkat. *Maleic Anhydride* adalah *product intermediate* yang

memiliki arti bahan kimia ini merupakan produk yang memiliki fungsi sebagai bahan baku untuk produk lainnya. *Maleic Anhydride* memiliki formula senyawa molekul $C_4H_2O_3$ dengan nama IUPAC 2,5-Furandione. Selain sebagai bahan baku *Industri unsaturated polyetser resin* yang biasanya *resin* tersebut di gunakan untuk pembuatan *fiberglass* agar menjadikannya kuat tetap ringan dan tahan terhadap korosi seperti di dalam pembuatan mobil, pesawat, kapal, peralatan elektronik dan lain lain. Maleic anhydride memiliki kegunaan lain yaitu

1. Bahan baku pembuatan *Alkyd resins*
2. Bahan baku pembuatan *Agricultural Chemical (insecticide, herbicide, soil treatment, fungicide, growth regulator)*
3. Bahan baku pembuatan *Reinforced Plastic*
4. Bahan baku pembuatan *Paint Varnishes* dan *ink*
5. Bahan baku pembuatan minyak pengering seperti minyak rami, minyak kedelai, dan *sofflower oil*
6. Bahan baku pembuatan asam maleat, asam fumarat, asam tartat, asam *malic*
7. Bahan penolong dalam pembuatan *surface coating, reactive plasticizers lubricants additive*
8. Sebagai *copolymer* senyawa lain untuk memperbaiki sifat plastik.

(Othmer, vol 5)

Dilihat dari banyaknya kegunaan dari *maleic anhydride* maka meningkatkan kebutuhan akan bahan tersebut dan dapat di tarik kesimpulan bahwa masyarakat dalam negeri dan luar negeri sangat membutuhkan ketersediaan produk ini. Ini dibuktikan dari kebutuhan di seluruh dunia terhadap *maleic anhydride* yang akan terus meningkat pengunaannya di perkirakan rata-rata 5,8-6,0% pertahun, pertumbuhan terbesar berlangsung di Asia. Menurut perkiraan, permintaan *maleic anhydride* akan terus menerus meningkat mejadi 3,1% di Amerika dan 7-8% di Asia tiap tahunnya. Di Indonesia, data dari badan pusat statistik(BPS) kebutuhan maleic anhydride meningkat tiap tahunnya andai kata ada penurunan pada tahun tertentu penurunannya tidak terlalu signifikan. Peningkatan ini berjalan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan industri yang

menggunakan *maleic anhydride* sebagai bahan baku, akan tetapi peningkatan kebutuhan untuk maleic anhydride ini tidak di sertai dengan kecukupan produksi di dalam negeri oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan kan *maleic anhydride* di peroleh dari berbagai negara diantaranya jepang, cina, taiwan, dan korea.

Berdasarkan besarnya kebutuhan masyarakat akan bahan ini dan melihat kegunaannya yang banyak maka dengan di dirikan pabrik maleic anhydide di Indonesia di rasa sebagai solusi yang tepat. Selain untuk mengatasi kebutuhan masyarakat di Indonesia, sisa kapasitas dapat di ekspor ke luar negeri untuk meningkatkan devisa negara dan menambah lapangan pekerjaan.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik Maleic Anhydride

Penentuan kapasitas memberi pengaruh terhadap perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan. Pada dasarnya semakin besar kapasitas produksi maka akan memberikan keuntungan yang semakin besar juga, namun ada beberapa faktor yang harus di perhitungan dan di perhatikan dalam menentukan kapasits produksi.

1.2.1 Data Import Maleic Anhydride

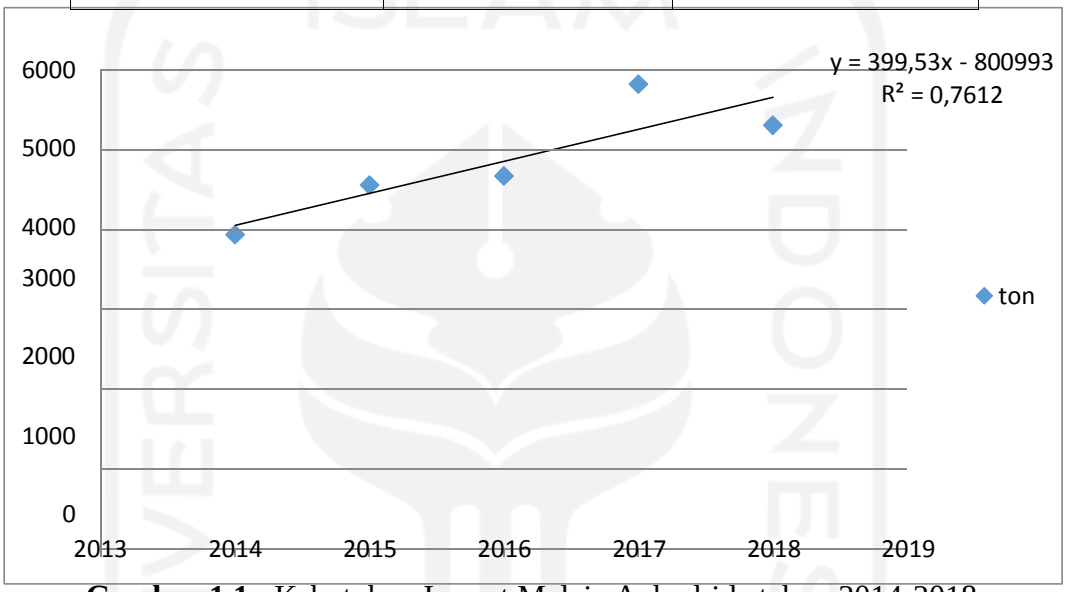
Dilihat dari Badan Pusat Statistik(BPS) terdapat nilai import dan ekspor dari tahun 2013-2018 dimana data tersebut dapat di katakan tidak stabil. Dari nilai import pada tahun 2017 ke tahun 2018 mengalami penurunan, walaupun penurunan tersebut tidak terlalu signifikan. Walaupun maleic anhydride sudah di produksi di dalam negeri, sampai saat ini Indonesia masih mengimport nya dari luar negeri

Tabel 1.1 Data import Maleic Anhydride

Tahun	Kg	Ton
2014	3530620	3530,62

2015	4150035	4150,035
2016	4262054	4262,054
2017	5412653	5412,653
2018	4896938	4896,938

(sumber :



Gambar 1.1 : Kebutuhan Import Maleic Anhydride tahun 2014-2018

Dari gambar 1.1 kebutuhan import maleic anhydride di Indonesia dengan tahun, di dapatkan persamaan linear yang memperkirakan nilai import di waktu mendatang. Dimana sumbu x sebagai tahun dan sumbu y sebagai kebutuhan atau kapasitasnya. Persamaan garis hasil regresi linear yang di peroleh sebagai berikut:

$$y = 399{,}53x - 800993$$

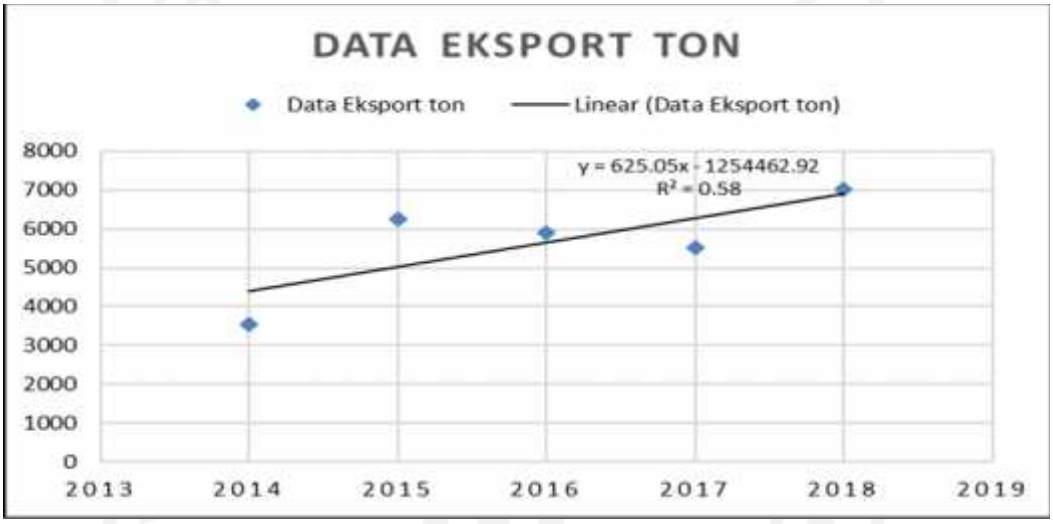
Diperkirakan nilai import maleic anhydride di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 6847,612 ton/tahun yang di dapat dari persamaan diatas dengan y sebagai jumlah import maleic anhydride dan x sebagai tahun.

1.2.2 Data Ekspor Maleic Anhydride

Tabel 1.2 Data ekspor Maleic Anhydride

Tahun	Kg	Ton
2014	3531250	3531.25
2015	6240770	6240.77
2016	5908460	5908.46
2017	5524540	5524.54
2018	7014630	7014.63

Gambar 1.2 : Kebutuhan Ekspor Maleic Anhydride tahun 2014-2018



Dari gambar kebutuhan eksport maleic anhydride di Indonesia dengan tahun, di dapatkan persamaan linear yang memperkirakan nilai import di waktu mendatang. Dimana sumbu x sebagai tahun dan sumbu y sebagai kebutuhan atau kapasitasnya. Persamaan garis hasil regresi linear yang di peroleh sebagai berikut:

$$y = 625{,}05x - 1254462{,}92$$

Diperkirakan nilai eksport maleic anhydride di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 9394,248 ton/tahun yang di dapat dari persamaan diatas dengan y sebagai jumlah import maleic anhydride dan x sebagai tahun.

Penggunaan maleat anhidrat di industri sangat beragam, diantaranya untuk resin polyester tak jenuh, produksi rosin adduct, produksi alkyd resins, produksi fumaric acid dan produksi alkenyl succinic anhydrides (ASA). Lima puluh persen dari total produksi maleat anhidrat di dunia digunakan sebagai resin

polyester tak jenuh (Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 1914), dari pernyataan ini didapatkan bahwa perbandingan antara maleat anhidrat yang digunakan berbanding Prarencana Pabrik Maleic Anhydride Berbahan Baku Butana dengan UPR yang dihasilkan adalah 1:2. Berdasarkan United States Patent 4902773 diketahui bahwa kebutuhan maleat anhidrat yang digunakan dalam pembuatan resin polyester tak jenuh adalah sebesar 14%. Data kapasitas produksi pabrik resin polyester tak jenuh yang ada di Indonesia seperti pada tabel berikut.

Tabel 1.3 Data kapasitas pembuatan resin polyester

Nama	Kapasitas (ton/am)
PT Justus Sakti Raya	40000
PT Padric Jaya Chemical	7700
PT SHCP Indonesia	13200

Berdasarkan table diatas, kebutuhan maleic anhydride pada seluruh sector industry di Indonesia dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

Kebutuhan MA secara keseluruhan = [redacted]

14%

50%

$$= \frac{60\,900 \quad 0.14}{0.5} = 17052 \text{ ton/tahun}$$

Di Indonesia sudah ada pabrik yang memproduksi maleic anhydride yaitu PT Justus Kimia Raya dengan total produksi sebesar 14000 ton/tahun. Berikut adalah perhitungan kapasitas pabrik maleic anhydride:

Kapasitas = Demand – Supply

Dimana

Demand = Eksport + Konsumsi

Supply = Produksi + Import

Tabel 1.4 Perhitungan kapasitas pabrik maleic anhydride

Import (ton/tahun)	Eksport (ton/tahun)	Produksi (ton/tahun)	Konsumsi (ton/tahun)	Supply (ton/tahun)	Demand (ton/tahun)	Kapasitas (ton/tahun)
6847,612	9394,248	14000	17052	20847,612	26446,248	5598,636

Jadi, kapasitas pabrik yang akan dibuat sebesar 15000 ton/tahun

1.2.3 Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku dari pembuatan maleic anhydride yang digunakan adalah LPG butana. LPG merupakan gas hasil produksi dari kilang minyak dan kilang gas, yang memiliki komponen utamanya adalah gas propana(C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) kurang lebihnya 99% dan selebihnya adalah gas pentana (C_5H_{12}) yang di cairkan. Ada beberapa jenis dari LPG ini yaitu

- LPG propane, yang terdiri dari sebagian besar C_3
- LPG butane, yang terdiri dari sebagian besar C_4
- Mix LPG, yang terdiri dari campuran propana dan butana

LPG butana yang di gunakan sebagai bahan baku maleic anhydride ini bisa dikatakan mudah untuk di temukan dan di dapat karena merupakan salah satu produksi dari PT Pertamina RU IV Cilacap Jawa Tengah yang memiliki kapasitas produksi sebesar 700 ton/hari. Kebutuhan bahan baku adalah kurang lebih 40 ton/hari sehingga ketersediaan bahan baku didalam negeri di rasa cukup dan tidak perlu di khawatirkan lagi untuk memenuhi kebutuhan pabrik maleic anhydride yang akan di rencanakan dan di rancang.

1.3 Tinjauan Pustaka

Maleic Anhydride pada saat itu tidak dapat di temukan di alam dan pertama kali baru di buat oleh *Pelauze* pada tahun 1834 dengan cara memanaskan asam maleat(*hydroxyl-siccinic acid)* yang merupakan salah satu komponen yang di temukan dalam buah apel dan beberapa buah lainnya. Tahun 1920 *Weiss dan Down* menemukan metode baru untuk membuat maleic anhydride dengan menggunakan bahan baku benzene yang di oksidasi katalitik fase uap.

Selanjutnya, pada tahun 1928 *National Anilin Division of Allied Chemical Coorporation* mulai mengikuti metode pembuatan maleic anydride dengan bahan aku benzene yang dioksidasi katalitik fase uap dan pada tahun 1933 mulai dipasarkan. (Meyers,1986)

Berikut adalah reaksi pembuatan maleic anhydride dari butana :

$2CH_3CH_2CH_3 + 7O_2 \longrightarrow 2CH_2CH_2(CO)_2O + 8H_2O$

Keuntungan produksi maleic anhydride ini dari C4 hidro karbon sangat banyak diminati oleh industri. Idealnya dalam pembuatan *Maleic Anhydride* dengan bahan baku 100 lb benzena akan menghasilkan 125,6 lb *Maleic Anhydride* dan dengan bahan baku 100 lb butana akan menghasilkan 168,9 *lb Maleic Anhydride*(Trivedi dan Culbertson,2013)

1.3.1 Jenis jenis Proses pembuatan Maleic Anhydride berdasarkan Bahan Baku

1. Bahan baku Benzena dan Udara(Oksidasi Benzena)

Proses oksidasi benzena ini merupakan cara yang paling lama dgunakan. Alasannya karena reaksi yang dijalankan sangat eksotermis maka katalis padat yang digunakan yaitu vanadium oxide biasanya diletakkan dalam multitube/tubeside dengan menggunkan pendingin dari suatu larutan yang disirkulasikan melalui shell side dari reaktor. Pada proses oksidasi benzene ini menggunakan reaktor berukuran besar yang biasanya menggunakan 15000 tube dan panjang 4 meter. Reaktor tipe ini dijalankan pada suhu 350-400^o C dengan tekanan 2 atm.

Reaksi Utama :

$C_6H_6 + 4{,}5\ O_2 \longrightarrow C_4H_2O_3 + 2\ CO_2 + 2\ H_2O$

Reaksi samping :

$C_6H_6 + 7{,}5\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 3\ H_2O$

$C_6H_6 + 4{,}5\ O_2 \longrightarrow 6\ CO + 3\ H_20$

Recovery gas *Maleic Anhydride* yang terbentuk di cairkan dengan menggunakan kondensasi parsial, sedangkan gas yang belum terkondensasi dialirkan ke scrubber untuk di cuci sebagai *maleic anhydride* dan proses

selanjutnya dilakukan proses pemurnian. Dalam proses *recovery* timbul satu permasalahan dimana terjadi *isomerisasi maleic anhydride* yang pada akhirnya akan menghasilkan *fumaric acid*. Isomerisasi ini dapat di hindari dengan menggunakan waktu tinggal yang lebih pendek. (Kirk & Othmer, 1978)

Umumnya maleic anhydride di produksi dari reaksi oksidasi benzena dan udara. Reaktor yang digunakan adalah *fixed bed multitube* dengan jumlah tube 2550 dan dengan mnggunakan katalis *vanadium pentaoksida (V_2O_5).* Konversi benzene menjadi produk dan produk samping sebesar 98%. Karena reaksi ini sangat eksotermis maka digunakan pendingin berupa *molten salt* yang masuk pada bagian shell dengan suhu 360^0C. Setelah keluar dari reaktor kemurnian campuran gas masuk ke dalam tahap pemurnian untuk diambil kandungan maleic anhydride nya dari gas campuran.

2. Bahan Baku Butana dan Udara (Oksidasi n-Butane)

Dalam proses ini terjadi reaksi dalam pembentukan Maleic Anhydride yaitu :

Reaksi Utama :

$$C_4H_{10} + 3{,}5\ O_2 \longrightarrow C_4H_2O_3 + 4\ H_2O$$

Reaksi Samping :

$$C_4H_{10} + 4{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO + 5\ H_20$$

$$C_4H_{10} + 6{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 5\ H_2O$$

Pada proses ini berlangsung dengan suhu antara 350-430^o C dan tekanan sekitar 20 psig (Mc. Ketta dan Cunningham, 1982). Didalam proses ini, yang terbentuk lebih banyak air dibandingkan dengan proses oksidasi benzene. Maleic anhydride dalam aliran gas keluaran reaktor di dinginkan dan diturunkan tekanannya, kemudian dialirkan ke sebuah separator untuk memisahkan uap maleic anhydride dari gas-gas hasil samping reaksi. Selanjutnya maleic anhydride cair di dinginkan dan di turunkan tekanannya sebelum dibawa ke dekanter untuk memisahkan maleic anhydride dengan H_2O berdasarkan densitasnya. H_2O yang telah dipisahkan dari maleic anhydride di bawa ke UPL untuk diproses sebelum di buang ke lingkungan. Sedangkan maleic anhydride hasil keluaran dekanter

selanjutya dibawa ke prilling tower untuk diubah fasenya menjadi padatan(butiran) dengan kemurnian 99,95% dan air sebagai pengotornya. Produksi maleic anhydride dengan bahan baku butana lebih banyak diminati oleh industri. Karena selain harga bahan bakunya yang lebih murah, dengan massa bahan baku yang sama butana dapat menghasilkan produk yang lebih besar dibandingkan benzena.

1.3.2 Jenis jenis Proses pembuatan Maleic Anhydride berdasarkan Tipe Reaktor

Secara umum, teknologi proses produksi Maleic Anhydride dari oksidasi butana terdiri atas 2 kategori berdasarkan tipe rektor yang digunakan yaitu :

- Fixed Bed Process Technology
- Fluidized Bed Process Technology

Namun seiring dengan perkembangan tekologi zama, kategori fluidized bed process technology sudah berhasil dikembangkan menjadi transparant bed process. Berdasarkan teknologi fixed bed atau fluid bed , selektivitas butana 65% - 53% molar dan konversi tidak melebihi 90 % (Cortelli,2006)

1. Fixed Bed Process Technology

Maleic Anhydride di produksi dengan reaksi oksidasi butana menggunakan katalis heterogen vanadium phosphorus oxide (VPO). Reaksi oksidasi ini sangat eksotermis. Hasil samping dari reaksi oksidsi butana ini adalah:

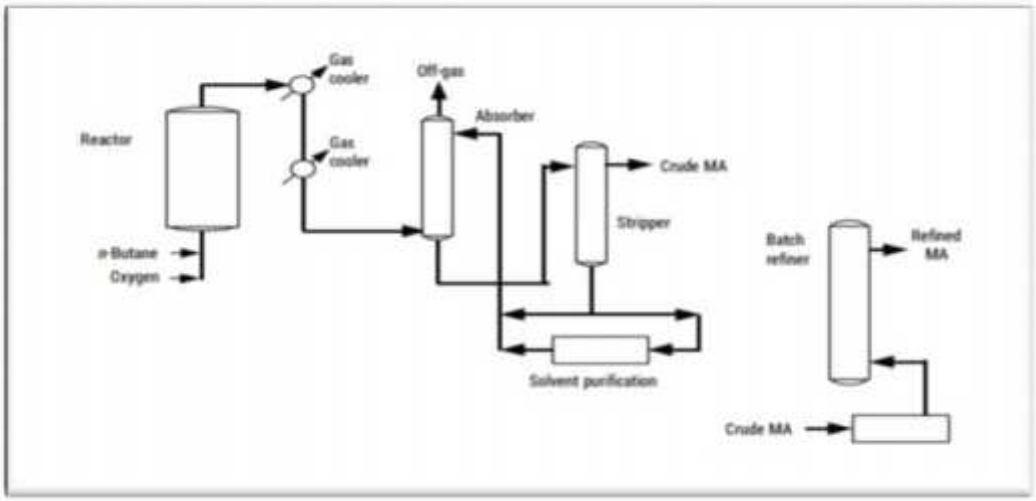
$C_4H_{10} + 3{,}5\ O_2 \longrightarrow C_4H_2O_3 + 4\ H_2O$ $\quad \Delta H = -1236$ KJ/mol

$C_4H_{10} + 4{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO + 5\ H_2O$ $\quad \Delta H = -1521$ KJ/mol

$C_4H_{10} + 6{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 5\ H_2O$ $\quad \Delta H = -2656$ KJ/mol

Udara ditekan hingga tekanannya menjadi 100 sampai 500 kPa dengan kompresor sentrifugal atau aksial, dan di campur dengan uap superheated butana dengan mixer statis agar pencampurannya baik dan sempurna.

Berikut ini flow diagram proses maleic anhydride dari Huntsman :



Gambar 1.3 : Process Diagram Huntsman Fixed Bed

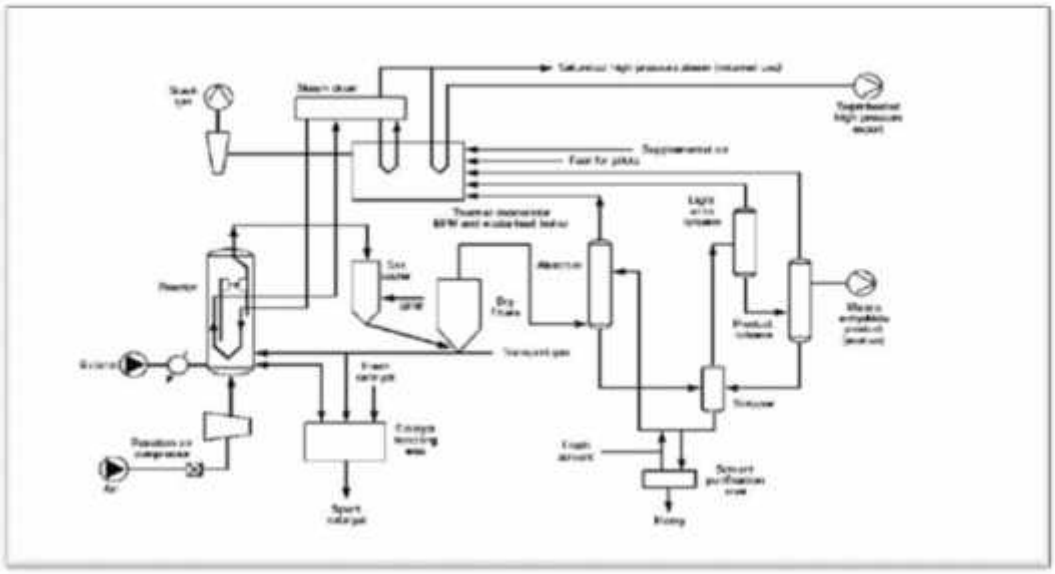
Kondisi ini sangat eksotermis dari reaksi oksidasi butana menjadi Maleic Anhydride dan hasil sampingnya membutuhkan suatu pembuangan panas yang berlebih dari reaktor sehingga reaksi dijalankan dalam reaktor yang dilengkapi *heat exchanger multitube*, yang mensirkulasi campuran garam: KNO_3 53%, $NaNO_2$ 40% dan $NaNO_3$ 70%. Diameter luar tube reakor yaitu 25-30 mm dan panjang tubenya sekitar 3-6 meter. Panas eksotermis reaksi sekitar 390-430^o C. Reaksi butana menjadi maleic anhydride mencapai yield maksimum pada konversi butana sekitar 85%.(Felthouse, 2001)

Operasi reaktor pada kondisi yang menghasilkan yield maksimun yaitu konversi butana sekitar 80-85%, memberikan peluang proses recycle total dapat menghasilkan molar yield yang mendekati selektivitas reaksi yaitu 60-75% lebih tinggi daripada 50-60 molar yield dari proses single pass dengn konversi yang tinggi (U.S Patents)

2. Fluidized Bed Process Technology

Process fluidized bed memberikan keuntungan yaitu sistem pengendalian hot spot yang sangat baik dengan pencampuran katalis yang cepat, kemudahan dalam pengoperasian diatas *flammable limit* dan sistem transfer panas reaktor yang tidak kompleks. Sedangkan kelemahan proses ini yaitu adanya efek *backmixing* pada

kinetika reaktor, kerusakan produk, reaksi hasil samping terjadi diatas space *fluidized bed*, dan rentan terbuangnya katalis dalam jumlah besar dari explosing venting. (Felthouse,2001)



Gambar 1.4 : Diagram Proses ALMA Fluidized Process

Udara yang akan ditekan dan butana masuk secara terpisah pada bagian bawah reaktor fluidized bed. Panas reaksi eksotermis dihilangkan dari *fluidized bed* melalui *steam coil* yang kontak langsung dengan *bed fluidized soils*. Didalam reaktor terdapat koefisien transfer panas yang sangat besar antara *bed fluidized soils* dan *steam coils*. Pola aliran gas dalam reaktor fluidized bed umumnya backmixing, yang mana akan merusak *maleic anhydride*. Beberapa patent telah mendesain modifikasi bagian reaktor secara mekanis yang dapat mengkontrol *backmixing*. Cara lain untuk mengurangi *backmixing* ini yaitu dengan mengecilkan ukuran *bubble*, operasi reaktor dalam aliran yang turbulen dan dibuat fluidisasi yang cepat dengan maksud meminimalkan penggelembungan. Reaktor fluidized bed memerlukan sejumlah *space* yang cukup diatas ketinggian katalis. Agar padatannya dapat terpisah dari gas. *Proses fluidized bed* beroperasi dengan konsentrasi butana yang tinggi tetapi waktu tinggal gas dalam reaktor lebih lama dari pada yang di *proses fixed bed*. (Felthouse, 2001)

Arus produk mengandung padatan dan gas. Padatannya dipisahkan dengan *cyclone*, filter atau kombinasi keduanya. *Cyclone* merupakan alat pemisah

padatan dengan fluida menggunakan aliran vortex. Produk yang hanya mengandung gas ini kemudian harus di dinginkan sebelum masuk ke *refining system*. Di proses fluid bed ini gas sisa reaktor berupa butana yang tidak bereaksi dan hasil samping dibakar diunit insinerasi sebelum akhirnya di buang kelingkungan. (Felthouse, 2001)

Proses fluidized bed tidak membutuhkan shut down untuk mengganti katalis. Katalis baru secara periodik ditambahkan untuk mengatur aktivitas katalis dan distrubusi ukuran partikel. ALMA proses menambahkan unit penanganan katalis untuk menambahkan *Catalyst fines* maupun *fress Catalyst* ke reaktor.

Berdasarkan penjabaran beberapa proses alternatif pembentukan maleic anhydride dapat dilihat kelebihan dan kekurangan proses dalam tabel berikut :

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Fixed bed dan Fluidized bed

No	Proses	Proses Huntsman Fixed Bed	Proses ALMA Fluidized Bed
1	Bahan Baku	Butana & Oksigen	Butana & Oksigen
2	Katalis	VPO	VPO
3	Kondisi Operasi	350-430 ^{0}C, 1-5 atm	240 ^{0}C, 2-2 atm
4	Alat	1. Peralatan sederhana *2. Mature Technology*	1. Peralatan Rumit *2. New Technology*
5	Kelebihan	1. Katalis tetap berada dalam *tube* 2. *Fixed bed* dapat digunakan pada tekanan tinggi 3. Kapasitas produksi cukup tinggi	Tidak membutuhkan *shut down* untuk mengganti katalis dengan menambahkan unit perancangan katalis Sistem pengendalian *hot spot* yang sangat baik

6	Kekurangan	1. Saat pergantian katalis harus dalam posisi shut down 2. Adanya kemungkinan terjadi *hot spot* pada katalis	1. Adanya katalis yang ikut dalam prouk 2. Terjadinya backmixing yang mana akan merusak *maleic anhydride* 3. Waktu tinggal gas dalam reaktor lebih lama dari pada proses fixed bed 4. Reaktor fluidized bed memerlukan sejumlah space yang cukup diatas ketinggian katalis, agar padatannya dapat terpisah dari gas

(Sumber: Felthouse et al, 2001)

Berdasarkan pertimbangan dari tabel di atas maka dipilihlah proses fixed bed untuk tahap oksidasi dan pemurnian maleic anhydride, yaitu : gas keluaran reaktor didinginkan kemudian dialirkan kesebuah absorber untuk memisahkan uap maleic anhydride dari gas-gas hasil samping reaksi. Selanjutnya maleic anhydride cair didinginkan dan diturunkan tekanannya sebelum dibawa ke evaporator untuk memisahkan maleic anhydride dengan H_2O . H_2O yang telah dipisahkan dari maleic anhydride dibawa ke UPL untuk di proses sebelum dibuang ke lingkungan. Sedangkan maleic anhydride hasil keluaran evaporator selanjutnya dibawa ke prilling tower untuk diubah fasenya menjadi padatan(butiran) dengan kemurnian 99,95% dan air sebagai pengotornya.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

2.1.1 Butana

Rumus molekul : C_4H_{10}

Berat molekul : 58,124 kg/kmol

Wujud : gas

Warna : tidak berwarna

Titik didih : -0,5 °C

Titik nyala : -60 °C

Suhu kritis : 152 °C

Densitas, gas : 0,573 g/cm^3 (25 °C)

Kelarutan : Air : 88 mg/l

(msds, praxair 2016)

2.1.2 Udara

Komposisi : O_2 : 21%

N_2 : 79%

Berat molekul : 32 g/mol

Wujud : gas

Warna : tidak berwarna

Titik didih : -183 °C (1 atm)

Suhu kritis : -118,4 °C

Spesific gravity : 1,14

2.2 Spesifikasi Produk

2.2.1 Maleic Anhydride

Rumus molekul : $C_4H_2O_3$

Berat molekul : 98,06 g/mol

Wujud : kristal padat

Warna : tidak berwarna atau putih

Titik didih : 200,1 □C

Titik nyala : 103 □C

Densitas, gas : 0,93 g/cm^3 (20 °C)

Kelarutan : Air: 400 g/l (20 °C)

(msds, idesa petrocuimiqa, 2017)

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

2.3.1 Katalisator Vanadium Pentaoksida

Rumus molekul : V_2O_5

Berat molekul : 181,88 g/mol

Wujud : Padat

Warna : kuning

Titik didih : 1750 °C

Densitas : 3,57 g/cc

Kelarutan : air : 8 g/l

(msds, lts, 2015)

2.3.2 Dibutyl Phthalate

Rumus molekul : $C_{16}H_{22}O_4$

Berat molekul : 278,34 g/mol

Wujud : cair

Warna : tidak berwarna

Titik didih : 340 ^{0}C

Titik nyala : 171 C

Densitas : 1,043 g/cm^3 (25 ^{0}C)

Kelarutan : Air: 0,0114 g/l (25 ^{0}C)

(msds, smartlab indonesia,2017)

2.4 Pengendalian Kualitas

Secara harfiah, kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan (Tjiptono dan Anastasia, 2003).Pengendalian kualitas (Quality Control) merupakan pengawasan mutu usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari suatu barang yang dihasilkan, supaya sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan (Assauri, 1998). Pengendalian kualitas pada pabrik maleic anhydrideI meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses, dan pengendalian kualitas produk.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian kualitas terlebih dahulu terhadap bahan baku pembuatan maleic anhydride dan bahan pembantu lain seperti katalis dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan pabrik. Uji yang dilakukan meliputi uji densitas, viskositas, kadar komponen, kemurnian bahan baku.

2.4.2 Pengendalian Proses Produksi

Fungsi pengendalian proses produksi adalah perencanaan, penentuan urutan kerja, penentuan waktu kerja, pemberian perintah kerja, dan tindal lanjut dalam pelaksanaan" (Agus Ahyari, 2002) Untuk menghasilkan produk yang berkualitas diperlukan pengendalian disetiap tahapan proses dari mulai bahan baku hingga menjadi produk. Hal ini berkaitan dengan aliran dan alat sistem control. Pengendalian kualitas proses produksi dilakukan menggunakan alat pengendali di dalam control room, dimana terdapat controller yang tersambung dengan sensor tertentu yang terpasang pada tiap alat proses sehingga memudahkan pengendalian sistem setiap tahapan proses produksi.

1. Aliran Sistem Kontrol
    1. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk valve dari controller ke actuator.
    2. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke controller
    3. Aliran mekanik (aliran gerak/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke controller

2. Alat Sistem Kontrol

    1. Sensor, digunakan dalam mengidentifikasi variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *thermocouple* untuk suhu.
    2. Controller dan indikator, meliputi Level Control (LC), Temperature Contol (TC), Pressure Control (PC) dan Flow Control (FC).
        a. *Level Control* (LC) merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki/vessel.
        b. *Flow Rate Controller* merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.
        c. *Temperature Controller*, alat ini mempunyai *set point* / Batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu actual yang diukur melebihi *set point*-nya maka outputnya akan bekerja. Selain itu, pengendalian waktu produksi juga dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.
        d. *Pressure Controller* merupakan alat yang berfungsi untuk mengatur tekanan masuk dan keluar proses, apabila belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan maka akan timbul tanda isyarat berupa suara dan nyala lampu.
    3. Actuator, digunakan untuk memanipulasi agar variabel actuator sama dengan vaiabel controller. Alat yang digunakan *automatic control valve* atau *manual hand valve*.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Kualitas dari produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh proses-proses sebelumnya. Pengendalian kualitas produk dilakukan agar

produk yang dihasilkan memperoleh mutu produk standar sehingga produk yang dihasilkan berkualitas dan layak dipasarkan ke konsumen. Adanya penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku buruk, operasi dan kerusakan alat.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan maleic anhydride dibagi menjadi tiga tahapan yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap *sintesis proses*
3. Tahap pemisahan dan pemurnian produk
4. Tahap Pembutiran

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan bahan baku memiliki tujuan untuk menyiapkan bahan baku butana dan udara agar sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan dalam *reaktor fixed bed multitube* yaitu pada suhu 350^0 C pada tekanan 3,4 atm.

Bahan baku utama dalam pembuatan maleic anhydride yaitu butana dan udara. Butana di simpan pada *tangki horizontal* (T-01) dalam fase cair pada kondisi suhu 35^0C pada tekanan 4 atm. Kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-01) menuju *expansion valve* (EXP-01) untuk menurunkan tekanannya menjadi 3,4 atm dan sekaligus merubah fase dari cair menjadi gas.

Udara pada kondisi suhu 30^0C dan tekanan 1 atm melewati *filter udara* (FU-01) untuk dipisahkan partikulat padat yang terkandung dalam udara. Kemudian tekanan O_2 dinaikkan dari 1 atm menjadi tekanan 3,4 atm dengan menggunakan *kompresor* (K-01). Keluaran dari *expansion valve*(EXP-01) yang berupa gas butana selanjutnya akan mengalir ke *furnance* (F-01) bersamaan dengan O_2 untuk dinaikkan suhunya sebesar 350^0C. Untuk umpan masuk di gunakan rasio molar butana dan *oxygen* sebesar 1 : 4 (US Patent 4.342.699). Dari *furnance* kemudian menuju reaktor (R-01) untuk proses sintesa menjadi *maleic anhydride*

3.1.2 Tahap Sintesis Produk

Maleic Anhydride terbentuk dari reaksi bahan baku butana dan O_2 dengan menggunakan katalis *Vanadium Phosphorus Oxide* dengan menggunakan reaktor *fixed bed multibed* dengan kondisi operasi yang berlangsung pada suhu 350 ^oC dan tekanan 3,4 atm. Reaksinya menggunakan reaksi *eksotermis*, sehingga selama reaksi berlangsung akan dilepas sejumlah panas dan dibutuhkan pendingin untuk menjaga reaksi. Adapun pendingin yang digunakan adalah *dowtherm A*. Dalam reaktor terbentuk gas maleic anhydride dan produk samping berupa CO_2 dan CO. Konversi butana yaitu 68% menjadi *maleic anhydride*, 16% mejadi CO, 12% menjadi CO_2 dan 4% tidak bereaksi(Kirk Othmer, 2004). Stoikiometris dan panas reaksi dari reaksi oksidas butana yaitu :

$C_4H_{10} + 3{,}5\ O_2 \longrightarrow C_4H_2O_3 + 4\ H_2O$ $\quad \Delta H = -1236$ KJ/mol

$C_4H_{10} + 4{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO + 5\ H_2O$ $\quad \Delta H = -1521$ KJ/mol

$C_4H_{10} + 6{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 5\ H_2O$ $\quad \Delta H = -2656$ KJ/mol

3.1.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Tahap pemurnian dilakukan untuk memisahkan *maleic anhydride* dari n-pentane, N_2, O_2, CO, CO_2, H_2O, dan gas n-butana yang tidak bereaksi. Gas hasil keluaran reaktor selanjutnya diturunkan tekanannya dengan menggunakan *expansion valve* (EXP-02) hingga 1 atm, lalu didinginkan dengan *cooler* hingga suhunya menjadi 160^oC dan diumpan ke *absorber* (AB-01). Pada Absorber (AB-01) gas *maleic anhydride* diabsorbsi menggunakan pelarut *dibutyl phthalat* , sementara gas C_4H_{10}, C_5H_{12}, O_2, N_2, CO, CO_2, H_20 dan gas maleic anhydride tidak terabsorbsi. Produk yang terserap oleh solvent(*dibutyl phthalate*) berupa *maleic anhydride*($C_4H_2O_3$) sebesar 99,40% dan air (H_2O) sebesar 0,60%. Maleic anhydride yang larut dalam pelarut solvent 10% wt (WO 2012/ 154479 Al). Produk yg terserap itu merupakan produk bawah dari *absorber* yang selanjutnya dijadikan umpan masuk ke dalam *evaporator*(EV-01). *Maleic anhydride* ($C_4H_2O_3$), solvent, dan air (H_2O) di umpankan ke dalam *evaporator* guna memekatkan solvent dari *maleic anhydride* agar dapat di *recycle* kembali ke absorber. Hasil bawah dari evaporator berupa solvent *dibutyl phthalate* dan *maleic*

anhydride sebesar 0,30% di recycle yang selanjutnya akan kembali ke absorber sedangkan Hasil atas dari *evaporator* berupa *maleic anhydride*($C_4H_2O_3$) dengan kemurnian produk 99,5% dan air (H_2O) diumpannkan masuk kedalam *Prilling Tower*(PT-01)

3.1.4 Tahap Pembutiran

Tahap pembutiran dimaksudkan untuk mengubah fase *maleic anhydride* menjadi padatan. *Maleic Anhydride* diumpankan ke *prilling tower*(P-01) untuk proses pembutiran. Udara digunakan sebagai pengering yang dihembuskan dari bagian bawah tower menggunakan blower (BL-01). Produk keluaran *prilling tower*(P-01) berupa butiran *maleic anhydride*. Butiran ini disimpan dalam silo (S-01) kemudian diumpankan ke gudang(G-01) untuk pengepakan sehingga siap dipasarkan.

3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

3.2.1 Tangki Penyimpanan

Table 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

No	Spesifikasi Alat	Tangki Penyimpanan C_4H_{10}
1	Fungsi	Menyimpan Butana selama 14 hari
2	Fasa	Cair
3	Bentuk	Silinder horizontal dengan torispherical dished head
4	Jumlah	1 buah
5	Bahan Kontruksi	Plate Steel SA-167 grade 3 Type 304
6	Kode Alat	T-01
7	Kondisi Operasi	

	Tekanan(atm)	4
	Suhu (oC)	35
8	Volume Tangki (m3)	1275,07
9	Diameter Standar Tangki (m)	30,48
10	Tinggi Standar Tangki (m)	10,97
11	Course plate	6
12	Tebal shell (m)	0,025
13	Tipe Atap Tangki	Torispherical
14	Tinggi Puncak head (m)	5,33
15	Tebal head standar (m)	0,06
16	Tinggi Total Tangki (m)	16,31
17	Lebar Tangki (m)	10,39
18	Harga ($)	225.93

Table 3.2 Spesifikasi Silo

No	Spesifikasi Alat	Silo
1	Fungsi	Menyimpan Butiran maleic anhydride selama 3 hari
2	Fasa	Padat
3	Bentuk	Silinder tegak dengan bagian bawa berbentuk conical (kerucut)
4	Jumlah	1 buah
5	Bahan Kontruksi	*Carbon Steel* SA-285Grade C

6	Kode Alat	SL-01
7	Kondisi Operasi	
	Tekanan(atm)	1
	Suhu (^oC)	30
8	Volume (m^3)	287,39
9	Diameter Silo (m)	4,33
10	Tebal shell (m)	0,008
11	Lebar silo (m)	4,34
12	Tebal head (m)	0,008
13	Tinggi silo (m)	8,15
14	Harga ($)	98.82

3.2.2 Reaktor

Table 3.3 Spesifikasi reaktor

No	Spesifikasi Alat	Reaktor (R-01)
1	Fungsi	Tempat terjadinya reaksi gas butana dan oksigen membentuk produk maleic anhydride dengan konversi C_4H_{10} sebesar 68%
2	Fasa	Gas
3	Jenis	Fixed Bed Multitube
4	Jumlah	1 buah
5	Bahan Kontruksi	*Stainless Steel* SA 167 *grade* 3 tipe 304
6	Kode Alat	R-01
7	Kondisi Operasi	
	Tekanan(atm)	3,4
	Pressure Drop	0,0000077
	Suhu Umpan(^oC)	350

	Suhu Produk(^oC)	337,46
	Pendingin	Downterm A
	Suhu masuk(^oC)	15
	Suhu keluar(^oC)	326,69
	Massa Pendingin(kg/jam)	590920,58
8	Spesifikasi Tube	
	Jumlah *tube* (buah)	6438
	Panjang(m)	1,17
	IDt (in)	1,50
	ODt (in)	1,90
	Susunan	Triangular dengan pitch 1 ½ in
	Jumlah pass	1
	Material	Carbon steel
9	Spesifikasi Shell	
	IDs(m)	5,08
	Tebal (in)	0,63
	Jumlah pass	1
	Material	Plate Steel SA 212 grade B
10	Bentuk Head	Elipstical Head
11	Tebal Head (in)	1,5
12	Tinggi Head (m)	1,15
13	Tinggi total Reaktor(m)	3,47
14	Waktu Tinggal (s)	0,09
15	Volume Head (m^3)	0,006
16	Volume Reaktor (m3)	23,75
17	Harga ($)	528.32

3.2.3 Alat Pemisah

1) Absorber

Tabel 3.4 Spesifikasi Absorber

No	Spesifikasi Alat	Absorber (AB-01)
1	Fungsi	Menjerap atau Mengabsorpsi maleic anhydride hasil dari Reaktor(R-01)
2	Fasa	Gas
3	Bentuk	Packed Tower
4	Jumlah	1 buah
5	Bahan Kontruksi	*Carbon Steel* SA-285 *grade* C
6	Kode Alat	AB-01
7	Packing	Ceramic Rashing Rings
8	Kondisi Operasi	
	Tekanan(atm)	1
	Suhu (^oC)	130
9	Dimensi shell, (Cm)	
	Tebal	3,96
10	Dimensi head, (m)	
	Tinggi	0,47
11	Tinggi Total, (m)	2,58
12	Diameter (m)	1,89
13	Harga ($)	150.12

2) Evaporator

Tabel 3.5 Spesifikasi Evaporator

No	Spesifikasi Alat	Evaporator (EV-01)
1	Fungsi	Memekatkan Solvent dari MA dan air agar dapat di recycle kembali ke absorber
2	Fasa	Cair
3	Tipe	Long Tube Vertical , natural circulation
4	Jumlah	1 buah

5	Bahan Kontruksi	Plate Steels SA-167 Grade 11 Type 316
6	Kode Alat	EVP-01
7	Kondisi Operasi	
	Tekanan(atm)	1
	Suhu (^oC)	207,84
9	Dimensi shell, (m)	
	Shell	Fluida dingin
	IDs (m)	0,74
	Baffle Space(m)	0,37
	Jumlah Baffle(buah)	20
10	Dimensi Tube, (m)	
	Tube	Steam
	IDt (m)	0,02
	ODt (m)	0,03
	Jumlah Tube (buah)	326
	Panjang (ft)	7,31
	BWG	16
	Pitch	1-in square pitch
	Passes	2
11	Luas Transfer Panas (ft^2)	2048,32
12	Harga ($)	480.24

3) Kondenser

Tabel 3.6 Spesifikasi Kondenser

No	Spesifikasi Alat	Kondenser (CD-01)
1	Fungsi	Mengembunkan uap hasil atas Evaporator
2	Fasa	Cair
3	Tipe	*Shell & Tube Exchanger*
4	Jumlah	1 buah
5	Bahan Kontruksi	Stainless Steel SA 283 grade C

6	Kode Alat	CD-01
7	Kondisi Operasi	
	Tekanan(atm)	1
	Suhu (^oC)	195
8	Tube Layout:	Fluida dingin
	Jumlah Tube (buah)	1102
	Panjang (m)	7,32
	OD(m)	0,02
	ID(m)	0,02
	Passes	1
9	Shell Layout:	
	IDs(m)	0,94
	B(m)	0,19
	Passes	1
10	Pitch	0.938 in Triangular Pitch
11	Luas Transfer Panas(ft^2)	5157,3
12	Harga ($)	157.12

4) Filter Udara

Tabel 3.7 Spesifikasi Alat Pemisah (Filter Udara)

No	Spesifikasi Alat	Filter Udara (F-01)
1	Fungsi	Menyaring debu yang terdapat dalam udara sebelum masuk ke membran
2	Kecepatan Udara	20 ft^3/menit
3	Bentuk	Bag Filter
4	Jumlah	1
5	Kode	FU-01
6	Harga ($)	12.21

5) Screening

Tabel 3.8 Spesifikasi Alat Pemisah (Screening)

No	Spesifikasi Alat	Screening
1	Fungsi	Mengayak butiran maleic anhydride agar mempunyai diameter partikel yang seragam
2	Bentuk	Sieve Tray,Tryler standar screen
3	Bahan Konstruksi	Carbon steel SA-283 grade C
4	Ukuran mesh	80
5	Diameter Partikel (mm)	0.31
6	Nominal diameter kawat (mm)	0,131
7	Harga ($)	20.764

3.2.4 Alat Pembutiran

Tabel 3.9 Spesifikasi Alat Pembutiran (Prilling Tower)

No	Spesifikasi Alat	Prilling Tower (PT-01)
1	Fungsi	Membuat larutan C4H2O3 99,5% menjadi bentuk butiran (prill)
2	Jumlah	1
3	Bahan Konstruksi	Stainless Steel
4	Kode alat	PT-01
5	Diameter Tower (m)	1,27
6	Tinggi Tower (m)	37,92
7	Diameter Partikel(mm)	2
8	Residence time (detik)	5,34
9	Harga ($)	343.01

Tabel 3.10 Spesifikasi Alat Pembutiran (Ball Mill)

No	Spesifikasi Alat	Ball mill (BM-01)
1	Fungsi	Menggiling Maleic Anhydride menjadi butiran
2	Jumlah	1
3	Bahan Konstruksi	Carbon Steel
4	Kode Alat	BM-01
5	Jenis	Roll Ballmill
6	Kapasitas (kg/jam)	1893,94
7	Daya (Hp)	1,50
8	Harga ($)	102.266

3.2.5 Alat Penukar Panas

Tabel 3.11 Spesifikasi Alat Penukar Panas (Furnance)

No	Spesifikasi Alat	Furnance (F-01)
1	Fungsi	Memanaskan gas butana dan oksigen yang akan diumpankan ke reaktor hingga 350^{o}C
2	Fasa	Gas
3	Jenis	Furnance box Type
4	Jumlah	1
5	Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA 285 grade C
6	Kode Alat	F-01
7	Panas Pembakaran Q (Btu/jam)	16288694,33
8	Spesifikasi Pipa	
	Schedule number	10

	OD(in)	22
	ID(in)	21,5
	Flow area per pipe (in^2)	363
	Luas Permukaan Luar Tube(ft^2/ft)	5,76
	Panjang Pipa(ft)	30
9	Bagian Radiasi	
	Luas Permukaan (m^2)	111,27
	Jumlah Tube(buah)	7
10	Bagian Konveksi	
	Luas Permukaan (m^2)	56,92
	Jumlah Tube(buah)	4
11	Panjang Furnance (m)	9,14
12	Lebar Furnance (m)	1,12
13	Tinggi Furnance (m)	1,96
14	Harga ($)	762.5

Tabel 3.12 Spesifikasi Alat Penukar Panas (Cooler)

No	Spesifikasi Alat	Cooler-01	Cooler-02
1	Fungsi	Menurunkan suhu gas keluaran reaktor dari 350 °C menjadi 270 °C sebelum masuk ke absorber	Menurunkan suhu gas keluaran reaktor dari 270 °C menjadi 230 °C sebelum masuk ke absorber
2	Fasa	Gas	Gas
3	Jenis	Shell and Tube Heat Exchanger	Shell and Tube Heat Exchanger
4	Jumlah	1	1
5	Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA 283 grade C	Carbon Steel SA 283 grade C

6	Kode Alat	CL-01	CL-02
7	Spesifikasi Tube, (m)		
	Fluida	Dowtherm A	Dowtherm A
	Panjang	7,32	7,32
	BWG	18	18
	OD	0,019	0,019
	ID	0,016	0,016
	Jumlah Tube(buah)	1330	1068
	Susunan	15/16 Triangular Pitch	15/16 Triangular Pitch
8	Spesifikasi shell, (m)		
	Fluida	Gas Keluaran Reaktor	Gas Keluaran Reaktor
	ID	0,99	0,89
	Baffle Space	0,49	0,67
	Panjang	7,94	8,02
	Jumlah pass	2	2
9	Luas Transfer Panas(A), (ft^2)	6265,9	5031,56
10	Koefisien transfer panas bersih(Uc), (Btu/jam.ft^2.F)	75,62	55,1
11	Koefisien transfer panas kotor(Ud), (Btu/jam.ft^2.F)	48,43	44,69
12	Faktor kotor total(Rd) terhitung, (Btu/jam.ft^2.F)	0,007	0,004
13	Faktor kotor total(Rd) minimum, (Btu/jam.ft^2.F)	0,003	0,003

14	Harga ($)	318.01	278.26

No	Spesifikasi Alat	Cooler-03	Cooler-04
1	Fungsi	Menurunkan suhu gas keluaran reaktor dari 230 °C menjadi 190 °C sebelum masuk ke absorber	Menurunkan suhu gas keluaran reaktor dari 190 °C menjadi 160 °C sebelum masuk ke absorber
2	Fasa	Gas	Gas
3	Jenis	Shell and Tube Heat Exchanger	Shell and Tube Heat Exchanger
4	Jumlah	1	1
5	Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA 283 grade C	Carbon Steel SA 283 grade C
6	Kode Alat	CL-03	CL-04
7	Spesifikasi Tube,		
	Fluida	Dowtherm A	Dowtherm A
	Panjang (m)	7,32	7,32
	BWG	18	18
	OD (m)	0,019	0,019
	ID (m)	0,016	0,016
	Jumlah Tube(buah)	1200	1068
	Susunan	15/16 Triangular Pitch	15/16 Triangular Pitch
8	Spesifikasi shell, (m)		
	Fluida	Gas Keluaran Reaktor	Gas Keluaran Reaktor
	ID	0,94	0,89
	Baffle Space	0,47	0,44
	Panjang	8,01	8,02

	Jumlah pass	2	2
9	Luas Transfer Panas(A), (ft^2)	5653,44	5031,56
10	Koefisien transfer panas bersih(Uc), (Btu/jam.ft^2.F)	57,43	57,71
11	Koefisien transfer panas kotor(Ud), (Btu/jam.ft^2.F)	48,17	48,86
12	Faktor kotor total(Rd) terhitung, (Btu/jam.ft^2.F)	0,003	0,003
13	Faktor kotor total(Rd) minimum, (Btu/jam.ft^2.F)	0,003	0,003
14	Harga ($)	325.34	316.79

No	Spesifikasi Alat	Cooler-05
1	Fungsi	Menurunkan suhu gas keluaran kondenser dari 195℃ menjadi 55 ℃ sebelum masuk ke prilling tower
2	Fasa	Cair
3	Jenis	Double Pipe Heat Exchanger
4	Jumlah	1
5	Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA 283 grade C
6	Kode Alat	CL-05
7	Spesifikasi Annulus , (m)	
	Fluida	Keluaran Condenser
	BWG	40

	OD	0,06
	ID	0,05
	Jumlah Tube(buah)	6
8	Spesifikasi Inner Pipe, (m)	
	Fluida	Air Pendingin
	OD	0,04
	ID	0,03
	OD Tube	0,05
	ID Tube	0,032
9	Luas Transfer Panas Aktual (A), (ft^2)	64
10	Koefisien transfer panas bersih(Uc), (Btu/jam.ft^2.F)	671,7
11	Koefisien transfer panas kotor(Ud), (Btu/jam.ft^2.F)	135
12	Faktor kotor total(Rd) terhitung, (Btu/jam.ft^2.F)	0,006
13	Faktor kotor total(Rd) minimum, (Btu/jam.ft^2.F)	0,003
14	Harga ($)	6.218

No	Spesifikasi Alat	Cooler-06
1	Fungsi	Menurunkan suhu udara dari 30 °C menjadi 15 °C sebelum masuk ke prilling tower
2	Fasa	Gas
3	Jenis	Shell and Tube Heat Exchanger
4	Jumlah	1
5	Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA 283 grade C

6	Kode Alat	CL-06
7	Spesifikasi Tube, (m)	
	Fluida	Air Pendingin
	Panjang	2,44
	BWG	12
	OD	0,019
	ID	0,016
	Jumlah Tube(buah)	314
	Susunan	15/16 Triangular Pitch
8	Spesifikasi shell, (m)	
	Fluida	Gas Keluaran Reaktor
	ID	0,54
	Baffle Space	0,13
	Panjang	2,62
	Jumlah pass	4
9	Luas Transfer Panas(A), (ft^2)	493,12
10	Koefisien transfer panas bersih(Uc), (Btu/jam.ft^2.F)	19,31
11	Koefisien transfer panas kotor(Ud), (Btu/jam.ft^2.F)	14,83
12	Faktor kotor total(Rd) terhitung, (Btu/jam.ft^2.F)	0,02
13	Faktor kotor total(Rd) minimum, (Btu/jam.ft^2.F)	0,003
14	Harga ($)	30.647

3.2.6 Alat Menaikkan dan Menurunkan Tekanan

1) Alat Menaikkan Tekanan Gas

Tabel 3.13 Spesifikasi Alat Menaikkan Tekanan Gas

No	Spesifikasi Alat	Kompresor-01
1	Fungsi	Menaikkan tekanan oksigen dari 1 atm menadi 3,4 atm
2	Fasa	Gas
3	Jenis	Centrifugal single stage
4	Jumlah	1
5	Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA 283 grade C
6	Kode Alat	K-01
7	Daya (Hp)	125
8	Harga($)	49.523

2) Alat Menurunkan Tekanan Gas

Tabel 3.14 Spesifikasi Alat Menurunkan Tekanan Gas (Expansion Valve)

No	Spesifikasi Alat	Expansion Valve-01	Expansion Valve-02
1	Fungsi	Menurunkan tekanan butana dari Tangki Penyimpanan sebesar 4 atm menjadi 3,4 atm	Menurunkan tekanan gas hasil keluaran reaktor dari 3,4 atm menjadi 1 atm sebelum masuk ke absorber
2	Jenis	Globe valve open	Globe valve open
3	Jumlah	1	1
4	Bahan Konstruksi	Commercial Stainless Steel AISI tipe 316	Commercial Stainless Steel AISI tipe 316
5	Kode Alat	EXP-01	EXP-02
6	Pipa Standart, (m)		
	NPS	2	42
	Sch	80	XS
	ID	0,04	1,04
	OD	0,06	1,07

	a't (ft^2)	0,02	9,17
7	Harga ($)	6.662	6.662

3.2.7 Alat mengalirkan Udara

Tabel 3.15 Spesifikasi Blower

No	Spesifikasi Alat	Blower-01	Blower-02
1	Fungsi	Mengalirkan udara dari lingkungan ke filter udara	Mengalirkan udara dari lingkungan ke prilling udara
2	Jenis	Centrifugal	Centrifugal
3	Jumlah	1	1
4	Bahan Konstruksi	Carbon Steel	Carbon Steel
5	Kode Alat	BL-01	BL-02
6	Daya (Hp)	3	0,5
7	Harga ($)	27.537	11.881

3.2.8 Alat mengalirkan Cairan

Tabel 3.16 Spesifikasi Pompa

No	Spesifikasi Alat	Pompa-01	Pompa-02	Pompa-03
1	Fungsi	Mengalirkan bahan baku C4H10 dari tangka penyimpanan ke expansion valve 1	Mengalirkan hasil proses dari Absorber menuju Evaporator	Mengalirkan hasil proses dari Condenser menuju Prilling Tower
2	Jenis	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump
3	Jumlah	1	1	1

4	Bahan Konstruksi	Commercial Stainless Steel AISI tipe 316	Commercial Stainless Steel AISI tipe 316	Commercial Stainless Steel AISI tipe 316
5	Kode Alat	P-01	P-02	P-03
6	Kapasitas (gpm)	15,61	113,64	7,7
7	Rate Volumentrik (ft^3/s)	0,03	0,25	0,02
8	Kecepatan Aliran (ft/s)	1,49	2,87	1,63
9	Ukuran Pipa (m)			
	ID	0,05	0,1	0,03
	OD	0,06	0,11	0,04
	IPS	0,05	0,1	0,03
	Flow Area (ft^2)	3,35	12,7	1,5
10	Efisiensi pompa	40 %	64 %	40 %
11	Power Pompa (HP)	0,0573	0,4843	0,0674
12	Power Motor (HP)	0,08	0,75	0,125
13	Harga ($)	10.993	18.210	6.551

3.2.9 Alat Pengangkutan

Tabel 3.17 Alat Pengangkutan (Bucket Elevator)

No	Spesifikasi Alat	Bucket Elevator-01
1	Fungsi	Mengangkut Padatan Maleic Anydride dari Prilling Tower ke Ballmils
2	Fasa	Padat

3	Jenis	*Centrifugal Discharge Bucket*
4	Jumlah	1
5	Bahan Konstruksi	*Carbon Steel SA 283 grade C*
6	Kode alat	BE-01
7	Panjang (m)	0,15
8	Lebar (m)	0,1
9	Tinggi (m)	7,62
10	Kecepatan (ft/menit)	38,85
11	Daya (Hp)	2
12	Harga($)	11.992

Tabel 3.18 Alat Pengangkutan (Belt Conveyor)

No	Spesifikasi Alat	Belt Conveyor
1	Kode	BC-01
2	Fungsi	Mengangkut Padatan Maleic Anydride dari Screen ke Silo
3	Tipe	Horizontal belt coveyor
4	Jumlah	1
5	Material	Carbon steel
6	Kapasitas (kg/jam)	1875,001
7	Panjang belt (m)	4,45
8	Lebar belt (m)	0,35
9	Kecepatan (ft/menit)	100
10	Daya(Hp)	1,5
11	Harga($)	9.216

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan baku

Analisa kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku di dapatkan dari PT Pertamina RU IV Cilacap Jawa Tengah dengan kapasitas produksi LPG Butana sebesar 700 ton/hari. Kebutuhan bahan baku butana adalah 39,76083 ton/hari, sehingga kebutuhan baan baku butana dapat terpenuhi dari dalam negeri.

3.3.2 Analisa Kebutuhan Alat Proses

Analisa kebutuhan alat proses meliputi kemampuan alat proses, umur atau jam kerja dari peralatan, dan perawatannya. Selain itu juga bertujuan untuk mengetahui anggaran biaya yang di perlukan untuk pembelian maupun perawatan alat proses.

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

4.1.Lokasi Pabrik

Aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pendirian suatu pabrik adalah menentukkan lokasi pabrik. Pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan matang, baik dan tepat yang berlandaskan atas pertimbangan dari segi teknis maupun ekonomis sehingga dapat memberikan keuntungan yang maksimal. Pengoperasian pabrik dan perencanaan dimasa yang akan datang merupakan faktor yang perlu dipikirkan dalam hal pemilihan lokasi pabrik ini, hal tersebut menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang dihasilkan. Lokasi suatu pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi secara minimum, lalu faktor lain yang juga harus di perhatikan yaitu pengadaan bahan baku dan bahan pembantu yang harus dapat dijangkau dengan mudah, letak pasar yang akan dituju, sumber daya manusia yang dapat dipekerjakan sebagai tenaga kerja, kondisi sosial, serta utilitas. Pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perencanaan pembangunan suatu pabrik.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas, maka lokasi pabrik *Maleic Anhydride* ini direncanakan akan di dirikan di Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.1dibawah ini

Gambar 4.1 Peta Lokasi Pendirian Pabrik Maleic Anhydride



Pemilihan lokasi Pabrik Maleic Anhydride dilandaskan oleh beberapa faktor-faktor sebagai berikut:

4.1.1. Faktor Primer

Faktor Primer merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi kegiatan produksi dan distribusi dari produk. Faktor primer antara lain:

a) Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *maleic anhydride* adalah butana. Butana ini dengan mudah diperoleh karena merupakan salah satu produk yang di hasilkan dari kilang unit pengolahan IV milik PT Pertamina Cilacap yang memiliki kapasitas produksi untuk butana sebesar 700 ton/hari. Selain itu juga sumber bahan baku butana lokasinya berdekatan dengan pabrik yang akan dibangun. Sedangkan katalis yang di gunakan, diperoleh dari PT *Kujang Sud*

Chemie Catalyst yang berlokasi di Cikampek, Jawa barat, pengiriman katalis melalui transportasi darat. Dengan begitu pengadaan bakan baku utama dengan bahan baku pembantu lebih dekat dan mudah karena berada di dekat Lokasi Pabrik *Maleic Anhydride* yang akan di bangun.

b) Pemasaran Produk

Faktor pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses suatu perancangan. Dengan strategi pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin untuk kelangsungan pabrik. Dari segi pemasaran, lokasi pabrik di Cilacap, relatif strategis karena berada di kawasan industri yang padat dengan industri kimia sebagai pasar potensial. Selain itu lokasi pabrik yang dekat dengan Pelabuhan Tanjung Intan dirasa lebih menguntungkan untuk pemasaran produk.

c) Ketersediaan Tenaga Kerja

Sumber Daya Manusia yang dijadikan sebagai Tenaga Kerja merupakan modal utama yang dibutuhkan di dalam pendirian suatu pabrik. Tenaga Kerja yang di butuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sarjana. Tenaga kerja dengan kualitas dan spesifikasi tertentu bisa dengan mudah diperoleh meskipun tidak berasal dari kota tersebut. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang yang sedng mencari kerja. Untuk memperoleh tenaga kerja yang berkualitas, faktor kedisplinan, loyalitas, dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutannya. Dapat diperkirakan tenaga kerja yang tersedia cukup banyak, karena lokasi pabrik yang akan di dirikan berjarak cukup dekat dengan Ibukota Provinsi maupun Negara.

d) Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah keperluan tenaga listrik, air, dan bahan bakar.Karena Cilacap merupakan kawasan industri, maka kebutuhan utilitas tidak sulit untuk dipenuhi. Untuk kebutuhan daya listrik dapat diperoleh dari

PLN dan disediakan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan. Kebutuhan air untuk keperluan proses, sarana utilitas dan kebutuhan domestik diambil langsung dari saluran induk Sungai Serayu yang lokasinya tidak jauh dari pabrik. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar diperoleh dari PT Pertamina Cilacap.

e) Transportasi

Lokasi Pabrik yang akan dibangun harus dapat dijangkau dan mudah untuk di capai sehingga mudah di dalam pengiriman bahan baku dan pendistribusian produk, Keperluan bahan baku dan penjualan dapat dilakukan melalui jalur darat maupun laut.

f) Tersedianya Lahan dan Energi

Lokasi Pabrik yang diplih merupakan kawasan yang cukup untuk mendirikan pabrik Maleic Anhydride karena masih tersedia lahan yang cukup luas untuk perluasan pabrik nantinya. Selain itu juga tersedianya sumber air yang cukup banyak serta sarana dan prasarana transportasi dan listrk yang memadai.

4.1.2. Faktor Sekunder

Merupakan faktor yang secara tidak langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor yang secara langsung berpengaruh pada sarana yang meningkatkan kinerja dari manejemen pabrik. Faktor Sekunder meliputi antara lain :

a) Perluasan Area Pabrik

Pemilihan lokasi pabrk idealnya berada cukup jauh dari pemukiman pendduduk sehingga memungkinkan adanyanya perluasan areal pabrik dengan tidak menganggu warga.

b) Kebijakan Pemerintah

Pemerintah sebagai fasilisator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak dan hal-hal lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik sesuai dengan peraturan yang tertulis dalam Undang Undang Dasar Republik Indonesia.

c) Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana yang di maksud disini adalah fasilitas jalan dan akomodasi transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga dengan fasilitas penunjang sosial seperti sarana pendidikan, tempat ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup

d) Iklim

Iklim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja, iklim yang baik dapat meningkatkan produktivitas pekerja, begitu pun sebaliknya. Iklim yang dimaksudkan disini adalah angin, sinar matahari, kelembapan udara dan lain lain.

4.2.Tata Letak Pabrik *(Plant Layout)*

Layout pabrik adalah tempat susunan fasilitas dari keseluruhan bagian yang ada dalam pabrik, meliputi tempat perkantoran(*office*), tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung dan tambahan-tambahan lain yang dirancang untuk mendukung kelancaran dari pelaksanaan proses produksi. Beberapa tujuan dari pengaturan tata ruang pabrik antara lain : Penghematan waktu transportasi bahan baku, produk, alat maupun karyawan dalam area pabrik, sehingga waktu proses produksi dapat optimal. Pemanfaatan area pabrik secara efektif dn efesien sehingga diharapkan tidak ada area kosong yang dibiarkan begiu saja dan dapat menghemat lahan yang berarti pula dapat menghemat biaya investasi dan pajak. Pencegahan kecelakaan kerja serta tujuan-tujuan yang lain.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa area di antaranya :

1. Area Proses

Area Proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi, dimana area ini di letakkan terpisah dengan daerah lainnya. Peletakkan area proses ini biasanya di letakkan pada area yang memudahkan men *supply* bahan baku dari tempat penyimpanan produk dan mempermudahan untuk pengawasan alat-alat.

2. Area Penyimpanan(*Storage*)

Area Penyimpanan adalah daerah yang di gunakkan untuk menyimpan bahan baku dan produk biasanya diletakkan pada area yang mudah dijangkau oleh alat pengangkutan.

3. Area Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, air, *steam*, listrik akan memberikan kemudahan kerja dan perawatannya. Penempatan alat proses harus sedemikian rupa agar memudahkan pekerja mencapainya dan menjamin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

4. Area Administrasi dan Perkantoran

Area ini berguna sebagai pusat segala macam administratif pabrik yang mengontrol urusan-urusan dengan pihak luar maupun dalam pabrik.

5. Area Perluasan Pabrik dan Kemungkinan Penambahan Bangunan

Perluasan pabrik ini harus sudah di perhitungkan sejak awal pabrik dibangun, agar tidak terjadi permasalahan kebutuhan tempat di masa yang akan datang. Dipersiapkan sejumlah area khusus yang digunakan sebagai perluasan pabrik dan penambahan peralatan untuk menambah kapasitas pabrik ataupun untuk mengolah produk menjadi produk lain.

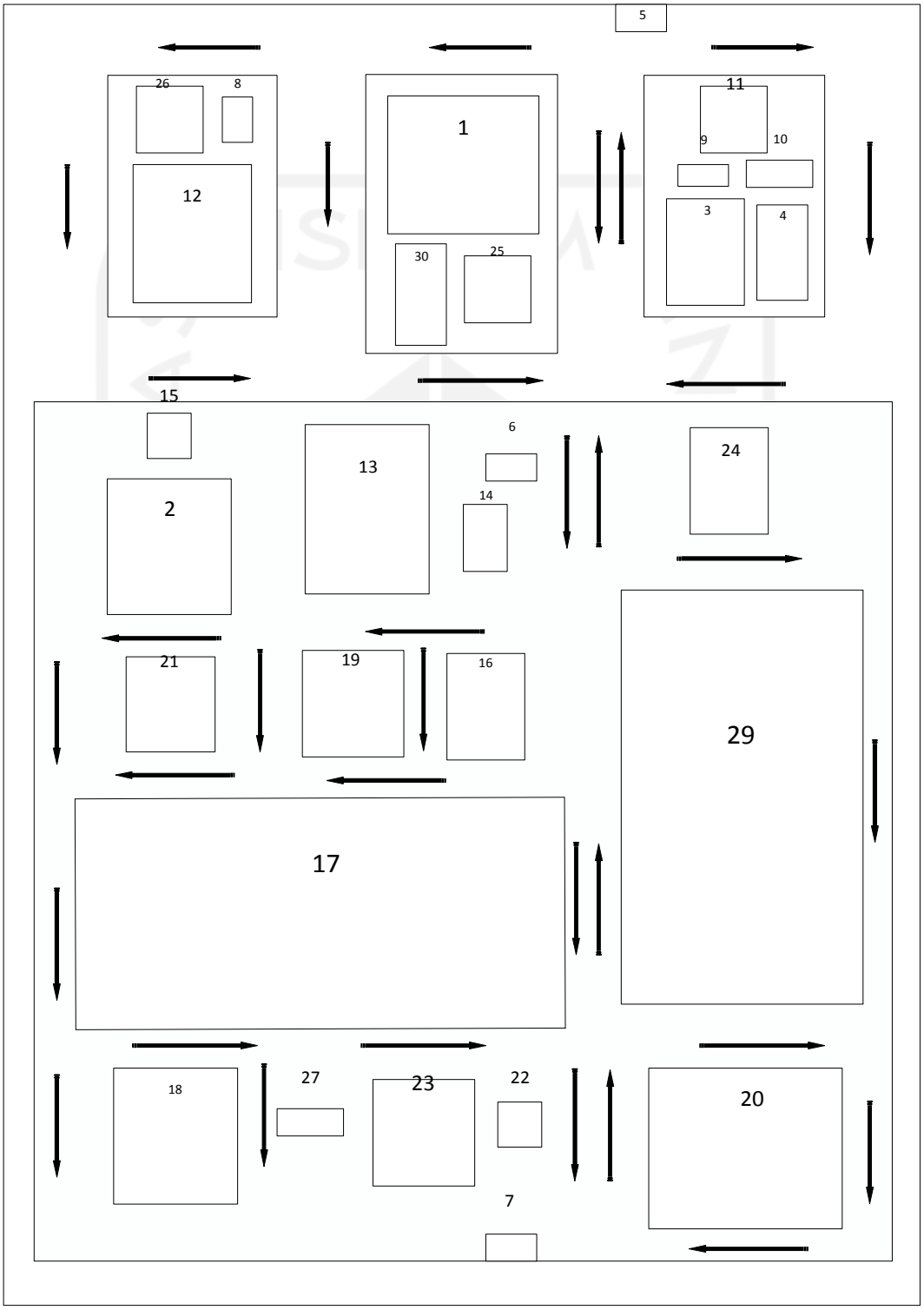
6. Area Laboratorium

Guna area ini adalah sebagai tempat penelitian dan pengembangan, dan juga sebagai tempat untuk melakukan *quality control* produk maupun bahan baku.

7. Area Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun, harus benar-benar diperhatikan didalam penentuan tata letak pabrik. Untuk itu diperlukan peralatan-peralatan pemadam kebakaran disekitar lokasi yang berbahaya tadi. Tangki penyimpanan produk atau unit-unit yang mudah meledak harus diletakkan di area khusus serta perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan bangunan yang lain guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik



Tabel 4.1 Keterangan Tata Letak Pabrik

No	Bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m2)
1	Kantor Utama	50	30	1500
2	Kantor Teknik dan Produksi	40	20	800
3	Kantor K3	30	15	450
4	Kantor Kamtib	20	10	200
5	Pos Keamanan 1	4	6	24
6	Pos Keamanan 2	4	6	24
7	Pos Keamanan 3	4	6	24
8	Koperasi	10	7	70
9	Kantin	8	10	80
10	Klinik	10	15	150
11	Masjid	15	15	225
12	Parkir Karyawan & Tamu	50	20	1000
13	parkir truck	60	25	1500
14	timbangan truck	15	10	150
15	Bengkel	10	10	100
16	Unit Pemadam Kebakaran	30	15	450
17	Area Proses	50	100	5000
18	Area Storage	40	20	800
19	Laboratorium	30	20	600
20	Utilitas	50	30	1500
21	Control Room	20	20	400
22	Control Utilitas	10	10	100
23	Tempat pengolahan limbah	35	30	1050
24	Tempat Evakuasi	30	10	300
25	Area Taman 1	15	15	225
26	Area Taman 2	15	15	225
27	Power Station	10	15	150

28	Jalan			1200
29	Area Perluasan	85	55	4675
30	Perpustakaan	20	12	240
31	**Luas Tanah**			**23212**
	Luas Bangunan			**16887**
	Total	**770**	**572**	**40099**

4.3.Tata Letak Mesin/Alat Proses*(Machines Layout)*

Layout alat proses adalah tempat dimana alat – alat yang digunakan dalam proses produksi. Dalam perancangan pengaturan letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar seluruh proses menjadi efisien. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan, antara lain:

1) Aliran bahan baku dan produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang sesuai akan memberi keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan pada saat produksi berlangsung.

2) Aliran udara

Aliran udara di sekitar alat proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan bagi keselamatan para pekerja, selain itu juga harus memperhatikan arah hembusan angin.

3) Operasi

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator harus diletakkan dekat control room. Seperti valve, tempat pengambilan sampel, dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator untuk memudahkan jika terjadi suatu hal yang mengganggu jalannya proses.

4) Pencahayaan

Penerangan sebuah pabrik harus memadai dan pada tempat – tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan demi keselamatan.

5) Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan layout peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah, apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu juga keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya menjadi prioritas utama.

6) Keamanan

Letak alat–alat proses harus tepat dan sebaik mungkin, apabila terjadi kebakaran diharapkan tidak akan ada yang terperangkap di dalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

7) Perawatan

Pengaturan tata letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada heat exchanger yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan tube.

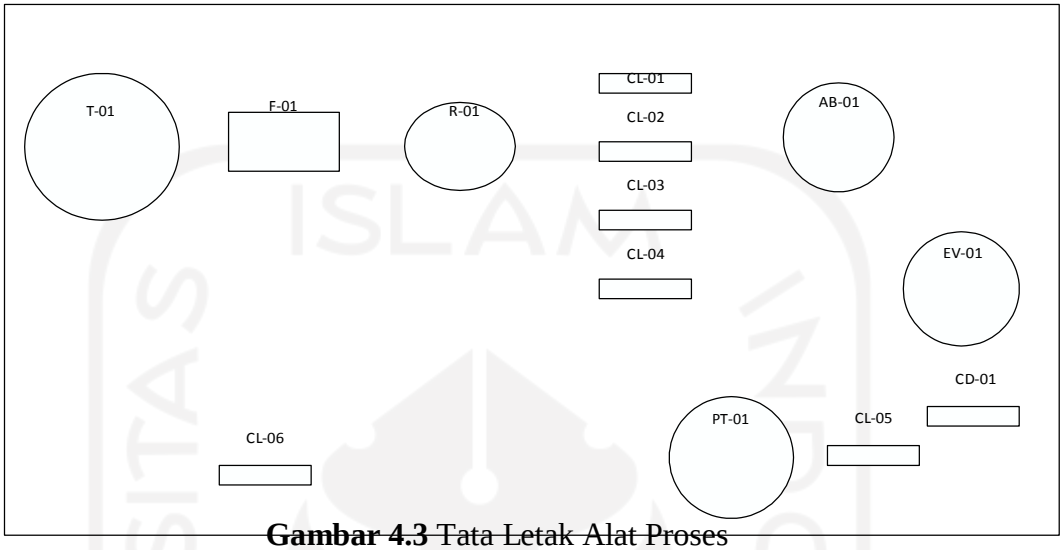
8) Pertimbangan ekonomi

Dalam penempatan alat–alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi dalam pabrik.

9) Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya diberi jarak aman dari alat proses lainnya, sehingga jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

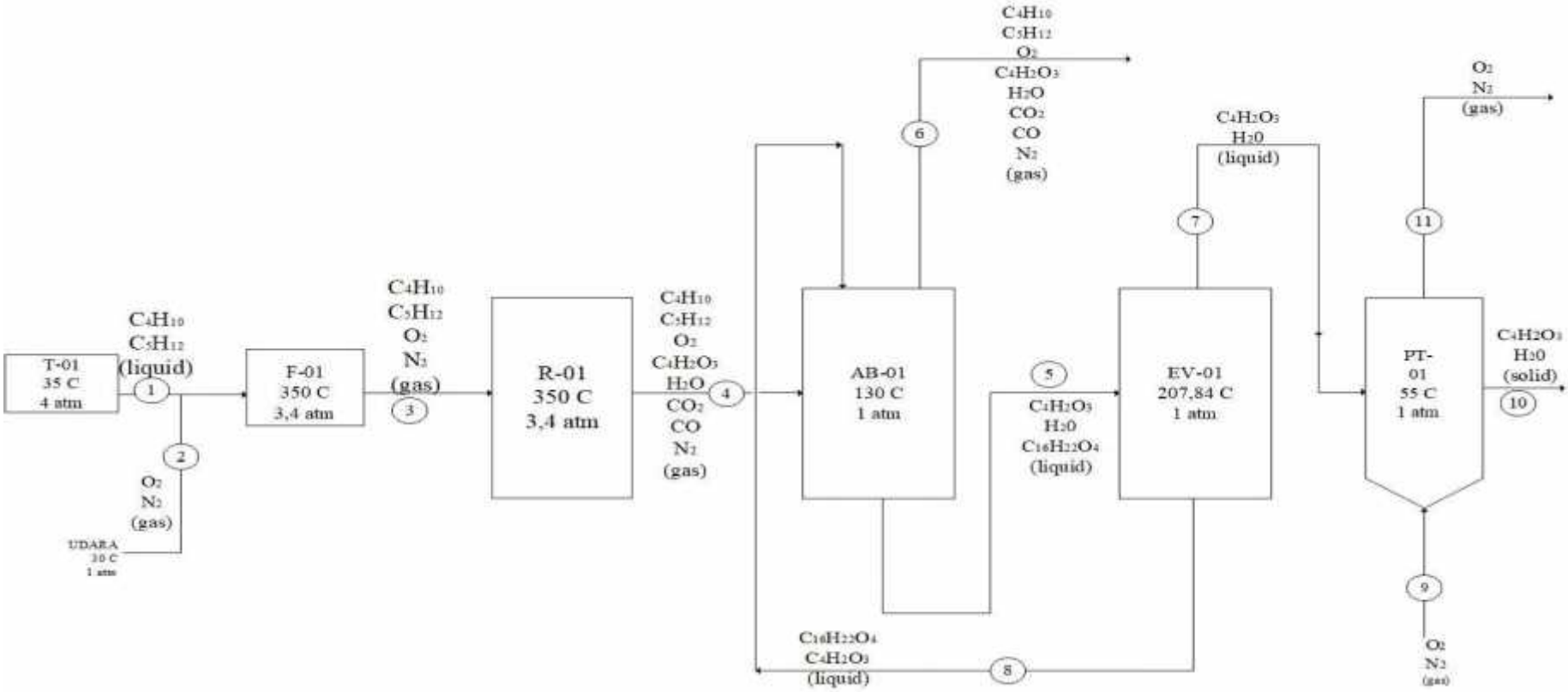
Pada Gambar 4.3 dibawah ini menunjukkan Tata Letak Alat Proses pada Pabrik Maleic Anhydride.



Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses

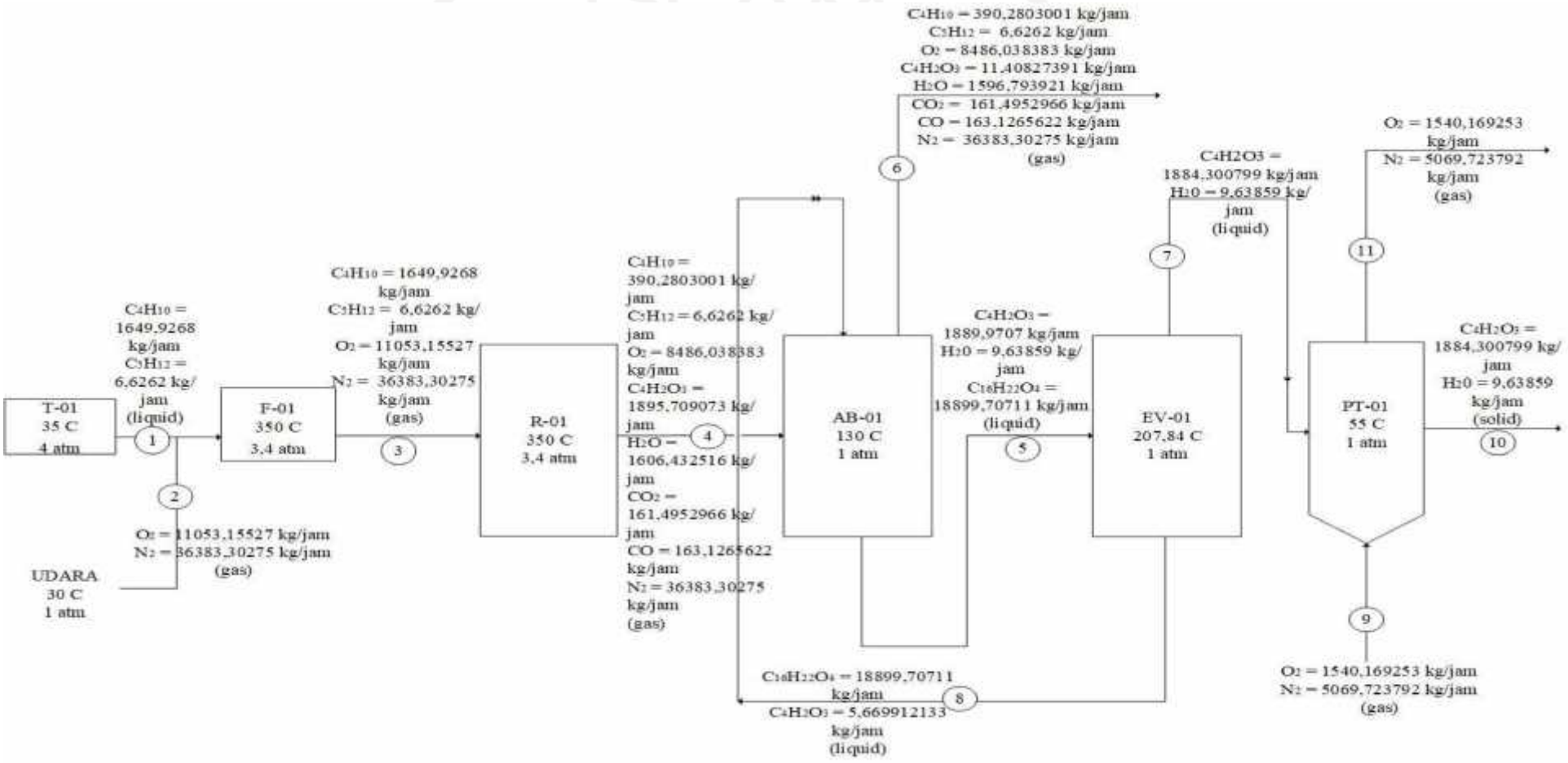
4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif

4.4.2. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

4.4.3. Neraca Massa

1. Furnance

Tabel 4.2 Neraca Massa pada Furnance (F-01)

Komponen	kg/jam		
	Masuk		keluar
	arus 1	arus 2	arus 3
C_4H_{10}	1649.92	0	1649.92
C_5H_{12}	6.63	0	6.63
O_2	0	11053.15	11053.15
N_2	0	36383.3	36383.3
TOTAL	**49093.01**		**49093.01**

2. Reaktor

Tabel 4.3 Neraca Massa pada Reakor Fixed Bed MultiTube (R-01)

Komponen	kg/jam	
	Masuk	Keluar
	arus 3	arus 4
C_4H_{10}	1649.92	390.28
C_5H_{12}	6.63	6.63
O_2	11053.15	8486.04
$C_4H_2O_3$	0	1895.71
CO	0	163.13
CO_2	0	161.49
H_2O	0	1606.43
N_2	36383.30	36383.30
TOTAL	**49093.01**	**49093.01**

3. Absorber

Tabel 4.4 Neraca Massa pada Absorber (AB-01)

Komponen	kg/jam			
	Masuk		Keluar	
	arus 4	arus 8	arus 5 (bottom)	arus 6 (top)
C_4H_{10}	390.28	0	0	390.28
C_5H_{12}	6.63	0	0	6.63
O_2	8486.04	0	0	8486.04
$C_4H_2O_3$	1895.71	5.67	1889.97	11.41
CO	163.13	0	0	163.13
CO_2	161.5	0	0	161.5
H_2O	1606.43	0	9.64	1596.79
$C_{16}H_{22}O_4$	0	18899.71	18899.707	0
N_2	36383.3	0	0	36383.3
TOTAL	**67998.39**		**67998.39**	

4. Evaporator

Tabel 4.5 Neraca Massa pada Evaporator (EV-01)

Komponen	kg/jam		
	Masuk	Keluar	
	arus 5	arus 7 (top)	arus 8 (bottom)
$C_4H_2O_3$	1889.97	1884.3	5.67
H_2O	9.64	9.64	0
$C_{16}H_{22}O_4$	18899.71	0	18899.71
TOTAL	**20799.32**	**20799.32**	

5. Prilling Tower

Tabel 4.6 Neraca Massa pada Prilling Tower(PT-01)

Komponen	kg/jam	
	Masuk	Keluar
	arus 7	arus 10
$C_4H_2O_3$	1884.3	1884.3
H2O	9.64	9.64
TOTAL	**1893.94**	**1893.94**

4.4.4. Neraca Panas

1. Furnance

Tabel 4.7 Neraca Panas pada Furnance (F-01)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	-434852916.3	-
Qout	-	-327927945.6
Panas	-	-106924970.7
Total	**-434852916.3**	**-434852916.3**

2. Reaktor Fixed Bed

Tabel 4.8 Neraca Panas pada Reaktor(R-01)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	17185484.47	-
Qout	-	-434852916.3
Panas Reaksi	28770041.62	-
Q pendingin	-	480808442.38
Total	**45955526.09**	**45955526.09**

3. Cooler 1

Tabel 4.9 Neraca Panas pada Cooler 01 (CL-01)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	-434852916.3	-
Qout	-	-327927945.6
Q pendingin	-	-106924970.7
Total	**-434852916.3**	**-434852916.3**

4. Cooler 2

Tabel 4.10 Neraca Panas pada Cooler 02 (CL-02)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	-327928831.1	-
Qout	-	-274437068.9
Q pendingin	-	-53491762.2
Total	**-327928831.1**	**-327928831.1**

5. Cooler 3

Tabel 4.11 Neraca Panas pada Cooler 03 (CL-03)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	-274437783.7	-
Qout	-	-220927074.1
Q pendingin	-	-53510709.61
Total	**-274437783.7**	**-274437783.7**

6. Cooler 4

Tabel 4.12 Neraca Panas pada Cooler 04 (CL-04)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)

Qin	-220927674.2	-
Qout	-	-180782163.6
Q pendingin	-	-40145483.57
Total	**-220927674.2**	**-220927674.2**

7. Cooler 05

Tabel 4.13 Neraca Panas pada Cooler 05 (CL-05)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	-550669.04	-
Qout	-	-89555.84
Q pendingin	-	-461113.2
Total	**-550669.04**	**-550669.04**

8. Cooler 06

Tabel 4.14 Neraca Panas pada Cooler 06 (CL-06)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	33414.13	-
Qout	-	-66788.64
Q pendingin	-	100202.77
Total	**33414.13**	**33414.13**

9. Absorber

Tabel 4.15 Neraca Panas Pada Absorber (AB-01)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin	-176501528.3	-
Qout	-	4408355.307
Panas	180909883.6	-
Total	**4408355.307**	**4408355.307**

10. Evaporator

Tabel 4.16 Neraca Panas pada Evaporator (EV-01)

Komponen	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Hin	973492.68	-
Hout1	-	596781.15
Hout2	-	6675999.74
Hvap	-	921449.23
ΔHs masuk	10887910.79	-
ΔHs keluar	-	3667173.35
Total	**11861403.47**	**11861403.47**

11. Kondenser

Tabel 4.17 Neraca Panas pada Kondeser (CD-01)

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Hin	-176501528.3	-
Hout	-	550718.40
Hvap	921449.23	-
Panas	252101434.4	-
Total	**550718.40**	**550718.40**

12. Prilling Tower

Tabel 4.18 Neraca Panas pada Prilling Tower (PT-01)

	masuk (kj/jam)	keluar (kj/jam)
Q	89555.84	22488.12
Qudara	-66789.41	278.31
Total	**22766.43**	**22766.43**

4.5. Perawatan (*Maintenace*)

Maintenance bertujuan untuk menjaga sarana dan fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar proses produksi dapat berjalan lancar dan *produktivitas* menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk sesuai yang diharapkan. Untuk menghindari kerusakan alat dan menjaga kebersihan lingkungan alat dapat dilakukan perawatan *preventif* setiap hari. Sedangkan untuk perawatan *periodik*, dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan disusun dengan sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapatkan perawatan khusus secara bergantian. Perawatan alat-alat proses harus dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

1. *Over haul* 1x1 tahun

Over haul merupakan jenis pengecekan, perbaikan, dan level-ing alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula

2. Repairing

Repairing merupakan kegiatan perawatan yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu:

a. Umur alat

Semakin tua umur suatu alat maka semakin banyak pula perawatan yang perlu dilakukan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Salah satu faktor yang dapat menyebabkan kerusakan alat yaitu penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas, sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

Dengan pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan hasil pekerjaan yang baik pula

4.6. Unit Pendukung Proses (*Utilitas*)

Unit pendukung proses (unit *utilitas*) merupakan bagian dari pabrik yang berfungsi menyediakan bahan-bahan penunjang untuk mendukung kelancaran pada sistem produksi di pabrik serta menyediakan tenaga atau sumber penggerak peralatan yang ada dalam proses produksi.

Unit utilitas terdiri dari :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air *(Water System)*
2. Unit pembangkit steam *(Steam Generation System)*
3. Unit penyediaan udara instrument *(Instrument Air System)*
4. Unit pembangkit dan pendistribusian listrik *(Power Plant and Power Distribution System)*
5. Unit penyediaan bahan bakar
6. Unit pengolahan limbah

4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air *(Water System)*

4.6.1.1. Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan air dalam industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik maleic anhydride, sumber air baku yang digunakan berasal dari sungai Serayu

Adapun pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak sungai berada dekat dengan pabrik.

Air sungai akan digunakan untuk keperluan dilingkungan pabrik sebagai :

1. Air pendingin

Alasan penggunaan air sebagai fluida pendingin berdasarkan faktor berikut:

a. Air dapat diperoleh dengan mudah dalam jumlah yang besar dengan biaya murah
b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya

Air yang digunakan sebagai air pendingin tidak boleh mengandung zat-zat sebagai berikut :

a. Besi, yang dapat menimbulkan *korosi*
b. Silika, yang dapat menyebabkan kerak
c. Oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan korosi
d. Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrotion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient* dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai pendingin adalah partikel-partikel besar/makroba dan partikel-partikel kecil/mikroba sungai yang dapat menyebabkan fouling pada alat-alat proses.

Adapun persyaratan air yang akan digunakan sebagai pendingin adalah :

- Kekeruhan maksimal 3 ppm.

- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.
- Tidak mengalami peyusutan yang berarti dalam batasan dengan adanya temperatur pendinginan.

2. Air Umpan Boiler

Merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan steam dan untuk kelangsungan proses. Meskipun terlihat jernih, tetapi pada umumnya air masih mengandung larutan garam dan asam.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas terlarut seperti O_2, CO_2, dan H_2S.

b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak *(scale reforming)*

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan *(Foaming)* & *Priming*

Foaming adalah terbentuknya gelembung atau busa dipermukaan air dan keluar bersama steam. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* dan alat penukar panas karena adanya zat-zat *organik*, *anorganik*, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah cukup besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi. Sedangkan, *priming* adalah adanya tetes air dalam steam (buih dan kabut) yang menurunkan efisiensi energi steam dan pada akhirnya menghasilkan deposit kristal garam. *Priming* dapat disebabkan oleh konstruksi boiler yang kurang baik, kecepatan alir yang berlebihan atau fluktuasi yang terjadi tiba-tiba dalam aliran

3. Air sanitasi

Air ini digunakan untuk memenuhi keperluan kantor, laboratorium, dan pertamanan. Air sanitasi yang digunakan harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis

Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak berbau dan tidak mempunyai rasa

Syarat kimia :

- Tidak mengandung zat *organik* maupun *anorganik*
- Tidak beracun

Syarat bakteriologis :

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang pathogen seperti *Salmonella, Pseudomonas, Escherichia coli.*

4. Air Proses

Air Proses digunakan untuk kebutuhan proses pada area proses,

Syarat air proses meliputi:

- Tidak berasa
- Berwarna jernih
- Tidak berbau
- Tidak mengandung zat organik maupun an-organik

4.6.1.2.Unit Pengolahan Air

Air yang digunakan adalah air Sungai Serayu yang lokasinya tidak jauh dari pabrik. Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan tersebut dilakukan agar air memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat

meliputi secara fisik dan kimia. Adapun tahapan–tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

a. Penyaringan awal / *screen (FU)*

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal) yang berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti ranting, kayu, sampah, daun dan sebagainya. Kemudian dialirkan menuju bak pengendap awal.

b. Bak pengendap awal*/ reservoir (R-01)*

Setelah melalui filter air sungai dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

c. Bak *koagulasi* dan *flokulasi* (BU-01)

Setelah melalui bak pengendap awal air dialirkan ke *flokulator* untuk menggumpalkan *koloid-koloid* tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya *flokulan* yang biasa digunakan adalah *tawas* ($Al_2(SO_4)_3$) 5%.

d. Bak pengendap I (BU-02)

Air yang telah melewati bak penggumpal dialirkan ke clarifier untuk memisahkan/mengendapkan partikel-partikel halus. *Sludge (flok)* yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan dikeluarkan sebagai *blow down* secara berkala melalui bagian bawah *clarifier*. Air kemudian dialirkan menuju bak pengendap II untuk melakukan proses yang sama.

e. Bak Penyaring / *sandfilter (F-01)*

Setelah keluar dari clarifier air dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari *antrasit*, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

f. Bak Penampung Sementara (BU-04)

Air yang keluar dari bak penyaring pasir dialirkan ke tangki penampung yang siap distribusikan sebagai air perkantoran, air umpan boiler, dan air pendingin.

g. Tangki *Klorinasi* (TU-02)

Setelah melalui bak penampung air dialirkan ke tangki *klorinasi* (TU-02). Air harus ditambahkan dengan klorin dalam bentuk kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk digunakan. *Klorin* adalah zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya.

h. Tangki air bersih (TU-04)

Tangki air bersih ini fungsinya untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan sanitasi perkantoran.

i. Kolom *resin* / *ion exchanger* (TU-05)

Air yang berasal dari bak penampung sementara (BU-04) sebelum digunakan sebagai air umpan boiler harus dihilangkan mineralnya dengan cara melewatkan raw water dalam kolom *resin* yang berisi campuran *resin* pengganti *kation* dan *anion*, proses ini disebut dengan *demineralisasi*. Pada kolom *resin mixed bed* ini terdapat dua proses utama yaitu *operasional* dan *regenerasi*.

Resin kation berfungsi untuk mengikat ion-ion positif yang terlarut pada *raw water*. Contoh reaksi ion antara *resin* dengan senyawa NaCl sebagai berikut:

$$R\text{-}H^+ + Na^+ \rightarrow R\text{-}Na^+ + Cl^- \quad (4.1)$$

Resin anion digunakan untuk mengikat ion-ion negatif yang terlarut pada *raw water*. Contoh reaksi ion antara *resin* dengan senyawa NaCl sebagai berikut:

$$R\text{-}OH^- + Cl^- \rightarrow R\text{-}Cl^- + Na^+ \quad (4.2)$$

Ketika resin mengalam kejenuhan maka akan dilakukan *regenerasi*. Ion negatif akan *diregenerasi* dengan NaOH, sedangkan ion positif akan *diregenerasi* menggunakan H_2SO_4. Reaksi regenerasi resin kation adalah:

$$R\text{-}Na^+ + H_2SO_4 \rightarrow 2\ R\text{-}H^+ + SO_{4}^{-2} \quad (4.3)$$

Reaksi regenerasi resin anion adalah:

$$R\text{-}Cl^- + NaOH \rightarrow R\text{-}OH^- + Na^+ \quad (4.4)$$

j. *Deaerator* (DE-01)

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan *korosi* pada boiler seperti oksigen (O2). Air yang telah melalui *demineralisasi* (*kation* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju *deaerator*. Pada pengolahan air untuk boiler, air tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yag dapat menimbulkan *korosi*. Unit *deaerator* ini berfungsi menghilangkan gas O_2 yang dapat menimbulkan *korosi*. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa *hidrazin* (N_2H_2) yang berfungsi sebagai pengikat oksigen, dengan reaksi:

$$2N_2H_2 + O_2 \rightarrow 2N_2 + 2H_2O \quad (4.5)$$

Sehingga dapat mencegah terjadinya *korosi* pada *tube boiler*. Air yang keluar dari *deaerator* dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

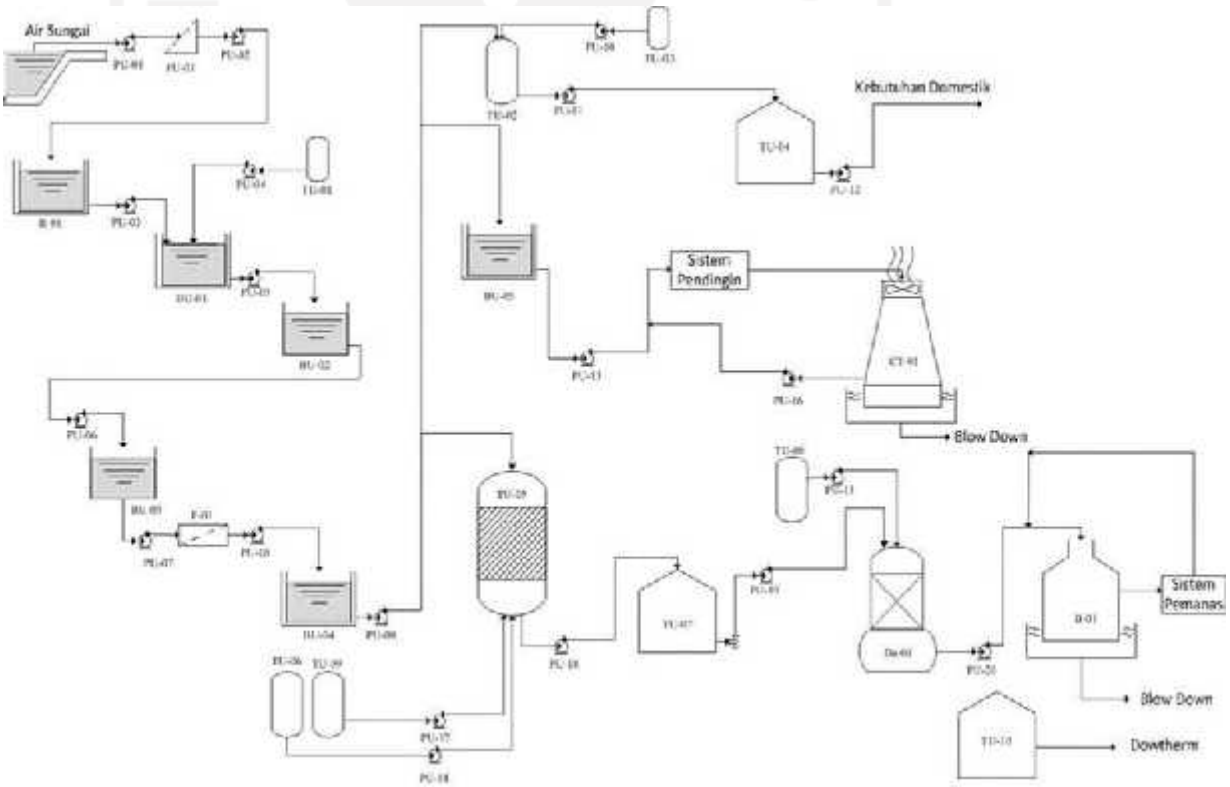
k. Bak Air Pendingin (BU-05)

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan kembali dalam *cooling tower*. Kehilangan air *(water lose*s) dapat terjadi karena penguapan (*evaporation-loss*), terbawa udara pendingin maupun karena operasi *blow down* di *cooling tower*.

Oleh karena itu, untuk menjaga jumlah air pendingin harus ditambah air make up yang jumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang.

Sistem air pendingin terutama terdiri dari *cooling tower* dan *basin*, pompa air pendingin untuk peralatan proses, sistem *injeksi* bahan kimia, dan *induce draft fan*. Sistem injeksi bahan kimia disediakan untuk mengolah air pendingin untuk mencegah *korosi*, mencegah terbentuknya kerak dan pembentukan lumpur diperalatan proses, karena akan menghambat atau menurunkan kapasitas perpindahan panas.

Air pendingin harus memiliki sifat-sifat berupa tidak *korosif*, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung *mikroorganisme* yang bisa menimbulkan lumut.



Gambar 4.6. Diagram Alir Proses Pengolahan Air

Keterangan:

FU-01 : *Screening*

R-01 : *Reservoir*

BU-01 : Bak *Koagulasi* dan *Flokulasi*

BU-02 : Bak Pengendap I

BU-03 : Bak Pengendap II

F-01 : *Sand Filter*

BU-04 : Bak Penampung Sementara

TU-01 : Tangki *Alum*

TU-02 : Tangki *Klorinasi*

TU-03 : Tangki *Kaporit*

TU-04 : Tangki Air Bersih

BU-05 : Bak Air Dingin

CT-01 : *Cooling Tower*

TU-05 : *Kation-Anion Exchanger*

TU-06 : Tangki NaCl

TU-07 : Tangki Air Demin

TU-08 : Tangki N_2H_4

TU-09 : Tangki H_2SO_4

TU-10 : Tangki Dowtherm

De-01 : *Deaerator*

B-01 : *Boiler*

4.6.1.3.Kebutuhan Air

a. Kebutuhan air *steam*

Tabel 4.19 Kebutuhan Air *Steam*

Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Evaporator	EV-01	3887.04
Absorber	AB-01	97387.80992
Total		101274.85

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, sehingga jumlah kebutuhan *steam* adalah = 1,2 x 101274,85 kg/jam

= 121529,819 kg/jam

Kebutuhan air make up pembangkit steam jumlahnya harus disesuaikan dengan jumlah *water loss* yang berasal dari *blow down* dan *steam trap*, sehingga *makeup steam* adalah:

Blowdown 15% = 15% x kebutuhan steam

= 15% x 121529,819 kg/jam

= 18229,4728 kg/jam

Steam Trap 5% = 5% x kebutuhan steam

= 5% x 121529,819 kg/jam

= 6076,4909 kg/jam

Jumlah air *make up* = 18229,4728 + 6076,4909 (kg/jam)

= 24305,9637 kg/jam

b. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.20 Kebutuhan air pendingin

Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Cooler		

	CL-05	5506.300127
	CL-06	2398.342905
Total		7904.643033

Dengan memilih *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin adalah sebesar 9485,571639 kg/jam.

c. Kebutuhan air sanitasi

Berdasarkan standart *WHO*, kebutuhan air untuk tiap orang sebesar 100-120 L/hari. Pada pabrik ini, jumlah karyawan yang bekerja yaitu sebanyak 168 orang. Berikut rincian kebutuan air sanitasi:

Tabel 4.21 Kebutuhan air sanitasi

A. Air Domestik	
⟩ Jumlah Karyawan	168orang
⟩ Kebutuhan air masing-masing karyawan	102,57 kg/hari
Total Kebutuhan air untuk karyawan	17232,95 kg/hari
B. *Service Water*	
Diperkirakan kebutuan air untuk:	
⟩ Bengkel	200 kg/hari
⟩ *Poliklinik*	400 kg/hari
⟩ *Laboratorium*	400 kg/hari
⟩ Pemadam Kebakaran	5000 kg/hari
⟩ Kantin, musholla, dan kebun	8000 kg/hari
Total Service water	14000 kg/hari
Dengan memilih over design 20% maka service water jadi	16800 kg/hari
Total Kebutuhan Air Sanitasi	**34032,949 kg/hari**
	1418 kg/jam

4.6.1.4.Kebutuhan Pendingin Reaktor

Di dalam reaktor (R-101) terjadi reaksi eksotermis sehingga membutuhkan pendingin berupa *Dowtherm* tipe A untuk menjaga suhu reaktor tetap pada suhu yang diinginkan. Kebutuhan *Dowtherm* sebagai pendingin reaktor sebanyak 1801606,734 kg/jam. Dowtherm diperoleh dari PT *Samiraschem* Indonesia, Jakarta Timur.

Tabel 4.22 Kebutuhan Dowtherm A

Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Reaktor	R-01	590920.5840
Cooler	CL-01	259727.5255
	CL-02	175089.1325
	CL-03	204952.0379
	CL-04	196087.9874
Condeser	CD-01	374829.4672
Total		1801606.734

4.6.2. Unit pembangkit steam (*Steam Generation System*)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, air yang berasal dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar O_2, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Didalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan tungku pembakaran dan lorong api, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 14 bar, baru kemudian steam siap untuk didistribusikan ke area proses.

4.6.3. Unit penyediaan udara instrument (*Instrument Air System*)

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 65,4 m^3/jam

4.6.4. Unit pembangkit dan pendistribusian listrik (*Power Plant* and *Power Distribution System*)

Kebutuhan listrik pada prarancangan pabrik *Maleic Anhydride* dipenuhi dari dua sumber yaitu PLN dan *Generator diesel*. Generator juga digunakan sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gengguan.

Kebutuhan daya listrik pabrik disalurkan untuk penggerak alat proses, alat transportasi, alat proses, penggerak alat utilitas, penerangan, daya listrik, listrik instrument, daya listrik dan listrik instrument, faktor daya PLN, total kebutuhan daya (PLN).

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan petimbangan:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan transformer**.**

Pada unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi:

a. Listrik untuk keperluan alat proses dan utilitas = 284,1820 kWh

Dengan rincian sebagai berikut

Tabel 4.23 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Kompresor	K-101	125.000	93212.5000
Pompa	P-01	0.083	62.1414
	P-02	0.75	559.2750
	P-03	0.125	93.2125
Blower	BL-01	3.000	2237.1000
	BL-02	0.500	372.8500
Bucket Elevator	BE-01	2.000	1491.4000
Ball milss	BM-01	1.500	1118.5500
Bucket Conveyor	BC-01	1.500	1118.5500
Total		**134.4583**	**100265.5789**

Power yang dibutuhkan sebesar 100265,5789 Watt = 100,2656 kW

Tabel 4.24 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Alat	**Kode Alat**	**Daya**	
		Hp	**Watt**
Cooling Tower	CT-01	0.333	248.5666
Udara Tekan	UT-01	7.500	5592.7500
Pompa	PU-01	5.000	3728.5000
	PU-02	7.500	5592.7500
	PU-03	7.500	5592.7500
	PU-04	0.050	37.2850
	PU-05	7.500	5592.7500
	PU-06	7.500	5592.7500
	PU-07	2.000	1491.4000
	PU-08	3.000	2237.1000
	PU-09	3.000	2237.1000
	PU-10	0.050	37.2850
	PU-11	0.250	186.4250
	PU-12	0.250	186.4250
	PU-13	0.050	37.2850
	PU-14	0.083	62.1392
	PU-15	0.333	248.5418
	PU-16	0.333	248.5642
	PU-17	0.083	62.1392
	PU-18	5.000	3728.5000
	PU-19	2.000	1491.4000
	PU-20	2.000	1491.4000
Pengaduk BU-01		2.000	1491.4000
Total		**25.9333**	**45723.8060**

Power yng digunakan sebesar 45723,8060 Watt = 45,7238 Kw

b. Listrik untuk menggerakan alat control, kantor & penerangan = 102,1926 kWh

Dengan rincian sebagai berikut

Tabel 4.25 Kebutuhan listrik untuk Alat control, kantor & penerangan

a. Untuk alat kontrol diperkirakan 25% dari kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor:	36.4973 kW
b. Untuk penerangan diperkirakan 15% dari kebutuhan untuk menggerakkan motor:	21.8984 kW
c. Untuk peralatan kantor seperti *AC*, komputer, dan lain lain diperkirakan 15% dari kebutuhan motor penggerak	21.8984 kW
d. Untuk peralatan bengkel, *laboratorium* diperkirakan 15% dari kebutuhan motor penggerak	21.8984 kW

Total kebutuhan listrik yang digunakan dan arus dipenuhi dapat di lihat pada Tabel 4.27 sebagai berikut

Tabel 4.26 Total Kebutuhan Listrik

No	**Keperluan**	**Kebutuhan (Kw)**
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	100.2656
	b. *Utilitas*	45.7238
2	a. Alat kontrol	36.4973
	b. Listrik Penerangan	21.8984
	c. Peralatan kantor	21.8984
	d. Perlatan bengkel & Lab	21.8984
Total		**248.1820**

Dengan faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 310,2274429 kWh. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan *generator* sebagai cadangannya.

4.6.5. Unit penyediaan bahan bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada *furnance*, boiler dan generator pembangkit listrik. Bahan bakar yang digunakan untuk *furnance* adalah *fuel gas* sebesar 633 kg/jam dan untuk *boiler* serta *generator* pembangkit listrik digunakan bahan bakar *fuel oil* masing-masing sebesar 10281 Lt/jam dan 15,78202 Lt/jam.

4.6.6. Unit pengolahan limbah (air buangan)

Air buangan dari pabrik *Maleic Anhydride* ini berupa:

1. Air yang mengandung bahan-bahan kimia
2. Buangan *sanitasi*
3. Back wash air berminyak dari pompa dan *kompresor*
4. Sisa *regenerasi resin*
5. *Blow down* air pendingin

4.7. Organisasi Perusahaan

4.7.1. Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggungjawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan
2. Persekutuan *firma*, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggungjawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris
3. Persekutuan *Komanditer* (*Commanditaire Venootshaps*) yang biasa disingkat dengan *CV* terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masingnya memliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggungjawab sebatas dengan modal yang dimasukan saja)

4. *Peseroan Terbatas* (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggungjawab sebesar modal yang dimiliki. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan.

Ciri-ciri *Perseroan Terbatas* (PT) adalah:

a. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang,
b. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham,
c. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham,
d. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham,
e. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan,

Pabrik Maleic Anhydride yang akan didirikan direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: *Perseroan Terbatas* (PT)
Lapangan usaha	: Industri *Maleic Anhydride*
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas	: 15.000 ton/tahun
Lokasi perusahaan	: Cilacap, Jawa Tengah

Alasan dipilihnya bentuk Perseroan Terbatas pada perusahaan ini didasari oleh beberapa faktor antara lain:

1) Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.
2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi.
3) Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
4) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya dan karyawan perusahaan.
5) Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan *Komisaris* dan Direktur Utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
6) Lapangan usaha lebih luas, suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini perseroan terbatas dapat memperluas usahanya.
7) Merupakan bidang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

4.7.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik yang baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang benar. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Struktur organisasi merupakan kerangka mekanisme formal bagaimana suatu organisasi atau perusahaan tersebut dikelola. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan demi tercapainya keselarasan dan keselamatan kerja antar karyawan.

Struktur organisasi terdiri dari 3 macam, yaitu:

1. *Line system*

Sistem ini digunakan pada perusahaan kecil dimana pemilik perusahaan sebagai pemegang komando tertinggi dan memberi perintah secara langsung kepada bawahannya.

2. *Line* and *staff system*

Sistem ini digunakan pada sebagian besar perusahaan. Garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

3. *Functional system*

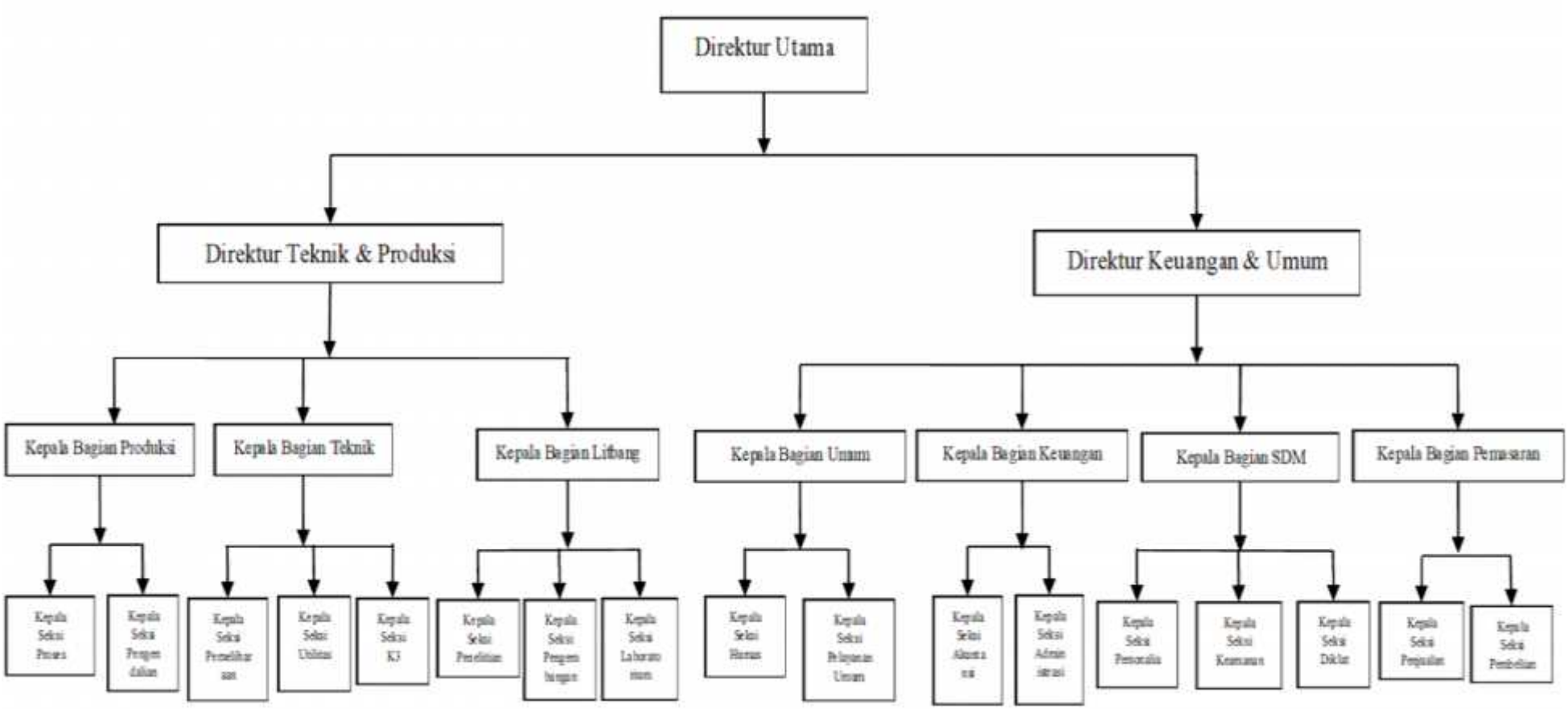
Sistem ini menempatkan setiap karyawan pada bidangnya masing-masing sesuai keahlian. Wewenang karyawan terbatas pada keahliannya. Biasanya struktur ini digunakan pada perusahaan besar dan kompleks.

Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan azas-azas antara lain: pendelegasian wewenang, perumusan tujuan perusahaan dengan jelas, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel. (Widjaja, 2003)

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan sistem line dan staff. Pada sistem ini garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Menurut *Djoko* (2003), ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan sistem garis dan staff ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan.

2. Sebagai staf, yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran kepada unit operasional.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan

4.7.3. Tugas dan Wewenang

4.7.3.1.Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan *Komisaris*
2. Mengangkat dan memberhentikan *Direktur*
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

Tugas dan wewenang pemegang saham meliputi:

1. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
3. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris dan manajer.
4. Mengadakan rapat umum sedikitnya setahun sekali.

4.7.3.2.Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertaggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
b. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
c. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

4.7.3.3.Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas direktur umum antara lain:

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaanya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham

Tugas dari direktur teknik dan produksi antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang teknik dan kelangsungan proses produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas dari direktur Keuangan dan umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan, administrasi, relasi perusahaan, dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.7.3.4.Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang staff ahli adalah:

1. Memberi masukan-masukan dalam perancanaan dan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang hukum.

4.7.3.5.Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur utama. (Zamani, 1998)

Kepala bagian terdiri dari:

1) Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Produksi membawahi Kepala Seksi Proses dan Kepala Seksi Pengendalian.

Tugas Kepala Seksi Proses antara lain:

1. Mengawasi jalannya proses produksi.
2. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas Kepala Seksi Pengendalian antara lain:

1. Mengendalikan laju produksi pabrik sesuai dengan kebutuhan pasar.
2. Bertanggung jawab terhadap kuantitas hasil produksi, serta jumlah pemakaian bahan baku dan bahan penunjang lainnya.

2) Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang peralatan dan utilitas. Kabag Teknik membawahi Kepala Seksi Pemeliharaan, Kepala Seksi Utilitas dan Kepala Seksi Kesehatan Keselamatan Kerja (K3).

Tugas Kasi Pemeliharaan antara lain:

1. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
2. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

Tugas Kasi Utilitas antara lain:

1. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, steam, udara tekan dan tenaga listrik.

Tugas Kasi Kesehatan Keselamatan Kerja antara lain:

1. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja.
2. Melindungi pabrik dari resiko kecelakaan kerja.

3) Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (*Litbang*)

Bertanggung jawab kepada direktur Teknik dan Produksi dalam bidang yang berubungan dengan penelitian pengembangan perusahaan dan pengawasan mutu. Kabag Litbang membawahi Kepala Seksi Penelitian, Kepala Seksi Pengembangan dan Kepala Seksi *Laboratorium*.

Tugas Kasi Penelitian:

1. Melaksanakan dan mengatur kegiatan yang berhubungan dengan penelitian untuk meningkatkan mutu kualitas produk dan efisiensi proses

Tugas Kasi Pengembangan

1. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi.
2. Meningkatkan efisiensi perusahaan di berbagai bidang.

Tugas Kepala Seksi Laboratorium antara lain:

1. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
2. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
3. Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
4. Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Litbang

4) Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang hubungan masyarakat dan pelayanan umum. Kabag Umum membawahi Kepala Seksi Hubungan Masyarakat (Humas) dan Kepala Seksi Pelayanan Umum.

Tugas Kasi Humas adalah:

1. Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.
2. Menjalin relasi atau kerja sama dengan perusahaan lain.

Tugas Kasi Pelayanan Umum adalah:

1. Menyiapkan baan dan melaksanakan Standar Operasional Prosedur (SOP) kegiatan Seksi Pelayanan Umum untuk peningkaan kualitas pelayanan publik
2. Memberikan pelayanan umum kepada pegawai.

5) Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur komersil dalam bidang keuangan perusahaan, Kabag Keuangan membawahi dua Kepala Seksi (Kasi), yaitu Kepala Seksi Akuntansi dan Kepala Seksi Administrasi.

Tugas Kasi Akuntansi adalah:

1. Mencatat utang piutang perusahaan.
2. Mengatur administrasi kantor dan pembukuan.
3. Mengaudit masalah perpajakan.

Tugas Kasi Administrasi adalah:

1. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan.
2. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

6) Kepala Bagian Sumber Daya Manusia

Bertanggung jawab kepada Direktur SDM dan Umum dalam bidang personalian dan pendidikan. Kabag SDM membawahi Kepala Seksi Personalia, Kepala Seksi Pendidikan & Pelatihan (Diklat), dan Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kasi Personalia antara lain:

1. Membina tenaga kerja dan menciptakan susana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
2. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
3. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

Tugas Kasi Pendidikan & Pelatihan adalah:

1. Mendidik dan melatih karyawan baru (on the job training) ataupun mahasiswa kerja praktek tentang perusahaan.

Tugas Kasi Keamanan:

1. Membina, mengkoordinasikan, dan melaksanakan program dan kegiatan di seksi ketentraman dan ketertiban umum
2. Menjaga keamanan dan kebersihan pabrik

7) Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertanggung jawab kepada direktur komersil dalam bidang pemasaran produk dan pembelian alat dan bahan yang diperlukan untuk proses produksi. Kabag Pemasaran membawahi 2 Kepala Seksi (Kasi) yaitu, Kepala Seksi Penjualan dan Kepala Seksi Pembelian.

Tugas Kasi Penjualan antara lain:

1. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
2. Mengatur distribusi hasil produksi.

Tugas Kasi Pembelian antara lain:

1. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi.
2. Mengetahui pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

4.7.4. Sistem Kepegawaian

1) Sistem Kerja

Pabrik Maleic Anhydride dari butana dan udara ni akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau turn around. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses secara langsung, Yang termask karyawan ini adalah Direktur, Staf ahli, Kepala Bidang, Kepala Seksi, serta bawahan yang berada dikantor, Karyawan harian dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift.

- Hari Senin –Kamis

Pukul 08.00–12.00 (jam kerja)

Pukul 12.00–13.00 (istirahat)

Pukul 13.00–17.00 (jam kerja)

- Hari Jumat

Pukul 08.00–11.30 (jam kerja)

Pukul 11.30–13.00 (istirahat)

Pukul 13.00–17.00 (jam kerja)

2. Karyawan shift

Karyawan Shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gedung, bagian keamanan dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian sehari semalam.

Karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pengaturan sebagai berikut:

Shift Pagi : Pukul 07.00 – 15.00

Shift Siang : Pukul 15.00 – 23.00

Shift Malam : Pukul 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu (A/B/C/D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat serta di lakukan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran tiga hari kerja dan satu hari libur tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas harus tetap masuk.

Tabel 4.27 Jadwal Pembagian Kelompok Shift

Hari	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B
Off	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A
Hari	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Pagi	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A
Sore	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D
Malam	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C
Off	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B
Hari	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Pagi	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B
Sore	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A
Malam	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D
Off	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C

Jadwal untuk tanggal selanjutnya dilanjutkan sesuai giliran kelompok.

Kelancaran produksi dari suatu pabik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh

pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam pengembangan karier para karyawan di dalam perusahaan. (Djoko, 2003)

2) Perincian Tenaga Kerja

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggungjawab, Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjan S-2 sampai lulusan SMP.

Dibawah ini merupakan rincian Jabatan dan keahlian karyawan yang ada di Pabrik Maleic Anhydride dengan kapasitas 15.000 ton /tahun sebagai berikut:

Tabel 4.28 Jumlah Tenaga Kerja berdasarkan jabatan dan golongan

Jabatan	**Jumlah**	**Golongan**
Direktur Utama	1	S2
Direktur Teknik dan Produksi	1	S2
Direktur Keuangan dan Umum	1	S2
Staff Ahli	2	S1
Ka. Bag Umum	1	S1
Ka. Bag. Pemasaran	1	S1
Ka. Bag. Keuangan	1	S1
Ka. Bag. Teknik	1	S1
Ka. Bag. SDM	1	S1
Ka. Bag. Produksi	1	S1
Ka. Bag. Litbang	1	S1
Ka. Sek. Personalia	1	D3-S1
Ka. Sek. Humas	1	S1
Ka. Sek. Keamanan	1	Satuan Pengamanan
Ka. Sek. Pembelian	1	D3-S1
Ka. Sek. Penjualan	1	D3-S1

Ka. Sek. Administrasi	1	D3-S1
Ka. Sek. Akuntansi	1	D3-S1
Ka. Sek. Proses	1	S1
Ka. Sek. Pengendalian	1	S1
Ka. Sek. Laboratorium	1	D3-S1
Ka. Sek. Pengembangan	1	S1
Ka. Sek. Penelitian	1	S1
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	S1
Ka. Sek. K3	1	S1
Ka. Sek. Utilitas	1	S1
Ka. Sek. Diklat	1	S1
Ka. Sek. Pelayanan Umum	1	S1
Karyawan Personalia	4	D3
Karyawan Humas	4	D3
Karyawan Keamanan	6	SMA / SMK
Karyawan Pembelian	4	D3
Karyawan Pemasaran	4	D3
Karyawan Administrasi	3	D3
Karyawan Akutansi	3	D3
Karyawan Proses	30	D3-S1
Karyawan Pengendalian	6	D3-S1
Karyawan Laboratorium	5	D3-S1
Karyawan Pemeliharaan	8	SMA / SMK
Karyawan Utilitas	12	D3-S1
Karyawan Litbang	3	D3
Karyawan K3	6	D3-S1
Operator Proses	13	SMA / SMK
Operator Utilitas	7	SMA / SMK
Sekretaris	5	S1

Medis	1	S1
Paramedis	3	S1
Sopir	5	SMP-SMA/SMK
Cleaning Service	7	SMP-SMA/SMK
Total	**168**	

Jadi, jumlah tenaga kerja keseluruhan yaitu 168 orang

3) Sistem Pengupahan

Pada pabrik ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Upah yang di terima karyawan terdiri dari:

- Gaji Pokok
- Tunjangan Jabatan
- Tunjangan kesehatan dengan penyediaan dokter perusahaan dan rumah sakit yang telah ditunjuk oleh perusahaan bagi seluruh karyawan sesuai jabatannya.

Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan

Gaji Karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1, Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaan gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Karena berbagai golongan karyawan yang beda-beda, maka sistem gaji perusahaan dibagi menjadi tiga, yaitu:

a. Sistem Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap, Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

b. Sistem Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Sistem Gaji Borongan

Gaji ini diberikan kepada pekerja borongan dan besarnya tidak tetap, tergantung jenis Borongan pekerjaan yang dilakukan. Biasanya diperlukan pada waktu turun temurun.

Selain gaji rutin, bagi karyawan yang lembur juga diberikan gaji tambahan dengan perhitungan:

- Lembur hari minggu/libur

Untuk setiap jam, besarnya satu setengah kali gaji perjam.

- Lembur hari biasa

Untuk setiap jam, besarnya satu kali gaji perjam. Jika karyawan dipanggil untuk bekerja di pabrik di luar jam kerjanya, juga akan diberikan gaji tambahan.

Daftar Gaji Karyawan pada Pabrik Maleic Anhydride dengan Kapasitas 15.000 ton/tahun dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut:

Tabel 4.29 Daftar Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)
Direktur Utama	1	Rp 40,000,000.00
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30,000,000.00
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 30,000,000.00
Staff Ahli	2	Rp 10,000,000.00
Ka. Bag Umum	1	Rp 15,000,000.00
Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 15,000,000.00
Ka. Bag. Keuangan	1	Rp 15,000,000.00
Ka. Bag. Teknik	1	Rp 15,000,000.00
Ka. Bag. SDM	1	Rp 15,000,000.00
Ka. Bag. Produksi	1	Rp 15,000,000.00
Ka. Bag. Litbang	1	Rp 15,000,000.00
Ka. Sek. Personalia	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Humas	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Penjualan	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Akuntansi	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Proses	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Pengembangan	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Penelitian	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. K3	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 12,000,000.00
Ka. Sek. Diklat	1	Rp 12,000,000.00

Ka. Sek. Pelayanan Umum	1	Rp 12,000,000.00
Karyawan Personalia	4	Rp 8,000,000.00
Karyawan Humas	4	Rp 8,000,000.00
Karyawan Keamanan	6	Rp 4,000,000.00
Karyawan Pembelian	4	Rp 8,000,000.00
Karyawan Pemasaran	4	Rp 8,000,000.00
Karyawan Administrasi	3	Rp 8,000,000.00
Karyawan Akutansi	3	Rp 8,000,000.00
Karyawan Proses	30	Rp 8,000,000.00
Karyawan Pengendalian	6	Rp 8,000,000.00
Karyawan Laboratorium	5	Rp 8,000,000.00
Karyawan Pemeliharaan	8	Rp 8,000,000.00
Karyawan Utilitas	12	Rp 8,000,000.00
Karyawan Litbang	3	Rp 8,000,000.00
Karyawan K3	6	Rp 8,000,000.00
Operator Proses	13	Rp 7,000,000.00
Operator Utilitas	7	Rp 7,000,000.00
Sekretaris	5	Rp 7,000,000.00
Medis	1	Rp 9,000,000.00
Paramedis	3	Rp 5,000,000.00
Sopir	5	Rp 3,500,000.00
Cleaning Service	7	Rp 2,800,000.00
Total	**168**	

4) Fasilitas Karyawan

Tersedia juga fasilitas yang memadai yang dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas

sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkngan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan. Adapun fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisien produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh, Oleh karena itu, perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat,

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja,

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan,

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya,

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji,

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan,

g. Tempat Ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah (Masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya,

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulannya,

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja

.

4.8. Evaluasi Ekonomi

Pada pra rancangan pabrik maleic anhydride ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Komponen terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga alat-alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi. Analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik

impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal Industri *(Total Capital Investment)*
    a. Modal tetap *(Fixed Capital Investment)*
    b. Modal kerja *(Working Capital Investment)*
2. Biaya Produksi Total *(Total Production Cost)*
    a. Biaya Pembuatan *(Manufacturing Cost)*

        Meliputi:

        - Biaya produksi langsung *(Direct Manufacturing Cost)*
        - Biaya produksi tak langsung *(Indirect Manufacturing Cost)*
        - Biaya tetap *(Fixed Manufacturing Cost)*

    b. Pengeluaran Umum *(General Cost)*
3. Pendapatan modal

    Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

    a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
    b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
    c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik *maleic anhydride* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun didirikan pada tahun 2022. Di dalam analisa ekonomi harga-harga

alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mancari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2022 diperkirakan secara garis besar dengan data *indeks* dari tahun 1982 sampai 2022, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.30 Harga Indeks Tahunan

Tahun	Index
1982	314
1983	316.9
1984	322.7
1985	325.3
1986	318.4
1987	323.8
1988	342.5
1989	355.4
1990	357.6
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.3
2001	398
2002	401.8
2003	402
2004	444.2

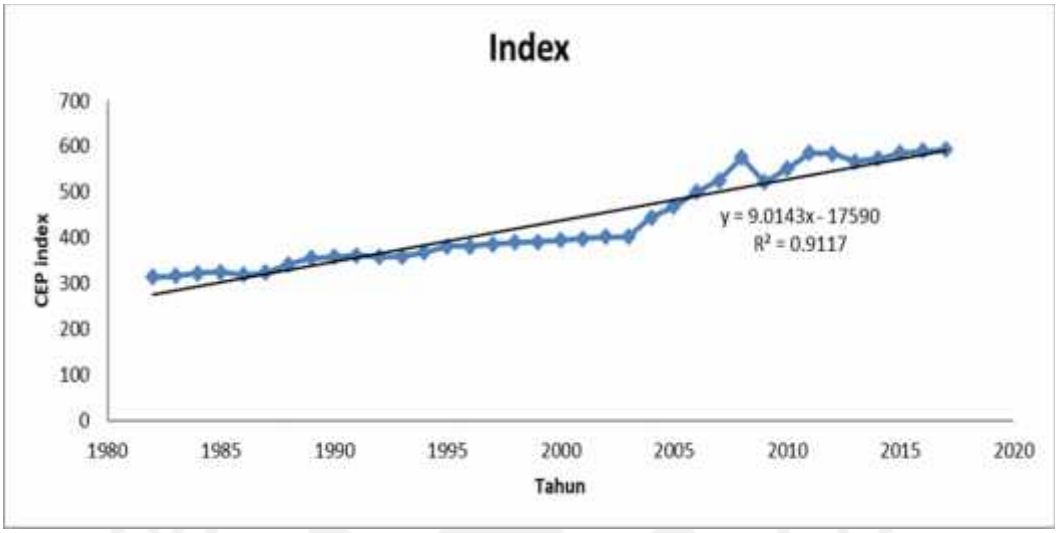
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4
2008	575.4
2009	521.9
2010	550.8
2011	585.7
2012	584.6
2013	567.3
2014	573.6
2015	584.9
2016	590
2017	592.6
2018	600,8574
2019	609,8717
2020	618,886
2021	627,9003
2022	636,9146

Berdasarkan data diatas, maka persamaan *regresi linear* yang di peroleh yaitu

$$y = 9{,}0143x - 17590$$

Pabrik *Maleic Anhydride* dari butana dan udara dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini akan di dirikan pada tahun 2022, maka dari persamaan *regresi linear* diatas diperoleh *index* sebesar 636,9146. Grafik hasil *plotting* data dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini:

Gambar 4.8 Grafik Tahun vs Harga Index



Harga-harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peters&Timmerhaus, tahun 1990 dan Aries & Newton, tahun 1955). Refrensi yang digunakan dari situs www.matche.com Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

=

(Aries & Newton,1955)

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2022

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2014)

Nx : Index harga pada tahun pembelian pada tahun 2022

Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 2014)

4.8.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produk maleic anhydride = 15.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2022

Kurs mata uang tahun 2021 (6 januari) = 1 US$ = Rp 13.915

Harga raw material = US$ 5,260,731.08 /tahun

Harga bahan utilitas + Dowtherm = US$ 719,458,750.98 /tahun

Harga jual = US$ 828,000,000.03 /tahun

4.8.3. Perhitungan Biaya

1. Modal Industri *(Total Capital Investment)*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

a. Modal tetap *(Fixed Capital Investment)*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Biaya Pembuatan *(Manufacturing Cost)*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton, Manufacturing Cost meliputi:

a. Biaya produksi langsung *(Direct Manufacturing Cost)*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk

b. Biaya produksi tak langsung *(Indirect Manufacturing Cost)*

Indirect Cost adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. Biaya tetap *(Fixed Manufacturing Cost)*

Fixed Cost adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

3. Pengeluaran Umum *(General Cost)*

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk Manufacturing Cost.

4.8.4. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1) Percent Return On Investment (ROI)

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$= \frac{K \quad}{i \qquad i} \quad 100\%$$

2) Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (*POT*) adalah:

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi *investasi* awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$= \frac{i \qquad i}{(K \qquad h \quad + \quad i \quad)}$$

3) Break EvenPoint (BEP)

Break Even Point (*BEP*) adalah:

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *BEP* kita dapat menetukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total *cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah *BEP* dan akan untung jika beroperasi diatas *BEP*.

$$= \frac{(\quad + 0{,}3 \quad)}{(\quad - \quad - 0{,}7 \quad)} \ 100\%$$

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4) Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah:

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).
2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mancapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

5) Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan *DCFR* dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan *DCFR*:

$$(\quad + \quad)(1+\ ) \quad = \quad \Sigma \sum_{=0}^{=\ -1} (1+\ ) \quad + \square \quad + \square$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow: profit after taxes + depresiasi + finance*

N : *Umur pabrik (10 tahun)*

I : *Nilai DCFR*

4.8.5. Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Maleic Anhydride* memerlukan rencana *PPC, PC, MC,* serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.31 P*hysical Plant Cost (PPC)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)

1	*Purchased Equipment Cost*	20,679,532.22	287,755,690,836.62
2	*Delivered Equipment Cost*	5,169,883.05	71,938,922,709.15
3	*Instalasi Cost*	3,509,189.55	48,830,372,634.97
4	Pemipaan	4,921,345.99	68,480,529,439.57
5	*Instrumentasi*	5,194,545.42	72,282,099,546.34
6	Insulasi	981,486.41	13,657,383,463.83
7	Listrik	2,067,953.22	28,775,569,083.66
8	Bangunan	6,067,912.32	84,435,000,000.00
9	*Land & Yard Improvement*	5,004,383.76	69,636,000,000.00
Total *PPC*		53,596,231.96	745,791,567,714.14

Tabel 4.32 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Direct Plant Cost*	64,315,478.35	894,949,881,256.97
2	*Cotractor's fee*	2,572,619.13	35,797,995,250.28
3	*Contingency*	6,431,547.84	89,494,988,125.70
Total *FCI*		73,319,645.32	1,020,242,864,632.95

Tabel 4.33 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Raw Material*	5,260,731.08	73,203,072,968.17
2	Tenaga Kerja	102,414.66	1,425,100,000.00
3	*Supervisor*	10,241.47	142,510,000.00
4	*Maintenance*	733,196.45	10,202,428,646.33
5	*Plant Suplies*	73,319.65	1,020,242,864.63
6	*Royalty and Patent*	8,280,000.00	115,216,200,003.69

7	Bahan *Utilitas*	719,074,271.30	10,005,918,485,140.50
Total *DMC*		733,534,174.60	10,207,128,039,623.30

Tabel 4.34 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Payroll Overhead*	15,362.20	213,765,000.00
2	*Laboratory*	10,241.47	142,510,000.00
3	*Plant Overhead*	51,207.33	712,550,000.00
4	*Packaging and Shipping*	8,280,000.00	115,216,200,003.69
Total *IMC*		8,356,811.00	116,285,025,003.69

Tabel 4.35 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Depresiasi*	4,399,178.72	61,214,571,877.98
2	*Property Tax*	733,196.45	10,202,428,646.33
3	*Asuransi*	733,196.45	10,202,428,646.33
Total *FMC*		5,865,571.63	81,619,429,170.64

Tabel 4.36 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No	Komponen	Biaya	Biaya
1	*Direct Manifacturing Cost*	733,534,174.60	10,207,128,039,623.30
2	*Indirect Manufacturing Cost*	8,356,811.00	116,285,025,003.69
3	*Fixed Manufacturing Cost*	5,865,571.63	81,619,429,170.64
Total *MC*		747,756,557.23	10,405,032,493,797.60

Tabel 4.37 *Working Capital (WC)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Raw Material Inventory*	47,824.83	665,482,481.53
2	*Improses Inventory*	1,132,964.48	15,765,200,748.18
3	*Product Inventory*	6,797,786.88	94,591,204,489.07
4	*Extended Credit*	7,527,272.73	104,742,000,003.35
5	*Available Cash*	67,977,868.84	945,912,044,890.69
Total *WC*		83,483,717.76	1,161,675,932,612.82

Tabel 4.38 *General Expense (GE)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Administrasi*	14,955,131.14	208,100,649,875.95
2	*Sales Expense*	14,955,131.14	208,100,649,875.95
3	*Research*	16,560,000.00	230,432,400,007.37
4	*Finance*	3,136,067.26	43,638,375,944.92
Total *GE*		49,606,329.55	690,272,075,704.19

Tabel 4.39 *Production Cost*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Manufacturing Cost*	747,756,557.23	10,405,032,493,797.60
2	*General Expense*	49,606,329.55	690,272,075,704.19
Total *Production Cost*		797,362,886.78	11,095,304,569,501.80

Tabel 4.40 *Fixed Cost (Fa)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)

1	*Depresiasi*	4,399,178.72	61,214,571,877.98
2	*Property Tax*	733,196.45	10,202,428,646.33
3	*Asuransi*	733,196.45	10,202,428,646.33
Fa		5,865,571.63	81,619,429,170.64

Tabel 4.41 *Regulated Cost (Ra)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	Gaji Karyawan	102,414.66	1,425,100,000.00
2	*Payroll Overhead*	15,362.20	213,765,000.00
3	*Supervision*	10,241.47	142,510,000.00
4	*Plant Overhead*	51,207.33	712,550,000.00
5	*Laboratorium*	10,241.47	142,510,000.00
6	*General expense*	49,606,329.55	690,272,075,704.19
7	*Maintenance*	733,196.45	10,202,428,646.33
8	*Plant Supplies*	73,319.65	1,020,242,864.63
Ra		50,602,312.77	704,131,182,215.16

Tabel 4.42 *Variable Cost (Va)*

No	Komponen	Biaya ($)	Biaya (Rp)
1	*Raw Material*	5,260,731.08	73,203,072,968.17
2	*Packing and Shipping*	8,280,000.00	115,216,200,003.69
3	*Utilitas*	719,074,271.30	10,005,918,485,140.50
4	*Royalties & Patents*	8,280,000.00	115,216,200,003.69
Total *Va*		740,895,002.38	10,309,553,958,116.00

4.8.6. Analisa Keuntungan

1. Total penjualan = Rp 11.521.620.000.369
2. Total *Production cost* = Rp 11.095.304.569.502
3. Keuntungan sebelum pajak = Rp 426.315.430.867
4. Keuntungan setelah pajak = Rp 319.736.573.150

Persyaratan suatu pabrik dikatakan layak untuk beroperasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.43 Kriteria persyaratan kelayakan pabrik

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi
ROI sebelum pajak *ROI* setelah pajak	41.79% 31.34%	*ROI before taxes minimum,* *low risk* 11 % dan *high risk* 44%	Aries Newton, P.193
POT sebelum pajak *POT* setelah pajak	2.09 2.68	*POT before taxes maksimum,* *Low risk 5 th, high risk 2th*	Aries Newton, P.196
BEP	40.72%	Berkisar 40 - 60%	
SDP	29.37%	20% - 30%	
DCFR	19.25 %	> 1,5 bunga bank = minimum =	5.25%

Sehingga dari perhitungan yang di dapatkan, pabrik yang akan di dirikan memiliki resiko yang rendah dimana:

- *ROI* terhitung sebesar 41.79% dengan *standart ROI* minimum untuk parbik beresiko rendah sebesar 11%
- *POT* terhitung sebesar 2.09 th dengan *standart POT* maksimum untuk pabrik beresiko rendah sebesar 5 th

- *BEP* terhitung sebesar 40.72% dengan *standart BEP* untuk pabrik yang layak ekonomi rentangan 40-50%
- *SDP* terhitung sebesar 29.37% dengan *standart SDP* untuk pabrik yang layak ekonomi rentangan 20-30%
- Nilai *DCFR* terhitung minimum sebesar 5.25% dengan bunga deposito bank sebesar 3.5 % dan nilai *IRR* sebesar 19.25%. Ini menunjukkan nilai *IRR* > *DCFR* yang artinya pabrik layak di dirikan dan di jalankan.

4.8.7. Hasil Kelayakan Ekonomi

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

ROI sebelum pajak = 41.79 %

ROI sesudah pajak = 31,34 %

2. *Pay Out Time (POT)*

POT sebelum pajak = 2,09 tahun

POT sesudah pajak = 2,68 tahun

3. *Break Even Point (BEP)*

BEP = 40,72 %

4. *Shut Down Point (SDP)*

SDP = 29,37 %

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur pabrik = 10 tahun

Working Capital = Rp 1.161.675.932.613

Fixed Capital Investment = Rp 1.020.242.864.633

Salvage Value (SV) = Rp 61.214.571.878

Cash flow (CF) =Annual profit + depresiasi + finance

CF = Rp 424.589.520.973

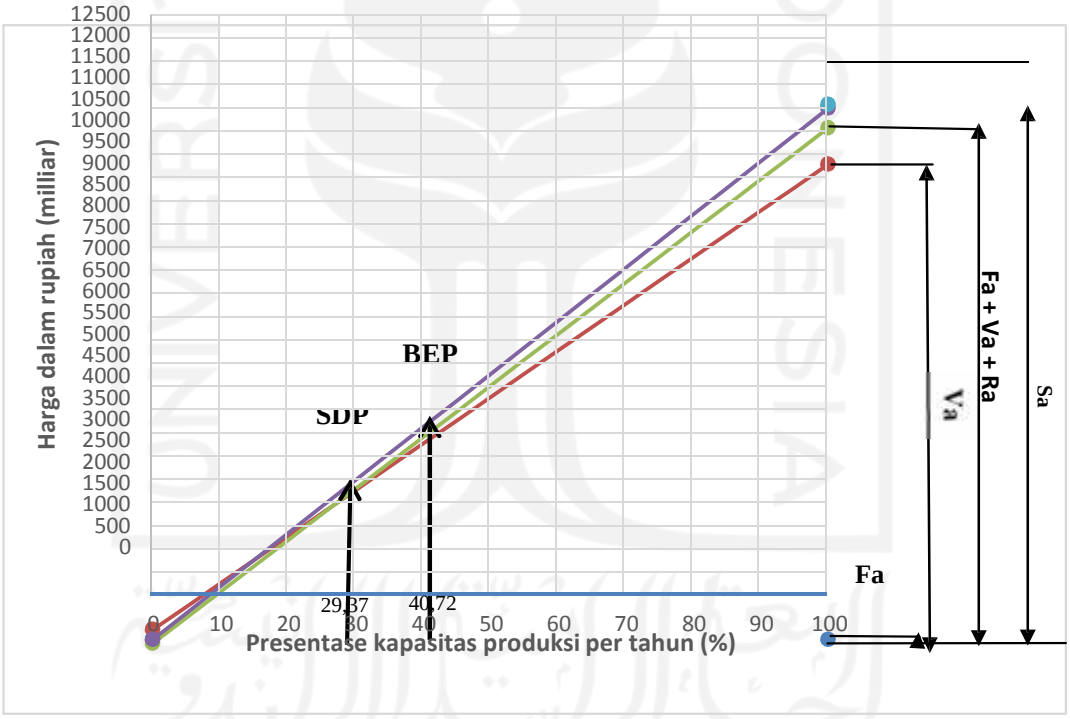
Discounted cash flow dihitung secara trial & error

R = S

Dengan trial & error diperoleh nilai i = 19,25% per tahun

4.8.8 Grafik Evaluasi Ekonomi

Gambar 4.9 Grafik Evaluasi Ekonomi



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam prarancangan pabrik *Maleic Anhydride* dari Butana dan Udara dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dapat diperoleh beberapa kesimpulan:

1) Pendirian pabrik *Maleic Anhydride* diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *Maleic Anhydride* dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah *impor*, meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2) Pabrik *Maleic Anhydride* berbentuk *Perseroan Terbatas* (PT) di Cilacap, Jawa Tengah di atas tanah seluas 23212 m2 dengan jumlah karyawan 168 orang dan beroperasi dalam 330 hari/tahun.
3) Berdasarkan proses, kondisi operasi, dan sifat-sifat bahan baku pembuatan *Maleic Anhydride* maka pabrik ini tergolong pabrik beresiko rendah.
    a. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, maka diperoleh hasil sebagai berikut: Keuntungan sebelum pajak diperoleh sebesar Rp. 426.315.430.867 Sedangkan keuntungan setelah pajak diperoleh sebesar Rp. 319.736.573.150
    b. Nilai *ROI* sebelum pajak sebesar 41,79% dan nilai *ROI* sesudah pajak sebesar 31,34%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia yang beresiko renda minimum sebesar 11%, sehingga memenuhi syarat. (Aries & Newton, 1955)
    c. *Pay Out Time* sebelum pajak adalah 2,09 tahun dan sesudah pajak adalah 2,68 tahun. Nilai ini berada dibawah *POT* maksimum yang besarnya 5 tahun untuk pabrik kimia dengan resiko rendah. (Aries & Newton, 1955)

d. Diperoleh nilai *Break Even Point (BEP)* sebesar 40,72%. Untuk pabrik di Indonesia nilai BEP sekitar 40% sampai 60%.
e. Diperoleh nilai *Shut Down Point (SDP)* sebesar 29,37%.
f. Nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)* diperoleh sebesar 19,25%.

4) Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi diatas maka pabrik *Maleic Anhydride* dari Butana dan Udara dengan kapasitas 15.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Dalam prarancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman tentang konsep-konsep dasar yang dapat memudahkan dalam hal perancangannya. Misalnya optimasi pemilihan seperti alat proses, alat penunjang, bahan baku, dan kondisi operasi perlu diperhatikan sehingga akan mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh. Selain itu juga harus melakukan pencarian data-data yang diperlukan sebelum membangun suatu pabrik kimia sehingga dengan informasi dan data-data yang lengkap dapat mempermudah suatu prarancangan pabrik kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Ahyari, Agus. 2002 ”Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi”,. Edisi Empat, Yogyakarta, BPFE.Anonim, www.matche.com diakses pada tanggal 10 januari 2021

Anonim, www.msds.com diakses pada tanggal 20 april 2020

Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, “Chemical Engineering Cost Estimation”, McGraw-Hill Book Company, New York.

Assauri, Sofjan. 1998. Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Fakultas. Ekonomi Universitas Indonesia

Babcock and Wilcocx, 1978, “Steam Its Generations and Use”. Edisi 39. New York: The Babcock and Wilcocx Company.

Badan Pusat Statistika. 2020. www.bps.go.id diakses pada tanggal 8 april 2020

B. C. Trivedi and B.M Culbertson. 2013.”Handbook of Malec Anhydride Based Materils”. Springer Publisher. US.

Brown, G.G., 1950, “Unit Operation”, John Wiley and Sons, Inc., New York

Brownell, L. E., and Young, E. H., 1979, “Process Equipment Design”, 1st ed., John Wiley and Sons Inc., New York.

Coulson, J.M., Richardson, J.F., 1983, “Chemical Engineering”, Vol 1, Pergamon Press, England.

Geankoplis, J.C., 1978,“Transport Process and Unit Operation”, Prentice Hall International.

Kern, D.Q., 1950, “Process Heat Transfer”, McGraw-Hill International Book Company, Inc., New York.

Kirk, R E. and Othmer, D.F., 1978. "Encyclopedia of Chemical Technology", vol. 1,2nd edition, A Wiley Interscience Publisher Inc., New York.

Kirk, R E. and Othmer, D.F., 1993. "Encyclopedia of Chemical Technology", vol. 5, fourth edition , A Wiley Interscience Publisher Inc., New York.

Mayers, R.A., 1986. "Handbook of Petroleum Refining Process". McGraw-Hill Book Company. USA.

Mc Cabe. WL, Smith. J.C., 1993, "Unit Operation Of Chemical. Engineering", 5th edition, Mc Graw Hill, New York.

Mc.Ketta, J.J. and Cunningham, W.A., 1982." Encyclopedia of Chemical Processing and Design", Vol 16, Marcel Dekker Inc., New York.

Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York.

Peters, M.S. and Timmerhouse, K.D., 1980, "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", 3rd rd., McGraw-Hill, Auckland.

Powell, S.T., 1954, "Water Conditioning for Industry", McGraw-Hill Book Company, Tokyo.

Timothy R. Felthouse, Joseph C.Burnett, Ben Horrel, Michael J. Mummey, and Yeong Jen Kuo. 2001., "Maleic Anhydride, Maleic Acid, And Fumaric Acid", Huntsman Petrochemical Corporation Austin Laboratories 7114 North Lamar Boulevard Austin, Texas 78752-2310 Submitted for Kirk Online

Tjiptono, Fandy dan Anastasia Diana, 2003, Total Quality Management, Edisi. Revisi, Andi, Yogyakarta

Treybal, R.E., 1981, " Mass Transfer Operation ", 3rd ed., McGraw-Hill Book. Company, Singapore.

Ulrich, D.G., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Willey and Sons, New York

U.S. Pat 5,945,368 (Aug. 31, 1999), T.R. Felthouse, R.A. Keppel, and C.J. Schaefer (to Huntsman Petrochemical Corp.).

U.S. Pat. 5,364,824 (Nov. 15, 1994), W.J. Andrews, J.R Ebner, and T.R. Felthouse(to Hunstman Specialty Chemicals Corp)

U.S. Pat. 4,118,403 (October 3, 1978), James E.White

U.S.Pat 4,342,699

Walas, Stanley M., 1990, "Chemical Process Equipment". Selection and Design, Butterworth Publisher, Boston, United States of America.

WO 2012/154479 Al

Yaws, Carl L., 1999, "Chemical Properties Handbook", Mc Graw Hill Book Company, New York USA.

LAMPIRAN

Jenis : *Reaktor Fixed bed MultiTube*

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara gas Butana dan Oksigen membentuk produk *maleic anhydride*

Kondisi Operasi : Suhu = 350 ^{0}C

Tekanan = 3,4 atm

Reaksi = Eksotermis

Tujuan :

1. Menentukan Jenis Reaktor
2. Menghitung *Pressure Drop*
3. Menghitung Berat Katalis
4. Menghitung waktu tinggal dalam reaktor
5. Menetukan dimensi reaktor

Reaksi yang terjadi didalam reaktor :

Reaksi Utama :

$$C_4H_{10} + 3{,}5\ O_2 \longrightarrow C_4H_2O_3 + 4\ H_2O$$

Reaksi Samping

$$C_4H_{10} + 4{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO + 5\ H_2O$$

$$C_4H_{10} + 6{,}5\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 5\ H_2O$$

1. Menentukan Jenis Reaktor

   Dipilih reaktor *fixed bed multitube* dengan pertimbangan sebagai berikut :

   a. Zat pereaksi berupa zat gas dengan *katalis* padat
   b. Umur katalis panjang
   c. Reaksinya eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin berlangsung optimal
   d. Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor
   e. Pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan *shell and tube*

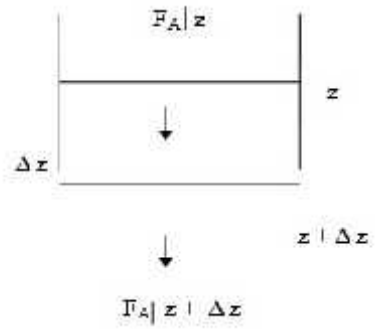
(Hill, hal 425-431)

2. Persamaan-persamaan Matematis Reaktor

   a. Neraca Massa reaktor

      Reaksi berlangsung dalam keadaan steady state dalam reaktor setebal ΔZ dengan konversi X. Neraca massa C_4H_{10} pada elemen volume:

      Input – Output – Yang bereaksi = 0



Input – Output – Yang Bereaksi = 0

FA lZ - (FA lZ+ΔZ + (-ra) Δv) = 0

$\Delta = \frac{\pi}{4} \Delta$

Δv = volume gas diantara katalis pada elemen volume

FA lZ - FA lZ+ΔZ - (-ra) $\frac{\pi}{4}$ Di^2 ✕ ΔZ = 0

$\frac{\quad +\Delta \quad}{\Delta} = (-ra) \frac{\pi}{4} Di^2 \varepsilon$

$\frac{-}{\Delta} = \frac{-}{4} \varepsilon$

Dimana FA= - FAo (1 – XA)

$\Delta F_A = -Fao \cdot \Delta X_A$

FAo. $\frac{\Delta}{\Delta} = \frac{-(\quad)}{4}$

$\frac{\Delta}{\Delta} = \frac{-(\quad)}{4}$

Lim ΔZ ⟶ 0

$$\frac{dX_A}{dz} = \frac{-(\quad)\quad^2}{4}$$

Dimana: $\frac{dX_A}{dz}$ = perubahan konversi persatuan panjang

ε = porositas

(-rA) = kecepatan reaksi = k. C_A .C_B

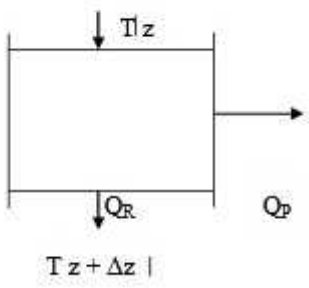
Z = tebal tumpukan katalisator

Di = diameter dalam pipa

Tabel 1 Komposisi dengan Perhitungan Kapasitas

Komponen	kg/jam	
	Masuk	Keluar
	arus 3	arus 4
C_4H_{10}	1649.926864	390.2803001
C_5H_{12}	6.626212305	6.626212305
O_2	11053.15527	8486.038383
$C_4H_2O_3$	0	1895.709073
CO	0	163.1265622
CO_2	0	161.4952966
H_2O	0	1606.432516
N_2	36383.30275	36383.30275
TOTAL	**49093.0111**	**49093.0111**

b. Neraca Panas Elemen



Q_R = panas reaksi

Q_P = panas yang dibuang, ada pendinginan

Input – Output = Acc

$$\sum \; .\square \; .(\; l \; - \quad) - [(\sum \quad .\square \;)(\; l_{+\Delta} \; - \quad) + \quad_{\square} + \quad]$$

$$\sum \; .\square \; .(\; l \; - \; l_{+\Delta}) = \quad_{\square} +$$

$$(\sum \quad .\square \;).(-\Delta \;) = \quad_{\square} +$$

$$\quad_{\square} = \Delta \quad_{\square} . \quad . \Delta$$

$$= \quad .(\; - \;)$$

$$= \quad . \quad .\Delta$$

$$= \quad . \; . \quad .\Delta \; (\; -\square \;)$$

$$\frac{(\sum \; .\square \;)(-\Delta \;) = \Delta \quad_{\square} . \quad .\Delta \quad + \quad . \; . \quad .\Delta \; (\; -\square \;)}{\Delta}$$

$$(\sum \quad .\square \;)[\frac{-\Delta}{\Delta}] = \Delta \quad_{\square} . \quad .[\frac{\Delta}{\Delta}] + \quad . \; . \quad .\Delta \; (\; -\square \;)$$

$$[\frac{-\Delta}{\Delta}] = \frac{\Delta \quad . \quad .[\frac{\Delta \quad}{\quad}] + \quad . \; . \quad .\Delta \; (}{\quad_{\square} \quad_{\square} \quad \Delta \quad - \square \;) \quad}$$

$$(\sum \quad .\square \;)$$

Lim Δz $\longrightarrow$ 0

$$\frac{\square}{\square} = \frac{\quad . \quad .[\frac{\Delta \quad}{\quad}] + \quad . \; . \quad .\Delta \; (}{\quad_{\square} \quad_{\square} \quad \square \quad - \square \;) \quad}$$

$$(\sum \quad .\square \;)$$

Dimana :

$\frac{\square}{\square}$ = Perubahan Suhu persatuan panjang katalis

$\Delta \quad_{\square}$ = Panas Reaksi, (kJ/kmol)

U = Overall heat transfer coefficient

Do = Diameter luar

T = Suhu gas

Ts = Suhu penelitian

Cp = kapasitas Panas, kJ/kg.K

= laju alir mol mula-mula, (kmol/jam)

c. Neraca panas untuk Pendingin

Pendingin yang dipakai adalah Dowtherm A yang stabil pada suhu 15^0C dan 345^0C

Sifat – Sifat fisis Dowtherm A (T dalam K) dari Hidrocarbon Processing

Cpp = 0,11152 + 0,0003402 Tin , cal/gr.K. = 0,2094976 cal/gr.K

ρp = 1,3644 – 0,00097073 Tin , gr/cm^3 = 1,0868 gr/cm^3

µp = 35,5898 – 0,04212 Tin , gr/cm.jam = 23,4592 gr/cm.jam

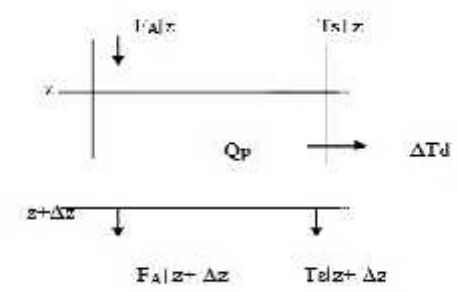
Kp = 1,512 – 0,001038 Tin , cal/cm.jam.K = 1,2129 cal/cm.jam.K

Menentukan pendingin yang dibutuhkan :

Pendingin yang dipakai adalah dowtherm A = 590970,3814 kg/jam

Aliran pendingin dalam reaktor searah dengan aliran gas

1. *Neraca Panas pada elemen volum*



mp . Cpp (l –) + - mp . Cpp (l $_{+\Delta}$ –) = 0

$mp \cdot Cpp\ (\ l\ -\ l_{+\Delta}\ ) = -Q_p$

$(\ l\ -\ l_{+\Delta}\ ) = -$ [illegible]

$\frac{(\ l_{\blacksquare}\ -\ l_{+\Delta\blacksquare})}{\Delta} = -$ [illegible]

$\frac{-(\ l_{+\Delta\blacksquare}\ -\ l_{\blacksquare})}{\Delta} = -$ [illegible]

$\frac{\Delta\blacksquare}{\Delta} =$ [illegible]

$\lim \Delta Z \longrightarrow 0$

$\frac{\blacksquare}{} =$ [illegible]

d. Penurunan tekanan

Dalam pipa = penurunan tekanan dalam pipa berisi katalisator(Fixed Bed) digunakan rumus 11.6(chapter 11 hal 492 *"Chemical Reactor Design For Process Plants"*)

$\frac{\blacksquare}{} = \frac{}{} \cdot \frac{1-\blacksquare}{} \cdot [\frac{150(1-\blacksquare)\blacksquare}{} + 1{,}75$

$]$ [illegible]

Dimana :

G = Keccepatan aliran massa gas dalam pipa, gr/cm^3

= Densitas gas, gr/cm^3

Dp = Densitas partikel katalisator, cm

g = gaya gravitasi , cm/det^2

ε = Porositas tumpukan katalisator

μ = Viskositas gas, gr/cm.jam

3. Data – data sifat fisis bahan

a. Menentukan umpan Yi

Tabel 2 Umpan Yi Masuk

Komponen	BM	Massa umpan, kg/jam	F umpan, kmol/jam	Y umpan (fraksi mol)
C_4H_{10}(gas)	58	1649.926864	28.4470149	0.017
C_5H_{12}(gas)	72	6.626212305	0.092030726	5.49978E-05
O_2(gas)	32	11053.15527	345.4111021	0.20641845
$C_4H_2O_3$(gas)	98	0	0	0
CO (gas)	28	0	0	0
CO_2 (gas)	44	0	0	0
H_2O (gas)	18	0	0	0
N_2(gas)	28	36383.30275	1299.40367	0.776526552
Total		**49093.0111**	**1673.353817**	**1**

b. Menentukan volume gas reaktor

PV = nRT

n =

R = 82,05 atm.cm^3/mol.^{o}K

P = 3,4 atm

T = 623 K

V = =

c. Menenukan densitas umpan

= = 0,001949681 gr/cm^3

d. Menentukan viskositas umpan

= + + ^{2}

Tabel 3 Data Viskositas Umpan Masuk Reaktor

Komponen	**A**	**B**	**C**
C_4H_{10}(gas)	-4,946	2,9001E-01	-6,9665E-05
C_5H_{12}(gas)	-3,202	2,6746E-01	-6,6178E-05
O_2(gas)	44,224	5,6200 E-01	-1,1300E-04
$C_4H_2O_3$(gas)	-11,219	2,92E-01	-1,06E-05
CO(gas)	35,086	5,0651E-01	-1,3314E-04
CO_2(gas)	11,336	4,9918E-01	-1,0876E-04
H_2O(gas)	-36,826	4,2900E-01	-1,6200E-05
N_2(gas)	42,606	4,7500E-01	-9,8800E-05

(Yaws,1999)

Tabel 4 Perhitungan Viskositas Umpan Masuk Reaktor

Komponen	**μ_i, micropoise**	**μ_i, kg/m.s**	**µi.yi**	**µi.yi, micropoise**
C_4H_{10}(gas)	148,6912232	1,48691E-05	2,52775E-07	2,527750977
C_5H_{12}(gas)	137,739979	1,3774E-05	7,57539E-10	0,007575392
O_2(gas)	350,491423	3,50491E-05	7,23479E-06	72,34789099
$C_4H_2O_3$(gas)	166,4726133	1,66473E-05	0	0
CO(gas)	298,9662349	2,98966E-05	0	0

CO_2(gas)	280,11223	2,80112E-05	0	0
H_2O(gas)	224,1533102	2,24153E-05	0	0
N_2(gas)	300,1838548	3,00184E-05	2,33101E-05	233,100738
TOTAL			**3,07984E-05**	**307,9839553**

μ gas = 0,0000307984 kg/m.s

= 0,000307984 g/cm.s

e. Menentukan konduktivitas gas umpan

$$= + + ^2$$

$$k_{mix} = \frac{\sum y_i . k_i . fBM_i^{0,33}}{\sum y_i . fBM_i^{0,33}}$$

Tabel 5 Data Konduktivias Gas Umpan Masuk Reaktor

Komponen	**A**	**B**	**C**
C_4H_{10}(gas)	-0,00182	1,9396E-05	1,3818E-07
C_5H_{12}(gas)	-0,00137	1,8081E-05	1,2136E-07
O_2(gas)	0,00121	8,6157E-05	-1,3346E-08
$C_4H_2O_3$(gas)	-0,01006	6,7349E-05	9,6585E-09
CO (gas)	0,00150	8,2713E-05	-1,9171E-08
CO_2 (gas)	-0,01183	1,0174E-04	-2,2242E-08
H_2O (gas)	0,00053	4,7093E-05	4,9551E-08

N_2(gas)	0,00309	7,59E-05	-1,10E-08

(Yaws, 1999)

Tabel 6 Perhitungan Konduktivitas Umpan Reaktor

Komponen	**k_i, W/m. K**	**$BM^{0,33}$**	**$y_{i\ umpan} * BM^{0,33}$**	**$y_{i\ umpan} * k_i * BM^{0,33}$**
C_4H_{10}(gas)	0.06390	3.818838021	0.064920246	0.004148103
C_5H_{12}(gas)	0.05700	4.101282867	0.000225561	1.28565E-05
O_2(gas)	0.04971	3.138336392	0.647810535	0.032199968
$C_4H_2O_3$(gas)	0.03565	4.54050967	0	0
CO (gas)	0.04559	3.003047146	0	0
CO_2 (gas)	0.04292	3.486096327	0	0
H_2O (gas)	0.04910	2.595612917	0	0
N_2(gas)	0.04612	3.003047146	2.331945845	0.107548263
		Total	**3.044902187**	**0.143909191**

k_{mix} = = 0,047262336 W/m.K

= 0,17014441 Kj/jam.m.K

f. Menentukan Kapasitas Panas

= + + ^{2} + ^{3} + ^{4}

Tabel 7 Data kapasitas panas umpan reaktor

Komponen	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
C_4H_{10}(gas)	20,056	2,8153E-01	-1,3143E-05	-9,4571E-08	3,4149E-11
C_5H_{12}(gas)	26,671	3,2324E-01	4,2820E-05	-1,6639E-07	5,6036E-

					11
O_2(gas)	29,526	-8,8999E-03	3,8083E-05	-3,2629E-08	8,8607E-12
$C_4H_2O_3$(gas)	-72.015	1,0423E+00	-1,8716E-03	1,6527E-06	-5,5647E-06
CO (gas)	29,556	-6,5807E-03	2,0130E-05	-1,2227E-08	2,2617E-12
CO_2 (gas)	27,437	4,2315E-02	-1,9555E-05	3,9968E-09	-2,9872E-13
H_2O (gas)	33,933	-8,4186E-03	2,9906E-05	-1,7825E-08	3,6934E-12
N_2(gas)	29,342	-3,5395E-03	1,0076E-05	-4,3116E-09	2,5935E-13

(Yaws,1999)

Tabel 8 Perhitungan kapasitas panas campuran gas reaktor

Komponen	**Cp_i, Joule/mol. K**	**$Cp_i * y_{i\ reaktan}$**	**Cpi, kjoule/kg. K**	**Cpi.yi**
C_4H_{10}(gas)	172.6246758	2.934619489	2.976287514	0.050596888
C_5H_{12}(gas)	212.8768691	0.011707753	2.956623182	0.000162608
O_2(gas)	32.20745668	6.648213301	1.006483021	0.207756666
$C_4H_2O_3$(gas)	-909981.7774	0	-9285.528341	0
CO (gas)	30.65343048	0	1.094765374	0
CO_2 (gas)	47.13082569	0	1.071155129	0
H_2O (gas)	36.54182423	0	2.030101346	0

N_2(gas)	30.04418515	23.33010749	1.073006612	0.833218125
Cpmix	-909419.6981	32.92464804	-9273.319919	1.091734286

g. Menentukan panas reaksi

Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, panas yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

$$\Delta \; = \Delta \quad_{298} + \int_{298} \Delta \; .$$ (Yaws,1999)

Tabel 9 Data Panas Reaksi Reaktor

Komponen	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
C_4H_{10}(gas)	20,056	2,8153E-01	-1,3143E-05	-9,4571E-08	3,4149E-11
C_5H_{12}(gas)	26,671	3,2324E-01	4,2820E-05	-1,6639E-07	5,6036E-11
O_2(gas)	29,526	-8,8999E-03	3,8083E-05	-3,2629E-08	8,8607E-12
$C_4H_2O_3$(gas)	-72.015	1,0423E+00	-1,8716E-03	1,6527E-06	-5,5647E-10
CO(gas)	29,556	-6,5807E-03	2,0130E-05	-1,2227E-08	2,2617E-12
CO_2(gas)	27,437	4,2315E-02	-1,9555E-05	3,9968E-09	-2,9872E-13
H_2O(gas)	33,933	-8,4186E-03	2,9906E-05	-1,7825E-08	3,6934E-12
N_2(gas)	29,342	-3,5395E-03	1,0076E-05	-4,3116E-09	2,5935E-13

(Yaws,1999)

Tabel 10 Perhitungan panas reaksi reaktor

Komponen	**ΔHf (kj/mol)**	**ΔHf (kJ/kmol)**	**ΔH(J/mol)**	**ΔH(kJ/kmol)**
C_4H_{10}(gas)	-126,15	-126150	44959,01968	44959,01968

C_5H_{12}(gas)	-146,44	-146440	55205,7099	55205,7099
O_2(gas)	0	0	9995,216804	9995,216804
$C_4H_2O_3$(gas)	-398,30	-398300	-23334425,22	-23334425,22
CO(gas)	-110,50	-110500	9670,76682	9670,76682
CO_2(gas)	-393,50	-393500	13983,50785	13983,50785
H_2O(gas)	-241,80	-241800	11346,3616	11346,3616
N_2(gas)	0	0	9580,544816	9580,544816
Total	**-1416,69**	**-1416690**	**-23179684,09**	**-23179684,09**

ΔHR_{total} = -6871609,36 kcal/kmol

= -28770041,62 kj/kmol

h. Katalisator

Jenis : Vanadium Phosphorus Oxide (V_2O_5)

Ukuran D : 4,762 mm

Porositas : 0,38

Density : 3.357 gr/cm^3

Bentuk : Padatan, Pellet

4. Dimensi reaktor

a. Menentukan ukuran dan jumlah tube

Pengaruh rasio Dp / Dt terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu hw/h telah diteliti oleh Colburn's (smith hal 571) yaitu :

Dp/Dt	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
hw/h	5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

Dipilih Dp/Dt = 0,15, karena menghasilkan perpindahan panas yang paling besar.

Dimana :

hw = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

h = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

Dp = diameter katalisator

Dt = diameter katalisator

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnya baik.

Dari Tabel 11 Kern dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

Nominal pipa size = 1 ½ in

OD = 1,90 in

ID = 1,50 in

Flow area pipe = 1,76 in^2

Schedule Number = 80

Surface per lin ft = 0,4980 ft^2/ft

Aliran dalam pipa turbulen , N_{Re} = 2300

$$= \frac{\quad}{\quad}$$

$$= \frac{\quad}{\quad}$$

Dalam hubungan ini :

μ_g = viskositas umpan = 0,000308 g/cm.dtk

Dt = Diameter umpan = 3,8100 cm

Gt = $\frac{(0,000308).(2300)}{3,8100}$ = 0,1859 gr/cm^{2}dtk = 6693,1946 kg/m^{2}jam

Digunakan 1 buah reaktor =

G = 13638,1689 gr/dtk

At = $\frac{G}{Gt} = \frac{13638,1689}{0,1859}$ = 73354,2213 cm^2 = 7,3354 m^2

Luas penanmpang Pipa

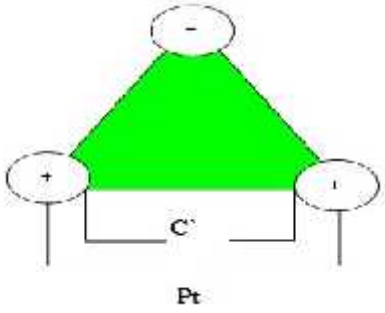
Ao = $\frac{\pi}{4}$ ID^2 = 11,3951 cm^2

Jumlah Pipa dalam reaktor

$$= \frac{\quad}{\quad} = \frac{73\ 354\ ,\ 2213}{11,3951} = 6437,3260 \text{ buah} = 6438 \text{ buah}$$

b. Menghitung diameter dalam reaktor

Direncanakan tube disusun dengan pola *Triangular Pitch*



Pt = 1,25 x ODt

= 1,25 x 1,90

= 2,375 in = 6,0325 cm

C’ = Pt – ODt

= 2,375 – 1,90

= 0,4750 in = 1,2065 cm

IDs = $\sqrt{4 . \square^{2} . 0,866}$

= 508,3899 cm

= 200,1535 in

Jadi diameter dalam reaktor adalah 508,3899 cm = 200,1535 in

c. Menghitung tebal dnding reaktor

Tebal dinding reaktor(shell) dihitung dengan persamaan :

$= \frac{.}{. -0,6 .} +$ *(Brownell, pers 13-1, p 254)*

Dimana :

t_s = tebal shell, in

E = Efisiensi pengelasan

f = maximum allowable stesss bahan yang digunakan

(Brownell, tabel 13-1, p 251)

r = jari-jari dalam shell, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan design, Psi

Bahan shell yang digunakan Carbon Steel SA-212 grade B

E = 0,8

f = 16600 psi

C = 0,125 in

r = $\frac{I}{2} = \frac{200,1535}{2}$ = 100,07675 in

P = 49,98 psi

Jadi P = $\frac{120}{100}$ 49,98 = 59,9760 psi

Maka ts = $\frac{59,9760 \quad 100,07675}{(16600 \quad 0,8)-(0,6 \quad 59,9760)} + 0,125$

ts = 0,5782 in

dipilih tebal dinding reaktor standar 0,625 in

Diameter luar reaktor = IDs + (2.ts)

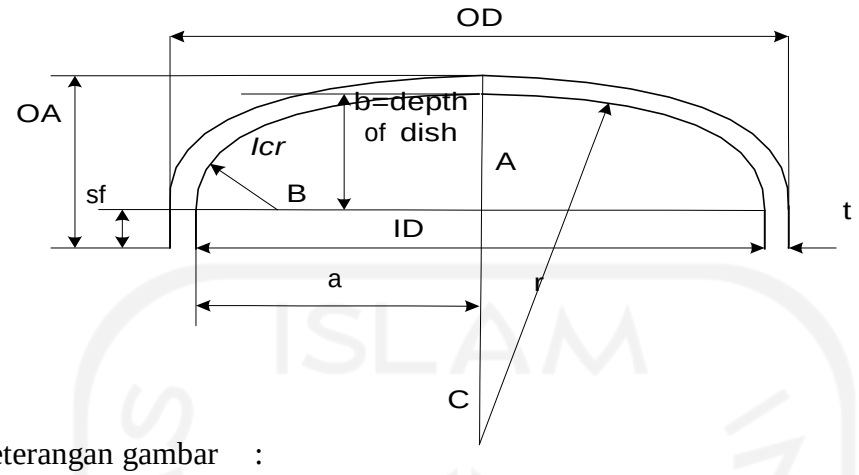
= 200,1535 + (2 x 0,5782)

= 201,4035 in

sehingga dipilih diameter luar reaktor 216 in

5. Menghitung head reaktor
   a. Menghitung tebal

      Bentuk head : Elipstical Dished Head
      Bahan yang digunakan : Carbon Steel SA-212 grade B



Keterangan gambar :

ID = Diameter dalam head

OD = Diameter luar head

a = jari-jari dalam head

t = tebal head

r = jari-jari luar dish

icr = jari-jari dalam sudut icr

b = tinggi head

sf = straight flange

OA = tinggi total head

Tebal head dihitung berdasarkan persamaan :

$h = \frac{\cdot}{2. \ . \ -0,2.} +$ (Brownell, 1979)

Dimana :

P = tekanan design = 59,9760 psi

IDs = 508,3899 in

f = maximum allowable stress = 16600 psi

E = efisiensi pengelasan = 0,8

C = faktor korosi = 0,125 in

Maka th = $\frac{59,9760 \quad 508,389\ 9}{(2 \quad 16600 \quad 0,8) - (0,6 \quad 59,9760)} + 0,125$

th = 1,2735 in

dipilih tebal head reaktor standart 1,5 in

b. Menghitung tinggi reaktor head

ODs = 216 in

ts = 0,625 in

didapat :

icr = 13 in

r = 170 in

a = $\frac{d}{2}$ = 100,0768 in

AB = a - icr = 87,0768 in

BC = r - icr = 157 in

AC = $(BC^2 - AB^2)^{1/2}$ = 130,6393 in

b = r – AC = 39,3607 in

dari tabel 5.6 Brownell hal 88 dengan th 1 ½ in di dapat sf = 1 ½ - 4 ½ in

perancangan digunakan sf = 4 ½ in

Tinggi head reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

hH = th + b + sf

= (1,5 + 39,3607 + 4,5)

= 45,3607 in

c. Menghitung tinggi reaktor

Tinggi reaktor total = panjang Tube + (2 x tinggi head)

= 46,0630 + (2 x 45,3607)

= 136,7843271 in

= 3,474321 m

Tabel 11 Perhitungan hasil simulasi panjang reaktor menggunakan metode euler

z (m)	X	T (K)	Ts (K)
0	0	623	288
0.018	0.023152017	621.062831	311.7101989
0.036	0.044928727	618.8587247	332.7934025
0.054	0.065317418	616.2411706	351.6672916
0.072	0.084262762	612.9307833	368.6383512
0.09	0.101635133	608.2800456	383.9266089
0.108	0.117145481	600.133891	397.6654557
0.126	0.130023699	565.2416714	409.8293161
0.144	0.135858893	580.6094961	419.0121829
0.162	0.144114361	589.5987344	428.4430951
0.18	0.154084766	595.0248692	437.7309431
0.198	0.165160196	598.554517	446.6862457
0.216	0.176940235	601.0096047	455.23267
0.234	0.189168433	602.806861	463.346765
0.252	0.201674908	604.1737116	471.0296459
0.27	0.214342538	605.2435949	478.2940312

0.288	0.227087735	606.099783	485.1580233
0.306	0.239849177	606.7969497	491.6419704
0.324	0.252580914	607.3725218	497.7668259
0.342	0.265247951	607.8530209	503.5532766
0.36	0.277823329	608.257792	509.021283
0.378	0.290286109	608.6012943	514.1898502
0.396	0.302619959	608.8945632	519.0769276
0.414	0.314812128	609.1461739	523.6993835
0.432	0.32685268	609.3628948	528.0730221
0.45	0.33873393	609.5501422	532.2126242
0.468	0.350449999	609.7123027	536.132
0.486	0.361996478	609.8529678	539.8440476
0.504	0.373370159	609.9751061	543.3608125
0.522	0.38456882	610.0811924	546.6935465
0.54	0.395591054	610.1733063	549.8527644
0.558	0.406436135	610.2532073	552.8482973
0.576	0.417103895	610.3223935	555.6893425
0.594	0.427594639	610.3821484	558.3845099
0.612	0.437909064	610.433577	560.9418653
0.63	0.448048194	610.4776353	563.3689697
0.648	0.458013327	610.5151545	565.6729162
0.666	0.467805989	610.5468598	567.8603632
0.684	0.477427896	610.5733867	569.9375656
0.702	0.486880922	610.5952938	571.910403
0.72	0.496167068	610.6130739	573.7844061
0.738	0.505288444	610.6271628	575.5647803
0.756	0.514247244	610.6379474	577.2564281
0.774	0.523045729	610.6457715	578.8639694
0.792	0.531686216	610.6509419	580.3917601
0.81	0.540171061	610.6537327	581.8439096

0.828	0.548502649	610.6543893	583.2242967
0.846	0.556683387	610.6531319	584.5365843
0.864	0.564715693	610.6501584	585.7842332
0.882	0.572601989	610.6456469	586.9705147
0.9	0.580344697	610.6397581	588.0985222
0.918	0.587946232	610.632637	589.1711822
0.936	0.595408997	610.6244149	590.1912645
0.954	0.602735384	610.6152104	591.1613913
0.972	0.609927761	610.605131	592.0840463
0.99	0.616988481	610.5942744	592.9615826
1.008	0.62391987	610.5827292	593.7962303
1.026	0.630724228	610.5705758	594.5901036
1.044	0.637403832	610.5578874	595.3452075
1.062	0.643960926	610.5447308	596.063444
1.08	0.650397728	610.5311664	596.7466177
1.098	0.656716422	610.5172495	597.3964413
1.116	0.662919163	610.5030305	598.0145408
1.134	0.669008072	610.4885551	598.6024601
1.152	0.67498524	610.4738653	599.1616654
1.17	0.680852723	610.4589991	599.6935495
1.188	0.686612545	610.4439912	600.199436
1.206	0.692266696	610.4288734	600.6805823
1.224	0.697817133	610.4136744	601.1381838
1.242	0.703265781	610.3984207	601.5733768
1.26	0.70861453	610.3831362	601.9872415

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Rahanisa Puspita
   No. MHS 16521073
2. Nama Mahasiswa : Audina Setya Fitriana
   No. MHS 16521112

Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 27 April 2020

Batas Akhir Bimbingan : 24 Oktober 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	8 April 2020	Konsultasi mengenai Penentuan Judul Prarancangan pabrik	
2.	25 April 2020	Konsultasi mengenai Penentuan Judul Prarancangan Pabrik	
3.	10 mei 2020	Konsultasi mengenai Penentuan Judul Prarancangan Pabrik	
4.	1 Juni 2020	Konsultasi mengenai Penentuan Judul Prarancangan Pabrik	
5.	11 Juni 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	
6.	16 Juni 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	
7.	2 Juli 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	
8.	10 Agustus 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	
9.	1 Oktober 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	
10.	5 Oktober 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Pembimbing,

Faisal R. M., Ir. Drs., M.T., Ph.D.

*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Rahanisa Puspita
   No. MHS 16521073
2. Nama Mahasiswa : Audina Setya Fitriana
   No. MHS 16521112

Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 27 April 2020

Batas Akhir Bimbingan : 24 Oktober 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	1 Juni 2020	Konsultasi mengenai judul pra rancangan yang diambil	
2.	11 Juni 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
3.	13 Juni 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan Pabrik	
4.	26 Juli 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
5.	29 Juli 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
6.	30 Juli 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan Pabrik	
7.	15 Agustus 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
8.	24 Agustus 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
9.	7 September 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
10.	15 September 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan Pabrik	
11.	24 Oktober 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 1 Maret 2021

Pembimbing,

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Rahanisa Puspita
   No. MHS 16521073
2. Nama Mahasiswa : Audina Setya Fitriana
   No. MHS 16521112

Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 25 Oktober 2020

Batas Akhir Bimbingan : 23 April 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	1 November 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	
2.	3 Desember 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik	
3.	18 Februari 2020	Konsultasi mengenai Alat proses rancangan pabrik, evaluasi ekonomi dan penyusunan laporan	
4.	23 Februari 2021	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik dan Konsultasi mengenai evaluasi ekonomi	
5.	24 Februari 2021	Konsultasi mengenai Kelayakan Pabrik yang akan di bangun	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Pembimbing,

Faisal R. M., Ir. Drs., M.T., Ph.D.

*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

3. Nama Mahasiswa : Rahanisa Puspita
   No. MHS 16521073
4. Nama Mahasiswa : Audina Setya Fitriana
   No. MHS 16521112

Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK MALEIC ANHYDRIDE DARI BUTANA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 25 Oktober 2020

Batas Akhir Bimbingan : 23 April 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	9 November 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
2.	24 November 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
3.	24 Desember 2020	Konsultasi mengenai alat proses rancangan pabrik	
4.	14 Februari 2021	Konsultasi keseluruhan prarancangan pabrik	
5.	15 Februari 2021	Konsultasi keseluruhan prarancangan pabrik	
6.	16 Februari 2021	Konsultasi keseluruhan prarancangan pabrik	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 1 Maret 2021

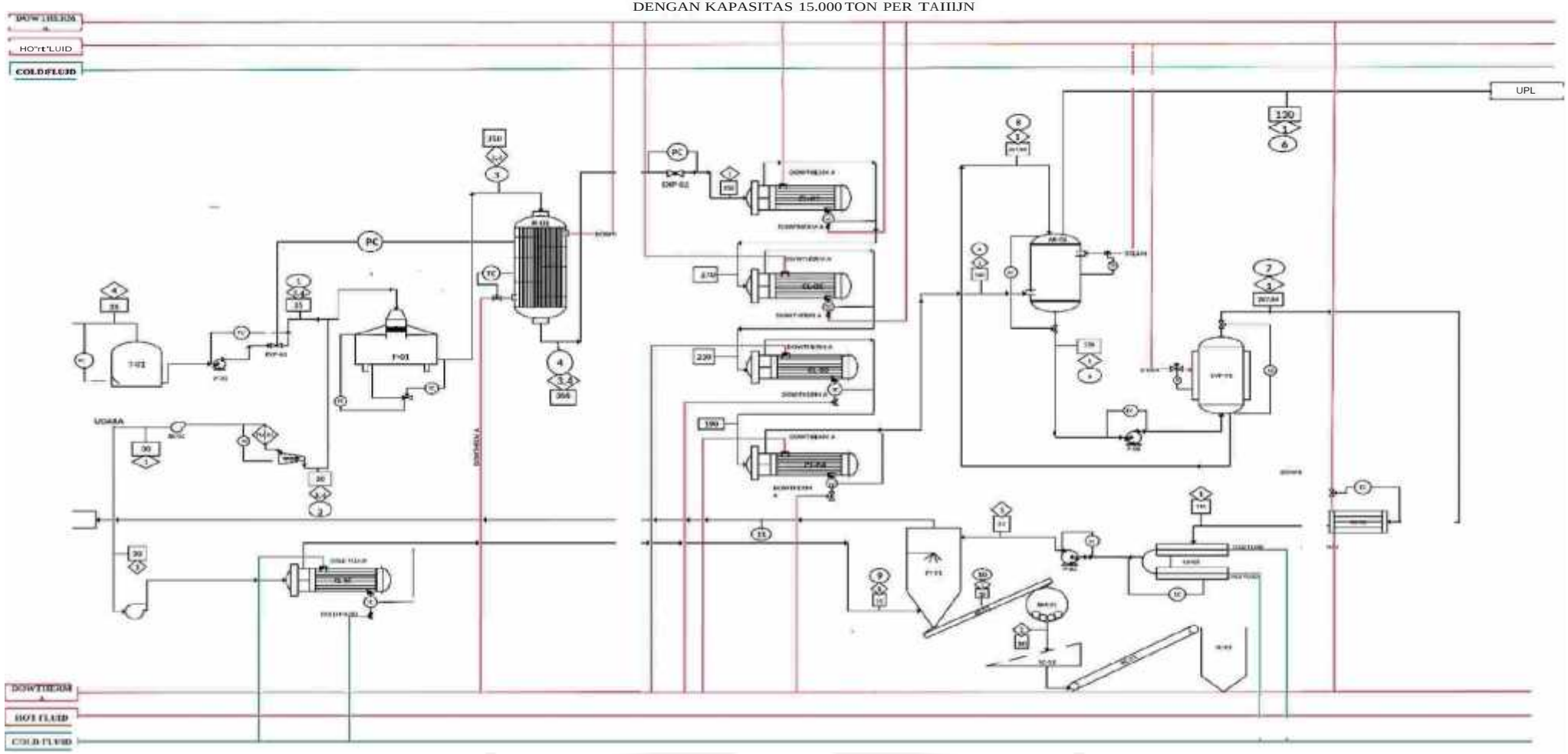
Pembimbing,

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

PROCESS ENGINEERING !'LOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK *MALEICANYDRIDE* DARI
BUTANA DAN UDARA
DENGAN KAPASITAS 15.000 TON PER TAIIIJN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA