

skripsi

**PRA RANCANGAN PABRIK
MINYAK LAKA DARI KULIT JAMBU METE
(CASHEW NUT SHELL LIQUID)
KAPASITAS 7000 TON/ TAHUN**



Oleh :

AULIA WINALDI (45 06 044 009)
ROSIDA RUPANG (45 08 044 011)

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2010**

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Dewan Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar,
Nomor : A.300 / SK/ FT.U – 45/ V/ 2010. Tentang Panitia dan Penguji Tugas Akhir

Maka :

Pada Hari / Tanggal : Sabtu / 29 Mei 2010

Tugas Akhir atas Nama : 1. Aulia Winaldi (45 06 044 009)
2. Rosida Rupang (45 08 044 011)

Judul tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Minyak Laka kapasitas 7.000
Ton/ Tahun

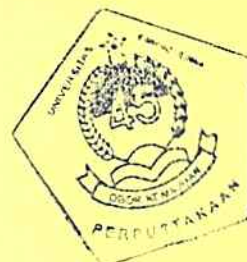
Telah Diterima dan Disahkan Oleh Panitia dan Penguji Tugas akhir Sarjana Negara
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S-1) pada Jurusan
Teknik Industri Program Studi Teknik Kimia Universitas "45" Makassar.



PENYERAH UMUM :

Prof. Dr. H. Abu Hamid, MA

(Prof. Dr. H. Abu Hamid, MA)



TIM PENGUJI:

Ketua Sidang	: Ir. Mandasini, MT	(.....)
Sekretaris	: DR. Hamsina, ST, M.Si	(.....)
Anggota	: 1. Ir. Zulman Wardi, MT	(.....)
	2. Ir. Abd. Hayat Hasim, MT	(.....)
	3. Ir. A. ZulFikar Syaiful, MT	(.....)
Pembimbing	: 1. Prof. Dr. Tjodi Harlim	(.....)
	2. Ridwan, ST, M.Si	(.....)
	3. Hj. St. Mufidah, ST, MT	(.....)

Makassar, Mei 2010



(Ir. Rudi Latief, M.Si)



(DR. Hamsina, ST, M.Si)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala berkat dan anugerah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat kami selesaikan dengan baik. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Industri Universitas "45" Makassar.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini karena keterbatasan pengetahuan kami. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati kami mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan Tugas Akhir ini. Melalui kesempatan ini kami hanturkan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. DR. H. Abu Hamid, MA selaku Rektor Universitas "45" Makassar
2. Bapak Ir. Rudi Latief, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar
3. Ibu DR. Hamsina, ST, M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Program Studi Teknik Kimia Universitas "45" Makassar
4. Bapak Prof. DR. Ir. Tjodi Harlim selaku Pembimbing utama yang dengan ikhlas dan sabar membimbing penulis sampai selesainya penyusunan laporan ini.
5. Bapak Ridwan, ST, MT selaku Pembimbing kedua yang telah rela meluangkan waktunya untuk membimbing kami hingga penyusunan ini selesai
6. Ibu Hj. St. Mufidah, ST, MT selaku pembimbing ketiga yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Segenap Dosen serta Staf karyawan Fakultas teknik terkhusus untuk Jurusan Teknik Industri
8. Kedua orang tua dan saudara (i) penulis yang dengan sepenuh jiwa raganya memberi dorongan moril dan materil serta doa restu yang tiada hentinya. Tanpa mereka kami tak kan mungkin sampai di sini.

9. Rekan- rekan Mahasiswa (i) Teknik Industri atas kebersamaannya selama ini, terkhusus buat Rahma.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Amin

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan sumbangsih yang berarti dalam dunia pendidikan dan perkembangan teknologi, khususnya mahasiswa (i) Teknik Industri Universitas "45" makassar.

Makassar, Mei 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Intisari	vi
BAB I Pendahuluan	I - 1
BAB II Pemilihan dan Uraian Proses	II - 1
BAB III Neraca Massa	III - 1
BAB IV Neraca Panas	IV - 1
BAB V Spesifikasi Alat	V - 1
BAB VI Utilitas	VI - 1
BAB VII Instrumentasi dan Keselamatan Kerja	VII - 1
BAB VIII Lokasi dan Tata Letak Pabrik	VIII - 1
BAB IX Sistem Manajemen dan Organisasi Perusahaan.....	IX - 1
BAB X Analisa Ekonomi	X - 1
BAB XI Kesimpulan	XI - 1
Daftar Pustaka	
LAMPIRAN A. Perhitungan Neraca Massa	A - 1
LAMPIRAN B. Perhitungan Heraca Panas	B - 1
LAMPIRAN C. Perhitungan Spesifikasi Alat	C - 1
LAMPIRAN D. Perhitungan Utilitas	D - 1
LAMPIRAN E. Perhitungan Analisa Ekonomi	E - 1

B A B I

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada awalnya tanaman jambu mete ditanam untuk diambil kernelnya (keping biji), yang mana kalau digoreng mempunyai rasa dan bau enak, dinegara - negara tropis, biji mete seringkali merupakan salah satu campuran dalam berbagai macam hidangan. Minyak biji mete berwarna kuning pucat, agar manis dan sangat baik. Akan tetapi karena harganya mahal dan juga karena komposisi lemaknya tidak lazim, ia sukar memasuki pasaran dunia. Testa yang menyelubungi biji mengandung tanin 25% dan dapat diekstrak taninnya.

Jambu Mete (*Anacardium Occidentale L*) adalah tanaman hijau sepanjang tahun yang berasal dari Brazil, Peru, dan Meksiko kemudian tersebar luas kenegara - negara yang beriklim tropis hingga ke Indonesia.

Di Indonesia tanaman jambu mete merupakan tanaman yang diusahakan diperkebunan yang dapat memberikan arti ekonomi yang sangat penting sebagai komoditas ekspor. Tentunya tanaman jambu mete mempunyai harapan yang cukup cerah, sehingga diperkirakan kebutuhan dunia semakin meningkat.

Industri permetean di negara kita baru berkembang pada awal pelita I dan sampai sekarang telah berjalan kurang lebih dari dua puluh

tahun. Dalam perkembangannya selama dua puluh tahun, telah banyak usaha atau kegiatan untuk mengembangkan peremetaan tersebut. Adapun usaha - usaha yang telah dilakukan antara lain perluasan areal tanaman serta pengolahan biji jambu mete yang merupakan hasil utama tanaman ini.

Hampir semua tanaman jambu mete dapat memberikan manfaat, kulit batangnya dapat digunakan untuk menyamak kulit dan dapat pula digunakan sebagai obat sariawan, pucuk daunnya dapat dimakan serta enak dilalap sebagai sayuran mentah, bijinya sebagai kacang mete mengandung 45% minyak, kulit arinya dapat dijadikan makanan ternak serta kulit bijinya mengandung suatu minyak yang disebut Cashew Nut Shell Liquid yang merupakan bahan dasar beberapa industri kimia.

Pengolahan dan pemanfaatan kulit jambu mete pada saat ini yang merupakan hasil industri peremetaan di Indonesia belum mencapai hasil yang menggembirakan. Hal ini terlihat dari jumlah limbah kulit jambu mete semakin meningkat, dimana akan berdampak suatu pencemaran lingkungan, karena kulit biji jambu mete mengandung suatu cairan yang sangat gatal dan merusak kulit manusia. Padahal bila kandungan minyak kulit jambu mete diolah dan dimanfaatkan tentunya dapat dijadikan salah satu komoditas eksport yang sangat potensial.

Di Sulawesi Selatan yang memiliki areal perkebunan mete 63,318 ha. Setiap tahun memproduksi kurang lebih 1643 ton biji mete gelondong.

Dengan adanya instruksi Gubernur Sulawesi Selatan no. 32 tahun 1996, tentang keharusan mengolah komoditi biji mete, sebelum menjual kemencanegara, setidaknya akan menggairahkan kembali pabrik. Pengupasan kacang mete di Makassar (Dinas Perkebunan Dati I Sulawesi Selatan). Hasil samping pabrik pengupasan kacang mete adalah merupakan kulit biji gelondong yang selama ini belum diolah secara serius di Sulawesi Selatan. Produk - produk yang dapat dihasilkan dari Cashew NutShell Liquid adalah resin sintetis, insektisida, fungisida, pernis dan cat lapisan tahan karat, resin untuk isolasi minyak bumi dan lain - lain (*Fao Cocvicos, Buletin no.6, 1970*).

Berdasarkan kondisi tersebut, maka cukup menarik diadakan pra rancangan pabrik. Dengan ini diharapkan limbah dari industri pengolahan biji mete dapat bermanfaat dan kebutuhan akan Cashew Nutt Shell Liquid di Indonesia untuk keperluan berbagai industri dapat terpenuhi tanpa perlu mengimpor dari negara lain.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Sistematika Tanaman Jambu Mete

Ditinjau dari aspek Botani, maka jambu mete (*Anacardium Occidentale L*) termasuk dalam familia *Anacardianceae* dan kedudukannya dalam sistematika adalah :

Devisi	: Spermatofita
Sub. Devisi	: Angiospermae
Klass	: Dikotilodineae
Ordo	: Sapindales
Familia	: Anacardiaceae
Genus	: Anacardium
Spesies	: Anacardium Occidentale

1.2.2 Struktur Anatomi Mete Gelondong

Ditinjau dari segi struktur anatomis buah mete gelondong menunjukkan bahwa mete gelondong terdiri dari :

1. Kulit buah mete gelondong

Kulit buah mete gelondong ini mempunyai ketebalan kurang lebih 3mm dan terdiri dari :

a. *Epicarp* atau *exocarp*

Epicarp mempunyai konsistensi yang bersifat keras dan liat, dibentuk oleh lapisan epidermis yang mana bagian bawahnya terdapat suatu lapisan yang mempunyai lapisan- lapisan sel yang memanjang yang berdiameter normal yang mengarah ke lapisan permukaan. Lapisan epidermis ini tidak merupakan suatu lapisan

berkesinambungan, tetapi berlubang- lubang pada interval tertentu, sesuai dengan pembentukan stomata pada bagian dalam.

b. *Mesocarp*

Mesocarp merupakan lapisan yang tebal dari ketiga lapisan kulit, bersifat seperti spons, mempunyai struktur yang bergelombang. Tebalnya sepanjang garis keliling tidak tetap. Dalam lapisan ini terdapat saluran - saluran yang mengandung 32 - 37% cairan Cashew Nut Shell Liquid, yang bersifat lekat - lekat kental. Cairan ini sangat panas dan pedas, bila berhubungan dengan udara cepat sekali berubah warna menjadi hitam.

c. *Endocarp*

Endocarp mempunyai konsisten yang keras dan terdiri dari sel-sel sklerenklim yang memanjang dan membentuk massa yang kompak. Diameternya yang lebih besar biasanya terletak di permukaan yang terluar.

2. Biji mete (*Kernel*)

Biji mete (*kernel*) ini terdapat di bagian sebelah kanan dalam kulit buah mete gelondong. Biji mete ini terdiri-dari dua keping biji yang berwarna putih, berbentuk menyerupai ginjal

dan tertutup oleh suatu lapisan yang tipis sebagai kulit ari yang berwarna coklat kemerahan - merah.

Bagian - bagian dari buah mete gelondong bisa direkapitulasi akan memberikan gambaran komposisi sebagai berikut :

- a. Biji mete : 20 - 25%
- b. Kulit ari : 2 - 5%
- c. Cashew Nut Shell Liquid : 18 - 23%
- d. Kulit buah mete gelondong : 45 - 50%

1.2.3 Kulit Buah Mete Gelondong (*Pericard*)

Ditinjau dari komposisi kimianya maka kulit buah gelondong menurut Tkatchenko (1949) menunjukkan bahwa komposisi kimianya dan data fisika dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Komposisi kimia dan data fisika kulit buah mete gelondong

Data Fisika :	
Berat jenis : 4,14 kg / m ³ (data lab)	Komposisi kimia
Kadar abu	: 6,74%
Kadar air	: 13,17%
Sellulosa dan lignin	: 17,35%
Azotic substance	: 4,06%
Zat yang dapat disakarifikasi	: 20,83%
Zat yang larut dalam eter	: 35,10%

(Muchji mujoharjo, 1990 hal 50)

Senyawa - senyawa yang larut dalam eter terutama adalah zat - zat yang terdapat dalam lapisan tengah (*mesocarp*) termasuk produk lain dari jambu mete yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan sering disebut minyak laka (Cashew Nut Shell Liquid).

1.2.4 Bahan Baku/Data Fisika dan Data Kimia Bahan Pelarut Metanol.

Bahan baku Cashew Nut Shell Liquid, ada dua yaitu :

1. Kulit mete gelondong yang masih segar, ialah kulit mete yang belum mendapatkan perlakuan apa - apa atau kulit mete yang sebagai pengolahan dengan cold proses, misalnya dengan proses pembekuan.
2. Kulit mete gelondong yang telah mendapat perlakuan pemanasan atau penggorengan, dimana sebagian Cashew Nut Shell Liquid-nya telah diekstraksi dalam proses tersebut pada umumnya kadar Cashew Nut Shell Liquid-nya sudah berkurang.

Bahan pelarut yang digunakan dalam prarancangan pabrik ini adalah metanol, yang memiliki sifat pelarut sebagai berikut :

- Rumus kimia metanol : CH_3OH
- Titik beku ($^{\circ}\text{C}$) : -97,8

- Titik didih (°C) : 64,7
- Densitas, ρ (gr / cm³) 15°C : 0,79609
- 30°C : 0,78209
- Berat molekul : 32,03 gr / mol
- Cp (cal / gr) :
 - Cair 25 – 30°C : 0,605 – 0.609
 - Uap 0°C : 10,27
 - 25°C : 10,76
 - 100°C : 12,20

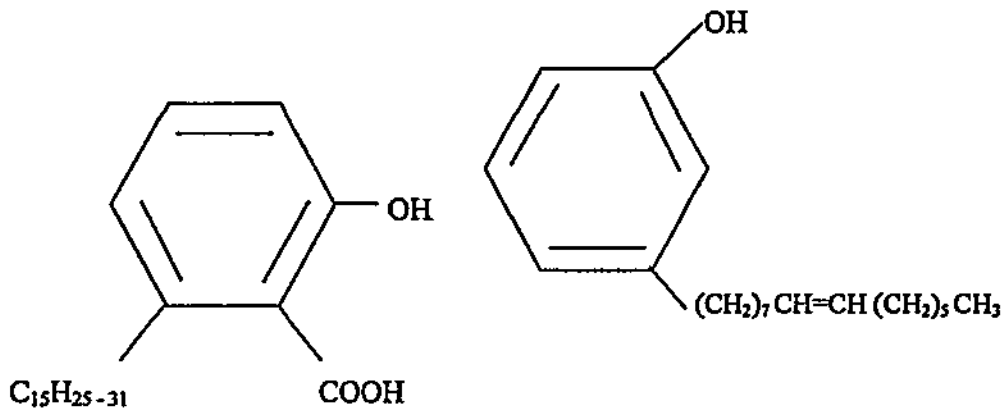
1.2.5 Minyak Laka (Cashew Nut Shell Liquid)

Dari data produksi minyak laka (Cashew Shell Nut Liquid) menurut literatur, satu ton buah mete gelondong akan dihasilkan rata- rata 200kg mete, dan 80 - 200 kg minyak laka. Minyak ini diekstraksi dari kulit buah mete, dan merupakan komponen penting kulit ini, karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi serta potensi pencemaran yang tinggi pula karena sifat - sifat kimianya.

Cashew Nut Shell Liquid (minyak laka) ini merupakan sumber fenol alam yang murah dan mempunyai manfaat yang besar dalam industri. Hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan

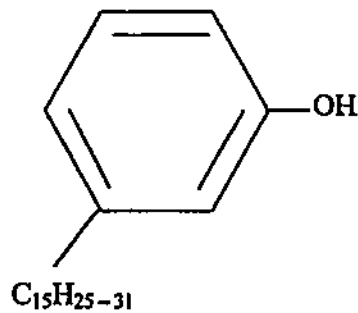
menunjukkan bahwa kandungan kimia minyak laka terdiri dari atas tiga komponen utama yaitu asam Anarkadrat, Kardol, dan Kardanol.

Ketiga senyawa tersebut dapat terlihat pada gambar :



Asam Anarkardat

Kardanol



Kardol

Sifat minyak laka sangat tergantung pada cara ekstraksi dan keadaan kulit (keadaan biji mentah / masak). Sifat minyak laka dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 1.2 Sifat – sifat fisika dan kimia Cashew Nut Shell Liquid

Cashew Nut Shell Liquid	Mentah (a)	Masak (b)	Destilat (c)
B.D 30°C	-	-	-
25°C / 15°C	0,958	0,960	-
20°C / 15°C	-	-	0,930
R.indeks : 25°C	1,5158 -1,5162	1,5162 – 1,5218	-
: 20°C	-	-	15,113
Viskositas	400	435	-
Kehilangan dalam pemanasan	-	-	-
Titik didih	-	-	360
Angka asam	-	-	-
Angka iod	269	254	-
Angka saponifikasi	19,6	29,7	-
Angka Asetil	173	156	-

1.2.6 Kegunaan Cashew Nut Shell Liquid

Dalam industri Cashew Nut Shell Liquid digunakan :

1. Pelapisan permukaan, pernis untuk isolasi yang dikembangkan oleh *Harvel corporation*, cat anti air laut.
2. Senyawa Cashew Nut Shell Liquid dengan aldehida dapat menghasilkan resin yang digunakan sebagai Kardanol ($C_{21}H_{30}O$). Merupakan kandungan terbesar dari Cashew Nut Shell Liquid dapat digunakan sebagai pelapis, pernis, isolasi, pernis kayu dan film.
3. Salah satu penerapan penggunaan Cashew Nut Shell Liquid yang sangat penting dalam bidang industri adalah pembuatan *Minyak* kampas rem dan plat kopling untuk kendaraan dan sebagai bahan pelunak gesekan
4. Digunakan dalam industri peleburan logam sebagai minyak untuk memperbaiki kekuatan biji pasir
5. Sebagai bahan semen yang resisten terhadap zat kimia yang banyak digunakan dalam tangki - tangki pengemasan (*Muciji Mujohardjo, 1990 hal. 180 - 1184*).

1.3. Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik minyak laka dari kulit biji mete, ada beberapa hal yang harus menjadi pertimbangan yaitu ketersediaan bahan baku. hal ini dapat dilihat dari data rekapitulasi Dinas Perkebunan Dati I Sul-Sel.

Data Dinas Perkebunan Dati I Sul-Sel

Tahun	Produksi/Tahun (Ton)
2000	16120
2001	17680
2002	19240
2003	20780
2004	22305
2005	23735
2006	25315

Telah diteliti bahwa berat kulit mete \pm 45-50 % dari berat seluruh biji mete. Dilihat dari produksi jambu mete diatas tiap tahunnya mengalami peningkatan produksi \pm 1500 ton/tahun. jika perencanaan pabrik akan didirikan pada tahun 2013, maka diperkirakan produksi biji mete gelondongan sebesar 35.000 ton. dengan asumsi demikian maka $35.000 \text{ ton} \times 20\% = 7000 \text{ ton}$. Dengan demikian maka kapasitas bahan baku pabrik yang akan dibangun sebesar 7000 ton/tahun.

1.4. Maksud dan Tujuan

1.4.1. Maksud

Perancangan pabrik minyak laka (Cashew Nut Shell Liquid) ini dimaksudkan untuk mengurangi limbah dari pengolahan biji mete dan untuk memenuhi kebutuhan akan Cashew Nut Shell Liquid dalam negeri dan juga luar negeri.

1.4.2 Tujuan

1. Untuk memanfaatkan kulit biji mete gelondong yang merupakan limbah industri pengolahan daging biji mete
2. Untuk memenuhi kebutuhan sector industri yang semakin meningkat dalam penggunaan minyak laka (Cashew Nut Shell Liquid)

Untuk mengurangi ketergantungan kebutuhan import dari negara lain dan membuka lapangan kerja baru.

B A B B

BAB II

URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

2.1. Uraian Proses

Pada pengolahan / pembuatan Cashew Nut Shell Liquid dari kulit biji mete gelondong dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Proses penanganan bahan baku

a. Proses pencucian

Dalam proses ini pencucian tidak perlu lagi karena kulit mete gelondong diperkirakan sudah dibersihkan saat kulit mete gelondong dipisahkan dari buahnya.

b. Proses pengeringan

Untuk mengantisipasi bahan supaya tidak dapat berjamur saat penyimpanan dalam gudang maka bahan baku sebaiknya dipanaskan atau dijemur dibawah terik matahari untuk mengurangi kadar airnya kira – kira 2 hari dan kemudian bahan siap disimpan untuk kemudian diolah. Bahan baku sebelum diolah sebaiknya dalam keadaan suhu kamar (normal) untuk menghindari tumbuhnya jamur yang bisa mengakibatkan kualitas bahan menurun.

2.2. Pemilihan proses

Dalam pengolahan *Cashew Nut Shell Liquid* pada dasarnya dilakukan dengan cara ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu cara memisahkan suatu komponen dari campurannya dengan pelarut menggunakan pelarut yang sesuai. Dalam proses ekstraksi menggunakan pelarut, perlu diperhatikan faktor -- faktor sebagai berikut :

- a. Cara memilih pelarut
- b. Proses ekstraksi
- c. Penguapan pelarut
- d. Cara mendapatkan kembali pelarut

Hal yang sangat penting agar dalam melarutkan ekstraksi berhasil yaitu dengan menggunakan solvent yang tepat pada perancangan pabrik minyak *Cashew Nut Shell Liquid* ini. Solvent yang dipakai adalah metanol, dengan memenuhi persyaratan – persyaratan sebagai berikut :

- a. Selektif
- b. Mempunyai titik didih yang rendah
- c. Tidak bereaksi secara kimia terhadap zat yang akan diekstrak
- d. Harganya murah atau ekonomis dan mudah diperoleh

Cara- cara ekstraksi yang dilakukan dapat dibedakan atas 2 cara yaitu:

1. Cara ekstraksi tradisional
2. Cara ekstraksi modern yang meliputi ekstraksi dengan ekspeller, cara ekstraksi dengan zat pelarut dan cara ekstraksi dengan gelombang mikro ultra frekuensi.

Yang akan diuraikan adalah cara ekstraksi modern yaitu :

- a. Cara ekstraksi ekspeller
- b. Cara ekstraksi pelarut
- c. Cara ekstraksi dengan gelombang mikro ultra frekuensi

a. Cara ekstraksi ekspeller

Pada proses ini sebagian bahan baku adalah kulit biji mete gelondong yang diperoleh baik dari proses dingin maupun panas. Kulit biji mete gelondong dimasukkan ke dalam ekspeller dan kemudian diperas dengan tekanan sebesar 1 ton, Cashew Nut Shell Liquid yang diperoleh ditampung dalam tangki pengendapan. Setelah kotoran mengendap semua maka selanjutnya Cashew Nut Shell Liquid dipindahkan ke tangki pemanas dan Cashew Nut Shell

Liquid dipanaskan sampai pada suhu 400°F. Setelah dingin Cashew Nut Shell Liquid disimpan di dalam tangki penyimpanan. Dengan metode ini Cashew Nut Shell Liquid yang di ekstraksi adalah mencapai 70 – 75%

b. Cara ekstraksi dengan zat pelarut

Cara ini meliputi 4 tahap yaitu :

- 1) Preparasi bahan
- 2) Ekstraksi dengan zat pelarut metanol/n - Heksan
- 3) Pemisahan larutan dan ampas dalam RDVF
- 4) Penguapan pelarut metanol / n - Heksan

1. Preparasi bahan

Perancangan pabrik minyak laka (Cashew Nut Shell Liquid) menggunakan bahan baku kulit mete gelondong dan sebagai pelarut menggunakan metanol. Bahan baku berupa kulit buah gelondong disimpan dalam gudang dan metanol disimpan dalam tangki penyimpanan (PT-01) pada suhu 28°C dan tekanan 1 atm.

Dengan menggunakan belt conveyer kulit mete gelondong diangkat masuk ke cracker (CR) hingga menjadi cincangan kulit mete.

2. Proses Ekstraksi

Secara bersamaan larutan yang berbutiran halus tadi diumpankan ke dalam tangki pencampuran dalam mixer dengan suhu operasi 28°C dan tekanan 1 atm. Pencampuran dalam mixer dipompa ke alat pemisah padatan dan cairan yaitu rotary drum vacuum filter (RDVF). Waktu yang dibutuhkan ialah 1 jam. Padatan atau rafinat yang dihasilkan ditampung ke dalam tangki penampung rafinat, sedangkan ekstrak yang dihasilkan dipompa masuk evaporator (EV).

3. Penguapan pelarut

Pada evaporator berlangsung pemisah pelarut dari larutan dimana suhu operasi 85°C dan tekanan 1 atm. Diharapkan dalam 1 jam metanol sudah terpisah dari minyak laka (Cashew Nut Shell Liquid) dan metanol keluar dalam bentuk uap jenuh dan masuk ke dalam kondensor (CD).

4. Cara mendapatkan kembali pelarut

Pada kondensor metanol didinginkan sehingga berubah fase uap menjadi fase cair pada suhu 68°C. Kemudian metanol didinginkan kembali oleh cooler hingga suhunya menjadi 30°C, setelah itu di pompa ketangki penyimpanan. Sedangkan Cashew Nut Shell Liquid (minyak laka yang

keluar dari evaporator) didinginkan kembali hingga suhunya menjadi 30°C setelah itu dimasukkan ke dalam tangki pemisah untuk mengurangi kadar airnya sehingga Cashew Nut Shell Liquid yang tertampung dalam tangki produk mempunyai kemurnian 99%.

c. Cara ekstraksi dengan gelombang mikro ultra frekuensi

Cara ini merupakan cara baru yang sedang dikembangkan di India, ialah didasarkan ekstraksi dengan menggunakan mikro ultra.

Perbandingan Proses

Dari uraian diatas terdapat 3 macam proses ekstraksi modern yang mempunyai kelebihan dan kekurangan masing - masing.

1. Proses cara ekstraksi dengan ekspeller

Kelebihan :

- a. Bahan baku yang digunakan sedikit
- b. Menggunakan temperatur 400°C pada tangki pemanas sehingga kadar airnya berkurang.

Kekurangan :

- a. Waktu yang digunakan dalam proses tidak ditentukan dengan pasti, sehingga tidak memanfaatkan waktu secara efisien.
- b. Ekstrak yang dihasilkan hanya berkisar antara 70 - 75% dan kemurniannya tidak dijamin
- c. Panas yang tinggi sekali, akan merusak zat yang diekstraksi.

2. Proses cara ekstraksi dengan menggunakan pelarut

Kelebihan :

- a. Proses berlangsung kontinyu
- b. Bahan yang digunakan dalam skala besar sehingga Cashew Nut Shell Liquid yang dihasilkan juga besar
- c. Waktu yang digunakan secara efisien karena berlangsung secara kontinyu, jadi tidak ada waktu yang terbuang
- d. Tidak memerlukan pencucian karena tidak ada pengendapan
- e. Cashew Nut Shell Liquid yang dihasilkan mempunyai kemurnian 99% jadi kualitasnya baik.

Kekurangan :

a. Bahan bakunya banyak

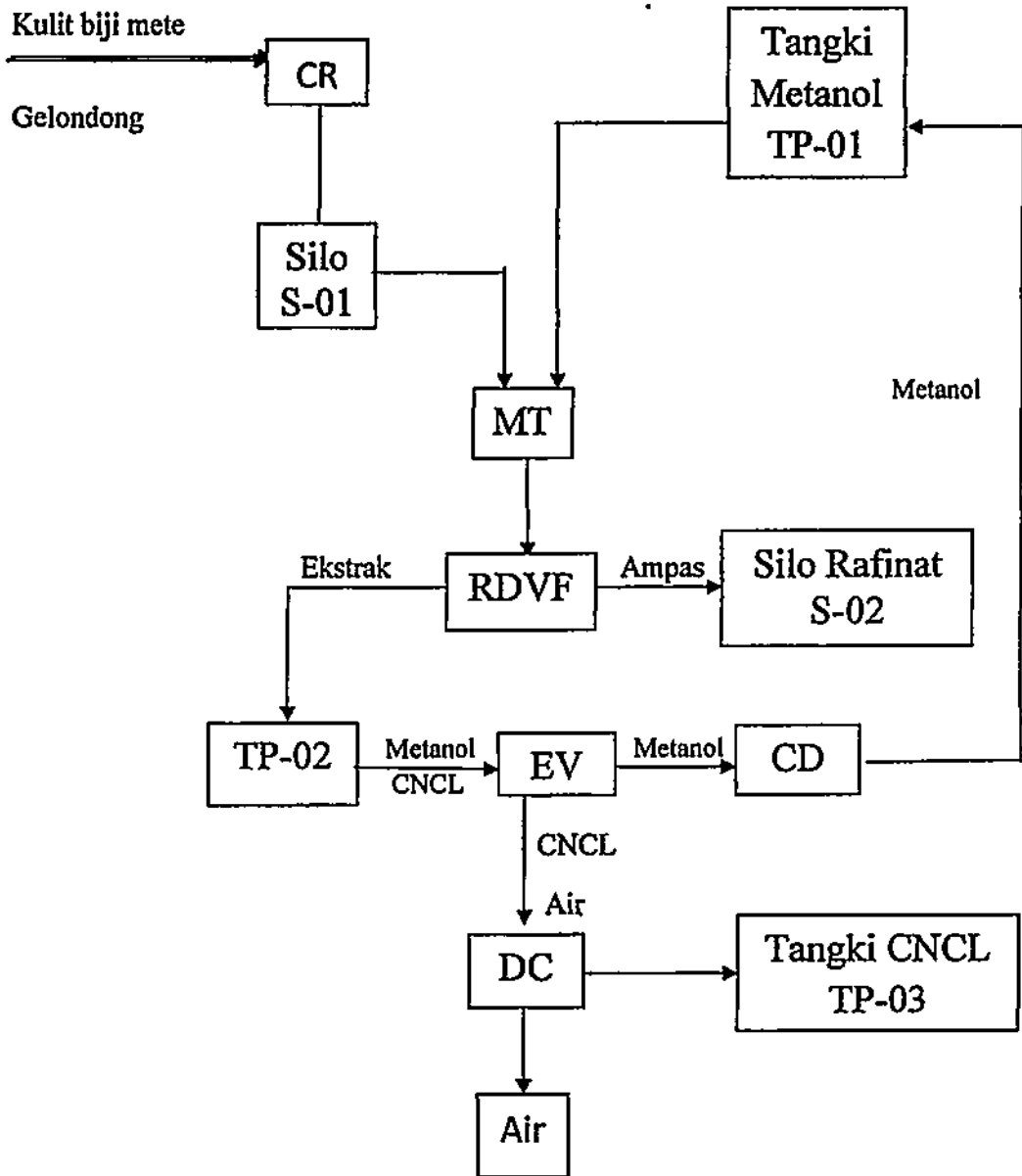
3. Proses cara ekstraksi dengan gelombang mikro ultra frekuensi

Proses ini masih dalam tahap perkembangan sehingga kepastian kelemahan dan kelebihan belum diketahui dengan pasti.

Dari pertimbangan tersebut diatas, maka diterapkan prarancangan pabrik minyak laka (Cashew Nut Shell Liquid) cara ekstraksi dengan pelarut metanol karena prosesnya berlangsung secara kontinyu sehingga menghasilkan produk terus menerus, juga pelarut yang digunakan dapat berulang lagi.

Gambar 2.1

DIAGRAM ALIR PROSES



B A B III

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas bahan baku : 7.000 Ton CNSL Per Tahun

Kondisi Operasi : 330 hari kerja per tahun

24 jam kerja per hari

Rate Produksi : $\frac{7.000 \text{ Ton} / \text{Tahun} \cdot 1000 \text{ kg} / \text{Ton}}$

$\frac{330 \text{ hari} / \text{tahun} \cdot 24 \text{ jam} / \text{hari}}$

: 883,8383 kg / jam

Faktor pengali : $\frac{883,8383 \text{ kg} / \text{jam}}$

$\frac{37,4332 \text{ kg} / \text{jam}}$

: 23,6111

1. CRACKER

MASUK (kg / jam)	KELUAR (kg / jam)
Feed (kulit biji mete)	Serbuk Padat (kulit biji mete)
Padat = 1322,2216	Padat = 1322,2216
Lemak = 920,8329	Lemak = 920,8329
Air = 118,0555	Air = 118,0555
Total = 2361,1100	Total = 2361,1100

2. MIXER TANK

MASUK (kg / jam)		KELUAR (kg / jam)	
Feed		Serbuk Padat (kulit biji mete)	
Padat	= 1322,2216	Padat	= 1322,2216
Lemak	= 920,8329	CNSL	= 904,1753
Air	= 118,0555	Metanol	= 6537,8923
Pelarut		Air	= 680,1508
Metanol	= 6658,3302		
Air	= 424,9998		
Total	= 9444,4400	Total	= 9444,4400

3. ROTARY DRUM VACUUM FILTER

MASUK (kg / jam)		KELUAR (kg / jam)	
Padat	= 1322,2216	Rafinat	
CNSL	= 904,1753	Padat	= 1322,2216
Metanol	= 6537,8923	Cairan dalam ampas	= 146,9130
Air	= 680,1508	Ekstrak	
		CNSL	= 904,1753
		Metanol	= 6537,8923
		Air	= 533,2378
Total	= 9444,4400	Total	= 9444,4400

4. EVAPORATOR

MASUK (kg / jam)		KELUAR (kg / jam)	
Metanol	= 6537,8923	Produk atas	
CNSL	= 904,1753	Metanol	= 6537,8923
Air	= 533,2378	Air	= 231,5139
		Produk bawah	
		CNSL	= 904,1753
		Air	= 301,7239
Total	= 7975,3054	Total	= 7975,3054

5. DEKANTER

MASUK (kg / jam)		KELUAR (kg / jam)	
CNSL	= 904,1753	Produk atas	
Air	= 301,7239	CNSL	= 904,1753
		Air	= 3,6314
		Produk bawah	
		Air	= 298,0925
Total	= 1205,8992	Total	= 1205,8992

BABIN

BAB IV
NERACA PANAS

1. EVAPORATOR

Neraca Panas Total Evaporator

Masuk	Keluar
$Q_{\text{metanol}} = 23248,7450 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{Upp}} = 2873767,4930 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{CNLS}} = 2286,6593 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{bottom}} = 38008,4193 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{air}} = 2665 \text{ kkal/jam}$	
$Q_{\text{steam}} = 2883575,5080 \text{ kkal/jam}$	
$Q_{\text{Total}} = 2911775,9123 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{Total}} = 2911775,9123 \text{ kkal/jam}$

2. KONDENSER

Neraca Panas Total Condensor

Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$Q_{\text{metanol}} = 2.795.194,7830 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{metanol}} = 199939,2072 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{air}} = 78.572,7096 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{air}} = 5620,2720 \text{ kkal/jam}$
	$Q_{\text{air pendingin}} = 2668208,0134 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{Total}} = 2873767,4926 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{Total}} = 2873767,4926 \text{ kkal/jam}$

3. COOLER-01

Neraca Panas Total Cooler 02

Masuk	Keluar
$Q_{\text{metanol}} = 199939,2072 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{metanol}} = 23248,7450 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{air}} = 5620,2720 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{air}} = 653,5200 \text{ kkal/jam}$
	$Q_{\text{air pendingin}} = 181657,2142 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{Total}} = 205559,4792 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{Total}} = 205559,4792 \text{ kkal/jam}$

4. COOLER-02

Neraca Panas Total Cooler 01

Masuk	Keluar
$Q_{\text{minyak}} = 20669,4659 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{metanol}} = 1444,1487 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{air}} = 17308,9534 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{air}} = 1207,6014 \text{ kkal/jam}$
	$Q_{\text{air pendingin}} = 35356,6692 \text{ kkal/jam}$
$Q_{\text{Total}} = 38008,4193 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{Total}} = 38008,4193 \text{ kkal/jam}$

B A B V

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

1. GUDANG

Fungsi : Tempat penyimpanan sementara kulit biji mete.

Kode Alat : GD

Konstruksi : Beratap dan berdinding seng

Kapasitas : 2361,11 kg/jam

Dimensi Gudang :

Panjang : 6,1984 m

Tinggi : 5 m

Lebar : 3,0992 m

Kebutuhan : 1 Unit

2. BELT CONVEYOR

Fungsi : Mengangkut kulit mete gelondong dari gudang penyimpanan menuju cracker.

Kode : BC-01

Kapasitas Angkut : 2,36111 ton/jam

Dimensi Belt Conveyor

Panjang belt : 100ft

Lebar belt : 14 inch

Kecepatan belt : 200 rpm

Power : 1,5 Hp

Kebutuhan : 1 unit

3. CRACKER

Fungsi : Untuk mencincang atau memotong kulit mete menjadi bagian bagian kecil.

Kode Alat : CR

Kapasitas : 5205,3 lb/jam = 2361,11 kg/jam

Type : Rotary Knife Cutter, Machin 2¹/₂ (Perry,ED.6, Tabel 8-29)

Kecepatan Putaran: 750 rpm

Power : 40 Hp

Jumlah Cutter : 5 buah

Kebutuhan : 1 unit

4. SILO

Fungsi : Untuk menampung kulit mete yang sudah dihancurkan atau dicincang dari Cracker.

Kode Alat : S-01

Type : Tangki Silinder Tegak dan Penutup Bawah Berbentuk Konis.

Kapasitas : 2361,11 kg/jam

➤ **Dimensi Silinder :**

- $T_s = 3/16$ inch

➤ **Dimensi Silinder**

- $H_s = 2,7976$ meter

- $H_k = 1,0768$ meter

- $T_k = 3/16$ inchi

➤ **Tinggi Tutup (Ht) = 3,8744 meter**

Bahan Konstruksi : Carbon Steel

Kebutuhan : 1 unit.

5. BELT CONVEYOR 2

Fungsi : Mengangkut kulit mete yang sudah dihancurkan dari silo ke tangki pencampur.

Kode : BC-02

Kapasitas Angkut : 2,36111 ton/jam

Dimensi Belt Conveyor:

Panjang belt : 150ft

Lebar belt : 14 inch

Kecepatan belt : 200 rpm

Power : 1,5 Hp

Kebutuhan : 1 unit

6. TANGKI PENAMPUNG METHANOL

Fungsi : Untuk menyimpan Methanol

Kode : TP-01

Type : Tangki Silinder Tegak, Penutup Berbentuk dishead head dan penutup bawah datar/rata.

Kapasitas : $1.519,7949 \text{ m}^3 = 401.531,0284 \text{ gallon}$

Dimensi Silinder:

Diameter : 7,2385 meter

Tinggi : 10,8578 meter

Tebal : ½ inchi inc

Tutup Atas

Bentuk : Dishead head

Tinggi : 1,0957 meter

Tebal : 7/8 inchi

Crown Radius : 1,875 inc

Inside C.R., icr : 3 inchi

Tutup Bawah

Bentuk : Datar/Rata

Tebal : 0,0127 meter

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-334 grade C

Kebutuhan : 4 unit

7. MIXER TANK

Fungsi : Untuk mengeluarkan CNSL dari kulit mete gelondong dengan menggunakan pelarut Methanol

Kode : MT-01

Type : Tangki Silinder Tegak, dengan Head berbentuk eliptical dishead head yang bepengaduk.

Kapasitas : 11,2104 m³

➤ Dimensi Silinder:

- H_T = 3,4245 meter
- D_T = 2,283 meter
- T_s = 3/8 inchi

➤ Dimensi Tutup Silinder:

- OA = 0,4079 meter
- T_e = 3/8 inchi

- Tinggi Total (Ht) = 4,2407 meter
- Beban pengadukan = 9.444, 44 kg/jam
- Diameter Impeller = 0,7579 meter
- Tinggi Impeller dari dasar tangki = 0,7606 meter
- Tebal Buffle = 0,1894 meter
- Putaran Pengaduk = 1,7 rps
- Daya Motor = 1 Hp
- Jumlah = 1 buah

8. ROTARY DRUM VACUM FILTER (RDVF)

Fungsi : Untuk memisahkan produk yang berupa ampas dalam larutan

Kode Alat : RDVF

Kapasitas : 317,6394 ft³/jam

Dimensi Drum:

Panjang Drum : 22 feet

Diameter Drum: 16 feet

Power : 7 Hp

Kebutuhan : 1 unit

9. BELT CONVEYOR 3

Fungsi : Mengangkut rafinat dari rotary drum vacum filter menuju ke silo rafinat.

Kode : BC-03

Kapasitas Angkut : 1,4691346 ton/jam

Dimensi Belt Conveyor:

Panjang belt : 70ft

Lebar belt : 14 inch

Kecepatan belt : 200 rpm

Power : 1 Hp

Kebutuhan : 1 unit

10. SILO 2

Fungsi : Untuk menampung rafinat dari rotary drum vacum filter

Kode Alat : S-02

Type : Berbentuk persegi panjang

Kapasitas : 35,5359 m³

Dimensi Bak

Panjang : 6,2836 m

Tinggi : 1,5 m

Lebar : 4,1891 m

Bahan Konstruksi : Carbon Steel

Kebutuhan : 1 unit

11. TANGKI PENAMPUNG LARUTAN

Fungsi : Untuk menampung larutan dari rotary drum vacuum filter

Kode : TP-02

Type : Tangki Silinder Tegak, Penutup Atas Berbentuk dishead head dan penutup bawah datar/rata.

Kapasitas : 244,4525 m³

Dimensi Silinder:

Diameter : 6,0983 meter

Tinggi : 9,1474 meter

Tebal : 7/16 inchi

Tutup Atas:

Bentuk : Dishead head

Tinggi : 0,9393 meter

Tebal : ¼ inchi

Tutup Bawah:

Bentuk : Flat datar

Tebal : ½ inchi

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-285 grade C

Kebutuhan : 1 unit

12. EVAPORATOR

Fungsi : Untuk memisahkan methanol dengan CNSL dan air.

Kode : EV

Type : Silinder Tegak, Penutup Atas dan Bawah Berbentuk
Dishead head.

Kapasitas : $11,6775 \text{ m}^3 = 3.085,2125 \text{ gallon}$

Dimensi Silinder:

Diameter : 2,0422 m

Tinggi : 3,0633 m

Tebal : $\frac{1}{4}$ inc

Penutup Atas

Tinggi : 0,3933 m

Tebal : $\frac{3}{8}$ inchi

Penutup Bawah

Tinggi : 1,1790 meter m

Tebal : 3/16 inchi

Tinggi tangki total: 4,63 m

Kebutuhan : 1 unit

13. DEKANTER

Fungsi : Untuk memisahkan CNSL dan air

Kode : DC

Type : Silinder Horisontal

Kapasitas : 1,3458 m³/jam

Dimensi Silinder:

Diameter : 44,3406 inchi

Tebal : 3/16 inchi

Panjang Silinder : 1,6893 m

Dimensi penutup:

Tinggi penutup : 0,2147 meter

Panjang total keseluruhan: 2,1187 meter

Bahan Konstruksi : Carbon Steel

Kebutuhan : 1 unit

14. TANGKI PENAMPUNGAN CNSL

Fungsi : Untuk menampung CNSL yang keluar pada bagian atas
Decanter.

Kode : TP-03

Kapasitas : 26,7511 m³

Dimensi Silinder:

Diameter : 2,8313 m

Tinggi : 4,2469 meter

Tebal : ¼ inchi

Tutup Atas:

Bentuk : Dishead head

Tinggi : 0,4623 meter

Tebal : 3/8 inchi

Tutup Bawah:

Bentuk : Datar/Plat

Tebal : ¼ inchi

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-334 grade C

Kebutuhan : 1 unit

15. POMPA (P-01)

Fungsi : Untuk memompa methanol ketangki pencampur.

Kode : P-01

Type : Centrifugal pump

Kapasitas : 39,8115 gpm

Motor : 1 Hp

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Kebutuhan : 2 unit (satu cadangan)

BABWI

BAB VI UTILITAS

Setiap industri kimia harus mempunyai unit utilitas. Unit ini merupakan sarana penunjang proses produksi dalam pabrik. Pada pabrik CNSL ini, digunakan utilitas yang terdiri dari unit-unit :

1. Unit Penyediaan Uap (*steam*)
2. Unit Penyediaan Air
3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

1. Unit Penyediaan Uap (*steam*)

Penyediaan *steam* untuk pabrik minyak laka dihasilkan dari *boiler*. Air umpan *boiler* terlebih dahulu diolah melalui unit pengolahan air (*water treatment*) untuk memenuhi syarat sebagai air ketel, sehingga pembentukan kerak dan korosi pada *boiler* dapat dihindari.

Air umpan boiler mempunyai syarat sebagai berikut : (Tabel 9-53 Perry's 6th ed, hal. 9-76)

- | | | |
|---|---|--------------|
| a. Total padatan (<i>Total dissolved solid</i>) | : | 3500 ppm |
| b. Alkalinitas | : | 700 ppm |
| c. Padatan terlarut | : | 300 ppm |
| d. Silika | : | 60-100 ppm |
| e. Besi | : | 0,1 mg/liter |
| f. Tembaga | : | 0,5 mg/liter |

- g. Oksigen : 0,007 mg/liter
- h. Kesadahan : 0
- i. Kekeruhan : 175 ppm
- j. Minyak : 7 ppm
- k. Residu fosfat : 140 ppm

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut diatas, air umpan boiler harus bebas dari zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

Sesuai hasil perhitungan pada neraca panas dapat diketahui total kebutuhan *steam* sebagai berikut :

$$\text{Evaporator} = 5.478 \text{ kg/hr}$$

Untuk memperhitungkan faktor keamanan dan kebocoran, maka direncanakan *steam* yang disediakan 25% lebih besar dari kebutuhan normal.

Jadi jumlah *steam* yang harus disediakan oleh *boiler* :

$$= 1,25 \times 5.478 \text{ kg/hr}$$

$$= 6.847,5 \text{ kg/hr}$$

$$= 15.098,7375 \text{ lb/hr}$$

Steam yang digunakan adalah *saturated steam* pada suhu $100^\circ C$ ($373^\circ K$) dan tekanan $4,9 \text{ kg/cm}^2$.

Dari tabel 3-302 Perrys Edisi 6 halaman 3-238 diketahui data entalpi *steam* pada kondisi :

$$1. \text{ liquid jenuh; } H_f = 119,94 \text{ kkal/kg} = 215,892$$

$$2. \text{ uap jenuh; } H_g = 646,3 \text{ kkal/kg} = 1163,34$$

a. Power boiler

Power boiler dihitung sesuai persamaan :

$$Hp = \frac{ms.(hg - hf)}{8391,57}$$

dimana m_s = massa *steam* yang dihasilkan (lb/hr)

H_g = entalpi uap jenuh *steam* (Btu/lb)

H_f = entalpi *liquid* jenuh *steam* (Btu/lb)

maka :

$$\begin{aligned} Hp &= \frac{6.847,5 \text{ kg/hr} \times (646,3 - 119,94) \text{ kkal/kg}}{8391,57} \\ &= 429,5084 \text{ Hp} \approx 1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Digunakan power boiler 1 Hp.

b. Kebutuhan Air Umpan Boiler

Kebutuhan air umpan boiler dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$W' = \frac{W}{F}$$

Dimana, W' = kebutuhan air umpan boiler; lb/hr

W = *steam* yang dihasilkan boiler; lb/hr

F = faktor evaporasi

Faktor evaporasi dihitung dengan persamaan :

$$F = \frac{(H_g - H_f)}{970,4}$$

$$F = \frac{(1163,34 - 215,892)}{970,4}$$

$$= 0,9763$$

$$\begin{aligned} \text{maka } W' &= \frac{15.098,7375 \text{ lb/hr}}{0,9763} \\ &= 15.465,2642 \text{ lb/hr} \\ &= 7.014,9246 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan air umpan boiler sebesar 7.014,9246 kg/hr

Kondensat *steam* disirkulasi dengan asumsi terjadi kehilangan sebelum disirkulasi sebanyak 20% dari total kondensat *steam*.

Kondensat *steam* yang disirkulasi :

$$\begin{aligned} &= 80/100 \times 7.014,9246 \text{ kg/hr} \\ &= 2.632,5246 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

Air umpan *boiler* yang harus ditambahkan (*make-up water*) :

$$\begin{aligned} &= 7.014,9246 \text{ kg/hr} - 2.632,5246 \text{ kg/hr} \\ &= 10.021,2859 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Bahan Bakar

Untuk bahan bakar *boiler* digunakan minyak diesel (*diesel oil*) dengan *heating value* $H_v = 19525 \text{ Btu/lb}$. Efisiensi pembakaran *boiler* 85 %.

Kebutuhan bahan bakar *boiler* :

$$m_f = \frac{m_s (H_g - H_f)}{\eta_B \cdot H_v}$$

dimana m_f = massa bahan bakar; lb/hr

m_s = massa *steam* yang dihasilkan; lb/hr

H_g = entalpi uap jenuh *steam*; Btu/lb

H_f = entalpi *liquid* jenuh *steam*; Btu/lb

$\eta_B =$ efisiensi boiler

$H_V =$ nilai kalor bahan bakar; Btu/lb

$$\begin{aligned} \text{Maka, } m_f &= \frac{15.098,7375 \times (646,3 - 119,94)}{0,85 \times 19525} \\ &= 478,8654 \text{ lb/hr} \end{aligned}$$

Diketahui densitas bahan bakar $\rho = 54,9384 \text{ lb/ft}^3$

Maka *rate* volumetrik bahan bakar boiler :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{478,8654 \text{ lb/hr}}{54,9384 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 8,7164 \text{ ft}^3/\text{hr} \times 28,32 \text{ liter/ft}^3 \\ &= 246,8486 \text{ Liter/hr} \end{aligned}$$

2. Unit Penyediaan Air

Air merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Pada pabrik CNSL ini dibutuhkan air dalam jumlah yang sangat besar, sehingga diperlukan adanya unit penyediaan air sendiri karena selain lebih ekonomis juga tersedianya air secara terus menerus.

Pengadaan air diperoleh dari air sungai yang dipompa ke dalam bak penampung pendahuluan, yang dilewatkan pada penyaring atau sekat guna menghindari terbawanya kotoran-kotoran menuju bak penampung. Air dari bak penampung selanjutnya dipompakan ke tangki sedimentasi (*clarifier*) untuk ditambahkan flokulan (*alum*) guna mengendapkan zat padat tersuspensi dalam air.

Air dari *clarifier* secara *overflow* dialirkan ke tangki penyaring pasir (*sand filter*) guna menghilangkan partikel-partikel yang belum terendapkan. Dari tangki penyaring ini selanjutnya dialirkan ke dalam bak penampung air bersih.

a. **Perhitungan Kebutuhan Air**

Jumlah kebutuhan air pendingin, air proses, air sanitasi dan air umpan boiler diperoleh berdasarkan perhitungan neraca massa dan neraca panas. Data kebutuhan tersebut sebagai berikut :

1. Air Pendingin

Kebutuhan air direncanakan memakai air sungai yang kemudian diolah menjadi air bersih untuk layak digunakan pada pabrik dan keperluan lainnya, seperti :

- Air pendingin yang terdiri dari :

Condenser Metanol	=	156.953,4126 kg/jam
Cooler n-heksan	=	10.685,7184 kg/jam
<hr/>		
Total	=	169.718,935 kg/jam

Untuk menghemat pemakaian air, air bekas pendingin dari peralatan pendingin perlu disirkulasi dengan asumsi terjadi terjadi kehilangan 15%, dari total air sebelum disirkulasi

$$\begin{aligned} M_m &= 0,85 \times 169.718,935 \\ &= 144.261,0947 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

Air yang harus ditambahkan (Make Up)

$$\begin{aligned} M_d &= 169.718,935 \text{ kg/hr} + 144.261,0947 \text{ kg/hr} \\ &= 25.457,8403 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

2. Air Umpan boiler

Kebutuhan air umpan boiler dapat dilihat pada perhitungan Unit Penyediaan Steam sebanyak = 8.242,0468 kg/hr.

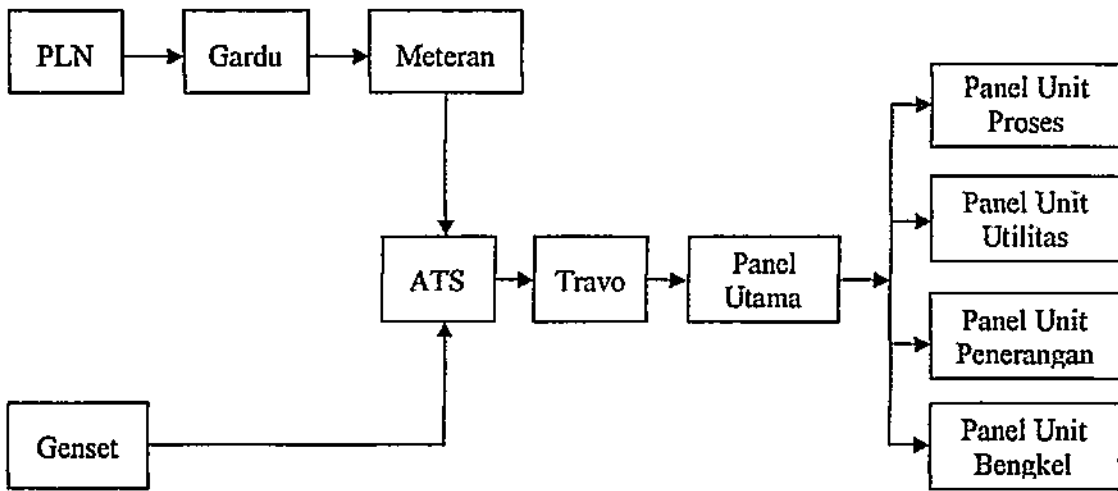
Dari perhitungan diatas dapat diketahui total kebutuhan air pabrik VirginCoconut Oil yang harus dipompakan dari sungai sebagai berikut :

1. Air umpan <i>boiler</i>	=	8.242,0468 kg/hr
2. Air pendingin	=	25.457,8403 kg/hr
3. Air sanitasi	=	3000,0000 kg/hr
Total	=	31.090,3649 kg/hr
	=	68.542,5335 lb/jam

3. Unit Penyediaan Listrik

Sumber daya listrik yang melayani pabrik ini disuplai dari PLN, juga dipersiapkan generator cadangan bila terjadi pemadaman arus listrik dari PLN. Listrik tersebut didistribusi melalui suatu terminal utama dengan pertimbangan bahwa apabila salah satu lubang mengalami kemacetan, maka tidak akan mengganggu yang lainnya.

Jaringan listrik selanjutnya diatur secara sentral dari terminal utama, tetapi pada tiap unit digunakan lokal terminal untuk dilanjutkan ke masing-masing unit yaitu unit proses, unit utilitas, unit penerangan dan unit bengkel. Hal ini untuk mencegah kemungkinan pemadaman total tiap unit, maka dihubungkan dengan fuse box. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada skema listrik pabrik berikut



Perkiraan kebutuhan tenaga listrik disajikan dalam tabel berikut :

Tabel VII – 4. Kebutuhan Tenaga Listrik untuk Unit Proses

No	Nama Alat	Jumlah	Daya Motor	Total Daya
1	Belt Conveyer	3	1	3
2	Cracker	1	30	30
3	Mixer Tank	1	2	2
4	Rotary Drum Vacum Filter	1	6	6
5	Pompa	14	1	14
Total				55

Kebutuhan listrik untuk alat proses (Pproses)

$$P_{\text{proses}} = 55 \text{ HP} \times 745,7 \text{ watt}$$

$$= 41.013,5 \text{ Watt}$$

$$= 41,013 \text{ KWatt}$$

Tabel VII – 5. Kebutuhan Tenaga Listrik untuk Unit Utilitas

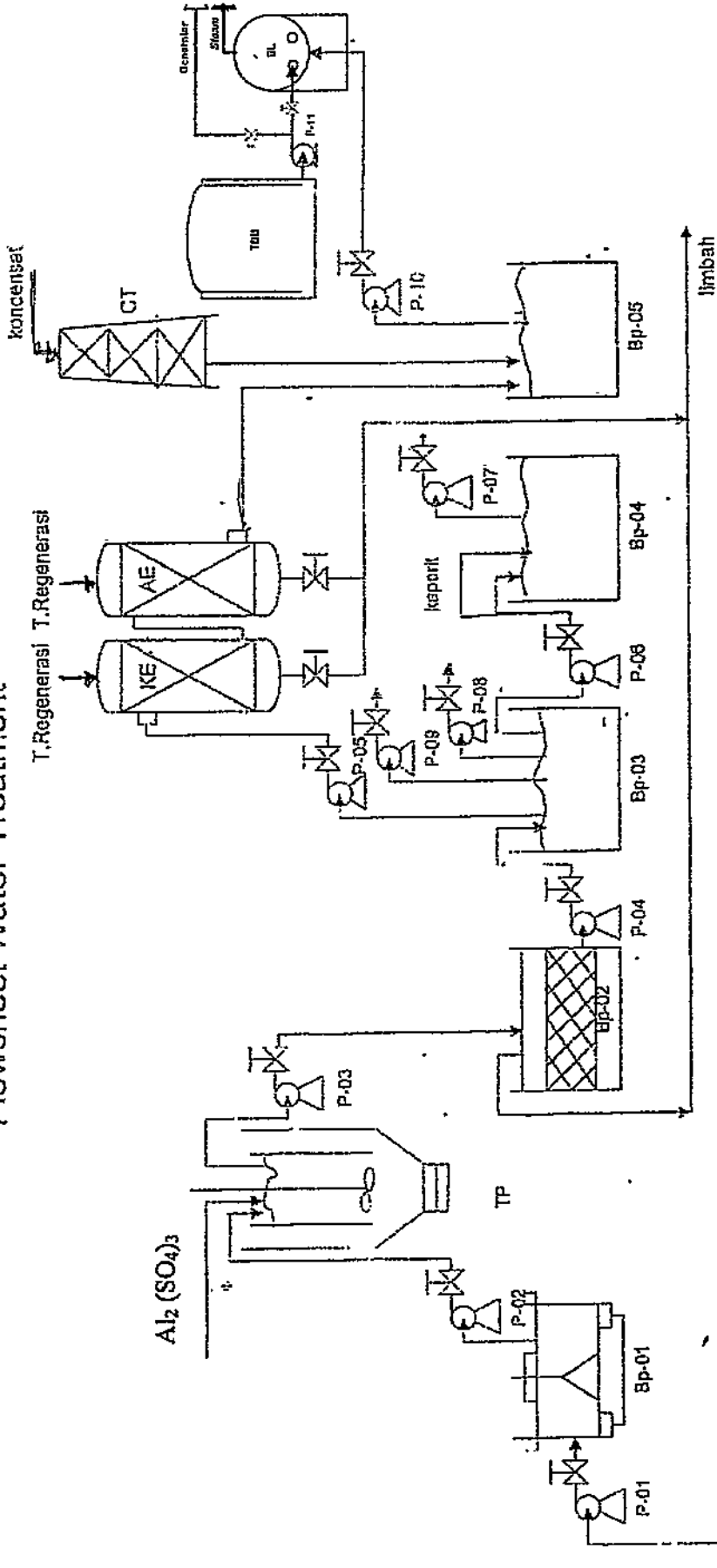
No	Nama alat	Kode Alat	Jumlah	Daya (Hp)	Total (Hp)
1	P. Air Sungai	P – 01	2	2	4
2	P. Tangki Pengendap	P – 02	1	2	2
3	P. Distribusi Air	P – 03	1	2	2
4	P. Air Umpan Boiler	P – 04	1	1	1
5	P. Air Pendingin	P – 05	1	4	4
6	P. Resirkulasi	P – 06	1	2	2
7	P. Air Sanitasi	P – 07	1	1	1
8	P. Bahan Bakar	P – 08	1	1	1
9	Clarifer (pengendap)	T – 01	1	2,5	2,5
10	Cooling Tower (fan)	CT – 01	1	8	8
T o t a l					27,5

Total kebutuhan listrik untuk unit utilitas adalah :

$$= 27,5 \text{ Hp} \times 0,7457 \text{ kW/ Hp}$$

$$= 20,5067 \text{ kW.}$$

Flowsheet Water Treatment



Ket:

- Bp-01 : bak penampungan awal
- Bp-02 : bak sand filter
- Bp-03 : bak air bersih
- Bp-04 : bak air sanitasi
- Bp-05 : bak air boiler
- TP : tangki pengendapan
- KE : kation exchanger
- AE : anion exchanger
- TBB : Tangki Bahan Bakar

- CT : cooling tower
- P-01 : pompa air sungai
- P-02 : pompa tangki pengendapan
- P-03 : pompa sand filter
- P-04 : pompa air bersih
- P-05 : pompa panukar ion
- P-06 : pompa air sanitasi
- P-07 : pompe air sanitasi
- BL : Boiler

- P-08 : pompa pendingin
- P-09 : pompa air pancuci
- P-10 : pompa boiler
- P-11 : pompa bahan bakar

B A B VII

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan alat kontrol yang digunakan untuk mengawasi suatu proses produksi, bahkan salah satu bagian yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Selain mengawasi instrumentasi juga mengatur dan mencatat kondisi operasi menurut kondisi yang dikehendaki dan selalu dalam keadaan optimum, juga apabila terjadi penyimpangan - penyimpangan selama proses berlangsung akan segera dapat diketahui, sehingga pengendalian maupun perbaikannya selama beroperasi harus dijaga sebab dengan terpenuhi kondisi tersebut dapat dihasilkan produk seperti yang dikehendaki.

Penggunaan instrumentasi dalam industri kimia bertujuan untuk mengatur serta mengontrol variable proses seperti temperature, tekanan, aliran, level dan lain- lain. Sistem control dijalankan dengan memakai peralatan, antara lain :

1. Menunjuk sesaat (*indicating*)
2. Mencatat data secara kontinyu (*recording*)
3. Pengontrolan (*controlling*)

Dengan penggunaan alat - alat kontrol (instrumentasi) tersebut diharapkan dapat :

1. Proses produksi dapat berjalan sesuai batas operasi yang telah ditentukan optimisinya, sehingga dapat diperoleh hasil yang optimum.
2. Proses produksi berjalan sesuai dengan efisiensi yang telah ditentukan, dengan demikian maka umur ekonomis dari peralatan proses lebih terjamin.
3. Mengetahui dan melokalisasi kerusakan/ penyimpangan-penyimpangan dari kondisi operasi masing - masing maka dapat dengan cepat diketahui dan dapat dilakukan tindakan untuk mengatasi sedini mungkin.
4. Mengukur semua kondisi operasi pada aliran - aliran peralatan seperti temperatur, tekanan, laju alir dan tinggi permukaan (level).

Pada umumnya pengendalian peralatan proses (instrumentasi) dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya sebagai berikut :

1. Proses otomatis

Instrumentasi diatur pada kondisi tertentu, jika terjadi penyimpangan variable yang dikontrol maka secara langsung instrument bekerja secara otomatis, untuk mengembalikan variable tersebut pada kondisi yang telah ditentukan. Instrumen jenis ini biasanya bekerja sebagai pengendali (controller).

2. Proses semi otomatis / manual

Pada proses alat ini hanya mencatat perubahan - perubahan yang terjadi bila ada penyimpangan dan perubahan - perubahan yang terjadi dapat secara manual untuk mengembalikan variable tersebut pada kondisi yang ditetapkan. Instrument ini biasanya bekerja sebagai pencatat (recording) atau penunjuk (indicator).

Untuk menentukan instrumentasi yang diperlukan dalam satu peralatan perlu ditinjau kondisi input atau output seperti kondisi operasi yang terjadi persyaratan. Pemilihan serta pemakaian instrumentasi harus menguntungkan, baik ditinjau dari segi proses maupun segi ekonomis. Kriteria - kriteria tersebut meliputi :

- 1 Mudah dalam pengoperasian
2. Mudah dalam perbaikan dan peralatan
3. Harga – harga relatif murah dengan kualitas yang memadai
4. Penyimpangan yang mungkin terjadi dengan cepat dapat terdeteksi.

Faktor - faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi, adalah :

1. Level instrumen
2. Raga yang diperlukan untuk pengukuran
3. Ketelitian yang dibutuhkan
4. Bahan konstruksi yang dipakai
5. Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses

Sistem pengendalian otomatis yang diperlukan pada dasarnya terdiri

atas :

1. Sensing ekonomi elemen / primary elemen

Alat ini merupakan peralatan yang menunjukkan adanya perubahan dari variable yang diukur.

2. Element pengontrol

Alat ini merupakan elemen yang mengadakan harga - harga perubahan dari variable yang ditunjukkan oleh sensing elemen dan diukur oleh elemen pengukur untuk mengatur sumber tenaga yang sesuai dengan perubahan yang terjadi. Tenaga yang diatur dapat berupa tenaga mekanis maupun tenaga elektris.

3. Elemen pengukur

Alat ini merupakan elemen yang sebenarnya merubah output dari elemen primer / sensing elemen dan melakukan pengukuran termasuk alat - alat pencatat dan alat penunjuk.

4. Elemen pengontrol akhir

Alat ini merupakan elemen yang sebenarnya berupa input ke dalam proses sehingga variable yang diatur / diukur tetap berada di dalam range / jangkauan yang di izinkan.

7.2. Keselamatan kerja

Keselamatan kerja adalah suatu hal yang mendapatkan perhatian yang serius dalam proses industri. Oleh sebab itu proses operasi suatu pabrik dapat

berjalan lancar apabila para karyawannya dalam keadaan selamat dan sehat dalam menjalankan tugas.

Secara umum keselamatan kerja dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, dimana bebas dari kecelakaan, bebas dari penyakit kerja. Keselamatan kerja harus mendapatkan perhatian khusus dalam merencanakan suatu pabrik. Jaminan terhadap kemungkinan bahaya akan menjamin produktifitas kerja yang baik, karena itu karyawan dapat bekerja dengan tenang dan penuh dengan konsentrasi dengan pekerjaannya, bahkan keselamatan kerja perlu sekali mendapat perhatian untuk tujuan kemanusiaan, ekonomi, social dan hokum. Didalam merencanakan peralatan, tata letak peralatan maupun tata letak ruangan harus diperhatikan atau diperkirakan segi keselamata kerjanya. Disamping itu perlu diadakan penerangan dan peraturan serta peringatan demi keselamatan bersama antar karyawan.

Jadi didalam proses keselamatan kerja ini diperlukan kesadaran dan perhatian terhadap pencegahannya, agar tidak terjadi hal-hal yang menimbulkan kerugian, baik terhadap karyawannya maupun aktifitas perusahaan.

Secara umum ruang lingkup dan keselamatan kerja meliputi:

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan, kebakaran serta penyakit kerja.
2. Mengamankan instalasi, alat-alat produksi dan bahan produksi.
3. menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

Kecelakaan kerja menimbulkan kerugian harta maupun nyawa,
Sedangkan penyebab utama dari kecelakaan kerja adalah:

- a. Tindakan yang membahayakan.
- b. Kondisi yang menyebabkan timbulnya bahaya.

Kedua penyebab ini disebabkan oleh kegagalan manusia yang meliputi

- a. Kurangnya perhatian terhadap peraturan-peraturan yang ada.
- b. Kurangnya keterampilan dalam menangani masalah.
- c. Kelalaian

Sedangkan untuk mencegah tindakan yang berbahaya dapat dilakukan cara-cara sebagai berikut:

- a. Pendekatan kepada bawahan dan atasan.
- b. Pembinaan yang baik.
- c. Pengawasan yang ketat.
- d. Pemberian sanksi bila melanggar instruksi keselamatan dan tanda-tanda bahaya.

Bila urutan pencegahan diatas belum berhasil, maka dilanjutkan dengan pembinaan. Sebagai alternative terakhir dalam pemberian sanksi, sedangkan untuk mencegah yang disebabkan untuk kondisi yang berbahaya, diprioritaskan sesuai dengan tingkat bahaya yang terjadi, yaitu :

1. Menghilangkan sumber bahaya.
2. Melokalisir sumber bahaya.
3. Mengendalikan bahaya.
4. Memakai alat pelindung sebagai alternative terakhir.

Pada umumnya bahaya yang ditimbulkan dalam suatu pabrik disebabkan antara lain:

1. Bahaya Kebakaran dan Ledakan.

Bahaya ini dapat dicegah atau risikonya dapat dikurangi dengan perencanaan tata letak peralatan dan ruangan yang baik, serta bahan konstruksi yang memadai dan kondisi operasi yang sesuai dengan yang direncanakan, selain itu juga harus disediakan alat-alat untuk kebakaran, pemasangan alarm/tanda bahaya, serta konstruksi beton pada penguat dinding disekitar alat yang mudah meledak.

2. Bahan Kimia

Perlu diperhatikan bahaya-bahaya kimiayang dapat membahayakan kesehatan maupun keselamatan para karyawan, khususnya terhadap bahan-bahan yang bersifat racun, merusak kulit bila tersentuh, mudah terbakar maupun meledak. Untuk itu harus diketahui batasan batasan kemampuan untuk meledak dan terbakar serta cara pencegahannya. Penempatan penempatan tangki penyimpanan, serta pembuatan parit-parit disekitar tangki perlu diperhatikan.

3. Bahaya Karena Bangunan.

Bangunan dan peralatan proses yang direncanakan harus diatur sedemikian rupa untuk mencegah timbulnya bahaya, selain itu perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Memberi pagar pengaman untuk peralatan yang berputar.
- b. Memberi penerangan yang cukup terhadap daerah yang dianggap rawan bahaya.
- c. Memberikan penjelasan kepada para pekerja akan bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh peralatan proses.

4. Bahaya Karena Listrik

Gangguan listrik terutama disebabkan oleh terjadinya hubungan arus pendek, kelebihan beban arus dan kurang terpeliharanya mesen-mesin.

Adapun cara-cara pengamanan yang harus dilakukan adalah:

1. Memberi tanda bahaya terhadap daerah yang betegangan tinggi agar pekerja dapat bekerja dengan hati-hati.
2. Mengadakan kontrol yang cukup baik terhadap peralatan maupun kabel-kabel listrik.

Dari segi perencanaan, usaha-usaha yang perlu diperhatikan antara lain sebagai berikut :

1. Perpipaian diatas tanah sebaiknya dipasang pada ketinggian 2 meter, sedangkan perpipaian yang terletak dipermukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas bekerja.
2. Sistem pemadam kebakaran harus sesuai dengan sirkulasi arus proses, sehingga bila terjadi kebakaran, api akan mudah dilokalisir dengan cepat.
3. Jaringan listrik pada daerah proses diberikan isolasi khusus yang tahan panas.

4. Pemukaan yang panas diberikan isolasi secukupnya, begitu juga bagian mesin yang bergerak diberikan kerangka penutup yang sesuai.
5. Mencegah kebocoran pada system perpipaan dengan gasket(packing) yang memadai.
6. Pada daerah proses yang rawan di pasang papan yang mudah terlihat oleh karyawan
7. Pada peralatan yang tinggi diberikan penangkal petir.
8. Untuk pemakaian bahan bahan yang beracun, supaya digunakan pelindung terhadap kemungkinan keracunan.
9. Memasang alarm atau tanda bahaya, berguna apabila terjadi bahaya dapat diketahui serta disediakan tempat berkumpulnya para karyawan.
10. Disediakkannya poliklinik yang memadai untuk pertolongan pertama pada kecelakaan.

Tindakan pencegahan untuk menghindari timbulnya hal-hal yang tidak diinginkan untuk mengurangi atau mencegah kecelakaan kerja, menurut peraturan keselamatan kerja secara umum perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Tanda tanda mekanis.

Tanda tanda ini disediakan untuk mencegah pekerja agar terhindar dari kecelakaan. Tanda ini tidak boleh dipindahkan, kecuali bila diadakan reparasi alat dan harus ditempatkan kembali seperti semula apabila preparasi selesai.

2. Kebersihan.

Kebersihan dalam suatu pabrik juga bagian terpenting dalam berjalanya aktifitas suatu pabrik. Dalam hal ini penempatan alat-alat dan mesin-mesin dalam suatu proses produksi.

Oleh karena itu, meskipun dari segi perencanaan kemungkinan terjadinya bahaya diusahakan sekecil mungkin, namun faktor manusia dan kesadaran para karyawan sangat berperan dalam keselamatan kerja. Maka perlu dipersiapkan program latihan untuk menghadapi keadaan bahaya yang mungkin terjadi.

7.3. Pengertian Pengendalian Otomatis

pengendalian secara otomatis lebih terperinci dan spesifikasi digunakan sebagian besar oleh para ahli rancang. Instrument yang digunakan dalam pabrik minyak laka (CNSL) adalah:

a. Level Control (LC)

merupakan suatu peralatan yang ditempatkan pada batas atau tinggi cairan yang dikehendaki pada alat utama dan dihubungkan dengan katup pengeluaran cairan pelarut, sehingga cairan yang dibutuhkan tetap konstan sesuai yang diinginkan.

b. Pressure Control (PC)

pengendalian tekanan yang diperlukan pada sebagian besar system penanganan uap atau gas. Metode pengendalian tergantung dari sifat proses.

c. Temperatur Control (TC)

pengendalian suhu diperlukan untuk menstabilkan suhu pada suatu alat sesuai dengan kebutuhan suhu pada alat itu.

d. Flow Control (FC)

Pengendalian arus biasanya berkaitan dengan daya tampung dalam suatu tangki penyimpanan atau peralatan lainnya. Dimana dalam hal ini harus ada wadah atau reservoir untuk menyedot perubahan laju arus cairan yang berlebihan.

B A B W I I I I

BAB VIII

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

8.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pada perencanaan suatu pabrik sebaiknya perlu ditinjau terlebih dahulu. Faktor faktor yang mempengaruhi letak dari pabrik tersebut, karena besar sekali pengaruhnya bagi perkembangan pabrik dikemudian hari. Oleh karna itu dalam menentukan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan beberapa faktor utama untuk menentukan lokasi pabrik yang paling tepat dan ditentukan pula oleh beberapa faktor khusus, sehingga dapat menguntungkan. Baik ditinjau dari segi kelancaran atau tidaknya operasi pabrik yang bersangkutan. Beberapa faktor yang diperlukan pada penentuan lokasi pabrik yang dianggap penting. Antara lain:

1. Faktor Utama

a. Bahan Baku

Lokasi pabrik minyak laka (CNSL) ini dipilih dekat dengan bahan bakunya, ini merupakan faktor yang dianggap sangat penting dalam penentuan lokasi. Makanya perencanaan pabrik sebaiknya didirikan didaerah dimana sumber bahan baku tersedia, dengan demikian masalah pengadaan bahan baku dapat teratasi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dari bahan baku tersebut:

1. Dimana letak sumber bahan baku tersebut.
2. Kapasitas sumber bahan baku tersebut.
3. Bagaimana cara memperoleh dan pengangkutan ke lokasi pabrik.
4. Kualitas dari bahan bakunya apakah umumnya memenuhi syarat.

b. Daerah Pemasaran

Pemasaran adalah factor yang perlu mendapat perhatian dalam suatu industry, karena berhasil tidaknya masalah pemasaran sangatlah menentukan besarnya penghasilan industry tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Dimana hasil produksi dapat dipasarkan.
2. Berapa kemampuan daya serap pasar dan bagaimana pemasarannya dimasa yang akan datang.
3. Pengaruh saingan yang ada.
4. Jarak daerah pemasaran dari lokasi pabrik serta bagaimana caranya untuk mencapai daerah pemasaran tersebut.

c. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Dalam pemilihan lokasi pabrik yang perlu diperhatikan mengenai tenaga listrik dan bahan bakar adalah:

1. Bagaimana pengadaan terhadap tenaga listrik didaerah lokasi pabrik serta kemungkinan memperolehnya dari PLN.
2. Berapa tenaga listrik dan bahan bakar.
3. Kemungkinan terjadinya polusi udara cukup kecil.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja harus diperhaikan sebelum menentukan lokasi pabrik, agar tidak menghambat aktifitas pabrik. Dalam mengadakan peninjauan terhadap tenaga kerja, yang perlu diperhatikan adalah:

1. Mudah tidaknya mendapat tenaga kerja yang terampil dan ahli disekitar daerah itu.
2. Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah itu.
3. Harus mengetahui hal-hal mengenai perburuhan dan serikat buruh.
4. Bagaimana dengan tempat tinggal tenaga kerja tersebut, apakah jauh atau cukup dekat dengan latak lokasi pabrik.

e. Undang-undang dan Peraturan

Hal-hal yang perlu ditinjau adalah:

1. Bagaimana ketentuan-ketentuan mengenai penentuan daerah-daerah industri.
2. Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

f. Karakteristik Daerah Yang Dipilih:

1. Susunan tanahnya, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi jalan serta pengaruh air.
2. penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau pengembangan unit baru.
3. Harga tanah.

g. Faktor Lingkungan Sekeliling

Yang perlu diperhatikan:

1. Adat istiadat kebudayaan didaerah lokasi.
2. Fasilitas perumahan, sekolah-sekolah dan tempat ibadah.
3. Keadaan fasilitas kesehatan, rekreasi dan ongkos biaya yang ada.

h. Pengontrolan terhadap biaya banjir dan kebakaran

1. Apakah lokasi pabrik berada diluar jangkauan bahaya banjir.
2. Bagaimana kecepatan angin serta arahnya, perlu dipelajari situasi buruk yang pernah terjadi di tempat itu.
3. Bagaimana kemungkinan perluasan pabrik dimasa yang akan datang.

2. Faktor khusus

a. Transportasi

Penentuan lokasi yang tepat banyak faktor yang mempengaruhi sehingga perlu diperhatikan faktor transportasi tersebut baik untuk bahan bakar maupun produk yang dihasilkan. Hal ini ditinjau dari :

1. Jalan raya yang dilalui truk dengan jarak terpendek.
2. Sungai dan laut yang dapat dilalui kapal pengangkutan serta pelabuhan yang sudah ada.

Pelancaran suplai bahan - bahan baku dan penyalur produk dapat dijamin dengan biaya yang relatif murah dan waktu yang pendek dalam waktu yang sangat baik.

b. Wastedisposal

Hal yang perlu diperhatikan dari buangan pabrik bagi kesehatan dan kehidupan disekitar lokasi pabrik adalah :

1. Hukum atau peraturan mengenai wastedisposal yang ada
2. Kemungkinan buangan ke dalam aliran sungai atau saluran
3. Bagaimana penyediaan tenaga listrik dan bahan bakar di masa mendatang pada waktu sekarang untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar, pabrik minyak laka (CNSL) yang direncanakan ini dari pertamina, sedangkan kebutuhan steam diperoleh dari utilitas.

c. Sumber air

Air adalah merupakan kebutuhan proses dan operasi dari suatu industri kimia. Air pendingin, steam dan air minum dapat diperoleh dari 2 macam cara, yaitu :

1. Kualitas air yang dapat disediakan
2. Sampai berapa jauh air itu dapat melayani pabrik.
3. Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

d. Iklim dan alam sekitarnya.

Keadaan alam adalah hal - hal yang membutuhkan perhatian, karena alam yang menyulitkan konstruksi akan mempertinggi ongkos konstruksi. Dasar pertimbangan faktor tersebut diatas maka pemilihan lokasi pabrik yang akan didirikan adalah di Kecamatan Siloro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep) Sulawesi Selatan, dengan alasan atau dasar pemilihan sebagai berikut :

1. Bahan Baku

Bahan baku yang akan direncanakan adalah kulit biji mete gelondong yang dekat dengan lokasi pabrik sehingga menguntungkan.

2. Tenaga listrik dengan bahan bakar

Sumber tenaga listrik untuk keperluan industri biasa diperoleh dari

- a. Perusahaan Listrik Negara (PLN)
- b. Pembangkit tenaga listrik sendiri

Keuntungan penggunaan listrik dari PLN dibandingkan tenaga listrik sendiri :

- Biaya lebih murah
- Perawatan lebih murah

Kerugian :

Kesinambungan arus listrik tidak terjamin, sehingga bisa mengganggu proses produksi, dan menghambat kelancaran produksi, sehingga secara ekonomis sangat merugikan pihak perusahaan. Maka dari itu kebutuhan untuk tenaga listrik didapatkan dari PLN dan menggunakan generator sebagai cadangan jika aliran listrik dari PLN terganggu.

3. Pemasaran

Hasil produksi diharapkan dapat dipasarkan dalam negeri dan luar negeri dan untuk berbagai keperluan, diutamakan untuk keperluan dalam negeri dan keperluan lain. Pertimbangan membuat daerah pemasaran mudah atau tidak mengalami kesulitan.

4. Penyediaan air

Selama pabrik beroperasi kebutuhan akan air relatif banyak dan penyediaan air ini meliputi :

- Penyediaan air untuk proses didalam pabrik
- Penyediaan air untuk keperluan boiler

➤ Penyediaan air untuk keperluan lain - lain, keperluan rutin harian pabrik, service dan lain - lain. Untuk mencukupi penyediaan air tersebut bisa diperoleh dari sungai.

5. Transportasi

Mengenai transportasi pada pabrik minyak laka (CNSL) yang direncanakan ini cukup baik, karena lokasi pabrik ini dekat dengan jalan raya, pelabuhan laut, sehingga pabrik tersebut dalam operasi tidak mengalami kesulitan.

6. Waste disposal

Pabrik minyak laka (CNSL) ini tidak membuang sisa - sisa proses ke sembarang tempat yang dapat membahayakan keselamatan lingkungan maupun pencemaran. Jadi hal ini tidak menjadi persoalan, akan tetapi sisa - sisa buangan yang tidak membahayakan kesehatan dibuang dan dialirkan ke bak penampungan yang letaknya dekat dengan pabrik.

7. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja di Kawasan Kecamatan Siloro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep) sampai saat ini tidak mengalami kesulitan untuk tenaga kerja ahli dapat diserap dari berbagai perguruan tinggi yang ada di Indonesia

8. Sosial masyarakat

Masyarakat Sulawesi Selatan khususnya masyarakat di sekitar Kawasan Kecamatan Siloro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan

(Pangkep) sudah terbiasa dengan lingkungan industri, yaitu dengan adanya beberapa pabrik yang berskala besar di daerah ini dan tidak mengganggu masyarakat disekitar.

9. Karakteristik dari lokasi

Struktur tanah cukup dan areal tanah untuk perluasan pabrik di masa yang akan datang cukup luas dan memadai atas pertimbangan - pertimbangan faktor tersebut, maka pemilihan lokasi pabrik minyak laka (CNSL) yang di rencanakan ini di Sulawesi Selatan diharapkan memenuhi pertimbangan diatas, maka pabrik minyak laka (CNSL) yang direncanakan memenuhi persyaratan untuk didirikan.

8.2. Tata Letak Pabrik

Untuk mempermudah memperoleh bentuk tata letak yang memberikan efisiensi tinggi dalam setiap kegiatan operasi serta meliputi keselamatan kerja dan keamanan pabrik maka diperukan dasar perencanaan tata letak pabrik.

Dalam perencanaan tata letak pabrik tujuan yang hendak dicapai adalah :

- a. Memberikan garis kerja bagi karyawan
- b. Memberikan efisiensi kerja bagi karyawan
- c. Memberikan keselamatan kerja yang lebih baik
- d. Memudahkan pemeliharaan dan perbaikan
- e. Menekan biaya produksi serendah mungkin

Hal – hal tersebut diatas dapat dicapai dengan memperhatikan beberapa faktor antara lain :

- a. Cara meletakkan peralatan harus sedemikian rupa sehingga mempermudah memeliharanya
- b. Diusahakan alat yang sejenis dikumpulkan menjadi satu kelompok sesuai dengan fungsinya.
- c. Jarak peralatan satu dengan yang lainnya harus diatur sedemikian rupa sehingga aman dalam pengoperasiannya
- d. Faktor keselamatan kerja harus diperhatikan agar bahaya dapat dihindarkan.
- e. Efisiensi pabrik baik dari penghematan energi, tenaga kerja maupun tempat, maka tidak melakukan pemisahan antara unit proses lain.

Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

- a. Daerah perluasan proses

Daerah perluasan proses adalah merupakan proses penyusunan perencanaan - perencanaan tata letak peralatan, berdasarkan aliran proses, daerah proses ini diletakkan ditengah - tengah pabrik, sehingga mudah pengawasan dan perbaikan pada alat - alat.

- b. Daerah penyimpan / storage

Daerah penyimpanan adalah merupakan daerah penyimpanan yang sudah siap untuk dipasarkan.

- c. Daerah pemilihan / perawatan pabrik dan bangunan

Daerah pemeliharaan atau perawatan pabrik dan bangunan adalah tempat melakukan kegiatan perbaikan dan perawatan peralatan, terdiri dari beberapa bengkel untuk melayani permintaan perbaikan dari pabrik dan bangunan.

d. Daerah utilitas

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berupa air, steam dan listrik.

e. Daerah administrasi

Daerah administrasi merupakan kegiatan pabrik serta kegiatan - kegiatan lainnya.

f. Daerah persediaan

Daerah ini terletak di samping daerah operasi yang berguna untuk mencegah api.

g. Daerah perluasan

Daerah perluasan digunakan untuk keperluan pabrik di masa yang akan datang, daerah perluasan ini terletak dibagian belakang pabrik, mengingat pembuatan produksi baru dengan bahan- bahan yang dihasilkan ini juga adalah kegiatan produksi.

h. Service pabrik / pelayanan pabrik

Pelayanan pabrik, bengkel, kantin maupun fasilitas kesehatan yaitu poliklinik harus ditempatkan sebaik mungkin sehingga didapatkan efisiensi yang tinggi, disamping itu pula bila terjadi gangguan operasi

pabrik dan gangguan kesehatan dari karyawan dapat ditekan sekecil mungkin.

i. Jalan raya

Jalan raya untuk memudahkan pengangkutan bahan baku dari hasil produksi, maka perlu diperhatikan masalah transportasi, misalnya : jalan raya yang dekat dengan lokasi pabrik minyak laka (CNSL).

Untuk lebih jelasnya, tentang tata letak lokasi pabrik ini dapat dilihat pada gambar berikut:

Keterangan :

1. Pos jaga

2. Kantor

3. Gedung serbaguna

4. Tempat ibadah

5. Toilet

6. Koperasi

7. Poliklinik

8. Kantin

9. Tempat parkir

10. Laboratorium

11. Gudang bahan baku

12. Daerah proses

13. Gudang produk

14. Ruang kontrol

15. Pembangkit Listrik

16. Gudang peralatan

17. Bengkel

18. Lapangan olahraga

19. Mess karyawan

20. Area Perluasan

21. Limbah

BAB IX

BAB IX

SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN

9.1. Tinjauan Umum

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan usaha	: Memproduksi minyak laka dengan bahan baku kulit biji jambu mete
Lokasi	: Kecamatan Siloro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Sul-Sel
Struktur Organisasi	: Garis
Kapasitas	: 7.000 ton / tahun

9.2. Bentuk perusahaan

Alasan perusahaan memkai bentuk perusahaan PT. Antara lain adalah

1. Modal dapat diperoleh dengan meminjam dari bank dan penjualan saham.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi dipegang oleh pimpinan perusahaan
3. Kehidupan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh oleh berhentinya pemegang saham, direksi, dan karyawan.

9.3. Struktur Organisasi

Struktur organisasi sangat penting bagi suatu perusahaan untuk mempermudah pengorganisasian dan pengaturan kerja masing - masing bagian.

Pada perancangan Pabrik Minyak Laka Dari Kulit Biji Jambu Mete ini menggunakan struktur organisasi garis. Pemilihan dilakukan dengan memperhatikan 5 aspek penting bagi organisasi yaitu :

1. Tata pembagian unit formal diantara unit - unit kerja
2. Tata hubungan kerja antara para manajer dan kepala bagian dengan pejabat - pejabat di bawahnya.
3. Macam - macam pekerjaan yang menjadi tanggung jawab setiap unit kerja
4. Pelaksanaan departementasi pada perusahaan
5. Jenjang - jenjang jabatan secara keseluruhan dan jabatan tertinggi sampai terendah

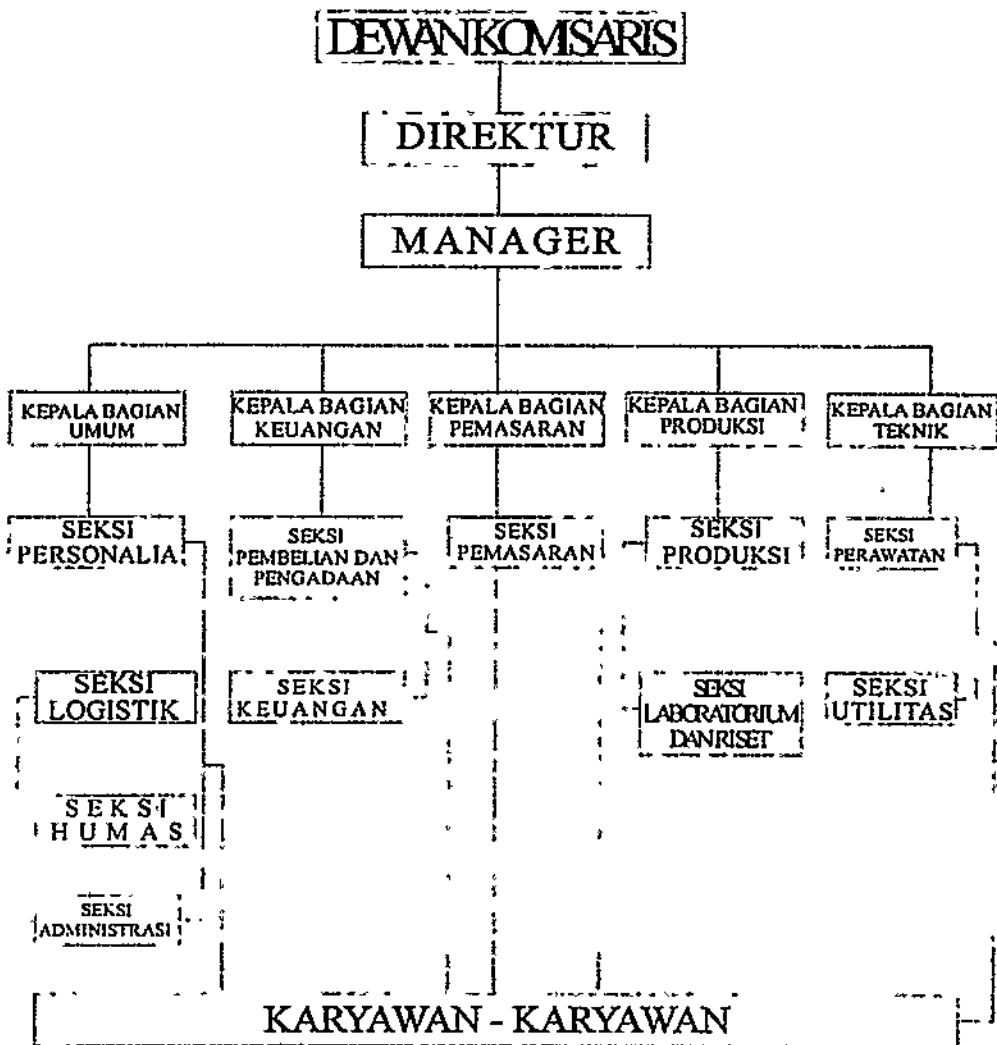
Struktur organisasi garis adalah struktur organisasi yang melukiskan wewenang garis para pejabat dalam suatu organisasi terhadap pejabat-pejabat di bawahnya dengan satu otoritas. Struktur organisasi garis memilih beberapa keuntungan antara lain :

1. Ada kesatuan perintah dari atas ke bawah sehingga disiplin kerja terjamin dan tidak terjadi kesimpangsiuran dalam menjalankan tugasnya.
2. Pimpinan dapat cepat mengambil keputusan.
3. Pengawasan lebih mudah dan efisien.

Pada perusahaan ini pimpinan dipegang oleh seorang Direktur Utama (Dirut) yang bertanggung jawab langsung kepada dewan komisaris yang merupakan wakil dari para pemegang saham.

Direktur utama membawahi kepala bagian produksi dan teknik, serta kepala bagian administrasi dan keuangan . Bagian struktur organisasi perusahaan Minyak Laka (CNSL) dari Kulit Biji Mete disajikan pada gambar X.I.

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN



9.4. Pembagian Tugas dan Wewenang

9.4.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan

Tugas dan wewenang :

1. Melakukan rapat untuk memilih, menentukan dan memberhentikan dewan komisaris.
2. Menetapkan gaji direktur utama
3. Meminta pertanggung jawaban Dewan Komisaris
4. Mengesahkan hasil - hasil usaha, neraca dan perhitungan laba rugi perusahaan tahunan, paling sedikit sekali dalam setahun.

9.4.2. Dewan komisaris

Dewan komisaris bertindak sebagai wakil dari pemegang saham dan semua keputusan ditentukan dalam rapat persero. Masa kerja Dewan Komisaris adalah 2 tahun atau menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian.

Tugas dan Wewenang :

1. Menentukan, mengangkat dan memberhentikan Direktur Utama.
2. Menentukan dan menyepakati rencana jangka panjang perusahaan dan semua kebijaksanaan pokok perusahaan.
3. Mengadakan pengawasan dan evaluasi tentang hasil yang diperoleh oleh perusahaan.

4. Menyetujui atau menolak rencana - rencana yang diajukan oleh Direktur Utama
5. Memberikan nasehat - nasehat kepada Direktur Utama bila Direktur Utama ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

9.4.3. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi perusahaan yang bertanggung jawab langsung kepada Dewan Komisaris. Direktur Utama dibantu oleh sekretaris

Tugas dan wewenang :

1. Menetapkan kebijaksanaan, strategi, peraturan dan tata tertib perusahaan.
2. Menyepakati dan menyelenggarakan pengendalian menyeluruh atas rencana operasi tahunan.
3. Mengelola, menyetujui, dan mengendalikan pengeluaran untuk investasi dan pemanfaatan segala modal.
4. Bertanggung jawab atas jalannya perusahaan
5. Mengangkat dan memberhentikan pegawai.

9.4.4. Manager

Ruang lingkup tugas dari seorang manager adalah mengatur atau mengawasi dan mengkoordinir pekerjaan dari bagian - bagian yang dibawahnya serta member laporan - laporan kepada Direktur tentang kegiatan yang dibawahnya.

9.4.5. Kepala Bagian

Kepala bagian dibagi menjadi dua yaitu :

1. Kepala bagian teknik dan produksi

Tugas dan wewenang:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang mutu, produk dan kelancara proses produksi.
- b. Menetapkan standard dan metode produksi.
- c. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala seksi teknik dan kepala seksi produksi.

2. Kepala bagian administrasi dan bagian keuangan

Tugas dan wewenang:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi dan keuangan perusahaan.
- b. Mengendalikan biaya dan anggaran perusahaan.

- c. Mengatur pengadaan dan pembelanjaan uang.
- d. Mengendalikan kredit.
- e. Mengatur akuntansi perusahaan
- f. Mengatur rencana penjualan
- g. Merencanakan pasar produksi
- h. Merencanakan laba dan menetapkan bunga jual produksi
- i. Mengkoordinasikan, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan para kepala seksi yang menjadi bawahannya.

9.4.6. Kepala Seksi

Kepala seksi dibagi menjadi lima yaitu :

1. Kepala Seksi Produksi

Tugas dan wewenang :

- a. Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dan Produksi
- b. Melakukan pengawasan dan menganalisa mutu bahan baku dan produk
- c. Melakukan pemeliharaan dan perbaikan sarana produksi

- d. Merencanakan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi dan operasi dalam pabrik.

2. Kepala Seksi Teknik

Tugas dan wewenang:

- a. Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dan Produksi
- b. Mengadakan perbaikan terhadap peralatan pabrik yang mengalami kerusakan
- c. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses produksi terutama air dan listrik

3. Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas dan wewenang :

- a. Bertanggung jawab kepada kepala bagian administrasi dan keuangan.
- b. Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi kantor, pembukuan dan perpajakan.
- c. Menghitung penggunaan uang perusahaan dan mengamankan keuangan
- d. Melakukan perhitungan gaji dan insentive karyawan.

4. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas dan wewenang :

- a. Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan
- b. Merencanakan dan melaksanakan pemasaran hasil produksi
- c. Mengatur hasil produksi
- d. Mengatur keluar masuknya peralatan dan bahan dari gudang

5. Kepala Seksi Personalia dan Umum

Tugas dan wewenang :

- a. Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan
- b. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang baik diantara para pekerja
- c. Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik
- d. Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan
- e. Menjaga dan merahasiakan hal - hal yang bersifat intern bagi perusahaan.

9.5. Jam Kerja

Pabrik minyak laka (Cashew Nut Shell Liquid) dari kulit biji mete beroperasi 24 jam selama 300 hari kerja pertahun. Sisa waktu dipergunakan untuk shut down, pemeliharaan dan perbaikan peralatan pabrik. Jam kerja dibagi menjadi dua yaitu :

1. Jam kerja kantor:

Senin – Jum'at : 08.⁰⁰ – 16.⁰⁰

Sabtu : 08.⁰⁰ – 12.⁰⁰

2. Jam kerja shift:

Shift I : 08.⁰⁰ – 16.⁰⁰

Shift II : 16.⁰⁰ – 24.⁰⁰

Shift III : 24.⁰⁰ – 08.⁰⁰

Karyawan shift dibagi menjadi empat regu. Dalam sehari produksi, tiga regu bekerja, satu regu istirahat. Jadwal kerja shift disajikan pada tabel

IX.1.

Tabel IX.1. Jadwal kerja pekerja shift

Regu/Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	***
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	
II	S	S	L	P	P	P	L	L	M	
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	

Keterangan :

P = Pagi

M = Malam

S = Siang

L = Libur

9.6. Status Karyawan dan Sistem Upah

Sistem upah perusahaan ini mengacu pada tingkat pendidikan, status pekerjaan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian yang dimiliki.

Karyawan dibedakan menjadi 3 golongan yaitu :

1. Karyawan tetap
2. Karyawan yang menerima upah bulanan tergantung pada kedudukan, tingkat pendidikan dan keahlian.
3. Karyawan harian
4. Karyawan yang menerima upah harian dibayar setiap akhir pekan, misalnya perawat kebun dan buruh pabrik.

5. Karyawan Borongan

6. Karyawan yang menerima upah setiap jenis pekerjaan yang dilakukan secara borongan, misalnya bongkar muat dan shut down.

Jabatan, jumlah dan upah karyawan disajikan pada tabel IX.2.

Tabel IX.2. Jabatan, jumlah dan upah karyawan

No	Jabatan	Jumlah (orang)	Upah/Bln (Rp)	Total gaji (Rp)
1	Dewan Komisaris	2	34.500.000	69.000.000
2	Direktur Utama	1	25.000.000	25.000.000
3	Staf Direksi	2	20.000.000	40.000.000
4	Sekretaris	1	13.500.000	13.500.000
5	Bendahara	1	11.000.000	11.000.000
6	Kepala bagian	8	10.000.000	80.000.000
7	Kepala Seksi	16	5.000.000	80.000.000
8	Supervisor	2	3.500.000	7.000.000
9	Kepala Shift Atau regu	8	2.500.000	20.000.000
10	Karyawan/Operator	36	2.000.000	72.000.000
11	Sopir	8	1.000.000	8.000.000
12	Satpam	9	1.500.000	13.500.000
13	Buruh Harian	20	950.000	19.000.000
Jumlah		120		458.000.000

BABBY

BAB X

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui sebuah proyek (pabrik) yang direncanakan menguntungkan atau tidak, disamping itu sebagai gambaran apakah suatu pabrik yang dibuat cukup fleksibel jika ditinjau dari segi ekonomi.

Faktor – faktor yang perlu ditinjau adalah :

- Tingkat pengembalian bunga (Interest Rate of Return)
- Jarak waktu pengembalian pinjaman (Pay Out Time)
- Titik impas / Break Even Point (BEP)

Untuk menentukan faktor - faktor diatas, terlebih dahulu harus diketahui :

- Total Investasi (Total Capital Investment)
- Biaya Produksi (Total Production Cost)

X.1 Total Capital Investment (TCI)

Total capital investment diartikan sebagai jumlah modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik baru dan biaya untuk menjalankan pabrik selama beberapa waktu tertentu.

Total Capital Investment secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 bagian :

1. Fixed Capital Investment (FCI)

Yaitu modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik yang meliputi peralatan, pemasangan alat, dan fasilitas lain sehingga pabrik dapat beroperasi. Dari lampiran E diperoleh $FCI = \text{Rp. } 55.205.080.470$

2. Working Capital Investment (WCI)

Yaitu modal yang diperlukan untuk menjalankan pabrik yang telah siap untuk beroperasi dalam jangka waktu tertentu (pada awal masa operasi).

Karena keterbatasan data yang diperlukan untuk membuat analisis ekonomi secara terperinci maka dalam perancangan ini digunakan metode Study Estimate yaitu metode dimana semua investasi pabrik dihitung berdasarkan harga peralatan pabrik.

X.2 Total Produksi Cost (TPC)

Total Produksi Cost terdiri dari :

1. Manufacturing Cost

Adalah biaya yang diperlukan oleh pabrik berhubungan dengan operasi dan peralatan proses yang terdiri dari :

- Direct Produksi Cost

Meliputi biaya transportasi bahan baku, upah buruh, biaya supervise langsung, perawatan dan perbaikan, utilitas, royalty, dan operasi supply.

- Fixed Changes

Biaya yang tetap dari tahun ke tahun dan tidak berubah dengan adanya laju produksi, biaya tersebut meliputi pajak, depresiasi, asuransi dan bunga bank.

- **Plant Over Head Cost**

Terdiri dari pelayanan medis dan kesehatan, tunjangan keselamatan, perawatan, pengepakan, fasilitas rekreasi, laboratorium, fasilitas penyimpanan.

2. General Expenses

Yaitu biaya biaya umum yang dikeluarkan untuk menunjang operasi pabrik, yang meliputi biaya administrasi, biaya pemasaran dan distribusi, biaya penelitian dan pengembangan (research dan development) serta pajak pendapatan.

X.3 Analisa Profitability

Dalam analisa ini digunakan beberapa asumsi, yaitu umur pabrik 15 tahun dengan kapasitas produksi masing masing adalah:

1. Tahun pertama 85%
 2. Tahun kedua 95%
 3. Tahun ketiga sampai tahun ke lima belas 100%
 4. Pajak pendapatan 35% dari laba kotor
- **Break Even Point (BEP)**
Break Even Point merupakan kondisi dimana pabrik beroperasi pada kapasitas tidak untung dan tidak rugi. Penentuan titik impas ditentukan dengan cara membuat suatu kurva unit cost.
 - **Interest Rate of Return (IRR)**
Didefinisikan sebagai beban discount yang mampu ditanggung oleh sebuah perusahaan sedemikian rupa sehingga commulative present value

hingga akhir umur perusahaan sama dengan jumlah investasi yang ditambahkan.

- **Cash Flow**

Cash Flow dimaksudkan untuk mengetahui sampai berapa lama pengasilan suatu pabrik dapat menutupi investasi yang ditanamkan dapat dilihat pada tabel X-1

- **Shut Down Point**

Merupakan suatu kondisi dimana pabrik beroperasi dengan kapasitas produksi tertentu mengalami penyusutan peralatan operasi sehingga pabrik harus dihentikan dan dikeluarkan biaya untuk pemeliharaan dan perbaikan.

- **Return On Investmen (ROI)**

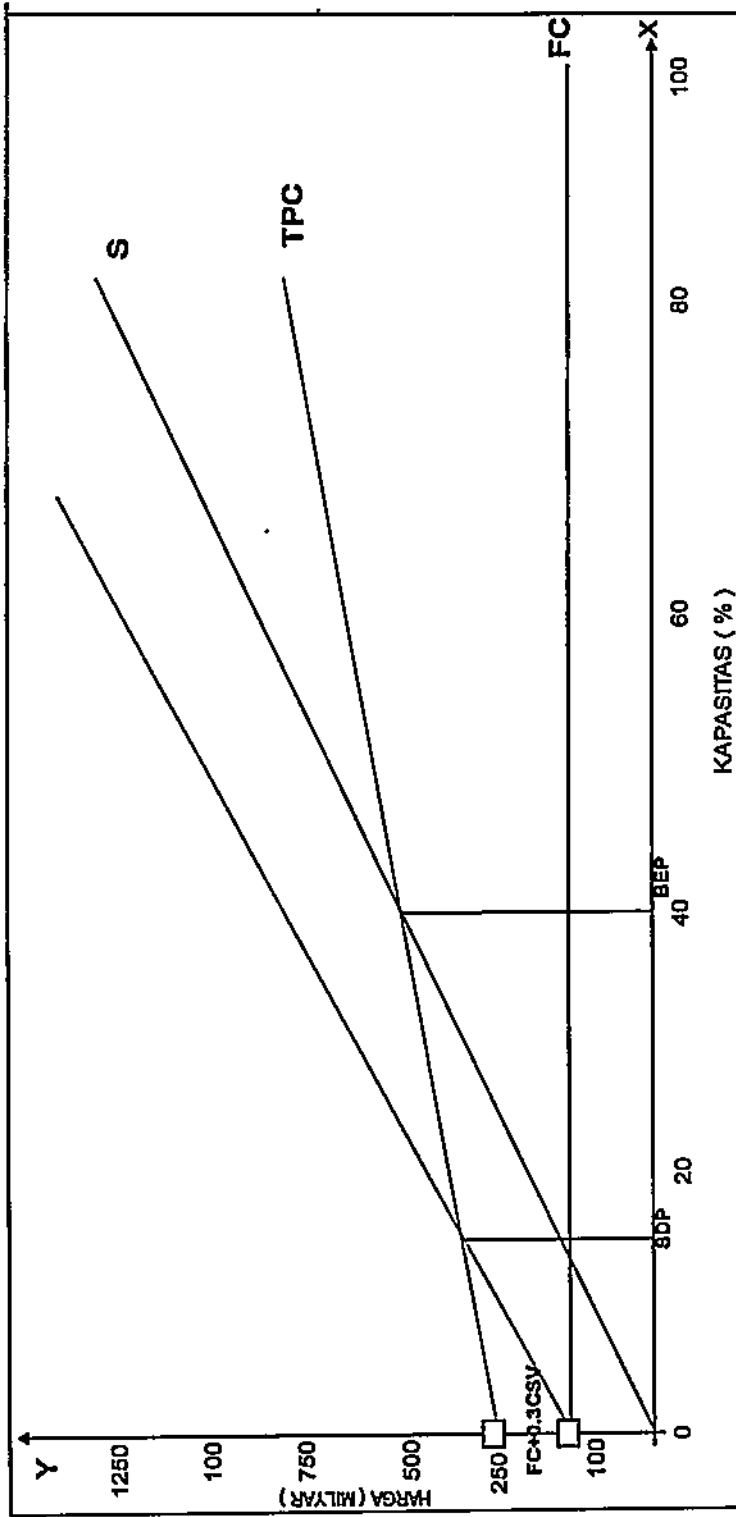
Return On Investmen atau laju pengembalian modal adalah perbandingan antara uang yang diperoleh setiap tahun terhadap total investasi.

Hasil-hasil perhitungan analisa ekonomi yang diperoleh dari lampiran-D adalah sebagai berikut:

1. Total modal investasi (*total capital investmen*) Rp. 64.947.153.495
2. Total biaya produksi (*total production cost*) Rp. 128.457.042.051
3. Laba sebelum pajak Rp. 23.183.029.949 dan sesudah pajak Rp.15.068.969.466
4. *Return On Investmen* sebelum dan sesudah pajak masing masing 35,6% dan 23,21%
5. *Pay out time* sebelum dan sesudah pajak masing-masing 1,9 tahun dan 2,7 tahun.

6. *Break Even Point* sebesar 40,00%.
7. *Shut Down Point* sebesar 20,94%
8. *Interest rate of return* sebesar 26,54%

**GRAFIK BEP
ANALISA EKONOMI**



BABXI

BAB XI

KESIMPULAN

1. Pabrik CNSL produksi 7.000 ton per tahun layak untuk didirikan dengan berdasarkan hasil analisa kelayakan ekonomi yaitu:
 - o Total Investasi Pabrik = Rp. 208.606.396.722
 - o Pay Of Time (POT) = 2,4 tahun
 - o Interest Rate of Time = 22,47 %
 - o Break Event Point (BEP) = 48,72 %
 - o Shut Down Point (SDP) = 20,03 %
2. Pabrik CNSL diekstraksi dari bahan baku kulit biji mete dengan menggunakan bahan pelarut n-hexana.
3. Pabrik direncanakan didirikan di Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Sulawesi Selatan dengan mempertimbangkan :
 - a. Perolehan bahan baku dan pemasaran produk.
 - b. Didukung oleh sarana yang memadai guna memperoleh bahan baku maupun memasarkan produk.
 - c. Tenaga kerja tersedia cukup banyak.
 - d. Kebutuhan utilitas dari PLN dan sungai di sekitarnya.
 - e. Pabrik ini akan membuka lapangan kerja baru dan mengurangi jumlah impor untuk menunjang perkembangan industri kimia di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries,R.S and Newton,R.D,"*Cost Estimation for Chemical Engineering*",McGraw Hill Book Co.Inc, New York,1995
- Bhattacharya B.C. 1976 "*Introduction to Chemical Equipment Design Mechanical Aspects*", Kharagfur
- Brown G.G.," *Unit Operation*", Juhn Wiley and Sons, Inc Charles E. Tuttle Company, New York, 1995
- Brownell. L. E, and Young. E H, "*Process Equipment and Vessel Design*",Vol 6, Pergamon Press, New York, 1983
- Kern, D,Q, "*Process Heat Transfer*", McGraw Hill Co.,New York,1965
- Petters Max. S, and Timmerhaus, Klaus, D, "*Plant design and Economic for Chemical Engineer*",4th Edition, McGraw Hill International Book Company, Tokyo, 1980.
- Petters Max. S, and Timmerhaus, Klaus, D, "*Plant design and Economic for Chemical Engineer*",5th Edition, McGraw Hill International Book Company, Tokyo, 2004
- Perry's, "*Chemical Engineering Handbook*",3th – 6th Edition, McGraw Hill Book Company. Inc. NewYork.1979
- Barley.A.WE,"Pengantar Teknologi minyak dan lemak pangan",Jakarta.1950
- Road map, "*komoditi jambu mete 2006-2025*". *Internet*
- Stanley M. Wallas, 1988, "*Chemical Process Equipment*", Departement of Chemical and Petroleum Engineering University of Kansas.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN NERACA MASSA

Basis Perhitungan : 100 kg / jam kulit biji mete gelondong

1. Neraca massa pada Cracker

Dianggap tidak ada yang hilang pada Cracker :

Masuk = 100 kg / jam

Keluar = 100 kg / jam

Komposisi terdiri dari :

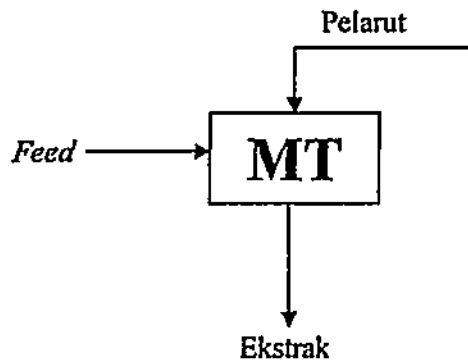
Sumber : Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan, Borley,A.E(1950)

Padat = 56%

Lemak = 39%

Air = 5%

2. Neraca Massa Pada Mixer tank



➤ **MASUK**

Pelarut yang digunakan adalah Metanol dengan kemurnian 94% dan perbandingan antara feed dan pelarut 1 : 3 (jika feed 100 kg maka pelarut = 300kg)

✓ **Feed = 100 kg / jam**

$$1. \text{ Padat} = 56\% \times 100 \text{ kg / jam} = 56 \text{ kg / jam}$$

$$2. \text{ Minyak} = 39\% \times 100 \text{ kg / jam} = 39 \text{ kg / jam}$$

$$3. \text{ Air} = 5\% \times 100 \text{ kg / jam} = 5 \text{ kg / jam}$$

$$\text{Total} = 100 \text{ kg / jam}$$

✓ **Pelarut = 300 kg / jam**

Komposisi :

$$1. \text{ Metanol} = 94\% \times 300 \text{ kg / jam} = 282 \text{ kg / jam}$$

$$2. \text{ Air} = 6\% \times 300 \text{ kg / jam} = 18 \text{ kg / jam} +$$

$$\text{Total} = 300 \text{ kg / jam}$$

$$\text{Total yang masuk : Feed + Pelarut} = 100 + 300$$

$$= 400 \text{ kg / jam}$$

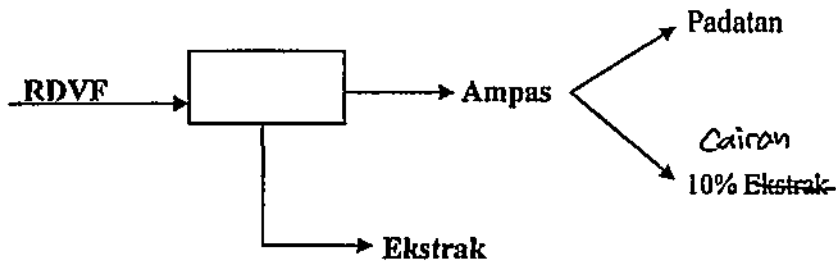
➤ **KELUAR**

Dianggap tidak ada yang hilang pada Mixer Tank, sehingga :

$$\text{Massa yang masuk} = \text{Massa yang keluar}$$

$$400 \text{ kg / jam} = 400 \text{ kg / jam}$$

3. Neraca Massa Pada Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF)



> MASUK

$$1. \text{ Padatan} = 56 \text{ kg / jam} = \frac{56}{400} \times 100\% = 14 \%$$

2. Larutan :

$$\bullet \text{ Metanol} = 282 \text{ kg / jam} = \frac{282}{400} \times 100\% = 70,5 \%$$

$$\bullet \text{ CNSL} = 39 \text{ kg / jam} = \frac{39}{400} \times 100\% = 9,75 \%$$

$$\bullet \text{ Air} = 23 \text{ kg / jam} = \frac{5 + 18}{400} \times 100\% = 5,75 \%$$

$$\text{Total} = 100 \%$$

> KELUAR

✓ Ampas (Rafinat) :

Pada ampas terdapat 10% cairan / larutan.

$$10\% \text{ Cairan} = \frac{\text{Massa Cairan (w)}}{\text{Massa Cairan (w)} + \text{Massa Padatan}}$$

$$0,1 = \frac{W}{W + 56 \text{ kg / jam}}$$

$$0,1 W + 56 (0,1) = W$$

$$5,6 = W - 0,1 W$$

$$5,6 = 0,9 W$$

$$W = \frac{5,6}{0,9}$$

$$\text{Cairan diampas (W)} = 6,2222 \text{ kg / jam}$$

Jadi massa cairan di dalam ampas = 6,2222 kg / jam

$$\text{Massa Total Rafinat} = 56 + 6,2222$$

$$= 62,2222 \text{ kg / jam}$$

✓ Ekstrak :

$$\text{Massa ekstrak} = \text{Feed} - \text{M. rafinat}$$

$$= 400 - 62,2222$$

$$= 337,7778 \text{ kg / jam}$$

Komposisi ekstrak :

$$1. \text{ Metanol} = \frac{70,5}{86} \times 100\% = 81,9767 \%$$

$$2. \text{ CNSL} = \frac{70,5}{86} \times 100\% = 11,3372 \%$$

$$3. \text{ Air} = \frac{5,75}{86} \times 100\% = 6,6861\% +$$

$$\text{Total} = 100 \%$$

Jadi massa ekstrak :

$$\text{Metanol} = 81,9767 \% \times 337,7778 = 276,8991 \text{ kg / jam}$$

$$\text{CNSL} = 11,3372 \% \times 337,7778 = 38,2945 \text{ kg / jam}$$

$$\text{Air} = 6,6861 \% \times 337,7778 = 22,5841 \text{ kg / jam} +$$

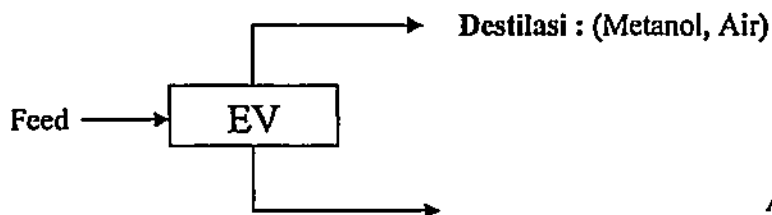
$$\text{Total massa ekstrak} = 337,7778$$

Massa masuk = Massa Keluar

$$400 \text{ kg / jam} = 62,2222 + 337,7778$$

$$400 \text{ kg / jam} = 400 \text{ kg / jam}$$

4. Naraca Massa Pada Evaporator



Bottom : (CNSL, Air)

✓ MASUK

1. Metanol	=	81,9767%	x	337,7778	=	276,8991 kg / jam
2. CNSL	=	11,3372%	x	337,7778	=	38,2945 kg / jam
3. Air	=	6,681 %	x	337,7778	=	22,5842 kg / jam+
Total					=	337,7778 kg / jam

✓ KELUAR

▪ Top

Dari persamaan antoine :

$$\text{Log } P^* = A - \frac{B}{C + T(K)}$$

Dimana :

Senyawa	A	B	C
Metanol	16,4948	3593,39	-35,2249
Air	16,5362	3985,44	-38,9974

Senyawa	Massa	BM	Mol	X_i	T(K)	$\text{Log } P^*$	P^*	$K=P^*/P_t$	$Y=K \times X_i$	
CH ₃ OH	276,8991	32	8,6531	0,8734	340,37	4,7188	840,4595	1,1059	0,9658	
H ₂ O	22,5842	18	1,2547	0,1266	340,37	3,3119	205,8317	0,2708	0,0343	
Total			9,9078	Total				1,000122		

Dari Trial and Error diperoleh $T = 340,37^{\circ}\text{K}$

Maka :

✓ Metanol :

$$\begin{aligned}\text{Log } P^{\circ} &= \frac{16,4948 - 3593,39}{-35,2249 + 340,37^{\circ}\text{K}} \\ &= 16,4948 - 11,7760 \\ &= 4,7188\end{aligned}$$

$$P^{\circ} = 112,0331\text{Kpa} = 840,4631\text{ mmHg}$$

$$\begin{aligned}K &= \frac{P^{\circ}}{P_t} = \frac{840,4631\text{ mmHg}}{760\text{ mm Hg}} \\ &= 1,1059\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_{\text{Metanol}} &= K \times X_{i\text{Metanol}} \\ &= 1,1059 \times 0,8739 \\ &= 0,9658\end{aligned}$$

✓ Air :

$$\begin{aligned}\text{Log } P^{\circ} &= 16,5362 - \frac{3985,44}{-38,9974 + 340,37^{\circ}\text{K}} \\ &= 3,3119\end{aligned}$$

$$P^{\circ} = 27,4732 \text{ Kpa} = 205,8305 \text{ mmHg}$$

$$K = \frac{P^{\circ}}{P_t} = \frac{205,8305 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}}$$

$$= 0,2708$$

$$Y_{\text{air}} = K \times X_{i_{\text{air}}}$$

$$= 0,2708 \times 0,1266 = 0,0342$$

Maka komposisi % mol uap :

$$\bullet \text{ Metanol} = Y_{\text{metanol}} \times 100\% = 0,9658 \times 100\% = 96,58\%$$

$$\bullet \text{ Air} = Y_{\text{air}} \times 100\% = 0,0342 \times 100\% = 3,42\%$$

Maka komposisi %Berat Uap

Komposisi	X_i	Mol	BM	Gram	% Berat
Metanol	0,9658	96,58	32	3090,56	0,9804
Air	0,0342	3,42	18	61,56	0,0196

Massa uap (M) :

$$\bullet M_{\text{uap}} = \frac{100\%}{98,04\%} \times 276,8991 \text{ kg / jam}$$

$$= 282,4348 \text{ kg / jam}$$

$$\bullet M_{\text{air}} = \frac{1,96\%}{100\%} \times 282,4348 \text{ kg / jam} = 5,5357 \text{ kg / jam}$$

$$\bullet M_{\text{Metanol}} = \frac{98,04\%}{100\%} \times 282,4348 \text{ kg / jam} = 276,8991 \text{ kg / jam}$$

$$\text{Total} = 282,4348 \text{ kg / jam}$$

▪ Bottom

Komposisi pada bottom :

$$\begin{aligned} \diamond \text{ Massa air}_{\text{bottom}} &= (\text{Massa air}_{\text{masuk}}) - (\text{Massa air}_{\text{destilasi}}) \\ &= 22,5842 - 5,5358 = 17,0484 \text{ kg / jam} \end{aligned}$$

$$\diamond \text{ Massa CNSL} = 38,2945 \text{ kg / jam} +$$

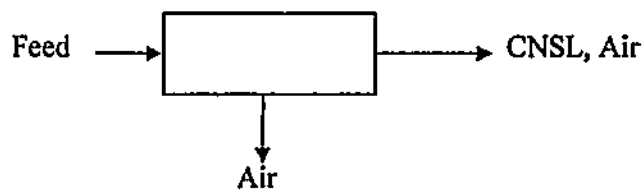
$$\text{Total} = 55,3429 \text{ kg / jam}$$

$$\text{Massa masuk} = \text{Massa keluar}$$

$$337,777 \text{ kg / jam} = (282,4348 + 55,3429) \text{ kg / jam}$$

$$337,777 \text{ kg / jam} = 337,777 \text{ kg / jam}$$

5. Dekanter



✓ MASUK

$$1. \text{ CNSL} = 38,2945 \text{ kg / jam}$$

$$2. \text{ Air} = 17,0484 \text{ kg / jam} +$$

$$\text{Total} = 55,3429 \text{ kg / jam}$$

✓ **KELUAR**

Produk atas (Y) :

Kadar air yang terikat pada minyak nabati pada umumnya 0,4%
sehingga asumsi kadar air terikat pada CNSL = 0,4%

Sehingga berat air terikat pada CNSL :

$$\% H_2O = \frac{\text{Massa } H_2O}{\text{Massa CNSL} + \text{Massa } H_2O} \times 100\%$$

$$0,4\% = \frac{X}{38,2945 + X} \times 100\%$$

$$0,4 (38,2945 + X) = 100 X$$

$$15,3178 + 0,4 X = 100 X$$

$$15,3178 = 100 X - 0,4 X$$

$$15,3178 = 99,6 X$$

$$X = \frac{15,3178}{99,6} = 0,8613 \text{ kg / jam}$$

Produk Bawah (Z) :

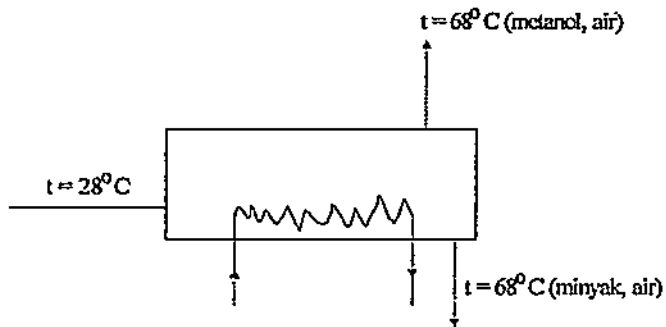
$$\begin{aligned} \text{Massa air} &= \text{Massa Air}_{(\text{masuk})} - \text{Massa Air}_{(\text{keluar})} \\ &= 17,0484 - 0,1538 \\ &= 16,8946 \text{ kg / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total masuk} &= \text{Total Keluar} \\ 55,3429 \text{ kg / jam} &= (38,4483 + 16,8946) \text{ kg / jam} \\ 55,3429 \text{ kg / jam} &= 55,3429 \text{ kg / jam} \end{aligned}$$

LAMPIRAN B

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN NERACA PANAS

1. EVAPORATOR



Diketahui:

$$Cp_{\text{metanol}} = 0,7112 \text{ kkal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$Cp_{\text{air}} = 1$$

$$Cp_{\text{minyak}} = 0,5324 \text{ kkal / kg } ^\circ\text{C} + 68^\circ\text{C}$$

Panas masuk:

$$\begin{aligned} Q_{\text{metanol}} &= m \cdot Cp \cdot \Delta T \\ &= 6537,8923 \times 0,7112 \times (30 - 25) \\ &= 23248,7450 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{CNSL}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 904,1753 \times 0,5058 \times (30 - 25) \\
 &= 2286,6593 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{H}_2\text{O}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 533 \cdot 1 \cdot (30 - 25) \\
 &= 2665 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{metanol}} + Q_{\text{CNSL}} + Q_{\text{H}_2\text{O}} \\
 &= 23248,7450 + 2286,6593 + 2665,0 \\
 &= 28200,4043 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

Panas Keluar:

a. Uap

$$T_{\text{ref}} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{out}} = 68^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{H}_2\text{O}} \text{ pada suhu } 68^\circ\text{C} = 558,15 \text{ kkal / kg}$$

$$\lambda_{\text{CH}_4\text{O}} \text{ pada suhu } 60^\circ\text{C} = 396,956$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{metanol}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda_{\text{metanol}} \\
 &= 6537,8923 \times 0,7112 \times (68 - 25) + 6537,8923 \times 396,956 \\
 &= 199939,2072 + 2.595255,576 \\
 &= 2.795194,783 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{air}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda \\
 &= 130,7040 \cdot 1 \cdot (68 - 25) + 130,7040 \cdot 558,15 \\
 &= 5620,272 + 72952,4376 = 78572,7096 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{uap}} &= Q_{\text{metanol}} + Q_{\text{air}} \\
 &= 2.795194 + 78572,7096 \\
 &= 2873767,493 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

b. Bottom

$$\begin{aligned}
 C_p \text{ minyak} &= \frac{A}{\sqrt{d^{1,5}}} + B (T - 15) \\
 &= \frac{0,450}{\sqrt{0,88^{1,5}}} + 0,0007 \cdot (68 - 15) \\
 &= 0,5324 \text{ kkal / kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{minyak}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 904,1753 \cdot 0,5324 \cdot (68 - 25)^\circ\text{C} \\
 &= 20699,4659 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{air}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 402,5338 \cdot 1 \cdot (68 - 25)^\circ\text{C} \\
 &= 17308,9534 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{bottom}} &= Q_{\text{minyak}} + Q_{\text{air}} \\
 &= 20699,4659 + 17308,9534 \\
 &= 38008,4193 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total } Q_{\text{out}} &= Q_{\text{uap}} + Q_{\text{bottom}} \\
 &= 2.873.767,493 + 38.008,4193 \\
 &= 2.911.775,912 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan panas Evaporator

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{evaporator}} &= Q_{\text{out}} - Q_{\text{in}} = 2.911.775,912 - 282004043 \\
 &= 2883575,508 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

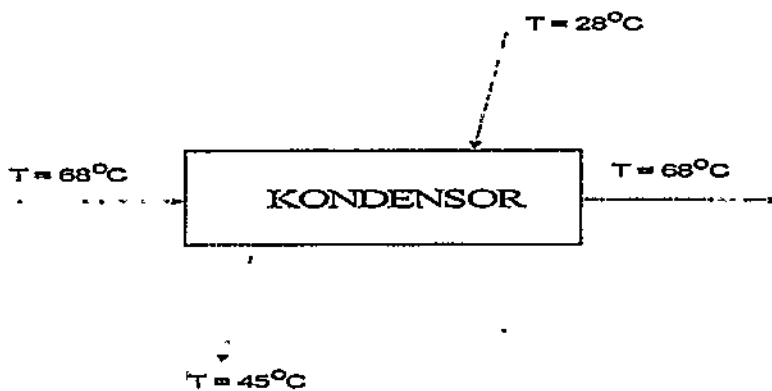
d. Kebutuhan Steam

Panas Steam yang digunakan adalah 120°C (Saturated Steam) maka λ

steam = 526,40 kkal / kg

$$\begin{aligned} M_s &= \frac{Q_e}{\lambda_s} \\ &= \frac{2.883575,508 \text{ kkal Jam}}{526,40 \text{ kkal/kg}} \\ &= 5.477,9169 \text{ kg / jam} \\ &= 5.478 \text{ kg / jam} \end{aligned}$$

2. KONDENSOR



Panas masuk:

$$\begin{aligned} Q_{\text{metanol}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda \\ &= 6537,8923 \times 0,7112 \times (68 - 25) + 6537,8923 \times 396,956 \\ &= 2.795.194,783 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{air}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda \\
 &= 130,7040 \cdot 1 \cdot (68 - 25) + 130,7040 \cdot 558,15 \\
 &= 5620,272 + 72952,4376 \\
 &= 78.572,7096 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{masuk}} &= Q_{\text{metanol}} + Q_{\text{air}} \\
 &= 2.795194,783 + 78572,7096 \text{ kkal / jam} \\
 &= 2.873.767,493 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

Panas keluar:

$$T_{\text{ref}} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{out}} = 68^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{metanol}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 6537,8923 \times 0,7112 \times (68 - 25)^{\circ}\text{C} \\
 &= 199.939,2072 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{air}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 130,7040 \times 1 \times (68 - 25)^{\circ}\text{C} \\
 &= 5620,272 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= Q_{metanol} + Q_{air} \\
 &= 199.939,2072 + 5620,272 \\
 &= 205.559,4792 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

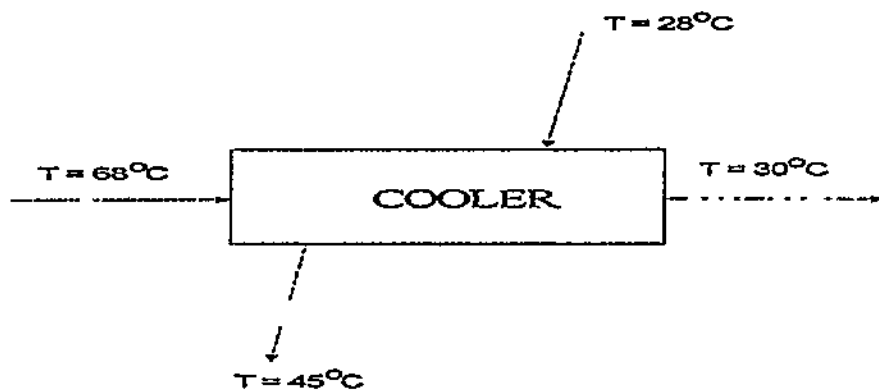
Beban panas penghambat

$$\begin{aligned}
 Q_p &= Q_{in} + Q_{out} \\
 &= 2873767,493 - 205.559,4792 \\
 &= 2668208,014 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air pengkondensat

$$\begin{aligned}
 M_p &= \frac{Q_p}{C_p \cdot \Delta T} \\
 &= \frac{2668208,014}{1 \times (45-28)} \text{ kkal / jam} \\
 &= 156.953,4126 \text{ kg / jam}
 \end{aligned}$$

3. COOLER DESTILAT (01)



Panas Masuk:

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{in} = 68^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} Q_{metanol} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 6537,8923 \cdot 0,7112 \cdot (68^{\circ} - 25) \\ &= 199.939,2072 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{air} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 130,7040 \cdot 1 \cdot (68 - 25) \\ &= 5620,272 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

Total panas masuk (Q_m)

$$\begin{aligned} Q_m &= Q_{metanol} + Q_{air} \\ &= 199.939,2072 \text{ kkal / jam} + 5620,272 \text{ kkal / jam} \\ &= 205.559,4792 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

Panas Keluar

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{out} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{metanol}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 6537,8923 \cdot 0,7112 \cdot (30 - 25) \\
 &= 23248,745 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{air}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 130,7040 \cdot 1 \cdot (30 - 25) \\
 &= 653,52 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Panas keluar } (Q_{\text{out}}) &= Q_{\text{metanol}} + Q_{\text{air}} \\
 &= 23248,745 + 653,52 \\
 &= 23902,265
 \end{aligned}$$

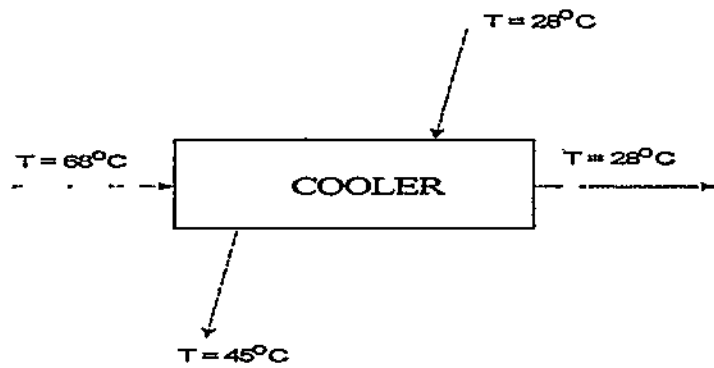
Beban panas:

$$\begin{aligned}
 Q_p &= Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}} \\
 &= 205.559,4792 - 23902,265 \\
 &= 181657,2142 \text{ kkal / jam}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air pengkondensat

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q_p}{C_p \cdot \Delta T} \\
 &= \frac{181657,2142}{1 \cdot (45 - 28)} \\
 &= 10.685,7184 \text{ kg / jam}
 \end{aligned}$$

4. COOLER EKSTRAK (02)



Panas Masuk:

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{in} = 68^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} Q_{minyak} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 904,1753 \cdot 0,5324 \cdot (68 - 25) \\ &= 20699,4659 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{air} &= 402,5338 \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 402,5338 \cdot 1 \cdot (68 - 25) \\ &= 17308,9534 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total } Q_{in} &= Q_{minyak} + Q_{air} \\ &= 20699,4659 + 17308,9534 \\ &= 38008,4193 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

Panas Keluar:

$$T_{\text{ref}} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{in}} = 68^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{minyak}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 904,1753 \cdot 0,5324 \cdot (28 - 25) \\ &= 1444,1487 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air}} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 402,5338 \cdot 1 \cdot (28 - 25) \\ &= 1207,6014 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total } Q_{\text{out}} &= Q_{\text{minyak}} + Q_{\text{air}} \\ &= 1.444,1487 + 1207,6014 \\ &= 2651,7501 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

Beban panas (Q_p):

$$\begin{aligned} Q_p &= Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}} \\ &= 38008,4193 - 2651,7501 \\ &= 35356,6692 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan air pendingin (Mp):

$$\begin{aligned} Mp &= \frac{Qp}{Cp \cdot \Delta T} \\ &= \frac{35356,6692}{1 \cdot (45-28)} \\ &= 2.079,8040 \text{ kkal / jam} \end{aligned}$$

LAMPIRAN C

LAMPIRAN C
SPESIFIKASI PERALATAN

1. GUDANG (GD)

Fungsi : Tempat penyimpanan sementara kulit biji mete.

Kebutuhan kulit biji mete = 2361,1111 kg/jam

Kapasitas gudang untuk kebutuhan dalam 1 minggu (7 hari)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kulit biji mete} &= \frac{2361,11\text{kg}}{\text{jam}} \times \frac{24\text{jam}}{\text{hari}} \times 7 \text{ hari} \\ &= 396.666,6648 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Densitas kulit biji mete} = 4140 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume kulit biji mete} &= \frac{\text{massa kulit biji mete}}{\rho_{\text{kulit biji mete}}} \\ &= \frac{397.666,6648\text{kg}}{4140\text{kg/m}^3} \\ &= 96,0547 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi gudang} = 5 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang gudang} = 2.L \text{ (perbandingan panjang dan lebar dan panjang gudang 2:1)}$$

$$\text{Lebar} = \frac{1}{2} \times P$$

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$96,0547 = 2 \times L \times L \times 5$$

$$10L^2 = 96,0547$$

$$L^2 = 9,6054m^3$$

$$L = 3,0992 \text{ meter}$$

$$P = 2 \times L$$

$$= 2 \times 3,0992$$

$$= 6,1984 \text{ meter}$$

Kesimpulan :

Konstruksi : Beratap dan berdinding seng

Panjang Gudang : 6,1984 meter

Lebar : 3,0992 meter

Tinggi : 5 meter

Jumlah Gudang : 1 Unit

2. BELT CONVEYOR (BC 01)

Fungsi : mengangkut kulit mete gelondong dari gudang penyimpanan menuju ke Cracker.

➤ **Kapasitas pengangkutan (M)**

$$M = 2361,1 \text{ kg/jam}$$

$$= 2,36 \text{ ton/jam}$$

➤ Lebar Belt = 14 inchi (tabel 16 Brown)

➤ Normal Speed = 200 rpm (tabel 15 Brown)

➤ Keterangan:

L = Panjang Belt

H = Tinggi Eevator

= 5 meter

= 16,4042 ft

➤ Dianggap tidak dipasang triple, maka power minimum (P) adalah:

$$P = \frac{F(L + L_o) \cdot (T + 0,03 \cdot W \cdot S) + T \cdot H}{990} \dots \dots \dots (\text{Brown Hal 57})$$

Dimana :

F = Faktor friksi untuk Plain Bearugs (0,05)

L = Panjang Belt Conveyor (100 ft)

L_o = 150 (untuk Plain Bearugs)

T = Kapasitas angkut (ton/jam) = 2,36111 ton/jam

S = Kecepatan Belt Conveyor (rpm)

ΔZ = 25 ft

W = Berat Belt Conveyor = 11lb/in, lebar Belt Conveyor

➤ Berat Belt Conveyor = lb/in, lebar Belt Conveyor per ft panjang Belt

Conveyor, maka :

Dianggap pada Belt Conveyor dipasang anti pition bearing maka:

$$\begin{aligned} W &= 14 \text{ in lb/ft.in} \\ &= 14 \text{ lb/ft} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P &= \frac{0,05 \cdot (100 + 150) (2,36111 + 0,03 \cdot 14 \cdot 200) + 2,36111 \cdot 25}{990} \\ &= 1,1799 \text{ HP} \\ &= 879,8526 \text{ Watt} \\ &= 0,8798526 \text{ KWatt} \end{aligned}$$

Efisiensi Motor : 80 %

$$\begin{aligned} P \frac{Hp}{eff} &= \frac{1,2}{0,8} \\ &= 1,5 \text{ HP} \end{aligned}$$

- Spesifikasi conveyor :

Kode = BC-02

Kapasitas = 2,3611 ton/jam

Power = 1 HP

Jumlah = 1 unit

Lebar = 14 inc

Normal speed = 200 rp

3. CRACKER

Fungsi : Untuk memotong /mencincang kulit biji mete.

Berdasarkan Perry, S *Chemical Enggining Handbook, Sixteen Edition:*
Tabel 8.17 (Rotary-Cutter Spesifications)

Machine	Floor Space Required, inc	Shipping Weight, lb	Speed r.p.m	Hp	Screen Size, in
0	37 x 17	500	900 – 1200	2 – 5	10 x 17
1	54 x 34	1500	600 – 1200	5 – 15	20 x 24
2	68 x 42	4000	600 – 900	15 – 40	20 x 28
2 ¹ / ₂	96 x 39	6000	500 – 800	20 – 45	35 x 36
3	102 x 43	12000	500 – 60	30 - 60	51 x 30

Hal 8 – 29

Maka berdasarkan kapasitas yang masuk = 2.361,11 kg/jam

= 5,205,3 lb/jam

Dipilih :

Machine = 2¹/₂

Floor Space Required = 96 x 39

Shipping Weight = 6000 lb

Speed = 750 rpm

Power = 20 Hp

Screen Size = 35 x 36 inc

4. SILO

Fungsi : untuk menampung kulit yang sudah dihancurkan dari Cracker

Bentuk : Silinder tegak dan penutup bawah berbentuk konis.

- Jumlah kulit mete gelondong yang ditampung (M)

$$M = 2361,11 \text{ kg}$$

- Kondisi operasi

Tekanan operasi : 1 atm : 101.325,0482 N/m²

Temperatur operasi : 28°C

Densitas Mete Gelondong : 363,62 kg/m³

Volume Umpan (V):

$$V = \frac{M}{P} = \frac{2361 \text{ kg/jam}}{363,62 \text{ kg/m}^3} \cdot 1 \text{ jam} = 6,4933 \text{ m}^3$$
$$= 6,4933 \text{ m}^3$$

Dianggap volume umpan mencapai 85% volume tangki, maka :

$$\text{Volume Tangki} = \frac{100}{85} \times 6,4933 \text{ m}^3$$
$$= 7,6392 \text{ m}^3$$

- Pemilihan ukuran silinder

Type : Tangki vertical

Tutup atas : Tidak ada

Tutup bawah : Konis

- Menghitung diameter tangki (D_s)

$$\text{Volume tangki} = \frac{\pi}{4} \cdot D_s^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot D_s$$

$$\text{Ditetapkan : Tinggi silinder (Hs)} = \frac{3}{2} \cdot D_s$$

Maka:

$$V_s = \frac{\pi}{4} \cdot D_s^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot D_s$$

$$7,6392 \text{ m}^3 = 1,1775$$

$$D_s^3 = \frac{7,6392}{1,1775}$$

$$= 6,4876 \text{ m}^3$$

$$D_s = 1,8651 \text{ m}$$

$$= 73,42 \text{ in}$$

Sehingga :

$$H_s = \frac{3}{2} \cdot 1,8651 \text{ m}$$

$$= 2,7976 \text{ meter}$$

Tinggi bahan baku dalam silinder (H_i) :

$$H_i = \frac{80}{100} \cdot H_s$$

$$= \frac{80}{100} \cdot 2,7976 \text{ m}$$

$$= 2,2381 \text{ meter}$$

Tebal silinder (T_s):

$$T_s = \frac{P_r R_i}{S.E - 0,6.P_r} + C \dots\dots\dots \text{(pers 13-1, Brownel \& Young)}$$

Dimana :

- P_r = Tekanan rancang (N/m^2)
= $P_{Oprasi} + P_H$

Jika

$$\begin{aligned} P_H &= \rho \cdot H_R \cdot g \\ &= 363,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,2381 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m/detik}^2 \\ &= 7983,6251 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_r &= 101.325,0482 \text{ N/m}^2 + 7983,6251 \text{ N/m}^2 \\ &= 109.308,6723 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

- R_i = jari-jari dalam (m)
= $\frac{D_s}{2} = \frac{1,8648}{2} = 0,9324 \text{ meter}$

- Jika material yang digunakan adalah Carbon Steel SA-334 Grade C
(tabel 13-1 Brownel young)

$$\begin{aligned} S &= \text{Tegangan yang diisinkan (N/m}^2\text{)} \\ &= 11700 \text{ Psi} \cdot 6894,7 \\ &= 80.667,990 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

- E = Efisiensi sambungan
= 80 %

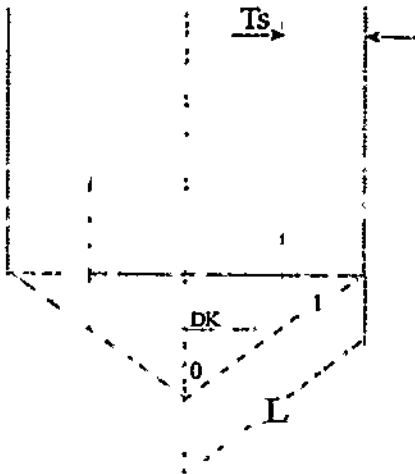
- C = Faktor korosi (m)
= 0.003 meter

Maka :

$$\begin{aligned} T_s &= \frac{109.308,6723N/m^2 \cdot 0,9325meter}{80.667,990N/m^2 \cdot (0,8) - (0,6) \cdot 109.308,6723N/m^2} + 0,003 \\ &= 4,581 \times 10^{-3} \\ &= 0,1803 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Digunakan tebal plat standar 3/16 inch (0,1875) inch

- Penentuan Tutup Bawah (konis)



$$\text{Jika } \theta = 30^\circ$$

Tebal Konis (TK):

$$TK = \frac{P \cdot Dk}{2 \cdot F \cdot J - P} \cdot \frac{1}{\cos \theta}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} Dk &= Di - 2 T_s \\ &= 1,8651 - 2 \cdot (4,76 \times 10^{-3}) \\ &= 1,8566 \text{ meter} \end{aligned}$$

maka:

$$\begin{aligned}T_k &= \frac{109.308,6723N/m^2 \cdot 1,8566 \text{ meter}}{2 \cdot 80.667,990N/m^2 - 109.308,6723N/m^2} \times \frac{1}{\cos 30^\circ} + 0,003 \\&= 4,4529 \times 10^{-3} \text{ meter} \\&= 0,17531 \text{ inchi}\end{aligned}$$

Diambil tebal plat standar 3/16 inchi (0,1875) inchi

- Penentuan Tinggi Tutup Bawah (konis)

$$\begin{aligned}H_k &= \frac{D_i}{2 \cdot \cos \alpha} \\&= \frac{1,8651}{1,7320} \\&= 1,0768 \text{ meter}\end{aligned}$$

Total Tinggi Tangki (Tt)

$$\begin{aligned}(Tt) &= H_{\text{Silinder}} + H_{\text{Konis}} \\&= 2,7976 \text{ meter} + 1,0768 \text{ meter} \\&= 3,8744 \text{ meter.}\end{aligned}$$

KESIMPULAN:

- Dimensi Silinder :
 - $T_s = 3/16 \text{ inch}$
- Dimensi Silinder
 - $H_s = 2,7976 \text{ meter}$
 - $H_k = 1,0768 \text{ meter}$
 - $T_k = 3/16 \text{ inchi}$
- Tinggi Tutup (Ht) = 3,8744 meter

5. BELT CONVEYOR – 05 (BC-05)

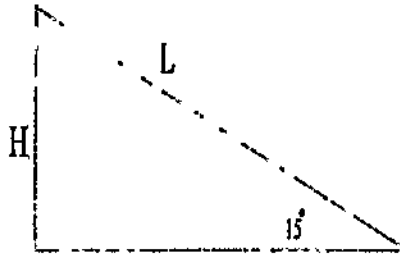
Fungsi : mengangkut kulit mete gelondong dari Cracker menuju ke Mixer Tank (tangki pencampur).

- Kapasitas pengangkutan (M)

$$\begin{aligned} M &= 2361,1 \text{ kg/jam} \\ &= 2,36 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

- Lebar Belt = 14 inci (tabel 16 Brown)

- Normal Speed = 200 rpm (tabel 15 Brown)



Keterangan:

- L = Panjang Belt
- H = Tinggi Eevator
= 5 meter
= 16,4042 ft

- Dianggap tidak dipasang triple, maka power minimum (P) adalah:

$$P = \frac{F(L + L_0) \cdot (T + 0,03 \cdot W \cdot S) + T \cdot H}{990} \dots \dots \dots (\text{Brown Hal 57})$$

Dimana :

F = Faktor friksi untuk Plain Bearugs (0,05)

L = Panjang Belt Conveyor (15 ft)

Lo = 150 (untuk Plain Bearugs)

T = Kapasitas angkut (ton/jam) = 2,36111 ton/jam

S = Kecepatan Belt Conveyor (rpm)

ΔZ = 25 ft

W = Berat Belt Conveyor = 1 lb/in, lebar Belt Conveyor

➤ Berat Belt Conveyor = lb/in, lebar Belt Conveyor per ft panjang Belt Conveyor maka :

Dianggap pada Belt Conveyor dipasang anti pioletion bearing maka:

$$W = 14 \text{ in lb/ft.in}$$

$$= 14 \text{ lb/ft}$$

Sehingga:

$$P = \frac{0,05 \cdot (15 + 150) (2,36111 + 0,03 \cdot 14 \cdot 200) + 2,36111 \cdot 25}{990}$$

990

$$= 0,7793 \text{ HP}$$

$$= 581,3578 \text{ Watt}$$

$$= 0,581378 \text{ KWatt}$$

Efisiensi Motor : 80 %

$$P \frac{Hp}{eff} = \frac{1,2}{0,8}$$

$$= 1,5 \text{ HP}$$

Spesifikasi conveyor :

Kode = BC-02

Kapasitas = 2,3611 ton/jam

Power = 1,5 HP

Jumlah = 1 unit

Lebar = 14 inc

Normal speed = 200 rpm

6. TANGKI PENAMPUNG METHANOL

Fungsi : Tempat penampungan pelarut, baik pelarut yang baru maupun pelarut yang telah di recycle dari proses ekstraksi.

- Jumlah Methanol yang digunakan

Kebutuhan methanol selama 1 minggu:

$$\begin{aligned} M &= 7.038,33 \text{ kg/jam} \cdot \frac{24\text{jam}}{1\text{hari}} \cdot 7 \text{ hari} \\ &= 1.189.999,44 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Kondisi Operasi

$$\text{Tekanan Operasi} = 1 \text{ Atm} = 101.325,0482 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Temperatur Operasi} = 28^\circ \text{ C}$$

$$\text{Densitas } \rho \text{ CH}_3\text{OH} = 783 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Cairan} &= \frac{M}{\rho} = \frac{1.189.999,44 \text{ kg}}{783 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 1.519,7949 \text{ m}^3 \\
 &= 401.531,0284 \text{ Gallon}
 \end{aligned}$$

jika digunakan 4 buah tangki, maka volume tiap tangki:

$$\begin{aligned}
 V_T &= \frac{1.519,7949^3}{4} \\
 &= 379,9487 \text{ m}^3 \\
 &= 100.382,7543 \text{ gallon}
 \end{aligned}$$

Dianggap volume CH₃OH menempati 85% volume tangki, maka:

Volume tangki (V_T):

$$\begin{aligned}
 V_T &= \frac{100}{85} \cdot 379,9487 \text{ m}^3 \\
 &= 446,9985 \text{ m}^3 \\
 &= 118.097,3502 \text{ gallon.}
 \end{aligned}$$

- **Pemilihan Ukuran Tangki**

Type = Tangki Vertikal

Tutup Atas = Dishead head

Tutup Bawah = Plat Head (Tutup Datar)

- Menghitung Diameter Tangki (Dt)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tangki total} &= V_{\text{Tangki}} + V_{\text{Head}} \\
 &= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^2 \cdot H + 0,001176 \cdot Dt^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Ditetapkan } H = \frac{3}{2} \cdot D = 1,5 D$$

maka :

$$\begin{aligned}V_T &= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^2 \cdot \frac{3}{2} + 0,000076 \cdot Dt^2 \\ &= 1,1786 Dt^3 \\ 446,9985 \text{ m}^3 &= 1,1786 Dt^3 \\ Dt^3 &= 379,2623 \text{ m}^3 \\ Dt &= 7,2385 \text{ m} \\ &= 284,9797 \text{ inchi}\end{aligned}$$

▪ Tinggi Tangki (Ht):

$$\begin{aligned}Ht &= 1,5 D \\ &= 1,5 \cdot 7,2385 \\ &= 10,8578 \text{ meter} \\ &= 427,4696 \text{ inchi}\end{aligned}$$

▪ Tinggi Cairan dalam Tangki, (Zt):

$$\begin{aligned}Zt &= \frac{85}{100} \cdot Ht \\ &= \frac{85}{100} \cdot 10,8578 \\ &= 9,2291 \text{ meter}\end{aligned}$$

▪ Tekanan Hidrostatik Cairan (P_H):

$$\begin{aligned}P_H &= \rho \cdot g \cdot Z_T \\ &= 783 \cdot 9,8 \cdot 9,2291 \\ &= 70.818,5759 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

▪ Tekanan Perancangan (Pr)

$$\begin{aligned}Pr &= P_{\text{Operasi}} + P_H \\ &= 101.325,0482 \text{ N/m}^2 + 70.818,5759 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

$$= 172.143,6241 \text{ N/m}^2$$

- Menghitung Tebal Tangki dan Tebal Penutup Atas

* Tebal minimum dinding tangki (T_T):

$$T_T = \frac{P_r \cdot R_i}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_r} + C \dots\dots\dots \text{(Pers 13-1, Brownel \& Young)}$$

Dimana:

$$R_i = \text{Jari-jari dalam (m)}$$

$$= \frac{D_i}{2}$$

$$= \frac{7,2385 \text{ m}}{2}$$

$$= 3,6192 \text{ meter}$$

Jika material yang digunakan adalah Carbon Steel SA-334

Grade C (Pers 13-1, Brownel & Young, halaman 258)

$$S = \text{tegangan yang diizinkan (Psi)}$$

$$= 11.700 \text{ Psi} = 80.667.990 \text{ N/m}^2$$

$$E = \text{Efisiensi sambungan}$$

$$= 80\%$$

$$C = \text{Faktor korosi (inc)}$$

$$= 0,125 \text{ inc} = 0,003 \text{ meter}$$

maka :

$$T_T = \frac{172.143,6241 \text{ N/m}^2 \cdot 3,6192 \text{ meter}}{80.667.990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,6) \cdot 172.143,6241 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter}$$

$$= 0,01266 \text{ meter}$$

$$= 0,4984 \text{ inchi}$$

Digunakan tebal plat standar ½ inchi (0,5 inchi)

* Penentuan Tebal Tutup Atas (dishead head)

$$T_e = \frac{0,885 \cdot P_R \cdot R_o}{E \cdot F - 0,1 \cdot P_R} + C \dots\dots \text{(Pers 13-12, Brownel \& Young)}$$

Dimana:

R_o = Diameter luar silinder (m)

$$= D_t \cdot (2 \times T_T)$$

$$= 0,2892 \cdot (2 \cdot 0,5)$$

$$= 285,9797 \text{ inc}$$

$$= 7,2610 \text{ meter}$$

Sehingga:

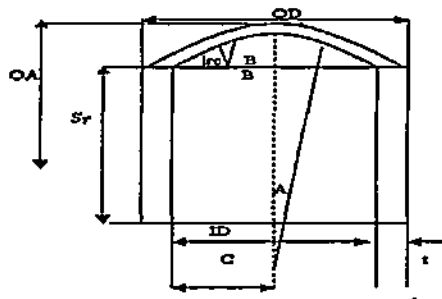
$$T_e = \frac{0,885 \cdot 172.143,6241 \text{ N/m}^2 \cdot 7,2610 \text{ meter}}{80.667,990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,1) \cdot 172.143,6241 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter}$$

$$= 0,02014 \text{ meter}$$

$$= 0,7931 \text{ inchi}$$

Digunakan tebal plat standar 7/8 inchi (0,875 inchi)

* Penentuan Tinggi Tutup Silinder



jika :

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$OA = t + b + sf$$

Dari Tabel 5-4 Brownel & Young halaman 88 untuk dishead head untuk

$T_c = 7/8$ inchi, didapat

- Inside Crown Radius (icr) = $1\frac{7}{8}$ inchi = 1,875 inc
- Standar Straight Flange (sf) = 3 inchi

Maka:

$$a = \frac{284,9797}{2} = 142,4897$$

$$AB = 142,4897 - 1,875 = 140,6147 \text{ inc}$$

$$BC = 284,9797 - 1,875 = 283,1047 \text{ inc}$$

$$AC = \sqrt{(283,1047)^2 - (140,6147)^2}$$
$$= 245,7148 \text{ inc}$$

$$b = 284,9797 - 245,7148$$
$$= 39,2649 \text{ inc}$$

Tinggi tutup atas (OA)

$$OA = 0,875 + 39,2649 + 3$$
$$= 43,1399 \text{ inc}$$
$$= 1,0957 \text{ meter}$$

Tebal plat datar (Hb):

$$\begin{aligned} H_b &= \frac{P \cdot d}{2 \cdot F \cdot E} + C \\ &= \frac{172.143,6241 \text{ N/m}^2 \cdot 7,2610 \text{ meter}}{2 \cdot 80667990 \cdot (0,8)} + 0,003 \\ &= 0,01268 \text{ meter} \\ &= 0,4992 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Digunakan tebal plat standar $\frac{1}{2}$ inchi (0,5 inchi)

Total tinggi tangki (Tt)

$$\begin{aligned} (T_t) &= H_{\text{Silinder}} + H_{\text{Tutup atas}} + H_b \\ &= 10,8578 + 1,0957 + 0,0127 \\ &= 474,0442 \text{ inc} \\ &= 11,9662 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Kesimpulan:

➤ Dimensi Silinder:

- HS = 10,8578 meter
- DS = 7,2385 meter
- Ts = $\frac{1}{2}$ inchi inc

➤ Dimensi Tutup Silinder:

- Ao = 1,0957 meter
- Te = $\frac{7}{8}$ inchi
- Hb = 0,0127 meter

➤ Tinggi Total (Ht) = 11,9662 meter

➤ Jumlah = 4 buah

7. MIXER TANK (MT)

Fungsi : tempat terjadinya ekstraksi, dimana kulit mete gelondong dicampur dengan menggunakan pelarut metanol.

- **Kondisi Operasi**

$$\text{Tekanan Operasi} = 1 \text{ Atm} = 101.325,0482 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Temperatur Operasi} = 28^\circ \text{ C}$$

$$\text{Densitas campuran } (\rho) = 842,43 \text{ kg/m}^3$$

- **Ukuran Tangki**

- **Volume Cairan (V_c)**

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{M}{\rho} \\ &= \frac{9.444,44 \text{ kg/jam}}{842,43 \text{ kg/m}^3} \\ &= 11,2109 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

jika dianggap umpan menempati 85% volume tangki, maka volume tangki:

$$\begin{aligned} V_T &= \frac{100}{80} \cdot 11,2109 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 14,0136 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- **Diameter Tangki (D_t)**

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki total} &= V_{\text{Tangki}} + V_{\text{Head}} \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot D_t^2 \cdot H + 0,001176 \cdot D_t^2 \end{aligned}$$

$$\text{Ditetapkan : } H = \frac{3}{2} \cdot D = 1,5D$$

Maka:

$$V_T = \frac{\pi}{4} \cdot D_t^2 \cdot \frac{3}{2} D_t + 0,000076 \cdot D_t^3$$

$$= 1,1786 D_t^3$$

$$14,0136 = 1,1786 D_t^3$$

$$D_t^3 = 11,89$$

$$D_t = 2,283 \text{ meter}$$

$$= 89,88 \text{ inc}$$

➤ Tinggi Silinder, (H_s)

$$H_T = 1,5 D$$

$$= 1,5 \cdot 2,283$$

$$= 3,4245 \text{ meter}$$

$$= 134,8225 \text{ inc}$$

➤ Tinggi Cairan Dalam Tangki, (Z_t)

$$Z_t = \frac{85}{100} \cdot H_t$$

$$= \frac{85}{100} \cdot 3,4245$$

$$= 2,9108 \text{ meter}$$

➤ Tekanan Hidrostatik Cairan (P_H)

$$P_H = \rho \cdot g \cdot Z_T$$

$$= 842,43 \cdot 9,8 \cdot 2,9108$$

$$= 24.031,0234 \text{ N/m}^2$$

➤ Tekanan Perancangan (P_r)

$$P_r = P_{\text{Operasi}} + P_H$$

$$= 101.325,0482 \text{ N/m}^2 + 24.031,0234 \text{ N/m}^2$$

$$= 125.326,0716 \text{ N/m}^2$$

➤ Menghitung Tebal Tangki dan Tebal Penutup Atas

* Tebal minimum dinding tangki (T_T):

$$T_T = \frac{P_r \cdot R_i}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_r} + C \dots\dots\dots \text{(Pers 13-1, Brownel \& Young)}$$

$$R_i = \text{Jari-jari dalam (m)}$$

$$= \frac{D_i}{2}$$

$$= \frac{2,283}{2}$$

$$= 1,1415 \text{ meter}$$

Jika material yang digunakan adalah Carbon Steel SA-334

Grade C (Pers 13-1, Brownel & Young)

$$S = \text{Tegangan yang diizinkan (N/m}^2\text{)}$$

$$= 11.700 \text{ Psi} \cdot 6894,7$$

$$= 80.677990 \text{ N/m}^2$$

$$E = \text{Efisiensi sambungan}$$

$$= 80\%$$

$$C = \text{Faktor korosi (m)}$$

$$= 0,003 \text{ m}$$

maka :

$$T_T = \frac{125.326,0716 \text{ N/m}^2 \cdot 1,1415 \text{ m}}{80.677,990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,6) \cdot 125.326,0716 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ inc}$$

$$= 0,005219 \text{ meter}$$

$$= 0,2055 \text{ inchi}$$

Digunakan tebal plat standar ¼ inchi (0,25 inchi)

* Penentuan Tebal Tutup Atas (dishead head)

$$T_e = \frac{0,885 \cdot P_R \cdot R_o}{E \cdot F - 0,1 \cdot P_R} + C \dots\dots \text{(Pers 13-12, Brownel \& Young)}$$

Dimana:

R_o = Diameter luar silinder (m)

$$= 2(T_T) + Dt$$

$$= 2 \cdot (0,25) + 89,88 \text{ inc}$$

$$= 90,38 \text{ inchi} = 2,2956 \text{ meter}$$

Sehingga:

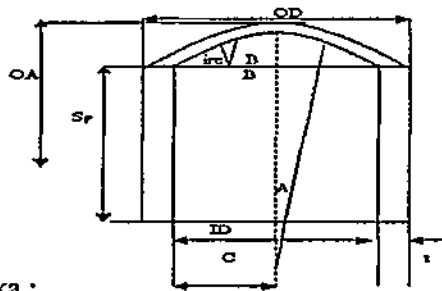
$$T_e = \frac{0,885 \cdot 125.326,0716 \text{ N/m}^2 \cdot 2,783 \text{ m}}{80.677,990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,1) \cdot 125.326,0716 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ inc}$$

$$= 0,007785 \text{ meter}$$

$$= 0,3065 \text{ inc}$$

Diambil tebal plat standar 3/8 inchi (0,375 inchi)

* Penentuan Tinggi Tutup Silinder



jika :

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$OA = t + b + sf$$

Dari Tabel 5-4 Brownel & Young halaman 88 untuk dishead head untuk

$T_c = 3/8$ inchi, didapat

- Inside Crown Radius (icr) = $1\frac{1}{8}$ inchi = 1,125 inc
- Standar Straight Flange (sf) = 3 inchi

Maka:

$$A = \frac{89,88}{2} = 44,94 \text{ inch}$$

$$AB = 44,94 - 1,125 = 43,815 \text{ inchi}$$

$$BC = 89,88 - 1,125 = 88,755 \text{ inchi}$$

$$AC = \sqrt{(88,755 \text{ inch})^2 - (43,815 \text{ inch})^2}$$
$$= 77,1861 \text{ inch}$$

$$b = 89,88 - 77,1861$$
$$= 12,6938 \text{ inch}$$

Tinggi tutup atas (OA)

$$OA = 0,375 + 12,6938 + 3$$
$$= 16,0688 \text{ inch}$$
$$= 0,4079 \text{ meter}$$

Total tinggi tangki (Tt)

$$\begin{aligned}(Tt) &= H_{\text{Silinder}} + H_{\text{Tutup atas}} + H_{\text{Tutup atas}} \\ &= 134,8225 + 16,0688 + 16,0688 \\ &= 166,9601 \text{ inch} \\ &= 4,2407 \text{ meter.}\end{aligned}$$

- **Perhitungan Pengaduk**

Jenis pengaduk yang digunakan adalah Four Blade Paddle (dapat dilihat pada Brownell halaman 507)

Dimana:

$$\frac{Dt}{Di} = 3 \quad ; \quad \frac{Dt}{Dl} = 3$$

Diameter Impeller

$$\frac{Dt}{Di} = 3 \quad \quad Di = \frac{89,88}{3} = 29,96 \text{ inc} = 2,4956 \text{ ft}$$

perbandingan tinggi larutan dalam tangki dengan diameter paddle :

$$\frac{Dt}{Di} = \frac{89,88}{29,96} = 3 \text{ (memenuhi)}$$

Tinggi impeller dari dasar tangki:

$$\begin{aligned}Zt &= Di = 29,96 \text{ inc} = 2,4956 \text{ ft} \\ &= 76,065 \text{ cm}\end{aligned}$$

➤ **Power Pengaduk**

Direncanakan putaran pengaduk (N):

$$\begin{aligned}N &= 100 \text{ rpm} \\ &= 1,7 \text{ rps}\end{aligned}$$

Viskosits Liquida (μ Cam):

$$\mu \text{ Cam} = 1,065 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft.s}$$

$$\rho \text{ Cam} = 842,43 \text{ kg/m}^3$$

$$= 52,588 \text{ lb/ft}^3$$

Bilangan Reynold (NRe) :

$$\begin{aligned} \text{NRe} &= \frac{N \cdot D^2 \cdot \rho}{\mu} \\ &= \frac{1,7 \text{ rps} \cdot (2,4956 \text{ ft})^2 \cdot (52,588 \text{ lb/ft}^3)}{1,065 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft.s}} \\ &= 5.228.004,127 \end{aligned}$$

Dari fig 447 Brown diperoleh $Po = 0,9$

$$\begin{aligned} P &= \frac{Po \cdot N^3 \cdot D^5 \cdot \rho}{g_0} \\ &= \frac{0,9 \cdot (1,7)^3 \cdot (2,4956)^5 \cdot 52,588}{32,2} \\ &= 699,0285 \text{ lb.ft/s} \\ &= \frac{699,0285 \text{ lb.ft/s}}{550 \text{ lb.ft/s}} \cdot 1 \text{ Hp} \\ &= 1,27 \text{ Hp} = 1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

➤ Perhitungan Tebal Baffle

$$\frac{Dt}{Dt} = \frac{Dt}{12}$$

Dimana:

$$Dt = 89,88$$

$$J = \frac{Dt}{12} = \frac{89,88}{12} = 7,49 \text{ inc}$$

Kesimpulan:

➤ Dimensi Silinder:

$$- H_T = 3,4245 \text{ meter}$$

- D_T = 2,283 meter

- T_s = 3/8 inchi

➤ Dimensi Tutup Silinder:

- O_A = 0,4079 meter

- T_e = 3/8 inchi

➤ Tinggi Total (Ht) = 4,2407 meter

- Beban pengadukan = 9.444, 44 kg/jam

- Diameter Impeller = 0,7579 meter

- Tinggi Impeller dari dasar tangki = 0,7606 meter

- Tebal Baffle = 0,1894 meter

- Putaran Pengaduk = 1,7 rps

- Daya Motor = 1 Hp

➤ Jumlah = 1 buah

8. ROTARY DRUM VACUM FILTER (RDVF)

Fungsi : tempat memisahkan produk yang berupa ampas dan larutan.

• Komposisi :

- CNSL = 920,8320 kg/jam = 2.030,0662 lb/jam

- Air = 543,0553 kg/jam = 1.197,2197 lb/jam

- Padatan = 1.322,2216 kg/jam = 2.914,9674 lb/jam

- Metanol = 6.658,3302 kg/jam = 14.678,9548 lb/jam +

Total = 20.821,2081 lb/jam

- Kandungan filtrat

- CNSL = 2.030,0662 lb/jam = 12,1495 %

- Metanol = 14.678,9584 lb/jam = 87,8505 % +

- Total = 16,704,021 = 100%

- Laju Alir Volume Filtrat (V)

$$V = \frac{16.704,021 \text{ lb/jam}}{52,588 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 317,6394 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 2.382,2955 \text{ gallon/jam}$$

$$= 9,9262 \text{ gallon/ menit}$$

Dari tabel 19-13 Perry, ed. 6 dipilih:

- Slow Filtering
- Konsentrasi Solid < 50%
- Laju Alir Filtrat 0,01 - 0,02 gallon/menit.ft²

Dari tabel 19-9 Perry, ed. 6 diperoleh Dimensi Rotary :

- Panjang Drum = 22 ft
- Diameter Drum = 16 ft
- Luas Permukaan = 1105 ft²

Pengecekan dengan perhitungan :

$$\text{Laju Alir Filtrat} = \frac{9,9262 \text{ gallon/menit}}{1105 \text{ ft}^2}$$

$$= 0,01 \text{ gallon/menit.ft}^2$$

Karena hasil perhitungan terdapat antara 0,01 – 0,02 maka dianggap memenuhi syarat.

Dari tabel 19-26 Perry, ed. 6 untuk solid karakteristik larutan :

- Kapasitas = 3 – 30 gallon/ft².hari
- Tekanan RDVF = 50 inc Hg

Kapasitas Filtrat (Qf):

$$Q_f = \frac{9,9262 \text{ lb/jam} \cdot 1140 \text{ min/hari}}{1150 \text{ ft}^2}$$
$$= 12,9355 \text{ gallon/ft}^2 \cdot \text{hari} \dots\dots\dots \text{memenuhi}$$

- Penentuan Power Rotary Drum Vacum Filter (P) :

$$P = 0,005 \text{ Hp/ft}^2 \cdot 1105 \text{ ft}^2$$
$$= 5,525 \text{ Hp}$$
$$= 6 \text{ Hp}$$

Jika efisiensi motor 80% maka:

$$P = \frac{5,525}{0,8}$$
$$= 6,9063 \text{ Hp}$$
$$= 7 \text{ Hp}$$

9. BELT CONVEYOR – 03 (BC-03)

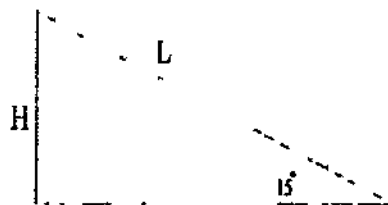
Fungsi : Mengangkut rafinat (ampas) dar Rotary Drum Vacum Filter menuju ke tangki penyimpanan rafinat.

- Kapasitas pengangkutan (M)

$$M = 1469,1346 \text{ kg/jam}$$
$$= 1,4691346 \text{ ton/jam}$$

➤ Lebar Belt = 14 inchi (tabel 16 Brown)

➤ Normal Speed = 200 rpm (tabel 15 Brown)



Keterangan

L = Panjang Belt

H = Tinggi Eevator

= 5 meter

= 16,4042 ft

➤ Dianggap tidak dipasang triple, maka power minimum (P) adalah:

$$P = \frac{F(L + L_0) \cdot (T + 0,03 \cdot W \cdot S) + T \cdot H}{990} \dots \dots \dots (Brown Hal 57)$$

Dimana :

F = Faktor friksi untuk Plain Bearugs (0,05)

L = Panjang Belt Conveyor (70 ft)

L₀ = 150 (untuk Plain Bearugs)

T = Kapasitas angkut (ton/jam) = 1,4691346 ton/jam

S = Kecepatan Belt Conveyor (rpm)

ΔZ = 25 ft

W = Berat Belt Conveyor = 11lb/in, lebar Belt Conveyor

➤ Berat Belt Conveyor = lb/in, lebar Belt Conveyor per ft panjang Belt

Conveyor maka :

Dianggap pada Belt Conveyor dipasang anti plosion bearing maka:

$$W = 14 \text{ in lb/ft.in}$$

$$= 14 \text{ lb/ft}$$

Sehingga:

$$P = \frac{0,05 \cdot (70 + 150) (1,4691346 + 0,03 \cdot 14 \cdot 200) + 1,4691346 \cdot 25}{990}$$

$$= 0,6069 \text{ Hp}$$

$$= 1 \text{ Hp}$$

$$= 452,7426 \text{ Watt}$$

$$= 0,453 \text{ KWatt}$$

Efisiensi Motor : 80 %

$$P = \frac{Hp}{eff} = \frac{1,2}{0,8}$$

$$= 1,5 \text{ Hp}$$

Spesifikasi conveyor :

Kode = BC-02

Kapasitas = 1,4691 ton/jam

Power = 1 HP

Jumlah = 1 unit

Lebar = 14 inc

Normal speed = 200 rpm

10. SILO 2

Fungsi : untuk menampung rafinat(ampas) dari Rotary Drum Vacuum Filter

Rate : 1469,1298 kg/jam

Bentuk bak penyimpanan rafinat direncanakan berbentuk persegi panjang.

Waktu tinggal ditetapkan 1 hari = 24 jam.

$$\begin{aligned}\text{Volume rafinat} &= \frac{1469,1298 \text{ kg/jam}}{992,2159 \text{ kg/m}^3} \times 24 \text{ jam} \\ &= 35,5359 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Bak direncanakan 90% terisi rafinat:

$$\begin{aligned}\text{Volume bak} &= \frac{35,5359 \text{ m}^3}{0,9} \\ &= 39,4843 \text{ m}^3 \\ &= 10464,0371 \text{ gallon}\end{aligned}$$

Bak berbentuk persegi panjang dengan tinggi 1,5 meter

Perbandingan panjang dan lebar = 1,5 : 1 maka $P = 1,5L$

$$\text{Volume} = P \cdot L \cdot T$$

$$39,4843 \text{ m}^3 = 1,5L^2 \cdot 1,5$$

$$L^2 = 17,5488 \text{ m}^2$$

$$L = 4,1891 \text{ m}$$

$$P = 1,5 \cdot 4,1891$$

$$= 6,2836 \text{ meter}$$

11. TANGKI PENAMPUNG LARUTAN

Fungsi : Tempat penampungan larutan ekstrak dari Rotary Drum Vacuum Filter.

Type : Silinder tegak, penutup berbentuk Dished Head dan penutup bawah datar.

Kapasitas yang masuk :

- Minyak Laka = 904,1753 kg/jam
 - Metanol = 6.537,8929 kg/jam
 - Air = 533,2354 kg/jam +
- Total 7.975,3736 kg/jam

❖ Ukuran Tangki

Estimasi waktu tinggal untuk penampungan / konsumsi 1 hari:

Kebutuhan larutan selama 1 hari:

$$M = 7.975,3036 \text{ kg/jam} \cdot 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 191.408,9664 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Densitas larutan, } \rho_{\text{camp}} = 842,43 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Cairan} &= \frac{M}{\rho} \\
 &= \frac{191.408,9664 \text{ kg/hari}}{842,43 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 227,2105 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 60.029,0141 \text{ gallon}
 \end{aligned}$$

- **Kondisi Operasi**

Tekanan Operasi = 1 Atm = 101.325,0482 N/m²

Temperatur Operasi = 28° C

Dianggap volume menempati 85% volume tangki, maka volume tangki:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Tangki} &= \frac{100}{85} \times 227,2105 \text{ m}^3 \\
 &= 267,3064 \text{ m}^3 \\
 &= 70.622,3695 \text{ Gallon}
 \end{aligned}$$

- **Pemilihan Ukuran Tangki**

Type = Tangki Vertikal

Tutup Atas = Dishead head

Tutup Bawah = Plat Head (Tutup Datar)

- Menghitung Diameter Tangki (Dt)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tangki total} &= V_{\text{Tangki}} + V_{\text{Head}} \\
 &= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^2 \cdot H + 0,001176 \cdot Dt^2
 \end{aligned}$$

Ditetapkan $H = \frac{3}{2} \cdot D = 1,5 D$

maka :

$$\begin{aligned}
 V_T &= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^2 \cdot \frac{3}{2} + 0,001176 \cdot Dt^2 \\
 &= 1,1786 Dt^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 267,3064 \text{ m}^3 &= 1,1786 \text{ Dt}^3 \\
 \text{Dt}^3 &= 226,7999 \text{ m}^3 \\
 \text{Dt} &= 6,0983 \text{ m} \\
 &= 240,09 \text{ inchi}
 \end{aligned}$$

- Tinggi Tangki (Ht):

$$\begin{aligned}
 \text{Ht} &= 1,5 \text{ D} \\
 &= 1,5 \cdot 6,0983 \\
 &= 9,1474 \text{ meter} \\
 &= 360,135 \text{ inchi}
 \end{aligned}$$

- Tinggi Cairan dalam Tangki, (Zt):

$$\begin{aligned}
 \text{Zt} &= \frac{85}{100} \cdot \text{Ht} \\
 &= \frac{85}{100} \cdot 9,1474 \\
 &= 7,7752 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

- Tekanan Hidrostatik Cairan (P_H):

$$\begin{aligned}
 P_H &= \rho \cdot g \cdot Z_T \\
 &= 842,43 \cdot 9,8 \cdot 7,7752 \\
 &= 64.190,6050 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

- Tekanan Perancangan (P_r)

$$\begin{aligned}
 P_r &= P_{\text{Operasi}} + P_H \\
 &= 101.325,0482 \text{ N/m}^2 + 64.190,6050 \text{ N/m}^2 \\
 &= 165.515,6532 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

- Menghitung Tebal Tangki dan Tebal Penutup Atas

* Tebal minimum dinding tangki (T_T):

$$T_T = \frac{P_r \cdot R_i}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_r} + C \dots\dots\dots \text{(Pers 13-1, Brownel \& Young)}$$

Dimana:

$$R_i = \text{Jari-jari dalam (m)}$$

$$= \frac{D_i}{2}$$

$$= \frac{6,0983}{2}$$

$$= 3,04915 \text{ meter}$$

Jika material yang digunakan adalah Carbon Steel SA-334

Grade C (Pers 13-1, Brownel & Young)

$$S = \text{Tegangan yang diizinkan (Psi)}$$

$$= 11.700 \text{ Psi} = 80.667.990 \text{ N/m}^2$$

$$E = \text{Efisiensi sambungan}$$

$$= 80\%$$

$$C = \text{Faktor korosi (inc)}$$

$$= 0,125 \text{ inc} = 0,003 \text{ meter}$$

maka :

$$T_T = \frac{165.515,6532 \text{ N/m}^2 \cdot 3,04915 \text{ meter}}{80.667.990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,6) \cdot 165.515,6532 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter}$$

$$= 0,01083 \text{ meter}$$

$$= 0,4264 \text{ inchi}$$

Diambil tebal plat standar 7/16 inchi (0,4375 inchi)

* Penentuan Tebal Tutup Atas (dishead head)

$$T_e = \frac{0,885 P_R R_o}{E.F-0,1.P_R} + C \dots\dots \text{(Pers 13-12, Brownel \& Young)}$$

Dimana:

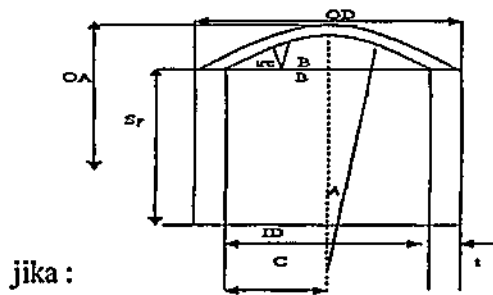
$$\begin{aligned} R_o &= \text{Diameter luar silinder (m)} \\ &= 2(T_T) + Dt \\ &= 2.(0,4375) + 240,09 \\ &= 240,965 \text{ inc} \quad = 6,1181 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T_e &= \frac{0,885 \cdot 165.515,6532 \text{ N/m}^2 \cdot 6,1181 \text{ meter}}{80.667.990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,60,1) \cdot 165.515,6532 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter} \\ &= 0,01689 \text{ meter} \\ &= 0,6649 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Diambil tebal plat standar $\frac{3}{4}$ inchi (0,7500 inchi)

* Penentuan Tinggi Tutup Silinder



jika :

$$\begin{aligned} a &= \frac{ID}{2} \\ b &= r - \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ AB &= \frac{ID}{2} - icr \\ BC &= r - icr \end{aligned}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$OA = t + b + sf$$

Dari Tabel 5-4 Brownel & Young halaman 88 untuk dishead head untuk

$T_e = \frac{3}{4}$ inchi, didapat:

- Inside Crown Radius (icr) = $1\frac{7}{8}$ inchi = 0,0476 inc
- Standar Straight Flange (sf) = 3 inchi

Maka:

$$a = \frac{6,0983}{2} = 3,0491 \text{ m}$$

$$AB = 3,0491 - 0,0476 = 3,0015 \text{ meter}$$

$$BC = 6,0983 - 0,0476 = 6,0507 \text{ meter}$$

$$AC = \sqrt{(6,0507)^2 - (3,0015)^2}$$

$$= 5,2537 \text{ m}$$

$$b = 6,0983 - 5,2537$$

$$= 0,8445 \text{ meter}$$

$$= 33,2479 \text{ inchi}$$

Tinggi tutup atas (OA)

$$OA = 0,75 + 33,2479 + 3$$

$$= 36,9979 \text{ inchi}$$

$$= 0,9393 \text{ meter}$$

Tebal Plat datar (H_b)

$$H_b = \frac{P \cdot d}{2 \cdot F \cdot E} + C$$

$$= \frac{165.515,6532 \text{ N/m}^2 \cdot 6,0983\text{m}}{2 \cdot 80667990 \cdot (0,8)} + 0,003$$

$$= 0,0108 \text{ meter}$$

$$= 0,4259 \text{ inchi}$$

Diambil plat standar ½ inchi (0,5 inchi) = 0,0127 meter

Total tinggi tangki (Tt)

$$(Tt) = H_{Tangki} + H_{Tutup atas} + Hb$$

$$= 9,1474 \text{ meter} + 0,9393 \text{ meter} + 0,0127 \text{ meter}$$

$$= 10,0994 \text{ meter.}$$

Kesimpulan:

➤ Dimensi Silinder:

$$- H_T = 9,1474 \text{ meter}$$

$$- D_T = 6,0983 \text{ meter}$$

$$- T_T = 7/16 \text{ inchi}$$

➤ Dimensi Tutup Silinder:

$$- A_o = 0,9393 \text{ meter}$$

$$- T_e = \frac{3}{4} \text{ inchi}$$

$$- H_b = 0,0127 \text{ meter}$$

$$➤ \text{Tinggi Total (Ht)} = 10,0994 \text{ meter}$$

$$➤ \text{Jumlah} = 1 \text{ buah}$$

12. EVAPORATOR

Fungsi : Menguapkan air dan methanol yang terdapat pada minyak iaka.

Tipe : Short tube vertikal dengan tutup atas berbentuk dished head dan tutup bawah berbentuk konis

Dimensi tangki

Jumlah bahan yang ditampung :

• C.N.S.L	=	3619,1797 kg/jam
• Metanol	=	904,1753 kg/jam
• Air	=	533,2354 kg/jam
<hr/>		
Total	=	7975,3034 kg/jam

Kondisi operasi

Tekanan = 1 atm = 101325,0482 N/m²

Temperatur operasi = 120 °C

ρ_{camp} = 842 kg/m³

Volume cairan (V_L) jika waktu tinggal dalam evaporator (θ) = 1 jam :

$$\begin{aligned}V_L &= \frac{7975,3034 \text{ kg/jam}}{842 \text{ kg/m}^3} \times 1 \text{ jam} \\ &= 9,4718 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Jika 85% cairan mengisi tangki, maka volume silinder (V_T) :

$$\begin{aligned}V_T &= \frac{100}{85} \times 9,4718 \\ &= 11,1432 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Pemilihan ukuran tangki

Direncanakan :

- Type : Tangki vertikal
- Tutup atas : Dished head
- Tutup bawah : Konis

Tinggi silinder (H_S) :

$$H_S = 1,5 D$$

Luas penampang tangki (A_S) :

$$A_S = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

Volume silinder (V_S) :

$$\begin{aligned}V_S &= A \times H_S \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1,5 D = 1,1775 D^3\end{aligned}$$

Volume konis (V_K) :

$$V_K = 0,1308 D^3$$

Volume tangki (V_T) :

$$\begin{aligned}V_T &= V_S + V_K \\ &= 1,1775 D^3 + 1,3083 D^3 \\ &= 1,3083 D^3\end{aligned}$$

$$11,1432 = 1,3083 D^3$$

$$\begin{aligned}D &= \sqrt[3]{\frac{11,1432}{1,3083}} \\ &= 2,0422 \text{ m} = 80,4014 \text{ inc}\end{aligned}$$

Tinggi silinder (H_S) :

$$\begin{aligned}H_S &= 1,5 D \\ &= 1,5 \times 2,0422 \\ &= 3,0633 \text{ m}\end{aligned}$$

Tinggi larutan dalam silinder (H_L) :

$$\begin{aligned}H_L &= \frac{80}{100} \times H_S \\ &= \frac{80}{100} \times 3,0633 \\ &= 2,6038 \text{ m}\end{aligned}$$

Tebal silinder (T_s) :

$$T_s = \frac{Pr \cdot R_i}{S \cdot E - 0,6 Pr} + C$$

Dimana :

Pr = Tekanan rancang

$$= P_{opr} + P_H$$

Jika :

$$P_H = \rho \times H_L \times g$$

$$= 842 \times 2,6038 \times 9,8$$

$$= 21.485,5160 \text{ N/m}^2$$

Tekanan Perancangan (Pr)

$$Pr = P_{Operasi} + P_H$$

$$= 101325,0482 \text{ N/m}^2 + 21.485,5160 \text{ N/m}^2$$

$$= 122.810,5642 \text{ N/m}^2$$

- Penentuan Tebal Minimum Dinding Tangki

R_i = jari-jari dalam (m)

$$= \frac{1}{2} D_i$$

$$= \frac{1}{2} \times 2,0422 \text{ meter} = 1,0211 \text{ meter}$$

Jika material yang digunakan adalah carbon steel SA-334 grade C (tabel 13.1 Brownel and Young)

$$S = \text{Tegangan yang diijinkan (N/m}^2\text{)}$$
$$= 80667990 \text{ N/m}^2$$

$$E = \text{Efisiensi sambungan}$$
$$= 80\%$$

$$C = \text{Faktor korosi}$$
$$= 0,003 \text{ m}$$

Maka :

$$T_s = \frac{122.810,5642 \text{ N/m}^2 \cdot 1,0211 \text{ meter}}{80.667.990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,6) \cdot 122.810,5642 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter}$$
$$= 0,004945 \text{ meter}$$
$$= 0,1946 \text{ inch}$$

Diambil tebal plat standar $\frac{1}{4}$ inchi (0,25 inchi) = 0,00635 meter

- Penentuan tutup atas

$$T_e = \frac{0,885 \cdot Pr \cdot R_o}{E \times S - 0,1 \cdot Pr} + C$$

Dimana :

$$R_o = \text{Diameter luar silinder (m)}$$

$$= 2 (T_s) + D_i$$

$$= 2.(0,25) + 80,4014$$

$$= 80,90 \text{ inchi} = 2,0548 \text{ meter}$$

Sehingga

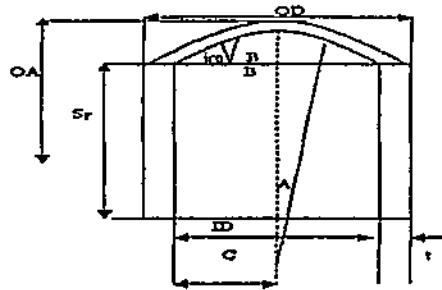
$$T_c = \frac{0,885 \cdot 122.810,5642 \text{ N/m}^2 \cdot 2,0548 \text{ meter}}{80.667.990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,1) \cdot 122.810,5642 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter}$$

$$= 0,00641 \text{ m}$$

$$= 0.2623 \text{ inchi}$$

Diambil tebal tutup standar 3/8 inchi (0, 375 inch)

Penentuan tinggi tutup atas :



$$a = \frac{1}{2} ID$$

$$b = r - (BC^2 - AB^2)^{1/2}$$

$$AB = \frac{1}{2} ID - icr$$

$$OA = t_c + b + sf$$

Dari Tabel 5-4 Brownel & Young halaman 88 untuk dishead head untuk

$T_c = 3/8$ inchi, didapat:

- Inside Crown Radius (icr) = $1\frac{1}{8}$ inchi = 1,1225 inc
- Standar Straight Flange (s_f) = 2 inchi

Maka :

$$AB = (\frac{1}{2} \times 84,4014) - 1.125 = 41,0757 \text{ inchi}$$

$$BC = 84,4014 - 1.125 = 83,2764 \text{ inchi}$$

$$AC = \sqrt{(83,2764)^2 - (41,0757)^2}$$

$$= 71,2895 \text{ inchi} = 1,8107 \text{ meter}$$

$$B = 84,4014 - 71,2895$$

$$= 13,1118 \text{ inchi} = 0,3330 \text{ meter}$$

Tinggi tutup atas (OA) = $T_c + b + s_f$

$$= 0,375 + 13,1118 + 2$$

$$= 15,4868 \text{ inch} = 0,3933 \text{ meter}$$

- Penentuan Tutup Bawah (Konis)

$$D_k = D_i - 2 T_s$$

$$= 2,0422 - (2 \times 0,00635)$$

$$= 2,0295 \text{ meter}$$

maka:

$$\begin{aligned} T_k &= \frac{122.810,5642 \text{ N/m}^2 \cdot 2,0295 \text{ meter}}{2 \cdot 80.667,990 \text{ N/m}^2 - 122.810,5642 \text{ N/m}^2} \times \frac{1}{\cos 30^\circ} + 0,003 \\ &= 4,5460 \times 10^{-3} \text{ meter} \\ &= 0,17898 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Diambil tebal plat standar 3/16 inchi (0,1875) inchi

- Penentuan Tinggi Tutup Bawah (konis)

$$\begin{aligned} H_k &= \frac{DI}{2 \cdot \cos \alpha} \\ &= \frac{2,0422}{1,7320} \\ &= 1,1790 \text{ meter} \end{aligned}$$

Total Tinggi Tangki (Tt)

$$\begin{aligned} (Tt) &= H_{\text{Silinder}} + H_{\text{Konis}} + OA \\ &= 3,0633 \text{ m} + 1,1790 \text{ meter} + 0,3933 \text{ meter} \\ &= 4,63 \text{ meter.} \end{aligned}$$

- Perancangan sekat pemanas

Sekat pemanas dirancang untuk mensuplai panas pada evaporator dengan menggunakan steam sebagai media pemanas.

$$\begin{aligned} \text{Massa steam} &= 5478 \text{ kg/jam} \\ &= 12051,6 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Densitas steam} = 62,43 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Waktu tinggal} = 1 \text{ jam}$$

Volume steam dalam sekat

$$\begin{aligned}V &= \frac{Ms \cdot \theta}{\rho} \\ &= 193,0418 \text{ ft}^3 \\ &= 5,467 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka, volume sekat (V_s) :

$$V_s = \frac{1}{4} \pi (D_2^2 - D_1^2) \times H_j$$

Dimana :

D_1 : Diameter luar sekat

D_2 : Diameter dalam sekat

H_s : Tinggi Sekat = 5 cm + H_L
= 0,05 + 2,6038 = 2,6538 m

Sehingga :

$$V_s = \frac{1}{4} \times 3,14 (D_2^2 - 2,0422^2) \times 2,6538$$

$$5,467 = 1,8688 D_2^2 - 7,7939$$

$$1,8688 D_2^2 = 7,0959$$

$$D_2^2 = 7,0959 \text{ meter}$$

$$D_2 = 2,6638 \text{ meter}$$

Maka tebal Sekat :

$$\begin{aligned} T_s &= \frac{1}{2} (D_2 - D_1) \\ &= \frac{1}{2} (2,6638 - 2,0422) \\ &= 0,3108 \text{ m} \end{aligned}$$

1. Berdasarkan neraca massa dan panas :

- fluida dingin

$$\begin{aligned} W \text{ fluida dingin} &= 7.975,3054 \text{ kg/jam} \\ &= 17.577,5726 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

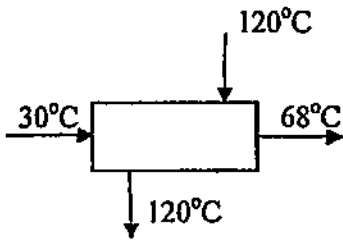
$$\begin{aligned} Q \text{ fluida dingin} &= 28.200,4043 \text{ kkal/jam} \\ &= 111.673,601 \text{ btu/jam} \end{aligned}$$

- fluida panas

$$\begin{aligned} W_s &= 5.478 \text{ kg/jam} \\ &= 12.073,512 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= 2.883.575,508 \text{ kkal/jam} \\ &= 11.418.957 \text{ btu/jam} \end{aligned}$$

2. Menentukan selisih temperatur rata-rata (Δt) :



$$T_1 = 120^\circ\text{C} = 248^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 120^\circ\text{C} = 248^\circ\text{F}$$

$$t_1 = 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$$

$$t_2 = 68^\circ\text{C} = 154,4^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{t_h - t_c}{\ln \frac{t_h}{t_c}} \\ &= \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{\ln \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2}} \\ &= \frac{162 - 93,6}{\ln 1,73} \\ &= \frac{68,4}{0,548} = 124,8175^\circ\text{F} \end{aligned}$$

3. Temperatur kalorik

- Temperatur rata-rata fluida panas (T_c):

$$T_c = \frac{1}{2} (T_1 + T_2)$$

$$= 248 \text{ } ^\circ\text{F}$$

- Temperatur rata-rata fluida dingin (T_d) :

$$T_d = \frac{1}{2} (t_1 + t_2)$$

$$= 120,2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Penentuan Harga U_D

Untuk fluida panas adalah masuk dalam glongan Ligh Oganik ($< 0,5 \text{ Cp}$) dan fluida dingin adalah air, harga U_D berkisar $75 - 150 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$.

Dicoba $U_D = 110 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$ (Tabel 8. Hal 840 kern)

$$A_o = \frac{q}{U_D \cdot \Delta t}$$

$$= \frac{11.418.957 \text{ Btu/jam}}{110 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \cdot 124,8175^\circ \text{F}}$$

$$= 831,6838 \text{ ft}^2$$

Pemilihan ukuran Heat Exchanger dipilih exchanger dipilih exchanger ukuran 1 inci OD 16 BWG 16 ft, $1\frac{1}{4}$ inc triangular pitch pada tabel 9 – 10 kern

$$\text{OD} = 1 \text{ inc}$$

$$\text{ID} = 0,87 \text{ inc} = 0,0725 \text{ ft}$$

$$a't = 0,594 \text{ inc}$$

$$a_0 = 0,2618$$

$$L = 16 \text{ ft}$$

Jumlah pipa yang digunakan (Nt):

$$Nt = \frac{A}{a'' \cdot L}$$

$$Nt = \frac{831,6838 \text{ ft}^2}{0,2618 \text{ ft}^2 \cdot 16}$$

$$= 198,549 \text{ buah}$$

Dari tabel 9, halaman 841, Kern

$$\text{ID shell} = 21 \frac{1}{4}$$

$$Nt = 199 \text{ buah}$$

$$N = 1$$

$$Pt = 1 \frac{1}{4}'' \text{ triangular pitch}$$

$$B = \text{ID} = 21 \frac{1}{4}$$

Luas penampang terkoreksi (A):

$$A = Nt \cdot a'' \cdot L$$

$$= 492 \cdot 0,2618 \cdot 16$$

$$= 833,5712 \text{ ft}^2$$

Jumlah pipa yang digunakan (Nt):

$$UD = \frac{Q}{A \cdot \Delta t}$$

$$= \frac{11.418,957}{833,5712 \cdot 124,8175^\circ \text{ F}}$$

$$= 109,7509 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ \text{ F}$$

Pembagian Aliran

❖ Fluida Panas, Shell (methanol)

4. Luas Penampang (As):

Untuk :

$$a't = 0,594 \text{ inc}$$

$$Nt = 199 \text{ buah}$$

$$N = 1$$

Maka :

$$\begin{aligned} As &= \frac{Nt \cdot a't}{144 \cdot N} \\ &= 0,8203 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

5. Kecepatan Aliran Massa (Gs):

$$\begin{aligned} Gs &= \frac{Ws}{As} = \frac{12.073,512}{0,8203 \text{ ft}^2} \\ &= 14.718,4103 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam} \end{aligned}$$

6. Penentuan Bilangan Reynold (Re):

$$\text{Pada } t_c = 248^\circ\text{F}$$

$$\pi = 0,18 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}$$

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{ID \cdot Gt}{\pi} \\ &= \frac{0,0725 \text{ ft} \cdot 14.718,4103 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}}{0,18 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}} \\ &= 5.920,0716 \end{aligned}$$

7. Koefisien Perpindahan panas pada bagian dalam

$$\text{Untuk steam } h_i = 1500 \text{ Btu/jam.ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

8. Koefisien perpindahan panas Oyerall (H_i)

$$\begin{aligned} H_{io} &= h_i \cdot \frac{ID}{OD} \\ &= 1500 \cdot \frac{0,0742}{0,083} \\ &= 1.303,7214 \text{ Btu/jam.ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

❖ **Fluida Dingin, Tube (Shell)**

4. Luas Penampang (A_t):

$$A_s = \frac{ID \cdot C \cdot B}{144 \cdot Pt}$$

$$\text{Dimana } C' = Pt - OD$$

$$= 1\frac{1}{4} - 1 = 0,25 \text{ m}$$

$$B = ID \text{ shell}/5$$

$$= 2\frac{1}{4} / 5$$

$$= 4,25$$

$$\text{Jadi } A_s = \frac{21,25 \cdot 0,25 \cdot 4,25}{144 \cdot 1,25}$$

$$= 0,125 \text{ ft}^2$$

5. Kecepatan Aliran Massa (G_t):

$$G_t = \frac{W_s}{a_s} = \frac{17.577,5726}{0,125}$$

$$= 140.620 \text{ lb/jam.ft}^2$$

$$= 1.224.828,531 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}$$

Laju alir Volumetrik (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{Gt}{3600 \cdot \rho} \\ &= \frac{1.224.828,531}{3600 \cdot 625} \\ &= 5,4436 \text{ ft}^2/\text{s} \end{aligned}$$

6. Penentuan Bilangan Reynold (Re):

$$N_{Re} = \frac{ID \cdot Gt}{\pi}$$

(De = 0,72 inc = 0,0599 ft , Kern Hal 838)

Pada Tc = 120,2 °F, didapat

Viskositas = 0,0242 lb/ft².jam

Konduktifitas panas = 0,085 Btu/jam. Ft

Kapasitas panas = 0,537 Btu/lb.°F

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{ID \cdot Gt}{\pi} \\ &= \frac{0,0599 \text{ ft} \cdot 14.620,5808 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}}{0,0242 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}} \\ &= 348.064,9913 \end{aligned}$$

7. Menentukan JH

$$h_o = JH \cdot \left\{ \frac{K}{De} \right\} \cdot \left\{ \frac{c \cdot \pi}{K} \right\}^{1/3} \cdot \left\{ \frac{\pi}{\pi w} \right\}^{0,14}$$

Untuk Re_c = 348.064,9913 dari fig 24 kern didapat JH= 72

$$\begin{aligned} h_o &= 72 \cdot \left\{ \frac{0,085}{0,059} \right\} \cdot \left\{ \frac{0,537 \cdot 0,0242}{0,085} \right\}^{1/3} \cdot 1 \\ &= 72 \cdot 1,4190 \cdot 0,5347 \end{aligned}$$

$$= 54,6292 \text{ Btu/jam. Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

8. Penentuan Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan (Uc):

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o} \\ &= \frac{1303,7214 \times 54,6292}{1303,7214 + 54,6292} \\ &= 52,4321 \text{ Btu/jam. ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

11. Koefisien Faktor Kotoran.

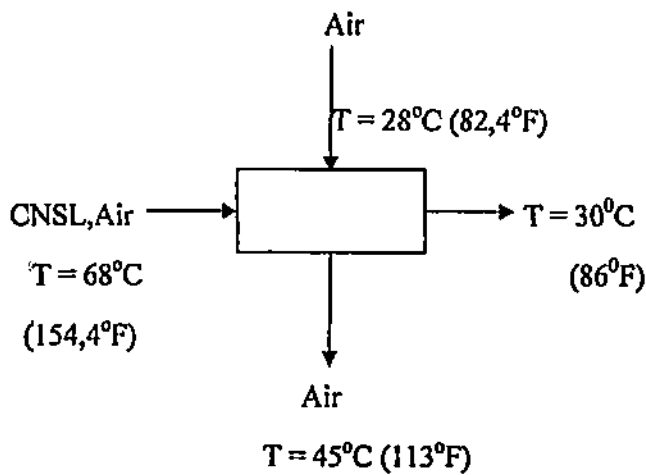
$$\begin{aligned} R_d &= \frac{U_C + U_D}{U_C \times U_D} \\ &= \frac{52,4321 + 109,5679}{52,4321 \times 109,5679} \\ &= 0,0281 > 0,003 \text{ maka memenuhi.} \end{aligned}$$

14. COOLER I

Kode alat : C-01

Fungsi : Menurunkan suhu larutan keluar Evaporator sebelum dialirkan ke tangki penampungan methanol

Tipe : Double pipe



Sesuai hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas dapat diketahui :

- a. Beban panas cooler (Q) : 181.657,2142 kkal/ hr = 719.362,5682 btu/ hr
- b. Laju alir massa fluida panas (W) = 282,4348 kg/hr = 622,6626 lb/ hr
- c. Laju alir massa fluida dingin (w) = 10.685,7184 kg/hr = 23.557,9805 lb/hr

$$\begin{aligned}
 1. \Delta t = LMTD &= \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_2 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} \\
 &= \frac{(154,4 - 113) - (86 - 82,4)}{\ln \frac{(154,4 - 113)}{(86 - 82,4)}} \\
 &= 16,9504 \text{ } ^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan pipa dengan spesifikasi : (table 6.2 Kern hal.110)

$$\text{IPS} = 2.1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\text{SCH} = 40$$

$$\text{Anulus} = \text{Diameter Luar (OD)} = 2,38 \text{ in} = 0,1983 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter Dalam (ID)} = 2,067 \text{ in} = 0,17225 \text{ ft}$$

$$\text{Pipa} = \text{Diameter Luar (OD)} = 1,66 \text{ in} = 0,1383 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter Dalam (ID)} = 1,380 \text{ in} = 0,1150 \text{ ft}$$

2. Hot Fluid (fluida panas) : anulus (larutan)

a. Luar aliran, a_a

$$a_t = \frac{\pi}{4}(D_2^2 - D_1^2)$$

$$a_p = \frac{3,14}{4} \times (0,1150^2 - 0,1383^2) = 0,0104 \text{ ft}^2$$

$$a_p = 0,0083 \text{ ft}^2$$

Diameter ekuivalen (D_e) :

$$D_e = \frac{(D_2^2 - D_1^2)}{D_1}$$

$$= \frac{(0,1722^2 - 0,1383^2)}{0,1383}$$

$$= 0,0762 \text{ ft}$$

b. Kecepatan massa, G_a :

$$G_a = \frac{W}{at}$$

$$= \frac{622,6626 \text{ lb/hr}}{0,0083 \text{ ft}^2}$$

$$= 75.019,5903 \text{ lb/hr.ft}^2$$

c. Bilangan Reynold, Re_a

$$Re_a = \frac{De \cdot G_a}{\mu}$$

$$\text{Pada } t_c = \frac{154,4 + 86}{2} = 120,2^\circ\text{F}$$

didapat sifat-sifat fisik fluida dingin :

$$\text{Viskositas} = 2,057 \text{ lb/hr.ft}$$

$$\text{Konduktivitas panas } k = 0,064 \text{ btu/hr.ft}^3$$

$$\text{Kapasitas panas } c = 0,395 \text{ btu/lb}^\circ\text{F}$$

$$\text{Re}_a = \frac{0,0762 \text{ ft} \times 75.019,5903 \text{ lb/hr.ft}^2}{2,057 \text{ lb/hr.ft}}$$

$$= 2.779,0436$$

d. Koefisien heat transfer outside; h_o :

$$h_o = JH \cdot \left[\frac{k}{D} \right] \cdot \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Untuk $\text{Re}_a = 2.779,0436$ dari fig. 24 Kern didapat $JH = 12$

$$h_o = 12 \cdot \left[\frac{0,064}{0,0762} \right] \cdot \left(\frac{0,0,395 \times 2,057}{0,064} \right)^{1/3} \cdot (1)^{0,14}$$

$$= 23,5120 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

3. Cold Fluid (fluida dingin) : pipa (air pendingin)

a. Luar aliran, a_p

$$a_p = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

$$a_p = \frac{3,14}{4} \times 0,1150^2$$

$$= 0,0104 \text{ ft}$$

b. Kecepatan massa, G_p :

$$\begin{aligned} G_p &= \frac{W}{a_p} \\ &= \frac{23.557,9805 \text{ lb/hr}}{0,0104 \text{ ft}^2} \\ &= 2.265.190,433 \text{ lb/hr.ft}^2 \end{aligned}$$

c. Bilangan Reynold, Re_p

$$Re_p = \frac{DG_p}{\mu}$$

Pada $t_c = \frac{82,4+113}{2} = 97,7 \text{ } ^\circ\text{F}$ didapat sifat-sifat fisik fluida

dingin: :

$$\text{Viskositas} = 1,7521 \text{ lb/hr.ft}$$

$$\text{Konduktivitas panas } k = 0,3605 \text{ btu/hr.ft}^3$$

$$\text{Kapasitas panas } c = 1,0 \text{ btu/lb}^\circ\text{F}$$

$$Re_p = \frac{0,1150 \text{ ft} \times 2.265.190,433 \text{ lb/hr.ft}^2}{1,7521 \text{ lb/hr.ft}}$$

$$= 148.676,959$$

d. Koefisien perpindahan panas bagian dalam; h_i :

$$h_i = JH \cdot \left[\frac{k}{D} \right] \cdot \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Untuk $Re_a = 148.676,959$ dari fig. 24 Kern didapat $JH = 200$

$$\begin{aligned} h_i &= 200 \times \left[\frac{0,3605}{0,1150} \right] \times \left(\frac{1 \times 1,7521}{0,3605} \right)^{1/3} \times (1)^{0,14} \\ &= 1.061,9938 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{io} &= h_i \cdot \frac{ID}{OD} \\ &= 1.061,9938 \times \left(\frac{1,38}{1,66} \right) \\ &= 882,8623 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

4. Koefisien perpindahan panas keseluruhan; U_c :

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} \cdot h_o} \\ &= \frac{882,8623 \times 23,5120}{882,8623 \times 23,5120} \\ &= 22,9020 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

5. Koefisien perpindahan panas desain; U_D :

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_C} + Rd \quad (Rd = 0,003)$$

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{22,9020} + 0,0030$$

$$= 0,0067$$

$$U_D = 21,4592 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ F$$

6. Luas perpindahan panas yang dibutuhkan; A

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta t}$$

$$= \frac{7198.362,3682 \text{ Btu/hr}}{21,4592 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ F \times 25,5 \cdot ^\circ F}$$

$$= 1.977,6724 \text{ ft}^2$$

Dari Tabel 11 Kern hal.844 untuk pipa 1 1/4 in IPS luas permukaan luar
pipa per-ft panjang pipa $a_o = 0,435 \text{ ft}^2/\text{ft}$

Panjang pipa yang dibutuhkan; L

$$L = \frac{A}{a_o}$$

$$= \frac{1.977,6724 \text{ ft}^2}{0,435 \text{ ft}^2 / \text{ft}}$$

$$= 4.546,373 \text{ ft}$$

Digunakan 114 hairpins

7. Luas perpindahan panas sebenarnya; A_{koreksi} :

$$\begin{aligned} A_{\text{koreksi}} &= 114 \times 40 \text{ ft} \times a_o \\ &= 114 \times 40 \text{ ft} \times 0,435 \text{ ft}^2/\text{ft} \\ &= 1.983,6 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

8. Koefisien perpindahan panas desain koreksi ; $U_{\text{D koreksi}}$:

$$\begin{aligned} U_{\text{Dkoreksi}} &= \frac{Q}{A_{\text{koreksi}} \cdot \Delta t} \\ &= \frac{7198.362,3682 \text{ Btu/hr}}{1.983,6 \text{ ft}^2 \times 16,950^\circ \text{F}} \\ &= 21,3955 \text{ btu/hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F} \end{aligned}$$

9. Faktor pengotoran sebenarnya; R_d :

$$\begin{aligned} R_d &= \frac{U_c - U_D}{U_c \times U_D} \\ &= \frac{22,9020 - 21,3955}{22,9020 \times 21,3955} \end{aligned}$$

$$= 0,003174$$

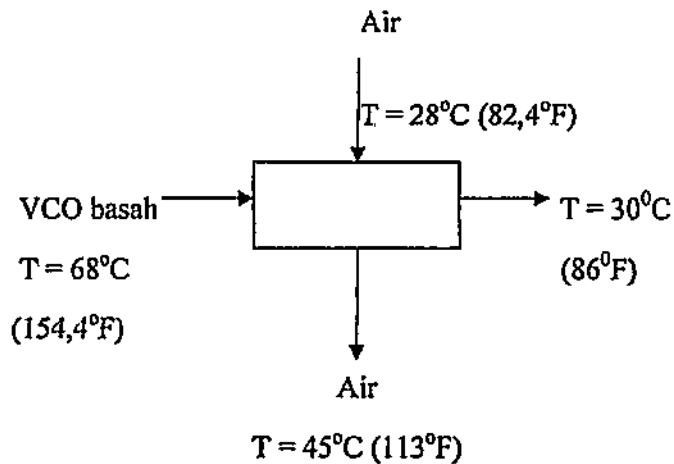
$R_d \text{ desain} > R_d \text{ minimum} = 0,0030$, maka perancangan alat cooler memenuhi syarat untuk digunakan.

15. COOLER II

Kode alat : C-01

Fungsi : Menurunkan suhu larutan keluar Evaporator sebelum dialirkan Decanter

Tipe : Double pipe



Sesuai hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas dapat diketahui :

- Beban panas cooler (Q) : $35.356,6692 \text{ kkal/hr} = 140.012,41 \text{ btu/hr}$
- Laju alir massa fluida panas (W) = $7.975,3053 \text{ kg/hr} = 17.582,5415 \text{ lb/hr}$
- Laju alir massa fluida dingin (w) = $2.079,8040 \text{ kg/hr} = 4.585,1837 \text{ lb/hr}$

$$\begin{aligned}
 1. \Delta t = LMTD &= \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} \\
 &= \frac{(154,4 - 113) - (86 - 82,4)}{\ln \frac{(154,4 - 113)}{(86 - 82,4)}} \\
 &= 16,9504 \text{ } ^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan pipa dengan spesifikasi : (table 6.2 Kern hal.110)

$$\text{IPS} = 2.1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\text{SCH} = 40$$

$$\text{Anulus} = \text{Diameter Luar (OD)} = 2,38 \text{ in} = 0,1983 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter Dalam (ID)} = 2,067 \text{ in} = 0,17225 \text{ ft}$$

$$\text{Pipa} = \text{Diameter Luar (OD)} = 1,66 \text{ in} = 0,1383 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter Dalam (ID)} = 1,380 \text{ in} = 0,1150 \text{ ft}$$

2. Hot Fluid (fluida panas) : anulus (larutan)

a. Luar aliran, a_a

$$a_t = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

$$a_p = \frac{3,14}{4} \times (0,1150^2 - 0,1383^2) = 0,0104 \text{ ft}^2$$

$$a_p = 0,0083 \text{ ft}^2$$

Diameter ekuivalen (D_e) :

$$\begin{aligned} D_e &= \frac{(D_2^2 - D_1^2)}{D_1} \\ &= \frac{(0,1722^2 - 0,1383^2)}{0,1383} \\ &= 0,0762 \text{ ft} \end{aligned}$$

b. Kecepatan massa, G_a :

$$\begin{aligned} G_a &= \frac{W}{a} \\ &= \frac{17.582,5415 \text{ lb/hr}}{0,0083 \text{ ft}^2} \\ &= 2.118.378,494 \text{ lb/hr.ft}^2 \end{aligned}$$

c. Bilangan Reynold, Re_a

$$Re_a = \frac{D_e \cdot G_a}{\mu}$$

$$\text{Pada } t_c = \frac{154,4 + 86}{2} = 120,2^\circ\text{F}$$

didapat sifat-sifat fisik fluida dingin :

$$\text{Viskositas} = 2,057 \text{ lb/hr.ft}$$

$$\text{Konduktivitas panas } k = 0,067 \text{ btu/hr.ft}^3$$

$$\text{Kapasitas panas } c = 0,395 \text{ btu/lb}^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Re}_a &= \frac{0,0762 \text{ ft} \times 2.118.378,494 \text{ lb/hr.ft}^2}{2,057 \text{ lb/hr.ft}} \\ &= 78.473,7566 \end{aligned}$$

d. Koefisien heat transfer outside; h_o :

$$h_o = JH \cdot \left[\frac{k}{D} \right] \cdot \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Untuk $\text{Re}_a = 2.779,0436$ dari fig. 24 Kern didapat $JH = 150$

$$\begin{aligned} h_o &= 150 \times \left[\frac{0,067}{0,0762} \right] \times \left(\frac{0,395 \times 2,057}{0,067} \right)^{1/3} \times (1)^{0,14} \\ &= 303,8144 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

3. Cold Fluid (fluida dingin) : pipa (air pendingin)

a. Luar aliran, a_p

$$a_p = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

$$a_p = \frac{3,14}{4} \times 0,1150^2$$

$$= 0,0104 \text{ ft}$$

b. Kecepatan massa, G_p :

$$G_p = \frac{W}{a_p}$$

$$= \frac{4.585,1873 \text{ lb/hr}}{0,0104 \text{ ft}^2}$$

$$= 440.883,3942 \text{ lb/hr.ft}^2$$

c. Bilangan Reynold, Re_p

$$Re_p = \frac{DG_p}{\mu}$$

Pada $t_c = \frac{82,4+113}{2} = 97,7 \text{ }^\circ\text{F}$ didapat sifat-sifat fisik fluida

dingin: :

$$\text{Viskositas} = 1,7521 \text{ lb/hr.ft}$$

$$\text{Konduktivitas panas } k = 0,3605 \text{ btu/hr.ft}^2$$

$$\text{Kapasitas panas } c = 1,0 \text{ btu/lb}^\circ\text{F}$$

$$Re_p = \frac{0,1150 \text{ ft} \times 440.883,3942 \text{ lb/hr.ft}^2}{1,7521 \text{ lb/hr.ft}}$$

$$= 28.937,7434$$

d. Koefisien perpindahan panas bagian dalam; h_i :

$$h_i = JH \cdot \left[\frac{k}{D} \right] \cdot \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Untuk $Re_a = 148.676,959$ dari fig. 24 Kern didapat $JH = 70$

$$h_i = 70 \times \left[\frac{0,3605}{0,1150} \right] \times \left(\frac{1 \times 1,7521}{0,3605} \right)^{1/3} \times (1)^{0,14}$$

$$= 371,6978 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$h_{io} = h_i \cdot \frac{ID}{OD}$$

$$= 371,6978 \times \left(\frac{1,38}{1,66} \right)$$

$$= 309,0017 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

4. Koefisien perpindahan panas keseluruhan; U_c :

$$U_c = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} \cdot h_o}$$

$$= \frac{309,0017 \times 303,8144}{309,0017 \times 303,8144} = 153,1930 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

5. Koefisien perpindahan panas desain; U_D :

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_C} + R_d \quad (R_d = 0,003)$$

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{153,1930} + 0,0030$$

$$= 0,009527$$

$$U_D = 104,9648 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$$

6. Luas perpindahan panas yang dibutuhkan; A

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta t}$$

$$= \frac{140.012,41 \text{ Btu/hr}}{104,9648 \text{ btu/hr.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F} \times 15,4769 \text{ }^\circ\text{F}}$$

$$= 86,1864 \text{ ft}^2$$

Dari Tabel 11 Kern hal.844 untuk pipa 1 1/4 in IPS luas permukaan luar pipa per-ft panjang pipa $a_o = 0,435 \text{ ft}^2/\text{ft}$

Panjang pipa yang dibutuhkan; L

$$L = \frac{A}{a_o}$$

$$= \frac{86,1864 \text{ ft}^2}{0,435 \text{ ft}^2 / \text{ft}}$$

$$= 198,1297 \text{ ft}$$

Digunakan 4 hairpins

7. Luas perpindahan panas sebenarnya; A_{koreksi} :

$$\begin{aligned} A_{\text{koreksi}} &= 4 \times 40 \text{ ft} \times a_o \\ &= 4 \times 40 \text{ ft} \times 0,435 \text{ ft}^2/\text{ft} \\ &= 69,6 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

8. Koefisien perpindahan panas desain koreksi ; $U_{\text{D koreksi}}$:

$$\begin{aligned} U_{\text{D koreksi}} &= \frac{Q}{A_{\text{koreksi}} \cdot \Delta t} \\ &= \frac{140.012,41 \text{ Btu/hr}}{69,6 \text{ ft}^2 \times 15,4769^\circ \text{F}} \\ &= 129,9790 \text{ btu/hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F} \end{aligned}$$

9. Faktor pengotoran sebenarnya; R_d :

$$\begin{aligned} R_d &= \frac{U_c - U_D}{U_c \times U_D} \\ &= \frac{153,1930 - 129,9790}{153,1930 \times 129,9790} \end{aligned}$$

$$= 0,003174$$

Rd desain > Rd minimum = 0,0030, maka perancangan alat cooler memenuhi syarat untuk digunakan.

16. DEKANTER

Fungsi : Tempat memisahkan minyak laka dan air dengan perbedaan berat jenis.

Tipe : Silinder Horizontal

- **Kondisi Operasi**

$$\text{Laju Umpan} = 1.306,7067 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Densitas } \rho_{\text{campuran}} = 970,9373 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Cairan} &= \frac{M}{\rho} \\ &= \frac{1.306,7067 \text{ kg}}{970,9373 \text{ kg/m}^3} \\ &= 1,3458 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan} = 1 \text{ atm} = 101325,0482 \text{ N/m}^2$$

Dianggap volume cairan menempati 80% volume tangki, maka:

Volume tangki (V_s):

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{100}{85} \cdot 1,3458 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1,6822 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- **Pemilihan Ukuran Tangki**

Type = Tangki Horizontal

- **Menghitung Panjang Silinder**

Ditetapkan

$$L = \frac{3}{2} \cdot D$$

$$A = \pi/4 \cdot D^2$$

$$V = A \times L$$

$$= \pi/4 \cdot D^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot D$$

$$1,6822 = 1,1775 D^3$$

$$D^3 = \frac{1,6822}{1,1775} \text{ m}^3$$

$$= 1,4286 \text{ m}^3$$

$$D = 1,1262 \text{ meter}$$

$$= 44,3406 \text{ inchi}$$

Jadi panjang silinder :

$$L = \frac{3}{2} \cdot D$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1,1262 \text{ meter}$$

$$= 1,6893 \text{ meter}$$

$$= 66,507741 \text{ inchi}$$

- **Tekanan Hidrostatik Cairan (P_H):**

$$P_H = \rho \cdot g \cdot L$$

$$= 970,9373 \cdot 9,8 \cdot 3,5943$$

$$= 16.074,0029 \text{ N/m}^2$$

▪ Tekanan Perancangan (Pr)

$$\begin{aligned} Pr &= P_{\text{operasi}} + P_H \\ &= 101325,0482 \text{ N/m}^2 + 16.074,0029 \text{ N/m}^2 \\ &= 117.399,0511 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

▪ Menghitung Tebal Tangki dan Tebal Penutup Atas

* Tebal minimum dinding silinder (T_s):

$$T_s = \frac{P_r \cdot R_i}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_r} + C \dots\dots\dots (\text{Pers 13-1, Brownel \& Young})$$

Dimana:

$$\begin{aligned} R_i &= \text{Jari-jari dalam (m)} \\ &= \frac{D}{2} \\ &= \frac{1,1262}{2} \\ &= 0,5631 \text{ meter} \quad = 22,1692 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Jika material yang digunakan adalah Carbon Steel SA-334

Grade C (Pers 13-1, Brownel & Young)

$$\begin{aligned} S &= \text{Stress yang diizinkan (Psi)} \\ &= 11.700 \text{ Psi} \quad = 80.667.990 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= \text{Efisiensi sambungan} \\ &= 80\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \text{Faktor korosi (inc)} \\ &= 0,125 \text{ inc} \quad = 0,003 \text{ meter} \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}T_T &= \frac{117.399,0511 \text{ N/m}^2 \cdot 0,5631 \text{ meter}}{80.667.990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,6) \cdot 117.399,0511 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter} \\&= 0,004025 \text{ meter} \\&= 0,1584 \text{ inchi}\end{aligned}$$

Diambil tebal plat standar 3/16 inchi (0,1875 inchi)

* Penentuan Tebal Tutup Atas (dishead head)

$$T_e = \frac{0,885 \cdot P_R \cdot R_o}{E \cdot F - 0,1 \cdot P_R} + C \dots\dots\dots (\text{Pers 13-12, Brownel \& Young})$$

Dimana:

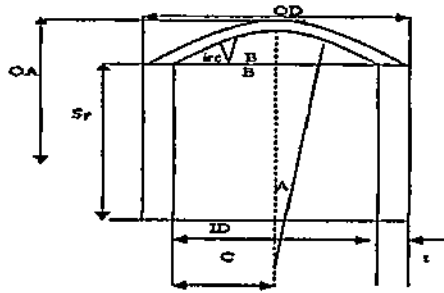
$$\begin{aligned}R_o &= \text{Diameter luar silinder (m)} \\&= 2(T_T) + Dt \\&= 2 \cdot (0,1875) + 22,1692 \\&= 22,5442 \text{ inchi} = 0,5724 \text{ meter}\end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}T_e &= \frac{0,885 \cdot 117.399,0511 \text{ N/m}^2 \cdot 0,5724 \text{ meter}}{80.667.990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,1) \cdot 117.399,0511 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter} \\&= 0,003928 \text{ meter} \\&= 0,15439 \text{ inc}\end{aligned}$$

Diambil tebal plat standar 3/16 inch (0,1875 inchi)

* Penentuan Tinggi Penutup



jika :

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$OA = t + b + sf$$

Dari Tabel 5-4 Brownel & Young halaman 88 untuk dishead head untuk

$T_c = 3/16$ inchi, didapat:

- Inside Crown Radius (icr) = $9/16$ inchi = 0,01429 meter
- Standar Straight Flange (s_f) = 2 inchi

Maka:

$$a = \frac{1,1262}{2} = 0,5631 \text{ meter}$$

$$AB = 0,5631 - 0,01429 = 0,5488 \text{ meter}$$

$$BC = 1,1262 - 0,01429 = 1,1119 \text{ meter}$$

$$AC = \sqrt{(1,1119)^2 - (0,5488)^2}$$

$$= 0,9670 \text{ meter}$$

$$b = 1,1262 - 0,9670$$

$$= 0,592 \text{ meter} = 6,2677 \text{ inchi}$$

Tinggi tutup atas (OA)

$$OA = T_e + b + sf$$

$$= 0,1875 + 6,2677 + 2$$

$$= 8,4552 \text{ inchi}$$

$$= 0,2147 \text{ meter}$$

* Penentuan Panjang Total Silinder :

$$H_{\text{Total}} = L + 2(OA)$$

$$= 1,6893 + 2.(0,2147)$$

$$= 2,1187 \text{ meter.}$$

17. TANGKI PENAMPUNGAN C.N.S.L

Fungsi : Tempat penampungan minyak laka (CNSL) yang keluar dari Dekanter.

Tye : Silinder tegak, penutup berbentuk Dished head dan penutup bawah datar.

- **Jumlah Larutan Yang Masuk**

o Minyak Laka	=	904,1753 kg/jam
o <u>Air</u>	=	<u>3,6314 kg/jam</u>
Total	=	907,8067 kg/jam

Kebutuhan larutan selama 1 hari:

$$M = 907,8067 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 21.787,3608 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Densitas } \rho_{\text{campuran}} = 958,16 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume Cairan} = \frac{M}{\rho}$$

$$= \frac{21.787,3608 \text{ kg}}{958,16 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 22,7385 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 6007,5388 \text{ Gallon/hari}$$

- **Kondisi Operasi**

$$\text{Tekanan Operasi} = 1 \text{ Atm} = 101325,0482 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Temperatur Operasi} = 28^\circ \text{ C}$$

Dianggap volume CH₃OH menempati 85% volume tangki, maka:

Volume tangki (V_T):

$$V_T = \frac{100}{85} \cdot 22,7385 \text{ m}^3$$

$$= 26,7511 \text{ m}^3$$

- **Pemilihan Ukuran Tangki**

$$\text{Type} = \text{Tangki Vertikal}$$

$$\text{Tutup Atas} = \text{Dishead head}$$

Tutup Bawah = Plat Head (Tutup Datar)

- Menghitung Diameter Tangki (Dt)

$$\begin{aligned}\text{Volume tangki total} &= V_{\text{Tangki}} + V_{\text{Head}} \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^2 \cdot H + 0,001176 \cdot Dt^2\end{aligned}$$

$$\text{Ditetapkan } H = \frac{3}{2} \cdot D = 1,5 D$$

maka :

$$\begin{aligned}V_T &= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^2 \cdot \frac{3}{2} Dt + 0,001176 \cdot Dt^2 \\ &= 1,1786 Dt^3 \\ 26,7511 \text{ m}^3 &= 1,1786 Dt^3 \\ Dt^3 &= 22,6973 \text{ m}^3 \\ Dt &= 2,8313 \text{ meter} \\ &= 114,4685 \text{ inchi}\end{aligned}$$

- Tinggi Tangki (Ht):

$$\begin{aligned}Ht &= 1,5 D \\ &= 1,5 \cdot 2,8313 \\ &= 4,2469 \text{ meter} \\ &= 167,2007 \text{ inchi}\end{aligned}$$

- Tinggi Cairan dalam Tangki 85% dari tinggi tangki, (Zt):

$$\begin{aligned}Zt &= \frac{85}{100} \times 4,2469 \text{ meter} \\ &= 3,6099 \text{ meter}\end{aligned}$$

- Tekanan Hidrostatik Cairan (PH):

$$P_H = \rho \cdot g \cdot Z_T$$

$$= 958,16 \cdot 9,8 \cdot 958,16$$

$$= 33.896,5168 \text{ N/m}^2$$

- Tekanan Perancangan (P_r)

$$P_r = P_{\text{operasi}} + P_H$$

$$= 101325,0482 \text{ N/m}^2 + 33.896,5168 \text{ N/m}^2$$

$$= 135.221,5596 \text{ N/m}^2$$

- Menghitung Tebal Tangki dan Tebal Penutup Atas

* Tebal minimum dinding tangki (T_T):

$$T_T = \frac{P_r \cdot R_i}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_r} + C \dots\dots\dots \text{(Pers 13-1, Brownel \& Young)}$$

Dimana:

$$R_i = \text{Jari-jari dalam (m)}$$

$$= \frac{D_i}{2}$$

$$= \frac{2,8313}{2}$$

$$= 1,4156 \text{ meter}$$

Jika material yang digunakan adalah Carbon Steel SA-334

Grade C (Pers 13-1, Brownel & Young)

$$S = \text{Stress yang diizinkan (Psi)}$$

$$= 11.700 \text{ Psi} = 80.667.990 \text{ N/m}^2$$

$$E = \text{Efisiensi sambungan}$$

$$= 80\%$$

$$C = \text{Faktor korosi (inc)}$$

$$= 0,125 \text{ inc} = 0,003 \text{ meter}$$

maka :

$$\begin{aligned} T_T &= \frac{135.221,5596 \text{ N/m}^2 \cdot 1,4156 \text{ meter}}{80.667,990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,6) \cdot 135.221,5596 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter} \\ &\approx 0,005969 \text{ meter} \\ &\approx 0,235 \text{ inc} \end{aligned}$$

Digunakan tebal plat standar ¼ inchi (0,25 inchi)

* Penentuan Tebal Tutup Atas (dishead head)

$$T_e = \frac{0,885 \cdot P_R \cdot R_o}{E \cdot F - 0,1 \cdot P_R} + C \dots\dots \text{ (Pers 13-12, Brownel \& Young)}$$

Dimana:

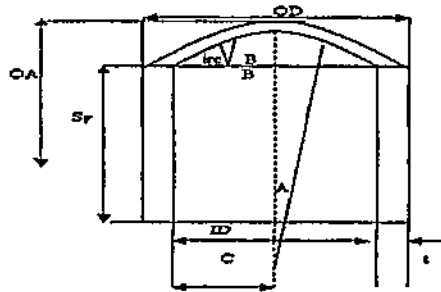
$$\begin{aligned} R_o &= \text{Diameter luar silinder (m)} \\ &= 2(T_T) + Dt \\ &= 2 \cdot (0,25) + 111,4685 \text{ inchi} \\ &= 111,9685 \text{ inc} \quad = 2,844 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T_e &= \frac{0,885 \cdot 135.221,5596 \text{ N/m}^2 \cdot 2,844 \text{ meter}}{80.667,990 \text{ N/m}^2 \cdot (0,8) - (0,1) \cdot 135.221,5596 \text{ N/m}^2} + 0,003 \text{ meter} \\ &= 0,008274 \text{ meter} \\ &= 0,3257 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Diambil tebal plat standar 3/8 inchi (0,375 inchi)

* Penentuan Tinggi Tutup Silinder



jika :

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$OA = t + b + s_f$$

Dari Tabel 5-4 Brownel & Young halaman 88 untuk dishead head untuk

$T_c = 3/8$ inchi, didapat:

- Inside Crown Radius (icr) = $1\frac{1}{8}$ inchi = 0,00317 meter
- Standar Straight Flange (s_f) = 3 inchi = 0,0761 inchi

Maka:

$$a = \frac{2,8313}{2} = 1,4156 \text{ meter}$$

$$AB = 1,4156 - 0,00317 = 1,41243 \text{ meter}$$

$$BC = 2,8313 - 0,00317 = 2,8281 \text{ meter}$$

$$AC = \sqrt{(2,8281)^2 - (1,41243)^2}$$

$$= 2,4501 \text{ meter}$$

$$b = 2,8313 - 2,4501$$

$$= 0,3779 \text{ meter}$$

Tinggi tutup atas (OA)

$$OA = 0,008274 + 0,3779 + 0,0761$$

$$= 0,4623 \text{ meter}$$

Tebal plat datar (Hb):

$$H_b = \frac{P \cdot d}{2 \cdot F \cdot E} + C$$

$$= \frac{135.221,5596 \text{ N/m}^2 \cdot 2,8313 \text{ m}}{2 \cdot 80667990 \cdot (0,8)} + 0,003$$

$$= 0,005966 \text{ meter}$$

$$= 0,2348 \text{ inchi}$$

Digunakan tebal plat standar ¼ inchi (0,25 inchi) = 0,0635 meter

Total tinggi tngki (Tt)

$$(Tt) = H_{\text{Silinder}} + H_{\text{Tutup atas}} + H_b$$

$$= 4,2469 \text{ meter} + 0,4623 \text{ meter} + 0,0635 \text{ meter}$$

$$= 4,7155 \text{ meter.}$$

Kesimpulan:

➤ Dimensi Silinder:

- HS = 4,2469 meter
- DS = 2,8313 meter
- Ts = ¼ inchi

➤ Dimensi Tutup Silinder:

- A_o = 0,4623 meter

- T_e = 3/8 inchi

- H_b = 0,0635 meter

➤ Tinggi Total (H_t) = 4,7155 meter

➤ Jumlah = 1 buah

18. POMPA (P-01)

Fungsi : Untuk memompa Methanol dari tangki penampungan metanol menuju ke tangki pencampuran.

• Kapasitas yang akan dipompa (Q)

$$\begin{aligned} Q &= 7083,333 \text{ kg/jam} \times 2,205 \text{ lb / kg} \\ &= 15.618,7436 \text{ lb / jam} \end{aligned}$$

Densitas liquida (ρ)

$$\begin{aligned} \rho &= 783 \text{ kg/ft}^3 \\ &= 48,8880 \text{ lb / ft}^3 \end{aligned}$$

Viskositas liquida (μ)

$$\mu = 1,244 \text{ lb/ft.jam}$$

- Laju alir volumetric (Qf) :

$$\begin{aligned}
 Qf &= \frac{Q}{\rho} \\
 &= \frac{15.618,7436 \text{ lb / jam}}{48,8880} \\
 &= 319,480 \text{ ft/jam} \\
 &= 0,0887 \text{ ft}^3/\text{detik} = 39,8115 \text{ gal/mnt}
 \end{aligned}$$

- laju air dalam pipa diasumsi sebagai aliran turbulen, maka dari peter pers 14 – 15 hal 496 (Nre \geq 2100), maka diameter pipa optimum (Di_{opt}) :

$$\begin{aligned}
 Di_{opt} &= 3,9 (Qf)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\
 &= 3,9 (0,0887)^{0,45} (48,8880)^{0,13} \\
 &= 2,1738 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan tabel 11 hal 844 Kern dipilih :

- Nominal size pipe = 2 ½ in
- Schedule = 40
- Inside Diameter = 2,469 in = 0,2058 ft
- Outside Diameter = 2,88 in = 0,24 ft
- Luas permukaan alir = 4,79 in² = 0,0333 ft²

- Kcepatan aliran dalam pipa (V)

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

$$\frac{0,0887 \text{ ft}^3 / \text{dtk}}{0,0333 \text{ ft}^2}$$

$$= 2,6668 \text{ ft/dtk}$$

- Pemeriksaan bilangan Reynold (NRe) :

$$NRe = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{48,8880 \text{ lb/ft}^3 \times 2,668 \text{ ft/dtk} \times 0,24 \text{ ft}}{3,3566 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft dtk}}$$

$$= 93.203,30$$

karena $NRe > 2100$ maka diasumsi benar.

- Direncanakan :

- Panjang pipa lurus (L) = 20 m = 65,6168 ft

- Tinggi pemompaan (H) = 13 m = 42,6509 ft

- 3 elbow 90° → $Le/D = 32$ (Peter tabel 1, hal 484)

$$Le = 32 \cdot 3 \cdot D$$

$$= 32 \cdot 3 \cdot 0,2058$$

$$= 19,7472 \text{ ft}$$

$$f = 0,0047$$

$$\begin{aligned} \text{maka } \sum F &= \frac{0,0047 \cdot 86,8039 \cdot (2,6668 \text{ ft/s})^2}{2 \cdot 32,174 \text{ ft lbf/lbm} \cdot 0,2058} \\ &= 0,2190 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Energi mekanik pompa

Dihitung dengan persamaan Bernouilly :

$$W_s = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 \cdot gc} + \Delta Z \frac{g}{gc} + F$$

$$\text{Dimana: } \frac{\Delta P}{\rho} = 0, (P_1 = P_2 = 1 \text{ atm})$$

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot gc} = 0, (V_1 = V_2, \text{ karena tidak ada perubahan}$$

ukuran pipa sepanjang aliran).

$$\begin{aligned} \Delta Z \frac{g}{gc} &= 42,6509 \cdot \frac{32,2 \text{ ft/s}^2}{32,174 \text{ ft.lbf/lbm.s}^2} \\ &= 42,6853 \text{ ft/lbf/lbm} \end{aligned}$$

$$\text{Maka } W_s = 0 + 0 + 42,6853 \text{ ft/lbf/lbm} + 0,2190$$

$$= 42,9043 \text{ ft/lbf/lbm}$$

- Penentuan daya pompa (P) :

$$\begin{aligned} \text{BHp} &= \frac{42,9043 \text{ ft/lbf/lbm} \cdot Q_f \cdot \rho}{550 \cdot \text{ft.lbf/s/Hp}} \\ &= \frac{42,9043 \text{ ft/lbf/lbm} \cdot 0,0887 \text{ ft}^3/\text{detik} \cdot 48,8880 \text{ lb/ft}^3}{550 \cdot \text{ft.lbf/s/Hp}} \end{aligned}$$

LAMPPIRAN D

LAMPIRAN D

UTILITAS

A. Perhitungan Peralatan Pengolahan Air

1. Pompa air sungai

Fungsi : mengalirkan air sungai ke bak penampung air sungai (*reservoir*).

Kode : P - 01

Tipe : pompa centrifugal aliran radial

Rate air $m = 31.090,3649 \text{ kg/hr} = 68.542,5335 \text{ lb/hr}$

Densitas $\rho = 62,43 \text{ lb/ft}^3$

Viskositas $\mu = 1,905 \text{ lb/ft.hr} = 5,3 \times 10^{-4} \text{ lb/ft.s}$

Rate volumetrik air (Q) :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{m}{\rho} \\ &= \frac{68.542,5335 \text{ lb/hr}}{62,43 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 1097,9453 \text{ ft}^3/\text{hr} = 0,3049 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Diameter optimum pipa (D_i)

Diameter optimum pipa dihitung dengan menggunakan persamaan 15 hal. 496

Peters, untuk asumsi aliran turbulen ($N_{re} > 2100$).

$$\begin{aligned} D_i &= 3,9 qf^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times 0,3049^{0,45} \times 62,43^{0,13} = 3,911 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa nominal dengan spesifikasi :

Nominal PipeSize : 3 in
 Schedule : 40
 Diameter dalam (D_i) : 4,026 in = 0,3353 ft
 Diameter luar (D_o) : 4.50 in = 0,3748 ft
 Luas penampang (A) : 11,5 in² = 0,8819 ft²

Uji bilangan Reynold

$$N_{Re} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana $V = \frac{Q}{A}$

$$V = \frac{0,3049 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,8819 \text{ ft}^2}$$

$$= 0,3457 \text{ ft/s}$$

$$\text{maka } N_{Re} = \frac{62,43 \text{ lb/ft}^3 \times 0,3457 \text{ ft/s} \times 0,3353 \text{ ft}}{5,3 \times 10^{-4} \text{ lb/ft.s}}$$

$$= 13.653,2639$$

$N_{Re} > 2100$, maka asumsi aliran turbulen benar.

Instalasi perpipaan yang digunakan :

- a. Panjang pipa lurus $L = 2000 \text{ m} = 6.562 \text{ ft}$
- b. Tinggi pemompaan $Z = 12 \text{ m} = 39,3700 \text{ ft}$
- c. 3 buah standar elbow 90° dan 2 buah gate valve

Panjang ekuivalen sambungan; L_e :

- a. elbow 90° (standar radius) $L_e = 3 \times 32 \times 0,3353 \text{ ft} = 32,1888 \text{ ft}$

$$\begin{aligned} \text{b. gate valve (open)} \quad Le &= 2 \times 7 \times 0,3353 \text{ ft} = 8,7178 \text{ ft} \\ & \text{total} = 40,9066 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\text{Total panjang ekivalen} \quad Le = 40,9066 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang pipa total} \quad \Sigma L &= L + Le \\ &= 6,562 \text{ ft} + 40,9066 \text{ ft} \\ &= 6.602,9066 \text{ ft} \end{aligned}$$

Kontraksi yang terjadi :

Friksi karena gesekan dalam pipa (F)

$$\Sigma F = \frac{f \cdot \Sigma L \cdot V^2}{2 \cdot gc \cdot D}$$

Dipilih pipa komersial *steel* dengan $\epsilon = 0,00015 \text{ ft}$

Untuk $\epsilon/D = 0,0005/0,3353$ dan $N_{Re} = 13.653,2639$ diperoleh dari Fig 14-1

Peters hal. 482 didapat faktor friksi $f = 0,006$

maka :

$$\begin{aligned} \Sigma F &= \frac{0,006 \times 6.602,9066 \text{ ft} \times (0,4082 \text{ ft/s})^2}{2 \times 32,174 \text{ ft} \cdot \text{lb}_m / \text{lb}_f \cdot \text{s}^2 \times 0,3353 \text{ ft}} \\ &= 0,3059 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}_m \end{aligned}$$

Energi mekanik pompa (-Ws)

$$-W_s = \left(\frac{\Delta P}{\rho} \right) + \left(\Delta Z \frac{g}{gc} \right) + \left(\frac{\Delta V^2}{2gc} \right) + \Sigma F$$

$$\text{dimana } \frac{\Delta P}{\rho} = 0 \text{ karena } P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$\frac{\Delta V^2}{2gc} = 0 \text{ karena tidak ada perubahan ukuran pipa sepanjang aliran}$$

$$\Delta Z \frac{g}{g_a} = 39,37 \text{ ft} \times \frac{32,2 \text{ ft/s}^2}{32,174 \text{ ft} \cdot \text{lb}_m / \text{lb}_f \cdot \text{s}^2}$$

$$= 39,40 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}_m$$

maka $-W_s = 0 + 39,40 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}_m + 0 + 0,3059 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}_m$

$$= 39,7059 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}_m$$

Kerja pompa :

$$\text{WHp} = \frac{-W_s \cdot Q \cdot \rho}{\eta \cdot 550}$$

$$\text{WHp} = \frac{39,7059 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}_m \times 0,36 \text{ ft}^3 / \text{s} \times 62,43 \text{ lb} / \text{ft}^3}{550 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{s} / \text{Hp}}$$

$$= 1,620 \text{ Hp}$$

Power motor (P)

$$P = \frac{\text{WHp}}{\eta}$$

Dari fig. 14 – 38 Peters hal. 521 didapat $\eta = 82\%$

Maka $P = \frac{1,620 \text{ Hp}}{0,82} = 1,975 \text{ Hp}$

Digunakan pompa dengan daya motor 2 Hp.

Spesifikasi Pompa Air Sungai

1. Kode alat : P – 01
2. Tipe : *single stage centrifugal pump*
3. Kapasitas : 0,3049 ft³/s
4. Head pompa : 39,7059 ft-lb_f/lb_m
5. Power motor : 2 Hp

6. Bahan konstruksi: *Cast Iron*

7. Jumlah : 2 Buah (1 Buah cadangan)

2. Bak Penampung Air Sungai

Fungsi : untuk menampung air yang dipompakan dari sungai dan juga sebagai tempat pengendapan pendahuluan

Kode alat: B-01

Tipe : bak persegi panjang

Rate air masuk $m = 31.0903649 \text{ kg/hr}$

Densitas $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Waktu tinggal $t = 2 \text{ hr}$

Volume air yang ditampung (V) :

$$\begin{aligned} V &= \frac{m \cdot t}{\rho} \\ &= \frac{31.0903649 \text{ kg/hr} \times 2 \text{ hr}}{1000 \text{ kg/m}^3} \\ &= 62,1807 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dirancang 95 % dari volume bak terisi air.

$$\begin{aligned} \text{Volume bak;} \quad V &= \frac{62,1807 \text{ m}^3}{0,95} \\ &= 65,4534 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bak dirancang dengan ketentuan :

$$P = L$$

$$T = 2 \text{ m}$$

$$\text{volume bak} = P \times L \times T$$

$$65,4534 = L \times L \times 2$$

$$32,7266 = L^2$$

$$L^2 = 32,7266$$

$$L = 5,7207 \text{ m}$$

$$P = L$$

$$= 5,7207 \text{ m}$$

Spesifikasi Bak Air Sungai:

Kode alat : B - 01

Tipe : bak persegi panjang

Kapasitas : $65,4534 \text{ m}^3$

Dimensi : panjang = $5,7207 \text{ m}$

lebar = $5,7207 \text{ m}$

tinggi = 2 m

Bahan konstruksi : *beton*

Jumlah : 1 Buah

3. Clarifier (Tangki Pengendap)

Fungsi : Untuk mengendapkan kotoran yang tersuspensi dalam air dengan menambahkan flokulan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.

Kode : T - 01

Tipe : tangki silinder vertikal dengan tutup bawah konis

Rate air masuk $m = 31.090,3649 \text{ kg/hr}$

Densitas $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Waktu tinggal $t = \frac{1}{2} \text{ hr}$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik air } Q &= \frac{31.090,364 \text{ kg/hr}}{1000 \text{ kg/m}^3} \\ &= 31,0903 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

Dirancang tangki 90 % dari volume tangki berisi air dan dipilih perbandingan tinggi (H) dan diameter (D) = 1 : 3 dengan sudut konis 45° dan digunakan 1 buah tangki pengendap.

$$\begin{aligned} \text{Volume clarifier (V)} &= \frac{31,0903 \text{ m}^3 / \text{jam} \times \frac{1}{2} \text{ hr}}{0,90} \\ &= 15,5451 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume clarifier (V)} = \text{volume silinder (V}_s\text{)} + \text{volume konis (V}_c\text{)}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder; V}_s &= \frac{1}{4} \pi D^2 H \quad (H = 3D) \\ &= \frac{3}{4} \pi D^3 \\ &= 2,335 D^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis; V}_c &= \frac{1}{12} \pi D^2 h \quad (h = \text{tinggi konis} = \frac{1}{2} D \text{ tg } 45^\circ = \frac{1}{2} D) \\ &= \frac{\pi}{24} \cdot D^3 = 0,1308 D^3 \end{aligned}$$

maka :

$$V = V_s + V_c$$

$$\begin{aligned} V &= 2,335 D^3 + 0,1308 D^3 \\ &= 2,4858 D^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{diameter silinder } D &= \left(\frac{V}{2,4858} \right)^{\frac{1}{3}} \\ &= \left(\frac{15,5451 \text{ m}^3}{2,4858} \right)^{\frac{1}{3}} = 1,8423 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{tinggi silinder } H = 3 D$$

$$= 3 \times 1,8423 \text{ m} = 5,5271 \text{ m}$$

tinggi konis $h = \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 1,8423 \text{ m} = 0,9211 \text{ m}$

Desain pengaduk *clarifier*

Dipilih pengaduk jenis *six-plate blade turbin*, dengan konfigurasi pengaduk sebagai berikut : (Brown hal. 507)

$$D_i = D_t/3 = 1,8423/3 = 0,6141 \text{ m}$$

$$Z_i/D_i = D_i - 1.3 = 1,3 \cdot (0,6141) = 0,7983 \text{ m}$$

$$Baffle = 4 \text{ Buah}$$

$$W/D_i = 0,10 \cdot D_i = 0,1 \cdot (0,6141) = 0,0614 \text{ m}$$

$$L/D_i = 0,25 \cdot D_i = 0,25 \cdot (0,6141) = 0,1535 \text{ m}$$

$$J/D_i = 0,20 \cdot D_i = 0,20 \cdot (0,6141) = 0,1228 \text{ m}$$

Dimana D_t : diameter dalam tangki

D_i : diameter *impeller*

Z_i : tinggi pengaduk dari dasar tangki

W : lebar *baffle*

L : panjang sudu

J : lebar sudu

Power pengaduk

Bilangan Reynold (N_{Re})

$$N_{Re} = \frac{D_i^2 N \rho}{\mu}$$

Dimana $D_i =$ diameter *impeller* = 0,6141 m = 2,0147 ft

$N =$ putaran pengaduk = 60 rpm = 1 rps

ρ = densitas air = 62,43 lb/ft³

μ = viskositas air = 5,3 × 10⁻⁴ lb/ft.s

$$\begin{aligned} \text{maka } N_{Re} &= \frac{2,0147 \times 1 \times 62,43}{5,3 \times 10^{-4}} \\ &= 478.0121,4613 \end{aligned}$$

Untuk $N_{Re} = 678484,5283$ dari grafik 447 hal. 507 Brown diperoleh (*power number*) $\Phi = 6$

$$\text{Power pengaduk } P = \frac{\Phi n^3 D_i^5 \rho}{g_c}$$

Dimana : D_i = diameter impeller = 2,40 ft

N = putaran pengaduk = 1 rps

ρ = densitas air = 62,43 lb/ft³

g_c = faktor konversi satuan = 32,174 ft-lb_m/lb_f.s²

$$P = \frac{6 \times 1^3 \times 2,40^5 \times 62,43}{32,174}$$

$$= 927,0342 \text{ ft-lb}_f/\text{s} \times 1 \text{ Hp}/550 \text{ ft-lb}_f/\text{s}$$

$$= 1,69 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor 82% (fig. 14-38 Peters hal 521)

$$\text{Power motor } P = \frac{1,69 \text{ Hp}}{0,82}$$

$$= 2,1 \text{ Hp}$$

Digunakan power motor pengaduk *clarifier* $P = 2,5 \text{ Hp}$.

Kebutuhan koagulan :

Diambil koagulan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ diambil 10 ppm = 10 mg/liter air (Walas, hal. 309). Laju alir volumetrik air masuk; $Q_f = 31,0903 \text{ m}^3/\text{hr}$. Maka jumlah Koagulan yang ditambahkan pada clarifier sebanyak

$$= 10 \text{ mg/liter} \times 31,0903 \text{ Liter/hr}$$

$$= 310.903 \text{ mg/hr} \approx 0,031 \text{ kg/hr}$$

Spesifikasi Tangki Pengendap:

Kode alat : T - 01

Tipe : *grafiti clarifier*

Kapasitas : $15,5451 \text{ m}^3$

Dimensi : tinggi silinder = 5,5271 m
diameter silinder = 1,8423 m
tinggi konis = 0,9211 m

Power motor pengaduk : 2,5 Hp

Kebutuhan flokulan : 0,31 kg/hr

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Jumlah : 1 Buah

4. *Sand Filter* (Tangki Saringan Pasir)

Kode alat : T - 02

Fungsi : untuk menyaring partikel yang belum terendapkan yang terdapat dalam air yang keluar pada aliran *overflow clarifier*.

Tipe : *grafity sand filiterer*

Rate air masuk : $m = 31.090,3649 \text{ kg/hr}$

Densitas air $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Rate volumetrik air masuk (Q) :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{m}{\rho} \\ &= \frac{31.090,3649 \text{ kg/hr}}{1000 \text{ kg/m}^3} \\ &= 31,090 \text{ m}^3/\text{hr} \\ &= 0,5181 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

Diambil kecepatan filiterrasi; $Q_r = 0,50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$

Maka luas penampang tangki (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{Q_r} \\ &= \frac{0,5181 \text{ m}^3/\text{min}}{0,50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}} \\ &= 1,0326 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dipilih tangki saringan pasir berbentuk persegi empat dan digunakan 1 buah tangki.

Luas tangki $A = X^2$ (X = panjang sisi tangki)

$$\begin{aligned} X &= A^{1/2} \\ &= 1,0326^{1/2} \\ &= 1,0179 \text{ m} \end{aligned}$$

Spesifikasi *Sand Filiterer*

1. Kode alat : T - 02
2. Tipe : *grafity sand filiterer*

3. Dimensi : tinggi pasir halus = 0,30 m
tinggi pasir kasar = 0,30 m
tinggi kerikil = 0,30 m
panjang sisi tangki = 1,0179 m

4. Bahan konstruksi : *stainless steel*

5. Jumlah : 1 Buah

5. Bak Air Bersih

Kode : BP-03

Fungsi : Untuk menampung air bersih yang keluar dari Sand filter, untuk kebutuhan air proses, air pendingin dan air Sanitasi.

Tipe : Bak persegi panjang

Rate Massa = 31.090,3649 kg/hr

ρ = 1000 Kg/m³

Wkt tinggal = 2 jam

Volume air yang akan ditampung (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{M.t}{\rho} \\ &= \frac{31.090,3649 \text{ kg/hr} \times 2}{1000} \\ &= 62,1807 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume yang dirancang 95% berisi air, maka :

$$\begin{aligned} \text{Volume Bak} &= \frac{62,1807 \text{ m}^3}{95\%} \\ &= 69,0896 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bak dirancang dengan ketentuan :

$$P = L$$

$$T = 2 \text{ m}$$

$$\text{volume bak} = P \times L \times T$$

$$69,0896 = L \times L \times 2$$

$$34,5448 = L^2$$

$$L^2 = 34,5448$$

$$L = 5,8774 \text{ m}$$

$$P = L$$

$$P = 5,8774 \text{ m}$$

Bak Air Bersih Spesifikasi:

1. Kode alat : B - 02
2. Tipe : bak beton persegi panjang
3. Kapasitas : $50,5 \text{ m}^3$
4. Dimensi : panjang : $5,8774 \text{ m}$
lebar : $5,8774 \text{ m}$
tinggi : 2 m

Bahan konstruksi : beton

Jumlah : 1 Buah

6. Ion exchanger (Penukar Ion)

Tangki ini terdiri dari Buah yaitu tangki kation *exchanger* dan tangki anion *exchanger*. Air yang masuk ke ion exchanger adalah air make-up umpan boiler.

a. *Kation exchanger*

Fungsi : untuk mengikat kation dalam air dengan menggunakan resin asam.

Kode alat : KE - 01

Rate air masuk $m = 8.242,0468 \text{ kg/hr}$

Densitas $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Diambil faktor keamanan desain 20 %.

Rate volumetrik air masuk (Q) :

$$Q = \frac{1,20 \times 8.242,0468 \text{ kg/hr}}{1000 \text{ kg/m}^3}$$
$$= 9,8904 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Diperkirakan kandungan air masuk yang akan dihilangkan kationnya sebagai berikut :

$$\begin{array}{rcl} \text{Mg}^{+2}; \text{Ca}^{+2} & = & 0,7995 \text{ mek/liter} \\ \text{Fe}^{+2} & = & 0,356 \text{ mek/liter} \\ \text{Mn}^{+2} & = & 0,0182 \text{ mek/liter} \\ \hline \text{Total} & = & 0,8533 \text{ mek/liter} \end{array}$$

Kation exchanger beroperasi 160 hr/minggu dengan 8 hr regenerasi perminggu. Total kation yang dihilangkan :

$$= 0,8533 \text{ mek/liter} \times 1 \text{ grek/1000 mek} \times 9,8904 \text{ m}^3/\text{hr} \times 1000 \text{ liter/m}^3 \times 160 \text{ hr}$$

$$= 1.350,3165 \text{ grek}$$

Resin yang digunakan jenis *greensand* (*Fe silikat*) dengan spesifikasi :

(Perrys edisi 6 tabel 16 - 4 dan tabel 19 - 7 hal. 19 -41).

Kapasitas penyerapan : 0,5 – 2,0 grek/liter (diambil 0,5 grek/liter)

Tinggi *bed* minimum : 24 in

Regenerasi resin : HCl gr/liter resin

$$\begin{aligned}\text{Volume resin } V &= \frac{\text{kation yang diserap}}{\text{kapasitas penyerapan}} \\ &= \frac{1.350,3165 \text{ grek}}{0,5 \text{ grek/liter}} \\ &= 2700,633 \text{ liter} = 2,7006 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dirancang tinggi *bed* $h = D$

$$\begin{aligned}\text{Diameter } \textit{bed} \text{ } D &= \left[\frac{4V}{\pi} \right]^{1/3} \\ &= \left[\frac{4 \times 2,7006}{3,14} \right]^{1/3} = 1,5096 \text{ m}\end{aligned}$$

Digunakan diameter *bed* $D = 1,5096 \text{ m}$

Tinggi *bed* $h = D = 1,5096 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi tangki total } H &= 2 \times \text{tinggi } \textit{bed} \\ &= 2 \times 1,5096 \text{ m} = 3,0796 \text{ m}\end{aligned}$$

Kebutuhan HCl untuk *regenerasi resin* :

Diambil *regenerasi* : 110 % gr HCl/liter resin.

$$\begin{aligned}\text{HCl yang dibutuhkan} &= 1,1 \text{ gr HCl/liter} \times \text{volume resin} \\ &= 1,1 \text{ gr HCl/liter} \times 2700,633 \text{ liter} \\ &= 2.970,6963 \text{ gr}\end{aligned}$$

Untuk regenerasi digunakan larutan HCl 37% dengan densitas 1,180 gr/cm³. Kebutuhan HCl 37 %

$$= \frac{2.970,6963\text{gr}}{1,180\text{gr/cm}^3}$$

$$= 2.517,5392 \text{ cm}^3 = 2,517 \text{ liter}$$

Jadi untuk setiap 8 hr regenerasi/minggu dibutuhkan larutan HCl 37% sebanyak 2,517 liter

Spesifikasi *Kation Exchanger*:

1. Kode alat : KE - 01
2. Tipe : *fixed bed kation exchanger*
3. Kapasitas penyerapan : 0,5 grek/liter
4. Dimensi tangki :
 - a. Diameter : 1,5096 m
 - b. Tinggi tangki : 3,0192 m
 - c. Tinggi *bed* : 1,5096 m
5. Jenis resin : *Greensand (Fe silikat)*
6. Regenerasi : HCl 37%
7. Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
8. Jumlah : 1 Buah

b. *Anion Exchanger*

Fungsi : untuk mengikat anion dalam air dengan menggunakan resin basa.

Kode : AE - 01

Rate air masukm = 8.242,0468 kg/hr

Densitas $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Diambil faktor keamanan desain 20 %.

Rate volumetrik air masuk (Q) :

$$Q = \frac{1,2 \times 8.242,0468 \text{ kg/hr}}{1000 \text{ kg/m}^3}$$
$$= 9,8904 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Diperkirakan kandungan air masuk yang akan dihilangkan anionnya :

$$\text{SO}_4^{-2} : 200 \text{ mg/liter} = 0,4167 \text{ mgrek/liter}$$

$$\text{NO}^- : 10 \text{ mg/liter} = 0,3333 \text{ mgrek/liter}$$

$$\text{F}^- : 1,5 \text{ mg/liter} = 0,0770 \text{ mgrek/liter}$$

$$\text{Total} = 0,8270 \text{ mgrek/liter}$$

Anion exchanger beroperasi 160 hr/minggu dengan 8 hr regenerasi/minggu. Total anion yang dihilangkan :

$$= 0,8270 \text{ mgrek/liter} \times 9,8904 \text{ m}^3/\text{hr} \times 1 \text{ grek}/1000 \text{ mgrek} \times$$
$$1000 \text{ liter/m}^3 \times 160 \text{ hr}$$
$$= 1.308,6977 \text{ grek}$$

Resin yang digunakan jenis *acrylicbased* dengan spesifikasi :

(Perrys edisi 6 tabel 16 - 4 hal. 16 - 10 dan tabel 19 - 7 hal. 19 - 41)

- Kapasitas penyerapan : 0,35 - 0,70 grek/liter (diambil 0,5 grek/liter)
- Tinggi *bed* minimum : 30 in
- Regenerasi resin : 70 - 140 gr NaOH/liter resin

$$\text{Volume resin } V = \frac{\text{anion yang diserap}}{\text{kapasitas penyerapan}}$$

$$= \frac{1.308,6977 \text{ grek}}{0,50 \text{ grek/ltr}}$$

$$= 2.617,3954 \text{ liter}$$

$$= 2,6173 \text{ m}^3$$

Dirancang tinggi *bed* $h = D$

$$\text{Diameter } \textit{bed} \ D = \left[\frac{4V}{\pi} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{4 \times 2,6173}{3,14} \right]^{1/3} = 1,4349 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi } \textit{bed} \ (h) = D = 1,4349 \text{ m}$$

Tinggi tangki total $H = 2 \times$ tinggi *bed*

$$= 2 \times 1,4349 \text{ m} = 2,9878 \text{ m}$$

Kebutuhan NaOH untuk regenerasi resin :

Diambil regenerasi : 70 gr NaOH/liter resin.

NaOH yang dibutuhkan = 70 gr/liter \times volume resin

$$= 70 \text{ gr /liter} \times 2.617,3954 \text{ liter}$$

$$= 183.217,678 = 183,2176 \text{ kg}$$

Jadi untuk setiap 8 hr regenerasi/minggu dibutuhkan NaOH = 183,2176 kg.

Spesifikasi *Anion Exchanger*:

1. Kode alat : AE - 01
2. Tipe : silinder vertikal
3. Kapasitas penyerapan : 0,5 grek/liter
4. Dimensi tangki :
 - a. Diameter : 1,4939 m

- b. Tinggi : 2,9878 m
- 5. Tinggi *bed* : 1,4939 m
- 6. Jenis resin : *acrylic based*
- 7 Regenerasi : NaOH
- 8. Bahan konstruksi : *carbon steel*
- 9. Jumlah : 1 Buah

7. Tangki Air Umpan Boiler

Kode alat : T - 03

Fungsi : menampung air yang keluar dari anion exchanger dan kondensat steam yang diresirkulasi untuk kebutuhan air umpan boiler.

Tipe : tangki persegi panjang

Rate Massa = 7.014,9246 kg/hr

ρ = 1000 Kg/m³

Waktu tinggal = 5 jam

Volume air yang akan ditampung (V)

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{M.t}{\rho} \\
 &= \frac{7.014,9246 \text{ kg/hr} \times 5 \text{ hr}}{1000} \\
 &= 35,0746 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume yang dirancang 90% berisi air, maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Bak} &= \frac{35,0746 \text{ m}^3}{90\%} \\
 &= 38,9780 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bak dirancang dengan ketentuan :

$$P = L$$

$$T = 2 \quad \text{m}$$

$$\text{volume bak} = P \times L \times T$$

$$38,9780 = L \times L \times 2$$

$$19,4859 = L^2$$

$$L^2 = 19,4859$$

$$L = 4,4142 \text{ m}$$

$$P = L$$

$$P = 4,4142 \text{ m}$$

Spesifikasi Tangki Air Umpan Boiler:

1. Kode alat : T - 03
2. Tipe : tangki persegi panjang
3. Kapasitas : 38,9780 m³
4. Dimensi
 - Panjang : 4,4142 m
 - Lebar : 4,4142 m
 - Tinggi : 2, m
5. Bahan konstruksi : *stainless steel*
6. Jumlah : 1 Buah

8. Bak Air Pendingin

Kode alat : B - 03

Fungsi : menampung air pendingin *make-up* dan air bekas pendingin yang disirkulasi setelah melewati *cooling tower*

Tipe : bak beton persegi panjang

Rate air masuk (m) = 169.718,935 kg/hr

Densitas (ρ) = 1000 kg/m³

Waktu tinggal (t) = 1 hr

$$\begin{aligned}\text{Volume air tertampung} &= \frac{169.718,935 \text{ kg/hr} \times 1 \text{ hr}}{1000 \text{ kg/m}^3} \\ &= 169,789 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dirancang 90 % dari volume bak berisi air dan digunakan 1 buah bak.

$$\text{Maka volume bak (V)} = \frac{169,789 \text{ m}^3}{0,90} = 188,5765 \text{ m}^3$$

Dipakai bak bentuk persegi panjang dengan ketentuan :

$$\text{Panjang } P = L$$

$$\text{Tinggi } T = 2 \text{ m}$$

$$\text{Volume bak (V)} = P \cdot L \cdot T$$

$$188,5765 = L \times L \times 2$$

$$94,2882 = L^2$$

$$L^2 = 94,2882$$

$$L = 9,71 \text{ m}$$

$$P = L$$

$$P = 9,71 \text{ m}$$

Spesifikasi Bak Air Pendingin:

1. Kode alat : B - 03
2. Tipe : bak beton persegi panjang
3. Kapasitas : 188,5765 m³
4. Dimensi
 - a. panjang : 9,71 m
 - b. Lebar : 9,71 m
 - c. tinggi : 2 m
5. Bahan konstruksi : beton
6. Jumlah : 1 Buah

9. Bak Air Sanitasi

Kode alat : B - 04

Fungsi : Untuk menampung air sanitasi untuk keperluan karyawan, laboratorium, taman dan lain-lain.

Tipe : Bak persegi panjang

Rate Massa = 3000 kg/jam

ρ = 1000 Kg/m³

Waktu tinggal = 24 jam

Volume air yang akan ditampung (V)

$$V = \frac{M.t}{\rho}$$

$$= \frac{3000 \times 24}{1000}$$

$$= 72 \text{ m}^3$$

Volume yang dirancang 90% berisi air, maka :

$$\text{Volume Bak} = \frac{72}{90\%}$$

$$= 80 \text{ m}^3$$

Bak dirancang dengan ketentuan :

$$P = L$$

$$T = 4 \text{ m}$$

$$\text{volume bak} = P \times L \times T$$

$$80 = 1 \text{ X } 1 \text{ X } 4$$

$$20 = 1 \text{ X} 2$$

$$\text{X} 2 = 20$$

$$\text{X} = 4,4721 \text{ m}$$

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

$$= 4,4721 \text{ m}$$

Spesifikasi bak air sanitasi:

Kode alat : BAS- 01

Tipe : Bak berbentuk persegi panjang

Kapasitas : 80 m³

Panjang : 4,4721 m

Lebar : 4,4721 m

Tinggi : 4 m

Bahan konstruksi : Beton

Jumlah : 1 Buah

10. *Cooling Tower* (Menara Pendingin)

Fungsi : mendinginkan air pendingin sebelum disirkulasi.

Kode alat : CT - 01

Tipe : *induced draft cooling tower*

Rate air masuk (m) = 144.261,0947 kg/hr

Densitas (ρ) = 1000 kg/m³

$$\begin{aligned}\text{Rate Volumetrik air (Q)} &= \frac{m}{\rho} \\ &= \frac{144.261,0947 \text{ kg/hr}}{1000 \text{ kg/m}^3} \\ &= 144,261 \text{ kg/hr (635,19 gpm)}\end{aligned}$$

Suhu air masuk CT - 01 = 45 °C = 113 °F

Suhu air keluar CT - 01 = 30 °C = 86 °F

Suhu *wet bulb* = 70 °F

Suhu *approach* = 86 - 70 = 16 °F

Suhu *range* = 113 - 86 = 27 °F

Konsentrasi air 4 gpm/ft² (Perrys edisi 6 hal. 12 - 15).

Maka didapat luas permukaan teoritis *tower* (A) :

$$A = \frac{635,19 \text{ gpm}}{4 \text{ gpm/ft}^2} = 158,7975 \text{ ft}^2$$

Power teoritis *fan* (untuk 100 % *standart performance*) 0,04 Hp/ft² luas *tower*.

$$\text{Power fan P} = 0,04 \text{ Hp/ft}^2 \times 158,7975 \text{ ft}^2$$

$$= 6,3519 \text{ Hp}$$

$$\begin{aligned} \text{Power motor, BHp} &= \frac{P}{\text{efisiensi motor}} \\ &= \frac{6,3519 \text{ Hp}}{0,87} \\ &= 7,4728 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Digunakan *power* motor standar sebesar 8 Hp.

Spesifikasi *Cooling Tower*

1. Kode alat : CT - 01
 2. Kapasitas : 635,19 gpm
 3. Tipe : *induced draft cooling tower*
 4. Suhu air masuk : 45 °C
 5. Suhu air keluar : 30 °C
 6. Power motor fan : 8 Hp
- Jumlah : 1 Buah

LAMPİRAN E

Lampiran E

Perhitungan Analisa Ekonomi

1. Perkiraan Harga Alat

Pabrik VCO direncanakan akan didirikan pada tahun 2012, dimana perkiraan harga alat berdasarkan harga alat pada tahun 2003 (Matches.com). Penentuan harga alat pada tahun 2012, dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Ex = Ey \left(\frac{Nx}{Ny} \right) \rightarrow (\text{Aries \& Newton, 1955:16})$$

dimana Ex : harga alat pada tahun 2012

Ey : harga alat pada tahun 2003

Nx : indeks harga pada tahun 2012

Ny : indeks harga pada tahun 2003

Dari tabel 3 Peters hal. 163 dan *(Chemical Plant Design and Operation)* didapat "*Annual Chemical Plant Indeks*" dengan menganggap kenaikan indeks tetap tiap tahun merupakan fungsi linier sehingga tahun dan indeks harga pada tahun yang ditentukan merupakan persamaan garis lurus.

Penentuan Indeks Harga pada Tahun 2013

Tabel E – 1. Penentuan Indeks Harga

No.	Tahun (X)	Indeks harga (Y)
1	1990	356
2	1991	365
3	1992	372
4	1993	379
5	1994	386
6	1995	395
7	1996	401
8	1997	410
9	1998	416
10	1999	425
11	2000	432
12	2001	439
13	2002	447
14	2003	459

Bentuk umum persamaan Last Squares

$$y = a + b (x - x')$$

Dimana : $a = y'$

$$b = \frac{\sum (x' - x) \cdot (y' - y)}{\sum (x' - x)^2}$$

$$\sum (x' - x) \cdot (y' - y) = \sum xy - \left[\frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \right]$$

$$\sum (x' - x)^2 = \sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right]$$

Dari tabel E.1 diperoleh :

$$\sum x = 3819$$

$$x' = \frac{3819}{9}$$

$$= 424.333$$

$$\sum x^2 = 16238777$$

$$\sum (x'-x)^2 = 1623877 - \left(\frac{(3819)^2}{9} \right)$$

$$= 3.348$$

$$\sum y = 17.991$$

$$\sum xy = 7.634.621$$

$$\sum (x'-x).(y'-y) = 7.634.621 - \left(\frac{17991 \times 3819}{9} \right)$$

$$= 440$$

$$\text{Maka, } a = \frac{17991}{9}$$

$$= 1999$$

$$b = \frac{440}{3348}$$

$$= 0,1314$$

$$\text{Sehingga } y = a + b (x - x')$$

$$= 1999 + 0.314 (x - 424,3333)$$

$$= 1999 + 0,314x - 55,7573$$

$$= 1943,2427 + 0,1314x$$

Jika pabrik akan didirikan pada tahun 2013 maka didapat indeks harga (x) untuk pabrik ini sebesar:

$$2013 = 1943,2427 + 0,1314x$$

$$x = \left(\frac{69,7573}{0,1314} \right)$$

$$= 530,877$$

Contoh perhitungan harga peralatan:

1. CRACKER

Kode : CR

Kapasitas : 5.205,3 lb/jam = 6.000 lb/jam

Dipilih

Mesin : 2½

Floor Space Required : 96 x 36

Shipping Weight : 6.000 lb/jam

Speed (rpm) : 750 rpm

Power : 20 Hp

Screen Zise : 35 - 36

Jumlah : 1 buah

Berdasarkan data peralatan tersebut, dari situs www.matches.com didapat

harga alat pada tahun 2003 sebesar US\$ 23.618

Harga alat pada tahun 2013 :

$$= \text{harga alat tahun 2003} \cdot \frac{\text{indeks harga tahun 2013}}{\text{indeks harga tahun 2003}}$$

$$= \text{US\$ } 23.618 \times \frac{530,877}{454}$$

$$= \text{US\$ } 40.010$$

Penentuan harga peralatan yang lain dihitung dengan metode seperti di atas dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel harga peralatan sebagai berikut :

Tabel D – 2. Harga Peralatan Proses

No.	Nama Alat	Kode	Jumlah (buah)	Harga/Unit 2012 (US\$)	Harga Total 2012 (US\$)
1	Belt Conveyor-01	BC-01	1	11.050	11.050
2	Cracker	CR	1	40.010	40.010
3	Silo-01	S-01	1	13.675	13.675
4	Belt Conveyor-02	BC-02	1	11.050	11.050
5	Tangki Methanol	TP-01	4	18.700	74.800
6	Pompa Methanol	P-01	2	2.010	4.020
7	Mixer Tank	MT	1	43.975	43.975
8	Pompa R.D.V.F	P-02	2	2.010	4.020
9	Rotary Drum Vacum Filter	RDVF	1	29.020	29.020
10	Belt Conveyor-03	BC-03	1	11.050	11.050
11	Tangki Rafinat	TP-02	1	12.870	12.870
12	Pompa Penampungan	P-03	2	2.010	4.020
13	Sementara	TP-03	1	12560	12560
14	Tangki Penampungan	P-04	2	2.010	4.020
15	Sementara	EV	1	122.215	122.215
16	Pompa Evaporator	CD	1	10.210	10.210
17	Evaporator	P-05	2	1.080	2.160
18	Condensor	C-01	1	985	985
19	Pompa Cooler-01	C-02	1	985	985
20	Cooler-01	P-06	2	1.080	2.160
21	Cooler-02	DC	1	46.895	46.895
22	Pompa Cooler-02	P-07	2	1.080	2.160
23	Dekanter	TP-04	1	15.880	15.880
	Pompa Produk				
	Tangki Produk C.N.S.L				
Total Harga Peralatan Proses pada tahun 2013					479.790

Total harga peralatan proses pada tahun 2013 = US\$ 479.790

Tabel E – 3. Harga Peralatan Utilitas

No	Nama Alat	Harga/Unit 2012 (US\$)	Jumlah (buah)	Harga Total 2012 (US\$)
1	Tangki Pengendap	11.376	1	11.376
2	Kation Exchanger	8.204	1	8.204
3	Anion Exchanger	8.204	1	8.204
4	Cooling Tower	55.132	1	55.132
5	Pompa Air Sungai	2.754	2	5.508
6	Pompa Tangki Pengendap	2.754	2	5.508
7	Pompa Distribusi Air	2.754	2	5.508
8	Pompa Air Umpan Boiler	1.641	2	3.282
9	Pompa Distribusi Air Pendingin	4.465	2	8.930
10	Pompa Resirkul. Air Pendingin	4.465	2	8.930
11	Pompa Air Sanitasi	2.078	2	4.156
12	Boiler	172.179	1	172.179
13	Generator	117.505	1	117.505
14	Tangki Bahan Bakar	3.450	1	3.450
15	Tangki Saringan Pasir	14.658	1	14.658
16	Tangki Air Umpan Boiler	1.517	1	1.517
17	Pompa Bahan Bakar	766	2	1.532
T o t a l				435.579

Total harga peralatan proses pada tahun 2013 = US\$ 435.579

Tabel E – 4. Harga Peralatan yang Dibuat di Lokasi Pabrik

No.	Nama Alat	Harga/Unit (Rp)	Jumlah (buah)	Harga Total (Rp)
1	Bak Air Sungai	34.500.000	1	34.500.000
2	Bak Air Bersih	11.188.500	3	33.565.500
3	Bak Air Sanitasi	11.434.500	1	11.434.500
4	Bak Air Pendingin	23.650.000	1	23.650.000
5	Gudang	50.000.000	1	50.000.000
Total harga peralatan utilitas				153.150.000

Total harga (peralatan proses + peralatan utilitas) :

$$= \text{US\$ } 479.790 + \text{US\$ } 435.579$$

$$= \text{US\$ } 915369$$

Diperkirakan biaya import pengangkutan ,pembongkaran dan transportasi alat sampai dilokasi pabrik 25 % dari harga alat. Jadi harga alat=

$$= 1,25 \times \text{US\$ } 915369$$

$$= \text{US\$ } 1.144.212$$

Diambil kurs konversi 1 US\$ = Rp. 10.000

Maka harga (peralatan proses + peralatan utilitas) :

$$= \text{Rp. } 10.000/1 \text{ US\$ } \times \text{US\$ } 1.144.212$$

$$= \text{Rp. } 11.442.120.000$$

Total harga peralatan :

$$= (\text{alat proses + alat utilitas}) + \text{alat dibuat di lokasi pabrik}$$

$$= \text{Rp. } 11.442.120.000 + \text{Rp. } 153.150.000$$

$$= \text{Rp. } 11.595.270.000$$

2. Perkiraan Modal Investasi (Cavital Investment)

Modal investasi dihitung berdasarkan harga peralatan dan disesuaikan dengan tabel 17 Peters halaman 183 untuk proses padat-cair

a. Modal tetap (*fixed capital investment*)

1. biaya langsung (<i>direct cost</i>)	% (a)	Cost
a. Harga peralatan	100 %	Rp. 11.595.270.000
b. Pemasangan alat	47 % (a)	Rp. 5.449.776.900
c. Instrumentasi dan kontrol	18 % (a)	Rp. 2.087.148.600
d. Perpipaan	66 % (a)	Rp. 7.652.878.200
e. Instalasi listrik	11 % (a)	Rp. 1.275.479.700
f. Gudang dan perawatan	18 % (a)	Rp. 2.087.148.600
g. Fasilitas pelayanan	70 % (a)	Rp. 8.116.689.000
h. Halaman	10 % (a)	Rp. 1.159.527.000
Total		Rp. 39.423.918.000

2. Biaya tak langsung (*indirect cost*)

a. Rekayasa dan supervisi	33 % (a)	Rp. 3.826.439.100
b. Biaya konstruksi	41 % (a)	Rp. 4.754.060.700
Total		Rp. 8.580.499.800

3. Biaya Kontraktor 5 % (1 + 2) Rp. 2.400.220.890

4. Biaya tak terduga 10 % (1 + 2) Rp. 4.800.441.780

Total modal tetap (FCI) = (1) + (2) + (3) + (4)

= Rp. 55.205.080.470

b. Modal kerja (*working capital investment*)

$$WCI = 15 \% TCI$$

c. Modal total (*total capital investment*)

$$TCI = FCI + 0,15 TCI$$

$$TCI - 0,15 TCI = FCI$$

$$0,85 TCI = FCI$$

$$TCI = FCI/0,85$$

$$= \frac{Rp. 55.205.080.470}{0,85}$$

$$= Rp. 64.947.153.495$$

Investasi ini direncanakan 40 % modal sendiri dan 60 % modal pinjaman dari bank dengan masa konstruksi 2 (dua) tahun. Dimana 60 % dari total investasi dikeluarkan pada tahun pertama.

a. Investasi pada tahun pertama (-1) konstruksi :

Investasi tahun pertama adalah 60 % TCI.

$$= 60 \% \times Rp. 64.947.153.495$$

$$= Rp. 38.968.292.097$$

Investasi ini terdiri dari 40 % modal sendiri dan sisanya modal pinjaman.

1. Modal sendiri :

$$= 40 \% TCI$$

$$= 40 \% \times Rp. 64.947.153.495$$

$$= Rp. 25.978.861.390$$

2. Modal pinjaman :

$$\begin{aligned} &= (\text{investasi tahun pertama}) - (\text{modal sendiri}) \\ &= \text{Rp. } 38.968.292.097 - \text{Rp. } 25.978.861.390 \\ &= \text{Rp. } 12.989.430.707 \end{aligned}$$

Bunga pinjaman akhir tahun pertama sebesar 15 % pertahun

$$\begin{aligned} &= 15 \% \times \text{modal pinjaman} \\ &= 15 \% \times \text{Rp. } 12.989.430.707 \\ &= \text{Rp. } 1.948.414.606 \end{aligned}$$

Total investasi tahun pertama konstruksi :

$$\begin{aligned} &= \text{investasi tahun pertama} + \text{bunga pinjaman} \\ &= \text{Rp. } 38.968.292.097 + \text{Rp. } 1.948.414.606 \\ &= \text{Rp. } 40.916.706.703 \end{aligned}$$

b. Investasi pada akhir tahun masa konstruksi (0)

Pada akhir masa konstruksi dikeluarkan biaya 40 % dari total investasi (TCI).

$$\begin{aligned} &= 40 \% \times \text{TCI} \\ &= 40 \% \times \text{Rp. } 64.947.153.495 \\ &= \text{Rp. } 25.978.861.390 \end{aligned}$$

Bunga pada akhir masa konstruksi (tahun 0) :

$$\begin{aligned} &= 0,15 (\text{Rp. } 25.978.861.390 + \text{Rp. } 12.989.430.707 + \text{Rp. } 1.948.414.606) \\ &= \text{Rp. } 6.137.506.005 \end{aligned}$$

Total investasi pada akhir masa konstruksi (0) :

$$\begin{aligned} &= \text{modal pinjaman} + \text{bunga pinjaman} \\ &= \text{Rp. } 25.978.861.390 + \text{Rp. } 6.137.506.005 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 32.116.367.395$$

Jadi total investasi yang dikeluarkan sebesar :

$$= \text{Investasi tahun pertama } (-1) + \text{Investasi akhir konstruksi } (0)$$

$$= \text{Rp. } 40.916.706.703 + \text{Rp. } 32.116.367.395$$

$$= \text{Rp. } 73.033.074.098$$

3. Perhitungan Biaya Produksi dan Biaya Operasi

Biaya ini merupakan jumlah dari biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya tetap yang berhubungan dengan proses produksi.

a. Biaya bahan baku

1. Kulit biji mete gelondong

$$\text{Jumlah Kulit biji mete gelondong yang dibutuhkan : } 2.361,111$$

kg/hari

$$17.000.000$$

kg/tahun

$$\text{Harga per kg : Rp. } 500$$

$$\text{Harga pertahun : Rp. } 8.500.000.000$$

Total biaya bahan baku (1) : Rp. 8.500.000.000

2. Metanol

$$\begin{aligned} \text{-. Kebutuhan methanol} &= 7.083,33 \text{ kg/jam} : 279,02 \text{ kg/m}^3 \\ &= 25.386,4597 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-. Jumlah methanol yang direcycle} \\ &= 6.668,5963 \text{ kg/jam} : 279,02 \text{ kg/m}^3 \\ &= 23.900,0656 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

- Kebutuhan methanol yang harus ditambahkan tiap tahun

$$= 25.386,4597 \text{ liter/jam} - 23.900,0656 \text{ liter/jam}$$

$$= 1.486,3941 \text{ liter/jam}$$

$$= 10.702.037,52 \text{ liter/tahun}$$

$$\text{Harga methanol/liter} = \text{Rp. } 6.500 \text{ /liter}$$

$$= (25.386,4597 \times 6.500 \text{ /liter} + 10.702.037,52 \times 6.500 \text{ /liter})$$

$$= \text{Rp. } 69.728.255.868$$

Total harga bahan baku:

$$= \text{Rp. } 8.500.000.000 + \text{Rp. } 69.728.255.8$$

$$= \text{Rp. } 78.228.255.868$$

b. Biaya utilitas

1. Bahan bakar *Diesel Oil*

$$\text{Kebutuhan (liter/hr)} : 247,14 \text{ liter/jam}$$

$$\text{Harga per liter} : \text{Rp. } 5.500$$

$$\text{Harga per tahun} : \text{Rp. } 9.786.744.000$$

2. Koagulan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

$$\text{Kebutuhan (kg/hr)} : 0,3669 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Harga perkg} : \text{Rp. } 6.000$$

$$\text{Harga pertahun} : \text{Rp. } 15.850.000$$

3. Listrik

$$\text{Kebutuhan (KWH)} : 136,7150 \text{ Kw}$$

$$\text{Harga perKWH} : \text{Rp. } 1.500$$

$$\text{Harga pertahun} : \text{Rp. } 1.476.522.000$$

4. Air Sanitasi

Kebutuhan (kg/jam) : 0,009 kg/jam

Harga per kg : Rp. 12.500

Harga per tahun : Rp. 810.000

5. HCl (untuk regenerasi resin)

Kebutuhan (liter/minggu) : 2.517 liter/minggu

Harga per liter : Rp. 15.000

Harga per tahun : Rp. 1.623.465

6. NaOH (untuk regenerasi resin)

Kebutuhan (kg/minggu) : 183,2176 kg/minggu

Harga per kg : Rp. 15.000

Harga per tahun : Rp. 93.44.976

Total biaya utilitas (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) : Rp. 11.374990441,-

c. Gaji Karyawan

Tabel D – 5. Gaji Karyawan Pabrik VCO

No	Jabatan	Jumlah (orang)	Upah/Bln (Rp)	Total gaji (Rp)
1	Dewan Komisaris	2	34.500.000	69.000.000
2	Direktur Utama	1	25.000.000	25.000.000
3	Staf Direksi	2	20.000.000	40.000.000
4	Sekretaris	1	13.500.000	13.500.000
5	Bendahara	1	11.000.000	11.000.000
6	Kepala bagian	8	10.000.000	80.000.000
7	Kepala Seksi	16	5.000.000	80.000.000
8	Supervisor	2	3.500.000	7.000.000
9	Kepala Sift Atau regu	8	2.500.000	20.000.000

10	Karyawan/Operator	36	2.000.000	72.000.000
11	Sopir	8	1.000.000	8.000.000
12	Satpam	9	1.500.000	13.500.000
13	Buruh Harian	20	950.000	19.000.000
Jumlah		120		458.000.000

Total gaji karyawan perbulan = Rp. 458.000.000

Total gaji karyawan pertahun = $12 \times \text{Rp. 458.000.000} = \text{Rp. 5.496.000.000}$

I. *Manufacturing Cost*

a. Biaya produksi langsung (*direct production cost*)

1. Bahan baku	Rp.	78.228.255.868
2. Gaji karyawan	Rp.	5.496.000.000
3. Utilitas	Rp.	11.374990441
4. Pengawasan 15 % (2)	Rp.	824.400.000
5. Pemeliharaan & perbaikan 2%FCI	Rp.	1.104.101.609
6. Operasi suplay 0,5% FCI	Rp.	276.025.402
7. Laboratorium 10 % (2)	Rp.	549.600.000
8. Paten % royalti 2% TPC	Rp.	0,02 TPC
Total		Rp. 97.853.343.320 + 0,02 TPC

b. Biaya tetap (*fixed charges*)

1. Depresiasi 10 % FCI	Rp.	5.520.508.047
2. Pajak 3 % FCI	Rp.	1.656.152.414
3. Asuransi 0,5 % FCI	Rp.	276.025.402
Total		Rp. 7.452.685.863

c. Biaya pengeluaran tambahan pabrik

(*Plant overhead cost*) 5 % TPC

0,05 TPC

Jadi *total manufacturing cost* :

$$= (a) + (b) + (c)$$

$$= \text{Rp. } 97.853.343.320 + 7.452.685.863 + 0,02 \text{ TPC} + 0,07 \text{ TPC}$$

$$= \text{Rp. } 105.306.029.183$$

II. Pengeluaran Umum (*general expenses*)

a. Biaya administrasi 3% TPC Rp. 0,03 TPC

b. Biaya distribusi 3% TPC Rp. 0,03 TPC

c. Riset dan pengembangan 3% TPC Rp. 0,03 TPC

d. Pembiayaan 4% TCI Rp. 2.597.886.140

Total Rp. 2.597.886.140 + 0,9 TPC

Maka total biaya produksi (*total product cost*)

TPC = *manufacturing cost* + *general expenses*

$$= \text{Rp. } 105.306.029.183 + 0,07 \text{ TPC} + \text{Rp. } 2.597.886.140 + 0,9 \text{ TPC}$$

$$= \text{Rp. } 107.903.915.322 + 0,16 \text{ TPC}$$

$$\text{TPC} - 0,16 \text{ TPC} = \text{Rp. } 107.903.915.322$$

$$\text{TPC} = \frac{\text{Rp. } 107.903.915.322}{0,84}$$

$$= \text{Rp. } 128.457.042.051$$

4. Harga Penjualan Produk

Produk total Cashew Nut Shell Liquid (Minyak Laka):

$$= 6.536,210 \text{ ton/tahun}$$

$$= 6.536.210 \text{ kg/tahun,}$$

dengan harga jual perkg Rp. 23.200 kg/tahun

Harga penjualan produksi pertahun (S) :

$$= \text{Rp. } 23.200 \text{ kg} \times 6.536.210 \text{ kg}$$

$$= \text{Rp. } 151.640.072.000$$

5. Perhitungan Break Even Point (BEP)

Perhitungan BEP dengan persamaan :

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + 0,3\text{SVC}}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \text{ (Aries \& Newton hal. 206)}$$

Dimana :

S : total harga penjualan (*sales*)

FC : biaya tetap (*fixed charges*)

SVC : biaya semi variabel (*semi variabel cost*)

VC : biaya variabel (*variabel cost*)

a. Biaya tetap (FC)

1. Depresiasi (10% FCI)	Rp.	5.520.508.047
2. Pajak (3% FCI)	Rp.	1.656.152.417
3. Asuransi (0,5% FCI)	Rp.	276.025.402
<hr/> Total		Rp. 7.452.685.866

b. Biaya variabel (VC)

1. Bahan baku & pembantu	Rp	78.228.255.868
2. Utilitas	Rp.	11.374.990.441
3. Paten dan royalti	Rp.	2.546.679.231
<hr/>		
Total	Rp.	92.156.512.089

c. Total harga penjualan (S) Rp. 151.640.072.000

d. Biaya semi variabel (SVC)

1. Pembiayaan	Rp.	2.597.886.140
2. Gaji karyawan	Rp.	5.496.000.000
3. Laboratorium	Rp.	549.600.000
4. Pemeliharaan dan perbaikan	Rp.	1.104.101.609
5. <i>Operasi Suplay</i>	Rp.	276.025.402
6. <i>Plant over head cost</i>	Rp.	6.383.239.451
7. Administrasi	Rp.	3.829.943.451
8. Riset dan pengembangan	Rp.	3.829.943.451
9. Distribusi dan penjualan	Rp.	3.829.943.451
<hr/>		
Total	Rp.	27.896.683.612

maka :

$$\text{BEP} = \frac{\text{Rp. 7.452.685.866} + 0,3 \times \text{Rp. 27.896.683.612}}{\text{Rp. 151.640.072.000} - 0,7 \times \text{Rp. 27.896.683.612} - \text{Rp. 92.156.512.089}} \times 100\%$$
$$= 40,00\%$$

6. Perhitungan Shut Down Point (SDP)

Perhitungan SDP dengan persamaan :

$$SDP = \frac{0,3 SVC}{S - 0,7 SVC - VC} \times 100\%$$

Dimana :

S = total harga penjualan (*sales*)

FC = biaya tetap (*fixed charges*)

SVC = biaya semi variabel (*semi variabel cost*)

VC = biaya variabel (*variabel cost*)

maka :

$$SDP = \frac{0,3 \times Rp. 27.896.683.612}{Rp. 151.640.072.000 - 0,7 \times Rp. 27.896.683.612 - Rp. 92.156.512.089} \times 100\%$$
$$= 20,94\%$$

7. Perhitungan Cash Flow

a. Laba kotor

= Harga Penjualan - TPC

= Rp. 151.640.072.000 - Rp. 128.457.042.051

= Rp. 23.183.029.949

b. Pajak penghasilan :

= 35 % x laba kotor

= 35 % x Rp. 23.183.029.949

= Rp. 8.114.060.482

c. Laba bersih :

$$= \text{Laba kotor} - \text{Pajak}$$

$$= \text{Rp. } 23.183.029.949 - \text{Rp. } 8.114.060.482$$

$$= \text{Rp. } 15.068.969.466$$

d. Pengembalian pinjaman direncanakan 7 tahun, dengan bunga pinjaman 15% pertahun.

Pengembalian pinjaman untuk tahun ke -n :

$$= \frac{\text{jumlah pinjaman}}{7 \text{ tahun}} + \text{bunga tahun ke - n}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 47.054.212.708}{7 \text{ tahun}} + \text{bunga tahun ke - n}$$

$$= \text{Rp. } 6.722.030.386$$

e. *Cash flow* :

$$= \text{laba bersih} + \text{depresiasi}$$

$$= \text{Rp. } 15.068.969.466 + \text{Rp. } 5.015.389.815$$

$$= \text{Rp. } 20.084.359.281$$

f. *Net cash flow* :

$$= \text{cash flow} - \text{pengembalian pinjaman}$$

$$= \text{Rp. } 20.084.359.281 - \text{pengembalian pinjaman}$$

g. *Discount cash flow* :

$$= \frac{\text{net cash flow}}{(1+0,15)^n}$$

8. Return on Investment (ROI)

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{TCI}} \cdot 100\% \\ &= \frac{\text{Rp.23.183.029.949}}{\text{Rp.64.947.153.495}} \times 100\% \\ &= 35,6\% \end{aligned}$$

(Syarat ROI minimum sebelum pajak = 16% untuk industry kimia, tabel 54 hal. 193 Aries & Newton)

b. ROI sesudah pajak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{TCI}} \cdot 100\% \\ &= \frac{\text{Rp.15.068.969.466}}{\text{Rp.64.947.153.495}} \times 100\% \\ &= 23,21 \end{aligned}$$

9. Pay Out Time (POT)

a. POT sebelum pajak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Laba kotor} + \text{Depresiasi}} \\ &= \frac{\text{Rp.55.205.080.470}}{\text{Rp.23.183.029.949} + \text{Rp.5.520.508.047}} \\ &= 1,9 \text{ tahun} \end{aligned}$$

(Syarat POT maksimum sebelum pajak = 4 tahun untuk industri kimia, Tabel 55 hal.196 Aries & Newton).

b. POT sesudah pajak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Laba bersih} + \text{Depresiasi}} \\ &= \frac{\text{Rp. 55.205.080.470}}{\text{Rp. 15.068.969.466} + \text{Rp. 5.015.389.815}} \\ &= 2,7 \text{ tahun} \end{aligned}$$

10. Interest Rate of Return (IRR)

Untuk perhitungan IRR pada setiap tahun, untuk berbagai harga inflasi dihitung dengan persamaan :

$$\text{Present value} = \sum \left(\frac{\text{cash flow}}{(1+i)^n} \right)$$

dimana :

i = inflasi

n = Tahun

Nilai (i) didapat dengan cara trial dan error, yaitu apabila *present value* sudah sama dengan total investasi maka (i) yang dicoba dianggap sudah benar.

Dari hasil *trial dan error* didapat nilai (i) = 0,26546905261

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= 0,265469 \times 100\% \\ &= 26,54\% \end{aligned}$$

8. Return on Investment (ROI)

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{TCI}} \cdot 100\% \\ &= \frac{\text{Rp. 23.183.029.949}}{\text{Rp. 64.947.153.495}} \times 100\% \\ &= 35,6\% \end{aligned}$$

(Syarat ROI minimum sebelum pajak = 16% untuk industry kimia, tabel 54 hal. 193 Aries & Newton)

b. ROI sesudah pajak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{TCI}} \cdot 100\% \\ &= \frac{\text{Rp. 15.068.969.466}}{\text{Rp. 64.947.153.495}} \times 100\% \\ &= 23,21 \end{aligned}$$

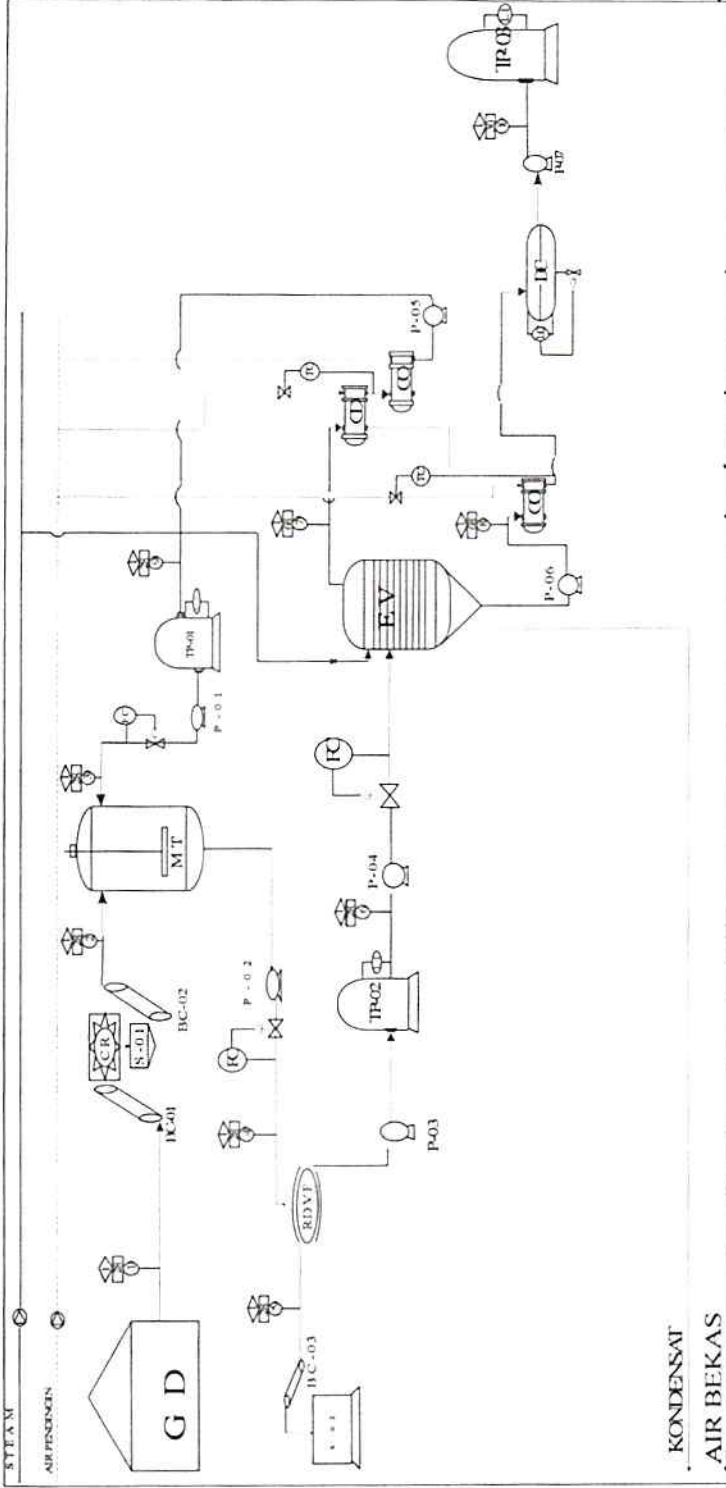
9. Pay Out Time (POT)

a. POT sebelum pajak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Laba kotor} + \text{Depresiasi}} \\ &= \frac{\text{Rp. 55.205.080.470}}{\text{Rp. 23.183.029.949} + \text{Rp. 5.520.508.047}} \\ &= 1,9 \text{ tahun} \end{aligned}$$

(Syarat POT maksimum sebelum pajak = 4 tahun untuk industri kimia, Tabel 55 hal.196 Aries & Newton).

FLOW SHEET
PRA RANCANGAN PABRIK CASHEW NUT SHELL LIQUID
KAPASITAS PRODUKSI 7.000 TON/TAHUN



KETERANGAN	KODE	NAMA ALAT
GUIDANG	GD	GUIDANG
CRACKER	CR	CRACKER
EVAPORATOR - 01	EV - 01	EVAPORATOR - 01
DEKANTER	DK	DEKANTER
SILO-01	S-01	SILO-01
SILO-02	S-02	SILO-02
TANGKI PENAMPUNGAN - 01	TP - 01	TANGKI PENAMPUNGAN - 01
TANGKI PENAMPUNGAN - 02	TP - 02	TANGKI PENAMPUNGAN - 02
TANGKI PENAMPUNGAN - 03	TP - 03	TANGKI PENAMPUNGAN - 03
BELT CONVEYOR - 01	BC - 01	BELT CONVEYOR - 01
BELT CONVEYOR - 02	BC - 02	BELT CONVEYOR - 02
BELT CONVEYOR - 03	BC - 03	BELT CONVEYOR - 03
CONDENSOR	CD	CONDENSOR
COLLER - 01	CO - 01	COLLER - 01
COLLER - 02	CO - 02	COLLER - 02
COLLER - 03	CO - 03	COLLER - 03
POMPA - 01	P - 01	POMPA - 01
POMPA - 02	P - 02	POMPA - 02
POMPA - 03	P - 03	POMPA - 03
POMPA - 04	P - 04	POMPA - 04
POMPA - 05	P - 05	POMPA - 05
POMPA - 06	P - 06	POMPA - 06
POMPA - 07	P - 07	POMPA - 07
FLAME CONTROL	FC	FLAME CONTROL
TEMPERATURE CONTROL	TC	TEMPERATURE CONTROL
LEVEL INDICATOR	U	LEVEL INDICATOR
WASOR ARUS		WASOR ARUS
TEMPERATUR OPERASI		TEMPERATUR OPERASI
TEKANAN OPERASI		TEKANAN OPERASI

KOMPONEN	NO. ARUS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pabrik		1322 2216	1322 2216								
Minyak		920 8329	920 8329								904 1753
Methanol				6658 3302	6537 8923	6537 8923					
Air		118 0555	118 0555	474 0998	600 1508	148 9130	533 2378	231 5130	301 7239	268 0925	3 6314
CNSL					904 1753	904 1753			904 1753		
TOTAL		2261 1100	2261 1100	7083 3300	9444 4400	1469 1346	7075 3054	6769 4202	1205 8992	268 0925	907 8037

FLOW SHEET
PRA RANCANGAN PABRIK CASHEW NUT SHELL LIQUID
KAPASITAS 7.000 TON/TAHUN

OLEH
 ALLIA VINDA (46 06 044 009)
 ROUDA RUPANG (45 04 044 011)

PEMUBINGG:
 1. Prof. DR. Ir. Djoni Harlim
 2. Prof. DR. Ir. Dwi Satrio, ST, MT
 3. Ir. B. Satrio, ST, MT

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS "J" MAKASSAR
 2019

