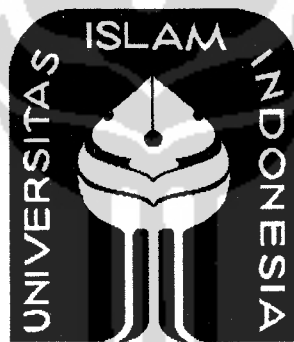


TUGAS AKHIR
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Tri Rully Martiani	02 521 135
Lulik Kurniasari	02 521 166

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK FORMALDEHID
DARI METANOL DAN UDARA DENGAN PROSES FORMOX
BERKAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



Disusun Oleh :

Tri Rully Martiani (02 521 135)

Lulik Kurniasari (02 521 166)

Yogyakarta, Mei 2007

Dosen Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'P' followed by a series of loops and a final horizontal stroke.

Ir. Panut Mulyono, M. Eng ., D. Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DARI METANOL DAN UDARA DENGAN PROSES *FORMOX* KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Tri Rully Martiani (02 521 135)

Lulik Kurniasari (02 521 166)

Telah Dipertahankan di Depan Dosen Pengguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 01 Mei 2007

Tim Penguji :

Ir. Panut Mulyono, M. Eng., D. Eng
Ketua

Drs. Ir. Faisal RM, MSIE., Ph.D
Anggota I

Ir. H. Bachrun Sutrisno, Msc
Anggota II



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Universitas Islam Indonesia

Dra/Hj. Kamariah anwar, MS

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Tri Rully Martiani
No. Mahasiswa : 02 521 135

Nama : Lulik Kurniasari
No. Mahasiswa : 02 521 166

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

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

Yogyakarta, Mei 2007



(Tri Rully Martiani)



(Lulik Kurniasari)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Formaldehid dengan Kapasitas 50.000 ton/tahun ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan sebagai satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Atas terselesainya laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc., selaku Dekan FTI.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku ketua jurusan Teknik Kimia.
3. Bapak Ir.Panut Mulyono M.Eng., D.Eng., selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

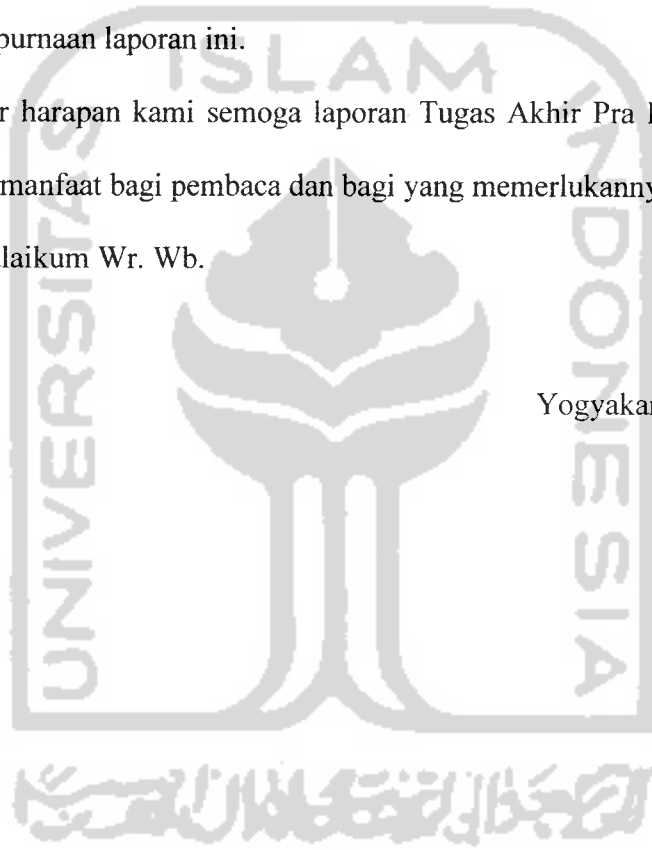
Kami menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi yang memerlukannya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2007

Penyusun



MOTTO

"Mohonlah pertolongan pada ALLAH dengan sabar dan salat, sungguh salat itu sangat berat kecuali bagi mereka yang khusyu."

(QS. Al Baqorah 2 : 45)

"Sungguh bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan, sungguh bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan. Oleh karena itu, jika kamu telah selesai dari suatu tugas kerjakanlah tugas yang lain dengan sungguh- sungguh."

(QS. As Syarh 1114 : 6, 7, 8)

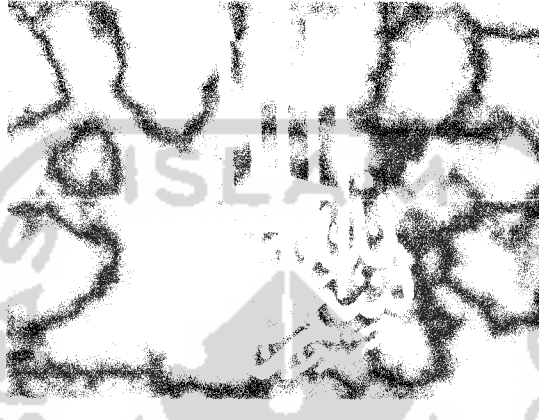
"Hai orang – orang beriman, bersabarlah, tabahlah dan kuatkan hati. Takwalah kamu sekalian kepada Allah agar kamu berjaya."

(QS. Ali Imron 3 : 247)

Gembiralah dengan hidup ini karena hidup ini indah dan jadikanlah Ia sebagai hamparan untuk semua kebaikan

Jangan engkau mengeluh jika suatu hari mengalami kesulitan, karena sesungguhnya andapun pernah mengalami kemudahan dalam waktu yang cukup lama

LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya kecil ini ku persembahkan kepada:

Orang tua dan keluarga

Terima kasih atas doa restunya, kasih sayang dan cintanya, pengorbanan dan perhatiannya, kepercayaan dan segala dukungannya, kesabaran dalam membimbing ananda. Maaf jika pada usia sekarang ini belum bisa memberikan apa-apa, hanya goresan kecil yang dapat ku persembahkan

Untuk orang tua dan keluarga

Terima kasih buat doa, dukungan dan perhatiannya selama ini. Semoga karya kecil ini bisa membuat kalian bangga

Untuk orang tua dan keluarga

Rully
Matur sembah nuuun
Nuuun sanget dumateng

Allah SWT...

*For the love, for the life, for the blessing.
Never enough to say Alhamdulillah for the rest of my life.*

My beloved parents...

Papah & Mamah *for everything, for having faith in me, believe in every single step I've made. For the pray, for the support.*

My luvly brother...

Mas andri & Mas heru, makasih buat doa, dukungan, nasihat, dan pelajaran berharga yang ngga ternilai harganya.

My BIG Family...

Keluarga Cirebon, Keluarga Bekasi, Keluarga Bandung dan keluarga yang ada di mana-mana makasih atas segala masukan dan dukungan yang nggak pernah putus.

Pembimbingku...

Pa Panut, makasih atas bimbingannya, meskipun dengan otak pas – pasan akhirnya kami bisa juga menghasilkan karya kecil ini. Tanpa bantuan dan semangat dari bapak karya ini tak berarti apa-apa...

My best partner...

Lulik Kurniasari, yang membantu mewujudkan mimpi rully jadi nyata walaupun dengan bercucuran air mata sampai tetes darah penghabisan akhirnya TA kita kelar juga, (*well*, sekarang resmi ST niy....hueheu :D)

Citra Cahyaning,SH (ica_ku) & Eka Damar NKN,SH (BroKoL)...
well, friendship about keeping the precious things in our life. Glad to have you guys there. In the past, present, and hopefully the future.

Ne'Em community...

(Rina & tantra, yani, ceu2, risiko) *happily ever after with ur couple*

danik *Hope you'll find the better man*

iman, wisnu, ropik Terkadang hidup itu memang membingungkan, penuh pilihan dan kita dipaksa memilih satu yang terbaik

ika N imron *get married as soon as possible...mom & pap*

giri, raup (chemangat ya..), sriyono n nike (*a nice couple* ☺)

mau ngomong apa ya?

Makasih banget buat momen yang pernah kita lalui bersama

(touring, makan2 bareng, foto2 bareng, nonton bareng, nogkrong2 bareng, becandaan, marah2an, ejek2an, nggosip, curhat2an, gila2an, gombal2an dsb) *I'll be missing it*

Makasih juga buat senyumannya, kalian udah membuat hidup rully penuh warna ☺

Ira & Ita...

Yang selalu bersemangat bertanya – tanya kapan kita pendadaran, kapan wisuda, kapan nikah (haiyah..) dan akhirnya kita LULUS juga, *thnx gals* buat doanya

Pemeran Pembantu...

BILL GATE buat microsoftnya, PLN buat listriknya, AD 4911 M buat kaliurang – UGM, IP 1600 buat tintanya, My computer for making this TA so sweet ☺

Amadea's crew...

ibu warsih, dian, yana, refi, anie, maya, tika, novi
makasih udah jadi tempat tumpahan segala tangisan, kekecewaan, kebahagiaan, dan tiang penyangga waktu rully sakit. Mungkin rully ga bisa menuliskan semua nama kalian di sini, *but believe, I'll always write down your name in my heart* ☺

Lodadi area....

DS Ralda rumah keduaku ibu kos, mba leni, ida, puri, m'iko, della, erna, ira, desi, umi *for sharing in bad and good times.*

Makasih juga buat mas- mas GH...

mas yoyo, mas singgih, mas bowo dkk di sini nieh gokil abiz, makasih buat support-nya. ^ _ ^

Tekim' 02

Well guys... emm makasih telah menemani rully mendapatkan ilmu mumet selama 4 thn (Reaktor kimia, TRK 1, TRK2, Transfer Panas, Pengendalian Proses, Ibadah syariah, kalkulus, Matek, ukhhh @#%\$#%#%&^%&\$#%..) pokoknya you are not forgotten (especially buat gatot for making this TA possible heuheu ☺

Para Seniorku

Mas nata, makasih buat doa, support dan gila – gilanya, mas rudy yang selalu menjejekku tp sekarang ngga lagi coz dah ST niy xixixixi, mas Febri huahahaha aku lulus niy ga jaminan kan lulus duluan,akhirnya kita cari kerja bareng juga to?

Almamaterku...

(Tk Tunas patra 2, SD kramat 2, SMPN 5, SMUN 2) Cirebon,
Tekim UII jogjakarta

Last but definitely not the least, my lovely M.Gunung.A
Seseorang yang begitu yakin pada diri rully, selalu memberikan dukungan,
dan hampir memberikan segalanya untuk rully..

Never have enough word to say to you.

I want to make you proud of me. Do I make you proud,babe?

MOTTO

"Mohonlah pertolongan pada ALLAH dengan sabar dan shalat, sungguh shalat itu sangat berat kecuali bagi mereka yang khusyu."

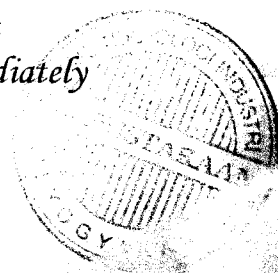
"Sungguh bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan, sungguh bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan. Oleh karena itu, jika kamu telah selesai dari suatu tugas kerjakanlah tugas yang lain dengan sungguh- sungguh."

"Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu maka ALLAH memudahkan jalan baginya menuju surge"

"Gapailah langit karena jika melesetpun kau tetap akan berada diantara bintang-bintang"

*Betapa Indahnya Islam ... Bila Berhiaskan Iman...
Betapa Indahnya Iman ... Bila Berhiaskan Taqwa...
Betapa Indahnya Taqwa... Bila Berhiaskan Ilmu...
Betapa Indahnya Ilmu ... Bila Berhiaskan Amal...
Betapa Indahnya Amal... Bila Berhiaskan Kasihsayang...*

*Don't always hope things go as you desire,
but face all happenings resolutely.
If you faile don't be in despaire, take that experience
to blaze your consciousness For combat
so that your glorious aspitation reached immediately*



Goresan kecil ini kupersembahkan untuk :



*Kedua orang tuaku yang selalu memberikan dorongan,
kasih sayang dan do'a tulus ikhlas tanpa henti.*

*seluruh keluarga besarku,
terima kasih untuk support dan do'anya.*

Special person in my heart, my life in my future

Thanks for anythings

Orang-orang yang selalu ada dihatiku.

ULIE TO... TO....

♥ My LORD

Never enough to say

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

yang telah memberikan Rahmat dan Kenikmatan-
Kenikmatan yang Begitu Banyak yang tidak bisa di ungkapkan
dengan kata-kata.

“Jika kamu menghitung nikmat Allah, niscaya kamu tidak akan
sanggup menghitungnya”

(QS. Ibrahim : 34)

♥ My LeAdEr

Junjungan kami Nabi
untuk SoritauladaN dan SyafaatNya.

dan para shabatnya

♥ My PArents

Ayahanda Tersayang

dan Ibunda

Tersayang yang selalu ananda hormati, terima
kasih atas kepercayaan, cinta, kasihsayang dan doa-doa yang
engkau minta kepada-Nya untukku, terima kasih
telah memberikan orang tua yang terbaik untukku.

♥ My BrothEr

Masku tersayang

yang selalu nguber-

nguber ulie biar cpt lulus. Sukses ya mas usaha eN BMS nya.

♥ My Little Angel

Keponakanku Tersayang,

eN

yang lucu2

eN ngangenin, Tente sayang sama kalian....

♥ **My TEachEr**

, terima kasih atas bimbingannya, dan kesabarannya dalam membimbing kami.

yang udah menjerumuskan ke kedalam lembah kimia.

my favorite teacher. Tanpa ilmu dari bapak ulie gak jadi seperti sekarang ini. Love you pak...

♥ **My Best PartnEr**

My Partner 'RuLLbonK' (sang dewi nya Muhammad Aspirantoro) yang berjuang bersama-sama dan mau berbagi suka ~ duka, canda ~ tawa, panas ~ dingin, kebahagiaan dan kesedihan yang kita lalui Bsama-sama, Finally YA kita selesai juga.

♥ **My SoulMatE**

Abang Sayang, yang nggak pernah cape ngasih semangat serta dukungannya, yang telah memberi warna baru dalam dunia lie. Makasih juga atas cinta, kasih sayang dan kesetiiaannya yang bang Boo jaga slama ini...

Noting more Benefit thAn Knowing the mEAning of love and I got it from U, Thanks to mAKE my world SO complete, I'll never bored to say TE QUIERRO Beib...

♥ **G4 (Genk GG Girl)**

'Tirr' eN mas AnaS di tunggu undangannya

'ita', smg hubungannya dg Mas Farid baik-baik aja...

♥ **GendoeT Evolution**

Masa SMU masa yang paling indah, jadikan masa itu sebagai 'Kisah Klasik Untuk Masa Depan'

♥ WSP Palace

Wisma Sanggita Purnama yang sudah memberikan tempat tinggal yang nyaman dengan penghuni yang asik-asik. Banyak sekali kenangan-kenangan indah yang tercipta di WSP. Para dedengkot WSP Mba Diah 'Boodhe', mba indri 'indro', mba anie, mba ayo 'angelina sondak yg beda nasib', mba arie, mba lisa 'nonk-nonk', mba tea-tea, mba sari, Hanana bule and wiewien I miz U sis....Danik eN sHinta banyak kenangan bersama kalian....Uni Uchi eN syech 'bem-bem' yang menemani lie tidur ayo kerjain Tanya,.....SEMANGAT..!!!! Chayyaaaa girls.... wahyu teman seperantauan (aja mbojo bae, ari balik aja klalen gawa sega jambang karo empal gentong yak) Tuk generasi penerus WSP (Risna, Uwie 'kecil', Nisa 'leot', Maya 'momen', bu Dokter Ina, isna si kura-kura) tetep gila eN kompak slalu,teruskan tradisi comot \$... Mba atun yang udah ngebantuin nyuciin eN nyetrikain baju ulie

♥ Ne'Em Community

Comunitasnya untuk cari pasangan ^_^ 'comel' eN (yang awet yoo..), 'mami' eN (Ditunggu undangannya), sri eN (nice couple), eN (Best couple hahaha...), 'oneng' , eN (thanks bukunya), (my consultant) , (temen ulie jatuh, smoga kita ga jodoh amin..),efindra banyak sekali kenangan indah bersama kalian. I'll miz U all. Jangan sampe Lose cOntact ya.... KeeP Funk*y Guys...!!!

♥ **Chem-Eng community '02**

Azad, welly, dafy, dodoy, dede, ferly, azhar, bandar, alim,
berry, gusva, kris, ninin, ida, sari, teman seperjuangan
(nopex, ana, adit, dhika, ernie, vita, susilo, rifki, bang roma),
kang mas (I want to tell u a secret but it's too late),
Yulie eN welly (ayo semangat), some one who has wroten his
name in my heart, etc.

♥ **Honda_ku**

yang telah menemani ulie mengarungi indahnya
Djogja dan ikut berpetualang dengan teman-teman.

♥ **My School**

(TK Tunas Patra IV, SD Kedokan Bunder VI, SD BIMA, SMPN
5, SMUN 2) Cirebon eN UII Djogja

♥ **My world**

yg Membuat hidupku terasa Sejuk, PINKIE yang
membuat hidupku penuh Cinta

All my friends any where, thanks for every things.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	v
ABSTRAKSI	vi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Tinjauan Pustaka	3
 BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Bahan	12
2.2 Pengendalian Produksi	15
2.3 Diagram Alir Kuantitatif	20
2.4 Diagram Alir Kualitatif	21
 BAB III PERANCANGAN PROSES	
3.1 Uraian Proses	22
3.2 Spesifikasi Alat Proses	25
3.3 Perancangan Produksi	42

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik	53
4.2 Tata letak Pabrik	56
4.3 Tata letak alat proses	60
4.4 Spesifikasi alat utilitas	64
4.5 Pelayanan teknik	87
4.6 Laboratorium	101
4.7 Organisasi Perusahaan	109
4.8 Analisa ekonomi	134

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	147
----------------------	-----

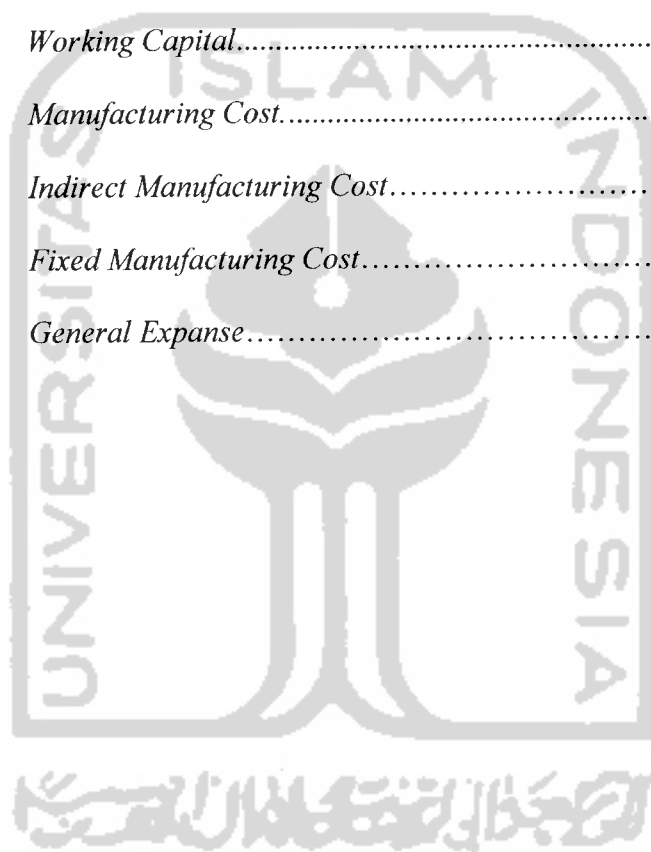
DAFTAR PUSTAKA	xii
-----------------------------	-----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Perbandingan faktor ekonomi antara proses BSF, ICDRM, dan formox	8
Tabel 3.1 Data impor formaldehid di Indonesia tahun 1997-2002.....	42
Tabel 3.2 Daftar pabrik produsen formaldehid di Indonesia	44
Tabel 3.3 Neraca Massa <i>overall</i>	48
Tabel 3.4 Neraca Massa Vaporizer - 01.....	48
Tabel 3.5 Neraca Massa Separator - 01.....	49
Tabel 3.6 Neraca Massa di titik pencampuran	49
Tabel 3.7 Neraca Massa Reaktor – 01.....	50
Tabel 3.8 Neraca Massa Separator – 02.....	50
Tabel 3.9 Neraca Massa Absorber - 01.....	51
Tabel 3.10 Neraca Panas Reaktor- 01.....	51
Tabel 3.11 Neraca Panas Absorber- 01.....	52
Tabel 3.12 Neraca Panas Separator- 01.....	52
Tabel 3.13 Neraca Panas Separator- 02.....	52
Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik.....	58
Tabel 4.2 Tataletak alat Proses.....	63
Tabel 4.3 Kebutuhan pendingin Dowtherm.....	94
Tabel 4.4 Kebutuhan listrik alat proses.....	97
Tabel 4.5 Kebutuhan listrik untuk utilitas.....	98

Tabel 4.6	Penggolongan jabatan.....	126
Tabel 4.7	Jumlah karyawan pada masing- masing bagian	127
Tabel 4.8	Perincian golongan dan gaji.....	129
Tabel 4.9	Indeks harga alat.....	135
Tabel 4.10	<i>Fixed Capital Investment</i>	140
Tabel 4.11	<i>Working Capital</i>	141
Tabel 4.12	<i>Manufacturing Cost</i>	142
Tabel 4.13	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	142
Tabel 4.14	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	143
Tabel 4.15	<i>General Expanse</i>	143



DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Diagram Alir Kuantitatif.....	20
Gambar 2.2	Diagram Alir Kualitatif.....	21
Gambar 3.1	Grafik Impor CHOH di Indonesia Tahun 1997-2002.....	43
Gambar 4.1	Tata Letak Pabrik Formaldehid.....	59
Gambar 4.2	Neraca Massa Vaporizer - 01.....	63
Gambar 4.3	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	136
Gambar 4.4	Grafik BEP dan SDP.....	146
Gambar 4.5	Unit Pengolahan Air.....	147
Gambar 4.6	Struktur Organisasi.....	148

ABSTRAKSI

Formaldehid banyak digunakan dalam industri kimia, baik secara langsung (penghambat korosi, *electroplating*, bahan pengawet, desinfektan, industri fotografi dan kosmetik) maupun sebagai bahan intermediet untuk sintesis bahan kimia lain, dan terutama untuk pembuatan resin (urea, melamin, phenol).

Pembuatan formaldehid proses *formox* merupakan reaksi oksidasi metanol pada fase gas dengan adanya katalis *iron molybdenum oxide* dalam reaktor *fixed bed multi tube*, pada suhu operasi 300-400°C dan tekanan $\pm 1,2$ atm. Pada suhu ini juga terjadi reaksi samping menghasilkan asam formiat yang selanjutnya akan terurai menjadi gas CO dan H₂O. Tahapan proses meliputi penyiapan bahan baku metanol dan udara, pembentukan formaldehid dalam reaktor, dan pemurnian produk. Pemurnian produk dilakukan melalui absorber dan *ion exchanger*. Perancangan pabrik formaldehid dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku metanol sebanyak 594.000 ton/tahun, dan udara sebanyak 10.400 ton/tahun, steam sebanyak 360.000 ton/tahun dan listrik sebesar 409 kW.

Pabrik direncanakan didirikan dikawasan industri Bontang, dengan luas tanah 50.000 m². Pabrik direncanakan beroperasi selama 24 jam sehari dan 330 hari dalam 1 tahun, kecuali pada saat penjadwalan *turn around* pemeliharaan pabrik. Tenaga kerja yang diperlukan adalah 175 orang. Modal tetap sebesar \$6.003.492+Rp 83.774.458.594, modal kerja sebesar Rp 114.295.189.154. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI sebelum dan sesudah pajak masing-masing sebesar 38,50% dan 19,25%, POT sebelum dan sesudah pajak selama masing-masing 2,06 tahun dan 3,42 tahun, BEP 44,54%, dan SDP 26,18%. Sedangkan DCF sebesar 33,81%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi ekonomi, maka disimpulkan bahwa pabrik ini cukup layak untuk dikaji lebih lanjut dan menarik untuk didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia sebagai negara berkembang banyak melakukan pembangunan di segala bidang. Sampai saat ini pembangunan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, salah satunya adalah pembangunan sub sektor industri kimia. Namun ketergantungan impor luar negeri masih lebih besar dibandingkan eksponya. Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk-produk suatu industri kimia dari luar negeri.

Akibat dari ketergantungan impor ini menyebabkan devisa negara berkurang, sehingga diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor, salah satunya adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan berdirinya pabrik, akan menghemat devisa negara dan membuka peluang berdirinya pabrik lain yang menggunakan produk pabrik tersebut. Selain itu dapat membuka kesempatan untuk alih teknologi, membuka lapangan kerja baru dalam usaha ikut mengurangi angka pengangguran dan kemiskinan, karena untuk mendirikan pabrik diperlukan tenaga ahli terdidik, dan meningkatkan pendapatan asli daerah setempat.

Formaldehid merupakan senyawa dari gugus aldehid yang paling sederhana. Biasanya dijual dalam bentuk larutan yang mengandung 37%

berat gas formaldehid dalam air dan mengandung 10-15% metanol yang ditambahkan untuk mencegah polimerisasi. Larutan formaldehid juga terkenal sebagai formalin 100% atau formalin 40.

Formaldehid mempunyai banyak kegunaan terutama untuk menghasilkan resin bersama dengan urea, melamin, dan phenol, dan sebagai bahan intermediat untuk sintesis senyawa kimia lainnya seperti 1,4 butanadiol, trimethylol propan, neopentil glikol, penta erythritol, Nitrilo Triacetic Acid (NTA), EDTA (Ehtylen Diamine Tetraacetic Acid), dan hexamethylen tetramin (Ullman's, 1988). Penggunaan formaldehid secara langsung sebagai penghambat korosi, desinfektan, bahan pengawet, elektroplating, juga digunakan dalam industri kosmetik (Ullman's, 1988). Selain itu turunan-turunan formaldehid banyak digunakan dalam industri lain, seperti dimetilol dihidroksi etilen dalam industri tekstil untuk menghasilkan kain tekan permanent, piridin untuk industri bahan kimia pertanian, paraformaldehid untuk penghambat korosi, pencari hydrogen sulfide, dan biosida dalam produksi minyak (Othmer dan kirk, 1994).

Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik diperlukan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas rancangan minimum. Pada prarancangan pabrik formaldehid dari metanol dan udara dengan proses *formox* ini direncanakan berkapasitas 50.000 ton/tahun.

Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat

memberikan kemungkinan memperluas atau memperbesar pabrik dan memberikan keuntungan untuk jangka panjang. Lokasi pabrik yang dipilih adalah Bontang-Kalimantan Timur

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Formaldehid

Formaldehid dengan rumus kimia HCHO kali pertama disintesis pada tahun 1859 ketika Betrelov menghidrolisis metilen asetat dan mencatat adanya bau khas dari larutan yang dihasilkan. Tahun 1867 Hofmann mengidentifikasi formaldehid yang dia peroleh dengan melewatkan uap metanol dan udara di atas spiral platinum yang dipanaskan. Metode ini masih merupakan dasar cara pembuatan formaldehid meskipun dengan katalis lain (Ullman's, 1988).

Pemilihan suatu proses didasarkan pada proses yang memberikan keuntungan yang lebih besar dipandang dari segi teknik maupun ekonomis. Untuk menentukan pemilihan proses yang tepat diperlukan beberapa macam proses pembuatan formaldehid.

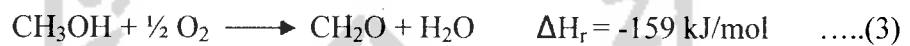
Proses yang banyak digunakan dalam pembuatan formaldehid secara komersial sebagai berikut :

1.2.1.1 Proses Dengan Katalis Perak (*Silver Catalyst Processes*)

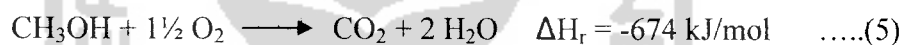
Proses pembuatan formaldehid dari metanol dengan menggunakan katalis perak biasanya dilakukan pada tekanan atmosferis dan suhu 600-

720°C. Suhu reaksi tergantung pada *excess* metanol dalam campuran metanol-udara. Komposisi campuran harus diluar batas yang dapat menyebabkan terjadinya ledakan.

Reaksi utama yang terjadi selama proses :



Produk samping yang juga terbentuk yaitu :



Produk samping lain yang penting adalah metil formiat, metana dan asam formiat.

Reaksi dehidrogenasi endotermis (1) sangat tergantung suhu, konversi naik dari 50% pada 400°C menjadi 90% pada 500°C dan menjadi 99% pada 700°C (Ullman's, 1988).

Proses pembuatan formaldehid dari metanol dengan menggunakan katalis perak dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

a. Proses BASF (*Complete Conversion of Methanol*)

Proses ini adalah proses dehidrogenasi dan oksidasi parsial dengan adanya kristal perak, *steam*, dan *excess* metanol pada suhu

680-720°C. Konversi metanol 97-98%. Katalis dapat diregenerasi secara elektrolitik setelah 3-4 bulan (Ullman's, 1988).

Unit proses yang digunakan adalah *evaporator*, reaktor dan kolom absorpsi. Umpan metanol-air, udara segar dan *off gas* hasil atas kolom absorpsi masuk secara terpisah ke *evaporator* untuk diuapkan, selanjutnya dilewatkan *bed* tebal 25-30 mm berisi kristal perak dimana terjadi reaksi oksidasi metanol menjadi formaldehid. Kemudian dialirkan ke kolom absorpsi 4 *stage* untuk menyerap formaldehid dengan menggunakan pelarut air. Produk akhir mengandung 40-55% berat formaldehid, 1,3% berat metanol dan 0,01% berat asam formiat. *Yield* proses 89,5-90,5% mol (Ullman's, 1988).

b. Proses ICDRM (*Incomplete Conversion and Distillative Recovery of Methanol*)

Proses ini hampir sama dengan proses BASF, tetapi konversi metanol tidak sempurna, konversi disempurnakan dengan mendistilasi produk dan *merecycle* metanol yang tak bereaksi. Reaksi terjadi pada suhu 600-650°C, konversi metanol awal 77-87% (Ullman's, 1988).

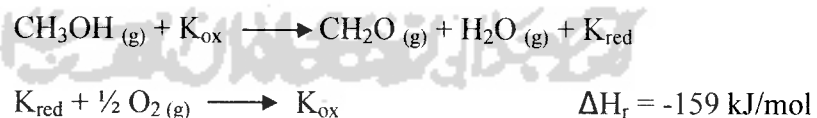
Umpan metanol murni dan udara dimasukkan ke *evaporator* selanjutnya diumpankan ke reaktor setelah dicampur dengan *steam*. Reaktor berupa *bed* tipis berisi katalis kristal perak. Konversi reaksi tidak sempurna dan terjadi pada suhu 590-650°C, sehingga untuk menyempurnakan konversi dilakukan distilasi dalam Menara Distilasi

(MD) setelah melewati kolom absorpsi. Metanol *direcover* pada bagian atas MD dan *directcycle* ke bagian bawah *evaporator*. Produk akhir mengandung formaldehid sampai 55% berat, dan metanol kurang dari 1% berat. Yield proses 91-92% mol (Ullman's, 1988).

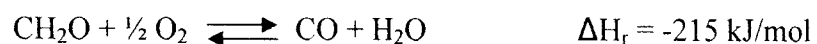
1.2.1.2 Proses Formox (*Formox Process*)

Dalam proses formox, oksida logam yaitu *iron*, *molybdenum* atau *vanadium oxide* digunakan sebagai katalis. Proses oksidasi terjadi dengan menggunakan udara berlebih pada suhu 250-400°C. Konversi metanol mencapai 98-99%. Biasanya campuran oksida mempunyai rasio atom Mo : Fe = 1,5-2 dan V₂O₅, CuO, Cr₂O₃, CoO, dan P₂O₅ juga ada tetapi dalam jumlah yang sedikit.

Proses formox digambarkan sebagai reaksi oksidasi 2 langkah dalam wujud gas dengan melibatkan katalis oksidasi (K_{ox}) dan reduksi (K_{red}), sebagai berikut :



Pada suhu 270-400°C konversi pada tekanan atmosferis hampir sempurna, tetapi pada suhu > 400°C terjadi reaksi samping sebagai berikut :



Umpan metanol dimasukkan ke *evaporator* berpemanas *steam* bersama dengan campuran udara dan *off gas recycle* dari kolom absorpsi

setelah dipanaskan terlebih dahulu. Selanjutnya dilewatkan pipa-pipa berisi katalis dalam *Heat-Exchanging Reactor*. Proses oksidasi menggunakan udara berlebih dan temperatur dijaga sekitar 340°C dengan menggunakan minyak bertitik didih tinggi yang disirkulasikan di lur pipa untuk menyerap panas yang ditimbulkan selama reaksi. Umpan metanol-udara adalah campuran yang mudah terbakar, tetapi kandungan oksigen dapat dikurangi sampai sekitar 10% mol dengan cara mengganti udara dengan gas buang dari menara absorpsi. Setelah meninggalkan reaktor, gas-gas didinginkan sampai 110°C dan selanjutnya diumpankan ke bagian bawah kolom absorpsi untuk menyerap formaldehid dengan menggunakan pelarut air. Hasil akhir mengandung formaldehid sampai 55% berat dan 0,5-1,5% berat metanol. Konversi metanol sekitar 95-99% mol, dan *yield* pabrik *overall* 88-91% mol (Ullman's, 1988).

1.2.2 Alasan Pemilihan Proses

Dari beberapa proses pembuatan formaldehid, masing-masing terdapat kelebihan dan kekurangan. Proses formox mempunyai beberapa kelebihan yaitu temperatur operasi rendah (250-400°C) dan tekanan operasi atmosferis sehingga memungkinkan selektivitas katalis tinggi, konversi metanol 99% dapat dipertahankan, hasil reaksi samping berupa karbon monoksida dan dimetil eter sangat kecil, dan cara untuk membangkitkan *steam* sangat sederhana sehingga proses kontrol mudah. Proses formox cocok digunakan untuk skala kecil (beberapa ribu

ton/tahun) dan paling banyak dipakai di seluruh dunia (Ullman's, 1988). Selain itu tidak memerlukan *methanol recovery tower* dan masa hidup katalisnya lebih lama yaitu 12-18 bulan (Othmer dan Kirk, 1994). Pada proses BASF, *yield* relatif rendah dan hanya cocok untuk pabrik formaldehid skala besar, sedangkan pada proses ICDRM memerlukan *methanol recovery tower* dan hidrogen yang keluar sebagai *off gas* lebih banyak sehingga biaya produksi lebih tinggi (Ullman's, 1988).

Aspek ekonomi yang diperhatikan pada pemilihan proses yaitu :

Tabel 1.1 Perbandingan faktor ekonomi antara Proses BASF, ICDRM dan

Kebutuhan	Formox		
	BASF	ICDRM	Formox
Metanol (t/t)	1,215	1,176	1,162
Air proses (t/t)	1,38	0,32	1,92
Air pendingin (m ³ /t)	41	148	26
Air umpan <i>boiler</i> (t/t)	3,0	1,5	-
<i>Steam</i> (t/t)	-	2,2	-

(Ullman's, 1988)

Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwa proses formox :

- * Membutuhkan bahan baku relatif lebih sedikit
- * Tidak memerlukan air umpan *boiler* dan *steam*
- * Membutuhkan air pendingin relatif sedikit
- * Tetapi membutuhkan air proses lebih banyak

Dengan memperhatikan hal-hal di atas maka dipilih proses formox.

Selain hal-hal di atas, alasan lain menggunakan proses formox adalah digunakannya katalis *iron molybdenum* ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{MoO}_3\text{Cr}_2\text{O}_3$) atau logam Fe dan Mo yang dipromosikan dengan Cr. Beberapa keistimewaan dari katalis *iron molybdenum* ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{MoO}_3\text{Cr}_2\text{O}_3$) antara lain :

- *Pressure drop* rendah dan cukup stabil
- *Uniform packing of tube*
- Umur katalis sekitar 18 bulan
- Selektivitas tinggi
- Tidak mudah beracun

(Subekti, 1995)

1.2.3 Kegunaan Produk

Kegunaan formaldehid dalam industri kimia yaitu :

- a. Resin, formaldehid banyak digunakan untuk menghasilkan resin bersama dengan urea, melamin, dan phenol. Resin-resin ini dipakai dalam pembuatan *particleboards*, *plywood* dan furnitur. Juga sebagai bahan baku untuk pelapis permukaan (*coating*), sebagai bahan pembantu dalam industri textil, kulit, karet, dan semen.
- b. Bahan intermediat untuk sintesis senyawa kimia lain, seperti 1,4 butanadiol, trimetilol propan, neopentil glikol, *penta erythritol*, hexameten tetramin, NTA (*Nitrilo Triacetic Acid*), EDTA (*Ethylene Diamine Tetraacetic Acid*), dan MDI (4,4 diphenylmethane diisocyanate).

- c. Penggunaan langsung formaldehid sebagai penghambat korosi, *electroplating* dan *finishing* kaca dalam industri logam, pengembangan film dalam industri fotografi, bahan pengawet dan desinfektan dalam dunia kedokteran dan kosmetik. Lebih lanjut, formaldehid digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri selama proses *recovery* sirup dalam industri gula.

(Ullman's, 1988)

1.2.4 Tinjauan Proses Secara Umum

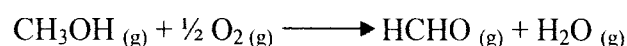
Sebagian besar formaldehid diproduksi dengan bahan baku metanol dan udara. Reaksi oksidasi metanol dan udara dengan katalis Fe-Mo oksida terjadi pada fase gas, sehingga reaktor yang dipilih berbentuk *fixed bed multi tubular*.

Pembuatan formaldehid dengan bahan baku metanol dan udara dengan pertimbangan :

- Metanol banyak tersedia
- Reaksi yang terjadi hanya oksidasi
- Konversi tinggi (95-99%) (Ullman's, 1988)
- Suhu reaksi tidak terlalu tinggi (250-400°C) (Ullman's, 1988)
- Biaya relatif rendah

Oksidasi metanol dengan udara menjadi formaldehid pada fase gas menggunakan katalisator Fe-Mo oksida mengikuti 2 langkah reaksi yaitu :

Reaksi I (oksidasi metanol)



Reaksi II (oksidasi formaldehid)



(Subekti, 1995)

Besarnya konversi 97%, selektivitas reaksi (1) sebesar 98,5% pada kondisi operasi (Ullman's, 1988) :

- Suhu reaksi : 300-400°C
- Tekanan : 1,2 atm



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan

2.1.1 Bahan Baku

a. Metanol

* Rumus Molekul	: CH_3OH
* Berat Molekul	: 32,04 g/gmol
* Wujud	: cair
* Warna	: jernih
* Bau	: menyengat
* Titik didih	: $64,8^\circ\text{C}$
* Densitas pada 20°C	: $0,7928 \text{ g/cm}^3$
* Komposisi	:
- Metanol, min	99,85% berat
- Air, max	0,15% berat
- Aseton+asetaldehid, max	0,003% berat
- Etanol, max	0,001% berat

(Ullman's, 1988)

b. Udara

- » Wujud : gas
- » Warna : tak berwarna
- » Bau : tak berbau
- » Komposisi :

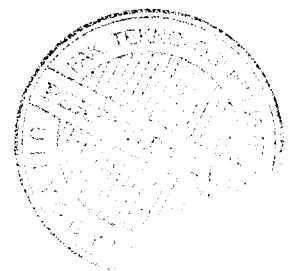
- Oksigen	$20,946 \pm 0,002\%$ mol
- Nitrogen	$78,084 \pm 0,004\%$ mol
- Argon	$0,934 \pm 0,001\%$ mol
- Karbon dioksida	$0,033 \pm 0,003\%$ mol
- Gas lain	$\pm 0,003\%$ mol

(Kirk and Othmer, 1996)

2.1.2 Spesifikasi Produk

Formaldehid

- ♦ Rumus Molekul : CHOH
- ♦ Berat molekul : 30,026 g/gmol
- ♦ Wujud : cair
- ♦ Warna : jernih
- ♦ Bau : menyengat
- ♦ Titik didih : 99°C
- ♦ Densitas pada 18°C : $1,11 \text{ g/cm}^3$
- ♦ Viskositas pada 30°C : 2 cP
- ♦ Panas Jenis : $0,8 \text{ kal/g.}^{\circ}\text{C}$



- ♦ Komposisi :
- Formaldehid 37,1% berat
 - Air $\pm$ 61,8% berat
 - Metanol 1% berat
 - Asam formiat 0,012% berat

(Mc Ketta, 1983)

2.1.3 Spesifikasi Katalis

Iron molybdenum

- Wujud : padat
- Warna : putih keabu-abuan mengkilap
- Bentuk : *pressed ring*
- Densitas : 1,8918 g kat/cm³
- Dimensi : OD 4,5 mm
ID 1,7 mm
H 4 mm
- Komposisi : MoO₃ 80-81% berat
Fe₂O₃ 14-15% berat
Cr₂O₃ 4-5% berat
- Porositas bed : 0,4
- Densitas bulk : 0,8497 g kat/cm³ reaktor

(Subekti, 1995)

2.2. Pengendalian Produksi

2.2.1. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diseti baik itu *flow rate* bahan baku/produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal/tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

◆ *Level Control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

◆ *Flow Control*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

◆ *Ratio Control*

Merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan gas sesuai dengan perbandingan jumlah aliran yang diinginkan.

◆ *Level Indicator*

Merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menunjukkan ketinggian suatu fluida dalam suatu alat tertentu.

◆ *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.2.2. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada unit formaldehid ini meliputi:

a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan formaldehid di unit ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- ◆ *Iron molydenum*, sebagai katalisator
- ◆ *Dowtherm A*, sebagai pendingin pada reaktor, *cooler*
- ◆ *Industrial diesel oil* (IDO), sebagai bahan bakar diesel (genset).

c. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/pengawasan bahan selama proses berlangsung, terutama kandungan senyawa logam yang terikut dalam formaldehid sebagai contoh: N, O, S.

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi formaldehid Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara (*day tank*) ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari *storage tank* ke mobil truk untuk didistribusikan.

2.2.3. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

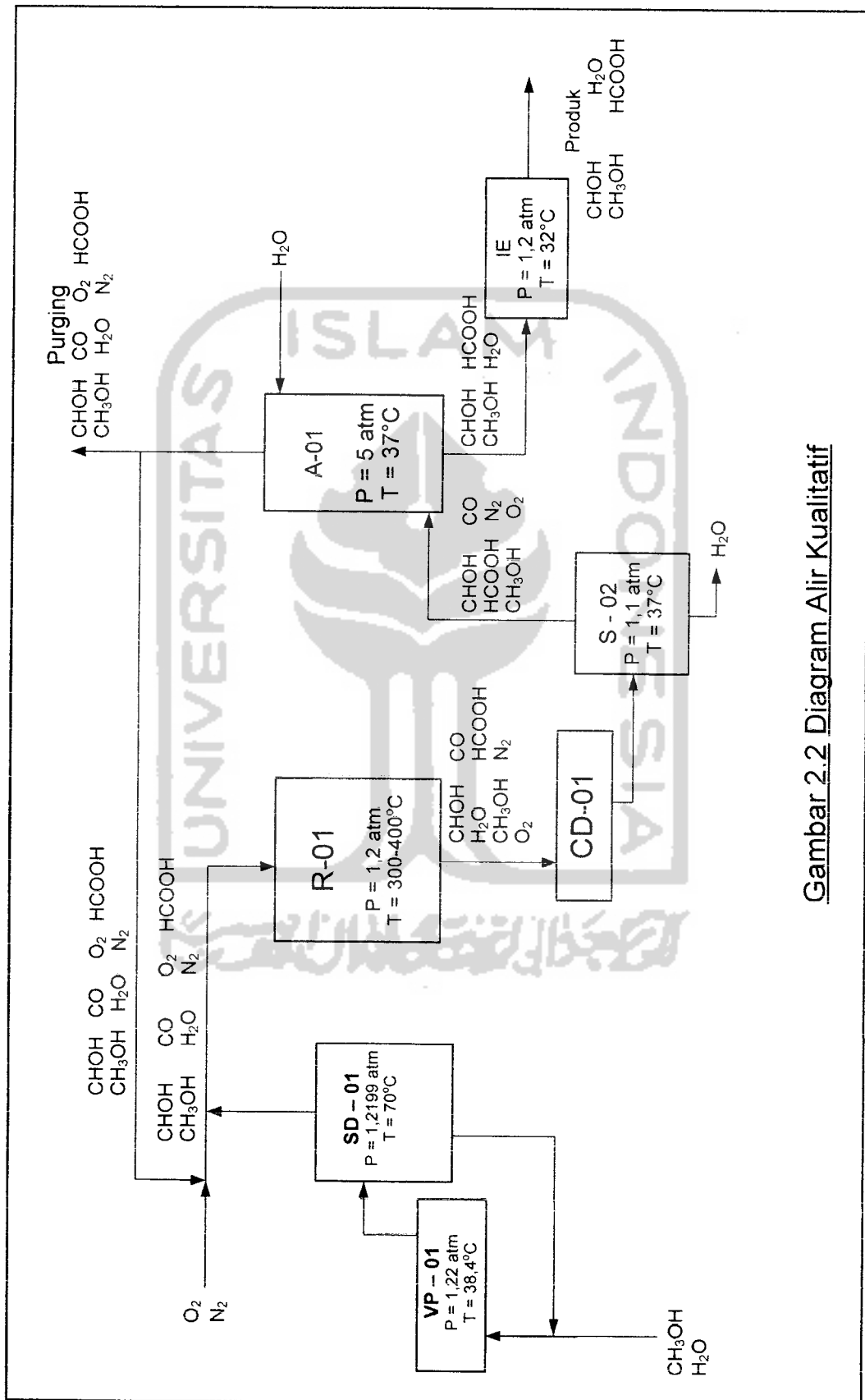
2.2.4. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

2.2.5. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan proses harus mencukupi, untuk itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan, supaya proses produksi dapat berjalan secara kontinyu.





Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan formaldehid dapat dibagi dalam empat tahap yaitu :

1. Tahap penyimpanan bahan baku
2. Tahap penyiapan bahan baku
3. Tahap pembentukan produk
4. Tahap pemurnian produk

3.1.1. Tahap penyimpanan bahan baku

Bahan baku metanol cair disimpan di dalam tangki penyimpan metanol (T-01) pada suhu lingkungan (32°C) dan tekanan atmosferis (1 atm) untuk menjaga agar fase metanol tetap pada fase cair.

3.1.2. Tahap penyiapan bahan baku

Penyiapan bahan baku bertujuan mencampur udara dengan *off gas absorber* dan mengubah metanol dari fase cair menjadi fase gas.

a. Penyiapan udara dan *off gas absorber*

Bahan baku udara dari lingkungan pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm dilewatkan filter (F-01), kemudian diblower dengan BL-01 untuk menaikkan tekanannya menjadi 1,22 atm. Udara ini bersama dengan *off*

gas absorber (A-01) yang tekanannya 1.22 atm selanjutnya dilewatkan ke HE-01 untuk menaikkan suhunya menjadi 180°C.

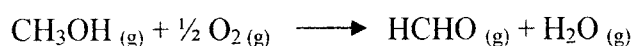
b. Penyiapan metanol

Bahan baku metanol cair dari tangki penyimpan metanol (T-01 A~B) dipompa menjadi tekanan 1,22 atm dan dialirkan menuju *vaporizer* (V-01), media yang digunakan untuk memanaskan adalah *steam*. Uap metanol yang keluar dari V-01 selanjutnya diumpankan ke *separator* 1 (S-01) untuk memisahkan cairan dengan uapnya.

Uap metanol yang keluar dari S-01 dicampur dengan udara dan *off gas absorber* keluar HE-01, kemudian dialirkan ke HE-02 untuk menaikkan suhunya menjadi 300°C. Gas campuran metanol, udara dan *off gas absorber* selanjutnya diumpankan ke reaktor.

3.1.3. Tahap pembentukan produk

Campuran metanol, udara dan *off gas absorber* pada suhu 300°C dan tekanan 1,2 atm diumpankan pada reaktor *fixed bed multi tube* (R-01) dengan kondisi non isothermal dan non adiabatik. Di dalam reaktor akan terjadi reaksi oksidasi (reaksi bersifat eksotermis dan *irreversible*) sebagai berikut :



Reaksi terjadi pada fase gas dengan katalis padat Fe dan Mo. Pada temperatur 300-400°C dan tekanan $\pm 1,2$ atm metanol teroksidasi membentuk formaldehid, dan besarnya konversi metanol dapat mencapai 97 % mol, tetapi pada kondisi ini juga terjadi reaksi samping, yaitu

pembentukan asam formiat yang selanjutnya terurai membentuk gas CO dan H₂O.



Di dalam reaktor akan terjadi kenaikan temperatur akibat dari reaksi yang bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu reaksi keluar dari reaktor kurang dari 400°C diperlukan pendingin yang mengalir di *shell* reaktor. Pendingin yang digunakan adalah Dowtherm-A.

3.1.4. Tahap pemurnian produk

Produk gas keluar reaktor terdiri dari CHOH, H₂O, CH₃OH, HCOOH, CO, O₂ dan N₂ pada suhu 379,39°C dan tekanan 1.16 selanjutnya dilewatkan ke HE-03 dan HE-04, dan akhirnya dilewatkan ke condenser (CD-01) untuk mengkondensasikan air. Gas keluar CD-01 pada suhu 37°C diumpankan ke *absorber* (A-01) yang berfungsi menyerap gas formaldehid dengan menggunakan media penyerap air. Di dalam *absorber* akan terjadi proses perpindahan massa yang akan diikuti dengan perpindahan panas. *Absorber* yang digunakan berupa menara isian, dan digunakan pelarut air karena kelarutan formaldehid dalam air sangat baik. Produk atas *absorber* berupa gas, sebagian di recycle dan sebagian lagi dibuang (*purge*) ke udara, sedangkan produk bawah *absorber* berupa larutan CHOH, H₂O, CH₃OH dan HCOOH dipompa menuju tangki penukar ion (IE-01) untuk mengurangi kandungan asam formiat dalam produk. Keluar dari *ion exchanger*, produk dipompa sampai 1 atm kemudian dialirkan menuju tangki penyimpan produk (T-03 A~B).

3.2. SPESIFIKASI ALAT PROSES

3.2.1. Peralatan Proses

1. Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi oksidasi antara metanol dan udara membentuk formaldehid
Jenis	: <i>fixed bed multi tube</i>
Jumlah	: 1
Kondisi operasi	: T = 300-400°C P = 1,2 atm Non <i>isothermal</i> dan non <i>adiabatic</i>
Katalis	: <i>Iron Molybdenum oxide</i>
Pendingin	: Dowtherm-A
Tube	:
ID	: 1,01 in (2,565 cm)
OD	: 1,25 in (3,175 cm)
BWG	: 11
Panjang	: 6 m
Jumlah	: 4750
Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
Pitch	: 0,0396875 m
Clearance	: 0,0079375 m
ΔP	: 0,2878784 atm



Shell :

Material : Carbon steel SA-285 grade C

IDS : 2,8722 m

Baffle spacing : 0,57444 m

Tebal : 0,625 in (1,5875 cm)

ΔP : 0,240253 atm

Head :

Jenis : flanged and standard dished head

Material : Carbon steel SA-285 grade C

Tebal : 1 in (2,54 cm)

Tinggi : 0,529 m

Harga : \$ 3.208

2. Absorber

Kode : A-01

Fungsi : Menyerap formaldehid dengan menggunakan
penyerap air

Tipe : Packed Tower

Jumlah : 1

Kondisi operasi : P = 5 atm

Non isothermal dan adiabatic

Packing :

Jenis : Ceramic berl saddles

Ukuran : 1 in (25,4 mm)

Tinggi tumpukan : 3,122165375 m

Dimensi menara :

Diameter : 2 m

Tebal *shell* : 0,20 in (0,508 cm)

Material : *Carbon steel SA-129 grade A*

Head :

Jenis : *flanged and standard dished head*

Material : *Carbon steel SA-129 grade A*

Tebal : 0,301 in (0,765 cm)

Tinggi : 0,22966 m

Harga : \$ 41.448

3. Separator 01

Kode : S-01

Fungsi : Memisahkan antara cairan dengan uap keluar dari

Vaporizer 01

Jenis : Silinder vertikal, *flanged and standard dished head*.

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1,2 atm

- Suhu = 70 °C

Dimensi Separator:

Shell : - Diameter = 0,914 m

- Panjang = 3,29 m

- Tebal = 0,1875 in

Bahan Konstriksi : *Carbon Steel SA-285 grade C*

Harga : \$ 4.978

4 Separator 02

Kode : S-02

Fungsi : Memisahkan antara gas dengan kondensat keluar
dari CD-01

Jenis : *Flash Drum Silinder Horizontal.*

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1.1 atm

- Suhu = 37 °C

Dimensi Separator:

Shell :

Diameter : 1,83 m

Panjang : 2.86 m

Tebal : 0,25 in

Bahan Konstriksi : *Carbon Steel SA-285 grade C*

Harga : \$ 27.657

5. Ion Exchanger

Kode : IE-01

Fungsi : Mengurangi kandungan formiat dalam produk

Tipe : Silinder tegak, *flanged and standard dished head*

Jumlah : 2

Material : *Low-alloy steel SA-202 A* berlapis karet
Kondisi operasi : P = 1 atm
T = 32°C
Resin : *Dimethyl hidroxyethyl ammonium 8 % CL* dengan
counter ion berupa hidroksida

Regenerant : Larutan NaOH 1 N
Diameter tangki : 1 m
Tinggi *bed* resin : 0,349439 m
Tebal *shell* : 0,1875 in (0,47625 cm)
Tebal *head* : 0,1875 in (0,47625 cm)
Tinggi *head* : 0,196422 m
Harga : \$ 4.425 (1 buah)

6. Vaporizer

Kode : V-01
Fungsi : Menguapkan methanol – air sebelum masuk HE-

02
Jenis : shell and tube

Jumlah : 1

Shell

Jenis fluida : metanol

IDS : 21.25in

Jarak baffle : 10.625in

Pressure drop : 0.006 psi



Tube

Jenis fluida	: steam
ID	: 1.17 in
BWG	: 8
Pitch	: 1 in <i>triangular pitch</i>
Panjang	: 2,4 m
Jumlah pipa	: 72
Pressure drop	: 0.351
Luas transfer panas	: 2,599 m ²
Kebutuhan Pemanas	: 262,356 kg/jam
Faktor kotor total	: 0,0021
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 39.365 (1 buah)

7. Heat Exchanger (HE-01)

Fungsi : Menaikkan suhu udara dan off gas absorber dari
35,73 °C menjadi 180°C sebelum di umpankan ke
HE-02

Jenis : *Shell and Tubes Heat Exchanger*

Shell

Jenis fluida	: Campuran udara dan off gas absorber
IDS	: 19,25 in
Jarak baffle	: 17,33 in

Pressure drop : 0,76 psi

Tubes

Jenis fluida : *steam*

Diameter luar : 0,75 in

BWG : 18

Panjang : 4,9 m

Pitch : 1 in *triangular pitch*

Jumlah pipa : 280 buah

Pressure drop : 0,0085 psi

Luas transfer panas : 98,766 m²

Faktor kotor total : 0,0106

Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 8.297 (1 buah)

8. Heat Exchanger (HE-02)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reactor (keluaran HE-01 dan gas keluaran separator) dari 177,676°C menjadi 300°C

Jenis : *Shell and Tubes Heat Exchanger*

Shell

Jenis fluida : Campuran multikomponen

IDS : 19,25 in

Jarak baffle : 17,33 in

Pressure drop : 0,71 psi

Tubes

Jenis fluida : steam

IDS : 0,75 in

BWG : 18

Panjang : 4,9 m

Pitch : 1 in *triangular pitch*

Jumlah pipa : 692 buah

Pressure drop : 0,02 psi

Luas transfer panas : 199,495 m²

Faktor kotor total : 0,0166

Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 8.297 (1 buah)

9. Cooler Hasil Reaktor (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan gas hasil reaktor dari 410,7°C
menjadi 250°C dengan pendingin dowertherm.

Jenis : *Shell and tube Heat Exchanger*

Shell

Jenis fluida : Campuran multikomponen

IDS : 27 in

Jarak *baffle* : 24,3 in

Pressure drop : 0.003 psi

Tubes

Jenis fluida : dowtherm

Diameter luar : 0,75 in

BWG : 16

Pitch : 1 in *triangular pitch*

Panjang : 4,9 m

Jumlah pipa : 602 buah

Luas transfer panas : 84,2 m²

Kebutuhan Pendingin : 53.979,61 kg/jam

Faktor kotor total (Rd) : 0,0044

Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 6.638 (1 buah)

10. Cooler Hasil Reaktor (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil reaktor dari 250°C menjadi
110°C dengan pendingin *dowtherm*

Jenis : *Shell and tube*

Shell

Jenis fluida : Campuran multikomponen

IDS : 27 in

Jarak *baffle* : 24.3 in

Pressure drop : 0.001psi

Tubes

Jenis fluida : dowtherm

IDS : 0,75 in

BWG : 16

Pitch : 1 in *triangular pitch*

Panjang : 2,4 m

Jumlah pipa : 524 buah

Pressure drop : 0.387 psi

Luas transfer panas : 75,16 m²

Kebutuhan Pendingin : 47.300,53 kg/jam

Faktor kotor total : 0,0036

Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 6.638 (1 buah)

11. Condenser (CD-01)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan keluaran CL-02 dari 110°C menjadi 37°C dengan pendingin air

Jenis : *Shell and tube*

Shell

Jenis fluida : Campuran multikomponen

IDS : 35 in

Jarak *baffle* : 24,5 in

Pressure drop : 0.343 psi

Tubes

Jenis fluida : air

Diameter luar : 0,75 in

BWG : 16

Pitch : 1 in *triangular pitch*

Panjang : 3,7 m

Jumlah pipa : 766 buah

Pressure drop : 0.239 psi

Luas transfer panas : 167,51 m²

Kebutuhan Pendingin : 39.718,21 kg/jam

Faktor kotor total : 0,0025

Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 177.006 (1 buah)

12. Compressor (C-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan keluaran gas separator dari 1,1 atm menjadi 5 atm.

Jenis : *Centrifugal Compressor*

Kapasitas : 0,0117 m³/det

Takanan isap : 1,1 atm

Tekanan keluar : 5 atm

Jumlah : 1

Power : 0.75 Hp

Harga : \$ 56.103 (1 buah)

13. Blower (BL-01)

Fungsi : mengalirkan udara ke HE - 01

Jenis : sentrifugal 1 *stage*

Jumlah : 1

Flow gas : 8.473,6 m³/jam

Suction :

Suhu : 32°C

Tekanan : 1 atm

Discharge :

Suhu : 49.81°C

Tekanan : 1.22 atm

Power : 70 Hp

14. Tangki Penyimpanan Metanol (T-01)

Fungsi : Menyimpan metanol sebanyak 1.569,04 kg/jam
untuk waktu 7 hari.

Jenis : *Vertical tank dengan flate bottom and conical roof*

Suhu : 32°C

Tekanan : 1 atm.

Kapasitas : 202,44 m³

Diameter : 6,906 m.

Tinggi : 8,1 m

Tebal shell :

Course 1	: 0.25 in
Course 2	: 0.25 in
Course 3	: 0.1875 in
Course 4	: 0.1875 in

Tebal roof : 0.1875 in

Bahan : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 43.145 (1 buah)

15. Tangki Penyimpanan NaOH (T-02)

Fungsi : Menyimpan natrium hidroksida untuk regenerasi resin penukar ion selama 1 minggu.

Jenis : Silinder tegak, *flat bottom* dan *conical roof*

Suhu : 32°C

Tekanan : 1 atm.

Diameter : 1,82 m

Tinggi : 1,98 m

Tebal shell : 0,25 in.

Tebal head : 0.25 in

Bahan : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 29.870 (1 buah)

16. Tangki Penyimpanan Formaldehid (T-03)

Fungsi	: Menyimpan produk Formaldehyde sebanyak 6313,589 kg/jam untuk waktu 7 hari.
Jenis	: Silinder horizontal, <i>torispherical head</i>
Suhu	: 32°C.
Tekanan	: 2 atm.
Kapasitas	: 720,711 m ³
Diameter	: 7,62 m.
Panjang	: 14,63 m
Tebal shell	: 0.625 in
Tebal head	: 0.75 in
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 Grade A</i>
Jumlah	: 2 buah.
Harga	: \$ 78.546 (1 buah)

17. Mixer

Kode	: M-01
Fungsi	: Membuat larutan NaOH 1 N untuk regenerasi resin penukar ion
Tipe	: Silinder tegak, <i>flanged and standard dished head</i>
Jumlah	: 1
Material	: <i>Carbon steel SA-283Grade C</i>
Kondisi operasi	: P = 1 atm T = 32°C

Dimensi tangki :

Diameter : 0,936 m

Tinggi : 0,936 m

Tebal *shell* : 0,1875 in (0,47625 cm)

Dimensi *head* :

Tebal : 0,1875 in (0,47625 cm)

Tinggi : 0,1889 m

Pengaduk :

Jenis : *flade blade turbine impellers* dengan 6 *blade* dan
tanpa *baffle*

Diameter : 0,311 m

Panjang *blade* : 0,079 m

Jumlah : 1

Kecepatan : 217,48 rpm

Tenaga motor : 1,5 HP

18. Pompa 1 (P-01)

Tugas : Mengalirkan bahan baku Metanol dari truk
pengangkut ke tangki peyimpan metanol (T-01)
sebanyak 24.998,89 kg/jam.

Jenis : *Radial flow impeller, sentrifugal, single stage*
pump

Head : 10,27 m

Kapasitas : 35,2 m³/jam

Putaran : 2900 rpm
Putaran spesifik : 1.534,65 rpm
Bahan : Carbon steel
Power : 2 Hp
Jumlah : 2
Harga : \$ 5.753

13. Pompa 2 (P-02)

Tugas : Mengalirkan bahan baku Metanol dari tangki
peyimpan (T-01) ke vaporizer (V-01) sebanyak
2.615,06 Kg/jam.
Jenis : *Radial flow impeller, sentrifugal, 1 stage pump*
Head : 3,66 m
Kapasitas : 3,67 m³/jam
Putaran : 2.900 rpm
Putaran spesifik : 1.073,78 rpm
Bahan : Carbon steel
Power : 1/2 Hp
Jumlah : 1
Harga : \$ 1.814

14. Pompa 3 (P-03)

Tugas : Mengalirkan produk dari penukar ion ke tangki
penyimpan
Jenis : *Radial flow impeller, sentrifugal, 1 stage pump*

Head	: 15,73 m
Kapasitas	: 7,82 m ³ /jam
Putaran	: 2.900 rpm
Putaran spesifik	: 525.29 rpm
Bahan	: Carbon steel
Power	: 1 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 1.991

15. Pompa 4 (P-04)

Tugas	: Mengalirkan larutan NaOH dari tangki <i>mixer</i> ke tangki penyimpan NaOH
Jenis	: <i>Radial flow impeller, sentrifugal, 1 stage pump</i>
Head	: 3,02 m
Kapasitas	: 7,82 m ³ /jam
Putaran	: 2.900 rpm
Putaran spesifik	: 1.810,51 rpm
Bahan	: Carbon steel
Power	: 1/2 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 1.848

3.3. PERENCANAAN PRODUKSI

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik diperlukan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas rancangan minimum. Pada prarancangan pabrik formaldehid dari metanol dan udara dengan proses *formox* ini direncanakan berkapasitas 50.000 ton/tahun, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Kebutuhan Formaldehid

Berdasarkan data Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor, kebutuhan formaldehid di Indonesia cukup banyak. Tabel 1.1 menyajikan data impor formaldehid di Indonesia dari tahun 1997-2002.

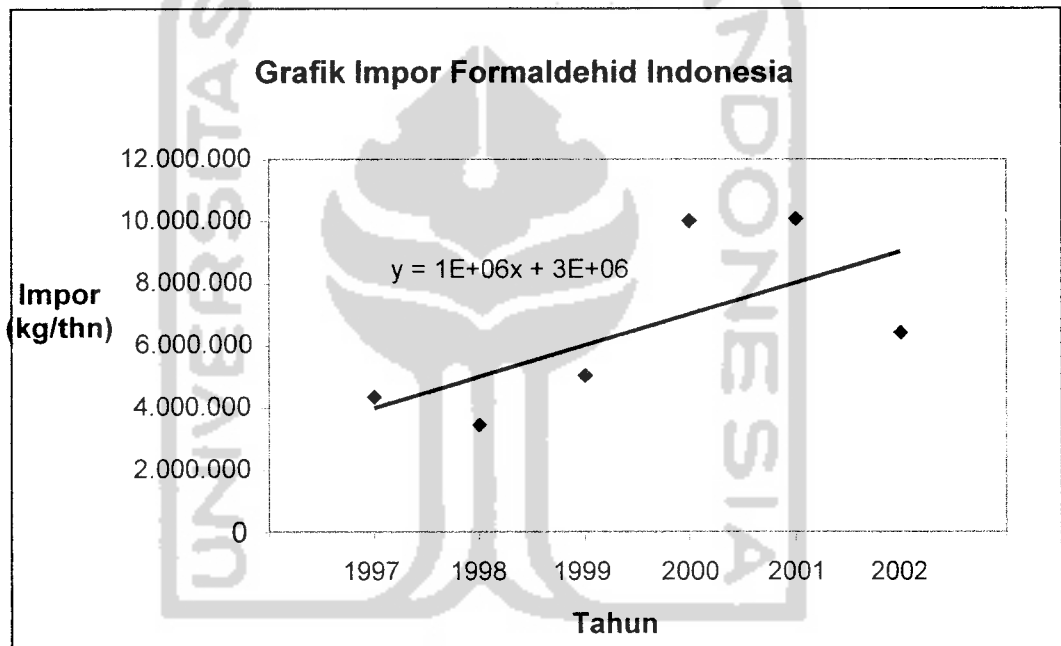
Tabel 3.1 Data impor formaldehid di Indonesia tahun 1997-2002

Tahun	Kebutuhan (kg/tahun)
1997	4.318.809
1998	3.446.745
1999	5.001.957
2000	10.007.642
2001	10.068.257
2002	6.399.174

(Biro Pusat Statistik, 1997-2002)

Dari data impor formaldehid Indonesia di atas, dengan mengabaikan penurunan kebutuhan formaldehid akibat krisis ekonomi karena hal tersebut adalah suatu kasus tertentu, memperlihatkan bahwa impor

formaldehid di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus $y = 10^6 x + 3 \cdot 10^6$ dimana y adalah impor formaldehid pada tahun tertentu dalam kg, sedangkan x adalah tahun. Grafik impor formaldehid dapat dilihat pada grafik 3.1.



Gambar 3.1 Grafik Impor Formaldehid di Indonesia Tahun 1997-2002

Dari persamaan $y = 10^6 x + 3 \cdot 10^6$, besarnya impor formaldehid di Indonesia untuk tahun 2011 adalah sebesar 18.000 ton, sehingga prarancangan pabrik berkapasitas 50.000 ton/tahun mampu mencukupi kebutuhan impor tersebut, sedangkan sisanya untuk ekspor.

2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatan formaldehid adalah metanol. Kebutuhan metanol dapat dipenuhi dari PT Kaltim Metanol Indonesia dan PN Pertamina Pulau Bunyu Kalimantan Timur.

3. Kapasitas Minimum Pabrik Formaldehid

Kapasitas rancangan minimum pabrik formaldehid dapat diketahui dari data kapasitas pabrik formaldehid yang telah berdiri di Indonesia pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Daftar pabrik produsen formaldehid di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas ton/th
PT. Batu Penggal Chemical Industry	Samarinda	28.000
PT. Benua Multi Lestari	Pontianak	68.000
PT. Cakram Utama Jaya	Samarinda	10.492
PN. Duta Pertiwi Nusantara	Pontianak	50.000
PT. Arjuna Utama Kimia	Surabaya	24.540
PT. Dover Chemical	Serang	50.000
PT. Dyno Mugi Indonesia	Aceh Timur	28.000
PT. Gelora Citra Kimia	Banjarmasin	48.000
PT. Giat Ultra Chemical Industry	Barito Kuala	20.000
PT. Intan Wijaya Chemical Industry	Banjarmasin	61.500
PT. Kayu Lapis Indonesia	Sorong	40.000
PT. Korindo Abadi	Tanjung Pinang	15.000

PT. Korindo Ariabima Sari	Pangkalan Bun	15.000
PT. Kurnia Kapuas Utama Glue Industries	Pontianak	38.000
PT. Lakosta Indah	Samarinda	30.000
PT. Nusa Prima Pratama	Maluku Tengah	28.000
PT. Palmolite Adhesive Industry	-	36.000
PT. Sabak Indah	Jambi	45.000
PT. Superin	Medan	28.000
PT. Sumsel Prima Permai	Palembang	38.000
PT. Uforin Prajen Adhesive	Muba - Sumsel	30.000
PT. Wiranusa Trisatya	Maluku Utara	90.000
	Total	821.532
	Rata - rata	37.342,36

Sumber : ikah.dprin.go.id

Berdasarkan tabel 3.2, kapasitas pabrik formaldehid di Indonesia berkisar 10.000-90.000 ton/tahun, sehingga kapasitas rancangan minimum pabrik formaldehid yang masih layak didirikan adalah 10.000 ton/tahun.

3.3.2. Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap

jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- ◆ Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- ◆ Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- ◆ Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

♦ Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat

♦ Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

3.3.3. Neraca Massa dan Neraca panas

Produk	: formaldehid 37 %
Kapasitas perancangan	: 50.000 ton/tahun
Waktu operasi selama 1 tahun	: 330 hari
Waktu operasi selama 1 hari	: 24 jam

3.3.3.1. Neraca Massa

Diagram alir neraca massa sistem tabel

Basis perhitungan	: 1jam operasi
Satuan	: kg

1. Neraca Massa Total

Tabel 3.3 Neraca Massa Overall

Komp	INPUT			OUTPUT		
	Arus 1	Arus 2	Arus 7	Arus 5a	Arus 8	Arus 9
CHOH	-	-	-	-	5,91	2.342,17
CH ₃ OH	-	2.611,14	-	-	3,89	63,13
H ₂ O	-	3,92	4.028,31	1.547,34	30,73	3.906,33
HCOOH	-	-	-	-	0,01	1,89
CO	-	-	-	-	32,41	-
O ₂	2.276,74	-	-	-	987,24	-
N ₂	7.498,13	-	-	-	7.498,13	-
Total	9.774,87	2.615,06	4.028,31	1.547,34	8.558,32	6.312,589
	16.418,24			16.418,25		

2. Neraca Massa Tiap Alat

- Neraca Massa di Vaporizer - 01

Tabel 3.4 Neraca Massa di V-01

Komp	INPUT		OUTPUT
	Arus 2	Arus 2b	Arus 2a
CH ₃ OH	2.611,14	522,23	3.133,37
H ₂ O	3,92	0,78	4,71
Total	2.615,06	523,01	3.138,08
	3.138,07		3.138,08

▪ Neraca Massa di Separator – 01

Tabel 3.5 Neraca Massa di S-01

Komp	INPUT	OUTPUT	
	Arus 2a	Arus 2	Arus 2b
CH ₃ OH	3.133,37	2.611,14	522,23
H ₂ O	4,71	3,92	0,78
Total	3.138,08	2.615,06	523,01
	3.138,08	3.138,07	

▪ Neraca Massa di Titik Pencampuran

Tabel 3.6 Neraca Massa di Titik Pencampuran

Komp	INPUT			OUTPUT
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4
CHOH	-	-	17,74	17,74
CH ₃ OH	-	2.611,14	11,66	2.622,81
H ₂ O	-	3,92	92,18	96,11
HCOOH	-	-	0,03	0,03
CO	-	-	97,21	97,21
O ₂	2.276,74	-	2.961,73	5.238,47
N ₂	7.498,13	-	22.494,39	29.992,52
Total	9.774,87	2.615,06	25.674,96	38.064,89
	38.064,89			38.064,89

▪ Neraca Massa di Reaktor

Tabel 3.7 Neraca Massa di sekitar R-01

Komp	INPUT	OUTPUT
	Arus 4	Arus 5
CHOH	17,74	2.365,83
CH ₃ OH	2.622,81	78,68
H ₂ O	96,11	1.547,34
HCOOH	0,03	1,94
CO	97,21	129,62
O ₂	5.238,47	3.948,97
N ₂	29.992,52	29.992,52
Total	38.064,89	38.064,90

▪ Neraca Massa di Separator – 02

Tabel 3.8 Neraca Massa di sekitar S-02

Komp	INPUT	OUTPUT	
	Arus 5	Arus 5a	Arus 5b
CHOH	2.365,83	-	2.365,83
CH ₃ OH	78,68	-	78,68
H ₂ O	1.547,34	1.547,34	-
HCOOH	1,94	-	1,94
CO	129,62	-	129,62
O ₂	3.948,97	-	3.948,97
N ₂	29.992,52	-	29.992,52
Total	38.064,90	1.547,34	36.517,56
	38.064,90	38.064,90	

▪ Neraca Massa di Absorber

Tabel 3.9 Neraca Massa di sekitar A-01

Komp	INPUT		OUTPUT	
	Arus 5b	Arus 7	Arus 6	Arus 9
CHOH	2.365,83	-	23,66	2.342,17
CH ₃ OH	78,68	-	15,55	63,13
H ₂ O	-	4.028,31	122,91	3.906,33
HCOOH	1,94	-	0,04	1,89
CO	129,62	-	129,62	-
O ₂	3.948,97	-	3.948,97	-
N ₂	29.992,52	-	29.992,52	-
Total	36.517,56	4.028,31	34.233,28	6.313,13
	40.545,87		40.545,87	

3.3.3.2. Neraca Panas

Basis perhitungan : 1jam operasi

Satuan : kJ

▪ Neraca Panas di Reaktor – 01

Tabel 3.10.Neraca Panas di sekitar R-01

Arus	INPUT	OUTPUT
Q reaktan	1.725.833	-
Q produk	-	2.426.326
Q reaksi	7.561.165	-
Q yang diserap pendingin	-	6.947.475
Q loss dari pendingin ke lingkungan	-	- 86.804
Total	9.286.998	9.286.997

▪ Neraca Panas di Absorber – 01

Tabel 3.11.Neraca Panas di sekitar A-01

Arus	INPUT	OUTPUT
Q gas	13.491.747,96	11.148.091,69
Q air (<i>solvent</i>)	5.142.702,21	-
Q produk	-	7.486.679,41
Total	18.634.450,17	18.634.771,10

▪ Neraca Panas di Separator - 01

Tabel 3.12 . Neraca Panas Separator

Sumber panas	INPUT	OUTPUT
Umpan masuk	4.613.491,75	
Umpan keluar		4.613.491,75
	4.613.491,75	4.613.491,75

▪ Neraca Panas di Separator – 02

Tabel 3.13 . Neraca Panas Separator

Sumber panas	INPUT	OUTPUT
Umpan masuk	4613491,75	
Umpan keluar		4613491,75
	4613491,75	4613491,75

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan kemungkinan memperluas atau memperbesar pabrik dan memberikan keuntungan untuk jangka panjang. Lokasi pabrik yang dipilih adalah Bontang-Kalimantan Timur, dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut :

4.1.1 Faktor Primer

- Bahan Baku

Lokasi bahan baku sangat mempengaruhi kelangsungan hidup suatu pabrik. Lokasi pabrik harus dekat dengan sumber bahan baku. Bahan baku metanol diperoleh dari PT Kaltim Metanol Indonesia dan PN Pertamina Pulau Bunyu Kaltim.

- Pemasaran

Pemasaran produk sebagian besar untuk mencukupi kebutuhan impor dalam negeri dengan prioritas utama pemasaran formaldehid antara lain pabrik tekstil, plastik, insektisida, dan resin, dan sebagian lagi untuk tujuan ekspor ke negara lain.

- Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah keperluan tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan tenaga listrik didapat dari PLN setempat dan dari generator pembangkit yang dibangun sendiri. Kebutuhan air dapat diambil dari air laut atau sumur dalam. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari Pertamina dan distributornya sebagai pemasok bahan bakar solar.

- Tenaga Kerja

Bontang berpenduduk padat sehingga penyediaan tenaga kerja kasar dan menengah dapat terpenuhi dari masyarakat sekitar, sedangkan tenaga ahli dapat didatangkan dari luar.

- Transportasi dan Telekomunikasi

Lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan sehingga mempermudah pemasokan bahan baku dan pemasaran produk baik untuk dalam negeri maupun luar negeri (ekspor). Transportasi lewat darat juga dapat dilakukan dengan mudah. Telekomunikasi di daerah Bontang cukup baik dan berjalan dengan lancar.

4.1.2 Faktor Sekunder

- Buangan Pabrik

Buangan pabrik berupa *tail gas* yang keluar dari *top absorber* dapat langsung dibuang ke atmosfer karena kandungan gas yang berbahaya masih dibawah ambang batas yang ditentukan. Buangan air pendingin yang berasal dari air sungai bisa dialirkan kembali ke sungai.

Sedangkan limbah cair yang mengandung bahan kimia yang berasal dari larutan *regenerant ion exchanger* dinetralkan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke pembuangan.

- Kebijakan Pemerintah

Bontang merupakan kawasan industri dan berada dalam teritorial negara Indonesia, sehingga kebijakan pemerintah dalam hal perijinan, lingkungan masyarakat sekitar, faktor sosial dan perluasan pabrik memungkinkan untuk berdirinya pabrik formaldehid.

- Tanah dan Iklim

Penentuan suatu kawasan industri terkait dengan masalah tanah, yaitu tidak rawan terhadap bahaya tanah longsor, gempa maupun banjir, jadi pemilihan lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Bontang tepat, walaupun masih diperlukan kajian lebih lanjut tentang masalah tanah sebelum pabrik didirikan. Kondisi iklim di Bontang seperti iklim di Indonesia pada umumnya dan tidak membawa pengaruh yang besar terhadap jalannya proses produksi.

- Keadaan Masyarakat

Masyarakat Kalimantan Timur merupakan campuran dari berbagai suku bangsa yang hidup saling berdampingan. Pembangunan pabrik di lokasi tersebut dipastikan akan mendapat sambutan baik dan dukungan dari masyarakat setempat, dan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

- Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalulintas barang dan proses.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Daerah Proses

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. Luas Area yang Tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, *steam*, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah

menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

2. Daerah proses

Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung

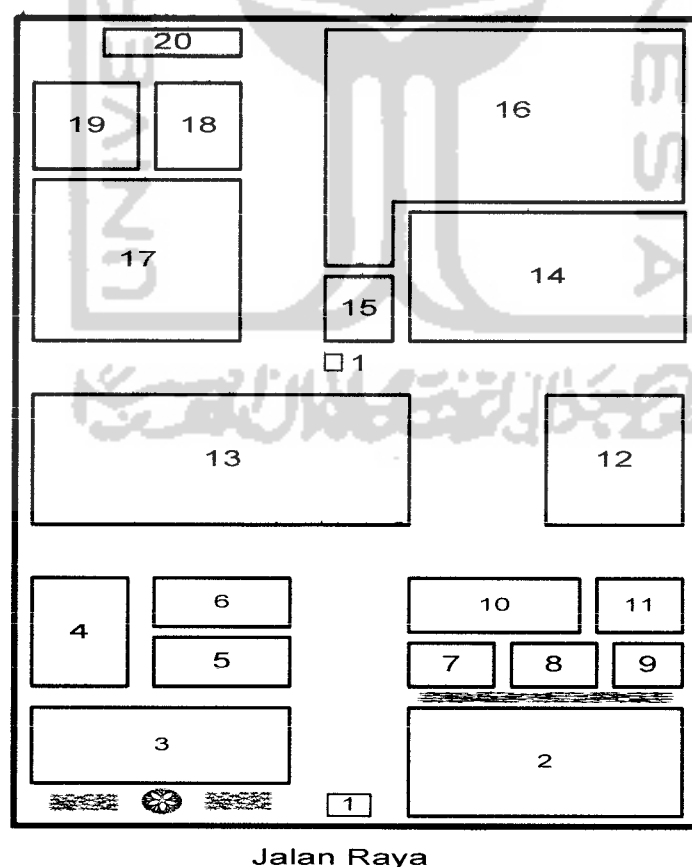
3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

4. Daerah utilitas

Tabel 4.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1	Pos keamanan	8 x 10	80
2	Pakir	10 x 10	100
3	Kantor	20 x 15	300
4	Garasi	20 x 20	400
5	Bengkel	20 x 20	400
6	Pamadam kebakaran	20 x 20	400
7	Polioklinik	10 x 15	25
8	Kantin	20 x 20	150
9	Mosholah	20 x 20	400
10	Laboratorium	20 x 15	50

11	Gudang	10 x 10	100
12	Area tangki bahan baku	20 x 20	400
13	Area tangki produk	20 x 10	200
14	Area proses	10 x 10	100
15	Kontrol room	20 x 10	200
16	Area perluasan	5 x 10	50
17	Area utilitas	115 x 100	11500
18	Pengolahan limbah	70 x 50	3500
19	Pembangkit listrik	150 x 100	15000
20	Pengolahan air	20 x 20	400
Jumlah			50000



Gambar 4.1. Tata letak pabrik Formaldehid

4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa

hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan pada alat-alat proses lainnya.

7. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan alat dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat.

Perawatan tiap alat meliputi :

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

◆ Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

◆ Bahan baku

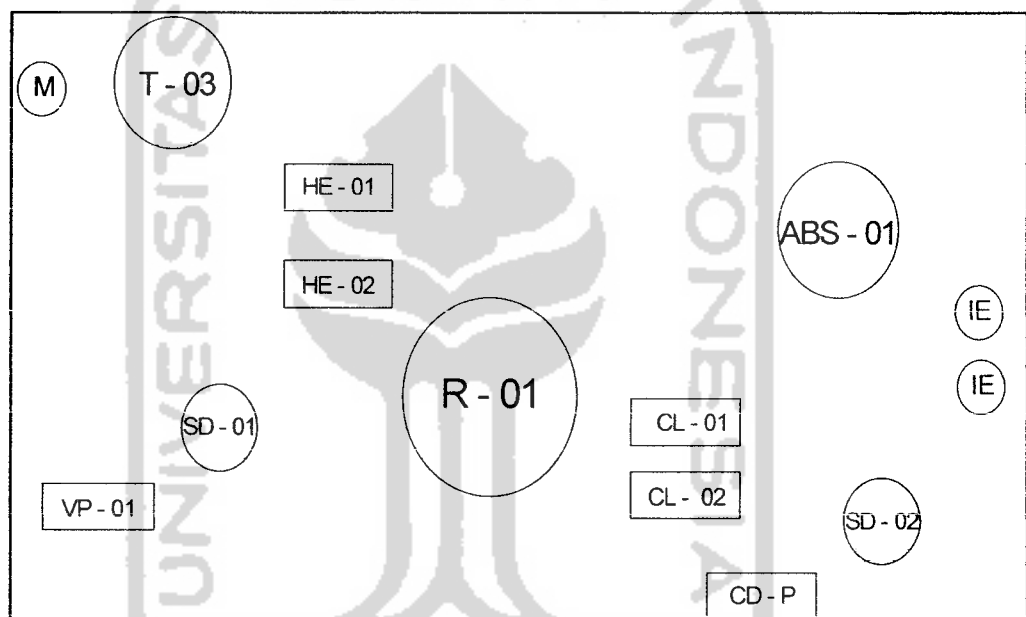
Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin

b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan

- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya faktor yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi faktor, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal



Keterangan Gambar :

VP : Vaporizer Parsial
SD : Separator Drum
R : Reaktor
HE : Heat Exchanger
T - 03 : Tangki NaOH

CD - P : Condensor
ABS - 01 : Absorber
IE : Ion Exchanger
CL : Cooler

Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses

4.4. Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Tugas : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai.

Kapasitas : 1106,214 m³

Dimensi : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang.
Tinggi= 8 m; Lebar= 8 m; Panjang= 16 m

Harga : \$ 10.000

2. Bak Penggumpal (BU-02)

Tugas : Menggumpalkan koloid dengan koagulan dengan cara menambahkan Al₂(SO₄)₃ dan Na₂CO₃

Kapasitas : 150,903 m³

Dimensi : Tangki Silinder berpengaduk
D = 5 m; H = 10m

Pengaduk : *Marine Propeller* dengan 4 *Baffle* dalam Tangki

Power motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 4.996,17

3. Clarifier (CU-01)

Tugas : Mengendapkan gumpalan – gumpalan kotoran dari bak penggumpal secara sedimentasi

Jenis : *Circular Clarifiers*

Kapasitas	: 150,903 m ³
Waktu tinggal	: 1 jam
Luas Tampang	: 282,9880 m ²
Diameter	: 8,9 m
Tinggi cairan	: 3.048 m
Tinggi Clarifiers	: 7,618 m
Harga	: \$ 27.756,50

4. Sand Filter

Tugas	: Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam <i>clarifier</i> .
Jenis	: 2 buah kolom dengan saringan pasir
Tinggi bed	: 4,5834 m
Waktu tinggal	: 45 menit.
Jumlah bed	: 8 m
Harga	: \$ 5.551,30

5. Tangki Penampung Sementara (TU-05)

Tugas	: Menampung sementara <i>raw water</i> yang telah disaring
Jenis	: Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen
Kapasitas	: 138,3 m ³
Waktu tinggal	: 1 jam

Dimensi : T = 0.12 m; P = H = 5,6 m

Harga : \$ 37.748,84

6. *Kation Exchanger (KEU)*

Tugas : Menurunkan kesadahan air umpan boiler

Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*

Kapasitas : 68,7044 m³/jam

Resin : *Natural Greensand Zeolit*

Dimensi : A = 4,6413 m²; D = 2,4 m

Harga : \$ 2.091,3

7. *Anion Exchanger (AEU)*

Tugas : Menghilangkan *Anion* dari air keluaran kation
exchanger

Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*

Kapasitas : 68,7044 m³/jam

Resin : *Weakly Basic Anion Exchanger*

Dimensi : A = 4,6413 m²; D = 2,4 m

Harga : \$ 2.091,3

8. *Deaerator (DAU)*

Tugas : Menghilangkan Kandungan Gas dalam Air terutama
O₂, CO₂, NH₃, dan H₂S supaya tidak terjadi korosi

Jenis : Silinder tegak yang berisi *packing*
Kapasitas : 56,729 m³/jam
Dimensi : A = 1,693 m²; D = 1,5 m; H *packing* = 1,75 m
Harga : \$ 41.634,75

9. Tangki kondensat / *Boiler Feed Water Tank* (TU-12)

Tugas : Mencampur Kondensat Sirkulasi dan Make-Up Air
Umpan Boiler sebelum diumpankan dibangkitkan
sebagai steam di dalam boiler
Jenis : Bak beton bertulang
Jumlah bak : 1 buah
Kapasitas : 1701,861 m³
Dimensi : P = 16 m ; L = 16 m ; H = 8 m ; Tebal = 0,12 m
Harga : \$ 24.425,72

10. Boiler (BO-01)

Tugas : Membuat *Steam* Jenuh pada Tekanan 18 atm
Jenis : *Fire tube boiler*
Kondisi operasi
♦ Tekanan : 5 atm
♦ Suhu air umpan boiler : 90 °C
♦ Suhu steam jenuh : 208 °C
Kebutuhan bahan bakar : 9.844,41 kg/jam

Luas perpindahan panas : 7590 m²

Spesifikasi tube

- ◆ OD : 2 in
- ◆ ID : 1,834 in
- ◆ BWG : 16
- ◆ L : 20 ft
- ◆ Jumlah : 378.743 buah
- Harga : \$ 443.326,80

11. Tangki Klorinator (TU-06)

Tugas : Mencampur Klorin dalam bentuk Kaporit ke dalam
air untuk kebutuhan air minum dan rumah tangga

Jenis : Tangki silinder berpengaduk.

Kapasitas : 72 m³

Waktu tinggal : 24 jam

Dimensi : D = 7,158 m; H = 7,158 m

Pengaduk : *Marine Propeller 4 Baffle* dalam Tangki

Putaran : 420 rpm

Power motor : 0,5 Hp

Harga : \$ 5.551,30

12. *Cooling Tower* (CTU)

Tugas : *Me-Recovery* air pendingin sirkulasi dari suhu 40°C
menjadi 30°C

Jenis : *Induced Draft Cooling Tower* dengan bahan isian
Berl Saddle 1 in

Kapasitas : 702,7294 m³/jam

Dimensi : D = 3,6525 m ; H = 6 m

Power motor : 20 Hp

Harga : \$ 166.538,99

13. *Cold Basin* (TU-07)

Tugas : Menampung air keluar dari *cooling tower* dan *make up* dari *Filtered water tank*

Jenis : Bak beton bertulang

Kapasitas : 702,729 m³/jam

Dimensi : P = L = 11 m , H = 6 m , T = 0,2 m

Harga : \$ 22.205,20

14. *Hot Basin* (TU-08)

Tugas : Menampung air proses yang akan didinginkan di
cooling tower

Jenis : Bak beton bertulang

Kapasitas : 702,729 m³/jam



Dimensi : $P = L = 11 \text{ m}$, $H = 6 \text{ m}$, $T = 0,2 \text{ m}$

Waktu tinggal : 5 jam

Dimensi : $T = 3,6593 \text{ m}$; $P = 1,8296 \text{ m}$; $L = 1,8296 \text{ m}$

Harga : \$ 22.205,20

15. Bak Air Pendingin (TPD-01)

Tugas : Menampung sementara air pendingin sebelum digunakan di pabrik

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen.

Kapasitas : $150,8474 \text{ m}^3/\text{jam}$

Waktu tinggal : 1 jam

Dimensi : $T = 2,5536 \text{ m}$; $P = 10,2144 \text{ m}$; $L = 10,2144 \text{ m}$

Harga : \$ 57.733,52

16. Blower (BWU)

Tugas : Mengalirkan udara segar ke dalam Boiler (BLU)

Jenis : *Centrifugal Blower*

Kapasitas : $246110,0823 \text{ kg/jam}$

Power motor : 400 Hp

Harga : \$ 8.419,67

17. Kompresor (KU)

Tugas : Menyediakan udara tekan 4 atm untuk keperluan alat
instrumentasi dan kontrol

Jenis : *Single Stage Centrifugal Compressor*

Kapasitas : 625 kg/jam

Power motor : 32 Hp

Harga : \$ 22.205,20

18. Generator (GU)

Tugas : Membangkitkan listrik untuk keperluan proses
, utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN padam

Jenis : *Generator diesel*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 2000 kW

Kebutuhan bahan bakar : 428,4318 kg/jam

Harga : \$ 143.919,34

19. Tangki Bahan Bakar (TU-09)

Tugas : Menyimpan kebutuhan bahan bakar Boiler (BLU)
untuk kebutuhan 3 hari dan bahan bakar Generator
(GU) yang selalu ada untuk kebutuhan mendadak
selama 3 hari

Jenis : Tangki Silinder dengan *Conical Roof* dan *Flat Bottomed*

Kapasitas : 2.165,769 m³

Dimensi : D = 17,7 m ; H = 8,8 m

Harga : \$ 55.513,00

20. Pompa Utilitas 01 (PU-01)

Fungsi : Memompa Air Sungai ke Bak Pengendap Awal
(B01)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixedflow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 608,8806gpm

Head : 5,9873 m

Tenaga pompa : 3,02 Hp

Tenaga motor : 5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 9.104,13

21. Pompa Utilitas 02 (PU-02)

Fungsi : Memompa Air dari Bak Pengendap Awal (BU-01)
ke bak penggumpal (TU-01)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axialflow)*

Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 608,8806 gpm
Head : 7,9645 m
Tenaga pompa : 4,023 Hp
Tenaga motor : 7 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 9.104,13

22. Pompa Utilitas 03 (PU-03)

Fungsi : Memompa Air dari bak penggumpal (TU-01) ke
Clarifier (CLU)
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction,
axial flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 608,8806 gpm
Head : 7,9645 m
Tenaga pompa : 4,023 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 9.104,13

23. Pompa Utilitas 04 (PU-04)

Fungsi : Memompa Air dari *clarifier* ke *Sand Filter* (FU)
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction,
axialflow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 1.037,98 gpm

Head : 7,9917 m
Tenaga pompa : 4,0368 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 9.104,13

24. Pompa Utilitas 05 (PU-05)

Fungsi : Memompa Air dari *Sand filter* (FU) ke tangki penampung
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 7,4898 gpm
Head : 6,5792 m
Tenaga pompa : 3,323 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 9.104,13

25. Pompa Utilitas 06 (PU-06)

Fungsi : Memompa Air dari tangki penampung ke *kation exchanger*
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*
Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 609,006 gpm
Head : 3,8809m
Tenaga pompa : 1,96 Hp
Tenaga motor : 5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 3.330,78

26. Pompa Utilitas 07 (PU-07)

Fungsi : Memompa Air dari *Kation Exchanger* ke *Anion Exchanger*
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 274,7758 gpm
Head : 4,2466 m
Tenaga pompa : 0,968 Hp
Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 3.330,78

27. Pompa Utilitas 08 (PU-08)

Fungsi : Memompa Air dari Tangki Demineralisasi ke *Deaerator*
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 274,7758 gpm
Head : 3,2466 m
Tenaga pompa : 0,7401 Hp
Tenaga motor : 1,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 3.330,78

28. Pompa Utilitas 09 (PU-09)

Fungsi : Memompa Air dari Deaerator ke Tangki
Penampung Kondensat
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction,
radial flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 274,7758 gpm
Head : 4,2607 m
Tenaga pompa : 1,0533 Hp
Tenaga motor : 3 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 3.330,78

29. Pompa Utilitas 10 (PU-10)

Fungsi : Memompa Air dari *Boiling feed Water* ke Boiler
Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction,
radial flow)*

Jumlah : 4 buah
Kapasitas : 749,3886 gpm
Head : 4,4625 m
Tenaga pompa : 2,7743 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 7.660,39

30. Pompa Utilitas 11 (PU-11)

Fungsi : Memompa Air tangki penampung ke bak klorinasi
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 664,4291 gpm
Head : 6,2116 m
Tenaga pompa : 3,4239 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 330,78

31. Pompa Utilitas 12 (PU-12)

Fungsi : Memompa Air dari *cooling tower* ke *cold basin*
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 4 buah

Kapasitas : 709,1244 gpm
Head : 4,7108 m
Tenaga pompa : 2,7713 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 16.986,98

32. Pompa Utilitas 13 (PU-13)

Fungsi : Memompa Air *cold basin* ke alat proses
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 4 buah
Kapasitas : 710,5455 gpm
Head : 6,2551 m
Tenaga pompa : 3,6798 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 16.986,98

33. Pompa Utilitas 14 (PU-14)

Fungsi : Memompa Air dari alat proses ke *hot basin*
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 283,6498 gpm

Head : 16,8369 m
Tenaga pompa : 3,9620Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 16.986,98

34. Pompa Utilitas 15 (PU-15)

Fungsi : Memompa Air dari *hot basin* ke *cooling tower*
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 4 buah
Kapasitas : 709,1244 gpm
Head : 4,4166 m
Tenaga pompa : 2,5953 Hp
Tenaga motor : 7,5Hp Standar NEMA
Harga : \$ 16.986,98

35. Pompa Utilitas 16 (PU-16)

Fungsi : Memompa Air dari bak klorinasi ke bak distribusi
Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 48,4368 gpm
Head : 15,8127 m

Tenaga pompa : 0,6354 Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 3.330,78

36. Pompa Utilitas 17 (PU-17)

Fungsi : Memompa Air untuk *hidrant*

Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 2,0182 gpm

Head : 18,9548 m

Tenaga pompa : 0,0106 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 1.110,26

37. Pompa Utilitas 18 (PU-18)

Fungsi : Mengalirkan *dowtherm* suhu 160F

Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,5325 gpm

Head : 2,5324 m

Tenaga pompa : 0,0229 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 1.110,26

38. Pompa Utilitas 19 (PU-19)

Fungsi : Mengalirkan *dowtherm* suhu 80F

Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 30,8639 gpm

Head : 2,8119 m

Tenaga pompa : 0,0589 Hp

Tenaga motor : 1 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 1.110,26

39. Tangki 10 (T-10)

Fungsi : Menyimpan *dowtherm* selama 1 bulan dengan laju
2247,83 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 40°C

Dimensi Tangki

Volume : 3110,717 m³

Diameter : 71,9954 ft = 17,6784 m

Tinggi : 26,9983 ft = 18,2879 m

Bahan konstruksi : Stainless steel SA-283 Grade C

Harga : \$ 3.351,4423

40. Tangki 11 (T-11)

Fungsi : Menyimpan *dowtherm* selama 1 bulan dengan laju
5208,47 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical*
roof.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :
- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 40°C

Dimensi Tangki

Volume : 6606,491 m³

Diameter : 92,5426 ft = 28,2070 m

Tinggi : 34,7035 ft = 10,5776 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-3 Grade C*

Harga : \$ 4.320,99

41. Tangki Larutan Alum (T-12)

Fungsi : Menyimpan dan menyiapkan larutan alum
5% selama 24 jam

Jenis : Tangki silinder berpengaduk.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :
- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 32°C

Dimensi Tangki

Volume : 1,258 m³

Diameter : 1 m

Tinggi : 2 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-285 Grade C*

Pengaduk : *Marine Propeller* dengan 4 *Baffle* dalam

Tangki
Harga : \$ 4.996,17

42. Tangki Soda Abu (T-13)

Fungsi : Menyimpan dan menyiapkan larutan soda
abu 5% selama 24 jam

Jenis : Tangki silinder berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 32 °C

Dimensi Tangki

Volume : 0,245 m³

Diameter : 1 m

Tinggi : 2 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-285 Grade C*

Pengaduk : *Marine Propeller* dengan 4 *Baffle* dalam Tangki

Harga : \$ 4.996,17

43. Tangki Larutan NaCl (T-14)

Fungsi : Menyimpan dan menyiapkan larutan NaCl untuk regenerasi *ion exchanger*

Jenis : Tangki silinder berpengaduk.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 32°C

Dimensi Tangki

Volume : 2,29 m³

Diameter : 1,1 m

Tinggi : 2,3 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-285 Grade C*

Pengaduk : *Marine Propeller* dengan 4 *Baffle* dalam Tangki

Harga : \$ 1.665,39

44. Tangki Larutan NaOH (T-15)

Fungsi : Menyimpan larutan NaOH untuk regenerasi resin anion

Jenis : Tangki silinder dengan atap konis dan *flat bottom*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 32°C

Dimensi Tangki

Volume : 3,6635 m³

Diameter : 16,7 m

Tinggi : 1,7 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-285 Grade C*

Harga : \$ 4.441,04

45. Tangki Kaporit (T-16)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit
5% selama 2 minggu

Jenis : Tangki silinder berpengaduk.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :
- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 32 °C

Dimensi Tangki

Volume : 0,403 m³

Diameter : 0,5 m

Tinggi : 1 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-285 Grade C*

Pengaduk: : *Marine Propeller* dengan 4 *Baffle* dalam
Tangki

Harga : \$ 2.775,65

46. Bak Distribusi (BU-06)

Tugas : Menyimpan sementara sebelum didistribusikan
untuk keperluan air minum , rumah tangga , kantor ,
dan umum

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan
dilapisi porselen.

Kapasitas : 12 m³/jam

Waktu tinggal : 1 jam

Dimensi : T = 6,2145 m; P = 3,1072 m; L = 3,1072 m

Harga : \$ 11.500

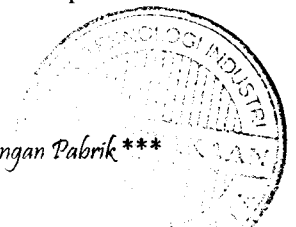
4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik adalah penyediaan utilitas, karena utilitas sangat mempunyai arti penting dalam menunjang operasi pabrik. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Adapun penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik formaldehid ini, untuk mencukupi kebutuhan air diperoleh dari sungai yang terletak tidak jauh dari pabrik. Air yang dibutuhkan digunakan untuk keperluan



proses yaitu, untuk membuat steam dan sebagai air pendingin serta untuk air minum.

1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor berikut:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang sangat tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi.

2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar juga digunakan untuk :

➤ Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

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

c. Zat yang menyebabkan *foaming* (terbentuknya buih).

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan dapat menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat pengotor yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

➤ Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

➤ Air minum

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

1. *Clarifier*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

1. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai *flokulan*.
2. Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai *flokulan*.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan pengotor dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier* *turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara *back washing*.

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

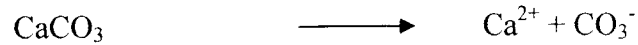
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. Cation Exchanger

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

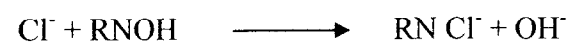
Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

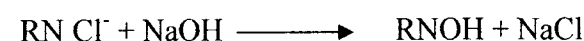
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Kedalam *deaerator* juga dimasukan *low steam kondensat* yang berfungsi sebagai media pemanas. Air yang keluar dari *deaerator* ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler*. (*boiler feed water*)

4. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

- a. Kebutuhan air pendingin.

Tabel 4.2. Kebutuhan air pendingin

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan	
			(lb/jam)	(kg/jam)
2	Condenser	CD – 01	87485,087	39718,2293
Jumlah			87485,087	39718,2293

- b. Kebutuhan pendingin Dowtherm

Tabel 4.3. Kebutuhan pendingin dowtherm

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan	
			(lb/jam)	(kg/jam)
1	Cooler	CL – 01	2633,8180	5441,7624
2	Cooler	CL – 02	2128,1823	4687,6263
Jumlah			962011,39	444334,8635

4.5.2. Unit Pembangkit Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 429505 kg/jam

Tekanan : 14,7 psi

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah: 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102⁰C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

Tabel 4.3. Kebutuhan *steam*

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan	
			(lb/jam)	(kg/jam)
1	Heater	H – 01	5628,7049	2555,4320
2	Heater	H – 02	5423,9881	2462,4906
3	vaporizer	V – 01	1681,5405	763,4194
Jumlah			12734,233	5781,3420

4.5.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik dipabrik ini sebesar 1030,825 kW Sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik formaldehid ini dipenuhi oleh PLN dan generator diesel dengan kapasitas 2000 kW. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN.

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak – balik karena :

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini

digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat
menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

a. Listrik untuk keperluan proses

♦ Peralatan proses

Tabel 4.4. Kebutuhan listrik alat proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@ alat	Total
1	Pompa	P – 01	1	0,75	1,5
2	Pompa	P – 02	1	0,75	0,5
3	Pompa	P – 03	1	0,75	0,75
4	Pompa	P – 04	1	0,75	0,75
5	Pompa	P – 05	1	1,5	1,5
6	Pompa	P – 06	1	2	2
7	Pompa	P – 07	1	5	5
8	Pompa	P – 08	1	2,5	2,5
9	Pompa	P – 09	1	5	5
10	Pompa	P – 10	1	2	2
11	Pompa	P – 11	1	2	2
12	Pompa	P – 12	1	2	2
13	Kompresor	K – 01	1	0,25	0,25
14	Kompresor	K – 02	1	7,5	7,5
	Total		16	43,5	33,25

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 43,5 Hp

◆ Peralatan utilitas

Tabel 4.5. Kebutuhan listrik untuk utilitas

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@ alat	Total
1	Premix tank	TU – 01	1	50	50
2	Clarifier	CLU	1	136	136
3	Clorin tank	TU – 02	1	0,5	0,5
4	Cooling tower	CTU	1	6	6
5	Blower	BWU	1	400	400
6	Compresor udara	CU	1	32	32
7	Pompa	PU – 01	1	5	5
8	Pompa	PU – 02	1	7	7
9	Pompa	PU – 03	1	7,5	7,5
10	Pompa	PU – 04	1	0,5	0,5
11	Pompa	PU – 05	1	7,5	7,5
12	Pompa	PU – 06	1	5	5
13	Pompa	PU – 07	1	2	2
14	Pompa	PU – 08	1	1,5	1,5
15	Pompa	PU – 09	1	3	3
16	Pompa	PU – 10	1	7,5	7,5
17	Pompa	PU – 11	1	7,5	7,5
18	Pompa	PU – 12	1	0,5	0,5
19	Pompa	PU – 13	1	7,5	7,5
20	Pompa	UP – 14	1	7,5	7,5
21	Pompa	PU – 15	1	7,5	7,5
22	Pompa	PU – 16	1	2	2

23	Pompa	PU – 17	1	0,5	0,5
24	Pompa	PU – 18	1	0,5	0,5
25	Pompa	PU – 19	1	1	1
Jumlah					705,5

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 705,5 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

$$33,25 \text{ Hp} + 705,5 \text{ Hp} = 738,75 \text{ Hp}$$

$$\text{Diambil angka keamanan } 10\% = 812,625 \text{ Hp} = 605,97 \text{ kW}$$

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 72 Hp = 53,69 kW
- ◆ Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 165 kW
- ◆ Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar 824,66 kW

Jika over design 25%, maka total kebutuhan listrik = 1030,825 kW

4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *Industrial Diesel Oil* (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Medium Furnace Oil* yang juga diperoleh dari PT. Pertamina.

Kebutuhan bahan bakar IDO :

Effisiensi 75% dari kebutuhan listrik total.

$$\text{Effisiensi generator 75\%} = \frac{408,338kWatt}{0,75} = 537,784kWatt$$

$$= \frac{537,784kWatt \left(\frac{1Btu / jam}{0,00029307kWatt} \right)}{250000Btu / gall}$$

$$= 7,3400gall / jam \times 3,7853lt / gall$$

$$= 27,7841lt / jam$$

Spesifikasi IDO, minyak diesel :

$$\text{Heat Value} = 250000 \text{ Btu/gall}$$

$$\text{Derajat API} = 22 - 28 ^\circ \text{API}$$

$$\text{Densitas} = 0,874 \text{ kg/lt}$$

$$\text{Viskositas} = 1,2 \text{ Cp}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar untuk boiler} = 11,98 \text{ L/jam}$$

4.5.5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 2800 L/mnt.

4.5.6. Unit Pengolahan Limbah

Gas buangan dari *Top absorber* dapat langsung di buang ke atmosfer karena kandungan gas yang berbahaya masih dibawah ambang batas yang ditentukan. Buangan air pendingin yang berasal dari sungai juga dapat langsung di buang ke sungai .

4.6. Laboratorium

4.6.1. Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

- ⇒ Sebagai pengontrol kualitas bahan baku, apakah sudah memenuhi persyaratan yang diperkenankan atau tidak.
- ⇒ Sebagai pengontrol kualitas produk, apakah sudah memenuhi standar yang berlaku atau belum.
- ⇒ Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Bahan-bahan yang diperiksa di laboratorium ini adalah :

- ⇒ komposisi bahan baku Formaldehid
- ⇒ *Utilities : water, steam, fuel oil, fuel gas, chemical agent*, dan katalis
- ⇒ *Intermediate product* dan *finishing product*.

Dalam pelaksanaan tugas, bagian laboratorium dibagi menjadi Laboratorium Pengamatan, Laboratorium Analitik dan Gas, Laboratorium Litbang, dan Ren. ADM/ Gudang/ Statistik.

4.6.2. Program Kerja Laboratorium

a. Laboratorium Pengamatan

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku, *intermediate product*, dan *finishing product*.

Sifat-sifat yang diamati antara lain :

- ⇒ Distilasi ASTM
- ⇒ *Spesificgravity*
- ⇒ *Reid vapour pressure*
- ⇒ *Flash point* dan *smoke point*
- ⇒ *Convadson carbon residu*
- ⇒ Warna
- ⇒ *Cooper strip* dan *silver strip*
- ⇒ *Viscositas kinematic*
- ⇒ Kandungan air dan kontaminan

b. Laboratorium Analitik dan Gas

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap *raw material* mengenai sifat-sifat kimianya, termasuk didalamnya tentang kerak dan *finishing product*. Alat-alat yang digunakan untuk analisa antara lain :

- 1) *N₂ analyzer*, untuk menganalisa *sulfur*, *CL₂*, *H₂S*
- 2) *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*, untuk menganalisa semua *metal* yang ada dalam sampel air maupun zat organik.
- 3) *Polychromator*, untuk menganalisa semua *metal* yang ada dalam sampel air maupun zat organik.

4) *Portable Oxygen Tester* (POT), untuk menganalisa kandungan oksigen dalam gas pada cerobong asap.

5) *Infra red Spectrophotometer* (IRS), untuk menganalisa kandungan oil dalam sampel air, juga menganalisa aromatisasi dan minyak berat.

6) *Spectro Fluorophotometer*, untuk menganalisa kandungan oil dalam water slop

c. **Laboratorium Penelitian dan Pengembangan**

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- *Blending fuel oil*
- Lindungan lingkungan (pembersihan air buangan)
- Evaluasi *crude*
- Di samping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non-rutin, misalnya penelitian terhadap produk kilang di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian, guna mendapatkan alternatif lain tentang penggunaan bahan baku

d. **Ren. ADM/Gudang/Statistik**

Bagian ini bertugas untuk mengatur administrasi laboratorium, pergudangan, dan statistik.

4.6.3 Analisa Untuk Keperluan Utilitas

Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

a. Analisa feed water, yang dianalisa meliputi *Dissolved oxygen*, PH, hardness, total solid, *suspended solid* serta oil dan *organic matter*.

Syarat kualitas *feed water* :

- ◆ DO (*Disolved Oxygen*) : lebih baik $0 \leq 0,007 \text{ ppm } (\leq 0,005 \text{ cc/l})$
- ◆ PH : ≥ 7

♦ Hardness : 0

Temporary *hardness* maksimum : ppm CaCO_3

♦ *Total solid* : ≤ 200 ppm (0-600 psi), ≤ 10 ppm (600-750 psi)

♦ *Suspended solid* : 0

♦ *Oil dan organic matter* : 0

- Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3
dan silica sebagai SiO_2

- Air bebas mineral, analisisnya sama dengan penukar ion

- Analisa *cooling water*, yang dianalisa PH jenuh CaCO_3
dan indeks *Langelier*.

Syarat kualitas air pada *cooling water* :

♦ PH jenuh CaCO_3 : $11,207 - 0,916 \log \text{Ca} + \log \text{Mg} - 0,991 \log$
total alkalinitas + $0,032 \log \text{SC}_4$

♦ Indeks Langlier : PH jenuh CaCO_3 (0,6 – 10)

b. Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas
total, *sodium phosphate, chloride, PH, oil dan organic matter*,
total solid serta konsentrasi silica.

c. Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar *khlor*
dan kekeruhan

d. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan,
jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium,
maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (additive, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain)

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan.

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.6.4. Alat-alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

a. Laboratorium Pengamatan

➤ *Auto flash*

Alat yang digunakan untuk mengecek titik nyala api (*flash point*) dimana ada dua jenis pengukur titik nyala, yaitu termometer *flash point abel* untuk fraksi ringan (bensin, kerosene) dan *flash point benshin marfin* untuk fraksi berat.

➤ *Smoke Point Tester*

Alat yang digunakan untuk mengukur *smoke point* (titik asap) dari suatu minyak yang mempunyai fraksi ringan.

➤ *Hydrometer*

Alat untuk mengukur *specific gravity* (60/60°F) dari minyak yang berfraksi ringan dan fraksi berat.

➤ *Viscometer Bath*

Alat untuk mengukur viskositas minyak fraksi ringan dan fraksi berat.

➤ *Water Content Tester*

Alat yang digunakan untuk menganalisa kadar air dalam minyak, metode operasinya adalah distilasi, dimana rumus yang digunakan adalah :

$$\% \text{ air} = \frac{\text{Volume air dalam penampung}}{\text{Volume sample}} \times 100\%$$

➤ *Pure Point Tester*

Alat yang digunakan untuk mengukur *pure point* (titik tuang) dari minyak dimana yang diamati adalah temperatur minyak tertinggi pada saat minyak masih dapat di tuang.

b. Laboratorium Analitik dan Gas

▪ *NMR (Nuclear Magnetic Resolution)*

Digunakan untuk menganalisa adanya CHCl_3 dalam bahan baku atau produk yang dihasilkan.

▪ *MCST (Micro Calorimetric Titrating System)*

Digunakan untuk menganalisa kandungan H_2S , Cl, S dalam minyak dengan metode titrasi sebagai *carrier* digunakan helium dan oksigen.

▪ *AAS (Automatic Absorption Spectrophotometric)*

Digunakan untuk menganalisa semua metal baik dalam air maupun dalam minyak, juga untuk menganalisa TEL (*Tetra Etil Lead*) content dalam premium. Tipe dari AAS adalah *single element*, sebagai pembakarnya adalah *acetylene* dan N_2O .

▪ *ICPS (Inductive Coupled Plasma Spectrophotometric)*

Digunakan untuk analisa metal yang ada dalam air maupun minyak, dengan pembakarnya gas plasma (argon) dan memiliki tipe monomultifire.

▪ *Infra Red Spectrophotometer*

Digunakan untuk menganalisa gugus senyawa fungsional secara kualitatif dan menganalisa *oil content* dalam air buangan secara kualitatif.

- *Aparat Carbon Determinator (WR-12)*

Digunakan untuk menganalisis kandungan karbon dalam minyak dan katalis.

- *Sulphur Lamp Apparatur*

Digunakan untuk analisa sulfur dalam bahan bakar minyak (premium, kerosene, solar, avtur)

4.6.5 Prosedur Analisis

Prosedur analisis yang digunakan pada laboratorium adalah :

- a. Titrasi
- b. Volumetri
- c. Iodometri
- d. Mikrokolorimetri
- e. Refraksimetri
- f. Viscosimetri
- g. Flash point testers
- h. IP Standart
- i. Gravimetri
- j. Potensiometri
- k. Spectrofotometri
- l. Distilasi
- m. Chromatografi
- n. ASTM Standart
- o. UOP Standar

4.7. Organisasi Perusahaan

4.7.1. Bentuk Perusahaan

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik Formaldehid ini direncanakan didirikan pada tahun 2010 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- ◆ Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.
- ◆ Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.
- ◆ Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- ◆ Efisiensi Manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.
- ◆ Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- ◆ Lapangan usaha lebih luas. Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas antara lain :

- ◆ Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
- ◆ Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham
- ◆ Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
- ◆ Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- ◆ Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.7.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah stuktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan

jas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jas, kesatuan perintah dan tanggungjawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/lini* dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggungjawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk *staff* ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan staf ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh

seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggungjawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggungjawab. Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik. Sedangkan Kepala Bidang Keuangan dan Umum yang membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Seksi Umum, Seksi Pemasaran, dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain :

- ◆ Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain.
- ◆ Penempatan pegawai yang lebih tepat
- ◆ Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah
- ◆ Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- ◆ Sebagai bahan orientasi untuk pejabat

- ◆ Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.7.3. Tugas dan Wewenang

4.7.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

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

4.7.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran
2. Mengawasi tugas direksi
3. Membantu direksi dalam hal yang penting

4.7.3.3. Dewan Direksi

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

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum, serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

4.7.3.4. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang produksi.

4.7.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

➤ Seksi proses

Tugas antara lain :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

➤ Seksi pengendalian

Tugas antara lain :

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

➤ Seksi Laboratorium

Tugas antara lain :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
- Membuat laporan berkala pada kepala bagian produksi

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas antara lain :

- Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas.

- Mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya.
- Kepala bagian teknik membawahi :
 - Seksi pemeliharaan

Tugas antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

- Seksi utilitas

Tugas antara lain :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan listrik.

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- ◆ Seksi Pembelian
- ◆ Seksi Pemasaran/penjualan

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagaian Keuangan membawahi :

- ◆ Seksi Administrasi
- ◆ Seksi kas

e. Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada Direktu Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- ◆ Seksi Personalia
- ◆ Seksi Humas
- ◆ Seksi Keamanan

4.7.3.7. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

- ◆ Mengawasi jalannya proses dan produksi dan
- ◆ Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian :

antara lain :

- ◆ Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- ◆ Bertanggungjawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi).

c. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

Seksi Laboratorium :

Tugas seksi Laboratorium antara lain :

- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,
- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu produksi,
- ◆ Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan
- ◆ Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan., inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

Seksi Pemeliharaan :

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :

- ♦ merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Seksi Utilitas :

Tugas seksi Utilitas antara lain :

- ♦ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja.

f. Kepala Seksi Penelitian

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal mutu produk.

Seksi Penelitian :

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- ♦ Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk

g. Kepala Seksi Pengembangan

Tugas Kepala Seksi Pengembangan adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal pengembangan produksi..

Seksi Pengembangan :

Tugas seksi Pengembangan antara lain :

- ◆ Mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja.
- ◆ Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi

h. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

Seksi Administrasi :

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

- ◆ Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

i. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan/anggaran.

Seksi Keuangan :

Tugas seksi Keuangan antara lain :

- ◆ Menghitung penggunaan uang perusahaan,

- ♦ Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta
- ♦ Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

j. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

Seksi Penjualan :

Tugas seksi Penjualan antara lain :

- ♦ Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

k. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Seksi Pembelian :

Tugas seksi pembelian antara lain :

- ♦ Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

l. Kepala Seksi Pesonalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Seksi personalia :

Tugas seksi Personalia antara lain :

- ◆ Mengelola sumber daya manusia dan manajemen.
- ◆ Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- ◆ Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, serta
- ◆ Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

m. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal hubungan masyarakat.

Seksi Humas :

Tugas seksi Humas antara lain :

- ◆ Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

n. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Seksi Keamanan :

Tugas seksi Keamanan antara lain :

- ◆ Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- ◆ Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta
- ◆ Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4.7.4. Sitem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik formaldehid ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

1). Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2). Karyawan Harian

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

3). Karyawan Borongan

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

4.7.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini di bagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.7.5.1. Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Jum'at : 08.00 – 16.30 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- Coffee Break I : 09.45 – 10.00 WIB.
- Coffee Break II : 14.45 – 15.00 WIB.
- Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB.
- Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB.

4.7.5.2. Jadwal Shift

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 *shift*, yaitu :

- Shift I : 24.00 – 08.00 WIB.
- Shift II : 08.00 – 16.00 WIB.
- Shift III : 16.00 – 24.00 WIB.

Setelah dua hari masuk *shift* II, dua hari *shift* III, dan dua hari *shift* I, maka karyawan *shift* ini mendapat libur selama dua hari.

Setiap masuk kerja *shift*, karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian.

Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

4.7.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.7.6.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.6. Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia dengan kualifikasi tertentu
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6.	Kepala Bagian R & D	Sarjana Teknik Kimia
7.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
8.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
9.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
10.	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
11.	Operator	STM/SMU/Sederajat
12.	Sekretaris	Akademi Sekretaris
13.	Staff	Sarjana Muda / D III

13.	Medis	Dokter
14.	Paramedis	Perawat
15.	Lain-lain	SD/SMP/Sederajat

4.7.6.2. Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.7. Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

NO	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staff Ahli	2
5.	Sekretaris	2
6.	Kepala Bagian Umum	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Keuangan	1
9.	Kepala Bagian Teknik	1
10.	Kepala Bagian Produksi	1
11.	Kepala Bagian R & D	1
12.	Kepala Seksi Personalia	1
13.	Kepala Seksi Humas	1
14.	Kepala Seksi Keamanan	1
15.	Kepala Seksi Pembelian	1
16.	Kepala Seksi Pemasaran	1
17.	Kepala Seksi Administrasi	1
18.	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
19.	Kepala Seksi Proses	1
20.	Kepala Seksi Pengendalian	1
21.	Kepala Seksi Laboratorium	1

22.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
23.	Kepala Seksi Utilitas	1
24.	Kepala Seksi Pengembangan	1
25.	Kepala Seksi Penelitian	1
26.	Karyawan Personalia	4
27.	Karyawan Humas	3
28.	Karyawan Keamanan	9
29.	Karyawan Pembelian	4
30.	Karyawan Pemasaran	4
31.	Karyawan Administrasi	3
32.	Karyawan Kas/Anggaran	3
33.	Karyawan Proses	32
34.	Karyawan Pengendalian	4
35.	Karyawan Laboratorium	6
36.	Karyawan Pemeliharaan	4
37.	Karyawan Utilitas	10
38.	Karyawan KKK	3
39.	Karyawan Litbang	4
40.	Karyawan Pemadam Kebakaran	4
41.	Medis	1
42.	Paramedis	3
43.	Sopir	3
44.	Cleaning Service	8
	Total	139

4.7.6.3. Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.8. Perincian golongan dan gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp 20.000.000,00
2	Direktur	Rp 15.000.000,00
3	Staff Ahli	Rp 5.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp 4.500.000,00
6	Sekretaris	Rp 1.800.000,00
7	Dokter	Rp 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp 1.500.000,00
10	Satpam	Rp 1.200.000,00

11	Sopir	Rp 900.000,00
12	Cleaning service	Rp 500.000,00

4.7.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapat :

1. Salary

- Salary/bulan
- Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali *basic salary*
- THR per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
- Natal per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
- Jasa per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*

2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan

- Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
- Jamsostek : 3.5% kali *basic salary*.
 - 1.5% tanggungan perusahaan
 - 2% tanggungan karyawan

3. Medical

- Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis
- Tahunan : pengobatan untuk staff dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan.

4. Perumahan

Untuk staff disediakan mess

5. Rekreasi dan olahraga

- a. Rekreasi : Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan
- b. Olahraga : tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis

6. Kenaikan gaji dan promosi

- a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
- b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.

7. Hak cuti dan ijin

- a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari)
- b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.

8. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 stel.

4.7.8. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

4.7.8.1. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- ◆ Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.

- ◆ Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- ◆ Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

- ◆ Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat

- ◆ Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam

kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

4.7.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan diproses, produksi dijalankan maka perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard an jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian kualitas, pengendalian kuantitas, dan pengendalian waktu.

4.8. ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik tetra ethyl lead ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1. *Return Of Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

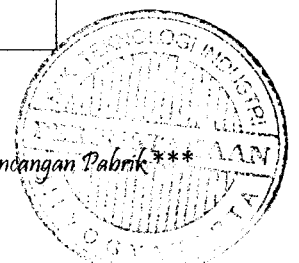
1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

4.8.1. Penaksiran Harga Peralatan

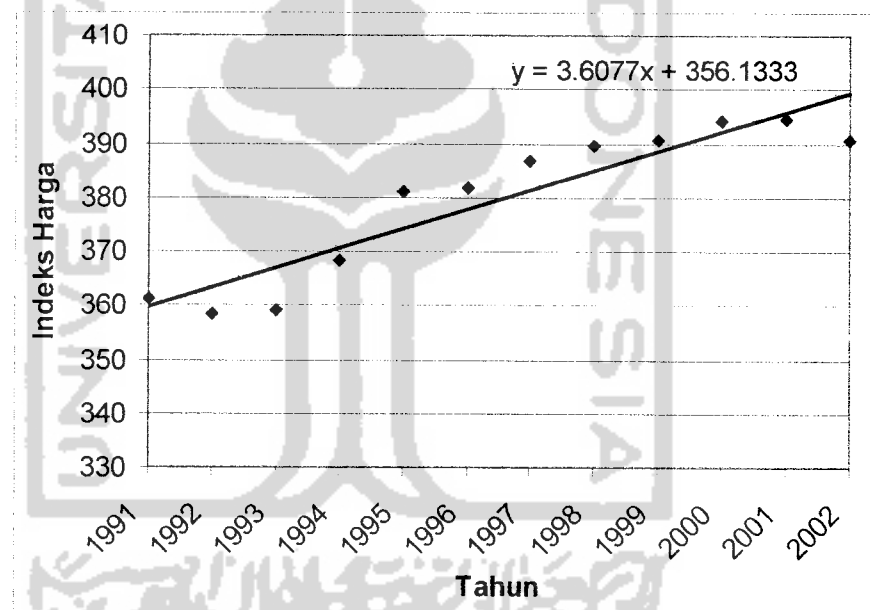
Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit sehingga diperlukan suatu metoda atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa tahun-tahun sebelumnya. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga (Peters & Timmerhaus, 2003).

Tabel 4.9 Indeks Harga Alat

<i>Cost Indeks tahun</i>	<i>Chemical Engineering Plant Index</i>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1



1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4



Gambar 4.3 *Chemical Engineering Cost Index*

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3,6077 X + 356,13$$

Tahun 2011 adalah tahun ke 21, sehingga indeks tahun 2011 adalah 431,89.

Harga alat dan yang lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2011) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Peters \& Timmerhaus, 2003})$$

E_x = Harga pembelian pada tahun 2011

E_y = Harga pembelian pada tahun 2002

N_x = Indeks harga pada tahun 2011

N_y = Indeks harga pada tahun 2002

4.8.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 50.000 ton/tahun
Satu tahun operasi = 330 hari
Pabrik didirikan = 2011
Kurs mata uang = 1US\$ = Rp 9500

4.8.3. Perhitungan Biaya

4.8.3.1. Capital Investment

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.

b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.8.3.2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.
- d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.8.3.3. *General Expense*

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.8.4. Analisa Kelayakan

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

4.8.4.1. Percent Return of Investment (ROI)

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

FCI = Fixed Capital Investment

4.8.4.2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

4.8.4.3. Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

4.8.4.4. Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik

pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

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

Dengan:

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variabel Expense*

Sa = *Annual Sales Value Expense*

4.8.4.5. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

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

4.8.5. Hasil Perhitungan

4.8.5.1. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 4.10. *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Delivered Equipment</i>	928.903	-
2	<i>Equipment Instalation</i>	93.633	542.182.159
3	<i>Piping</i>	377.878	626.898.121

4	<i>Instrumentation</i>	179.464	33.886.385
5	<i>Insulation</i>	24.151	56.477.308
6	<i>Electrical</i>	60.936	45.181.847
7	<i>Buildings</i>	-	30.250.000.000
8	<i>Land and Yard Improvement</i>	-	25.312.500.000
9	<i>Utilities</i>	3.039.562	250.632.010
	<i>Physical Plant Cost</i>	4.169.091	58.176.707.357
10	<i>Engineering and Construction</i>	833.818	11.635.341.471
	<i>Direct Plant Cost</i>	5.002.910	69.812.048.828
11	<i>Contractor's Fee</i>	250.145	3.490.602.441
12	<i>Contingency</i>	750.436	10.471.807.324
	<i>Fixed Capital</i>	6.003.492	83.774.458.594

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp 9.500

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

= FC + WC

= Rp 255.102.817.001

B. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.11. Working Capital

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	-	7.634.157.883
2	<i>In Process Inventory</i>	-	573.587.154
3	<i>Product Inventory</i>	-	34.415.229.267
4	<i>Extended Credit</i>	-	40.124.921.356
5	<i>Available Cash</i>	-	31.547.293.494
	Total Working Capital	-	114.295.189.154

Sehingga *Total Working Capital* :

$$= \text{Rp } 114.295.189.154$$

4.8.5.2. Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. *Manufacturing Cost*

Tabel 4.12. *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Materials</i>	-	83.975.736.714
2	<i>Labor Cost</i>	-	7.296.000.000
3	<i>Supervision</i>	-	729.600.000
4	<i>Maintenance</i>	-	22.529.220.455
5	<i>Plant Supplies</i>	-	3.379.383.068
6	<i>Royalties and Patents</i>	-	4.814.990.563
7	<i>Utilities</i>	-	231.117.119.512

➤ *Direct Manufacturing Cost*

$$\begin{aligned} \text{DMC} &= \text{Raw Materials} + \text{Labor cost} + \text{Supervision} + \text{Maintenance} + \text{Plant Supplies} + \\ &\text{Royalties} + \text{Utilities} \\ &= \text{Rp } 353.842.052.313 \end{aligned}$$

➤ *Indirect Manufacturing Cost*

Tabel 4.13. *Indirect Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Payroll and Overhead</i>		1.094.400.000
2	<i>Laboratory</i>		729.600.000
3	<i>Plant Overhead</i>		3.648.000.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>		948.480.000
	TOTAL		6.420.480.000,00

➤ *Fixed Manufacturing Cost*

Tabel 4.14. Fixed Manufacturing Cost

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Depresiasi</i>		14.080.762.784,66
2	<i>Properti Tax</i>		2.816.152.556,93
3	<i>Insurance</i>		1.408.076.278,47
	TOTAL		18.304.991.620,06

$$\begin{aligned}\text{Total Manufacturing Cost} &= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC} \\ &= \text{Rp } 378.567.521.933\end{aligned}$$

B. General Expense

Tabel 4.15. General Expense

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Administration</i>		9.629.981.125
2	<i>Sales Expanse</i>		19.259.962.251
3	<i>Research</i>		9.629.981.125
4	<i>Finance</i>		10.204.112.680
	TOTAL		48.724.037.181

$$\begin{aligned}\text{Total Biaya Produksi} &= \text{TMC} + \text{GE} \\ &= \text{Rp } 427.291.559.114\end{aligned}$$

4.8.5.3. Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (*Sa*)

Total Penjualan Produk = Rp 481.499.056.266

Total Biaya Produksi = Rp 427.291.559.114

Pajak keuntungan sebesar 50%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp 54.207.497.152

Keuntungan Setelah Pajak = Rp 27.103.748.576

4.8.5.4. Analisa Kelayakan

1. *Persent Return of Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

- ROI sebelum Pajak = 38,50%
- ROI setelah Pajak = 19,25%

2. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 2,06 tahun
- POT setelah Pajak = 3,42 tahun

3. *Break Even Point (BEP)*

Fixed Manufacturing Cost (*Fa*) = Rp 18.304.991.620

Variabel Cost (*Va*) = Rp 320.856.326.789

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

Regulated Cost (Ra) = Rp 87.035.840.705

Penjualan Produk (Sa) = Rp 481.499.056.266

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

$$\text{BEP} = 44,54\%$$

4. *Shut Down Point (SDP)*

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

$$\text{SDP} = 26,18\%$$

5. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp 140.807.627.847

Working Capital (WC) = Rp 114.295.189.154

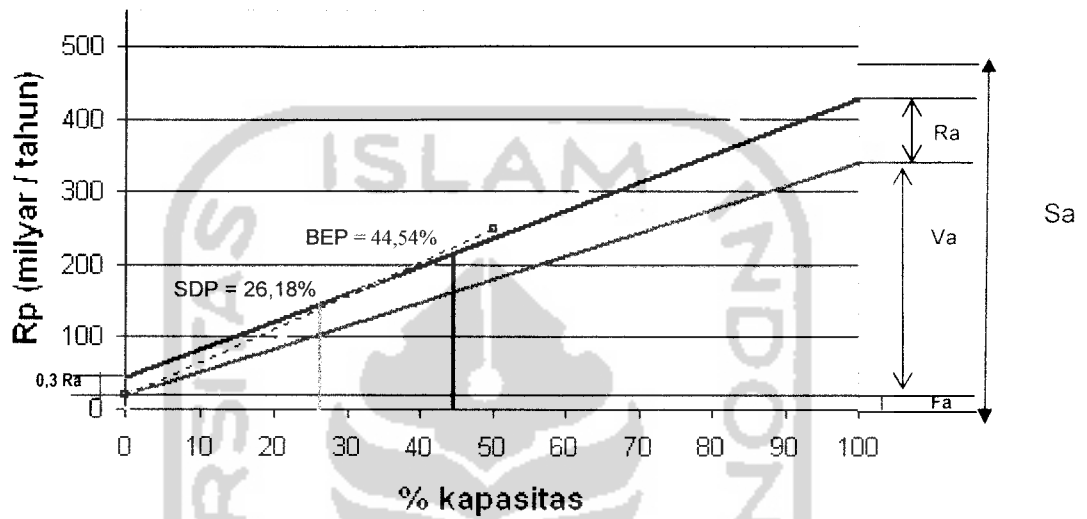
Cash Flow (CF) = Rp 78.492.372.617

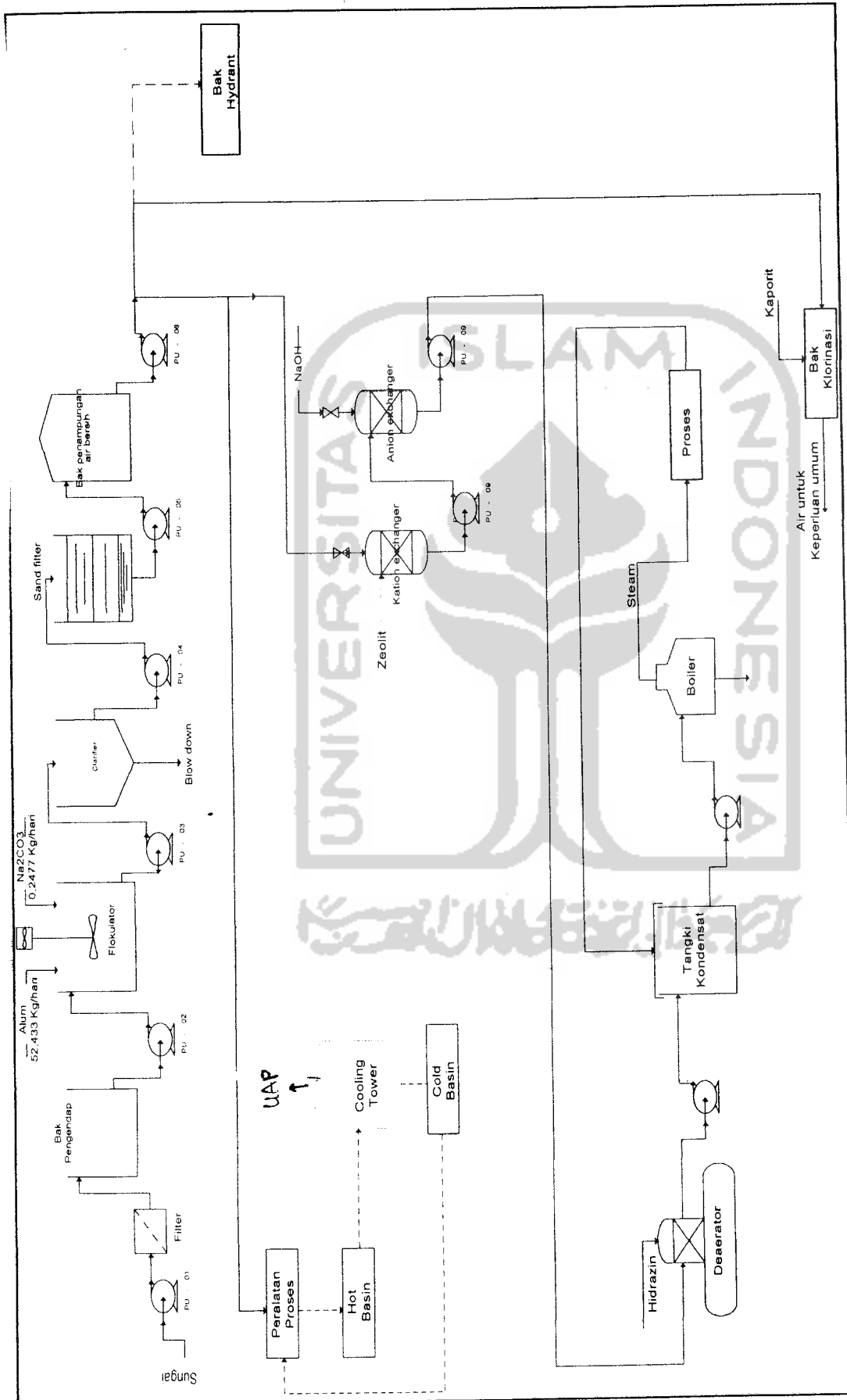
Salvage Value (SV) = Rp 14.080.762.785

DCF = 33,81%

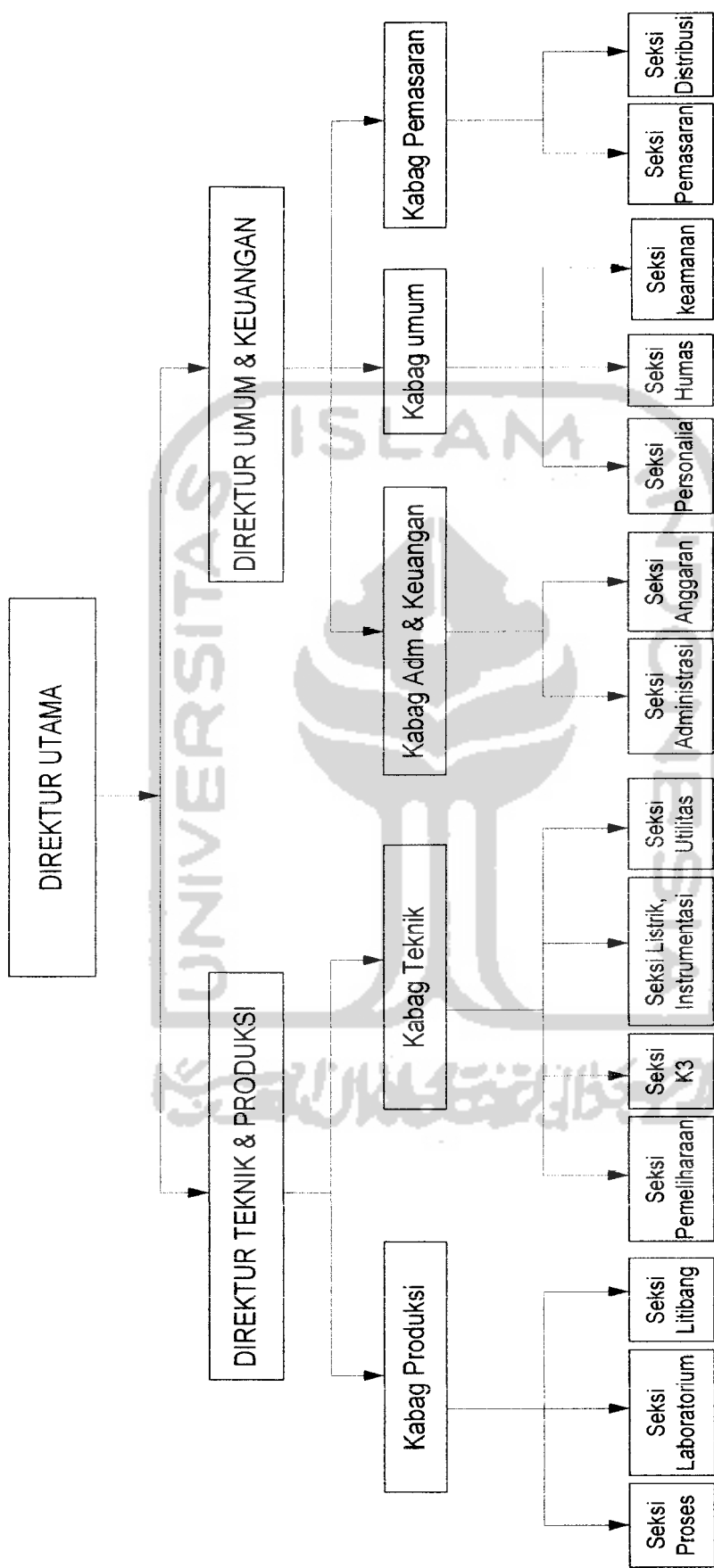
Bunga Bank rata-rata saat ini = 9%

GRAFIK BEP DAN SDP





Gambar 4.6
Unit Pengolahan Air



Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan

BAB V

KESIMPULAN

Pabrik formaldehid digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena berdasarkan tinjauan kondisi operasi dan pembuangan limbah telah disesuaikan dengan setandar perlindungan pabrik dan dari hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:

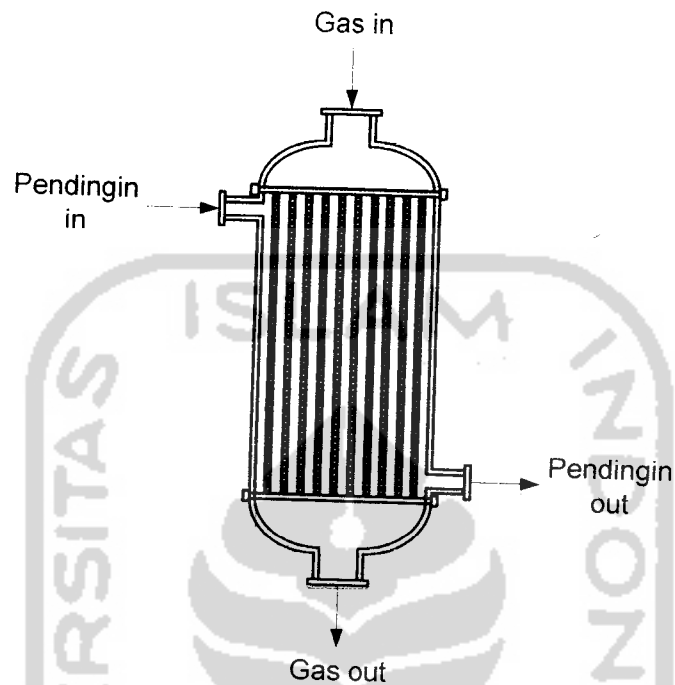
1. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak adalah Rp 54.207.497.152 /tahun, dan keuntungan setelah pajak adalah Rp 27.103.748.576/tahun.
2. Persentase Return On Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 38,50%, dan ROI setelah pajak sebesar 19,25%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11 % (Aries dan Newton, 1955).
3. Pay Out Time (POT) sebelum pajak selama 2,06 tahun dan POT setelah pajak selama 3,42 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries dan Newton, 1955)
4. Break Event Point (BEP) pada 44,54%, dan Shut Down Point (SDP) pada 26,18%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.
5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 33,81%. DCFR yang dapat diterima lebih besar dari suku bunga pinjaman bank.

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Formaldehid dari metanol dan udara dengan proses formox berkapasitas 50.000 ton/tahun ini layak di kaji ulang dan kemudian untuk didirikan.



PERANCANGAN REAKTOR



- Kode : R-01
- Fungsi : tempat berlangsungnya reaksi oksidasi antara metanol dan udara membentuk formaldehid.
- Jenis : *fixed bed multi tube*
- Kondisi operasi : - $T = 300-400^{\circ}\text{C}$
- $P = 1,2 \text{ atm}$
- *Non isothermal dan non adiabatik*

B. Spesifikasi Katalis

Katalis yang digunakan adalah *Iron molybdenum*, dengan spesifikasi :

- ♦ Wujud : padat
- ♦ Warna : putih keabu-abuan mengkilap
- ♦ Bentuk : *pressed ring*

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

- ♦ Diameter efektif rata-rata : 3,5 mm (0,0035 m)
- ♦ Porositas, ε : 0,4
- ♦ Bulk Density : 849,7 kg kat/m³ reaktor

(Subekti, 1995)

C. Menentukan Jenis Pendingin

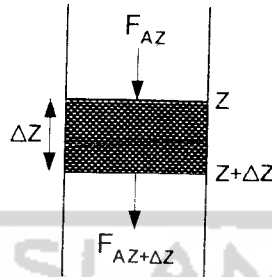
Pendingin yang digunakan adalah Dowtherm A (C₆H₅)₂O(C₆H₅)₂,
dengan data properties sebagai berikut :

- * Berat molekul : 165 kg/kmol
 - * *Specific Gravity* (212°F) : 0,997
 - * *Range temperatur* : 450-750°F (505-672°K)
 - * *Range tekanan* : 0-145 psig (1-10,864 atm)
- (Perry, 1988)
- * Kapasitas panas (540°K) : 0,532 Btu/lbm.°F (2,2274 kJ/kg.°K)
 - * Konduktivitas panas (540°K) : 0,064 Btu/hr.ft.°F (0,3988 kJ/jam.m.°K)
 - * Viskositas (540°K) : 0,33 cp (1,188 kg/m.jam)
 - * Densitas (540°K) : 52,6 lb_m/ft³ (842,54365 kg/m³)

(Geiringer, 1962)

D. Menyusun Neraca Massa dan Panas Sekitar Elemen Volume

a. Neraca Massa gas metanol pada elemen volume pada kondisi *steady* :



Rate of in - out - reaksi = acc

$$F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} - r_1 \cdot \Delta V \cdot \rho_b = 0$$

$$F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} = r_1 \cdot \Delta V \cdot \rho_b$$

$$F_A|_{Z+\Delta Z} - F_A|_Z = -r_1 \cdot A \cdot \Delta Z \cdot \rho_b$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{F_A|_{Z+\Delta Z} - F_A|_Z}{\Delta Z} = -r_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot IDT^2 \cdot \rho_b$$

$$\frac{dF_A}{dz} = -r_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot IDT^2 \cdot \rho_b$$

$$-F_{A0} \cdot \frac{dx_A}{dz} = -r_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot IDT^2 \cdot \rho_b$$

$$\frac{dx_A}{dz} = \frac{r_1 \cdot \pi \cdot IDT^2 \cdot \rho_b}{4 \cdot F_{A0}}$$

Untuk N_T buah *tube* :

$$\frac{dx_A}{dz} = \frac{r_1 \cdot \pi \cdot IDT^2 \cdot \rho_b}{4 \cdot F_{A0}} \cdot N_T$$

$\frac{dx_A}{dz}$: perubahan konversi metanol tiap *increment* panjang reactor

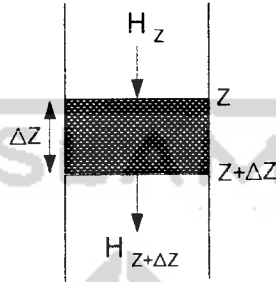
r_1 : laju reaksi pertama, kmol CH_3OH terkonversi/kg kat.jam

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

ρ_b : Bulk Density katalis, kg/m^3

F_{A0} : laju alir mol mula-mula methanol, kmol/jam

b. Neraca Panas pada elemen volume pada kondisi *steady* :



Rate of in – out + reaksi – panas yang diserap pendingin = acc

$$\sum H|_Z - \sum H|_{Z+\Delta Z} + (-\Delta H_R) \cdot F_{A0} \cdot \Delta X_A - U_D \cdot A \cdot (T - T_p) = 0$$

$$\sum H|_{Z+\Delta Z} - \sum H|_Z = (-\Delta H_R) \cdot F_{A0} \cdot \Delta X_A - U_D \cdot A \cdot (T - T_p)$$

$$\sum H|_{Z+\Delta Z} - \sum H|_Z = (-\Delta H_R) \cdot F_{A0} (X_{AZ+\Delta Z} - X_{AZ}) - U_D \cdot \pi \cdot \text{ODT} \cdot \Delta Z (T - T_p)$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{\sum H|_{Z+\Delta Z} - \sum H|_Z}{\Delta Z} = (-\Delta H_R) \cdot F_{A0} \cdot \lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{X_{AZ+\Delta Z} - X_{AZ}}{\Delta Z} - U_D \cdot \pi \cdot \text{ODT} (T - T_p)$$

$$\frac{\sum dH_i}{dz} = (-\Delta H_R) \cdot F_{A0} \cdot \frac{dx_A}{dz} - U_D \cdot \pi \cdot \text{ODT} (T - T_p)$$

$$\sum (F_i \cdot C_{p_i}) \frac{dT}{dz} = (-\Delta H_R) \cdot F_{A0} \cdot \frac{dx_A}{dz} - U_D \cdot \pi \cdot \text{ODT} (T - T_p)$$

$$\frac{dT}{dz} = \frac{(-\Delta H_R) \cdot F_{A0} \cdot \frac{dx_A}{dz} - U_D \cdot \pi \cdot \text{ODT} (T - T_p)}{\sum (F_i \cdot C_{p_i})}$$

Untuk N_T buah *tube* :

$$\frac{dT}{dz} = \frac{(-\Delta H_R) \cdot F_{A0} \cdot \frac{dx_A}{dz} - U_D \cdot \pi \cdot \text{ODT} (T - T_p) \cdot N_T}{\sum (F_i \cdot C_{p_i})}$$

$\frac{dT}{dZ}$: perubahan temperatur tiap *increment* panjang reaktor

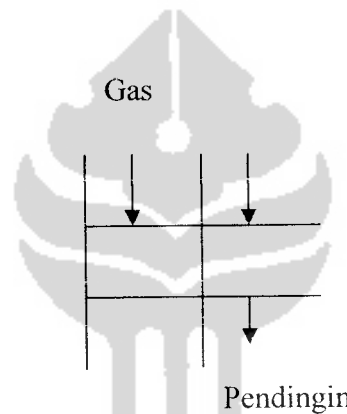
ΔH_R : panas reaksi pada suhu reaksi, kJ/kmol

T_p : suhu pendingin, °K

F_i : mol masing-masing komponen, kmol/jam

C_{p_i} : kapasitas panas tiap komponen, kJ/kg.°K

c. Neraca Panas pendingin



Rate of in - out + panas yang diserap pendingin = acc

$$W_p.C_{pp}.T_{p_z} - W_p.C_{pp}.T_{p_{z+\Delta Z}} + U_D \cdot A \cdot (T - T_p) = 0$$

$$W_p.C_{pp} (T_{p_z} - T_{p_{z+\Delta Z}}) = - U_D \cdot \pi \cdot ODT \cdot \Delta Z (T - T_p)$$

$$T_{p|_{z+\Delta Z}} - T_{p|_z} = \frac{U_D \cdot \pi \cdot ODT \cdot \Delta Z (T - T_p)}{W_p.C_{pp}}$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{T_{p_{z+\Delta Z}} - T_{p_z}}{\Delta Z} = \frac{U_D \cdot \pi \cdot ODT (T - T_p)}{W_p.C_{pp}}$$

$$\frac{dT_p}{dz} = \frac{U_D \cdot \pi \cdot ODT (T - T_p)}{W_p.C_{pp}}$$

Untuk N_T buah *tube* :

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$\frac{dT_p}{dz} = \frac{U_D \cdot \pi \cdot ODT (T - T_p)}{W_p \cdot C_{pp}} \cdot N_T$$

$\frac{dT_p}{dz}$: perubahan suhu pendingin

W_p : laju alir massa pendingin, kg/jam

C_{pp} : kapasitas panas pendingin, kJ/kmol. $^{\circ}$ K

E. Menyusun Persamaan Reaksi

Reaksi :



Berdasarkan mekanisme reaksi, didapatkan bahwa reaksi pembentukan formaldehid dikendalikan oleh proses adsorpsi metanol oleh katalis, sehingga laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$r_1 = \frac{K_{p1} \cdot Y_m \cdot P}{1 + a_{p1} \cdot Y_m \cdot P + a_{p2} \cdot Y_f \cdot P} \cdot 3600, \text{ kmol CH}_3\text{OH terkonversi/kg kat.jam}$$

$$r_2 = \frac{K_{p2} \cdot Y_f \cdot P}{1 + b_{p1} \cdot Y_f \cdot P + b_{p2} \cdot Y_m \cdot P} \cdot 3600, \text{ kmol CHO terkonversi/kg kat.jam}$$

dengan :

$$\begin{aligned} a_{p1} &= 567,606 \exp (-1125,96/T) \\ a_{p2} &= 8,36863 \cdot 10^{-5} \exp (7124,14/T) \\ b_{p1} &= 6,44588 \cdot 10^{-9} \exp (12195,4/T) \\ b_{p2} &= 2,84446 \cdot 10^{-3} \exp (4803,08/T) \\ K_{p1} &= 5,37227 \cdot 10^{-2} \exp (-7055,14/T) \end{aligned}$$

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$K_{p2} = 6,41907 \cdot 10^{-9} \exp(1292,72/T)$$

r_i : kecepatan reaksi

K_{pi} : konstanta kinetika reaksi (kmol/kg kat.det.atm)

a_{pi} : konstanta (kmol/kmol CH_3OH .atm)

b_{pi} : konstanta (kmol/kmol CHOH .atm)

P : tekanan (atm)

T : temperatur ($^{\circ}\text{K}$)

Y_m : fraksi mol metanol (kmol CH_3OH /kmol)

Y_f : fraksi mol formaldehid (kmol CHOH /kmol)

(Subekti, 1995)

Sedangkan persamaan neraca massanya sebagai berikut :

$$F_A = F_{A0} (1 - X_A)$$

$$F_B = F_{B0} - 0,5 \cdot F_{A0} \cdot X_A - 0,5 \cdot F_{A0} \cdot X_A \cdot 0,0150884$$

$$F_C = F_{C0} + F_{A0} \cdot X_A \cdot 0,9849116$$

$$F_D = F_{D0} + F_{A0} \cdot X_A + F_{A0} \cdot X_A \cdot 0,0150884$$

$$F_E = F_{E0} + F_{A0} \cdot X_A \cdot 0,01457$$

$$F_F = F_{F0} + F_{A0} \cdot X_A \cdot 0,0005184$$

$$F_G = F_{G0}$$

$$F_T = F_A + F_B + F_C + F_D + F_E + F_F + F_G$$

F. Menentukan Jenis, Ukuran dan Susunan Tube

Dalam pemilihan pipa harus diperhatikan faktor-faktor perpindahan panas

Dp/Dt	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
Hw/h	5.5	7.0	7.8	7.5	7.0	7.8

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

Dimana :

D_p/D_t : Rasio diameter katalis per diameter pipa

U_w/h : Rasio koefisien transfer panas pipa berisi katalis dibanding koefisien transfer panas pada pipa kosong

Dipilih

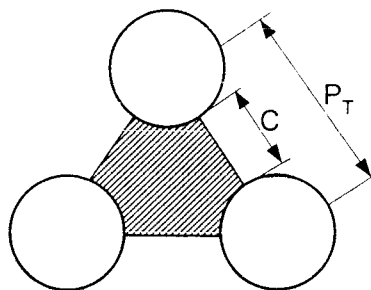
$$D_p/D_t = 0.15$$

$$D_p = 0.35 \text{ cm}$$

$$D_t = 0.9186 \text{ in}$$

Dari table 11 kernl maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnya baik dipilih pipa dengan spesifikasi sbb:

- » Diameter dalam *tube* (IDT) = 1,01 in = 0,025654 m
- » Diameter luar *tube* (ODT) = 1,25 in = 0,03175 m
- » No. BWG = 11
- » *Flow area per tube* ($a't$) = $0,8 \text{ in}^2 = 5,16128 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- » Panjang *tube* (Z) = 6 m (hasil exel)
- » Jumlah *tube* (N_T) = 4750
- » Susunan *tube* = *Triangular pitch*



$$P_T (\text{Pitch}) = 1,25 \cdot \text{ODT}$$

(Kern, 1950)

Perancangan Reaktor ***

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$= 1,25 \cdot 0,03175$$

$$= 0,0396875 \text{ m}$$

$$C \text{ (Clearance)} = P_T - \text{ODT} \quad (\text{Kern, 1950})$$

$$= 0,0396875 - 0,03175$$

$$= 0,0079375 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_T \text{ (Flow area tube)} &= \frac{\pi \cdot \text{IDT}^2 \cdot N_T}{4} \\ &= \frac{3,14159 \cdot (0,025654)^2 \cdot 4750}{4} \\ &= 2,455236 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

G. Menentukan Dimensi Shell

$$\begin{aligned} \text{IDS} &= \sqrt{\frac{2 \cdot N_T \cdot 0,5 \cdot \sin 60 \cdot P_T^2}{\pi/4}} \\ &= \sqrt{\frac{8 \cdot 4750 \cdot 0,5 \cdot 0,866 \cdot (0,0396875)^2}{3,14159}} \\ &= 2,8722 \text{ m} \end{aligned}$$

$$B = (0,2 \sim 1) \cdot \text{IDS} \quad (\text{Kern, 1950})$$

$$= 0,25 \cdot 2,8722$$

$$= 0,71823 \text{ m}$$

$$\text{De} = \frac{4(P_T^2 \cdot 0,5 \cdot 0,86 - 1/8 \cdot \pi \cdot \text{ODT}^2)}{0,5 \cdot \pi \cdot \text{ODT}} \quad (\text{Kern, 1950})$$

$$= \frac{8 \{ (0,0396875)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,86 - 0,125 \cdot 3,14159 \cdot (0,03175)^2 \}}{3,14159 \cdot 0,03175}$$

$$= 0,022599 \text{ m}$$

Perancangan Reaktor ***

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formosa
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$A_s = \frac{IDS.C.B}{P_T} \quad (\text{Kern, 1950})$$

$$= \frac{2,8722.0,0079375.0,71823}{0,0396875}$$

$$= 0,41269 \text{ m}^2$$

IDS : Diameter dalam *shell*, m

B : Jarak *baffle*, m

De : Diameter efektif *shell*, m

A_s : *Flow area shell*, m²

H. Menghitung Koefisien Perpindahan Panas

Shell side

$$h_o = 0,36 \cdot \left[\frac{k_s}{De} \right] \cdot \left[\frac{Cp_s \cdot \mu_s}{k_s} \right]^{\frac{1}{3}} \cdot \left[\frac{De \cdot G_s}{\mu_s} \right]^{0,55} \quad (\text{Kern, 1950})$$

$$= 0,36 \cdot \frac{0,3988}{0,022572} \cdot \left[\frac{2,2264.1,188}{0,3988} \right]^{\frac{1}{3}} \cdot (1928,9048)^{0,55}$$

$$= 677,18069 \text{ kJ/jam.m}^2.^{\circ}\text{K}$$

Tube side, persamaan Leva :

$$h_i = 0,813 \cdot \left[\frac{k_{\text{camp}}}{IDT} \right] \cdot e^{\frac{-6.Dp}{IDT}} \cdot \left[\frac{Dp \cdot Gt}{\mu_{\text{camp}}} \right]^{0,9} \quad (\text{Perry, 1984})$$

$$= 0,813 \cdot \frac{0,157735}{0,025654} \cdot e^{\frac{-6.0,0035}{0,025654}} \cdot (452,6734)^{0,9}$$

$$= 393,08525 \text{ kJ/jam.m}^2.^{\circ}\text{K}$$

$$h_{io} = h_i \cdot \frac{IDT}{ODT} \quad (\text{Kern, 1950})$$

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Cara Batch
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$= 393,08525 \cdot \frac{0,025654}{0,03175}$$

$$= 317,61288 \text{ kJ/jam.m}^2.\text{°K}$$

$$U_C = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o} \quad (\text{Kern, pers. 6.7})$$

$$= \frac{317,61288 \cdot 677,18069}{317,61288 + 677,18069}$$

$$= 216,20698 \text{ kJ/jam.m}^2.\text{°K}$$

$$U_D = \frac{U_C}{1 + R_D \cdot U_C} \quad (\text{Kern, pers. 6.10})$$

$$= \frac{216,20698}{1 + 7,33803 \cdot 10^{-5} \cdot 216,20698}$$

$$= 212,83035 \text{ kJ/jam.m}^2.\text{°K}$$

h_o : koefisien perpindahan panas di *shell*, kJ/jam.m².°K

k_s : konduktivitas panas pendingin, kJ/jam.m.°K

C_{ps} : kapasitas panas pendingin, kJ/kg.°K

h_i : koefisien perpindahan panas di *tube*, kJ/jam.m².°K

U_C : koefisien perpindahan panas overall saat bersih, kJ/jam.m².°K

U_D : koefisien perpindahan panas overall saat kotor, kJ/jam.m².°K

R_D : *Dirt factor* : 0,0015 ft².jam.ft².°F/Btu

: 7,33803.10⁻⁵ jam.m².°K/kJ

(Perry, Tabel 11-3)

I. Menghitung Pressure Drop (ΔP) di Shell dan Tube

Shell side

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$\Delta P_s = \frac{f \cdot G_s^2 \cdot (N+1) \cdot IDS}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot De \cdot Sg} \quad (\text{Kern, pers. 7.44})$$

$$= \frac{0,0029 \cdot 144 \cdot (20793,49438)^2 \cdot 9,9 \cdot 423114}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot 0,074054 \cdot 0,997}$$

$$= 0,43662 \text{ psi}$$

$$= 0,02972 \text{ atm}$$

ΔP_s : pressure drop di shell, atm

f : friction factor (fig.29 Kern) : $0,0029 \text{ ft}^2/\text{in}^2$

$$N : \text{jumlah baffle} = \frac{Z}{B} = \frac{6}{0,71823} = 8,3 \quad (\text{ambil } 8)$$

Sg : Spesific Gravity pendingin

Tube side, persamaan Ergun :

$$\frac{(P_0 - P_z)}{Gt^2} \cdot \rho \cdot \frac{IDT}{Z} \cdot \frac{\epsilon^3}{(1-\epsilon)} = \frac{150 \cdot (1-\epsilon)}{Dp \cdot Gt / \mu \text{ camp}} + 1,75 \quad (\text{Hill, 1977})$$

P_0 : tekanan reaktor saat $Z = Z_0$, atm

P_z : tekanan reaktor saat $Z = Z$, atm

ρ : densitas campuran gas, kg/m^3

ϵ : porositas katalis

Dari excel, diperoleh P keluar reaktor (P_z) = 1,1591 atm

$$\text{Jadi } \Delta P_T = P_0 - P_z$$

$$= 1,2 - 1,1591$$

$$= 0,0409 \text{ atm}$$

J. Menghitung Berat Katalis yang diperlukan (W)

$$\begin{aligned}
 W &= V \cdot \rho_b \cdot N_T \text{ kg} \\
 &= \frac{\pi}{4} \cdot IDT^2 \cdot Z \cdot \rho_b \cdot N_T \\
 &= \frac{3,14159}{4} \cdot (0,025654)^2 \cdot 6 \cdot 849,7 \cdot 4750 \\
 &= 12510,951 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

K. Menghitung Waktu Tinggal (t)

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{Z \cdot A_T}{W_T / \rho_{\text{camp}}} \cdot 3600 \\
 &= 0,79179 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

dengan

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{camp}} &= \frac{P \cdot BM_{\text{camp}}}{R \cdot T} \\
 &= 0,616 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

t : waktu tinggal, detik

ρ_{camp} : densitas gas campuran

R : konstanta gas ideal : $0,082057 \text{ m}^3 \cdot \text{atm/kmol} \cdot ^\circ\text{K}$

P : tekanan gas saat $Z = Z$, atm

T : temperatur gas saat $Z = Z$, $^\circ\text{K}$

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
 dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
 kapasitas 50.000 ton/tahun

L. Menghitung Tebal Shell (ts)

Tebal shell dihitung dengan persamaan berikut :

$$ts = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C \quad (\text{Brownell, 1959})$$

ts : tebal *shell* minimum, in

P : *design pressure*, psi

r_i : jari-jari dalam *shell* (0,5.IDS)

f : *maximum allowable stress* (Tabel 13.1 Brownell), psi

E : efisiensi pengelasan (Tabel 13.2 Brownell)

C : *corrosion allowance*, in

Direncanakan bahan yang digunakan untuk *shell* terbuat dari *carbon steel* SA 285
grade C, dengan spesifikasi :

f : 12050 psi

E : 0,8 (*double-welded butt joint*)

C : 0,125 in

Faktor keamanan : 20 %

P : $4,24 \text{ atm} \cdot 14,7 \frac{\text{psi}}{\text{atm}} \cdot 120 \% : 74,7936 \text{ psi}$

r_i : $113,07874 \cdot 0,5 : 56,53937 \text{ in}$

$$\begin{aligned} ts &= \frac{74,7936 \cdot 56,53937}{12050 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 74,7936} + 0,125 \\ &= 0,5657 \text{ in} \end{aligned}$$

Digunakan tebal *shell* standart $\frac{5}{8}$ in.

M. Menghitung Tinggi dan Tebal Head

Bahan yang digunakan untuk *head* sama dengan bahan *shell* yaitu *carbon steel SA 285 grade C*, dan *head* yang dipilih berbentuk *flanged and standard dished head*, karena cocok digunakan untuk tekanan sedikit di atas atmosferis. (Brownell, 1959)

Tebal *head* dihitung dengan persamaan :

$$th = \frac{0.885 \cdot r_c \cdot P}{f \cdot E - 0.1 \cdot P} + C \quad (\text{Brownell, 1959})$$

th : tebal head, in

r_c : jari-jari dalam *spherical*, in

Untuk *flanged and standard dished head*, r_c = OD = 113,57874 in

$$\begin{aligned} th &= \frac{0.885 \cdot 113,57874 \cdot 74,7936}{12050 \cdot 0.8 - 0.1 \cdot 74,7936} + 0,125 \\ &= 0,9055 \text{ in} \end{aligned}$$

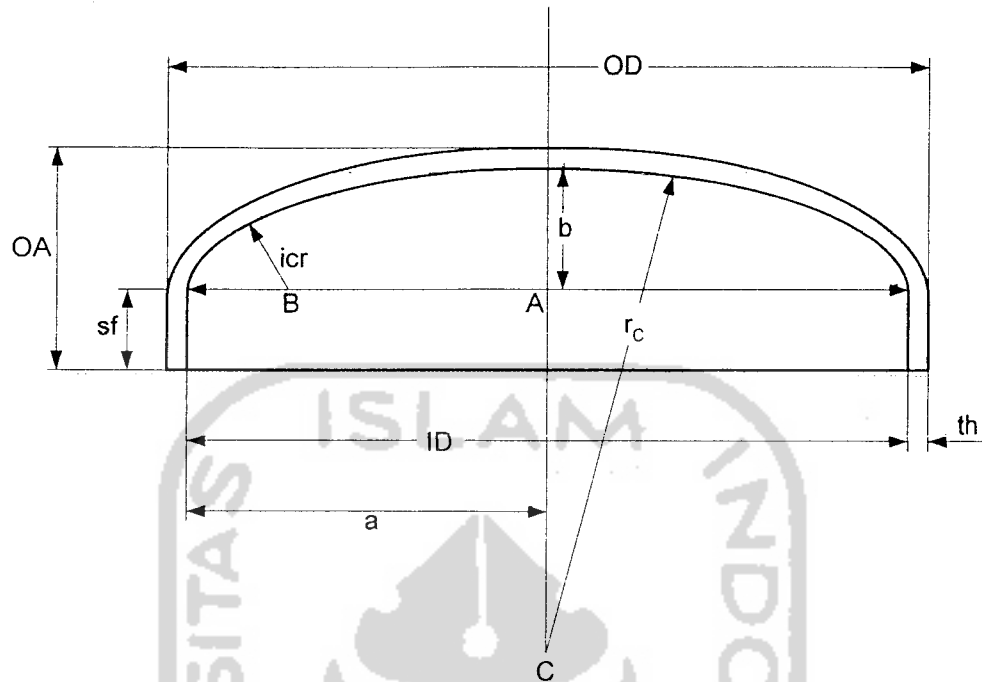
Digunakan tebal head standart 1 in.

Berdasarkan table 5.6 Brownell, didapatkan sf = 1.5 ~ 4 (ambil 3 in)

icr = 3

Tinggi head (OA) dihitung dengan cara sebagai berikut :

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
 dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
 kapasitas 50.000 ton/tahun



$$a = \frac{IDS}{2} = 56,53937 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 56,53937 - 3 = 53,53937 \text{ in}$$

$$BC = r_c - icr = 113,57874 - 3 = 110,57874 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC^2 - AB^2)} = 96,75326 \text{ in}$$

$$b = r_c - AC = 113,57874 - 96,75326 = 16,8255 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} OA (\text{tinggi head}) &= th + b + sf \\ &= 1 + 16,8255 + 3 \\ &= 20,8255 \text{ in} = 0,529 \text{ m} \end{aligned}$$

N. Menghitung Tinggi Reaktor (Hr) dan Volume Reaktor

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor (Z)} &= 6 \text{ m} \\ &= 236,22 \text{ in} \end{aligned}$$

Volume reaktor diperoleh dari volume *shell* ditambah 2 kali volume *head*.

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$\begin{aligned}\text{Volume head} &= 0,000049 \cdot \text{IDS}^3 && (\text{Brownell, 1959}) \\ &= 0,000049 \cdot (113,07874)^3 \\ &= 70,849854 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume shell} &= \frac{\pi}{4} \cdot \text{IDS}^2 \cdot Z \\ &= \frac{3,14159}{4} \cdot (113,07874)^2 \cdot 236,22 \\ &= 2372282,9181 \text{ in}^3 \\ &= 1372,8489 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume reaktor} &= \text{volume shell} + 2 \cdot \text{volume head} \\ &= 1372,8489 + 2 \cdot 70,9033 \\ &= 1514,6556 \text{ ft}^3 \\ &= 42,41035 \text{ m}^3\end{aligned}$$

O. Menghitung Diameter Pipa Pemasukan dan Pengeluaran Reaktor dan Pipa Pendingin

* Diameter pipa pemasukan gas

$$\begin{aligned}\text{Debit gas masuk reaktor} &= \frac{W_T}{\rho_0} = \frac{23057,52}{0,728755} \\ &= 31.639,604 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 310,371 \text{ ft}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

$$\text{Densitas gas umpan} = 0,728755 \text{ kg/m}^3 = 0,0454962 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$$

$$\text{Diameter optimum (Dopt)} = 3,9 \cdot Q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \quad (\text{Walas, 1988})$$

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$= 3,9 \cdot (310,371)^{0,45} \cdot (0,0454962)^{0,13}$$

$$= 34,51024 \text{ in}$$

Digunakan diameter pipa standart (Appendix K, Brownell) dengan spesifikasi :

$$\text{OD} = 36 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 35,25 \text{ in}$$

$$\text{SN} = \text{ST (Standart Wright)}$$

* Diameter pipa pengeluaran gas

$$\text{Debit gas keluar reaktor} = \frac{W_T}{\rho} = \frac{23057,52}{0,4509274}$$

$$= 51.133,55276 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 501,5985 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

$$\text{Densitas gas keluar} = 0,4509274 \text{ kg/m}^3 = 0,02815 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$$

$$\text{Diameter optimum (Dopt)} = 3,9 \cdot Q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \quad (\text{Walas, 1988})$$

$$= 3,9 \cdot (501,5985)^{0,45} \cdot (0,02815)^{0,13}$$

$$= 40,2399 \text{ in}$$

Digunakan diameter pipa standart (Appendix K, Brownell) dengan spesifikasi :

$$\text{OD} = 42 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 41 \text{ in}$$

$$\text{SN} = \text{XS (Extra Strong)}$$

* Diameter pipa pemasukan dan pengeluaran pendingin

Direncanakan pipa pemasukan dan pengeluaran pendingin berukuran sama, karena debit dan densitas dianggap tetap.

Perancangan Reaktor ***

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

$$\begin{aligned}\text{Debit pendingin masuk} &= \frac{W_p}{\rho_p} = \frac{34000}{842,54365} \\ &= 40,35399 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,395856 \text{ ft}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

$$\text{Densitas pendingin} = 52,6 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Diameter optimum (Dopt)} &= 3,9 \cdot Q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,395856)^{0,45} \cdot (52,6)^{0,13} \\ &= 4,30214 \text{ in}\end{aligned}$$

Digunakan diameter pipa standart (Apendix K, Brownell) dengan spesifikasi :

$$\begin{aligned}\text{OD} &= 4,5 \text{ in} \\ \text{ID} &= 4,334 \text{ in} \\ \text{SN} &= 5\text{S}\end{aligned}$$



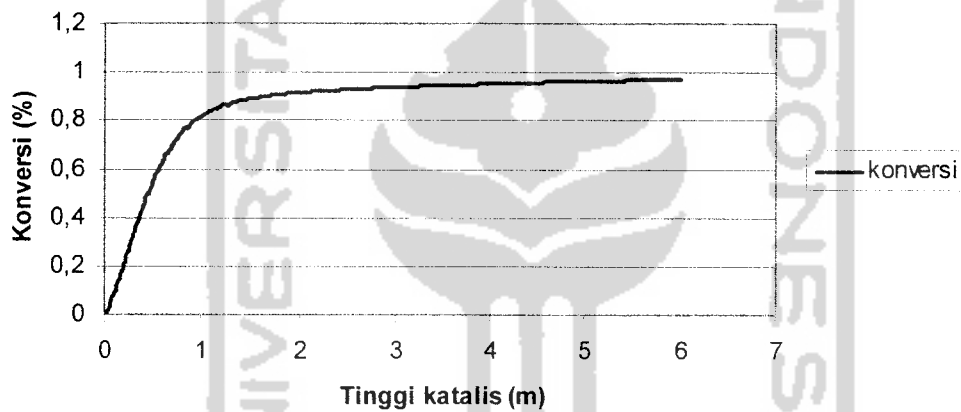
DAFTAR PUSTAKA

- Aries and Newton., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- BPS, 1997-2002, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor*, vol.II. CV Wendy Putri Lestarindo, Jakarta.
- Brownell and Young, 1959, *Process Equipment Design Vessel Design*, Michigan..
- Brown, G.G., "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.
- Coulson, and Richardson, "*Chemical Engineering Design*", 6nd Ed., vol 6, Pergamon Press, Oxford, 1983.
- Donald, E.G., 1989, *Chemical Engineering Economics*, Van Nostrand, New York.
- Fogler, Scott H., "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA, 1999.
- Geankoplis, 1983, *Transport Processes and Unit Operations*, 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston.
- Geiringer, 1962, *Handbook of Heat Transfer Media*, Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Gunawan, 2003, *Tanggung Jawab Direksi atas Kepailitan Perseroan*, Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hill, 1977, *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design*, John Wiley & Sons Inc., USA.

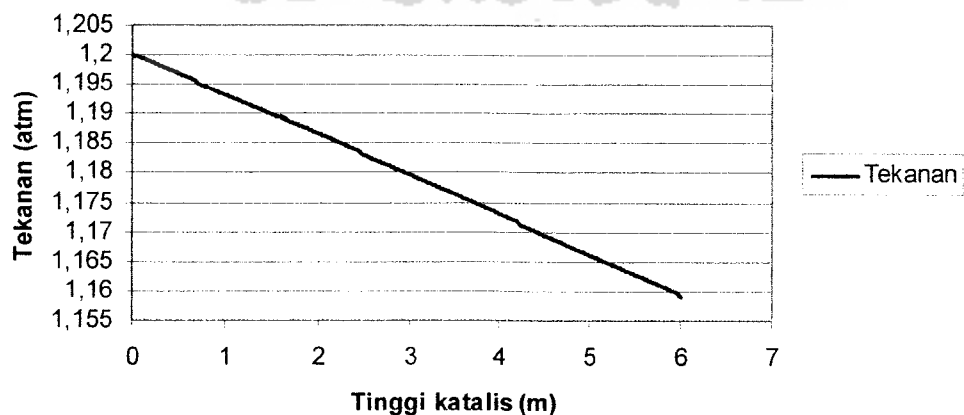
Z	X	T	Tp	P	RE
0	0	573	505	1,2	189,47395
0,1	0,088522	581,5964	505,599	1,199319	189,47395
0,2	0,203287	590,9471	506,2675	1,198638	189,47395
0,3	0,326543	601,0337	507,0111	1,197957	189,47395
0,4	0,443179	611,8089	507,835	1,197276	189,47395
0,5	0,544575	623,1905	508,7441	1,196595	189,47395
0,6	0,62792	635,0576	508,9976	1,195914	189,47395
0,7	0,693995	647,249	509,0266	1,195233	189,47395
0,8	0,745227	659,5664	509,7421	1,194552	189,47395
0,9	0,784472	671,7836	510,0961	1,193871	189,47395
1	0,814409	683,6612	510,8317	1,19319	189,47395
1,1	0,837293	694,965	511,6892	1,192509	189,47395
1,2	0,854915	705,4869	512,014	1,191828	189,47395
1,3	0,86864	715,0617	513,2884	1,191147	189,47395
1,4	0,879484	723,5794	514,6523	1,190466	189,47395
1,5	0,888193	730,9883	515,2365	1,189785	189,47395
1,6	0,895308	731,271	516,1011	1,189104	189,47395
1,7	0,901224	729,8887	517,6286	1,188423	189,47395
1,8	0,906226	728,4965	518,5698	1,187742	189,47395
1,9	0,910525	727,0943	519,2268	1,187061	189,47395
2	0,914276	725,6819	520,8868	1,18638	189,47395
2,1	0,917594	724,2592	521,9856	1,185699	189,47395
2,2	0,920566	722,8259	522,5991	1,185018	189,47395
2,3	0,923258	721,3818	523,0175	1,184337	189,47395
2,4	0,925722	719,9264	524,3541	1,183656	189,47395
2,5	0,927995	718,4594	526,1422	1,182975	189,47395
2,6	0,930111	716,9805	527,955	1,182293	189,47395
2,7	0,932092	715,489	528,8807	1,181612	189,47395
2,8	0,93396	713,9845	529,7843	1,180931	189,47395
2,9	0,935729	712,4666	530,0805	1,18025	189,47395
3	0,937412	710,9344	531,6232	1,179569	189,47395
3,1	0,939021	709,3875	533,4657	1,178888	189,47395
3,2	0,940563	707,8252	535,3066	1,178207	189,47395
3,3	0,942046	706,2466	537,1417	1,177526	189,47395
3,4	0,943476	704,6511	538,9673	1,176845	189,47395
3,5	0,944858	703,0377	540,7805	1,176164	189,47395
3,6	0,946197	701,4056	542,5791	1,175483	189,47395
3,7	0,947496	699,7537	544,3611	1,174802	189,47395
3,8	0,948758	698,0811	546,125	1,174121	189,47395
3,9	0,949986	696,3866	547,8696	1,17344	189,47395
4	0,951183	694,669	549,594	1,172759	189,47395
4,1	0,95235	692,927	551,2973	1,172078	189,47395
4,2	0,953489	691,1593	552,9791	1,171397	189,47395
4,3	0,954603	689,3642	554,639	1,170716	189,47395
4,4	0,955692	687,5402	556,2765	1,170035	189,47395
4,5	0,956758	685,6856	557,8915	1,169354	189,47395
4,6	0,957802	683,7984	559,4837	1,168673	189,47395
4,7	0,958825	681,8767	561,0532	1,167992	189,47395
4,8	0,959827	679,9181	562,5998	1,167311	189,47395

4,9	0,960811	677,9202	564,1235	1,16663	189,47395
5	0,961776	675,8806	565,6244	1,165949	189,47395
5,1	0,962724	673,7962	567,1024	1,165268	189,47395
5,2	0,963655	671,6639	568,5575	1,164587	189,47395
5,3	0,964569	669,4805	569,99	1,163906	189,47395
5,4	0,965468	667,2421	571,3998	1,163225	189,47395
5,5	0,966352	664,9446	572,787	1,162544	189,47395
5,6	0,967221	662,5836	574,1517	1,161863	189,47395
5,7	0,968076	660,154	575,494	1,161182	189,47395
5,8	0,968917	657,6505	576,814	1,160501	189,47395
5,9	0,969745	655,067	578,1118	1,15982	189,47395
6	0,970561	652,3969	579,3875	1,159139	189,47395

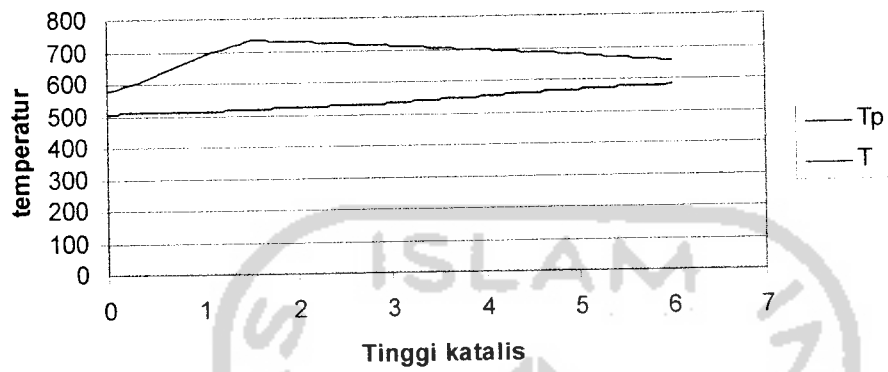
GRAFIK HUBUNGAN TINGGI KATALIS Vs KONVERSI



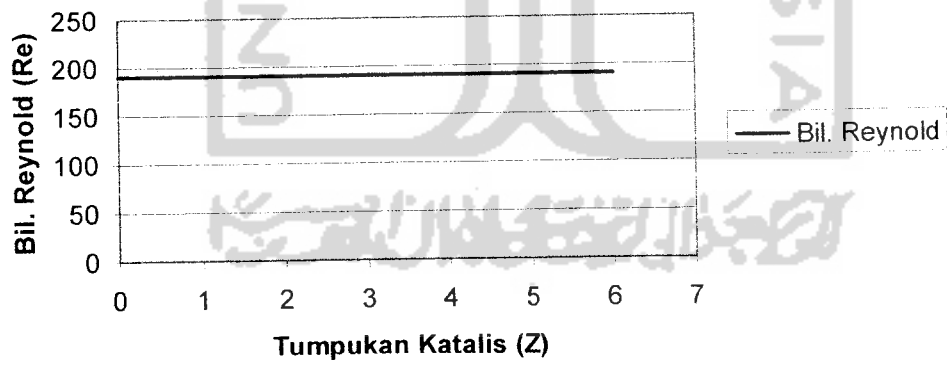
GRAFIK HUBUNGAN TINGGI KATALIS Vs TEKANAN



Grafik hubungan antara tinggi katalis Vs Temperatur



GRAFIK HUB ANTARA TUMPUKAN KATALIS Vs Bil REYNOLD



*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

Kern, 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill International Book Company,
Singapura.

Ketta, Mc. J. John, "*Chemical Processing Handbook*", Marcel Dekker Inc, New
York, 1993.

Kirk and Ortmer, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", John Willey and
Sons. Inc., New York.

Ludwig, 1965, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*,
volume 1, Gulf Publishing Company, Houston.

Perry and Chilton, "*Chemical Engineering Hand Book*", 6th Ed., Mc. Graw Hill
Book Co. Inc., New York, 1984..

Peters, dkk., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed.,
Mc-Graw Hill, New York.

Powell, S.T., 1954, *Water Conditioning for Industry*, 1st ed., McGraw-Hill Book
Company, Inc., New York.

Raymond, D.L., 1999, *Water Quality and Treatment*, 5th ed., Mc Graw Hill, USA.

Rase and Holmes, J.R., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plant*, vol 2 :
Principles and Techniques, John Wiley & Sons Inc., Kanada.

Smith, 1981, *Chemical Engineering Kinetics*, 3rd ed., McGraw-Hill Inc., Tokyo.

Subekti, 1995, *Perancangan dan Evaluasi Reaktor Formaldehyde di PT. Pupuk
Kaltim-Bontang*, Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi
Reksowardojo, Kampus ITB, Bandung.

Sularso., 1996 "*Pompa dan Kompresor*", cetakan VI, P.T. Pradnya Paramita,
Jakarta..

*** Perancangan Pabrik Formaldehid
dari Metanol dan Udara dengan Proses Formox
kapasitas 50.000 ton/tahun

Treybal, R.E., 1984, *Mass Transfer Operation*, 3rd ed., McGraw Hill International
Book Company, Japan.

Ullman's, 1988, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, vol.A11 Fibers 5.Synthetic
Inorganic to Formaldehyde, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.

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

Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, 3rd ed., Butterworths series in
chemical engineering, USA.

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Companies Inc.,
USA.

