

**PRARANCANGAN PABRIK
KARBON DISULFIDA DARI CHARCOAL DAN
SULFUR DENGAN KAPASITAS 48.000 TON/TAHUN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Oleh:

Nama : Sidiq Ichwanul Hakim

Nama : Fara Inssana Riski Arief

NIM : 18521183

NIM : 18521210

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PRARANCANGAN PABRIK *CARBON DISULFIDE* DARI *CHARCOAL* DAN *SULFUR* DENGAN KAPASITAS 48.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sidiq Ichwanul Hakim Nama : Fara Inssana Riski Aief

NIM : 18521183 NIM : 18521210

Yogyakarta, 15 September 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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



Sidiq Ichwanul Hakim



Fara Inssana Riski Arief

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK *CARBON DISULFIDE* DARI
CHARCOAL DAN *SULFUR*

KAPASITAS 48.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Disusun Oleh :

Nama : Sidiq Ichwanul Hakim	Nama : Fara Inssana Riski Arief
NIM : 18521183	NIM : 18521210

Yogyakarta, 20 September 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

Khamdan Cahyari, Dr.,S.T.,M.Sc

Venitalitya Alethea.S. A., S.T., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK KARBON DISULFIDA DARI CHARCOAL DAN SULFUR DENGAN KAPASITAS 48.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Sidiq Ichwanul Hakim Nama : Fara Inssana Riski Aief
NIM : 18521183 NIM : 18521210

Telah Diperhatikan 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,

Tim Penguji,

18/10/2022

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.
Ketua

Dr. Diana, S.T., M.Sc.
Anggota I

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.,

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PRA RANCANGAN PABRIK KARBON DISULFIDA DARI CHARCOAL DAN SULFUR DENGAN KAPASITAS 48.000 TON / TAHUN”** tepat waktu.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) Teknik Kimia di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan ini secara langsung maupun tidak, yang terhormat :

1. Allah Swt. karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi kesabaran dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan kami serta memberikan dukungan serta motivasi kepada kami untuk menyelesaikan tugas akhir dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Khamdan Cahyari, Dr., S.T., M.Sc. dan Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir.
5. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2018 yang selalu memberikan semangat.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir.

Penulis berusaha semaksimal mungkin dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini agar dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa Teknik Kimia.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 17 Juli 2022

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Dasmono dan Hartati yang selalu mendukung dan mempercayai keputusan saya, mendoakan, menyemangati, serta selalu mengapresiasi pencapaian saya selama ini. Terima kasih atas semuanya.

2. Saudara dan kedua kakak yang selalu bersedia membantu saya jika saya memerlukan sesuatu dan mengurus urusan kuliah.

3. Fara Inssana Riski Arief, partner tugas akhir yang berawal dari partner kepanitiaan makrab jurusan. Terima kasih atas kerja samanya selama ini, telah saling melengkapi kekurangan satu sama lain dan tetap fokus dengan target yang telah ditentukan sejak awal.

4. Last but not least, I wanna thank me I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always being a giver, And tryna give more than I receive I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times

Teman-teman kampus, yang telah mengisi waktu kuliah saya menjadi lebih menyenangkan dan berwarna.

5. Teman seangkatan dan kakak tingkat yang sedikit banyak telah membantu saya selama perkuliahan dari semester satu dan juga bersedia bertukar ilmu, mengajari, dan memberikan materi belajar sehingga saya menjadi lebih paham akan materi mata kuliah serta dalam pengerjaan tugas akhir.

(Sidiq Ichwanul Hakim)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Muh. Arief dan Kissawaty Laugi yang selalu mendukung dan mempercayai keputusan saya, mendoakan, menyemangati, serta selalu mengapresiasi pencapaian saya selama ini. Terima kasih atas semuanya.
2. Kakak dan adik yang selalu bersedia membantu saya jika saya memerlukan sesuatu dan mengurus urusan kuliah serta selalu mendukung dan memberikan semangat.
3. Sidiq Ichwanul Hakim, partner tugas akhir akhir saya. Terima kasih atas kerja samanya selama ini, telah saling melengkapi kekurangan satu sama lain dan tetap fokus dengan target yang telah ditentukan sejak awal.
4. Teman-teman kampus, yang telah mengisi waktu kuliah saya menjadi lebih menyenangkan dan berwarna.
5. Teman seangkatan dan kakak tingkat yang sedikit banyak telah membantu saya selama perkuliahan dari semester satu dan juga bersedia bertukar ilmu, mengajari, dan memberikan materi belajar sehingga saya menjadi lebih paham akan materi mata kuliah serta dalam pengerjaan tugas akhir.

(Fara Inssana Riski Arief)

DAFTAR ISI

PRARANCANGAN PABRIK.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/ SINGKATAN	xv
ABSTRAK.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	5
1.2.1 Supply.....	5
1.2.2 Demand.....	7
1.2.3 Kapasitas Produk Komersial.....	10
1.3 Tinjauan Pustaka	12
1.3.1 Arang Kayu (Charcoal).....	12
1.3.2 Sulfur (Belerang)	12
1.3.3. Karbon disulfida.....	13
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	21
BAB II.....	24
PERANCANGAN PRODUK	24
2.1 Spesifikasi Produk.....	24
2.1.1 Karbon disulfida (CS ₂).....	24
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	27
2.2.1 Charcoal	28
2.2.2 Sulfur.....	29

2.3 Pengendalian Kualitas	30
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	30
2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses	31
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk	31
2.2.5 Pengendalian Waktu	33
BAB III	34
PERANCANGAN PROSES	34
3. 2 Uraian Proses	36
3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	36
3.2.2 Tahapan Reaksi	38
3.2.3 Tahap Purifikasi/Pemurnian Produk	39
3. 3 Spesifikasi Alat Proses	40
3.3.1 Spesifikasi Reaktor	40
3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Pendukung	42
3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan	52
3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi	54
3.3.5 Spesifikasi alat penukar panas	59
3.4 NERACA MASSA	62
3.4.1 Neraca Massa Total	62
3.4.2 Neraca Massa Alat	63
3.5 Neraca Panas	68
BAB IV	71
PERANCANGAN PABRIK	71
4.1 Lokasi Pabrik	72
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	72
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	74
4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)	76
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses	81
4.4 Organisasi Perusahaan	84
4.4.1 Bentuk Perusahaan	84
4.4.2 Struktur Organisasi	86
4.4.3 Jam Kerja Karyawan	94
4.4.4 Fasilitas dan Hak Karyawan	97
BAB V	100

UTILITAS	100
5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air	100
5.2 Unit Penyedia Dowtherm	108
5.3 Unit Penyedia Udara Tekan	108
5.4 Unit penyedia listrik	109
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	111
5.6 Unit Pengolahan Limbah	111
5.7 Spesifikasi Alat Utilitas	112
BAB VI	124
EVALUASI EKONOMI	124
6. 1 Penentuan Harga Alat	125
6.2 Dasar	
Perhitungan	131
6.3 Komponen Biaya	132
6.3.1 Modal (Capital Investment)	132
6.3.2 Biaya Produksi (Manufacturing Cost)	134
6.3.3 Pengeluaran Umum (General Expenses)	136
6.4 Analisa Keuntungan	137
6.5 Analisis Resiko Pabrik	138
6.6 Analisa Kelayakan	139
6.6.1 Return on Investment (ROI)	140
6.6.2 Pay Out Time (POT)	141
6.6.3 Break Event Point (BEP)	141
6.6.4 Shut Down Point (SDP)	144
6.6. 5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)	145
BAB VII	147
KESIMPULAN DAN SARAN	147
7.1 Kesimpulan	147
7.2 Saran	148
DAFTAR PUSTAKA	cl

DAFTAR TABEL

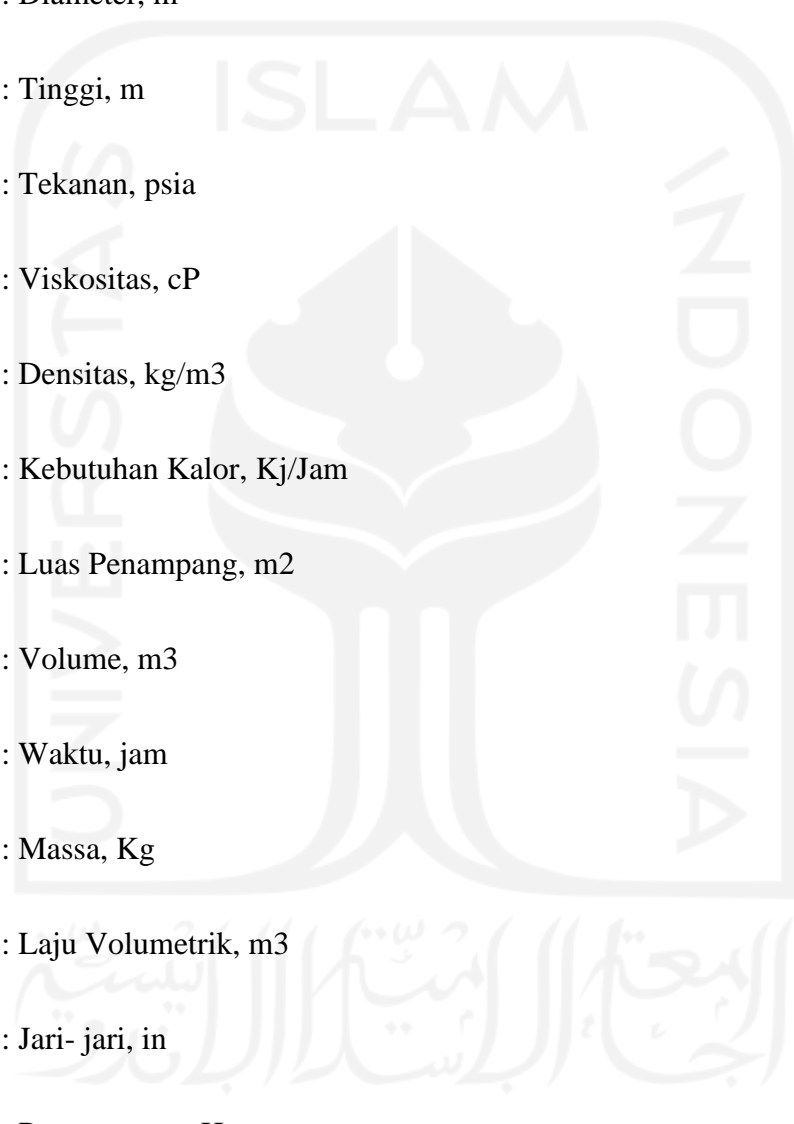
Tabel 1. 1 Produksi CS ₂	6
Tabel 1. 2 Data impor CS ₂ di Indonesia	6
Tabel 1. 3 Data ekspor CS ₂ di Indonesia	8
Tabel 1. 4 Pabrik Charcoal yang berdiri	11
Tabel 1. 5 Pabrik Sulfur yang telah berdiri	11
Tabel 1. 6 Perbandingan alternatif proses pembuatan Karbon disulfida	20
Tabel 1. 7 Data nilai ΔH_f masing masing komponen	21
Tabel 1. 8 Data nilai ΔG^0 masing masing komponen	21
Tabel 2. 1 Sifat Fisis Produk (CS ₂).....	24
Tabel 2. 2 Spesifikasi bahan baku	27
Tabel 2. 3 Hazard bahan baku dan produk	30
 Tabel 3. 1 Spesifikasi gudang	 52
Tabel 3. 2 Spesifikasi Tangki	53
Tabel 3. 3 Spesifikasi alat transportasi padatan	54
Tabel 3. 4 Spesifikasi alat transportasi cairan	56
Tabel 3. 5 Spesifikasi alat transportasi gas	57
Tabel 3. 6 Spesifikasi cooler	59
Tabel 3. 7 Spesifikasi condensor parsial	60
Tabel 3. 8 Spesifikasi condensor total	61
Tabel 3. 9 Neraca massa total	62
Tabel 3. 10 Neraca massa ball mill 01	63
Tabel 3. 11 Neraca massa vibrating screen 01	63
Tabel 3. 12 Neraca massa furnace 01	64
Tabel 3. 13 Neraca massa melter 01	64
Tabel 3. 14 Neraca massa vaporizer 01	65
Tabel 3. 15 Neraca massa furnace 02	66
Tabel 3. 16 Neraca massa reaktor fluidized bed 01	66
Tabel 3. 17 Neraca massa cyclone 01	67
Tabel 3. 18 Neraca massa condensor parsial 01	67
Tabel 3. 19 Neraca massa separator 01	68
Tabel 3. 20 Neraca massa condensor total 01	68
Tabel 3. 21 Neraca panas furnace 01	69
Tabel 3. 22 Neraca panas melter	69
Tabel 3. 23 Neraca panas vaporizer 01	69
Tabel 3. 24 Neraca panas furnace 02	70

Tabel 3. 25 Neraca panas reaktor fluidized bed 01	70
Tabel 3. 26 Neraca panas cooler 01	70
Tabel 3. 27 Neraca panas condensor parsial 01	71
Tabel 3. 28 Neraca panas condensor total 01	71
Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik.....	80
Tabel 4. 2 Pendidikan karyawan	90
Tabel 4. 3 Jumlah tenaga kerja, dan sistem penggajian	92
Tabel 4. 4 Jadwal jam kerja karyawan non-shift.....	95
Tabel 4. 5 Jadwal jam kerja karyawan shift.....	96
Tabel 4. 6 Sistem Shift Karyawan	97
Tabel 5. 1 Kebutuhan air domestik.....	10
1	
Tabel 5. 2 Kebutuhan air pendingin.....	102
Tabel 5. 3 Kebutuhan listrik alat proses.....	109
Tabel 5. 4 Kebutuhan listrik alat proses.....	110
Tabel 5. 5 Spesifikasi pompa utilitas	112
Tabel 6. 1 Indeks harga alat pada tahun 1991- 2015.....	12
6	
Tabel 6. 2 Harga alat proses	128
Tabel 6. 3 Harga alat utilitas	130
Tabel 6. 4 Physical Plant Cost (PPC).....	132
Tabel 6. 5 Direct Plant Cost (DPC).....	133
Tabel 6. 6 Fixed capital investment (FCI)	133
Tabel 6. 7 Working capital investment (WCI).....	134
Tabel 6. 8 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	135
Tabel 6. 9 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	135
Tabel 6. 10 Fixed manufacturing cost (FMC).....	136
Tabel 6. 11 Total manufacturing cost	136
Tabel 6. 12 General expenses.....	137
Tabel 6. 13 Total Production Cost	137
Tabel 6. 14 Annual fixed manufacturing cost (Fa)	142
Tabel 6. 15 Annual Regulated Expenses (Ra)	143
Tabel 6. 16 Annual Variabel Value (Va)	143
Tabel 6. 17 Annual sales value (Sa).....	143

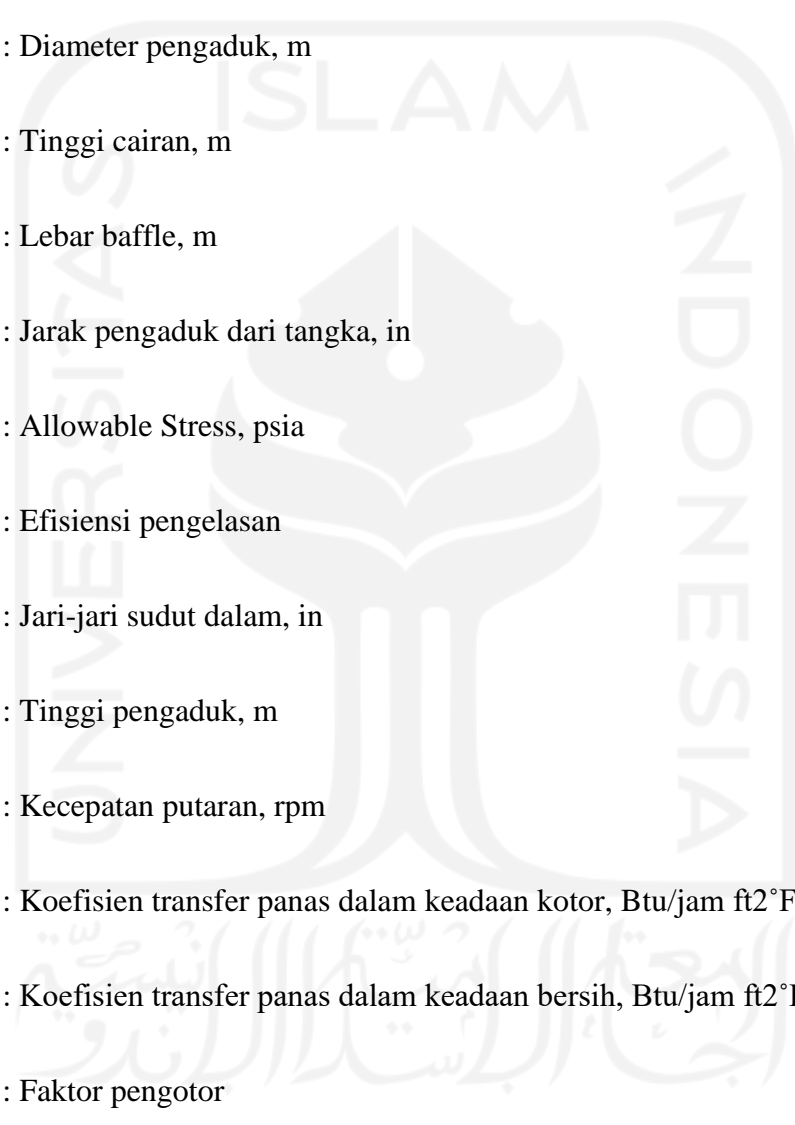
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik impor Karbon disulfida di Indonesia	7
Gambar 1. 2 Grafik ekspor CS ₂ di Indonesia	9
Gambar 3. 1 Diagram alir kualitatif.....	34
Gambar 3. 2 Diagram alir kuantitatif	35
Gambar 4. 1 Lokasi pabrik Karbon disulfida.....	76
Gambar 4. 2 Layout tata letak pabrik.....	79
Gambar 4. 3 Tata letak alat proses	83
Gambar 4. 4 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Karbon disulfida.....	86
Gambar 5. 1 Diagram alir utilitas.....	103
Gambar 6. 1 Grafik hubungan tahun terhadap index CEPCI.....	127
Gambar 6. 2 Grafik evaluasi ekonomi	146

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/ SINGKATAN



T	: Temperature, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
Q	: Kebutuhan Kalor, Kj/Jam
A	: Luas Penampang, m ²
V	: Volume, m ³
T	: Waktu, jam
M	: Massa, Kg
Fv	: Laju Volumetrik, m ³
Π	: Jari- jari, in
P	: Power motor, Hp
Ts	: Tebal shell, in
ΔP_T	: Presure drop, psia
ID	: Inside diameter, in



OD	: Outside diameter, in
Th	: Tebal head, in
Re	: Bilangan Reynold
Di	: Diameter pengaduk, m
ZL	: Tinggi cairan, m
Wb	: Lebar baffle, m
Zi	: Jarak pengaduk dari tangka, in
F	: Allowable Stress, psia
E	: Efisiensi pengelasan
Icr	: Jari-jari sudut dalam, in
W	: Tinggi pengaduk, m
N	: Kecepatan putaran, rpm
Ud	: Koefisien transfer panas dalam keadaan kotor, Btu/jam ft ² °F
Uc	: Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih, Btu/jam ft ² °F
Rd	: Faktor pengotor
Cp	: Kapasitas Panas, Btu/lb °F
K	: Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² °F
JH	: Heat transfer factor

h_i : Inside film coefficient, Btu/jam ft²°F

h_o : Outside film coefficient, Btu/jam ft²°F

LMTD : Long mean temperature different, °F

k : Konstanta kinetika reaksi, 1/waktu

W_f : Total head, in

ΔH : Entalpi, KJ/Jam

t_h : Tebal head, in



ABSTRAK

Karbon disulfida merupakan senyawa cairan yang tidak berwarna dengan rumus kimia CS_2 . Merupakan salah satu produk yang banyak dimanfaatkan diantaranya yaitu sebagai bahan baku pembuatan rayon, pelarut, bahan baku fungisida, bahan baku karbon tetraklorida, serta bahan baku pembentuk tritiokarbonat dan alkali karbonat. Mengingat kebutuhannya terus meningkat dan sampai saat ini pabrik Karbon disulfida berencana didirikan di Perak Bar., Kec. Krembangan, Kota SBY, Jawa Timur dengan kapasitas 48.000 ton/tahun yang beroperasi 330 hari. Metode pembuatan Karbon disulfida ini dibuat dengan metode *charcoal-sulfur* proses yang dimana proses ini menggunakan bahan baku *charcoal* dan *sulfur* membentuk Karbon disulfida dengan satu kali reaksi. Reaksi ini bersifat endotermis dijalankan dalam reaktor *fluidized bed*, fase padat-gas serta kondisi yang dijaga secara non-isothermal adiabatik. Kondisi operasi pembuatan Karbon disulfida pada suhu $800^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Bahan baku charcoal dihaluskan dengan ballmill sampai charcoal mencapai ukuran lalu dipanaskan kedalam furnace sampai suhu $815^{\circ}C$ begitu juga untuk perlakuan sulfur bahan baku sulfur yang berupa bongkahan dilelehkan dimelter pada suhu $350^{\circ}C$ dan dialirkan kedalam vaporizer untuk diuapkan pada suhu $450^{\circ}C$ dan dipanaskan kembali didalam furnace sampai suhu $815^{\circ}C$ kemudian kedua bahan baku tersebut direaksikan kedalam reaktor dan hasil dari reaktor menghasilkan produk Karbon disulfida yang kemudian masuk kedalam *cyclone* untuk memisahkan gas dan padatan sisa reaksi lalu diturunkan suhunya dengan *cooler* sampai $500^{\circ}C$ kemudian masuk ke alat condensor parsial untuk mengondensasi gas sulfur menjadi cair agar dapat dipisahkan pada alat separator untuk memisahkan sulfur cair dan gas produk dan hasil Karbon disulfida hasil dengan kemurnian yang tinggi. Produk tersebut dialirkan kedalam tangki penyimpanan untuk siap diproduksi dan dipasarkan. Untuk mencapai kapasitas produksi 48.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku charcoal sebanyak charcoal 1062,2 kg/jam dan sulfur 5104,6 kg/jam. Utilitas yang dibutuhkan yaitu 66000 kg/jam kebutuhan air domestic, 9.323,5 kg/jam kebutuhan air pendingin, 4.648,9 kg/jam kebutuhan pendingin dowertherm A, 32,62464 m^3 /jam kebutuhan udara tekan, dan 410,3 kw untuk kebutuhan listrik. Hasil analisis dari beberapa factor penentuan resiko pabrik, pabrik Karbon disulfida yang akan berdiri termasuk dari pabrik lowrisk dan setelah dilakukan analisis ekonomi keuntungan yang diperoleh, Sebelum Pajak Rp 283.753.893.600,14 sesudah pajak: Rp 227.003.114.880,11 return of investment (ROI), sebelum pajak 31,32 % sesudah pajak: 25,05 % Pay Out Time (POT), Sebelum pajak: 2,42 tahun, sesudah pajak 2,85 tahun, Break Event Point (BEP) pada 44,66 % kapasitas produksi, dan Shut Down Point (SDP) pada 21,69 % kapasitas produksi. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 25,97 % Suku bunga pinjaman dan suku bunga bank saat ini sebesar 5,25 % (BI).

Kata kunci : fluidized bed, charcoal, sulfur, karbon disulfida

ABSTRACT

Carbon Disulfide is a colorless liquid compound with the chemical formula CS_2 . It is one of the products that is widely used, including as raw material for the manufacture of rayon, solvent, fungicide raw material, carbon tetrachloride raw material, as well as raw material for trithiocarbonate and alkali carbonate. Considering that the demand continues to increase and until now, a *Karbon disulfida* planned to be established in Perak Bar., Kec. Krembangan, SBY City, East Java with a capacity of 48,000 tons/year which operates 330 days. This method of making *Carbon Disulfide* is made using the *charcoal-sulfur* process, which uses *charcoal* and *sulfur* form *Carbon Disulfide* in one reaction. This reaction is endothermic carried out in a *fluidized bed*, gas-solid phase and maintained adiabatically non-isothermal conditions. Operating conditions for the manufacture of *Carbon Disulfide* at a temperature of $800^{\circ}C$ and a pressure of 1 atm. Charcoal raw materials are pulverized with a ball mill until the charcoal reaches a size and then heated into the furnace to a temperature of $815^{\circ}C$ as well as for sulfur treatment, sulfur raw materials in the form of lumps are melted in a dimelter at $350^{\circ}C$ and flowed into a vaporizer to be evaporated at a temperature of $450^{\circ}C$ and reheated in the furnace until a temperature of $815^{\circ}C$ then the two raw materials are reacted into the reactor and the results from the reactor produce *Carbon Disulfide* which then enter the *cyclone* to separate the remaining gas and solids from the reaction and then lower the temperature with a *cooler* to $500^{\circ}C$ then enter the partial condenser to condensate the sulfur gas into a liquid so that it can be separated in a separator to separate liquid sulfur and product gas and produce *Carbon Disulfide* high purity. The product is flowed into storage tanks to be ready for production and marketing. To reach a production capacity of 48,000 tons/year, charcoal raw materials are needed as much as *charcoal* and 5104.6 kg/hour sulfur. Utilities needed are 66000 kg/hour domestic water demand 9.323,5 kg/hour cooling water needs, 4648,93 kg/hour cooling needs dowertherm A, 32,6 m³/hour air requirements press, and 410,3 kw for electricity needs. The results of the analysis of several factors determining the risk of the factory, the *Carbon Disulfide* that will be established, including from a low risk factory and after an economic analysis of the profits obtained, Before Tax Rp 283.753.893.600,14 after tax: Rp 227.003.114.880,11 return of investment (ROI), before tax 31,32 % after tax: 25,05 %, Pay Out Time (POT), Before tax: 2,42 years , after tax 2,85 years, Break Event Point (BEP) at 44,66 % production capacity, and Shut Down Point (SDP) at 21,69 % of production capacity. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 25,97 % The current loan interest rate and bank interest rate is 5.25% (BI).

Key words : fluidized bed, charcoal, sulfur, *carbon disulfide*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kimia banyak mengemban peranan penting bagi Indonesia. Membangun infrastruktur yang tangguh, meningkatkan industri inklusif dan berkelanjutan, serta mendorong inovasi merupakan hal yang penting dalam mengurangi ketergantungan terhadap import luar negeri dalam berbagai jenis produk kimia serta menambah pendapatan devisa negara, salah satunya dengan pembangunan pabrik produksi karbon disulfida.

Karbon disulfida merupakan cairan yang tidak bewarna dengan rumus kimia CS_2 . Dalam industri kimia, karbon disulfida merupakan salah satu produk yang banyak dimanfaatkan diantaranya yaitu sebagai bahan baku pembuatan rayon dimana rayon adalah bahan baku pembuatan serat tekstil atau kain yang digunakan dalam pembuatan serat pakaian untuk memenuhi kebutuhan primer manusia dan kebutuhan akan sandang atau kebutuhan akan pembuatan serat tekstil akan terus meningkat seiring bertambahnya pertumbuhan jumlah penduduk. Hingga saat ini, Indonesia masih mengimpor karbon disulfida untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri.

Pembangunan pabrik karbon disulfida dari Charcoal (Arang Kayu) dan Sulfur (Belerang) merupakan bahan yang dimanfaatkan dari sumber daya alam yang berada di Indonesia. Karbon disulfida merupakan bahan kimia industri, yang memiliki sejarah panjang digunakan dalam industri proses kimia. Secara komersial produk ini digunakan untuk memproduksi serat rayon, selofan, karbon tetraklorida, karet, alat bantu pengapungan, fungisida, pestisida dan pelarut.

Adapun kegunaan Karbon disulfida dalam dunia industri, yaitu::

1. Sebagai bahan baku dalam industri rayon

Karbon disulfida digunakan dalam industri rayon untuk meregenerasi serat selulosa. Cotton linters atau wood pulp direndam dengan larutan soda kaustik menghasilkan alkali cellulose kemudian direaksikan dengan CS₂ membentuk xanthate dengan reaksi sebagai berikut:



Xanthate kemudian dilarutkan dengan NaOH untuk membentuk koloidal viscose kemudian disaring, dan dimasukkan ke dalam acid bath (asam sulfat dan natrium sulfat) sehingga membentuk regenerated cellulose yang dikenal sebagai filamen atau lembaran (Kirk & Othmer, 2004).

2. Sebagai pelarut

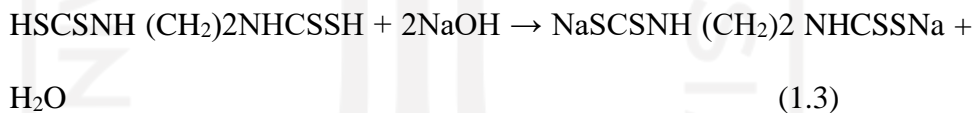
Karbon disulfida digunakan sebagai pelarut fosfor, selenium, bromine, iodine dan lemak (Kirk & Othmer, 2004).

3. Sebagai bahan baku fungisida

Karbon disulfida digunakan sebagai bahan baku pembuatan fungisida organik. CS₂ bereaksi dengan amine menghasilkan dithiocarbamic acid. Asam ini kemudian direaksikan dengan logam alkali hidroksida akan membentuk garam yang stabil dengan reaksi:



(Etilen Diamine) + (Karbon disulfida) → (Dithiocarbamic Acid)



(Dithiocarbamic Acid) + (Natrium Hidroksida) → (Organic Fungicide) + (Air)

Jika garam tersebut ditambahkan dengan zinc sulfate dan lime akan terbentuk zinc salt yang dapat melawan hama sayuran khususnya kentang dan tomat (Kirk & Othmer, 2004).

4. Sebagai bahan baku karbon tetraklorida

Pada derajat klorinasi tertentu beberapa karbon tetraklorida, sulfur diklorida, dan tiofosgen juga akan terbentuk. Di hadapan besi dan logam klorida dan pada suhu yang lebih tinggi (70 - 100 °C), karbon tetraklorida dan sulfur klorida secara eksklusif diperoleh:



(Karbon disulfida) + (Diklorin) → (Karbon Tetraklorid) + (Disulfur Diklorida)

Reaksi lebih lanjut dari sulfur monoklorida dengan karbon disulfida menghasilkan lebih banyak karbon tetraklorida dan sulfur. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

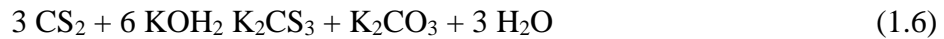


Karbon disulfida) + (Disulfur Diklorida) → (Karbon Tetraklorid) + (Sulfur)

Karbon tetraklorida termasuk senyawa halogen hidrokarbon alifatik yang banyak digunakan sebagai pelarut, peptisida, bahan pendingin, penghilang noda dan sabun (Ullmann, 2012).

5. Bahan baku Pembentuk tritiokarbonat dan alkali karbonat

Karbon disulfida sedikit bereaksi dengan alkali hidroksida untuk membentuk trithiocarbonat dan alkali karbonat yang membantu reaksi sebagai berikut:



(Karbon disulfida) + (Kalium Hidroksida) (Potassium Thiocarbonate) +
(Kalium Karbonat) + (Air)

Kalium karbonat ini merupakan garam putih, yang dapat larut dalam air, tetapi tidak larut dalam etanol. Kalium karbonat biasa digunakan untuk pembuatan sabun dan kaca (Perry, 2008).

Dengan melihat kegunaan dari Karbon disulfida yang beragam di atas maka penyediaan dari produk ini cukup mempunyai potensi yang besar. Disamping itu, pendirian pabrik ini dapat membantu mencapai SDGs, meningkatkan perekonomian nasional, mengurangi ketergantungan impor, memaksimalkan sumber daya alam, menambah devisa negara, menurunkan tingkat pengangguran dengan memberikan lapangan pekerjaan bagi penduduk Indonesia.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

1.2.1 Supply

a. Produksi

Dalam penentuan kapasitas pabrik perlu mengetahui keberadaan pabrik-pabrik yang telah berdiri sebagai referensi atau gambaran untuk

mendirikan pabrik yang bermanfaat dan menguntungkan, berikut daftar pabrik yang telah berdiri:

Tabel 1. 1 Produksi CS₂

Negara	Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
China	Shijiazhuang Xinlongwei Chemical Co., Ltd	27.200
India	Indo Baijin Chemicals	72.000
China	Yantai Wenxu Industrial Co., Ltd.	5.000
Indonesia	PT. Indo Raya Kimia	50.000

Berdasarkan data dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pendirian Karbon disulfida dapat menguntungkan apabila kapasitas pabrik berada pada rentan 5.000 hingga 72.000 Ton/Tahun.

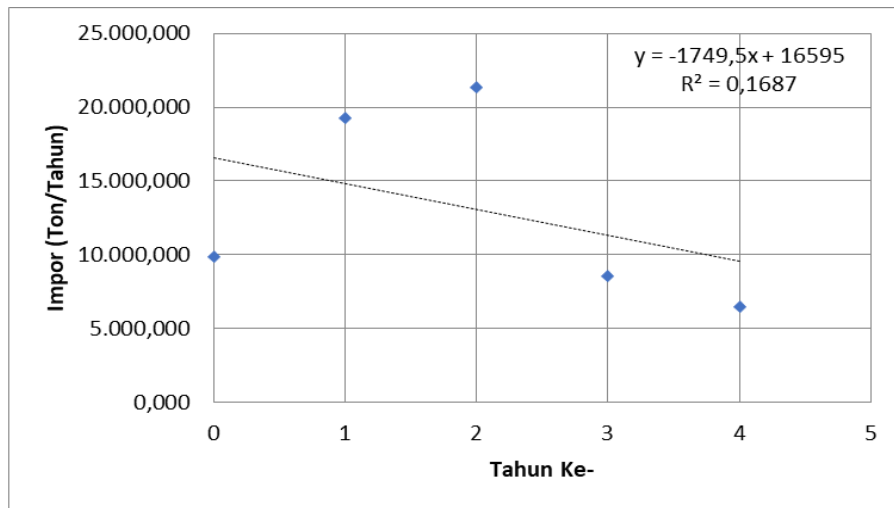
b. Impor

Berdasarkan data impor Karbon disulfida dari sumber Badan Pusat Statistik (BPS), dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. 2 Data impor CS₂ di Indonesia

Tahun	Tahun Ke-	Ton/Tahun
2017	0	9.857,18
2018	1	19.256,59
2019	2	21.361,60
2020	3	8.536,74
2021	4	6.469,57

Dari Tabel 1.2 dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang menunjukkan proyeksi impor CS₂ di Indonesia pada tahun 2026 (Tahun ke-9)



Gambar 1. 1 Grafik impor Karbon disulfida di Indonesia

Dari grafik didapatkan nilai:

$$y = -1749,5x + 16595$$

$$y = -1749,5(9) + 16595$$

$$y = (-15746) + 16595$$

$$y = 849,5 \text{ Ton/Tahun.}$$

Jadi, proyeksi impor CS₂ pada tahun 2026 sebesar 849,5 Ton/Tahun.

1.2.2 Demand

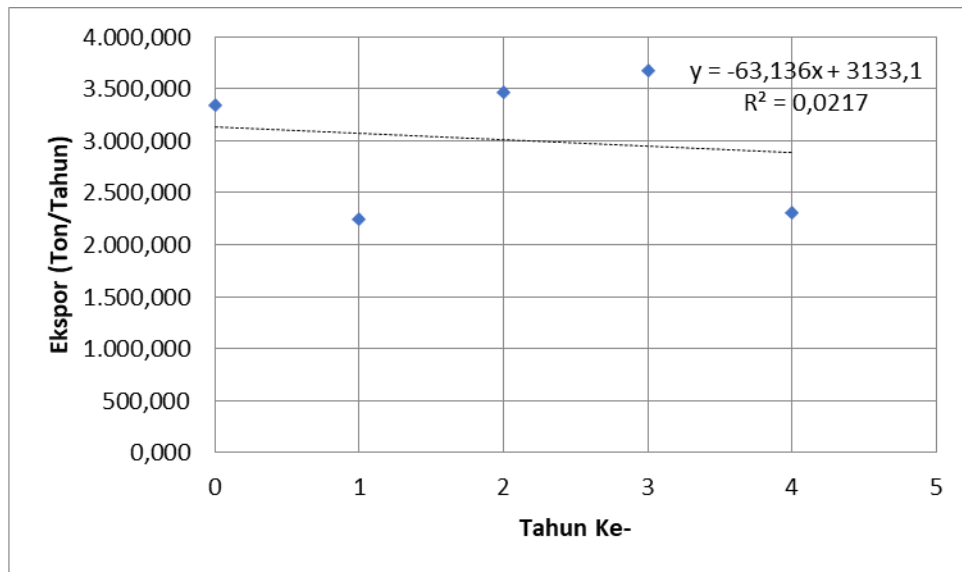
a. Ekspor

Berdasarkan data ekspor Karbon disulfida dari sumber Badan Pusat Statistik (BPS), dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. 3 Data ekspor CS₂ di Indonesia

Tahun	Tahun Ke-	Total Ekspor (Ton/Tahun)
2017	0	3.338,96
2018	1	2.245,59
2019	2	3.463,95
2020	3	3.678,99
2021	4	2306,58

Dari Tabel 1.2 dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang menunjukkan proyeksi impor CS₂ di Indonesia pada tahun 2026 (Tahun ke-9)



Gambar 1. 2 Grafik ekspor CS₂ di Indonesia

Dari grafik didapatkan nilai:

$$y = -63,136x + 3133,1$$

$$y = -63,136 (9) + 3133,1$$

$$y = (-568,22) + 3133,1$$

$$y = 2564,876 \text{ Ton/Tahun.}$$

dengan peluang ekspor untuk tahun 2026 sebesar 2564,87 Ton/Tahun.

b. Konsumsi

Dalam menentukan konsumsi sebagai penunjang kebutuhan akan pabrik, didapatkan untuk data CS₂ yang dibutuhkan sebagai pembuatan rayon

sebesar 65% dari jumlah rayon. Adapun pabrik yang memproduksi rayon di Indonesia yaitu PT. Asia Pacific Rayon (APR) dengan kapasitas 222000 ton/tahun. Sehingga:

$$\text{Konsumsi} = 222000 \times 65\%$$

$$\text{Konsumsi} = 144300 \text{ ton/tahun}$$

1.2.3 Kapasitas Produk Komersial

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor})$$

$$\text{Peluang} = (144300 + 2564,87) - (50000 + 849,5)$$

$$\text{Peluang} = 96015 \text{ Ton/Tahun}$$

Dari peluang di atas diambil sebanyak 50% dari 96.015 Ton/Tahun yaitu 48.000 ton/tahun.

Dengan hasil peluang di atas maka ditentukan kapasitas produksi pabrik Carbon Disulfida dari Charcoal dan Sulfur untuk memenuhi kebutuhan carbon disulfida pada tahun 2026 yaitu sebesar 48.000 Ton/Tahun.

Kemudian faktor lain dalam menentukan kapasitas produksi pabrik harus mengetahui ketersediaan bahan baku yang ada dengan mengetahui pabrik-pabrik

yang telah berdiri dimana dalam mendirikan pabrik Karbon disulfida (CS₂) harus menggunakan Charcoal dan Sulfur. Berikut data pabrik Charcoal dan Sulfur yang telah berdiri :

Charcoal

Tabel 1. 4 Pabrik Charcoal yang berdiri

Negara	Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
Indonesia	CV. Kharisma Mandiri	1.700
Indonesia	CV. Pringgodani Indonesia	1.152
Indonesia	CV. Indoarab Interprise	84
Indonesia	CV. Plaza Charcoal Indonesia	1.200
Indonesia	PT. Surya Mandiri Indoprima	73.000

Sulfur

Tabel 1. 5 Pabrik Sulfur yang telah berdiri

Negara	Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
Indonesia	PT. Candi Ngrimbi	5.110
Indonesia	PT. Indosulfur Mitrakimia	7.200

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Arang Kayu (Charcoal)

Arang adalah residu yang berbentuk padatan yang merupakan sisa dari proses pengarbonan bahan berkarbon dengan kondisi terkendali di dalam ruangan tertutup seperti dapur arang (Masturin, 2002). Arang juga dapat diartikan sebagai residu hitam berbentuk padatan yang berpori dan merupakan hasil pembakaran dari material yang mengandung unsur karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan kayu, gula, tulang, dan benda lain. Arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan menyerupai batu bara tersebut terdiri dari 85-98 % karbon. Sebagian besar pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon dan senyawa organik lainnya yang komponennya terdiri dari abu, air, nitrogen, dan sulfur.

Secara umum ciri-ciri arang yang baik adalah berwarna hitam, tidak mengandung kotoran, bila dipatahkan maka bekas patahannya akan mengkilat, bila dijatuhkan pada benda keras akan berdering, dan bila dibakar tidak cepat habis serta menyemburkan api berwarna biru (Hatuti, 2017).

1.3.2 Sulfur (Belerang)

Sulfur (belerang) merupakan unsur kimia dalam tabel periodik dengan simbol S dan nomor atom 16. Mempunyai sifat yang tak berasa, tak berbau dan memiliki bentuk non metal. Wujud asli dari sulfur adalah kristal kuning. sulfur merupakan unsur penting yang pada kehidupan yang dapat ditemukan dalam

sebagai sebuah unsur murni atau mineral, sulfur juga dapat ditemukan di dalam dua asam amino. Kegunaan sulfur dalam bidang komersial biasanya sebagai fertiliser namun kadang juga dipakai sebagai bubuk mesiu, korek api, insektisida dan fungisida.

Namun kegunaan sulfur jauh lebih luas dari yang disebutkan diatas sulfur biasa juga digunakan pada industri pupuk, pengilangan minyak, bahan kimia, rayon, film, cat, dan pigmen, produk batu bara, besi, dan baja, dan lain-lain. Produksi sulfur di dunia sekitar 4 juta ton per tahun. Dimana diproduksi dari negara-negara besar seperti Jepang, Chili, Perancis, Spanyol, Meksiko, Belanda dan Amerika sebagai produsen terbesar sekitar 92% (Battey, 1981: Bateman, 1950).

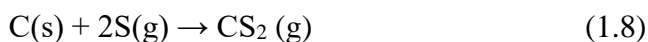
1.3.3. Karbon disulfida

Secara tradisional, Karbon disulfida dibuat dengan mereaksikan arang dengan belerang dalam retort atau furnace. Namun, semua pabrik yang dibangun dalam beberapa tahun terakhir didasarkan pada proses Thacker. Pada tahun 1971 pembuatan rayon dan plastik menyumbang sebagian besar produksi Karbon disulfida di Amerika Serikat. Sisa dari produksi karbon disulfida dikonsumsi dalam pembuatan karbon tetraklorida dan bahan kimia lainnya (McKetta, 1993).

Karbon disulfida dapat terbuat dari berbagai macam proses, diantaranya yaitu sebagai berikut:

- Charcoal dan Sulfur

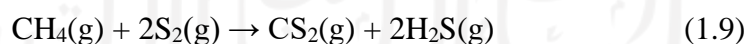
Uap Sulfur bereaksi dengan Charcoal pada temperatur 750-900 °C untuk membentuk Karbon disulfida. Dengan reaksi sebagai berikut:



Uap sulfur adalah campuran kesetimbangan dari beberapa spesies molekul, termasuk S₈, S₆ dan S₂. Kesetimbangan bergeser ke arah S₂ pada suhu yang lebih tinggi dan tekanan yang lebih rendah. Reaksi keseluruhan merupakan reaksi endotermis dan secara teoritis panas yang dibutuhkan adalah 1950 Kj/Kg (466 kcal/kg) CS₂ ketika reaktan masuk pada suhu 25 °C dan produk keluar pada suhu 750 °C persamaan tersebut sedikit eksotermis ketika reaktan berada pada suhu konstan 750 °C (Kirk-Othmer, Vol. 5, 1993).

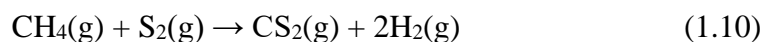
- Hydrocarbon dan Sulfur

Hidrokarbon komersial utama adalah metana dari gas alam, meskipun etana, dan olefin seperti propilena, juga telah digunakan. Metana bereaksi dengan sulfur tanpa menghasilkan reaksi samping:



Pada suhu 400 – 700 °C, kesetimbangan melebihi 99,9%. Sekitar 5 - 10% sulfur berlebih biasanya dipertahankan dalam campuran reaksi untuk meningkatkan konversi metana yang tinggi dan untuk meminimalkan terbentuknya produk samping. Karbon disulfida juga

dibentuk oleh reaksi berikut ini yaitu 80% kesetimbangan pada suhu 700 °C.



Penelitian ekstensif telah dilakukan dengan menggunakan katalis yang dapat mempercepat reaksi metana - sulfur menjadi CS₂. Katalis yang digunakan yaitu silica gel, alumina, magnesia, charcoal, berbagai senyawa logam, garam logam, oksida, atau sulfida. Dengan katalis silica gel, untuk suhu 500-700 °C dan tekanan 250–500 kPa pada adiabatic catalytic reactor menghasilkan konversi 90%. Karena proses katalitik, sehingga kecepatan reaksi dan konversinya tinggi yaitu sekitar 90%, dan proses ini dapat digunakan untuk kapasitas besar. Metana dan sulfur padat pada 25 °C, dan menjadi produk gas CS₂ pada 600 °C, reaksinya adalah endotermis dan membutuhkan 2,95 MJ / kg (705 kkal / kg) CS₂. Reaksi metana dan uap sulfur dalam bentuk diatomik sebenarnya eksotermis. Superheating sulfur biasanya digunakan, dan beberapa rangkaian untuk mengurangi suhu proses. (Kirk-Othmer, Vol. 5, 1993) proses berkelanjutan untuk menghasilkan karbon disulfida melalui reaksi belerang dan gas hidrokarbon yang mengandung hidrokarbon multi-karbon yang memiliki setidaknya tiga karbon atom pada tekanan dalam kisaran 3,5 hingga 12 atm.

- Karbon Monoksida dan Sulfur Dioksida

Pada proses ini menggabungkan langkah reaksi pertama dimana sulfur dioksida (SO₂) dan karbon monoksida (CO) direaksikan dengan adanya katalis untuk membentuk karbonil sulfida (COS), juga dikenal sebagai karbon oksida sulfida, dan karbon dioksida (CO₂). Pada langkah reaksi kedua, karbonil sulfida diubah melalui katalis menjadi karbon disulfida dan karbon dioksida dalam reaksi disproporsionasi. Biasanya reaksi kedua ini tidak akan selesai karena keterbatasan termodinamika.



Katalis yang digunakan dalam reaksi ini yaitu dari jenis katalis yang mengandung oksida logam yang dapat direduksi, seperti katalis jenis logam, contohnya disarankan Chromium karena telah terbukti efektif. dapat juga memakai katalis logam seperti nikel-molibdenum, kobalt-molibdenum, molibdenum atau kombinasinya.

Termodinamika untuk langkah reaksi pertama sangat menguntungkan. Dengan menggunakan data untuk Formasi Energi Gibbs dan Entalpi reaktan dan produk yang ditunjukkan pada persamaan 1, diperoleh ekspresi berikut:

$$\text{Log } K_p = 15,509 (1/T) - 10,19$$

Dimana K_p adalah konstanta kesetimbangan dan T adalah suhu mutlak dalam derajat Kelvin. Dari persamaan ini log K_p dihitung sama

dengan 22,38 pada 200 °C dan 13,07 pada 400 °C. Jadi, sebagai pendekatan, reaksi persamaan 1 dapat dilakukan dalam kisaran 200-500 °C.

Pendekatan konvensional untuk masalah ini adalah untuk memulihkan karbon disulfida dari limbah reaktor dan mendaur ulang karbonil sulfida yang tidak bereaksi. Kelemahan dari prosedur ini adalah bahwa karbon dioksida pertama-tama harus dipisahkan dari karbonil sulfida yang tidak bereaksi sebelum dapat didaur ulang. Selain itu, sejumlah besar gas harus ditangani, yang berkontribusi pada inefisiensi proses. Proses operasi terjadi pada tekanan 1-10 atm.

Langkah reaksi kedua menyajikan tantangan yang lebih besar panjang karena, seperti yang telah dicatat, reaksinya reversibel. Di bawah kondisi standar K untuk reaksi ini sama dengan 0.22. Nilai ini tidak banyak berubah dengan suhu karena kalor reaksi mendekati nol. Hasil dari, ketika karbonil Sulfida murni direaksikan, gas keluar dari reaktor pada kesetimbangan mengandung hampir 25% karbon disulfida, 25% karbon dioksida dan 50% karbonil yang tidak bereaksi Sulfida. (Stauffer John E, 2006)

- Carbon Monoxide dan Sulfur



Nilai Stok yang dipublikasikan untuk konstanta kesetimbangan untuk Reaksi 2 dalam kisaran suhu 300-550 °C ditemukan sesuai dalam batas akurasi eksperimental. Tingkat Dekomposisi karbon disulfida karbon monoksida dan sulfur sangat jauh lebih cepat daripada laju konversi ke disulfida karbon dan karbon dioksida, sehingga membatasi over-semua hasil karbon disulfida yang dapat diproduksi. Gas belerang diketahui ada sebagai campuran dari tiga spesies S_2 , S_6 , dan S_8 pada suhu rendah (dalam kisaran 300-600 °C) S_6 dan S_8 mendominasi, sedangkan pada suhu tinggi (di atas 700 °C) S_2 mendominasi. Reaksi 2 bersifat endotermik dan tanpa adanya peningkatan suhu karenanya harus secara progresif meningkatkan konsentrasi karbon disulfida dan karbon dioksida tetapi di atas 550 °C proses ini terjadi pada tekanan 1 atm dengan yield sebesar 20,4 % (Madon and Chonstable, 1958).

- Carbon dan Sulfur Oxide

Invensi ini mempertimbangkan produksi dengan hasil 70% dan karbon disulfida yang lebih baik dari sulfur dioksida dan karbon. Konversi akhir Sulfur dioksida menjadi karbon disulfida tampaknya berlangsung secara bertahap, tahap awal yang terutama melibatkan pembentukan karbonil sulfida (COS), dan tahap akhir yang terutama melibatkan konversi karbonil sulfida menjadi karbon disulfida. Pembentukan karbonil sulfida dan konversinya menjadi karbon disulfida disukai dan dipromosikan pada suhu yang relatif berbeda, dan ketika pembentukan dan

konversi selanjutnya dari karbon karbonil sulfida dilakukan pada suhu optimal diperoleh hasil karbon disulfida yang relatif tinggi. Metode penemuan ini melibatkan memasukkan sulfur dioksida ke dalam tubuh karbon yang dipertahankan pada suhu yang mendukung pembentukan karbonil sulfida, dan melewati produk gas yang dihasilkan dari reaksi awal antara sulfur dioksida dan karbon ke dalam badan karbon selanjutnya dipertahankan pada suhu yang mendukung konversi karbonil sulfida menjadi karbonil disulfida. Reaksi awal di mana belerang dioksida bereaksi dengan karbon untuk membentuk karbonil disulfida disukai pada suhu 600-900 °C.



Konversi karbon karbonil sulfida menjadi karbon di sulfida disukai pada suhu di atas 900 °C dan berlangsung cepat pada suhu 1150-1250 °C dan lebih tinggi dengan konversi mencapai 85% dan umumnya diwakili oleh persamaan berikut:



(Gamble, dkk, 1948)

Tabel 1. 6 Perbandingan alternatif proses pembuatan Karbon disulfida

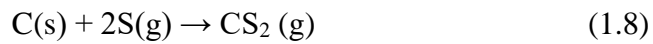
Parameter	Proses				
	Charcoal dan Sulfur	Hydrocarbon dan Sulfur	Karbon Monoksida dan Sulfur Dioksida	Carbon Monoxide dan Sulfur	Carbon dan Sulfur Oxide
Bahan Baku	Charcoal dan sulfur	Metana dan sulfur	Karbon Monoksida dan Sulfur Dioksida	Carbon Monoxide dan Sulfur	Carbon dan Sulfur Oxide
Konversi (%)	90	90	25		85
Yield (%)	90	4,8 - 69,6		19 - 20,4	70
Tekanan (atm)	1	3,5-12	1-10	1	
Suhu Operasi (°C)	750 – 900	500 – 700	200 - 500	300 - 550	1150 - 1250

Berdasarkan beberapa perbedaan alternatif proses pembuatan Karbon disulfida di atas, maka dipilih proses Charcoal dan Sulfur karena memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:

1. Bahan baku charcoal (arang kayu) dan sulfur mudah di dapat dan tidak terlalu mahal.
2. Reaksi berjalan pada tekanan rendah (atmosferik).
3. Tidak ada pembentukan produk samping, serta pembentukan carbonyl sulphide yang menyebabkan korosi dapat dihindari.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

- Tinjauan Termodinamika



Tabel 1. 7 Data nilai ΔH_f masing masing komponen

KOMPONEN	HARGA ΔH_f 298 K (kJ/mol)
CS ₂	117,07
C	0,00
S	0,00

(YAWS,1999)

$$\Delta H_r = \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$$

$$= [\text{CS}_2 - (\text{C} + \text{S}_2)]$$

$$= 117,07 \text{ kJ/mol}$$

nilai positif = endotermis

Tabel 1. 8 Data nilai ΔG° masing masing komponen

KOMPONEN	HARGA ΔH_f 1073,15 K (kJ/mol)
CS ₂	-94,486
C	264,234
S	117,787

(Aspen)

$$\Delta G^\circ = \Delta G^\circ_{\text{produk}} - \Delta G^\circ_{\text{reaktan}}$$

$$= [\text{CS}_2 - (\text{C} + \text{S}_2)]$$

$$= -594,294 \text{ kJ/mol} = \text{spontan}$$

$$\Delta G^0 = - R.T \ln K$$

$$\ln K_0 = - \frac{\Delta G^0}{R T}$$

$$\ln K_0 = - \frac{594,294 \text{ KJ/mol}}{8,314 \times 10^{-3} \text{ KJ/mol.K} \times 1073,15 \text{ K}}$$

$$\ln K_0 = 66,609$$

$$K_0 = 8,468 \times 10^{28}$$

K pada temperatur 800 °C

$$\ln \frac{K_1}{K_0} = - \frac{\Delta H_r}{R} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]$$

$$\ln \frac{K_1}{K_0} = - \frac{117,07}{8,314 \times 10^{-3}} \left[\frac{1}{1073,15} - \frac{1}{298} \right]$$

$$\ln \frac{K_1}{K_0} = 34,107$$

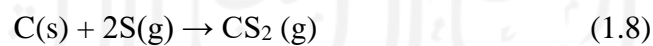
$$\frac{K_1}{K_0} = e^{34,107}$$

$$K_1 = (6,493 \times 10^{14}) \times (8,468 \times 10^{28})$$

$$K_1 = 5,498 \times 10^{43}$$

Berdasarkan nilai K tersebut, maka reaksi bersifat irreversible.

Tinjauan Kinetika



Laju reaksi awal dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\frac{1}{M_{C^0}} \left(\frac{dC_{CS_2}}{dt} \right) = k_s P_{S^n}$$

Dimana:

$$M_{C^0} = \text{Massa awal karbon}$$

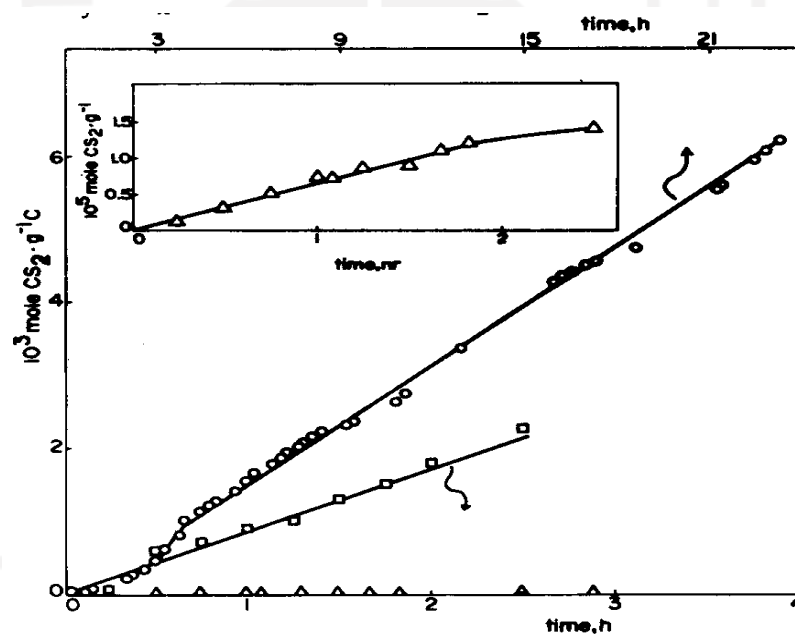
C_{cs2} = Mol dari produk Karbon disulfida

P_s = Tekanan parsial sulfur pada aliran

k_s = Konstanta laju spesifik persatuan massa karbon

n = Orde reaksi terhadap sulfur

Jika P_s dijaga pada keadaan konstan, reaksi akan menjadi orde nol, dan dapat dihitung dari plot linear jumlah CS_2 yang dihasilkan terhadap waktu. Plot khas reaksi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar. Plot khas laju awal pembentukan CS_2

Dari gambar di atas, didapatkan nilai k_{obs} dari persamaan reaksi yaitu sebesar $2,08 \times 10^{-4} \text{ mole.h}^{-1}/\text{g.C}$.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Karbon disulfida (CS₂)

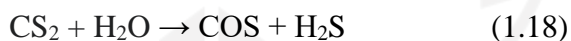
Tabel 2. 1 Sifat Fisis Produk (CS₂)

Parameter	Spesifikasi
Formula	CS ₂
Berat Molekul	76,14 kg/mol
Warna	Tidak berwarna, namun apabila terkena matahari maka akan berubah menjadi kekuning-kuningan
Bentuk	Cair
Spesifik Gravity	1,261 g/mL
Titik Leleh	-108,6 °C
Titik Didih	46,3 °C
Titik Beku	-111,6 °C
Kelarutan (Dalam 100 Bagian)	Larut dalam alkohol dan eter, benzene, kloroform dan minyak
Temperatur Kritis	273°C
Tekanan Kritis	77 atm
Densitas kritis	378 kg/m ³
Kemurnian Produk	99%

(Perry, 2008) dan (Kirk-Othmer, Vol.5, 1993)

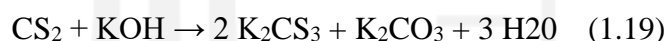
Sifat Kimia Produk (CS₂)

- Karbon disulfida pada dasarnya reaktif dengan air pada suhu kamar tetapi sekitar 150 derajat Celcius dalam beberapa reaksi terjadi pembentukan karbonil sulfida + hidrogen sulfida. Karbon disulfida adalah zat antara dalam reaksi hidrolisis:



(Kirk & Othmer, 1998)

- Larut dalam alkohol, eter, benzena, minyak, kloroform dan karbon tetraklorida.
- CS₂ Sedikit bereaksi dengan alkali hidroksida dan membentuk trithiokarbonat dan Alkali karbonat.



(Perry, 1997)

Informasi Keselamatan Bahan dari Produk

Karbon disulfida adalah cairan yang sangat mudah terbakar, titik nyala pada keadaan tertutup adalah -22°F (-30°C). Suhu penyalaan otomatisnya adalah 90°C (194°F). Uapnya membentuk campuran eksplosif dengan udara, dalam kisaran luas 1,3 hingga 50,0% volume di udara. Reaksi dengan zat tertentu dapat berkembang menjadi kekerasan eksplosif. zat ini termasuk logam halus, logam

alkali, azida, fulminat, dan nitrogen dioksida. Senyawa ini beracun. Menghirup uap berulang kali dapat menyebabkan sakit kepala, kelelahan, pusing, gugup, psikosis, tremor, kehilangan nafsu makan, dan masalah lambung. Menelan cairan bisa berakibat fatal bagi manusia (Patnaik, 2001).

Karbon disulfida juga dapat diserap melalui kulit, mungkin teratogen dan dapat menyebabkan kerusakan reproduksi, kontak dapat mengiritasi dan membakar kulit dan mata. Paparan yang lama atau berulang dapat menyebabkan kulit kering dan pecah-pecah dengan kemerahan dan lecet, dapat menyebabkan mual, muntah, diare dan sakit perut, dapat menyebabkan pingsan dan bahkan kematian, paparan berulang dapat merusak saraf, menyebabkan kelemahan dan koordinasi miskin di lengan dan kaki, dapat menyebabkan perubahan kepribadian, seperti depresi, kecemasan atau mudah marah. Dapat merusak hati dan ginjal, dan mempengaruhi jantung (New Jersey Department of Health, 2010).

Karbon disulfida disimpan pada wadah tertutup rapat di tempat yang kering dan berventilasi baik. Wadah yang dibuka harus ditutup kembali dengan hati-hati dan dijaga tetap tegak untuk mencegah kebocoran (SigmaAldrich.com, 2014).

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 2 Spesifikasi bahan baku

Parameter	Spesifikasi Bahan Baku	
	Charcoal (menggunakan spesifikasi karbon)	Sulfur
Formula	C	S
Berat Molekul	12,01 kg/kmol	32,065 kg/kmol
Warna	Hitam	Kuning
Bentuk	Padat, lembut, ringan dan mudah patah	Padat
Spesifik Gravity pada Suhu Kamar	1,8-2,1	2,046
Titik Leleh	> 3500°C	120°C
Titik Didih	4200°C	444,6°C
Titik Nyala	-	248°C
Kelarutan	-	Tidak larut dalam air dan asam namun Larut dalam karbon disulfida
Kemurnian Produk	93 %	99,95%
Daya Serap	Tinggi	-
Kadar Abu	Rendah	-

(Perry, 2008) dan (Alibaba.com)

2.2.1 Charcoal

Komponen charcoal :

- Karbon (C) = 93%
- Air (H₂O) = 1%
- Abu = 3%
- Hidrogen (H₂) = 2,5 %
- Nitrogen (N₂) = 0,2 %
- Oksigen (O₂) = 0,3 %

(Sumber : Alibaba.com)

Sifat-sifat kimia Charcoal:

- Dapat digunakan sebagai bahan bakar, dan digunakan sebagai adsorben

Informasi Keselamatan Bahan dari Bahan Baku Charcoal

Charcoal adalah bahan atau campuran yang tidak berbahaya menurut Peraturan (EC) No 1272/2008. Zat atau campuran ini tidak mengandung satu komponen pun yang dianggap baik persisten, bioakumulatif, dan beracun (PBT) maupun sangat persisten dan sangat bioakumulatif (vPvB) pada kadar 0,1% atau lebih.

2.2.2 Sulfur

Kemurnian sulfur = 99,95%

Impuritas :

- Moisture (H₂O) = 0,045 %
- Abu atau Ash = 0,004 %
- Acidity (H₂SO₄) = 0,001%

(Alibaba.com)

Sifat-sifat kimia sulfur:

1. Dengan udara membentuk sulfur dioksida Reaksi :



2. Dengan asam klorida dan katalis Fe akan menghasilkan hidrogen sulfida.

Informasi Keselamatan Bahan dari Bahan Baku

Sulfur dapat menyebabkan iritasi kulit,. Zat/campuran ini tidak mengandung satu komponen pun yang dianggap baik persisten, bioakumulatif, dan beracun (PBT) maupun sangat persisten dan sangat bioakumulatif (vPvB) pada kadar 0,1% atau lebih.

Tabel 2. 3 Hazard bahan baku dan produk

Komponen	Hazard						
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Hygroscopic
Karbon Disulfida		√	√	√	√		
Charcoal		√					√
Sulfur		√		√	√		

2.3 Pengendalian Kualitas

Untuk mencapai standar kualitas produk, diperlukan sumber bahan baku berkualitas tinggi, pengawasan dan pengendalian proses yang ada sehingga produk memiliki kualitas yang baik dan dapat bersaing di pasaran. Kontrol kualitas dalam desain pabrik karbon disulfida meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dipakai guna mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang dipakai dalam proses, apakah sudah sesuai dengan standar spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Maka dari itu hal yang dilakukan sebelum proses produksi bahan baku harus melalui proses pengujian dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan dalam proses produksi berjalan baik dan sesuai dengan standar proses produksi yang ditentukan.

Menyimpan charcoal dalam gudang penyimpanan berbentuk persegi panjang dengan tekanan 1 atm dan temperatur 30 °C pada fase padat, sedangkan

sulfur disimpan dalam gudang penyimpanan berbentuk persegi panjang dengan tekanan 1 atm dan temperatur 30 °C pada fase padat. Kemurnian sulfur adalah 99,95% berat.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses

Sebelum proses dilakukan, bahan baku mengalami perlakuan khusus sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Pertama, suhu charcoal di gudang dinaikkan dan kandungan impuritis dihilangkan. Hal yang sama berlaku untuk bahan baku sulfur yang harus dilelehkan terlebih dahulu sampai titik lelehnya, kemudian suhunya juga dinaikkan sebelum direaksikan di dalam reaktor.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Produk yang dihasilkan adalah karbon disulfida dengan kemurnian 99% dengan fase cair. Tidak terdapat produk samping yang dihasilkan dari reaksi dikarenakan telah dilakukan pengendalian terhadap bahan baku untuk meminimalisir adanya produk samping. Beberapa alat kontrol yang dijalankan menurut (Toghraei, 1968).

yaitu :

- *Level Controller (LC)*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki untuk mengukur ketinggian bahan pada suatu alat. Jika

ketinggian atau level bahan kurang atau lebih dari kondisi yang telah ditetapkan, maka dapat diketahui dari tanda/isyarat yang muncul. Alat tersebut memanfaatkan sinyal pneumatic yang diubah menjadi sinyal electric berupa arus (miliamper) yang akan dikirim menuju control valve yang sebelumnya diubah lagi menjadi sinyal pneumatic sehingga mampu menggerakkan valve sehingga tercapai level yang sesuai dengan kondisi yang ditetapkan.

- *Temperature Controller (TC)*

Temperature controller merupakan alat yang dapat mendeteksi suhu bahan atau alat. Secara umum, temperature controller mempunyai set point atau batasan nilai suhu yang telah ditetapkan. Ketika nilai suhu bahan atau alat yang diukur melebihi atau kurang dari set point, maka alat ini akan memberikan sinyal sehingga dapat segera dilakukan pengendalian.

- *Pressure Control (PC)*

Pressure controller merupakan alat yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat dan bila terjadi perubahan atau penyimpangan dari set point yang telah ditetapkan, alat ini akan memberikan sinyal sehingga dapat segera dilakukan pengendalian.

- *Weight Controller*

Weight Controller adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengontrol rate massa padatan dengan menimbang beratnya yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan aliran dapat melakukan pengendalian terhadap laju aliran tersebut.

2.2.5 Pengendalian Waktu

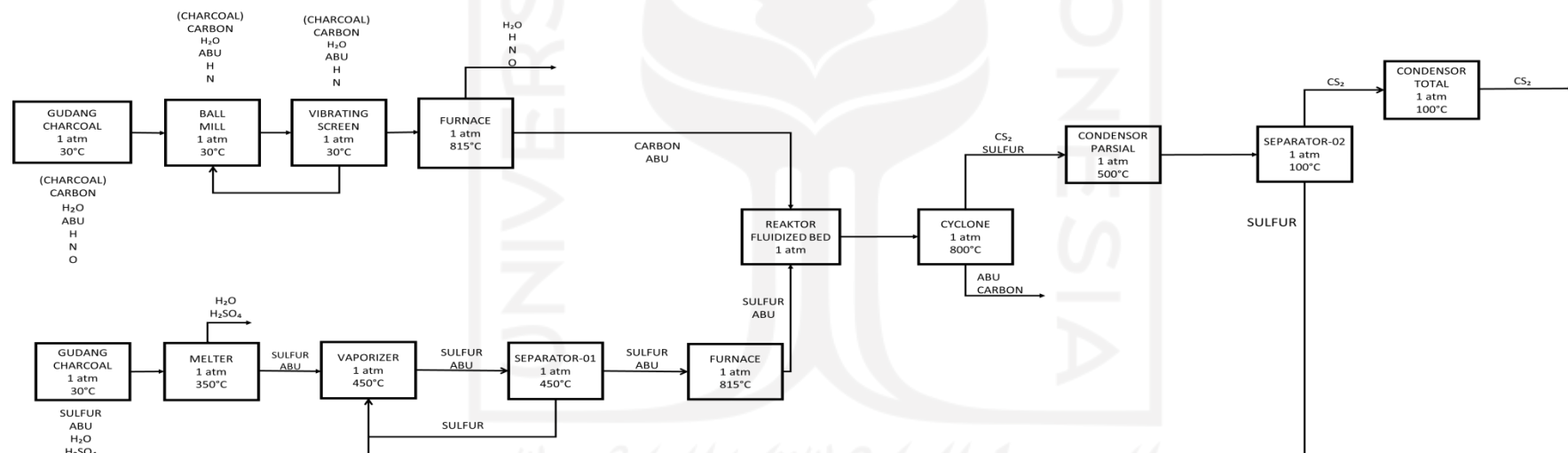
Agar kualitas yang diinginkan dapat tercapai, maka dibutuhkan waktu tertentu untuk mencapai hal tersebut. Oleh karena itu pengendalian waktu diperlukan agar dapat memaksimalkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3. 1 Diagram Alir Proses dan Material

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram alir kualitatif

```

graph LR
    In1(( )) --> F1[FURNACE  
1 atm  
815°C]
    In2[H2O = 11,4214 kg/jam  
H = 28,5536 kg/jam  
N = 2,2843 kg/jam  
O = 3,4264 kg/jam] --> F1
    F1 --> R[REAKTOR FLUIDIZED BED  
1 atm  
800°C]
    C1[CARBON = 1062,1936 kg/jam  
ABU = 34,2643 kg/jam] --> R
    S1[SULFUR = 5671,8131 kg/jam  
ABU = 0,2043 kg/jam] --> R
    S2[SULFUR = 5671,8131 kg/jam  
ABU = 0,2043 kg/jam] --> F2[FURNACE  
1 atm  
815°C]
    F2 --> R
    R --> CY[CYCLONE  
1 atm  
800°C]
    CY --> C2[CS2 = 6060,6061 kg/jam  
SULFUR = 567,1813 kg/jam]
    CY --> CP[CONDENSOR PARSIAL  
1 atm  
500°C]
    CY --> C3[ABU = 34,4686 kg/jam  
CARBON = 106,219 kg/jam]
    In3[7,9533 kg/jam] --> S01[SEPARATOR-01  
1 atm  
450°C]
    S01 --> F2
    S01 --> S1
  
```



Gambar 3. 2 Diagram alir kuantitatif

3. 2 Uraian Proses

Pabrik Karbon disulfida (CS_2) adalah pabrik yang pembuatannya berasal dari bahan baku, charcoal dan sulfur. Pendirian pabrik ini dirancang dengan kapasitas produksi 48.000 ton/tahun yang beroperasi selama 24 jam dan jumlah hari operasi 330 hari dalam setahun. Secara keseluruhan proses yang terjadi dapat digolongkan menjadi tiga tahap, yaitu sebagai berikut:

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

a. Charcoal

Bahan baku charcoal yang berasal dari gudang penyimpanan charcoal (G-01) diangkut sebanyak 1142,1437 kg/jam dengan suhu 30 °C menggunakan bucket elevator (BE-01) menuju ball mill (BM) untuk dihancurkan agar berubah ukuran dari bongkahan menjadi ukuran lebih kecil atau berbentuk serbuk. Kemudian charcoal diangkut menggunakan screw conveyor (SC-01) menuju vibrating screen (VS) untuk disaring agar ukuran partikel charcoal seragam yaitu ukuran yang melewati (*under size*) ayakan 48 mesh (259 μm). Selanjutnya charcoal dari vibrating screen dialirkan melalui screw conveyor (SC-02) menuju Furnace (F-01) untuk proses kalsinasi. Pada proses kalsinasi ini berlangsung pada suhu 815 °C bertujuan untuk menghilangkan kandungan senyawa volatil dan uap air yang terkandung didalam charcoal, dimana charcoal memiliki kandungan komponen Carbon 93%, Air 1%, Hidrogen 2,5%, Nitrogen 0,2% dan

Oksigen 0,3%. Sehingga diakhir proses kalsinasi hanya tersisa kandungan karbon (C) dan abu. Lalu hasil dari proses kalsinasi ini akan diumpankan menuju reaktor fluidized bed (RFB) dengan menggunakan bucket elevator (BE-02) untuk memasuki tahap reaksi. Secara keseluruhan pada tahap persiapan bahan baku ini bertekanan 1 atm.

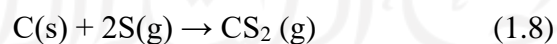
b. Sulfur

Bahan baku *fresh* sulfur padat dengan kemurnian 99,95% sulfur dan impuritis berupa H_2O sebesar 0,045%, H_2SO_4 sebesar 0,001% dan abu sebesar 0,001 yang berasal dari gudang penyimpanan sulfur (G-02) dengan kondisi 30 °C diangkut menggunakan bucket elevator (BE-03) menuju melter tank (MT) sebanyak 5.107,1854 kg/jam. Pada melter sulfur dilelehkan agar berubah fase dari bongkahan menjadi cairan. Saat proses pelelehan juga terpasang sparger untuk menguapkan impuritis dari *fresh* sulfur yaitu berupa H_2O dan H_2SO_4 . Kondisi suhu operasi pada melter yaitu 350 °C, dikarenakan titik leleh sulfur adalah 120 °C, titik didih H_2O yaitu 100 °C dan H_2SO_4 sebesar 337 °C sehingga pada suhu operasi melter ini sulfur sudah meleleh sepenuhnya serta impuritis yang akan diuapkan sudah teruapkan sepenuhnya. Selanjutnya sulfur cair dialirkan ke dalam vaporizer (VP) menggunakan pompa (P-01) sebanyak 5.104,8361 kg/jam serta penambahan 567,18131 kg/jam dan 1417,9533 kg/jam sulfur yang berasal dari arus recycle keluaran reaktor dan separator. Penggunaan vaporizer bertujuan untuk menguapkan sulfur agar berubah fase dari cair menjadi gas serta agar pada saat sulfur bereaksi dengan carbon tidak

terjadi kondensasi. Pada vaporizer alat beroperasi pada suhu 450 °C, dimana titik didih sulfur sebesar 444,6 °C. Proses pemanasan pada alat melter dan vaporizer memanfaatkan panas gas yang berada pada alat cyclone. Selanjutnya bahan keluaran dari vaporizer dipisahkan pada separator (SP-01) dikarenakan efisiensi penguapan vaporizer sebesar 80%, sehingga sulfur cair direcycle menuju vaporizer menggunakan pompa (P-04) sedangkan sulfur yang berfase gas dialirkan menggunakan blower (BL-01) menuju furnace (F-02) untuk dipanaskan dengan suhu operasi 815 °C. Kemudian setelah proses pemanasan gas sulfur dialirkan menggunakan blower (BL-02) menuju reaktor fluidized bed (RFD) untuk direaksikan dengan carbon. Secara keseluruhan pada tahap persiapan bahan baku ini bertekanan 1 atm.

3.2.2 Tahapan Reaksi

Carbon yang berwujud padat dan sulfur berfase gas diumpankan ke dalam Reaktor Fluidized Bed (RFB) untuk bereaksi membentuk Karbon disulfida (CS₂) pada suhu 800 °C dan tekanan 1 atm. Berikut adalah reaksi yang terjadi pada pembentukan Karbon disulfida:



Reaksi tersebut berjalan dengan sifat endotermis berdasarkan hasil energi pembentukan reaksi karbon disulfida. Komponen charcoal yang diumpankan dari atas reaktor berupa carbon sebesar 1062,1936 kg/jam dan abu sebesar 34,2643 kg/jam di kontakkan secara langsung dengan arah

berlawanan dari gas sulfur yang disemprotkan dari bawah reaktor sebesar 5.671,8131 kg/jam. Reaksi berlangsung dengan konversi 90% sehingga menghasilkan produk gas karbon disulfida sebesar 6060,6061 kg/jam dan hasil samping berupa sulfur 567,1813 kg/jam, carbon 106,219 kg/jam yang tidak bereaksi dan abu sebesar 34,2643 kg/jam.

3.2.3 Tahap Purifikasi/Pemurnian Produk

Produk gas karbon disulfida (CS_2) yang terbentuk dialirkan menggunakan blower (BL-03) menuju Cyclone (CY) bersama gas sulfur, padatan carbon, dan padatan abu yang tidak bereaksi untuk dipisahkan. Pada cyclone padatan carbon dan abu masuk ke area UPL, dan untuk gas karbon disulfida dan sulfur dialirkan menggunakan blower (BL-04) menuju condensor parsial untuk mengembunkan sulfur. Dimana suhu operasi pada condensor parsial yaitu $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ dikarenakan titik didih dari sulfur yaitu $444,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Setelah terkondensasi sebagian, sulfur dan karbon disulfida dipisahkan pada separator, dimana cairan sulfur yang keluar dari separator direcycle menuju vaporizer dengan menggunakan pompa (P-03) sedangkan gas karbon disulfida dialirkan menggunakan blower (BL-05) menuju condensor total untuk mengembunkan gas carbon disulfida menjadi cairan, dengan kondisi suhu operasi $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dikarenakan titik didih dari carbon sulfida sebesar $46,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ serta suhu penyimpanan dari produk. Setelah seluruh gas terembunkan, produk dialirkan menggunakan pompa (P-02) menuju tangki penyimpanan (TP-01) karbon disulfida.

3. 3 Spesifikasi Alat Proses

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Reaktor Fluidized bed- 01	
-Spesifikasi Umum	
*Kode	: RFB-01
*Fungsi	: Sebagai tempat bereaksi antara charcoal dan sulfur untuk membentuk produk CS ₂ (Karbon disulfida).
*Jenis/Tipe	: Fluidized bed reactor
*Mode Operasi	: Kontinyu
*Jumlah	: 1
*Harga (\$)	: \$ 263.506,50
-Kondisi Operasi	
*Suhu, °C	: 800
*Tekanan	: 1 atm
*Kondisi Proses	: Isothermal
-Kontruksi dan Material	
*Bahan konstruksi	: Stainlees steel (SA-336 F8m)
*Diameter (ID) shell, m	
*Diameter freeboard	: 6 m
*Diameter zona reaksi	: 4,6 m
*Tebal shell, in	: 1,25

Spesifikasi Reaktor (Lanjutan)

*Tinggi total reaktor	: 16,5 m
*Jenis head	: Torispherical Flanged and Dished Head
-Insulasi	
Bahan	: Asbestos
Konduktivitas	: 2,7 Btu/hr.ft.°F
Tebal isolasi, m	: 0,09 m
-Spesifikasi Khusus	
*Jenis katalis (bahan baku)	: Charcoal.
*Bentuk katalis (bahan baku)	: Round sand.
*Ukuran katalis	: 0,2515 mm
*Kecepatan fluidisasi minimum	: 0,05 m/s
*Kecepatan terminal	: 5,34 m/s
*Transport Disengaging height	: 3,35 m
*Diameter bubble	: 0,019 m
*Tinggi zona reaksi	: 4,81 m
*Volume reaktor	: 99 m ³

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Pendukung

Spesifikasi Screener

Screener	
Kode	: VS-01
Fungsi	: Untuk memisahkan bahan baku charcoal yang ukurannya tidak mencapai 48 mesh.
Jenis	: Vibrating Screen
Material	: Stainless Steel 304
Kondisi Operasi	: 30°C ; 1 atm
Jumlah	: 1
Spesifikasi	
Ukuran Screen	: 48 mesh
Luas Screen	: 2,2981 ft ²
Panjang Screen	: 0,5659 m
Lebar Screen	: 0,3773 m
Daya	: 4 hp
Harga (\$)	: \$ 17.646,59

Spesifikasi Cyclone

Cyclone	
*Fungsi	: Memisahkan padatan sisa reaksi dari gas sulfur dan produk (CS ₂).
*Diameter cyclone	: 1,1 m
*Tinggi cyclone	: 1,5 m
*Efisiensi	: 100 %
*Fc (Friction Factor)	: 0,005
*Pressure Drop	: 0,4 atm
*Harga (\$)	: \$101.467,89

Spesifikasi Separator

Separator -01	
*Nama dan kode	: Separator (SP-01)
*Fungsi	: Memisahkan antara gas sulfur dan sulfur cair
*Jenis	: Silinder Vertikal
*Material	: Carbon Steel SA-283 Grade C
*Kondisi operasi	: 450°C
*Spesifikasi	

Spesifikasi Separator (Lanjutan)

***Shell**

a. Panjang : 1,3 m

b. Tebal : 3/16 in

c. Diameter luar : 0,8 m

***Head**

a. Panjang : 0,2019 m

b. Tebal : 3/16 in

***Jumlah** : 1

***Harga (\$)** : \$ 10.373,33

Separator -02

***Nama dan kode** : Separator (SP-02)

***Fungsi** : Memisahkan antara gas CS₂ dan sulfur cair

***Jenis** : Silinder Vertikal

***Material** : Carbon Steel SA-283 Grade C

***Kondisi operasi** : 350°C

***Spesifikasi**

Spesifikasi Separator (Lanjutan)

*Shell

a. Panjang : 1,3 m

b. Tebal : 3/16 in

c. Diameter luar : 1 m

*Head

a. Panjang : 0,311 m

b. Tebal : 0,005 m

*Jumlah : 1

*Harga (\$) : \$ 10.373,33

Spesifikasi Ball Mill

Ball Mill

Kode : BM-01

Fungsi : Untuk merubah ukuran Charcoal menjadi lebih kecil (200 mesh)

Jenis : Cylindrical Conical Ball Mill

Material : Stainless Steel 304

Kondisi Operasi : 30°C ; 1 atm

Jumlah : 1

Spesifikasi Ball Mill (Lanjutan)

Spesifikasi	
Diameter	: 0,9144 m
Panjang	: 1,8288 m
Kecepatan Putaran	: 33 rpm
Daya Motor	: 15 hp
Harga (\$)	: \$109.814,25

Spesifikasi Melter

Melter	
Kode	: MT-01
Fungsi	: Melelehkan sulfur padatan menjadi cair
Jenis	: Tangki berpengaduk tutup flanged and dished
Kondisi	: T = 350°C
	: P = 1 atm
Bahan	: Stainless Steel 304
Dimensi Mixer	
Diameter	: 1,112 m
Tinggi	: 2,1444 m
Tinggi cairan	: 1,0613 m

Spesifikasi Melter (Lanjutan)

Volume mixer	: 1,0819 m ³
Tebal shell	: 0,0047 m
Tebal head	: 0,0047 m
Jumlah pengaduk	: 1
Power motor	: 2 Hp
Harga (\$)	: \$ 19.435,09

Spesifikasi Furnace (Charcoal)

Furnace-01	
Kode	: F-01
Fungsi	: Memanaskan bahan baku Charcoal dari suhu 30°C ke 815°C
Jenis	: <i>Fired box furnace</i>
Material	: SA-213 Grade TP316
Kondisi Operasi	: <ul style="list-style-type: none"> a. Suhu masuk, °C = 30 b. Suhu keluar, °C = 815 c. Tekanan, atm = 1
Beban Panas	: 1.486.418 kJ/jam

Spesifikasi Furnace F-01 (lanjutan)

Jumlah	: 1
SCH	: 80
ID (m)	: 0,4096
OD (m)	: 0,4572
Dimensi Furnace	
Panjang (m)	: 3,048
Lebar (m)	: 0,9140
Tinggi (m)	: 0,6860
Tinggi stack (m)	: 9
Isolator	
Bahan Isolasi	: kaolin insulating brick
Tebal Isolasi	: 0,01 m
Harga, (\$)	: \$152.857,62

Spesifikasi Furnace (Sulfur)

Furnace -02	
Kode	: F-02
Fungsi	: Memanaskan bahan baku Charcoal dari suhu 30 °C ke 815 °C
Jenis	: <i>Fired box furnace</i>
Material	: SA-213 Grade TP316
Kondisi Operasi	: <ul style="list-style-type: none"> a. Suhu masuk, °C = 30 b. Suhu keluar, °C = 815 c. Tekanan, atm = 1
Beban Panas	: 1.405.335 kj/jam
Jumlah	: 1
SCH	: 80
ID (m)	: 0,4556
OD (m)	: 0,5080
Dimensi Furnace	
Panjang (m)	: 3,0480
Lebar (m)	: 1,0160
Tinggi (m)	: 0,7620
Tinggi stack (m)	: 11
Isolator	

Spesifikasi Furnace F-02 (Lanjutan)

Bahan Isolasi	: <i>kaolin insulating brick</i>
---------------	----------------------------------

Tebal Isolasi	: 0,05 m
---------------	----------

Harga, (\$)	: \$152.857,62
-------------	----------------

Spesifikasi Vaporizer

Vaporizer

Kode	: VP-01
------	---------

Fungsi	: Menguapkan bahan baku sulfur cair menjadi uap sulfur
--------	--

Jenis alat	: Shell and Tube Heat Exchanger
------------	---------------------------------

Jenis Bahan	: SA-204 Grade C
-------------	------------------

Data Design

a" (in ²)	: 0,6390
-----------------------	----------

Pt (in)	: 1,25
---------	--------

Passes	: 4
--------	-----

A (ft ²)	: 688,4733
----------------------	------------

Uc (Btu/hr.ft ² .F)	: 3,6325
--------------------------------	----------

Ud (Btu/hr.ft ² .F)	: 0,4740
--------------------------------	----------

Rd calculated	: 2,1096
---------------	----------

Spesifikasi Vaporizer (Lanjutan)

Shell	
IDs	: 17,25 ft
Passes	: 4
ΔP_s	: 0,0140 psi
Tube	
Nt	: 630 buah
L	: 24 ft
OD	: 1 in
ID	: 0,9020 in
BWG	: 18
ΔP_t	: 0,0128 psi
Harga (\$)	: \$105.998,77
Passes	: 4

3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan

Tabel 3. 1 Spesifikasi gudang

Gudang	G-01	G-02
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan bahan baku charcoal selama 7 hari.	Sebagai tempat penyimpanan bahan baku sulfur selama 7 hari.
Lama penyimpanan dari	7 hari	7 hari
Harga (\$)	\$29.808,43	\$29.808,43
Jumlah Gudang	1	1
Kondisi	Suhu (°C) = 30°C	Suhu (°C) = 30°C
Operasi	Tekanan (atm) = 1 atm	Tekanan (atm) = 1 atm
Spesifikasi	Bahan Konstruksi : Beton Volume : 798,5772 m ³ Panjang : 11,6891 m Tinggi : 5,8446 m Lebar : 11,6891 m	Bahan Konstruksi : Beton Volume : 1285,5243 m ³ Panjang : 13,6995 m Tinggi : 6,8497 m Lebar : 13,6995 m

Tabel 3. 2 Spesifikasi Tangki

Tangki	T-01
Fungsi	Menyimpan produk CS ₂ dari Condensor Total Selama 7 hari
Lama penyimpanan dari	7 hari
Harga (\$)	\$80.125,05
Jumlah Tangki	1
Jenis	Tangki silinder vertical dengan flat bottomed dan torispherical head
Kondisi Operasi	Suhu (°C) = 30°C
	Tekanan (atm) = 1 atm
Spesifikasi	Bahan Konstruksi : Beton Volume : 979,0890 m ³ Panjang : 11,6891 m Jumlah course : 4 course Tinggi : 7,5818 m Diameter : 15,24 m Tebal shell, in : 0,1875 in
Head & Bottom	(Jenis Head) : <i>torispherical head</i> Tebal head (in) : 0,1875 in (Jenis Bottom) : <i>flat bottomed</i> Tebal bottom (in) : 0,1875 in

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi

Tabel 3. 3 Spesifikasi alat transportasi padatan

Jenis Alat	<i>Bucket Elevator (BE-01)</i>	<i>Bucket Elevator (BE-02)</i>	<i>Bucket Elevator (BE-03)</i>	<i>Bucket Elevator (BE-04)</i>
Fungsi	Mengangkut bongkahan charcoal dari gudang menuju ball mill	Mengangkut charcoal dari vibrating screen menuju furnace	Mengangkut charcoal dari furnace menuju reaktor <i>fluidized bed</i>	Mengangkut sulfur bongkahan dari gudang ke melter
Kondisi Operasi				
Tekanan (atm)	1			
Suhu (°C)	30			
Bentuk Bahan	<i>Bongkahan</i>	<i>Powder</i>	<i>Powder</i>	<i>Powder</i>
Jenis Conveyor	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>	<i>Centrifugal Discharge Bucket Elevator</i>
Spesifikasi				
Kapasitas (ton/jam)	14	14	14	14
<i>Speed</i> (rpm)	43	43	43	43
<i>Motor Power</i> (HP)	1	1	1	5
Diameter Pulley (m)	<i>Head : 0,508 Tail : 0,356</i>	<i>Head : 0,508 Tail : 0,356</i>	<i>Head : 0,508 Tail : 0,356</i>	<i>Head : 0,508 Tail : 0,356</i>
Tinggi Elevator(m)	12,192	12,192	12,192	12,192
<i>Material Construction</i>	<i>Carbon Steel SA 28 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 28 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 28 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 28 Grade C</i>
Harga (\$)	12.000	12.000	12.000	12.000

Tabel 3.3 Spesifikasi alat transportasi padatan (lanjutan)

Jenis Alat	<i>Screw Conveyor</i>(SC-01)
Fungsi	Memindahkan Charcoal dari Ball Mill menuju Vibrating Screen
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	30
Bentuk Bahan	Powder
Jenis <i>Conveyor</i>	Horizontal Screw Conveyor
Spesifikasi	
Kapasitas (ton/jam)	1.3980
<i>Speed</i> (rpm)	24
<i>Motor Power</i> (HP)	0,5
Diameter <i>Pulley</i> (m)	-
Tinggi <i>Elevator</i> (m)	-
<i>Material Construction</i>	Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304
Harga (\$)	\$8.346,36

Tabel 3. 4 Spesifikasi alat transportasi cairan

Pompa	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan Sulfur cair hasil pengeluaran dari Melter menuju Vaporizer	Mengalirkan Cairan Sulfur hasil pengeluaran dari Separator menuju Vaporizer	Mengalirkan Produk Karbon disulfida hasil pengeluaran dari Condensor Total menuju Tangki Penyimpanan	Mengalirkan sulfur cair dari separator menuju vaporizer
Kondisi Operasi				
Viskositas (cP)	1108,22	693,54	0,34	41040,06
Kapasitas (m³/jam)	3,6663	0,3778	5,8279	0,8807
<i>Pump Head (m)</i>	3,5320	2,4058	10,8963	282,3005
Suhu Fluida (°C)	350	100	30	350
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>	<i>Immersed</i>	<i>Immersed</i>	<i>Immersed</i>
Jenis Pompa	Centrifugal Pump Single Stage	Centrifugal Pump Single Stage	Centrifugal Pump Single Stage	Centrifugal Pump Single Stage
Efisiensi Pompa	80%	80%	48%	45%
Daya Motor (HP)	0,5	0,5	1	5
Jumlah	2	2	2	2
<i>Material Construction</i>	Commercial Steel	Commercial Steel	Commercial Steel	Commercial Steel
Harga (\$)	\$4.500,00	\$4.500,00	\$4.500,00	\$4.500,00

Tabel 3. 5 Spesifikasi alat transportasi gas

Blower	BL-01	BL-02	BL-03
Fungsi	Mengalirkan gas Sulfur yang telah diuapkan dari Separator-01 menuju Furnace-02	Mengalirkan gas Sulfur dari Furnace-02 menuju Reaktor Fluidized Bed	Mengalirkan gas CS ₂ , sulfur, padatan karbon dan abu yang tidak bereaksi dari Reaktor Fluidized menuju Cyclone
Kondisi Operasi dan Parameter			
Jenis	<i>Centrifugal Blower</i>	<i>Centrifugal Blower</i>	<i>Centrifugal Blower</i>
Kapasitas, (m³/jam)	9301,8107	15737,3445	9716,411973
Jumlah	2	2	2
Bahan konstruksi	Carbon Steel SA-285 Grade C	Carbon Steel SA-285 Grade C	Carbon Steel SA-285 Grade C
Power motor (Hp)	1,5	2	1,5
Harga (\$)	\$21.700,54	\$21.700,54	\$21.700,54

Tabel 3.5 Spesifikasi alat transportasi gas (lanjutan)

Blower	BL-04	BL-05
Fungsi	Mengalirkan gas CS ₂ dan sulfur dari Cyclone menuju Condensor Parsial	Mengalirkan gas CS ₂ dan sulfur dari Cooler-01 menuju Condensor Total
Kondisi Operasi dan Parameter		
Jenis	<i>Centrifugal Blower</i>	<i>Centrifugal Blower</i>
Kapasitas, (m ³ /jam)	8680,74806	6156,982136
Jumlah	2	2
Bahan konstruksi	Carbon Steel SA-285 Grade C	Carbon Steel SA-285 Grade C
Power motor (Hp)	1,5	0,75
Harga (\$)	\$21.700,54	\$21.700,54

3.3.5 Spesifikasi alat penukar panas

Tabel 3. 6 Spesifikasi cooler

COOLER-01	CL-01
Fungsi	Menurunkan suhu karbon disulfida dari separator-02 menuju condensor total
Jumlah	1
Tipe	<i>Shell and tube</i>
Material	<i>Stainlees steel SA-204 grade C</i>
Spesifikasi	
Luas Area ft ²	502,68
Uc BTU/(jam.°F.ft2)	111,95
Ud BTU/(jam.°F.ft2)	10
Rd (Jam.°F.ft2)/BTU	10,98
Tube	
Number of tubes	216
Length (ft)	16
OD (in)	0,75
BWG (in)	14
Pitch (in)	1
ΔP (psi)	0,003
passes	4
Shell	
ID	19,25
Baffle Space	14
Passes	2
ΔP (psi)	0,006

Tabel 3. 7 Spesifikasi condensor parsial

CONDENSOR PARSIAL			
Kode	:	CD-P	
Fungsi	:	Untuk mengembunkan uap gas Sulfur menjadi cair dari Cyclone	
Jumlah	:	1 unit	
Tipe	:	Shell and Tube Heat Exchanger	
Material	:	Carbon Stell SA-283 Grade C	
Spesifikasi			
Luas Area	:	254,6287	ft ²
Uc	:	31,7969	BTU/(Jam.°F.ft ²)
Ud	:	15	BTU/(Jam.°F.ft ²)
Rd	:	0,03522	(Jam.°F.ft ²)/BTU
Tube			
Number of tubes:		109	
Length	:	16	Ft
OD	:	0,75	In
BWG	:	14	
Pitch	:	1	in triangular pitch
ΔPcal / Δpallow	:	0,008 / 10	Psi / psi
Passes	:	6	
Shell			
ID	:	19,25	In
Baffle Space	:	14,4375	in ²
Passes	:	3	
Δpallow	:	0,0145	Psi
Δpallow	:	10	Psi
Harga (\$)	:	\$18.719,69	

Tabel 3. 8 Spesifikasi condensor total

CONDENSOR TOTAL					
Kode	:	CD-T			
Fungsi	:	Untuk mengembunkan uap gas CS ₂ menjadi cair dari Condensor Parsial			
Jumlah	:	1 alat			
Tipe	:	Shell and Tube Heat Exchanger			
Jenis Bahan	:	Carbon Stell SA-283 Grade C			
Jumlah Tube	:	262	Buah		
Tube					
BWG	:	14	In	0,3556	m
IDt	:	0,584	in ²	0,0004	m ²
Odt	:	0,75	In	0,0191	m
Flow area	:	0,268	In	0,0068	m
ΔP (psi)	:	0,0308			psi
Passes	:	4			
Shell					
IDs	:	19,25	In	0,48895	m
Baffle	:	11,55	in ²	0,007451598	m ²
Ud	:	50		Btu/jam.ft ² .°F	
Uc	:	62,4968		Btu/jam.ft ² .°F	
Rd	:	0,0040			
ΔP (psi)	:	0,0009			psi
Passes	:	2			
Harga (\$)	:	\$37.916,32			

3.4 NERACA MASSA

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 9 Neraca massa total

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/jJam)
Carbon	1062,2	106,2
H ₂ O	11,4	11,4
Abu (Carbon)	34,3	34,3
H ₂	28,6	28,6
N ₂	2,3	2,3
O ₂	3,4	3,4
Sulfur	5104,6	
Abu (Sulfur)	0,2	0,2
H ₂ O	2,3	2,3
H ₂ SO ₄	0,1	0,1
CS ₂		6060,6
Total	6249,4	6249,4

3.4.2 Neraca Massa Alat

a. Ball Mill (BM-01)

Tabel 3. 10 Neraca massa ball mill 01

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)
	Arus 1	Arus 3	Arus 2
Carbon	1062,1936	21,2439	1083,4375
H ₂ O	11,4214	0,2284	11,6499
Abu (Carbon)	34,2643	0,6853	34,9496
H ₂	28,5536	0,5711	29,1247
N ₂	2,2843	0,0457	2,3300
O ₂	3,4264	0,0685	3,4950
Total	1164,9865		1164,9865

b. Vibrating Screen (VS-01)

Tabel 3. 11 Neraca massa vibrating screen 01

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
	Arus 2	Arus 3	Arus 4
Carbon	1083,4375	21,2439	1062,1936
H ₂ O	11,6499	0,2284	11,4214
Abu (Carbon)	34,9496	0,6853	34,2643
H ₂	29,1247	0,5711	28,5536
N ₂	2,3300	0,0457	2,2843
O ₂	3,4950	0,0685	3,4264
Total	1164,9865	1164,9865	

c. Furnace (F-01)

Tabel 3. 12 Neraca massa furnace 01

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Carbon	1062,19		1062,19
H ₂ O	11,42	11,42	
Abu (Carbon)	34,26		34,26
H ₂	28,55	28,55	
N ₂	2,28	2,28	
O ₂	3,43	3,43	
Total	1142,1437	1142,1437	

d. Melter (MT-01)

Tabel 3. 13 Neraca massa melter 01

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
Sulfur	5.104,63		5.104,63
Abu (Sulfur)	0,20		0,20
H ₂ O	2,30	2,30	
H ₂ SO ₄	0,05	0,05	
Total	5.107,19	5.107,19	

e. Vaporizer (VP-01)

Tabel 3. 14 Neraca massa vaporizer 01

Komponen	Input (Kg/Jam)			Output (Kg/Jam)
	Arus 9	Arus 18	Arus 12	Arus 10
Sulfur	5.104,63	567,18	1.417,95	7.089,77
Abu (Sulfur)	0,20			0,20
H ₂ O				
H ₂ SO ₄				
Total	7.089,97			7.089,97

f. Separator (SP-02)

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
	Arus 10	Arus 12	Arus 11
Sulfur	7.089,77	1.417,95	5671,81
Abu (Sulfur)	0,20		0,20
H ₂ O			
H ₂ SO ₄			
Total	7.089,97	7.089,97	

g. Furnace (F-02)

Tabel 3. 15 Neraca massa furnace 02

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)
	Arus 11	Arus 13
Sulfur	5.671,81	5.671,81
Abu (Sulfur)	0,20	0,20
H ₂ O		
H ₂ SO ₄		
Total	5.672,01	5.672,01

h. Reaktor Fluidized Bed (RFB-01)

Tabel 3. 16 Neraca massa reaktor fluidized bed 01

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)
	Arus 6	Arus 13	Arus 14
Carbon	1062,19		106,22
Abu (Carbon)	34,26		34,26
Sulfur		5.671,81	567,18
Abu (Sulfur)		0,20	0,20
CS ₂			6060,61
Total	6768,48		6768,48

i. Cyclone (CY-01)

Tabel 3. 17 Neraca massa cyclone 01

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
	Arus 14	Arus 16	Arus 15
Carbon	106,22	106,22	
Abu (Carbon)	34,26	34,26	
Sulfur	567,18		567,18
Abu (Sulfur)	0,20	0,2043	
CS ₂	6060,61		6060,61
Total	6768,48	6768,48	

j. Condensor Parsial (CDP-01)

Tabel 3. 18 Neraca massa condensor parsial 01

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)
	Arus 15	Arus 17
Carbon		
Abu (Carbon)		
Sulfur	567,18	567,18
Abu (Sulfur)		
CS ₂	6060,61	6060,61
Total	6.627,79	6.627,79

k. Separator (SP-01)

Tabel 3. 19 Neraca massa separator 01

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
	Arus 17	Arus 18	Arus 19
Carbon			
Abu (Carbon)			
Sulfur	567,18	567,18	
Abu (Sulfur)			
CS ₂	6060,61		6060,61
Total	6.627,79	6.627,79	

1. Condensor Total (CDT-01)

Tabel 3. 20 Neraca massa condensor total 01

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)
	Arus 19	Arus 20
CS ₂	6060,61	6060,61
Total	6060,61	6060,61

3.5 Neraca Panas

a. Furnace (F-01)

Tabel 3. 21 Neraca panas furnace 01

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	4.228,92	
ΔH		1.490.647,13
Q beban panas	1.486.418,22	
Total	1.490.647,13	1.490.647,13

b. Melter (MT-01)

Tabel 3. 22 Neraca panas melter

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	18.679	
ΔH		2.191.819
Q steam	2.173.139,77	
Total	2.191.818,54	2.191.818,54

c. Vaporizer (VP-01)

Tabel 3. 23 Neraca panas vaporizer 01

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	2.432.773,10	
ΔH		1.703.137
Q vap		1695800,42
Q steam	966.164,02	
Total	3.398.937,12	3.398.937,12

d. Furnace (F-02)

Tabel 3. 24 Neraca panas furnace 02

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	1.703.136,67	
ΔH		3.108.472,4624
Q beban panas	1.405.335,76	
Total	3.108.472,4624	3.108.472,4624

e. Reaktor Fluidized Bed (RFB-01)

Tabel 3. 25 Neraca panas reaktor fluidized bed 01

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	4.248.896,20	
Q reaksi	5.661.017,15	
ΔH		3.924.446,70
Q Serap		5.985.466,65
Total	9.909.913,35	9.909.913,35

f. Cooler (CL-01)

Tabel 3. 26 . Neraca panas cooler 01

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	1.323.336,39	
ΔH		280.623,87
Q pendingin		1.042.712,52
Total	1.323.336,39	1.323.336,39

g. Condensor Parsial (CDP-01)

Tabel 3. 26 Neraca panas condensor parsial 01

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	2.184.718,84	
ΔH		681.498,21
Q pendingin		1.503.220,63
Total	2.184.718,84	2.184.718,84

h. Condensor Total (CDT-01)

Tabel 3. 27 Neraca panas condensor total 01

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (KJ/Jam)
ΔH	280.706,19	
ΔH		2.036.292,57
Q pendingin	1.755.586,38	
Total	2.036.292,57	2.036.292,57

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik sangat krusial pada profitabilitas pabrik dan ruang lingkup lancarnya kegiatan Industri. Penentuan lokasi pabrik yang tepat dipengaruhi oleh berbagai factor karena dapat menyangkut faktor produksi, besarnya keuntungan yang akan didapatkan serta pertimbangan perluasan wilayah di masa mendatang. Pemilihan lokasi juga tentunya harus menjamin dalam hal biaya transportasi serta bahan baku yang seminimal mungkin dan banyak faktor lainnya yang harus dipertimbangkan. Untuk Pabrik Karbon disulfida dari Charcoal dan Sulfur dengan kapasitas 48.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Surabaya, Jawa Timur. Berdasarkan pengamatan lokasi ini tepat sebagai tempat pendirian pabrik dengan pertimbangan beberapa faktor berikut:

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang berpengaruh langsung kepada produksi dan distribusi dari suatu pabrik kimia. Adapun yang termasuk faktor ini yaitu:

a) Sumber Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor yang penting untuk menjamin berlangsungnya produksi di pabrik, bahan baku harus mendapat perhatian yang serius dengan tersedianya secara periodik dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan serta kemudahan dalam memperoleh. Bahan baku Charcoal disuplai dari PT. Indoglobal Mulia Abadi yang berada di

Surabaya, Provinsi Jawa Timur dengan pertimbangan menyediakan kapasitas charcoal dalam jumlah besar serta memiliki kandungan yang baik. Sedangkan Sulfur di suplai dari Gunung Ijen, yaitu salah satu penghasil sulfur terbesar di Indonesia yang berada di Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur.

b) Kedekatan Pasar

Lokasi yang tepat dengan kedekatan pasar memberikan keuntungan terhadap biaya transportasi dan kemudahan pendistribusian. Produk Karbon disulfida diproduksi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri mengingat masih besarnya angka impor Karbon disulfida dari luar negeri karena onsumsi dari carbon disulfida di dalam negeri masih mempunyai angka yang besar. Lokasi yang dipilih juga relatif dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak yang merupakan pelabuhan terbesar kedua di Indonesia yang mana pelabuhan ini menghubungkan surabaya dengan kota-kota lain di Indonesia.

c) Utilitas

Kebutuhan penunjang atau utilitas dapat diperoleh dengan mudah karena lokasi pabrik relatif dekat dengan sumber penyedia air, listrik, dan bahan bakar. Kebutuhan air dapat dipenuhi dari laut yang dekat dengan pabrik, untuk pembangkit listrik utama pabrik menggunakan PLN dan generator diesel, sedangkan bahan bakar diperoleh dari PT. Pertamina.

d) Kemudahan Transportasi

Kegiatan pemasokan bahan baku dapat melalui jalur darat dan pendistribusian produk hasil produksi dapat dilakukan melalui jalur darat maupun jalur laut. Letak geografis yang strategis memudahkan sarana dan prasarana yang mempermudah kegiatan distribusi dapat dijangkau dengan mudah seperti jaringan jalan, bandara, kereta api, angkutan umum serta pelabuhan.

e) Ketersediaan Tenaga Kerja

Dalam menjalankan fungsi pabrik, tenaga kerja merupakan faktor utama yang menentukan keberlangsungan suatu industri mulai dari bagian administrasi, pengolahan dan produksi, hingga bagian distribusi dan pemasaran. Oleh karena itu dipilihlah tenaga kerja yang dapat bekerja secara kompeten. Ketersediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah sekitaran pabrik maupun dari luar daerah, yang dapat terdiri dari tenaga kerja berpendidikan tinggi, menengah maupun tenaga kerja kasar.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a) Air

Persediaan air pabrik ini diambil dari laut, dikarenakan lokasi pabrik yang berdekatan dengan laut sehingga persediaan air untuk proses dan utilitas diambil dari laut yang akan diproses sehingga sesuai dengan baku mutu air yang nantinya siap digunakan untuk keperluan pabrik.

b) Peraturan Daerah Setempat

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan peraturan daerah setempat, sehingga setelah pabrik didirikan tidak menimbulkan masalah.

c) Masyarakat

Dengan didirikannya pabrik di lokasi yang ditentukan dirasa akan mendapatkan dukungan dari masyarakat karena lapangan pekerjaan semakin bertambah dan proses pendirian pabrik dimaksimalkan tidak akan mengganggu kenyamanan serta keselamatan masyarakat sekitar.

d) Rencana Pengembangan

Pemilihan lokasi pabrik juga dipertimbangkan ketersediaan luas tanah yang memungkinkan untuk dilakukan perluasan pabrik. Sehingga tidak akan mencari lokasi lain apabila dilakukan perluasan pabrik dimasa yang akan datang.

e) Fasilitas Pendukung

Surabaya memiliki sarana dan fasilitas umum yang sangat memadai. Fasilitas-fasilitas yang dimaksud adalah seperti sarana kesehatan, Pendidikan, rumah ibadah, perbankan, perumahan dan sebagainya.

f) Iklim

Suatu pabrik apabila ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi yang dipengaruhi oleh iklim, seperti kelembaban udara, panas matahari, dan sebagainya. Hal ini berhubungan dengan pengolahan,

penyimpanan bahan baku ataupun produk. Faktor iklim juga dapat mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan.

Berdasarkan faktor – faktor diatas, maka Pabrik Karbon disulfida direncanakan berlokasi di Perak Bar., Kec. Krembangan, Kota SBY, Jawa Timur yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Lokasi pabrik Karbon disulfida

4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Tata letak pabrik berhubungan dengan perencanaan fasilitas fasilitas yang di dalam pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat penyimpanan bahan baku, tempat terjadinya produksi, dan kegiatan lainnya dalam sebuah pabrik. Tata letak pabrik merupakan pengaturan dari fasilitas – fasilitas fisik perusahaan yang terdiri dari susunan departemen pusat kerja dan peralatan. Tata letak yang baik akan mendapatkan efisiensi penggunaan peralatan, bahan,

energi, keselamatan kerja dan kelancaran pekerja serta keselamatan proses. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus ditata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan karyawan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu:

- a. Mengurangi biaya produksi.
- b. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses.
- c. Meningkatkan keselamatan kerja.
- d. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga dapat mengurangi material handling.
- e. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan (Peters dan Timmerhaus, 2004)

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama sebagai berikut:

- a. Perkantoran/Administrasi

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik, serta untuk urusan dengan pihak luar maupun pihak dalam pabrik itu sendiri. Daerah ini berada di bagian depan area pabrik.

- b. Proses

Daerah proses merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat-alat proses dan ruang pengendalian (control room). Daerah ini berada di tempat yang terpisah dengan daerah lainnya dengan tujuan untuk keamanan.

c. Instalasi dan Utilitas

Daerah instalasi dan utilitas merupakan tempat yang menyediakan kebutuhan-kebutuhan penunjang proses, seperti kebutuhan air, steam pemanas, air pendingin, listrik, dan bahan bakar.

d. Fasilitas Umum

Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan yang meliputi perumahan/mess, poliklinik, mushollah, kantin, taman, dan sebagainya.

e. Keamanan

Daerah keamanan merupakan tempat untuk menyimpan alat-alat keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan apabila terjadi ledakan, asap, kebakaran, kebocoran gas beracun dan hal lainnya. Oleh karena itu, perlu disediakan alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya dan dapat memicu kebakaran.

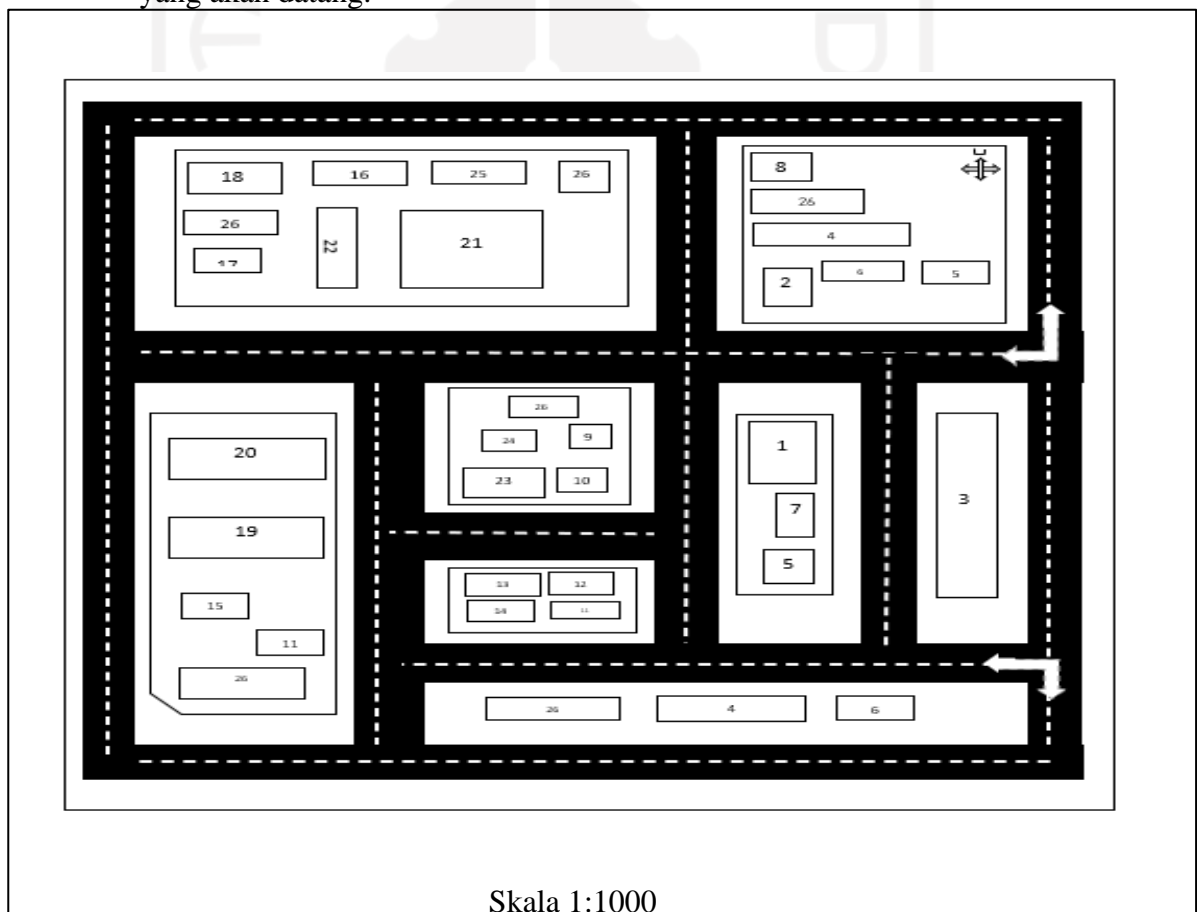
f. Pengolahan Limbah

Pendirian suatu pabrik juga harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah

produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan batas komponen berbahaya yang terkandung sehingga aman saat dibuang ke lingkungan.

g. Perluasan

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangan ketersediaan luas tanah yang memungkinkan untuk dilakukan perluasan pabrik. Sehingga tidak akan mencari lokasi lain apabila dilakukan perluasan pabrik di masa yang akan datang.



Gambar 4. 2 Layout tata letak pabrik

Keterangan :

1. Kantor Utama

11. Kantin

21. Area Proses

- | | | |
|--|----------------------|---|
| 2. Kantor Teknik | 12. Gedung Serbaguna | 22. Area Kontrol Proses |
| 3. Tempat Parkir (Direktur, Kabag, Tamu) | 13. Gedung K3 | 23. Area Utilitas |
| 4. Tempat Parkir Sepeda | 14. Poliklinik | 24. Area Kontrol Utilitas |
| 5. Tempat Parkir Karyawan | 15. Unit Pemisahan | 25. Area UPL |
| 6. Pos Keamanan | 16. Laboratorium | 26. Taman |
| 7. Perpustakaan | 17. Bengkel |  Jalan |
| 8. Mess | 18. Gudang Alat | |
| 9. Power Plant | 19. Area Timbang | |
| 10. Masjid | 20. Parkir Truk | |

Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik

No.	Lokasi	Panjang	Lebar	Luas
		m	m	m ²
1	Pos Keamanan	4	4	16
2	Kantor Utama	20	15	300
3	Parkir Direktur	10	30	300
4	Parkir Karyawan	15	8	120
5	Parkir Tamu	17	9	153
6	Parkir Sepeda	12	5	60
7	<i>Power Plant</i>	8	8	64
8	Masjid	12	12	144
9	<i>Area Mess</i>	20	15	300
10	Kantin	12	8	96
11	Kantor Teknik dan Produksi	12	14	168
12	Gedung Serba Guna	12	10	120
13	Laboratorium	15	10	150
14	Area Timbang Truk	10	10	100
15	Area Parkir Truk	20	20	400
16	Poliklinik	12	10	120
17	Perpustakaan	10	10	100
18	Unit Pemadam Kebakaran	12	12	144
19	Control Room process	14	14	196
20	Control Utilitas	12	12	144
21	Bengkel	15	10	150

22	Unit Pengolahan Limbah	14	16	224
23	Gudang Peralatan	12	10	120
24	Area Proses	47	47	2209
25	Area Utilitas	40	40	1600
26	Taman 1	20	20	400
27	Taman 2	10	10	100
28	Taman 3	10	10	100
29	Taman 4	10	10	100
30	Taman 5	10	10	100
31	Taman 6	10	10	100
32	Gudang Alat	7	7	49

Tabel 4.1 Rincian luas tanah bangunan pabrik (Lanjutan)

33	Daerah perluasan	80	60	4800
34	Jalan	108	10	1080
Luas Bangunan				14327
Luas Tanah		652	506	13247
Total				30865

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses

Tata letak mesin adalah tata letak penempatan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak peralatan proses produksi:

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

Adalah pengaliran bahan baku dan produk yang tepat dan benar, dimana akan memberikan keuntungan ekonomi cukup besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

b. Aliran Udara

Adalah pengaliran udara di dalam unit proses dan di sekitarnya yang harus diperhatikan kelancarannya. Untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau udara tidak mengalir pada suatu tempat sehingga dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat mengancam keselamatan para pekerja. Arah hembusan angin juga harus diperhatikan.

c. Lalu Lintas Manusia

Adalah tata letak peralatan pabrik juga perlu diperhatikan agar para pekerja dapat mencapai seluruh alat-alat proses dengan cepat dan mudah. Apabila terdapat gangguan atau kerusakan pada alat proses, dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan para pekerja selama menjalani tugasnya juga harus diprioritaskan.

d. Cahaya

Adalah penerangan yang harus memadai terutama pada tempat tempat proses yang berbahaya dan beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

e. Pertimbangan Ekonomi

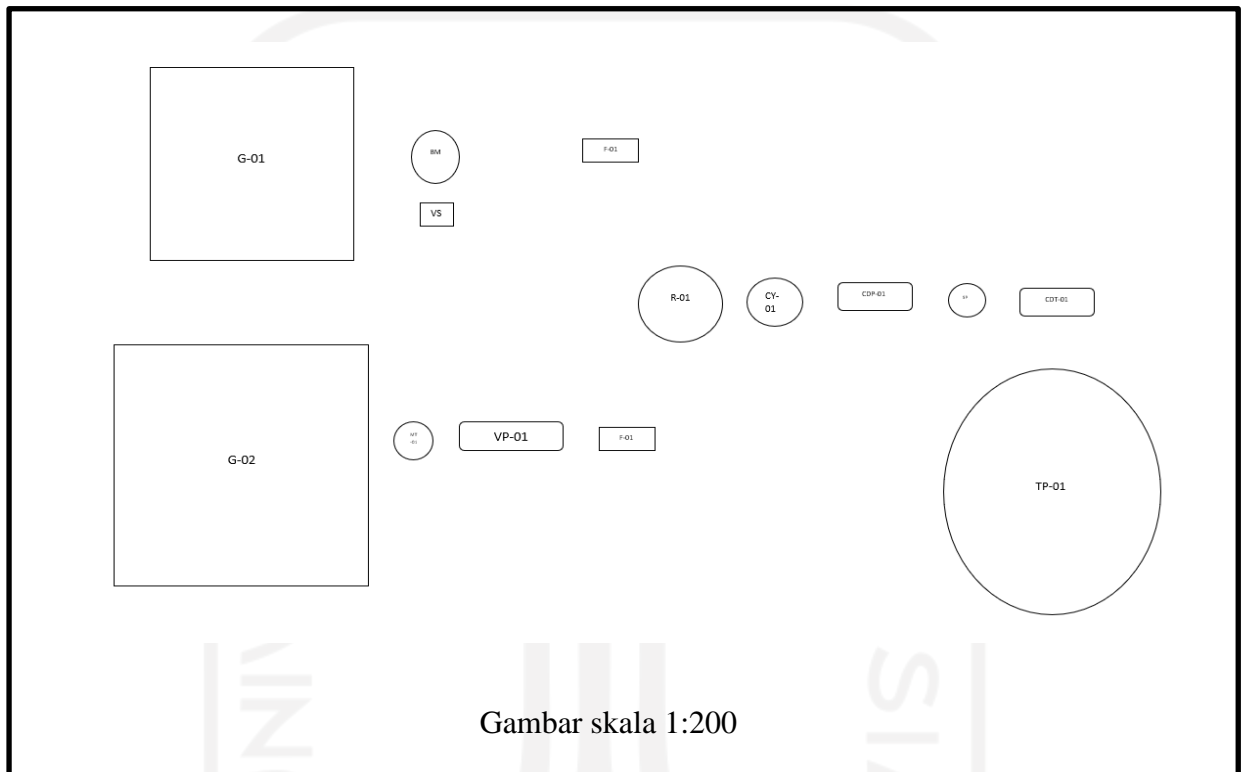
Adalah penempatan alat-alat proses yang di tata sedemikian rupa agar dapat menekan biaya operasi, menjamin kelancaran dan juga keamanan produksi pabrik. Sehingga untuk segi ekonomi akan menguntungkan.

f. Jarak Antar Alat Proses

Tata letak (lay out) alat proses harus dibuat dengan baik, sehingga :

1. Kelancaran proses produksinya dapat terjamin dengan baik.
2. Dapat mengefektifkan lahan yang tersedia.

3. Biaya material yang di handling menjadi rendah dan menyebabkan terhindarnya dari pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
4. Para pekerja akan mendapatkan kepuasan kerja supaya meningkatkan produktifitas kerja.



Gambar 4. 3 Tata letak alat proses

Keterangan gambar :

- | | | |
|----|---|------------------|
| G | = | Gudang |
| BM | = | Ball mill |
| VS | = | Vibrating screen |
| MT | = | Melter |
| VP | = | Vaporizer |

F	=	Furnace
R	=	Reaktor
CY	=	Cyclone
CDP	=	Condensor parsial
SP	=	Separator
CDT	=	Condensor total
TP	=	Tangki penyimpanan

4.4 Organisasi Perusahaan

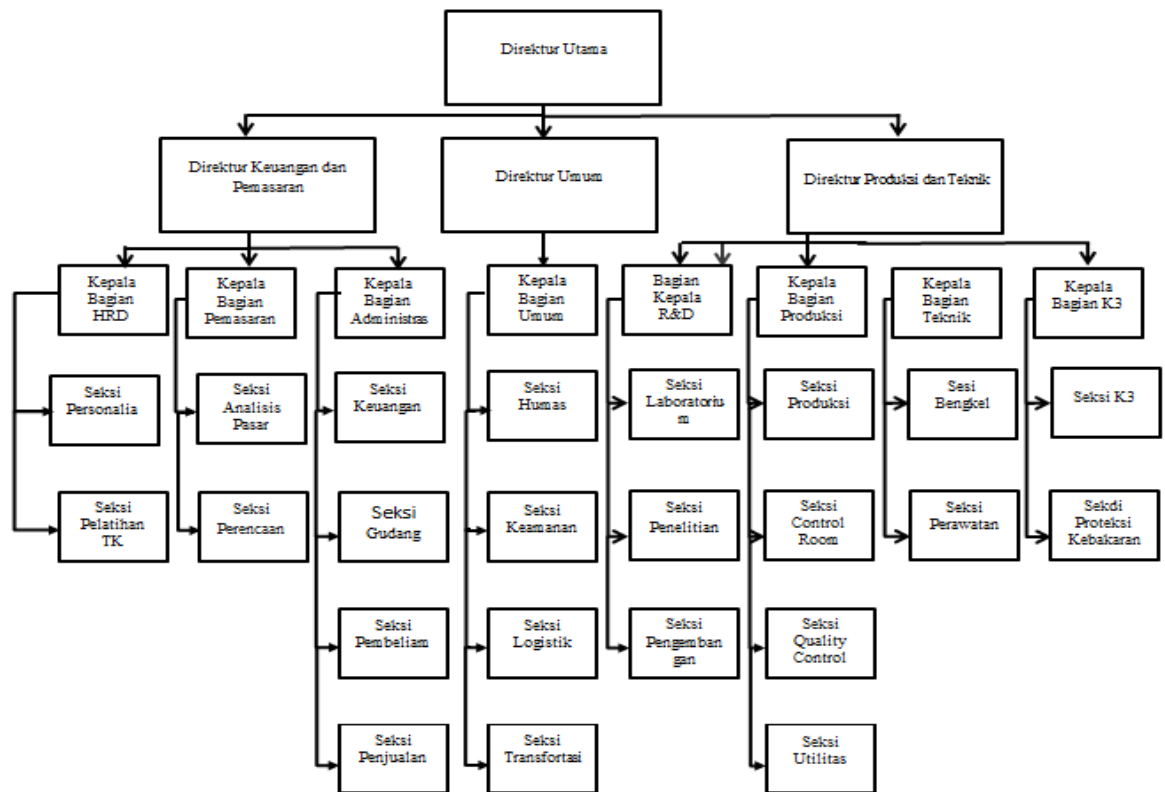
4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada Prarancangan Pabrik Karbon disulfida ini adalah Perseroan Terbatas (PT). PT adalah usaha berbentuk badan hukum resmi dengan persekutuan modal, dalam menjalankan usaha modal terdiri dari saham-saham yang pemiliknya memiliki bagian sebanyak saham yang ditanamkannya. Karena kepemilikan PT dinyatakan dengan saham, maka lembar saham tersebut menjadi modal dasar pembentukan PT yang dapat diperjual belikan. Oleh sebab itu, perubahan status kepemilikan perusahaan dapat terjadi tanpa perlu membubarkan perusahaan. Adapun faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dipilihnya bentuk perusahaan PT, yaitu:

- a) Dapat mengumpulkan modal lebih besar dengan melalui penjualan saham.

- b) Kemungkinan mendapatkan kredit lebih mudah karena dukungan oleh kredibilitas dan jaminan dari perusahaan.
- c) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, dimana pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, atau karyawan perusahaan.
- d) Lapangan usaha lebih luas karena suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat melakukan ekspansi perluasan usaha.
- e) Saham dapat diperjualbelikan dengan mudah.
- f) Mudah bergerak di pasar modal.

4.4.2 Struktur Organisasi



Gambar 4. 4 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Karbon disulfida

Organisasi merupakan suatu wadah dimana orang-orang bekerja sama secara sistematis, dipimpin, terkendali, dan terencana untuk meraih tujuan tertentu yang telah disepakati. Organisasi umumnya memiliki sistem kepengurusan secara formal yang bertujuan untuk mengidentifikasi kewenangan dan tanggung jawab dari setiap anggotanya dengan jelas agar tujuan dari organisasi dapat tercapai secara maksimal. Struktur organisasi yaitu suatu susunan dari banyaknya unit kerja pada sebuah organisasi. Struktur organisasi digunakan sebagai sistem untuk mendefinisikan hierarki (jenjang atau garis yang bertingkat) yang menyusun perusahaan terkait pembagian tugas dan tanggung jawab untuk

meminimalisir terjadinya tumpang tindih dalam suatu wewenang dan tanggung jawab setiap pekerja.

Adapun tugas, wewenang dan tanggung jawab masing – masing jabatan yaitu sebagai berikut:

1. Dewan Direksi

a. Direktur Utama

Tugas : Menyusun, mengomunikasikan, dan menerapkan visi dan misi, serta menentukan arah yang akan ditempuh oleh perusahaan. Disamping itu, juga melaksanakan fungsi pimpinan dan penanggung jawab tertinggi perusahaan, dimana memimpin, dan membina semua kegiatan pabrik secara keseluruhan, serta bertanggung jawab terhadap kelangsungan pabrik.

b. Direktur Produksi dan Teknik

Tugas : Bertanggung Jawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang produksi, teknologi dan operasi yang secara langsung mendukung proses produksi baik secara kualitas dan kuantitas.

c. Direktur Umum

Tugas : Bertanggung Jawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang hubungan masyarakat, keamanan, transportasi, dan logistik.

d. Direktur Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Bertanggung Jawab terhadap kebijaksanaan perusahaan yang berhubungan dengan administrasi dan keuangan.

2. Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Umum

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan kebijakan yang berhubungan dengan hubungan masyarakat, keamanan, transportasi, dan logistik.

b. Kepala Administrasi

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala administrasi, keuangan, pembelian, dan penjualan.

c. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala Analisa pasar dan perencanaan.

d. Kepala Bagian HRD

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala recruitment pegawai, personalia, dan pelatihan TK.

e. Kepala Bagian R&D

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala penelitian, laboratorium, serta pengembangan.

f. Kepala Bagian Produksi

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala proses produksi, ruang control, quality control, beserta kebutuhan utilitas.

g. Kepala Bagian Teknik

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala keteknikan seperti bengkel dan perawatan.

h. Kepala Bagian K3

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala K3 dan proteksi kebakaran.

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Berikut Tabel 4.4.2 merupakan rincian jumlah tenaga kerja dan sistem penggajiannya.

Tabel 4. 2 Pendidikan karyawan

No.	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	S2 Teknik Kimia
2	Sekretaris Direktur Utama	S1 Sekretaris/ Administrasi Perkantoran
3	Staff Direktur Utama	S1 Semua Jurusan
4	Direktur Produksi & Teknik	S2 Teknik Kimia/ Mesin/ Elektro/ Industri
5	Staff Direktur Produksi & Teknik	S1 Teknik Kimia
6	Direktur Keuangan & Pemasaran	S2 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
7	Staff Direktur Keuangan & Pemasaran	S1 Semua Jurusan
8	Direktur Umum	S2 Ekonomi / Hukum / Komunikasi
9	Staff Direktur Umum	S1 Semua Jurusan
10	Kepala Bagian Produksi dan Logistik	S1 Teknik Kimia
11	Kepala Bagian Teknik	S1 Teknik Kimia
12	Kepala Bagian Pengembangan Proses & Teknologi	S1 Informatika
13	Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	S1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
14	Kepala Bagian Keuangan	S1 Ekonomi
15	Kepala Bagian Pemasaran	S1 Manajemen
16	Kepala Bagian Umum	S1 Semua Jurusan
17	Kepala Bagian Personalia	S1 Hukum

18	Kepala Seksi Produksi	S1 Teknik Kimia
19	Kepala Seksi Control Room	S1 Teknik Kimia
20	Kepala Seksi Quality Control	S1 Teknik Kimia
21	Kepala Seksi Utilitas & Pengolahan Limbah	S1 Teknik Lingkungan
22	Kepala Seksi Perawatan Pabrik	S1 Teknik Mesin
23	Kepala Seksi Instrumentasi Listrik	S1 Teknik Elektro
24	Kepala Seksi Penelitian Proses & Teknologi	S1 Teknik Kimia/Industri
25	Kepala Seksi Keselamatan Kerja & Proteksi Kebakaran	S1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
26	Kepala Seksi Laboratorium	S1 Kimia/ Teknik Kimia
27	Kepala Seksi Keuangan	S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
28	Kepala Seksi Pembelian	S1 Semua Jurusan
29	Kepala Seksi Penjualan	S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
30	Kepala Seksi Analisa Pasar	S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
31	Kepala Seksi Perencanaan Pemasaran	S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
32	Kepala Seksi Pelayanan Umum	S1 Ilmu Komunikasi

Tabel 4.2 Pendidikan karyawan (Lanjutan)

33	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat	S1 Ilmu Komunikasi
34	Kepala Seksi Keamanam	S1 Semua Jurusan
35	Kepala Seksi Transportasi	S1 Semua Jurusan
36	Kepala Seksi Gudang	S1 Semua Jurusan
37	Kepala Seksi Personalia	S1 Semua Jurusan
38	Kepala Seksi Pelatihan Tenaga Kerja	S1 Semua Jurusan
39	Karyawan Produksi	D3/S1 Teknik Kimia
40	Karyawan Control Room	D3/S1 Teknik Kimia
42	Karyawan Quality Control	D3/S1 Teknik Kimia
43	Karyawan Utilitas & Pengolahan Limbah	D3/S1 Teknik Lingkungan
44	Karyawan Perawatan Pabrik	D3/S1 Teknik Mesin
45	Karyawan Instrumentasi Listrik	D3/S1 Teknik Elektro
46	Karyawan Penelitian Proses & Teknologi	D3/S1 Teknik Kimia/Industri
47	Karyawan Keselamatan Kerja & Proteksi Kebakaran	D3/S1 Kesehانا dan Keselamatan Kerja (K3)
48	Karyawan Laboratorium	D3 Analis Kimia/ S1 Teknik Kimia/ S1 Kimia
49	Karyawan Keuangan	D3/S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
50	Karyawan Pembelian	D3/S1 Semua Jurusan

51	Karyawan Penjualan	D3/S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
52	Karyawan Analisa Pasar	D3/S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
53	Karyawan Perencanaan Pemasaran	D3/S1 Ekonomi/ Akuntansi/ Manajemen
54	Karyawan Pelayanan Umum	D3/S1 Ilmu Komunikasi
55	Karyawan Hubungan Masyarakat	D3/S1 Ilmu Komunikasi
56	Karyawan Transportasi	D3/S1 Semua Jurusan
57	Karyawan Gudang	D3/S1 Semua Jurusan
58	Karyawan Personalia	D3/S1 Semua Jurusan
59	Karyawan Pelatihan Tenaga Kerja	D3/S1 Semua Jurusan
60	Dokter	S1 Pendidikan Dokter
61	Perawat	S1/D3 Keperawatan
62	Operator Operasi	SMK/ D3 Teknik Kimia
63	Operator Utilitas	SMK/ D3 Teknik Kimia
64	Petugas Keamanan	SMA/SMK sederajat
65	Sopir	SMA/SMK sederajat
66	<i>Office Boy/Girl</i>	SMA/SMK sederajat
67	Petugas Kebersihan (Taman/Halaman)	SMP sederajat

Tabel 4. 3 Jumlah tenaga kerja, dan sistem penggajian

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Direktur Utama	1	40.000.000	40.000.000
2	Sekretaris Direktur Utama	1	13.000.000	13.000.000
3	Staff Direktur Utama	1	11.000.000	11.000.000
4	Direktur Prouksi & Teknik	1	25.000.000	25.000.000
5	Staff Direktur Prouksi & Teknik	1	11.000.000	11.000.000
6	Direktur Keuangan & Pemasaran	1	25.000.000	25.000.000
7	Staff Direktur Keuangan & Pemasaran	1	11.000.000	11.000.000
8	Direktur Umum	1	25.000.000	25.000.000
9	Staff Direktur Umum	1	11.000.000	11.000.000
10	Kepala Bagian Produksi dan Logistik	1	15.000.000	15.000.000
11	Kepala Bagian Teknik	1	15.000.000	15.000.000
12	Kepala Bagian Pengembangan Proses & Teknologi	1	15.000.000	15.000.000
13	Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	1	15.000.000	15.000.000
14	Kepala Bagian Keuangan	1	15.000.000	15.000.000

15	Kepala Bagian Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000
16	Kepala Bagian Umum	1	15.000.000	15.000.000
17	Kepala Bagian Personalia	1	15.000.000	15.000.000
18	Kepala Seksi Produksi	1	12.000.000	12.000.000
19	Kepala Seksi Control Room	1	12.000.000	12.000.000
20	Kepala Seksi Quality Control	1	12.000.000	12.000.000
21	Kepala Seksi Utilitas & Pengolahan Limbah	1	12.000.000	12.000.000
22	Kepala Seksi Perawatan Pabrik	1	12.000.000	12.000.000
23	Kepala Seksi Instrumentasi Listrik	1	12.000.000	12.000.000
24	Kepala Seksi Penelitian Proses & Teknologi	1	12.000.000	12.000.000
25	Kepala Seksi Keselamatan Kerja & Proteksi Kebakaran	1	12.000.000	12.000.000
26	Kepala Seksi Medis	1	12.000.000	12.000.000
27	Kepala Seksi Keuangan	1	12.000.000	12.000.000
28	Kepala Seksi Pembelian	1	12.000.000	12.000.000
29	Kepala Seksi Penjualan	1	12.000.000	12.000.000

Tabel 4.3 Jumlah tenaga kerja, dan sistem penggajian (Lanjutan)

30	Kepala Seksi Analisa Pasar	1	12.000.000	12.000.000
31	Kepala Seksi Perencanaan Pemasaran	1	12.000.000	12.000.000
32	Kepala Seksi Pelayanan Umum	1	12.000.000	12.000.000
33	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat	1	12.000.000	12.000.000
34	Kepala Seksi Keamanan	1	12.000.000	12.000.000
35	Kepala Seksi Transportasi	1	12.000.000	12.000.000
36	Kepala Seksi Gudang	1	12.000.000	12.000.000
37	Kepala Seksi Personalia	1	12.000.000	12.000.000
38	Kepala Seksi Pelatihan Tenaga Kerja	1	12.000.000	12.000.000
39	Karyawan Produksi	15	10.000.000	150.000.000
40	Karyawan Control Room	3	10.000.000	30.000.000
42	Karyawan Quality Control	3	10.000.000	30.000.000
43	Karyawan Utilitas & Pengolahan Limbah	3	10.000.000	30.000.000
44	Karyawan Perawatan Pabrik	3	10.000.000	30.000.000
45	Karyawan Instrumentasi Listrik	3	10.000.000	30.000.000
46	Karyawan Penelitian Proses &	3	10.000.000	30.000.000

	Teknologi			
47	Karyawan Keselamatan Kerja & Proteksi Kebakaran	3	10.000.000	30.000.000
48	Karyawan Laboratorium	3	10.000.000	30.000.000
49	Karyawan Keuangan	3	10.000.000	30.000.000
50	Karyawan Pembelian	3	10.000.000	30.000.000
51	Karyawan Penjualan	3	10.000.000	30.000.000
52	Karyawan Analisa Pasar	3	10.000.000	30.000.000
53	Karyawan Perencanaan Pemasaran	3	10.000.000	30.000.000
54	Karyawan Pelayanan Umum	3	10.000.000	30.000.000
55	Karyawan Hubungan Masyarakat	3	10.000.000	30.000.000
56	Karyawan Transportasi	2	10.000.000	20.000.000
57	Karyawan Gudang	2	10.000.000	20.000.000
58	Karyawan Personalia	2	10.000.000	20.000.000
59	Karyawan Pelatihan Tenaga Kerja	2	10.000.000	20.000.000
60	Dokter	4	10.000.000	40.000.000
61	Perawat	6	8.700.000	52.200.000
62	Operator Operasi	24	7.500.000	180.000.000

Tabel 4.3 Jumlah tenaga kerja, dan sistem penggajian (Lanjutan)

63	Operator Utilitas	15	7.500.000	112.500.000
64	Petugas Keamanan	6	6.100.000	36.600.000
65	Sopir	9	6.300.000	56.700.000
66	<i>Office Boy/Girl</i>	6	5.900.000	35.400.000
67	Petugas Kebersihan (Taman/Halaman)	4	5.900.000	23.600.000
Total		180		1.761.000.000

4.4.3 Jam Kerja Karyawan

Pabrik produksi Karbon disulfida direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun secara kontinyu 24 jam perhari. Adapun hari yang lain digunakan untuk

maintenance pabrik. Menurut pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Karyawan Non-Shift

Karyawan non-shift adalah karyawan yang tidak terlibat secara langsung dalam proses produksi, diantaranya yaitu direktur, manajer, kepala bagian dan semua karyawan bagian umum seperti bagian administrasi, gudang, dan lain-lain. Berdasarkan peraturan jam kerja yang dikeluarkan oleh pemerintah pada Pasal 77 ayat 2 hingga 4 UU No 13 tahun 2003 tentang aturan jam kerja. Di mana dalam ayat 2 UU tersebut dituliskan jam kerja karyawan yaitu 7 jam dalam sehari, 40 jam selama seminggu, untuk 6 hari kerja dalam seminggu atau 8 jam dalam sehari, 40 jam selama seminggu, untuk 5 hari kerja dalam seminggu. Untuk waktu kerja pada pabrik Karbon disulfida direncanakan karyawan non-shift bekerja 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan Hari Besar, dengan perincian jam kerja sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Jadwal jam kerja karyawan non-shift

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin - Kamis	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00
Jum'at	07.30 - 16.00	11.30 - 13.00

2. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung terlibat dalam proses produksi, seperti operator pada bagian produksi dan utilitas , bagian listrik dan instrumentasi, kepala *shift* dan bagian keamanan. Penerapan shift kerja ini dengan tujuan untuk mengoptimalkan hasil kerja dan produktivitas serta pengawasan intens proses produksi yang memerlukan kontrol selama 24 jam. Sistem kerja bagi karyawan produksi diatur menurut pembagian shift dan dilakukan secara bergiliran dimana kerja shift dibagi dalam 4 regu. Saat hari libur sabtu, minggu dan hari besar karyawan shift tetap akan bekerja dan akan mendapatkan libur selama dua hari dalam seminggu. Adapun perincian waktu shift kerja karyawan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Jadwal jam kerja karyawan shift

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
Shift 1	07.00 - 15.00	11.00 - 12.00
Shift 2	15.00 - 23.00	19.00 - 20.00
Shift 3	23.00 - 07.00	03.00 - 04.00

Masing – masing shift dikepalai oleh satu orang kepala shift. Jadwal kerja masing masing regu ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Sistem Shift Karyawan

Group	Hari							
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin
A	1	1	2	2	3	3	Off	Off
B	2	2	3	3	Off	Off	1	1
C	3	3	Off	Off	1	1	2	2
D	Off	Off	1	1	2	2	3	3

Keterangan:

1,2, dan 3 : Shift

A, B, C, dan D : Kelompok Kerja (Group)

4.4.4 Fasilitas dan Hak Karyawan

Adanya fasilitas yang ditujukan untuk karyawan bertujuan untuk memberikan impuls terhadap kelangsungan produktivitas karyawan serta agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dan nyaman dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Adapun fasilitas serta hak kepada karyawan yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Tunjangan

a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.

b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang.

c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Cuti

a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian kerja Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.

b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Hari libur nasional Bagi karyawan harian (non-shift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional

tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur.

6. Kerja lembur (Overtime) Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

7. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK) diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan Rp. 1.000.000,00 per bulan.

8. Penyediaan fasilitas bagi karyawan

a. Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.

b. Beasiswa kepada anak-anak karyawan yang berprestasi.

c. Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk palakat dan hadiah cendra mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun.

e. Penyediaan fasilitas perumahan yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan suatu unit penunjang operasional suatu industri dimana unit ini di luar unit proses maupun unit operasi, yang bertugas menyediakan, mempersiapkan dan mendistribusikan bahan-bahan penunjang operasional pabrik. Unit ini memegang peran penting untuk menjalankan proses produksi, menjaga alat-alat produksi tetap beroperasi dengan normal, menjaga kondisi operasi pabrik tetap stabil sesuai dengan yang diinginkan, serta menjaga aspek *safety* pada proses produksi terlaksana dengan baik. Adapun unit utilitas yang direncanakan pada pendirian pabrik Karbon disulfida, yaitu:

1. Unit penyedia dan pengolahan air
2. Unit penyedia dowtherm
3. Unit penyedia udara tekan
4. Unit penyedia listrik
5. Unit penyedia bahan bakar
6. Unit pengelolaan limbah

5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air

Secara umum kebutuhan air suatu industri dipenuhi menggunakan air sumur, air danau, air sungai, atau air laut sebagai sumbernya. Perancangan pabrik Karbon disulfida ini menggunakan air laut sebagai sumber mendapatkan air karena dekat dengan lokasi pabrik. Untuk menghindari fouling yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air laut yang dilakukan secara fisis

dan kimia. Adapun pertimbangan dalam memilih air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

- Air laut merupakan sumber air yang jumlahnya sangat besar sehingga selalu tersedia dan terhindarkan dari kendala kekurangan kebutuhan air.
- Lokasi pabrik dekat dengan laut.
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.

Air yang diperlukan dilingkungan pabrik digunakan untuk :

1. Kebutuhan air domestik

Berdasarkan standar WHO, kebutuhan air per orang berkisar antara 100-120 liter per hari. Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air untuk satu orang sebesar 100 liter per hari (Sularso,2001). Jumlah karyawan pada pabrik ini berjumlah 180 orang. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar :

Tabel 5. 1 Kebutuhan air domestik

No	Keterrangan	Kebutuhan Air (Kg/Hari)
1	karyawan	18000
2	rumah	48000
3	Total	66000

2. Kebutuhan air pendingin

Kebutuhan air pendingin untuk pabrik Karbon disulfida sebesar :

Tabel 5. 2 Kebutuhan air pendingin

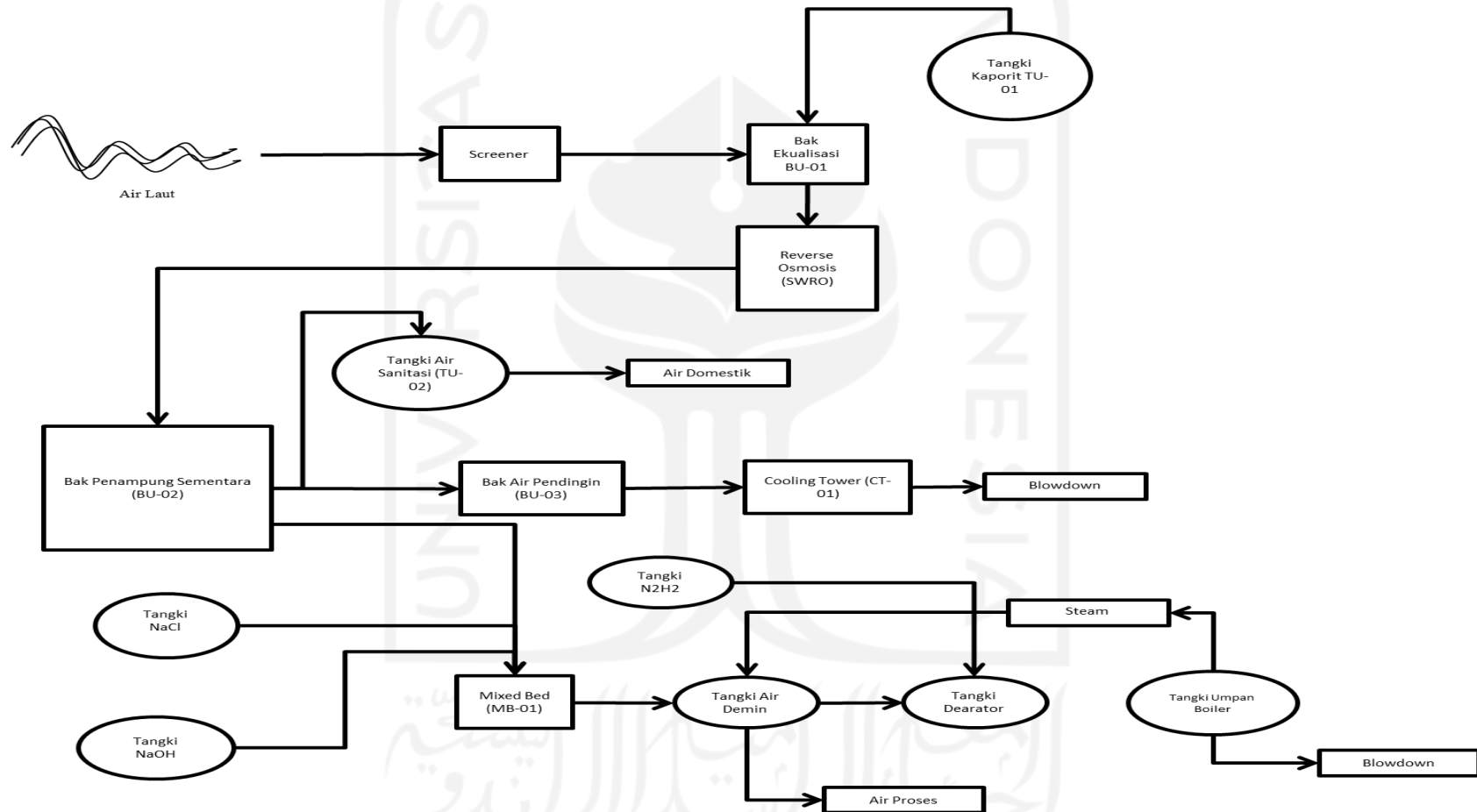
No	Keterrangan	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1	Kondensor Total	7.769,58

Perancangan dibuat over design dengan sebanyak 20% sehingga menjadi 9.323,5017 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pendingin mengalami blowdown pada unit cooling tower sehingga diperlukan adanya air *make-up*. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan kebutuhan air *make-up* sebesar 739,6645 kg/jam.

3. Air service

Perkiraan kebutuhan air service untuk penggunaan pelayanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, musholla, dan taman. Sebanyak 4500 kg/hari.

Diagram Alir Pengolahan Air



Gambar 5. 1 Diagram alir utilitas

Unit pengolahan air

Air yang digunakan pada unit utilitas ini diperoleh dari air laut sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Pengolahan air meliputi pengolahan fisis seperti screening dan pengolahan kimia seperti penambahan chlorine serta penambahan disinfektan. Adapun tahapan pengolahan air dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut :

- a. Penyaringan Awal/Screening Pada tahap ini air yang akan digunakan dari laut dialirkan ke water intake system berupa screen dan pompa. Screen akan berfungsi untuk memisahkan kotoran dan benda asing seperti kayu, ranting, daun dan sampah lainnya pada aliran menuju pompa. Air yang tersaring dari screen akan masuk ke pompa dan dialirkan melalui pipa masuk kedalam unit pengolahan air.
- b. Bak Pengendap Air yang telah melewati screening akan masuk ke bak pengendapan awal untuk mengendapkan lumpur dan kotoran yang tidak tersaring pada tahap awal. Pada tahapan ini diinjeksikan klorin sejumlah 2 ppm untuk membunuh mikroorganisme dan mencegah perkembangbiakannya.
- c. Bak Penggumpal Air kemudian akan dialirkan menuju bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan x yang tidak mengendap dengan penambahan koagulan berupa $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ atau tawas.
- d. Reverse Osmosis/Desalinasi Pada tahapan ini air akan mengalami proses desalinasi atau proses penghilangan kadar garam berlebih dalam air laut. Pada

proses ini digunakan metode reverse osmosis dengan menggunakan membran semi permeable yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan pada sifat fisiknya. Prinsip dari reverse osmosis ini berkebalikan dengan osmosis pada umumnya dimana air yang memiliki konsentrasi garam tinggi dipompakan dengan tekanan yang tinggi ke membran sehingga proses perpindahan massa akan memiliki arah yang kebalikan dari peristiwa osmosis pada umumnya. Air dengan kadar salinitas rendah akan menembus membran dan disebut permeate. Sementara itu retentat atau konsentrat adalah campuran yang tidak melewati membran. Proses pemisahan menggunakan membran ini merupakan perpindahan materi secara selektif yang disebabkan karena adanya gaya dorong berupa perbedaan tekanan.

e. Klorinasi Air dari pengolahan sebelumnya akan dicampur dengan klorin dalam bentuk kaporit untuk menghilangkan jamur, bakteri, dan mikroorganisme. Air yang telah mengalami proses klorinasi kemudian ditampung pada tangki air bersih untuk kemudian didistribusikan sebagai air domestik. Klorin dalam air akan membentuk asam hipoklorit menurut reaksi berikut :



Selanjutnya asam hipoklorit akan pecah sesuai reaksi berikut :



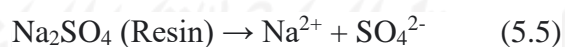
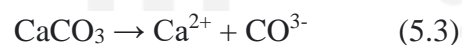
f. Tangki Pendingin dan Cooling Tower Air yang telah digunakan oleh alat proses sebelumnya akan mengakibatkan temperature airnya naik karena adanya perpindahan panas sehingga perlu didinginkan kembali menggunakan cooling tower. Pendinginan air dilakukan dengan cara mengkontakkan air secara langsung

dengan udara sehingga sebagian kecil air akan menguap dan airnya dapat digunakan kembali sebagai air pendingin.

g. Ion Exchanger Air yang akan digunakan untuk umpan boiler dan umpan pada unit proses harus memenuhi persyaratan bebas dari kandungan garam murni terlarut. Proses demineralisasi ini bertujuan untuk menghilangkan ion yang terkandung dalam filtered water. Pada tahap ini terjadi proses pengolahan berupa kation exchanger dan anion exchanger.

- Kation Exchanger

Pada kation exchanger berisi resin pengganti kation dimana kandungan kation dalam air akan diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Adapun reaksi yang terjadi dalam kation exchanger dapat dituliskan sebagai berikut:



Akan tetapi dalam jangka waktu tertentu kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan asam sulfat. Adapun reaksi regenerasinya dapat dituliskan sebagai berikut:



- Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam reaksi dengan menggunakan resin yang bersifat basa. Adapun reaksi yang terjadi dalam anion exchanger dapat dituliskan sebagai berikut :



Akan tetapi dalam jangka waktu tertentu anion resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan NaOH. Adapun reaksi regenerasinya dapat dituliskan sebagai berikut :



h. Deaerasi Selanjutnya air yang telah mengalami demineralisasi atau penghilangan kandungan garam akan mengalami proses deaerasi. Pada tahap ini terjadi penghilangan kadar oksigen (O_2) dan gas terlarut seperti CO_2 untuk selanjutnya digunakan sebagai umpan ketel (boiler). Air yang akan mengalami proses deaerasi akan dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah adanya korosi pada tube. Reaksi yang terjadi di deaerator adalah sebagai berikut:



i. Tangki Penampung Sementara Tangki penampung sementara ini digunakan untuk menampung air yang sudah diolah untuk selanjutnya di distribusikan menuju alat-alat pabrik.

5.2 Unit Penyedia Dowtherm

Unit ini berfungsi sebagai penyedia dowtherm yang digunakan sebagai media pendingin. Dimana dowtherm yang digunakan merupakan dowtherm A dengan pertimbangan bahwa jenis dowtherm ini mampu bekerja pada suhu yang tinggi sehingga lebih efektif jika dibandingkan dengan penggunaan air pendingin biasa yang dimungkinkan ikut menjadi panas dan menguap terlebih dahulu sebelum proses pendinginan berakhir.

Dowtherm A terdiri dari senyawa dipenil eter dan bipenil eter yang dapat digunakan dalam fase cair dan uap dengan kisaran aplikasi pada rentang 15-400°C dan tekanan 1-10,6 bar. Jumlah dowtherm yang digunakan adalah sebesar 10.522,08 Kg/Jam diperoleh dari PT. Samiraschem Indonesia, Jakarta Timur.

5.3 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan ini digunakan untuk menggerakkan instrument pengendali yang bekerja secara pneumatic. Udara tekan yang digunakan berada pada tekanan 7,2 bar dan suhu 30°C dimana setiap alat kontrol membutuhkan udara tekan sebanyak 1,6992 m³/jam sesuai standar kebutuhan udara dari PT Indo Acidatama Tbk. Jumlah alat kontrol yang digunakan sebanyak 16 buah sehingga total keseluruhan kebutuhan udara tekan adalah 27,1872 m³/jam. Selanjutnya digunakan faktor kemananan 20% sehingga kebutuhan udara tekan sebesar 32,62464 m³/jam. Kebutuhan udara tekan diperoleh dari kompresor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi silica gel.

5.4 Unit penyedia listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini direncanakan akan dipenuhi oleh PLN. Selain itu jika terjadi gangguan pada PLN digunakan generator untuk menggerakkan power yang dinilai penting seperti boiler, kompresor dan pompa. Prinsip kerja dari generator ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi selanjutnya akan menghasilkan panas. Panas nantinya digunakan untuk menghidupkan generator dan menghasilkan tenaga listrik kemudian di distribusikan ke panel dan selanjutnya dialirkan ke unit pemakai.

Kebutuhan listrik dari pabrik dapat dibagi menjadi :

1. Kebutuhan listrik untuk plant

Tabel 5. 3 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Ball Mill	BM-01	15	11185,5
Vibrating Screen	VS-01	4	2982,8
Melter	MT-01	2	1491,4
Bucket Elevator (BE-01)	BE-01	1	745,7
Bucket Elevator (BE-02)	BE-02	1	745,7
Bucket Elevator (BE-03)	BE-03	1	745,7
Bucket Elevator (BE-04)	BE-04	5	3728,5
Screw Conveyor (SC-01)	SC-01	0,5	372,85
Pompa (P-01)	P-01	0,5	372,85
Pompa (P-02)	P-01	0,05	37,285
Pompa (P-03)	P-03	1	745,7
Pompa (P-04)	P-04	5	3728,5
Blower (BL-01)	BL-01	1,5	1118,55
Blower (BL-02)	BL-02	2	1491,4
Blower (BL-03)	BL-03	1,5	1118,55
Blower (BL-04)	BL-04	1,5	1118,55
Blower (BL-05)	BL-05	0,75	559,275
Total		43,3	32288,81

Power yang dibutuhkan adalah 32,28881 kw

a. Kebutuhan listrik untuk utilitas

Tabel 5. 4 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Cooling Tower-01	CT-01	40	29828
Cooling Tower-02	CT-02	20	14914
Kompresor	CP-01	5	3728,5
Pompa Utilitas-01	PU-01	3	2237,1
Pompa Utilitas-02	PU-02	5	3728,5
Pompa Utilitas-03	PU-03	5	3728,5
Pompa Utilitas-04	PU-04	1	745,7
Pompa Utilitas-05	PU-05	1	745,7
Pompa Utilitas-06	PU-06	3	2237,1
Pompa Utilitas-07	PU-07	3	2237,1
Pompa Utilitas-08	PU-08	3	2237,1
Pompa Utilitas-09	PU-09	0,25	186,425
Pompa Utilitas-10	PU-10	0,25	186,425
Pompa Utilitas-11	PU-11	0,1667	124,2833333
Pompa Utilitas-12	PU-12	0,25	186,425
Pompa Utilitas-13	PU-13	0,25	186,425
Pompa Utilitas-14	PU-14	0,25	186,425
Total		90,41666667	67423,7083

Power yang dibutuhkan adalah 67,4237 kw

2. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan ac

Kebutuhan listrik untuk penerangan dan ac dipabrik Karbon disulfida 30 kw dan 150 kw

3. Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel

Kebutuhan listrik untuk operasional laboratorium dan bengkel di pabrik Karbon disulfida sebesar 100 kw

4. Kebutuhan listrik untuk instrumentasi

Kebutuhan listrik untuk instrumentasi dipabrik Karbon disulfida diantara lain untuk TV, perumahan (mess), jaringan internet, dan pengeras suara sebesar 30 kw.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar berpengaruh pada boiler, generator, dan furnace pada prarancangan ini solar digunakan untuk generator, fuel oil digunakan untuk boiler, dan LNG untuk furnace.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Untuk pengolahan limbah pada prarancangan pabrik Karbon disulfida ini bertujuan untuk mengolah dan memeriksa limbah atau cemaran yang dihasilkan agar memenuhi peraturan pemerintah dan tidak berbahaya bagi lingkungan.

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel 5. 5 Spesifikasi pompa utilitas

Spesifikasi	Pompa utilitas			
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04
Fungsi	Mengalirkan air laut menuju screener	Mengalirkan air dari Screener menuju bak ekualisasi	Mengalirkan air dari bak ekualisasi ke RO dan bak penampungan air	Mengalirkan air dari bak penampungan air menuju tangki sanitasi
Jenis	Centrifugal Pumps			
Bahan	Comercial steel			
Tipe	Mixed flow impellers	Radial flow impellers	Radial flow impellers	Radial flow impellers
Kapasitas (gpm)	70,3612	70,3612	70,3612	15,1824
Pump head (m)	23,6183	33,7280	38,2213	17,4130
Tenaga Pompa	2,3110	3,3002	3,7399	0,4984
Tenaga Motor	3	5	5	1

Spesifikasi Pompa lanjutan				
Kode	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08
Fungsi	Mengalirkan air menuju perumahan, dan kantor	Mengalirkan air dari bak penampungan menuju hot basin	Mengalirkan air dari hot basin ke cooling tower	Mengalirkan air dari cooling tower ke penampungan
Jenis	Centrifugal Pumps			
Bahan	Comercial steel			
Tipe	Radial flow impellers	Radial flow impellers	Radial flow impellers	Radial flow impellers
Kapasitas (gpm)	15,1824	48,1882	48,1882	48,1882
Pump head (m)	23,1695	25,8609	26,9681	27,5217
Tenaga Pompa	0,6631	1,8227	1,9007	1,9397
Tenaga Motor	1	3	3	3

Spesifikasi Pompa lanjutan				
Kode	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12
Fungsi	Mengalirkan air dari bak penampungan ke kation exchanger	Mengalirkan air dari kation exchanger ke anion exchanger	Mengalirkan air dari anion exchanger ke tangki demin	Mengalirkan air dari tangki demin menuju ke daerator
Jenis	Centrifugal Pumps			
Bahan	Comercial steel			
Tipe	Radial flow impellers	Radial flow impellers	Radial flow impellers	Radial flow impellers
Kapasitas (gpm)	6,9906	6,9906	6,9906	6,9906
Pump head (m)	13,9433	13,9433	13,9433	13,9433
Tenaga Pompa	0,1378	0,1241	0,1144	0,1672
Tenaga Motor	0,25	0,25	0,1667	0,25

Spesifikasi Pompa lanjutan		
Kode	PU-13	PU-14
Fungsi	Mengalirkan komponen NaOH ke keperluan di anion exchanger	Mengalirkan komponen HCl ke keperluan di kation exchanger
Jenis	Centrifugal Pumps	
Bahan	Comercial steel	
Tipe	Radial flow impellers	Radial flow impellers
Kapasitas (gpm)	9,4201	5,3782
Pump head (m)	12,0424	24,2451
Tenaga Pompa	0,1659	0,1907
Tenaga Motor	0,25	0,25

1. Screener

Fungsi : Menyaring kotoran kotoran dari air laut sebelum diproses lebih lanjut

Jenis : Rake Screener

Jumlah air yang disaring :13613,5397 kg/jam

Luas area filter :0,0038 m²

2. Bak Ekualisasi (BU-01)

Fungsi : Menampung air laut untuk kemudian diinjeksi dengan klorin untuk membunuh mikroorganisme dan pertumbuhan ganggang

Jenis : Bak persegi Panjang

Bahan : Beton bertulang

Panjang : 6,5 meter

Lebar : 3,5 meter

Tinggi : 3,5 meter

Volume : 79,625 m³

Jumlah : 1

3. Rangkaian Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)

Fungsi : Proses desalinasi air laut dengan membrane sebagai media penyaringnya.

Jenis : Single stage sea water reverse osmosis system

Bahan : composite

Tekanan : 50 atm

Permeate volumetris : 6126,0929 L/jam

Flux RO : 15 L/m² /jam

Recovery : 45%

Area per elements : 40 ft²

4. Rangkaian Sea Water Reverse Osmosis (BW)

Fungsi : Proses desalinasi air laut dengan membrane sebagai media penyaringnya.

Jenis : Single stage sea water reverse osmosis system

Bahan : composite

Tekanan :20 atm

Permeate volumetris : 4900,8743L/jam

Flux RO :35 L/m²/jam

Recovery :80%

Area per elements : 3,5006 m²

5. Bak Penampung air (filtered water tank)

Fungsi : Menampung air yang keluar dari (SWRO).

Jenis : Bak persegi Panjang

Bahan : Beton bertulang

Panjang :8 meter

Tinggi : 4 meter

Lebar : 4 m³

Jumlah :1

6. Tangki Air Sanitasi (TU-02)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan umum

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 2,6 meter

Tinggi : 2,6 meter

Volume : 14 m³

Jumlah :1

7. Tangki Hot Basin

Fungsi : Menampung air pendingin yang akan didinginkan di Cooling Water

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 4 meter

Tinggi : 2 meter

Lebar : 2 meter

Volume : 16 m^3

Jumlah :1

Jumlah :1

8. Cooling Tower (CT-01)

-Cooling tower air pendingin

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik

Tinggi : 7,8 meter

Volume : $5,5 \text{ m}^3$

Jumlah : 1

-Cooling Dowtherm

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik

Tinggi : 7,8 meter

Volume : 5,5 m³

Jumlah :1

9. Bak Air Pendingin II (BU-03)

Fungsi : Menampung air make up dan air pendingin proses yang sudah didinginkan

Jenis : bak persegi panjang

Bahan : beton bertulang

Tinggi : 3,7 meter

Panjang : 7,4 meter

Lebar : 7,4 meter

Volume :206,4 m³

Jumlah :1

10. Blower Cooling Tower (BL-01)

Fungsi : Untuk menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang didinginkan Kebutuhan udara : 5209470,64 ft³/jam

Power Blower : 20 HP

11. Mixed Bed/Tangki Kation dan Anion Exchanger (MB-01)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation dan anion

-Kation Exchanger

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,8 meter

Diameter : 1,2 meter

Volume : 15 m^3

-Anion Exchanger

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,8 meter

Diameter : 1,2 meter

Volume : 15 m^3

12. Tangki NaOH

Fungsi : menyiapkan larutan NaOH yg digunakan untuk regenerasi resin pada AE

Jenis : tangki silinder vertikal dg atap conical dan dasar rata.

Volume : $35,0840 \text{ m}^3$

Tinggi : 3,7705 m

Diameter : 3,7705 m

13. Tangki HCL

Fungsi : menyiapkan larutan HCl yg digunakan untuk regenerasi resin pada Cation Exchanger

Jenis : tangki silinder vertikal dg atap conical dan dasar rata.

Volume : 18,2943 m³

Diameter : 3 meter

Tinggi : 3 meter

Jumlah :1

14. Tangki Demin Water

Fungsi : Menampung air bersih hasil ion exchanger untuk keperluan proses dan make-up steam.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 3 m³

Diameter : 1,6 meter

Tinggi : 1,6 meter

Jumlah : 1

15. Tangki Deaerator

Fungsi : menghilangkan gas - gas yang terlarut dalam air umpan boiler untuk mengurangi terjadinya korosi

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 9 m³

Diameter : 2,14 meter

Tinggi : 2,14 meter

Jumlah : 1

16. Tangki Kaporit

Fungsi : menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5% untuk persediaan
1 minggu

Jenis : tangki silinder vertikal dg atap conical dan dasar rata

Diameter : 0,2 meter

Tinggi : 0,5 meter

Volume : 0,1 m³

Jumlah : 1

17. Tangki Klorinasi (Karbon aktif)

Fungsi : mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk
perumahan, dan kantor

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 2 meter

Tinggi : 2 meter

Volume : 5,7 m³

Jumlah : 1



BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik Karbon disulfida ini merupakan suatu aspek yang sangat penting dengan tujuan untuk memperkirakan modal investasi agar dapat mengetahui layak atau tidaknya pabrik yang dirancang dapat berdiri sehingga dapat dipertimbangkan lebih lanjut. Selain itu, dengan evaluasi ekonomi maka dapat ditentukan estimasi kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi pabrik, meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi yang dapat dikembalikan dan besarnya nilai titik impas atau balik modal pabrik.

Berikut merupakan beberapa faktor yang dapat ditinjau dalam melakukan evaluasi ekonomi, yaitu meliputi:

1. Penentuan modal industri (*total capital investment*), yang meliputi:
 - a. Modal tetap (*fixed capital investment*)
 - b. Modal kerja (*working capital investment*)
2. Penentuan total biaya produksi (*total production cost*), yang meliputi :
 - a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*), yang terdiri dari:
 - i) Biaya Produksi Langsung (Direct Manufacturing Cost)
 - ii) Biaya Produksi Tak Langsung (Indirect Manufacturing Cost)
 - iii) Biaya produksi Tetap (Fixed Manufacturing Cost)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*general expenses*)
3. Pendapatan modal

Perkiraan yang perlu dilakukan untuk mengetahui titik impas, adalah sebagai berikut :

- a. Biaya tetap per tahun (*fixed cost annual*)
- b. Biaya variabel per tahun (*variable cost annual*)
- c. Biaya mengambang (*regulated cost annual*)

4. Analisa Kelayakan Ekonomi

- a. *Return on Investment* (ROI)
- b. *Pay Out Time* (POT)
- c. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)
- d. *Break Even Point* (BEP)
- e. *Shut Down Point* (SDP)

6.1 Penentuan Harga Alat

Harga peralatan proses untuk setiap tahunnya tentunya akan selalu mengalami perubahan akibat pengaruh kondisi ekonomi pada tahun tersebut. Harga peralatan di tahun tertentu dapat diketahui dengan penaksiran harga alat tahun lalu yang didasarkan pada indeks harga. Berikut adalah tabel indeks harga alat dari tahun 1991 hingga 2015 berdasarkan sumber dari *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI):

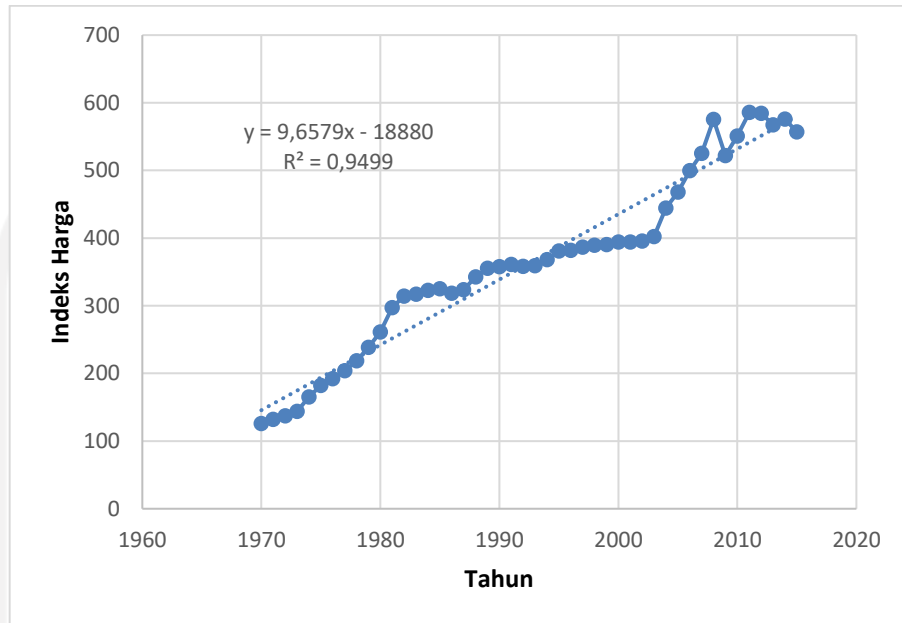
Tabel 6. 1 Indeks harga alat pada tahun 1991-2015

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1991	361,3
2	1992	358,2
3	1993	359,2
4	1994	368,1
5	1995	381,1
6	1996	381,7
7	1997	386,5
8	1998	389,5
9	1999	390,6
10	2000	394,1
11	2001	394,3
12	2002	395,6
13	2003	402
14	2004	444,2
15	2005	468,2
16	2006	499,6
17	2007	525,4
18	2008	575,4
19	2009	521,9
20	2010	550,8
21	2011	585,7
22	2012	584,6
23	2013	567,3
24	2014	576,1
25	2015	556,8

Sumber: www.chemengonline.com

Pada perancangan pabrik Karbon disulfida ini direncanakan akan dibangun pada tahun 2026 sehingga perlu dicari indeks harga alat pada tahun tersebut. Untuk menentukan besarnya harga alat pada tahun 2026 dapat digunakan menggunakan metode regresi linear dengan memplotkan nilai Xi dan Yi, dengan data dari tabel indeks harga di atas didapatkan persamaan regresi $y = 9,5679 x - 18880$. Dari persamaan regresi tersebut maka didapatkan nilai indeks harga pada

tahun 2026 sebesar 686,905. Grafik hasil plotting data dapat dilihat pada gambar 6.1 berikut.



Gambar 6. 1 Grafik hubungan tahun terhadap index CEPCI

Harga alat pada pabrik Karbon disulfida diperoleh dari situs matche (www.matche.com). Perhitungan alat pada tahun 2026 saat pabrik diperoleh dengan rumus berikut :

$$Ex = \left(\frac{Nx}{Ny} \right) Ey \quad (6.1)$$

Keterangan :

Ex : Harga tahun pembelian

Ey : Harga pembelian alat pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun pembelian

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

Berdasarkan nilai CEP indeks tersebut, dapat ditentukan harga alat proses dan alat utilitas sebagai berikut :

Tabel 6. 2 Harga alat proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	CY	CX
				2014	2026	2014 (\$)	2026 (\$)
1	Ball Mill	BM-01	1	576,10	686,91	92.100	109.814
2	Vibrating Screen	VS-01	1	576,10	686,91	14.800	17.647
3	Furnace	F-01	1	576,10	686,91	128.200	152.858
4	Furnace	F-02	1	576,10	686,91	128.200	152.858
5	Melter	MT-01	1	576,10	686,91	16.300	19.435
6	Vaporizer	VP-01	1	576,10	686,91	88.900	105.999
7	Cyclone	CY-01	1	576,10	686,91	85.100	101.468
8	Condensor Parsial	CDP-01	1	576,10	686,91	15.700	18.720
9	Separator	SP-01	1	576,10	686,91	8.700	10.373
10	Condensor Total	CDT-01	1	576,10	686,91	31.800	37.916
11	Gudang	G-01	1	576,10	686,91	25.000	29.808
12	Gudang	G-02	1	576,10	686,91	25.000	29.808
13	Tangki Penyimpanan	TP-01	1	576,10	686,91	67.200	80.125
14	Bucket Elevator	BE-01	2	576,10	686,91	12.000	28.616
15	Bucket Elevator	BE-02	2	576,10	686,91	12.000	28.616
16	Bucket Elevator	BE-03	2	576,10	686,91	12.000	28.616
17	Bucket Elevator	BE-04	2	576,10	686,91	12.000	28.616
18	Screw Conveyor	SC-01	2	576,10	686,91	3.500	8.346

Tabel 6.2 Harga alat proses (Lanjutan)

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	CY (\$)	CX (\$)
				2014	2026	2014	2026
19	Pompa	P-01	2	576,10	686,91	4.500	10.731
20	Pompa	P-02	2	576,10	686,91	4.500	10.731
21	Pompa	P-03	2	576,10	686,91	4.500	10.731
22	Pompa	P-04	2	576,10	686,91	4.500	10.731
23	Blower	BL-01	2	576,10	686,91	9.100	21.701
24	Blower	BL-02	2	576,10	686,91	9.100	21.701
25	Blower	BL-03	2	576,10	686,91	9.100	21.701
26	Blower	BL-04	2	576,10	686,91	9.100	21.701
27	Blower	BL-05	2	576,10	686,91	9.100	21.701
28	Cooler	CL-01	1	576,10	686,91	66.400	79.171
29	Reaktor	RFB-01	1	576,10	686,91	221.000	263.506
TOTAL							1.494.118

Tabel 6. 3 Harga alat utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	CY	CX
				2014	2026	2014 (\$)	2026 (\$)
1	Screener	FU-01	1	576,10	686,91	17.400	20.747
2	Bak ekualisasi	BU-01	1	576,10	686,91	1.150	1.371
3	Reverse Osmosis (SW)	SW-RO	1	576,10	686,91	1.150	1.371
4	Reverse Osmosis (BW)	BW-RO	1	576,10	686,91	1.150	1.371
5	Bak Penampungan Air	BU-02	1	576,10	686,91	1.150	1.371
6	Tangki Sanitasi	TU-01	1	576,10	686,91	2.500	2.981
7	Tangki Hot Basin	TU-02	1	576,10	686,91	1.150	1.371
8	Cooling Tower	CT-01	1	576,10	686,91	10.500	12.520
9	Cooling Tower (dowtherm)	CT-02	1	576,10	686,91	10.500	12.520
10	Ion Exchanger (Kation)	IE-K	1	576,10	686,91	12.500	14.904
11	Ion Exchanger (Anion)	IE-A	1	576,10	686,91	12.500	14.904
12	Tangki NaOH	TU-03	1	576,10	686,91	16.131	19.234
13	Tangki HCl	TU-04	1	576,10	686,91	2.400	2.862
14	Tangki Demin Water	TU-05	1	576,10	686,91	143.000	170.504
15	Daerator	DE-01	1	576,10	686,91	3.500	4.173
16	Tangki Kaporit	TU-06	1	576,10	686,91	1.150	1.371
17	Tangki Klorinasi	TU-07	1	576,10	686,91	1.150	1.371
18	Generator	GN-01	1	576,10	686,91	100.000	119.234
19	Pompa 1	PU-01	2	576,10	686,91	4.500	10.731
20	Pompa 2	PU-02	2	576,10	686,91	4.500	10.731
21	Pompa 3	PU-03	2	576,10	686,91	4.500	10.731
22	Pompa 4	PU-04	2	576,10	686,91	4.500	10.731

Tabel 6.3 Harga Alat Utilitas (Lanjutan)

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	CY	CX
				2014	2026	2014 (\$)	2026 (\$)
23	Pompa 5	PU-05	2	576,10	686,91	4.500	10.731
24	Pompa 6	PU-06	2	576,10	686,91	4.500	10.731
25	Pompa 7	PU-07	2	576,10	686,91	4.500	10.731
26	Pompa 8	PU-08	2	576,10	686,91	4.500	10.731
27	Pompa 9	PU-09	2	576,10	686,91	4.500	10.731
28	Pompa 10	PU-10	2	576,10	686,91	4.500	10.731
29	Pompa 11	PU-11	2	576,10	686,91	4.500	10.731
30	Pompa 12	PU-12	2	576,10	686,91	4.500	10.731
31	Pompa 13	PU-13	2	576,10	686,91	4.500	10.731
32	Pompa 14	PU-14	2	576,10	686,91	4.500	10.731
TOTAL							555.785

6.2 Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisa ekonomi pabrik

Karbon Disulfida ini adalah :

1. Kapasitas produksi : 48.000 toh/tahun
2. Satu tahun operasi : 330 hari
3. Pabrik didirikan tahun : 2026
4. Pabrik beroperasi tahun : 2027
5. Nilai kurs mata uang : \$1 = Rp. Rp14.852,00
6. Umur alat : 10 tahun

6.3 Komponen Biaya

6.3.1 Modal (Capital Investment)

Capital investment atau disebut juga dengan modal investasi atau sejumlah uang yang harus disiapkan sebelum mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 macam capital investment, yaitu:

a. Fixed Capital Investment

Fixed capital investment yaitu biaya atau modal tetap yang harus dikeluarkan untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pada pabrik dan alat operasi lainnya. Setelah melakukan perhitungan rencana maka pabrik Carbondisulfide ini memerlukan rencana physical plant cost, direct plant cost and fixed capital investment seperti pada tabel-tabel berikut:

Tabel 6. 4 Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	30.471.720.680,72	2.051.691,40
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	7.617.930.170,18	512.922,85
3	Instalasi cost	5.918.484.091,65	398.497,45
4	Pemipaan	7.602.152.663,31	511.860,53
5	Instrumentasi	7.794.449.491,52	524.808,07
6	Insulasi	1.315.182.060,54	88.552,52
7	Listrik	3.047.172.068,07	205.169,14
8	Bangunan	42.981.000.000,00	2.893.953,68
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	555.570.000.000,00	37.407.083,22
Total		662.318.091.225,99	44.594.538,87

Tabel 6. 5 Direct Plant Cost (DPC)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Physical Plant Cost</i>	662.318.091.225,99	44.594.538,87
2	<i>Engineering and Construction</i>	132.463.618.245,20	8.918.907,77
Total		794.781.709.471,19	53.513.446,64

Tabel 6. 6 Fixed capital investment (FCI)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	794.781.709.471,19	53.513.446,64
2	<i>Cotractor's fee</i>	31.791.268.378,85	2.140.537,87
3	<i>Contingency</i>	79.478.170.947,12	5.351.344,66
Total		906.051.148.797,16	61.005.329,17

b. Working Capital Investment

Working capital investment yaitu modal biaya yang diperlukan dalam mendirikan pabrik atau usaha untuk mengoperasikan suatu pabrik selama kurun waktu tertentu. Terdapat beberapa sumber modal yang dapat diperoleh dalam pendirian suatu pabrik yaitu bisa dari pinjaman bank, uang pribadi, atau dari pihak investor. Rasio perbandingan antara uang pribadi dengan pinjaman dari bank tergantung dari jumlah uang sendiri dan uang pinjaman bisa menggunakan sharing profit atau sebesar 40:60 atau 30:70 atau perbandingan lainnya menyesuaikan dari uang yang ditanamkan. Tujuan akhir dari penanaman modal adalah

mendapatkan keuntungan dari modal yang sudah ditanam, beberapa ciri-ciri investasi yang baik yaitu :

- Dapat menghasilkan laba yang maksimum.
- Investasi yang cepat kembali.
- Menganut hukum yang baik, teknologi yang memadai, aman, dan lain sebagainya.

Tabel 6. 7 Working capital investment (WCI)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	16.376.752.807,20	1.102.663,13
2	<i>Inproses Onventory</i>	111.918.471.651,75	7.535.582,52
3	<i>Product Inventory</i>	81.395.252.110,36	5.480.423,65
4	<i>Extended Credit</i>	123.136.581.818,18	8.290.909,09
5	<i>Available Cash</i>	81.395.252.110,36	5.480.423,65
Total		414.222.310.497,85	27.890.002,05

6.3.2 Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

Manufacturing cost adalah biaya yang harus disediakan atau dikeluarkan untuk melakukan produksi suatu produk dalam pabrik, meliputi Direct Cost, Indirect Cost, Fixed Cost yang selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost antara lain :

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct manufacturing cost atau biaya langsung adalah biaya pengeluaran yang masih berkaitan langsung dalam pembuatan

produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik.

Tabel 6. 8 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	180.144.280.879,20	12.129.294,43
2	<i>Labor</i>	21.132.000.000,00	1.422.838,67
3	<i>Supervision</i>	2.113.200.000,00	142.283,87
4	<i>Maintenance</i>	135.907.672.319,57	9.150.799,38
5	<i>Plant Supplies</i>	20.386.150.847,94	1.372.619,91
6	<i>Royalty and Patents</i>	27.090.048.000,00	1.824.000,00
7	<i>Utilities</i>	307.213.651.823,62	20.685.002,14
Total		693.987.003.870,33	46.726.838,40

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect manufacturing cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik.

Tabel 6. 9 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	3.169.800.000,00	213.425,80
2	<i>Laboratory</i>	2.113.200.000,00	142.283,87
3	<i>Plant Overhead</i>	10.566.000.000,00	711.419,34
4	<i>Packaging and Shipping</i>	67.725.120.000,00	4.560.000,00
Total		83.574.120.000,00	5.627.129,01

b. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed manufacturing cost atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 6. 10 Fixed manufacturing cost (FMC)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	90.605.114.879,72	6.100.532,92
2	<i>Propertu taxes</i>	18.121.022.975,94	1.220.106,58
3	<i>Insurance</i>	9.060.511.487,97	610.053,29
Total		117.786.649.343,63	7.930.692,79

Tabel 6. 11 Total manufacturing cost

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	693.987.003.870,33	46.726.838,40
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	83.574.120.000,00	5.627.129,01
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	117.786.649.343,63	7.930.692,79
Total		895.347.773.213,96	60.284.660,19

6.3.3 Pengeluaran Umum (General Expenses)

General expenses atau disebut pengeluaran umum terdiri dari pengeluaran-pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk oleh Manufacturing cost. Biaya yang

harus dikeluarkan guna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan.

Tabel 6. 12 General expenses

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	27.090.048.000,00	1.824.000,00
2	<i>Sales Expense</i>	67.725.120.000,00	4.560.000,00
3	<i>Research</i>	54.180.096.000,00	3.648.000,00
4	<i>Finance</i>	26.405.469.185,90	1.777.906,62
Total		175.400.733.185,90	11.809.906,62

Tabel 6. 13 Total Production Cost

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	895.347.773.213,96	60.284.660,19
2	<i>General Expenses (GE)</i>	175.400.733.185,90	11.809.906,62
Total		1.070.748.506.399,86	72.094.566,82

6.4 Analisa Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 1.354.502.400.000,00

Total biaya produksi : Rp 1.070.748.506.399,86

Keuntungan : Total Penjualan – Total Biaya Produksi

: Rp 283.753.893.600,14

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 20% x Rp 283.753.893.600,14

: Rp 56.750.778.720,03 (Perpu No.1 Tahun

2020)

Keuntungan : Keuntungan Sebelum Pajak - Pajak

: Rp 227.003.114.880,11

6.5 Analisis Resiko Pabrik

Dalam perancangan ekonomi pabrik ini juga dibahas risk management pada pendirian pabrik Karbon disulfida dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Risk management adalah suatu proses identifikasi, analisis, penilaian, pengendalian, dan upaya menghindari, meminimalisir, atau bahkan menghapus risiko yang mungkin dapat terjadi. Risk management ini diterapkan pada perusahaan dengan tujuan untuk melindungi perusahaan maupun lingkungan sekitar dari risiko kejadian yang dapat merugikan, menciptakan lingkungan kerja yang aman dan terjamin untuk semua staf maupun pelanggan, meningkatkan stabilitas operasional pabrik sekaligus mengatur tanggung jawab hukum, memberikan proteksi untuk semua orang dan aset yang terlibat dalam risiko berbahaya, membantu menetapkan kebutuhan asuransi perusahaan sehingga dapat meminimalkan premi yang tidak penting. Untuk hasil identifikasi risiko ini dapat menentukan kategori risiko termasuk dalam low risk, medium risk, dan high risk. Dengan mengetahui kategori risiko maka dapat membantu manajemen perusahaan dalam mengambil keputusan dan tindakan yang tepat untuk mengurangi dampak negatif dan probabilitas yang dapat terjadi di masa yang akan

datang.

No	Penyebab Risk Management	Penyebab	Dampak
1	Kapasitas Bahan Baku	Reaktan berupa charcoal dan sulfur mempunyai kapasitas yang relatif besar yaitu 1062 kg/jam dan 5671 kg/jam.	Untuk memenuhi kebutuhan pabrik diperlukan produsen yang memproduksi bahan baku dengan kapasitas yang besar.
2	Ketersediaan Bahan Baku	Charcoal disuplai dari PT. Indoglobal Mulia Abadi yang berada di Surabaya, Provinsi Jawa Timur, sedangkan Sulfur di suplai dari Gunung Ijen di Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur.	Bahan baku dapat diperoleh dari dalam negeri dengan menggunakan transportasi darat karena berada pada satu pulau yang sama.
3	Produk CS ₂	Cairan dan uap mudah menyala, merupakan bahan kimia berbahaya yang dapat menyebabkan kerusakan pada organ tubuh manusia.	Dapat menyebabkan kebakaran, menyebabkan iritasi kulit dan iritasi mata yang serius, berbahaya jika terhirup, dapat merusak janin dan kerusakan pada organ (Sistem syaraf periferi, Sistem saraf pusat, Sistem kardiovaskular, Mata) melalui paparan yang lama atau berulang.
4	Alat Proses	Suhu alat yang beroperasi diatas 100°C yaitu melter 350°C, Vaporizer 450°C, Furnace 815 °C, Reaktor dan Cyclone 800°C, Cooler 500°C.	Dapat menyebabkan pemuaian luas sehingga membutuhkan spesifikasi bahan konstruksi yang memadai.

Hasil dari prarancangan ini, didapatkan kategori low risk.

6.6 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang

didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan kecil atau besar, agar bisa dikategorikan pabrik yang potensial atau tidak potensial dari sisi ekonomi, ada beberapa cara yang dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik, antara lain :

6.6.1 Return on Investment (ROI)

Return on investment (ROI) adalah rasio profit yang didapatkan dari investasi atau keuntungan yang didapatkan dari investasi yang sudah dikeluarkan. Jumlah uang yang diterima atau hilang disebut laba/rugi atau bunga.

$$\% \text{ ROI} = \frac{\text{Profit}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

a. ROI sebelum pajak (ROI b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955).

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$\text{ROI b} = \frac{\text{Rp } 283.753.893.600,14}{\text{Rp } 906.051.148.797,16} \times 100\%$$

$$\text{ROI b} = 31,32 \%$$

b. ROI setelah pajak (ROI a)

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan setelah pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$ROI a = \frac{Rp\ 227.003.114.880,11}{Rp\ 906.051.148.797,16} \times 100\%$$

$$ROI a = 25,05 \%$$

6.6.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan dicapai. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan} + 0,1 \times \text{Fixed Capital})} \times 100\%$$

a. POTb sebelum pajak (POT b)

$$\begin{aligned} POT &= \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan sebelum pajak} + 0,1 \times \text{Fixed Capital})} \times 100\% \\ &= \frac{Rp\ 906.051.148.797,16}{(Rp\ 283.753.893.600,14 + 0,1 \times Rp\ 906.051.148.797,16)} \times 100\% \\ &= 2,42 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

b. POTa sesudah pajak (POT a)

$$\begin{aligned} POT &= \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan setelah pajak} + 0,1 \times \text{Fixed Capital})} \times 100\% \\ &= \frac{Rp\ 906.051.148.797,16}{(Rp\ 227.003.114.880,11 + 0,1 \times Rp\ 906.051.148.797,16)} \times 100\% \\ &= 2,85 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

6.6.3 Break Event Point (BEP)

Break Event Point adalah titik impas atau biasa disebut balik modal yaitu suatu titik dimana kondisi pabrik mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Perusahaan yang sudah mencapai titik *Break Event*

Point yaitu perusahaan yang sudah mempunyai kesamaan antara modal yang di gunakan untuk melakukan proses suatu produksi dengan pendapatan produk yang sudah dihasilkan. Jumlah produksi saat penjualan sama dengan pengeluaran. Pabrik akan mengalami kerugian jika beroperasi dibawah *Break Event Point*. dan apabila beroperasi diatas *Break Event Point* pabrik bisa dikatakan untung. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - (0,7Ra)} \times 100\%$$

Dimana:

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 Annual

Tabel 6. 14 Annual fixed manufacturing cost (Fa)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depresiasi</i>	90.605.114.879,72	6.100.532,92
2	<i>Property Taxes</i>	18.121.022.975,94	1.220.106,58
3	<i>Asuransi</i>	9.060.511.487,97	610.053,29
Total		117.786.649.343,63	7.930.692,79

Tabel 6. 15 Annual Regulated Expenses (Ra)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Gaji Karyawan =</i>	21.132.000.000,00	1.422.838,67
2	<i>Payroll Overhead =</i>	3.169.800.000,00	213.425,80
3	<i>Supervision =</i>	2.113.200.000,00	142.283,87
4	<i>Plant Overhead =</i>	10.566.000.000,00	711.419,34
5	<i>Laboratorium =</i>	2.113.200.000,00	142.283,87
6	<i>General Expense =</i>	175.400.733.185,90	11.809.906,62
7	<i>Maintenance =</i>	135.907.672.319,57	9.150.799,38
8	<i>Plant Supplies =</i>	20.386.150.847,94	1.372.619,91
Total		370.788.756.353,41	24.965.577,45

Tabel 6. 16 Annual Variabel Value (Va)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material =</i>	180.144.280.879,20	12.129.294,43
2	<i>Packaging =</i>	54.180.096.000,00	3.648.000,00
3	<i>Shipping =</i>	13.545.024.000,00	912.000,00
4	<i>Utilities =</i>	307.213.651.823,62	20.685.002,14
5	<i>Royalty & Patent =</i>	27.090.048.000,00	1.824.000,00
Total		582.173.100.702,82	39.198.296,57

Tabel 6. 17 Annual sales value (Sa)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Annual Sales Value</i>	1.354.502.400.000,00	91.200.000,00
Total		1.354.502.400.000,00	91.200.000,00

Dengan menggunakan data yang telah didapatkan pada tabel diatas, maka didapatkan nilai BEP sebesar :

$$\text{BEP} = 44,66 \%$$

6.6.4 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah titik di mana suatu aktivitas produksi dalam pabrik harus berhenti, hal ini disebabkan ada beberapa penyebab diantaranya yaitu *variable cost* yang sangat tinggi, atau keputusan yang salah dalam pengambilan keputusan yang mengakibatkan cost tidak ekonomis dan menyebabkan pabrik tidak menghasilkan profit yang diharapkan. Kapasitas persen minimal suatu pabrik bisa mencapai kapasitas produk dalam jangka waktu satu tahun, apabila persen yang ditentukan tidak bisa dicapai dalam waktu satu tahun maka pabrik yang sebelumnya beroperasi harus diberhentikan/ditutup sementara atau ditutup secara permanen.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - (0,7Ra)} \times 100\%$$

Dimana:

Ra = Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va = Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa = Annual Sales Value pada produksi maksimum

Didapatkan nilai perhitungan SDP sebagai berikut:

$$SDP = 21,69 \%$$

6.6. 5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discount Cash Flow Rate of Return merupakan salah satu Cara metode yang digunakan untuk menghitung prospek suatu pertumbuhan investasi dalam beberapa kurun waktu kedepan. Gambaran dari metode *Discount Cash Flow Rate of Return* ini jika kita sebagai seorang investor dan menginvestasikan sebagian dana, ingin mengetahui pertumbuhan berapa persen atau mungkin berapa kali lipat setelah beberapa waktu kedepan. Biasa disebut juga arus kas yang terdiskon, dikarenakan dari cara menghitungnya adalah dengan mengestimasi arus dana yang akan datang untuk kemudian di potong dan bisa menghasilkan nilai pada masa terkini. Persamaan untuk menghitung DCFR adalah sebagai berikut:

$$\frac{(WC+FCI) \times (1+i)^n}{CF} = \{(1+i)^{(n-1)} + (1+i)^{(n-2)} + \dots + (1+i) + 1\} + \frac{(WC+SV)}{CF}$$

Dimana:

FCI = Fixed capital investment

WC = Working capital investment

SV = Salvage value = depresiasi

n = Umur pabrik 10 tahun

i = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut:

FCI = Rp 906.051.148.797,16

WC = Rp 414.222.310.497,85

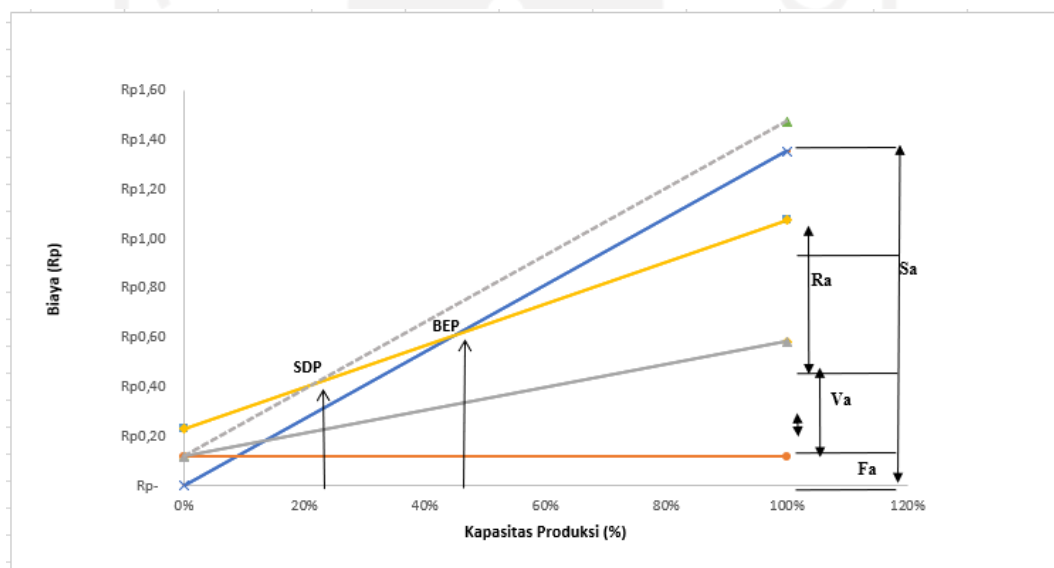
SV = Rp 90.605.114.879,72

n = 10

Sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR.

Diperoleh nilai DCFR adalah:

DCFR = 25,97 %



Gambar 6. 2 Grafik evaluasi ekonomi

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan bahan yang diproses beserta kondisi operasi (suhu dan tekanan) serta analisa ekonomi, pabrik ini termasuk resiko rendah. Perancangan pabrik Karbon disulfida dari charcoal dan sulfur dengan kapasitas 48.000 ton/tahun diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pendirian pabrik karbon disulfida dari charcoal dan sulfur dengan kapasitas 48.000 ton/tahun merupakan prospek yang baik karena pabrik karbon disulfida karena dapat memenuhi kebutuhan didalam negeri dan mengurangi angka impor dari luar negeri.
2. Berdasarkan analisa perhitungan terhadap aspek-aspek ekonomi yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Keuntungan yang diperoleh:

Sebelum Pajak: Rp 283.753.893.600,14

Sesudah Pajak: Rp 227.003.114.880,11

b. Return of Investment (ROI):

Sebelum pajak: 31,32 %

Sesudah pajak: 25,05 %

c. Pay Out Time (POT):

Sebelum pajak: 2,42 tahun

Sesudah pajak: 2,85 tahun

d. Break Event Point (BEP) pada 44,66 % kapasitas produksi dan Shut Down Point (SDP) pada 21,69 % kapasitas produksi.

e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 25,97 % Suku bunga pinjaman dan suku bunga bank saat ini sebesar 5,25 % (BI).

Dari data hasil analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik Karbon disulfida dari charcoal dan sulfur dengan kapasitas 48.000 ton/tahun ini layak untuk ditinjau lebih lanjut.

7.2 Saran

Prarancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep – konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses, utilitas atau penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang ramah lingkungan.

3. Produk Karbon disulfida dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



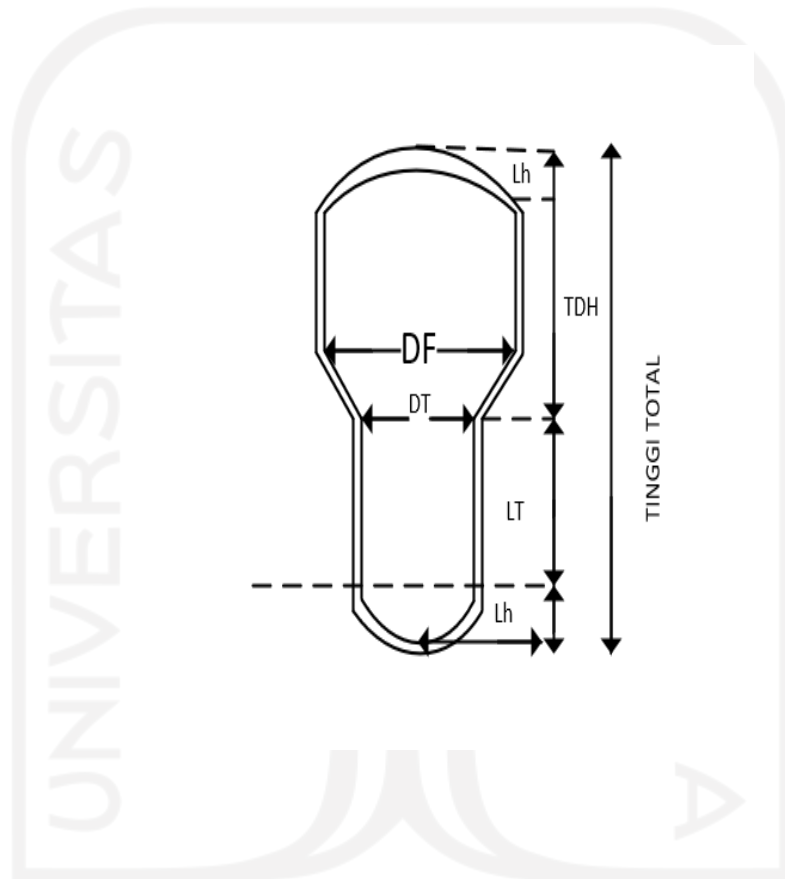
DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2020. Price of Karbon disulfida. <http://www.alibaba.com/>. Diakses pada 13 Agustus 2022.
- Antal Jr, M.J., Mok, W.S., Varhegyi, G. and Szekely, T., 1990. Review of methods for improving the yield of charcoal from biomass. *Energy & Fuels*, 4(3), pp.221-225.
- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. "Chemical Engineering Cost Estimation", Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York.
- Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/>. Diakses Pada Tanggal 5 Januari 2022
- Brown, G.G. 1950. "Unit Operations", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. "Process Equipment Design", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1978, "Chemical Engineering", Vol 2, Pergamon Press, Oxford.
- Faith, W. ., Keyes, D. ., & Clark, R. . (1959). Industrial Chemicals.
- Geankoplis, C J (1993). Transport Processes and Unit Operations Third Edition. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey.
- Kern, D. Q. 1965. Process Heat Transfer. McGraw-Hill Book Company. Japan.
- Kirk R.E. and Othmer, D.F., 1993, "Encyclopedia of Chemical Technology", vol.5, 4 th edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons Co., New York.

- Masturin, A., 2002. Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu. *Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor*.
- Matches' Process Equipment Cost Estimates. <http://www.matche.com>. Diakses 1 September 2022
- McKetta John J. 1993. Chemical Processing Handbook. The University Of Texas At Austin. Austin. Texas.
- Pajak Penghasilan. <https://pajak.go.id/>. Diakses pada 3 September 2022.
- Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. Perry's chemical engineers' handbook. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). Plant Design and Economics for Chemical Engineers. In Plant design and economics for chemical engineers. McGraw-Hill International Editions.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., and Abbott M. 1997. "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 6ed, McGraw-Hill, Int.ed., New York.
- Stauffer John E, 2006. *Karbon disulfida process*. U.S. Patent 7,090,818.
- Timmerhaus, K.D., Max S.P., and Ronald E.W. 1990. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Mc.Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Ullmann, F. (2000). Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley.
- Wallas, S.M. 1990. Chemical Process Equipment, Butterworth-Heinemann Washington.
- Yaws, Carl L. 1999. Chemical properties handbook : physical, thermodynamic, environmental, transport, safety, and health related properties for organic and inorganic chemicals. New York :McGraw-Hil

LAMPIRAN A

PERANCANGAN FLUIDIZED BED REAKTOR (RFB-01)



Kode : RFB-01

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi Carbon dan Sulfur untuk membentuk Karbon disulfida pada suhu 800°C dan tekanan 1 atm.

Langkah Perancangan :

1. Menentukan Tipe Reaktor

Dipilih reaktor tipe fluidized bed dengan pertimbangan :

- a. Zat reaktan dari fase padat dan gas.
- b. Penanganan dan pengangkutan padatan yang mudah.
- c. Distribusi suhu yang seragam.
- d. Koefisien perpindahan panas tinggi antara tempat tidur dan permukaan pemanasan atau pendinginan yang direndam.
- e. Laju perpindahan panas dan massa antara gas dan partikel tinggi ketika dibandingkan dengan mode kontak lainnya.

(Ulman's Encyclopedia-Fluidized Bed Reactor, 4 dan Kuni, 1991: 10)

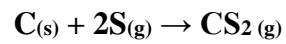
2. Menentukan Bahan Konstruksi Reaktor

Bahan konstruksi yang dipilih adalah *Stainlees Steel SA-336 F8m*, dengan pertimbangan:

- a. Bahan tahan terhadap korosi.
 - b. Bahan tahan terhadap panas (sampai dengan 1500°F atau 815,5°C).
- (Brownell & Young, 1979 : 342)

3. Menentukan Dimensi Reaktor

- Reaksi Utama



Fase Reaksi : Padat –gas

Konversi : 90%

Kondisi operasi : T= 800⁰C dan P =1 atm

Reaksi Orde 0 :

$$\frac{1}{Mc^0} \left(-\frac{dC_{Cs2}}{dt} \right) = k_s P_s^n$$

$$k = 2,08 \times 10^{-4} \text{ mole.m}^{-1}/\text{g.C}$$

$$k = 0,7488 \text{ mole.s}^{-1}/\text{g.C}$$

- Menghitung density gas (ρ_g)

$$\rho_g = \frac{BM \text{ camp.} P}{R.T} \text{ (Lavenspiel, 1999: 657)}$$

Dengan :

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$R = 82,06 \text{ L.atm/kmol.K}$$

$$T = 1073 \text{ K}$$

Komponen	M	kmol/jam	Xi	BM	BM.Xi
S ₂	5.671,81	176,89	0,99	32,06	32,06
ABU	0,2043	0,0170	0,0001	12,01	0,0012
H ₂ O	0	0	0	18,0153	0
H ₂ SO ₄	0	0	0	98,079	0
Total	5.672,02	176,90	1	62,09	32,06

$$\rho_g = 0,000364094 \text{ kg/L}$$

$$= 0,364093716 \text{ kg/m}^3$$

- Menghitung viskositas gas

$$(\mu_g)\mu = A + BT + CT^2 \text{ (Yaws, 476)}$$

Komponen	a	b	c
S ₂	-5,897	1,62E-01	-2,80E-06

Komponen	$\mu_g (\mu\text{p})$	$\mu_g (\text{cp})$	$\mu_g (\text{kg/m.s})$
S ₂	1,647,E+02	1,647,E-02	1,647,E-05

- Menghitung Volumetrik Kecepatan Gas Umpan (Q)

$$Q = \frac{M}{\rho}$$

$$= \frac{5671,8131}{0,364093716}$$

$$= 15577,89 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 4,33 \text{ m}^3/\text{s}$$

Menghitung Diameter Partikel (Kuni: 63)

Mesh Number	Aperture (μm)
48	295
65	208

-48+65

$$dp = \frac{295+208}{2} = 251,5 \text{ μm} = 0,2515 \text{ mm} = 0,0002515 \text{ m}$$

4. Menghitung Kecepatan Fluidisasi Minimum (Umf)

$$\frac{dp \cdot U_{mf} \cdot \rho_g}{\mu} = \left[(33,7)^2 + \frac{(0,0408) \cdot (dp)^3 \cdot \rho_g \cdot (\rho_s - \rho_g) \cdot g}{\mu^2} \right]^{1/2} - 33,7$$

Keterangan:

d_p : Diameter partikel katalis (m)

U_{mf} : Kecepatan pada saat fluidisasi minimum (m/s)

ρ_g : Densitas campuran gas (kg/m³)

ρ_s : Densitas padatan (kg/m³)

(Kuni, 1991: 70)

Sehingga,

$$U_{mf} = 0,0510 \text{ m/s}$$

Maka kecepatan minimum yang harus dicapai gas agar terjadi fluidisasi yaitu 0,0510 m/s.

Syarat terjadinya fluidisasi adalah ketika kecepatan gas masuk (U_o) lebih besar dari kecepatan minimum fluidisasinya (u_{mf}) (Levenspiel, 1999).

5. Menentukan Kecepatan Terminal (U_t)

$$u_t = \left[\frac{4d_p(\rho_s - \rho_g)g}{3\rho_g C_D} \right]^{1/2}$$

(Lavenppiel: 450)

$$Ar = \frac{d_p^3 \rho_g (\rho_s - \rho_g) g}{\mu^2}$$

$$Ar = 449,9580$$

$$Re_{p,mf} = [(33.7)^2 + 0.0408 Ar]^{1/2} - 33.7$$

$$Re_p = 543,3241$$

Sehingga,

$$U_t = 5,3397 \text{ m/s}$$

Maka kecepatan maksimum yang harus dicapai agar padatan yang terfluidisasi tidak ikut terbawa reaktor dan bisa jatuh kembali yaitu 5,3397 m/s.

6. Menghitung Diameter Zona Reaksi (dt)

Untuk menghindari terikutnya partikel keluar dari reaktor maka kecepatan gas fluidisasi harus dijaga antara kecepatan minimum fluidisasi (U_{mf}) dan kecepatan terminal (U_t).

Untuk reaktor fluidized bed dengan cyclone dipasang di luar termasuk dalam desain reaktor bubbling bed external cyclone maka: $U_0 < 20 U_{mf}$. (Perry, 17-5). Untuk diameter partikel $< 0,8 \text{ mm}$ maka harga U_0 yang diizinkan antara 0,1-5 m/s.

Diambil: $U_0 = 5 \times U_{mf}$

$$dt = \left(\frac{4A}{\pi} \right)^{0,5}$$

$$U_0 = 5 \times 0,0510 \text{ m/s} = 0,25 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{U_0}$$

$$A = 16,9596$$

$$dt = 4,6481 \text{ m}$$

$$= 181,27 \text{ in}$$

7. Menghitung Transport Disengaging Height (TDH)

$$U_{mf} = 0,0510 \text{ m/s}$$

$$dt = 4,64 \text{ m}$$

Berdasarkan Kuni (Gambar 5, halaman 173), diperoleh nilai dari (TDH/dt) yaitu 0,6.

$$TDH = 2,79 \text{ m}$$

Dengan faktor keamanan 20%, maka $TDH = 1,2 \times 2,79 = 3,35 \text{ m}$. Maka tinggi yang dibutuhkan untuk gas keluar pada bagian atas reaktor dihitung dari permukaan padatan adalah 3,35 m.

8. Menghitung Tebal Shell

Tebal Dinding Reaktor (*shell*)

Dapat dihitung dengan persamaan :

$$t_s = \frac{P \times r_t}{(f \times E) - (0,6 \times P)} + C$$

(Brownell & Young, 1959 : 254)

Tebal dinding reaktor (shell)

Direncanakan menggunakan bahan konstruksi *Plate Carbon Steel SA Grade A*, dengan :

P : Tekanan desain reaktor = 1 atm = 14,23 psi

r_t : *Inside radius of shell* = $(d_t / 2)$

f : Tekanan maksimum diijinkan sesuai bahan yang dipakai = 1500 psi

E : Efisiensi pengelasan = 0,85

C : Faktor korosi = 0,125

Maka,

$t_s = 1,1434$ in, digunakan tebal shell standard 1,25 in.

• **Menghitung tebal dan tinggi head**

- Torispherical Flanged and Dished Head

Digunakan untuk tangki dengan tekanan dalam rentang 15 psig (1,02 atm) – 200 psig (13,60 atm).

- Elliptical Flanged and Dished Head

Digunakan untuk tangki dengan tekanan tinggi dalam rentang 100 psig dan tekanan diatas 200 psig (Brownell and Young, 1959).

Karena tekanan operasi di reaktor = 1 atm maka di gunaka Torispherical Flanged and Dished Head.

Tebal Head Atas

Untuk menghitung diameter luar digunakan

persamaan : $OD = df + 2ts$

$$OD = 6,06 \text{ m} + (2 \times 0,029) \text{ m} \\ = 6,12 \text{ m} = 238,71 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young (Table 5.7, halaman 90), untuk OD yang mendekati (240 in) dan tebal shell $1 \frac{1}{4}$ in diperoleh nilai :

Jari-jari sudut dalam dish head : $icr = 5,87$

Jari-jari dish head : $rc = 96 \text{ in}$

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{rc}{irc}} \right)$$

$$= 1,760 \text{ in}$$

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot W}{2fE - 0,2W}$$

$$= 0,94 \text{ in}$$

Digunakan tebal head standard 1 in.

Tebal Head Bawah

Untuk menghitung diameter luar digunakan

persamaan : $OD = dt + 2ts$

$$OD = 181,27 \text{ in} + (2 \times 1,25) \text{ in}$$

$$= 183,77 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young (Table 5.7, halaman 90), untuk OD yang mendekati (192 in) dan tebal shell $1 \frac{1}{4}$ in diperoleh nilai :

Jari-jari sudut dalam dish head : $icr = 11,5$

Jari-jari dish head : $rc = 170 \text{ in}$

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{rc}{irc}} \right)$$

$$= 2,59 \text{ in}$$

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot W}{2f \cdot E - 0,2W}$$

$$= 2,46 \text{ in}$$

Digunakan tebal head standard 2,5 in.

Tinggi Head Atas

Dalam perancangan ini, dipilih *torispherical flanged and dished head*, sehingga :

$$Di = 6,06 \text{ m}$$

$$OD = Di + 2 \text{ th} = 6,06 \text{ m} + (2 \times 0,94 \text{ m})$$

$$= 7,94 \text{ m} = 239,12 \text{ in}$$

$$OD \text{ standar} = 240 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young (Tabel 5.6, halaman 88), untuk tebal head $1 \frac{1}{4}$ in, diperoleh harga $sf = 1,5 \text{ in} = 0,038 \text{ m}$, icr

$$= 10,125 \text{ in} = 0,259615385 \text{ m dan } r = 144 \text{ in} = 3,69 \text{ m}$$

$$a = \frac{ID}{2} = 3,031 \text{ m}$$

$$AB = a - icr = 2,77 \text{ m}$$

$$BC = rc - icr = 3,43 \text{ m}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 + AB^2} = 2,025 \text{ m}$$

$$b = rc - AC = 1,67 \text{ m}$$

$$\text{dipilih } sf = 1,5 \text{ in} = 0,04 \text{ m}$$

$$Lh = th + b + sf = 2,7 \text{ m}$$

Dengan faktor keamanan 20%, maka $Lh = 3,91 \text{ m}$

Tinggi Head Bawah

Dalam perancangan ini, dipilih *torispherical flanged and dished head*,

sehingga :

$$Di = 4,648069279 \text{ m}$$

$$OD = Di + 2 th = 4,65 \text{ m} + (2 \times 0,029 \text{ m})$$

$$= 4,71 \text{ m} = 183,56 \text{ in}$$

$$OD \text{ standar} = 192 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young (Tabel 5.6, halaman 88), untuk tebal head $1 \frac{1}{4} \text{ in}$, diperoleh harga ;

$$sf = 1,5 \text{ in} = 0,038 \text{ m},$$

$$icr = 11,5 \text{ in} = 0,294 \text{ m}$$

$$r = 170 \text{ in} = 4,358 \text{ m}$$

$$a = \frac{ID}{2} = 2,32 \text{ m}$$

$$AB = a - icr = 2,03 \text{ m}$$

$$BC = rc - icr = 4,06 \text{ m}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 + AB^2} = 3,52 \text{ m}$$

$$b = rc - AC = 0,84 \text{ m}$$

$$\text{dipilih } sf = 1,5 \text{ in} = 0,04 \text{ m}$$

$$Lh = th + b + sf = 3,38 \text{ m}$$

Dengan faktor keamanan 20%, maka $Lh = 4,05 \text{ m}$

9. Menghitung Tinggi Zona Reaksi (L_t)

$$\ln \frac{C_{AO}}{C_A} = \left[\gamma_b \cdot k + \frac{1}{\frac{1}{K_{bc}} + \frac{1}{\gamma_c \cdot k + \frac{1}{\frac{1}{K_{ce}} + \frac{1}{\gamma_e \cdot k}}}} \right] \times \frac{L_t}{U_b}$$

(Kunii & Levenspiel, 1991)

Keterangan:

K = Kecepatan reaksi kimia

K_{bc}, K_{ce} = Koefisien perpindahan massa (s^{-1})

L_t = Tinggi dari bubbling bed (m)

U_b = Kecepatan gelembung (m/s)

γ_b = Rasio padatan yang terdispersi dalam gelembung

dan volume gelembung dalam *bed*

γ_g = Ratio padatan yang terdispersi dalam gas dan volume gelembung dalam *bed*

γ_e = Ratio antara padatan yang terdispersi dalam emulsi dan volume gelembung dalam *bed*

- Menghitung Kecepatan Gelembung (U_b)

$$U_b = U_0 - U_{mf} + U_{br}$$

(Kunii & Levenspiel, 1991: 147)

Dimana:

Mencari d_b (diameter gelembung) menggunakan Fig. 4.14 buku Kuni (1977:131).

$$d_b = 0,019 \text{ m} = 1,9 \text{ cm}$$

$$U_0 - U_{mf} = 0,204$$

$$U_{br} = 0,711 (980 \cdot 1,2)^{1/2} = 0,829 \text{ m/s}$$

Maka:

$$U_b = 1,03 \text{ m/s}$$

$$= 103,22 \text{ cm/s}$$

$$\delta = \frac{U_o - U_{mf}}{U_b}$$

$$\delta = 0,19$$

- Rasio Padatan yang Terdispersi Dalam Gelembung dan Volume Gelembung Dalam Bed (Kuni:158)

$$\gamma_b = 0,005$$

- Menghitung Rasio Padatan yang Terdispersi Dalam Gas dan Volume Gelembung Dalam Bed (Kuni:158)

$$\gamma_c = (1 - \epsilon_{mf}) \cdot \left[\frac{3 \cdot U_{mf} / \epsilon_{mf}}{U_{br} - U_{mf} / \epsilon_{mf}} + \alpha \right]$$

α (fw) dicari dari Fig.8 (Kunii, 1991:124), α (fw) = 0,65

$$\epsilon_{mf} = 0,4$$

$$\text{maka, } \gamma_c = 0,68$$

- Menghitung Rasio Antara Padatan yang Terdispersi Dalam Emulsi dan Volume Gelembung Dalam Bed (Kuni:158)

$$\gamma_e = \frac{(1 - \epsilon_{mf})(1 - \delta)}{\delta} - (\gamma_c + \gamma_b)$$

$$\text{maka, } \gamma_e = 1,672$$

$$K_{bc} = 4,5 \frac{U_{mf}}{d_b} + 5,85 \frac{\phi^{1/2} g^{1/4}}{d_b^{5/4}}$$

- Menghitung Koefisien Perpindahan Massa (Kuni:251)

ϕ = Koefisien difusi molekuler = $0,204 \text{ cm}^2/\text{s} = 0,0000204 \text{ m}^2/\text{s}$

maka, $K_{bc} = 2,212554969 \text{ /s}$

$$K_{ce} = 6,78 \left(\frac{\epsilon_{mf} \cdot \phi \cdot U_b}{d_b^3} \right)^{1/2}$$

- Menghitung Koefisien Perpindahan Massa (Kuni:251)

maka, $K_{ce} = 0,39 \text{ /s}$

Maka, L_t :

$$\ln \frac{C_{AO}}{C_A} = \left[\gamma_b \cdot k + \frac{1}{\frac{1}{K_{bc}} + \frac{1}{\gamma_c \cdot k + \frac{1}{\frac{1}{K_{ce}} + \frac{1}{\gamma_e \cdot k}}}} \right] \times \frac{L_t}{U_b}$$

$$2,302585093 = 0,593576002 \times \frac{L_t}{1,032235557}$$

$$L_t = 4,004 \text{ m}$$

Dengan faktor keamanan 20%, maka $L_t = 4,81 \text{ m}$

Sehingga, tinggi total reaktor = $L_h + L_t + TDH = 16,1083566 \text{ m} = 16,5 \text{ m}$

10. Menghitung Tinggi Dan Diameter Freeboard

• Tinggi Freeboard

Berdasarkan hasil penelitian Choi et al. (1991), menyatakan bahwa dalam perancangan reaktor fluidized bed digunakan tinggi freeboard dengan rentang antara $1,97 - 9,1 \text{ m}$. Dalam hal ini, untuk efisiensi dari reaktor yang bagus digunakan $(L_t/L_f)^2 = 1$, maka dapat

diperoleh:

$$L_t = L_f = 4,81 \text{ m}$$

• Diameter Freeboard

Untuk menghindari terjadinya entrainment atau aliran partikel padat pada freeboard, maka kecepatan gas pada freeboard (U_c) < U_t .

$$\text{Asumsi } U_c = 0,15 \text{ m/s}$$

$$A_f = \frac{Q}{U_c}$$

$$A_f = 28,85$$

Maka untuk menghitung diameter freeboard :

$$D_f = \left[\frac{4 \cdot A_f}{\pi} \right]^{1/2}$$

$$D_f = 6,062 \text{ m}$$

11. Menghitung Dimensi Gas Distribution Plate

a. Menghitung ΔP Melalui Distributor

Persamaan yang digunakan:

$$\frac{\Delta p_b}{L_{mf}} = (1 - \epsilon_{mf})(\rho_s - \rho_g) \frac{g}{g_c}$$

(Kunii. 69)

$$\frac{L_{mf}}{L_f} = 1 - \delta$$

$$\rho_g = 0,36 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 2250 \text{ kg/m}^3$$

$$L_{mf} = 3,85 \text{ m}$$

$$\text{Maka di peroleh, } \Delta P = 5029,82 \text{ kg/m}^2 = 0,49 \text{ atm}$$

b. Menghitung Koefisien Orifice(Ret)

$$Ret = \frac{Dt \cdot U_o \cdot \rho_g}{\mu}$$

Berdasarkan Kunii (halaman 105), dengan $Ret > 3000$ diperoleh nilai koefisien orifice (C_d) sebesar 0,6

c. Menghitung Kecepatan Gas Melalui Orifice (Uor)

$$u_{or} = C_{d,or} \left(\frac{2\Delta p_d}{\rho_g} \right)^{1/2}$$

$$U_{or} = 0,98 \text{ m/s}$$

d. Menghitung jumlah lubang (Nor)

$$Nor = \frac{4 \cdot U_o}{\pi \cdot U_{or} \cdot d_{or}^2}$$

$$N_{or} = \frac{1}{l_{or}^2}$$

$$\text{Asumsi, } L_{or} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Maka, } Nor = 100 \text{ m}$$

$$d_{or} = \left[\frac{4}{\pi} \left(\frac{u_0}{u_{or}} \right) \left(\frac{1}{N_{or}} \right) \right]^{1/2}$$

$$d_{or} = 0,056$$

$$N_{or} = 100/m^2$$

12. Menghitung Waktu Tinggal Dalam Reaktor

$$t = \frac{Lt}{U_0}$$

$$t = 18,83 \text{ s}$$

13. Menghitung Volume Dalam Reaktor (Vr)

Volume reaktor adalah volume vessel reaktor ditambah dengan volume kedua head (Brownell & Young, 1979),

$$\begin{aligned} V_{head \text{ atas}} &= 0,000049 \times (Df)^2 \times Lf \\ &= 0,0087 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{TDH} &= \frac{\pi}{4} \times (Df)^2 \times (L_{TDH} - Lf) + \frac{\pi}{3} \times Lf \times \frac{1}{4} (Df^2 + Df \times Dt + Dr^2) \\ &= 17,602 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{reaksi} &= \frac{\pi}{4} \times (Dt)^2 \times Lt \\ &= 81,491865 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{head bawah}} &= \boxed{0,000049x(Dt)^2xLt} \\ &= 0,005 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_r &= V_{\text{head atas}} + V_{\text{TDH}} + V_{\text{reaksi}} + V_{\text{head bawah}} \\ &= 99,107 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka diperoleh volume dalam reaktor adalah 99,107 m³ atau 99107 liter.

ISOLATOR REAKTOR FLUIDIZED REAKTOR (IRFB-01)

1. Kondisi Dinding Reaktor

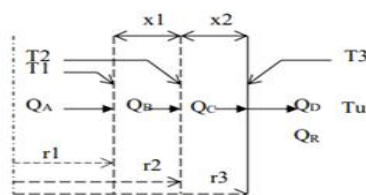
Asumsi:

- Kondisi Adiabatik.
- Suhu dinding luar isolator 60 °C.
- Panas radiasi diabaikan.
- Dinding reaktor dirancang dengan memakai bahan yang tahan terhadap suhu tinggi dan mampu menahan panas ke lingkungan.

2. Bahan Perancangan

- Dinding Isolator menggunakan bahan micro quartz fiber blanket menahan suhu yang sangat tinggi sampai suhu luar dinding 60 °C.
- Lapisan plat penahan tekanan karena konduktivitas panasnya yang tinggi diasumsikan suhu luar plat 30 °C.

3. Menghitung Tebal Dinding dan Isolator



Keterangan :

$r1$ = jari-jari dalam shell

$r2$ = jari-jari luar shell

$r3$ = jari-jari isolator luar

$x1$ = tebal plat dinding shell

$x2$ = tebal isolator

$T1$ = suhu dinding dalam reaktor

$T2$ = suhu dinding luar reaktor

$T3$ = suhu isolator luar

Tu = suhu udara luar

Sifat-sifat fisis udara pada suhu T_f (Holman, 1988, Daftar A-5)

$$T_f = 688,15 \text{ K}$$

$$u = 6,44\text{E-}06 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 0,051628 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\text{Pr} = 0,68352$$

$$\beta = 0,00146 \text{ K}^{-1}$$

$$\mu = 3,28\text{E-}05 \text{ kg/m.s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_f = 0,5126 \text{ kg/m}^3$$

$$L = 16,5 \text{ m}$$

$$\Delta T = 303,15 \text{ K}$$

$$b = 0,00146$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\sigma = 5,67\text{E-}08 \text{ W.m}^2/\text{K}^4$$

$$\text{Gr} = \frac{L^3 \times b \times \rho_f \times g \times \Delta T}{\mu f^2} :$$

$$\text{Gr} = 2,40\text{E+}14$$

$$Ra = Gr \times Pr$$

$$Ra = 1,64E+14$$

Karena nilai bilangan rayleigh > 109 maka:

$$hc = 1,31.(\Delta T)^{1/3}$$

$$hc = 4,0705$$

$$h_r = \sigma \varepsilon \frac{(T_w^4 - T_u^4)}{(T_w - T_u)}$$

$$hr = 0,0214$$

$$r1 = 3,032 \text{ m}$$

$$r2 = 3,98 \text{ m}$$

$$x = 0,50 \text{ m}$$

$$x = 0,09 \text{ m}$$

$$r3 = 4,48 \text{ m}$$

- Perpindahan Panas Konduksi

$$Q_B = \frac{2.\pi.k_s.L.(T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

$$Q_C = \frac{2.\pi.k_{is}.L.(T_2 - T_3)}{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}$$

$$Q_C = Q_R + Q_D$$

$$= 179.517,17$$

- Perpindahan Panas Konveksi

$$Q_D = hc.A.(T_3 - T_4)$$

$$Q_D = hc.2.\pi.r_3.L.(T_3 - T_4)$$

$$Q_D = 66158,76$$

- Panas Radiasi

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.A.(T_3^4 - T_4^4)$$

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.2.\pi.r_3.L.(T_3^4 - T_4^4)$$

$$Q_R = 113.358,40$$

$$Q_B = Q_C = 179.517,17$$

$$T_2 - 338,15 = 3991,93$$

$$T_2 - 338,15 = 729,1518$$

$$T_2 = 1067,302$$

$$T_1 = 1073,15$$

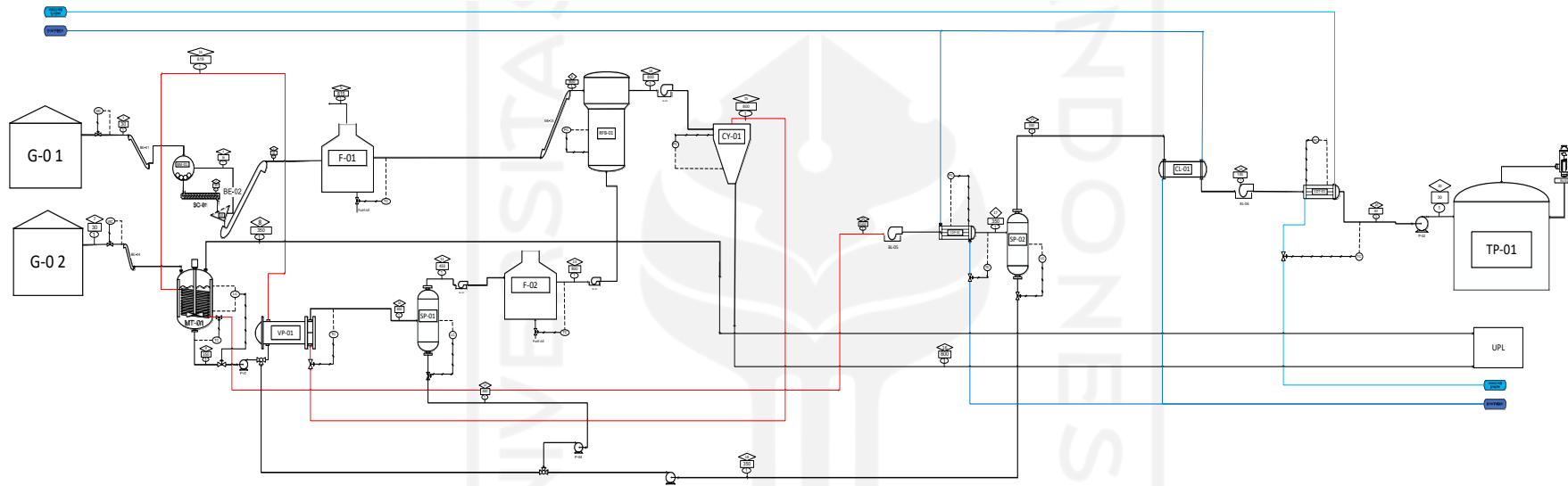
(T1 dan T2 merupakan suhu dari goal seek)





LAMPIRAN B

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK KARBON DISULFIDA DARI CHARCOAL
DAN SULFUR DENGAN KAPASITAS 48.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	NOMOR ARUS (KG/JAM)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	1062,2	1083,4	21,2	1062,2		1062,2								106,2		106,2				
H ₂ O	11,4	11,6	0,2	11,4	11,4															
ABU (CARBON)	34,3	34,9	0,7	34,3		34,3								34,3		34,3				
H	28,6	29,1	0,6	28,6	28,6															
N	2,3	2,3	0	2,3	2,3															
O	3,4	3,5	0,1	3,4	3,4															
S ₂							5104,6		5104,6	7089,8	5671,8	1418	5671,8	567,2	567,2		567,2	567,2		
ABU (SULFUR)							0,2		0,2	0,2	0,2		0,2	0,2		0,2				
H ₂ O							2,3	2,3												
H ₂ SO ₄							0,1	0,1												
CS ₂														6060,6	6060,6		6060,6		6060,6	6060,6
TOTAL	1142,1	1165	22,8	1142,1	45,7	1096,5	5107,2	2,3	5104,8	7090	5672	1418	5672	6768,5	6627,8	140,7	6627,8	567,2	6060,6	6060,6

Keterangan Alat	
BE	Bucket Elevator
BM	Bali Mill
BL	Blower
CDP	Condensor Parsial
CDT	Condensor Total
CL	Cooler
CY	Cyclone
G	Gudang
F	Furnace
MT	Melter
P	Pompa
RFB	Reaktor Fluidized bed
SP	Separator
TP	Tangki Penyimpanan
VP	Vaporizer

Keterangan Instrumen	
TC	Temperature Control
WC	Weight Control
PC	Pressure Control
LC	Level Control
Keterangan Instrumen	
Nomor Arus	
Suhu	
Tekanan	
Control Valve	
Pipe	
Sinyal Pneumatik	
Sinyal Elektrik	

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA 2022	
PRARANCANGAN PABRIK KARBON DISULFIDA DARI CHARCOAL DAN SULFUR DENGAN KAPASITAS 48.000 TON/TAHUN	
DISUSUN OLEH: Sidiq Ikhwanul Hakin (18521183) Fara Izzah Raki Arief (18521210)	
DOKEN PEMBIMBING: Dr. Kholidus Cahyadi, ST., M.Eng. Yunitalia Aletia Sari Angustia, S.T., M.Eng.	



LAMPIRAN C

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Sidiq Ichwanul Hakim

No. MHS : 18521183

2. Nama Mahasiswa : Fara Inssana Riski Arief







No. MHS : 18521210

Judul Prarancangan *) :

**Prarancangan Pabrik Karbon disulfida Dari Charcoal Dan Sulfur Dengan
Kapasitas 48.000 Ton/Tahun**

Mulai Masa Bimbingan :

Batas Akhir Bimbingan :

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13/12/2021	Pembekalan dan Mekanisme Pengerjaan TA	
2	29/12/2021	Data Impor dan Ekspor Produk Prarancangan Pabrik	
3	6/01/2022	Pergantian Judul TA	
4	12/01/2022	Penentuan Kapasitas Pabrik, Pemilihan Proses	
5	19/01/2022	Penentuan Spesifikasi Bahan, Diagram Alir Kualitatif	
6	26/01/2022	Kinetika Karbon disulfida	

7	23/02/2022	Neraca Massa	JH
8	22/3/2022	Penggunaan Reaktor	JH
9	8/04/2022	Perancangan Reaktor	JH
10	24/05/2022	Perancangan Reaktor	JH
11	4/06/2022	Perancangan Reaktor	JH
12	6/06/2022	Perancangan Reaktor	JH
13	9/06/2022	Perancangan Reaktor	JH
14	27/06/2022	Perancangan Reaktor	JH
15	8/07/2022	Perancangan Alat Pemisah Dan Unit Operasi Pendukung	JH
16	22/07/2022	Perancangan Alat Pemisah Dan Unit Operasi Pendukung	JH
17	28/07/2022	Perancangan Alat Pemisah Dan Unit Operasi Pendukung dan Alat Penyimpanan Bahan	JH
18	10/08/2022	PEFD	JH
19	11/08/2022	PEFD	JH

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 12 Agustus 2022

Pembimbing,



Khamdan Cahyari, Dr., S.T., M.Sc..



KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Sidiq Ichwanul Hakim

No. MHS : 18521183

2. Nama Mahasiswa : Fara Inssana Riski Arief

No. MHS : 18521210



Judul Prarancangan *) :

**Prarancangan Pabrik Karbon disulfida Dari Charcoal Dan Sulfur Dengan
Kapasitas 48.000 Ton/Tahun**

Mulai Masa Bimbingan :

Batas Akhir Bimbingan :

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	14/12/2021	Data Impor dan Ekspor	
2	20/12/2021	Kapasitas Pabrik	
3	10/01/2022	Kinetika Reaksi	
4	14/02/2022	Diagram Alir dan Neraca Massa	
5	27/06/2022	Perancangan Reaktor	
6	22/08/2022	Penentuan Lokasi, Tata Letak Pabrik, dan Struktur Organisasi Perusahaan	

7	30/08/2022	Penentuan Lokasi, Tata Letak Pabrik, dan Struktur Organisasi Perusahaan	
8	09/09/2022	Perancangan Unit Utilitas dan Perhitungan Evaluasi Ekonomi	

Disetujui Draft

Penulisan:

Yogyakarta, 12

September 2022

Pembimbing,



Venitalitya Alethea.S. A., S.T., M.Eng

