# TUGAS AKHIR

# PRA RANCANGAN PABRIK
# SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE
# DARI CELLULOSE, NaOH, DAN ASAM MONOCHLORO ASETAT
# KAPASITAS 10.000 TON PER TAHUN

*Disusun sebagai salah satu syarat*
*untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia*




**DISUSUN OLEH :**


| | | |
|---|---|---|
| **NAMA** | **:** | **Putri Indah Hastuti** |
| **NO. MHS** | **:** | **01521165** |
| **NAMA** | **:** | **Hanindita Noor Rahmayani** |
| **NO. MHS** | **:** | **01521204** |

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**JOGJAKARTA**

**2005**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

# PRA RANCANGAN PABRIK
# SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE
# DARI CELLULOSE, NaOH, DAN ASAM MONOCHLORO ASETAT
# KAPASITAS 10.000 TON PER TAHUN

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :


**PUTRI INDAH H.**
**01521165**

**HANINDITA N. R.**
**01521204**


Tugas akhir ini telah disyahkan dan disetujui
pada tanggal.....Agustus 2005

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

**Ir. Agus Prasetya M.Eng,Phd**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

**SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE**

**DARI CELLULOSE, NaOH, DAN ASAM MONOCHLORO ASETAT**

**KAPASITAS 10.000 TON PER TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :


**PUTRI INDAH H.** — **01521165**

**HANINDITA N. R.** — **01521204**


Telah dipertahankan Didepan sidang Penguji Tingkat Sarjana

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Jogjakarta, Agustus 2005

| **Team Penguji** | **Tanda Tangan** |
|---|---|
| **Ir. Agus Prasetya M.Eng., Ph.D** | |
| **Ketua** | |
| **DR. Ir. Farham HM Saleh, MSIE** | |
| **Anggota 1** | |
| **Ir.Muhadi Ayub Wasitho, M.Eng.** | |
| **Anggota II** | |

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc.

# KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Wr.Wb*

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam juga penulis haturkan kehadirat Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan jenjang strata (S1) pada jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih banyak memiliki kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnan tugas akhir ini sangat penulis harapkan..

Pada kesempatan ini pula, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Ir.Bachrun Sutrisno, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

YOGYAKARTA

2. Bapak Agus Prasteya, M.Eng.,Phd., selaku Dosen pembimbing yang senantiasa memberikan pengarahan serta dorongan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dorongan dan semangat kepada penulis
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini, sepenuhnya dapat bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Yogyakarta, Agustus 2005

Penulis



# MOTTO:

Dia membiarkan dua lautan mengalir, yang keduanya bertemu, (tetapi) di antara keduanya ada batas yang tidak bisa dilewati oleh masing-masingnya.
(QS Ar-Rahman: 19-20)

**Apakah manusia mengira bahwa Kami tidak akan mengumpulkan (kembali) tulang belulangnya? Sekali-kali tidak, sungguh Kami berkuasa menyusun (kembali) setiap ujung jemarinya dengan sempurna.**
**(QS Al-Qiyamah: 3-4)**

# Putri dedicate to:

- Sang Maha Mengetahui, Sumber ilmu pengetahuan, Sumber segala kebenaran dan kebaikan, Penabur cahaya ilham,, Sang Kekasih tercinta yang tiada batas pencahayaan cinta-Nya bagi umat-Nya, الله Subhanahu Wa Ta'ala.
- Ibu tercinta, i love u mom, thank's buat kasih sayang dan cinta yang diberikan sehingga ragil bisa menjadi seperti sekarang
- Ayah tersayang, aku kan menjadi yang terbaik untukmu.
- My lovely brother mas Bowo, mas Hardi, mas Ajib, thank's udah jadi tempat curhat and sandaran. I'll keep our spirit!!!
- My lovely sister mba Puji & mba Lumi, thank's atas perhatian selama ini. Ayo jadi good mother, He2x
- Pak Agus, makasih Pak buat ilmu yang udah bapak berikan, I'll keep Your advice.
- PatnerQu yang terhebat, Dita.
- Sobat-sobatQu yang tercantik Mira, Eno, Tutik.
- Agus, Irwan, Fahad, Weka, Toyo, Dayah, Dini, Ika, Lia keep struggle and thank's yach buat senyumnya, keep smilling.
- Anak-anak kost Dulce Maria : mba Eno, Dini, Uci, dek Ranti & Titan, Aduh kapan ya ketemu kalian lagi, jangan rindukan aQu, he...
- Mas Ferdian and Darma.
- Dosen-dosen Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia
- Temen-temen Teknik Kimia 2001 perjuangan belum, selesai guy's keep fighting!!!

# I would like thank's to:


الله my all mighty thanks for Your amazing bless and all the word that I cant say.You are My all mighty

My lovely parents " I don't know how can I stand still without ur support and affect,please always be the one that must I love in my past,present and future."

My lovely grand parents " Allahumma ansur waliwaalidaya mujahidina....,amien"

My "kind" brother Bram " Hahaha you've made it better than yesterday,dhab!"

My "cuttie moon" Dek Ajeng " How charming you are! You've made it done."

My "little tiny Winnie biti" Dek Adit "Very tiny...I cant grab you ha3x makan yg banyak ya!Biar cepet gede."

My belove uncle ( Heri, Nowo ) & aunty ( Ningsih, Martini,Erna ) : " Makasih dah jadi pengganti ortu selama di Mekkah "

Mbak Upik,Angga,Fira,Ruli,Imey,Wiki & amy : " Miss you all...sukses ya! "

My tutor Pak Agus Prasetya " Punten pak,kalau selama ini agak-agak lemot waktu bimbingan.makasih ilmunya semoga Allah membalas ☺."

Mas Ferdian & Mas Darma " Even I don't know who u are,domo arigatoo☺ ."

Bapak,Ibu T. Wihardjo,Dek Erick & Dek Bonang

My partner Putri,ST " fighting !! We have pass it,congratulation anyway.Learn how to fly better than bird.Even u have failed just keep straight forward "

Padepokan persilatan Tumaritis (hi3x) : Wina " anime maniac",A'yun , Lita, Friska, Fatma, Encit, Ade,Nana,Uci,Sinta,Kiki,Dike,Imas,Riqa,Citra,Dian and Anyes " Kapan ya punya temen se-rame kalian lagi hiks"

All my friends that unsaid one by one domo arigato become my mates.

Dosen-dosen Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Almamaterku Teknik Kimia 2001 Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

# DAFTAR ISI

Halaman Judul..... i

Lembar Pengesahan..... ii

Lembar Pengesahan Penguji..... iii

Kata Pengantar..... iv

Motto..... v

Persembahan..... vi

Daftar Isi..... vii

Daftar Tabel..... ix

Daftar Gambar..... x

Intisari..... xi

**BAB I . PENDAHULUAN**.....1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Sejarah singkat..... 1

1.3 Penggunaan CMC.....2

1.4 Tinjauan Pustaka.....4

**BAB II. URAIAN PROSES DAN SPESIFIKASI BAHAN**.....7

2.1 Macam-macam Proses..... 7

2.2 Pemilihan proses.....14

2.3 Uraian Proses.....15

2.4.Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....20

**BAB III. METODE PERANCANGAN** ..... 23

3.1 Neraca Massa ..... 23

3.2 Neraca Panas ..... 26

3.3 Spesifikasi Alat ..... 28

**BAB IV. UTILITAS** ..... 49

4.1. Utilitas ..... 49

**BAB V. ORGANISASI PERUSAHAAN** ..... 58

5.1 Struktur Organisasi Perusahaan ..... 58

5.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan ..... 64

5.3 Letak dan Susunan Pabrik ..... 68

**BAB VI. EVALUASI EKONOMI** ..... 72

6.1 Dasar Perhitungan ..... 72

6.2 Perhitungan Biaya ..... 73

6.3 Analisis Kelayakan Ekonomi ..... 75

**KESIMPULAN** ..... 82

**DAFTAR PUSTAKA** ..... xii

**LAMPIRAN** ..... xiv

# DAFTAR GAMBAR

Halaman


| | | |
|---|---|---|
| Gambar 1 | Diagram Alir Kualitatif | 18 |
| Gambar 2 | Diagram Alir Kuantitatif | 19 |
| Gambar 3 | Diagram Alir Pengolahan Air | 57 |
| Gambar 4 | Struktur Organisasi | 67 |
| Gambar 5 | Tata Letak Pabrik | 70 |
| Gambar 6 | Tata Letak Alat | 71 |
| Gambar 7 | Grafik BEP | 81 |
| Gambar 8 | PEFD | lampiran |

# DAFTAR TABEL

Halaman


Tabel 3.1 Neraca Massa total.....23

Tabel 3.2 Neraca massa reaktor.....24

Tabel 3.3 Neraca massa flash dryer.....24

Tabel 3.4 Neraca massa cooling duct.....25

Tabel 3.5 Neraca panas reaktor.....26

Tabel 3.6 Neraca panas flash dryer.....26

Tabel 3.7 Neraca panas cooling duct.....27

Tabel 5.1 Tingkat Gaji Karyawan.....64

Tabel 5.2 Waktu Pembagian Kerja Karyawan.....66


.


FAK. TEKNOLOGI INDUSTRI
PERPUSTAKAAN
UII YOGYAKARTA

## ABSTRACT

Sodium of Carboxymethyl cellulose a lot of used in industry ,like industry paint, textile, ceramic, adhesive, paper, husk, soap and detergent. Meanwhile in Indonesia newly there are two factory producing sodium of carboxymethyl cellulose ( Na-CMC ) and that even also its capacities not yet answered the demand the industrial requirement permanent consumer Na-CMC. On that account, building of factory of sodium of carboxymethyl cellulose was very needed.

Pre of Design of factory sodium carboxymethyl cellulose, will plan to be build in the year 2008 with location in Cilegon above land which width 20 ha and its production capacities 10.000 ton per year. Sum up the employees as much 138 people start from master till grad SMU. Factory operated by continue by 330 workday per year.

Factory of this Sodium carboxymethyl cellulose use the raw material of condensation NaOH 50%, Monochloro Acetate ( MCA ), and cellulose. the raw material Requirement each 5.469.153 ; 6.460.437 ; 12.364.894 lb per year. Product yield have specifics Nacmc 68% and moisture 5%

Reaction run in a rotary reactor have three zona reaction. The zona are alkalisasi, karboksimetilasi, and completion react. Product out from reactor have moisture 40,5%. Then product aging in cans. After process in aging, product processed in attritor mill and dried in flash dryer until have moisture 5%. Primary product made cool in cooling duct and locked out with air in cyclone.

Water for process take from river, while electrics obtained from PLN and as reserve provided by two generator. Fuel oil used for the generator and furnace. Amount of water required [of] equal to 560.974 $m^3$/year, electrics requirement 261,86 KVA, and requirement of fuel oil 1.362.504 lb/year.

The company of sodium carboxymethyl cellulose is Limited Liability ( PT ), lead by Managing Director. This Company own the capital remain to equal to Rp.20.802.568.765. working capital Rp.22.113.772.522, manufacturing cost Rp.54.361.910.528, general expense Rp. 18.028.720.875. Advantage before tax Rp.11.654.994.548, advantage after tax Rp.5.827.497.274. ROI before tax 56,27%, ROI after tax 28,01%. POT before tax 1,51 year,POT after tax 2,63 year. BEP 47,1% capacities production. SDP 33,88% capacities production. DCFR 20,81%.This economic evaluation result can be take by conclusion that this factory enough draw to be studied furthermore.

# BAB I

# PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Carboxymethyl cellulose banyak sekali digunakan dalam industri-industri seperti industri cat (sebagai *binding* dan *thickening agent*), tekstil (sebagai *sizing*), keramik, adhesive, kertas, kulit, sabun dan deterjen.

Sementara itu di Indonesia baru terdapat 2 pabrik yang memproduksi carboxymethyl cellulose (CMC) dan itupun kapasitasnya belum mencukupi kebutuhan industri-industri pengguna CMC sebagai bahan bakunya. Hal itulah yang melatarbelakangi untuk mendirikan pabrik carboxy methyl cellulose.

## I.2 Sejarah Singkat

Carboxy methyl cellulose pertama kali dikembangkan di Jerman, tidak begitu lama dari perang dunia I oleh Jonsen dan digunakan sebagai pengganti gelatin, namun sejak perang dunia II mulai memproduksi dalam skala besar sebagai produk yang diperdagangkan. Kemampuannya sebagai zat pengemulsi dan mengatur kekentalan suatu cairan telah menjadikannya tumbuh secara industri pada tahun 1947.

Pada mulanya digunakan sebagai pengganti getah–getahan, tetapi kemudian berkembang pada pasaran–pasaran baru yang didasarkan atas sifat–sifat

lainnya, pada umumnya zat ini digunakan dalam industri kertas, tekstil, deterjen, perekat, cat, kulit dan untuk lapisan pelindung (protective coating), sedangkan CMC yang telah dimurnikan dapat digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, dan makanan.

## I.3 Penggunaan Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Dilihat dari sifat carboxymethyl cellulose, maka CMC dapat dipakai sebagai kebutuhan didalam beberapa bidang :

### I.3.1 Industri Cat

Carboxymethyl cellulose yang ditambahkan kedalam cat–cat encer, dipakai sebagai binding dan thickening agent. CMC memperbaiki sifat–sifat brusing dan aliran cat, mencegah pembentukan bagian yang tebal (kemampuan membentuk lapisan) atau stress cracks, sehingga cat–cat kuat terhadap penyepuhan dan pencucian.

### I.3.2 Industri Tekstil

Carboxymethyl cellulose di industri tekstil dipakai sebagai sizing wool dan rayon. CMC membungkus dan meregangkan benang dan membuat tahan terhadap perlakuan mekanis, benang–benang itu fleksible (lentur, mudah dibengkokan) dan pliable (mudah dilipat). Di dalam tekstil reviving (mengolah lagi), CMC yang murni membuat tekstil pliable dan halus. Di dalam pengeringan tekstil, daya ikat dan daya bentuk lapisan dari CMC membantu mengukuhkan

pencelupan pada bahan. Di dalam tekstil printing, CMC berlaku sebagai thickening agent dan meningkatkan hasil pewarnaan dengan distribusi pigmen yang lebih merata.

### I.3.3 Ceramic-Clay-Building Material

Carboxymethyl cellulose pada industri ini dipakai untuk memproduksi porcelin, keramik dan bricks, CMC digunakan dalam industri ini karena bersifat memadat, mengikat air, mencegah disintegrasi dan mampu mengikat zat warna. Dengan penambahan CMC, bahan dapat lebih mudah dipotong dan hasil–hasilnya menunjukan ukuran yang lebih akurat. CMC mengurangi lamanya pengeringan dengan suhu pengeringan yang lebih tinggi sehingga menaikan strength. CMC dapat memperlambat setting time gypsum sampai 2 jam.

### I.3.4 Industri Perekat

Carboxymethyl cellulose bisa dipakai didalam wallpaper dan dispersi bahan perekat, menjamin kecepatan, penghacuran batas gumpalan, speading yang mudah, setting period yang lama dan daya rekat yang baik.

### I.3.5 Industri Kertas

Dalam memproduksi kertas, penambahan CMC dalam jumlah kecil dapat memperbaiki sifat–sifat karakteristik additive. Sehingga menghasilkan hasil resin, tepung, fillers, dyes (cat) dan pigmen serta memperbaiki kualitas kertas. Effect

rekat, stabilitas rekat , pengikatan serat merupakan hasil dari bahan pengisi dan warna.

### I.3.6 Industri Kulit

Dalam memproduksi kulit, CMC dipakai untuk memasak permukaan kulit dan berperan sebagai perekat didalam suatu proses pengeringan pada plate kaca.

### I.3.7 Industri Sabun dan Deterjen

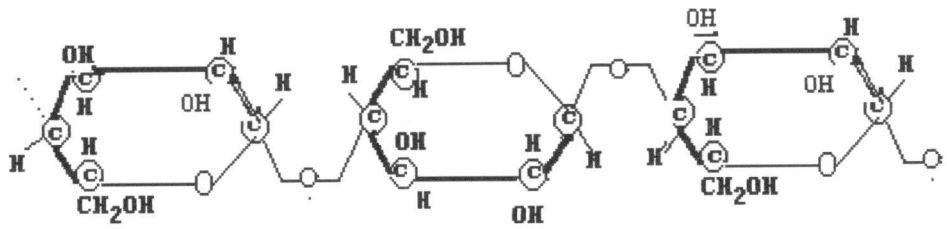
Dalam bubuk pencuci, carboxymethyl cellulose mendispersi partikel-partikel kotoran yang diusir dari bahan tenunan didalam cairan pencucian. Ini mencegah partikel–partikel kotoran dari pengikat kembali kedalam serat–serat tenunan. Dalam pasta cuci CMC membantu mengikat masing–masing konstituen dan mengentalkan medium. CMC juga dipakai dalam sabun sebagai pembawa kotoran.

Selain untuk industri–industri diatas CMC dipakai dalam industri makanan, farmasi dan kosmetik, setelah diadakan penyesuaian dengan peraturan yang berlaku terhadap CMC yang dimurnikan.

## I.4 Tinjauan Pustaka

Carboxymethyl cellulose merupakan suatu derivat cellulose yang bisa larut dalam air, yaitu suatu garam sodium dari cellulose glycolat acid. Tiap–tiap molekul dari suatu rantai cellulose mempunyai dua gugus hidroksil (OH) yang mempunyai afinitas kuat terhadap air. Cellulose dalam kondisi alamnya

bagaimanapun tidak larut dalam air, karena letak rantainya begitu berdekatan yang mana terbentuk ikatan hindrogen dengan gaya tarik menarik yang sangat kuat. Untuk memanfaatkan sifat–sifat penting dari cellulose sebagai polimer alam yang tinggi, gaya tarik menarik ini dikurangi atau dibatasi.

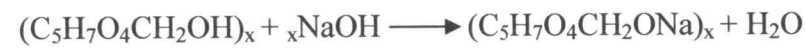


Gambar I.1. Struktur Formula dari Carboxylmehyl Cellulosa

Subtitusi parsial gugus hidroksil oleh gugus–gugus carboxymethyl suatu produk yang bisa larut dalam air dengan viscositas extra ordinary dan kemampuan membentuk lapisan akan didapatkan subtitusi ini yang disebut Esterifikasi.Carboxymethyl Cellulose adalah suatu produk berwarna putih atau putih kekuningan dalam bentuk air dry fluffs, pasir atau powder. Carboxymethyl Cellulose dapat digunakan untuk beberapa aplikasi. Kandungan hasil samping dari proses pembuatan CMC ini dapat dikurangi yaitu dengan cara CMC dimurnikan dan diperoleh suatu bentuk produk yang hampir bebas dari hasil samping.

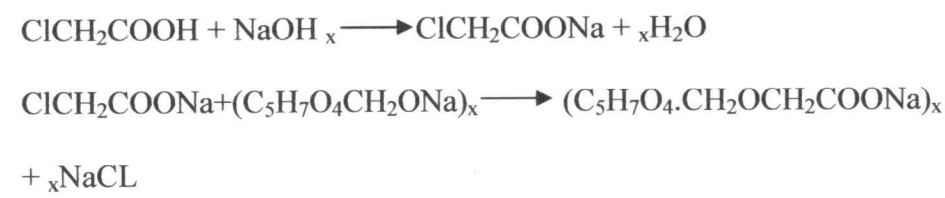
Teori pembentukan CMC adalah sebagai berikut :

a. Cellulosa direaksikan dengan sodium hidroksida untuk membentuk alkali cellulose.



$(C_5H_7O_4CH_2OH)_x + {}_xNaOH \longrightarrow (C_5H_7O_4CH_2ONa)_x + H_2O$

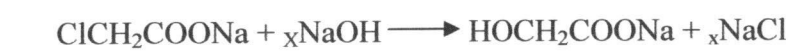
b. Alkali Cellulose kemudian direaksikan dengan sodium monocloro acetat untuk membentuk Carboxylmethyl Cellulose.



$ClCH_2COOH + NaOH_x \longrightarrow ClCH_2COONa + {}_xH_2O$

$ClCH_2COONa + (C_5H_7O_4CH_2ONa)_x \longrightarrow (C_5H_7O_4.CH_2OCH_2COONa)_x + {}_xNaCL$

c. Sodium chlorida terbentuk sebagai hasil samping dan sebagian sodium monochloro acetat dikonversi menjadi sodium glycolate.



$ClCH_2COONa + {}_XNaOH \longrightarrow HOCH_2COONa + {}_xNaCl$

d. Bila diinginkan suatu produk murni, impurities diambil dengan suatu pencucian dengan alcohol-air sebelum polymer itu dikeringkan.

# BAB II

# SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Natrium Carboxy Methyl Cellulosa (CMC) dalam perdagangan disebut juga sebagai Cellofas, WFZ, dan Fondin, dimana dalam pembuatannya dikenal beberapa macam proses, yaitu :

1. German batch process.
2. Proses yang Dikembangkan *Hercules Powder.Co.*
3. Buckeye Process.
4. Proses yang dipatenkan Hoest (Terman).
5. Wyandotte process.

## II.1 Macam-Macam Proses

### II.1.1 German Batch Process

Pembuatan Na-CMC dengan proses ini telah dikerjakan oleh *Kalle and Co, A.G. Wiesbaden-Biebrich, German.*

Pada prinsipnya proses ini terdiri dari 2 reaksi:

a. Reaksi antara *Bleached Sulfite Pulp* dengan *Caustic Soda* menjadi Alkali *Cellulose*.
b. Reaksi Alkali *Cellulose* dengan Sodium Monokloro Acetat kering membentuk *Natrium Carboxy Methyl Cellulosa* dan NaCl.

Pembuatan Na-CMC secara *German batch* proses ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Lembaran pulp direndam dalam *stepping press* (bak perendaman) dengan memberikan larutan NaOH 18%. Perendaman berlangsung 1,5 – 2 jam antara suhu $18^{o} - 20^{o}$ C.
b. Kelebihan kaustik yang ada dalam pulp tersebut ditekan atau dipres pada hydraulik ram, sehingga didapat hasil berupa *cellulose* yang beratnya 2,5-2,7 kali berat *cellulose* mula-mula.
c. Produk alkali cellulose yang didapat berturut-turut dilekatkan pada toothed *roll mill, coarse shredder* dan *horizontal disk shedder mill*, sehingga alkali *cellulose* yang mula-mula masih berbentuk lembaran akan keluar dari alat tersebut berupa remahan-remahan (*crumb*) yang halus.
d. Remahan-remahan alkali cellulose tersebut kemudian dialirkan kedalam *kneader* yang berjaket *(jacketed kneader).* Disini dibutuhkan sodium monokloro acetat dalam bentuk kering. Dalam *kneader* terjadi reaksi yang menghasilkan Na-CMC , suhu dalam kneader dipertahankan sekitar $35^{o}$-$45^{o}$ C. Kelebihan panas karena adanya reaksi eksotermis dihilangkan dengan mengalirkan air sebagai pendingin yang bersirkulasi dalam jaket yang melapisi kneader tersebut. Reaksi lebih kurang berlangsung 2 jam dan didapat produk 60-70% sempurna.
e. Massa yang keluar dari *kneader* ditampung dalam *finishing drum* berupa *tumbling mill*, disini terjadi *aging* selama beberapa jam agar terjadi reaksi lebih sempurna. Suhu dipertahankan tetap dengan mengalirkan air sebagai

pendingin pada jaket drum. Dalam drum ini juga ditambahkan sodium karbonat yang berfungsi untuk menetralkan adanya alkali.

f. Kemudian dialirkan ke wooder storage bin dengan melewati eirich mill terlebih dahulu. Didapat produk Na-CMC dalam bentuk granular (butir) yang halus.

g. Dalam bentuk ini kemudian dipak dan siap untuk dijual dengan komposisi 33-35% dan 35% *moisture*, serta sisanya terdiri dari garam-garam seperti NaCl yang terbentuk selama reaksi, sedikit *sodium Glycolate*, sisa sodium bicarbonat dan sodium carbonat yang terbentuk karena adanya reaksi antara bicarbonat dengan *caustic soda* berlebihan yang ada dalam alkali *cellulose*.

### II.1.2 Proses yang Dikembangkan *Hercules Powder.Co*

Proses ini merupakan perbaikan dari *German Batch Process* terutama pada *steeping* dan *pressing*. Produk yang dihasilkan mempunyai kemurnian 99 % atau lebih.Proses ini masih merupakan proses *batch* sehingga biaya tiap satuan berat produknya tinggi.

### II.1.3 Buckeye Process

Proses ini merupakan proses kontinyu dengan menggunakan *cotton linters* dalam bentuk *continous sheet*. *Cellulose sheet* ini dijalankan melalui *roll* melewati reaksi-reaksi kimia berurutan,akhirnya dimasukkan mill untuk menghasilkan *powder*.

*Cellulose sheet* pertama – tama dimasukkan dalam bak hidrolisis yang berisi 15 % larutan HCl pada 70 – $80^0$ C kemudian lembaran ini dicuci dan didinginkan sampai kadar air 10 - 25 %. Kemudian larutan NaOH dibasahkan pada kedua lembaran permukaan sellulosa yang telah dihidrolisis. Akhirnya lembaran ini dikenai perlakuan esterifikasi dengan larutan Asam Mono Kloro Asetat dan ripening untuk penyempurnaan reaksi. Untuk netralisasi sisa asam digunakan gas $CO_2$. Sesudah dikeringkan sampai kandungan air 3 % lembaran-lembaran ini dilembutkan sampai berbentuk tepung.Proses ini dilakukan dalam skala industri oleh *Procter* and *Gamble*.

### II.1.4 Wyandotte Process

Pembuatan Na-CMC dengan cara *Wyandotte* ini telah dikerjakan oleh *Wyandotte Chemical Corp*. Pada prinsipnya proses ini sama dengan *German batch proses*, yaitu pembentukkan alkali *cellulose* dari *cellulose* dan *caustic soda*, kemudian pembentukkan Na-CMC dari alkali cellulose dan *sodium monochloro acetat*, dimana masing-masing pembentukan tersebut dilakukan dalam alat yang terpisah. Pada proses secara *Wyandotte* ini pembentukkan alkali cellulose dan pembentukkan Na-CMC terjadi pada satu alat yaitu *Rotary* Reaktor.

Pembentukkan Na-CMC secara Wyandotte dapat diterangkan sebagai berikut:

a. Dipakai pulp dalam bentuk sheet yang kemudian di ubah menjadi bentuk *cellulose* serbuk, dimana serbuk cellulose ini sebelum masuk reaktor

dilewatkan bin terlebih dahulu dengan maksud untuk menguraikan serbuk *cellulose* yang dimungkinkan menggumpal.

b. Kemudian kedalam reaktor disemprotkan *caustic soda* dan asam *monochloro acetat*, dimana mengalirnya kedalam reaktor diatur oleh pompa centrifugal yang dilengkapi dengan *ratio control*.

c. Caustic soda yang dipakai adalah larutan 35% NaOH dari pengenceran 50% NaOH.

d. Asam monochloro acetat berupa kristal di import dari luar negeri, kemudian dilakukan pengenceran pada tangki pengencer asam, karena yang dibutuhkan untuk proses adalah larutan 78% asam monocholoro asetat.

e. Rotary reactor terdiri dari 3 (tiga) bagian , masing- masing bagian mempunyai waktu tunggu 1 (satu) jam. Pemasukan larutan caustik soda pada bagian pertama disemprotkan melewati *pneumatic atomizing nozzle*, sedangkan pemasukkan asam *monochloro acetat* pada zone kedua disemprotkan melewati *pneumatic atomizing nozzle* juga.

f. Udara pendingin yang keluar reaktor dianggap membawa 1 % dari produk dust (debu). Dust ini dipisahkan dari udara dengan pertolongan cyclone separator (dust cyclone) , sedangkan udara dibuang melalui bag filter.

g. Produk yang keluar reactor mengandung 40,5 % moisture dengan melewati screw conveyor dimasukkan ke dalam aging cans.

h. Pada aging cans, produk dibiarkan 8 jam agar reaksi lebih sempurna, dimana suhunya akan naik sampai 72$^{o}$ C. Waktu aging ini antara 8 jam dan suhunya perlahan-lahan akan turun lagi.

i. Setelah produk diperam dalam aging cans, kemudian produk dikecilkan ukurannya dalam attritor mill.

j. Kemudian produk dikurangi kadar airnya dalam *flash dryer*. Produk yang keluar flash dryer mempunyai kandungan air 5%. Produk Na-CMC dipisahkan dari aliran udara yang membawanya dengan melewati cyclone.

k. Produk yang keluar dari *final cyclone* masuk ke dalam *packing hopper* dan siap untuk dipak dan dijual.

l. Dibutuhkan tempat pengepakkan yang tahan air (*water proof*) karena Natrium Carboxy Methyl Cellulosa bersifat higroskopis.

### II.1.5 Proses yang dipatenkan Hoest (Terman)

Proses ini merupakan proses batch dengan waktu sekali batch terdiri dari 8 jam reaksi dan 8 jam filtrasi. Reaksi dijalankan dalam reaktor vakum berpengaduk dan pendingin jaket. Mula-mula sellulosa direaksikan dengan NaOH ditambah isopropanol sampai terbentuk alkali sellulose. Setelah reaksi alkalisasi selesai,reaksi dilanjutkan dengan esterifikasi dengan reagent asam monokhloro asetat. Setelah filtrasi dalam *vacuum batch filter* produk dicuci dengan campuran air,isopropanol dan methanol.

Pemegang patent Hoest di Indonesia adalah pabrik NaCMC pertama di Indonesia yaitu PT. Raisyad Brasali Chemindo yang mulai beroperasi akhir tahun 1994. Kapasitas terpasang pabrik ini adalah 6.000 ton/tahun.

## II.2. Pemilihan Proses

Dengan memperhatikan proses pembentukkan Na-CMC baik secara German batch process maupun secara Wyadotte, maka dipilih proses pembentukkan Na-CMC secara Wyandotte dengan melihat keuntungan-keuntungannya. Hal-hal yang menguntungkan penentuan secara Wyandotte process adalah sebagai berikut :

a. Peralatan yang dipakai lebih sederhana sehingga pengontrolannya lebih mudah dan lebih cepat.
b. Kualitas hasil bisa diatur sesuai dengan kebutuhan.
c. Polusi udara yang dihasilkan oleh proses ini tidak banyak.
d. Lebih ekonomis daripada German batch process, karena dibutuhkan cellulose serbuk, caustic soda dan asam chloro acetat, sedangkan untuk German batch process dibutuhkan caustic soda dan garam sodium chloro acetat, dimana garam ini harus dibuat terlebih dahulu dari asam chloro acetat dan caustic soda. Pembuatan ini merupakan unit pabrik tersendiri atau terpisah.

**II. 3 Uraian Proses**

Tepung selulosa disimpan dalam silo (S-01) melalui bucket elevator (BE-01). Untuk menghindari penggumpalan dari tepung selulosa sebelum masuk ke reaktor, maka dari silo diangkut melalui screw conveyor (SC-01) ke ribbon mixer (RM). Kemudian tepung selulosa dimasukkan kedalam reaktor melalui screw conveyor (SC-02).

Kristal asam monokloro asetat (MCA) disimpan dalam silo (S-02) mengguankan bucket elevator (BE-02). Kemudian dibawa oleh screw conveyor (SC-03) untuk dilarutkan dalam tangki pelarut asam (T-01). Dihasilkan larutan MCA 78 %. Tangki pelarutan beroperasi secara kontinyu. Larutan yang keluar dari tangki pelarutan kemudian disimpan sementara dalam tangki penyimpanan (T-03), kemudian disemprotkan dalam zona 2 dengan menggunakan nozzle.

Larutan NaOH 35% dipakai sebagai agen alkalisasi. Sebagai bahan baku digunakan NaOH 50%. Larutan ini disimpan dalam tangki (T-02). Untuk memperoleh larutan NaOH 35%, kemudian larutan ini dimasukkan ke tangki pengencer (T-04). Larutan NaOH 35% kemudian disemprotkan ke reaktor dengan nozzle.

Pada zona 1 (sepertiga awal reaktor) terjadi reaksi alkaliasasi selulosa dengan larutan NaOH 35% . Pada zona 2, alkali selulosa yang terbentuk disemprotkan dengan larutan MCA 78% sehingga terjadi reaksi estherifikasi menjadi Na-CMC. Pada zona 3 terjadi penyempurnaan reaksi sehingga alkali selulosa terkonversi seluruhnya menjadi produk. Untuk mempertahankan suhu

optimum30-40°C dialirkan udara sebagai penyerap panas dari reaksi yang berlangsung. Reaksi yang terjadi dalan reaktor adalah :

1. Reaksi Alkalisasi

$[C_5H_7O_4CH_2OH]n + nNaOH \rightarrow [C_5H_7O_4CH_2ONa]n + nH_2O$

2. Reaksi pembentukan Sodium Kloroasetat

$ClCH_2COOH + NaOH \rightarrow ClCH_2COONa + H_2O$

3. Reaksi Estherifikasi/karboksimetilasi

$[C_4H_7O_4CH_2ONa]n+nClCH_2COONa \rightarrow [C_5H_7O_4CH_2OCH_2COONa] + nNaCl$

4. Reaksi pembentukan Natrium –glikolat

$NaOH + ClCH_2COONa \rightarrow HOCH_2COONa + NaCl$

Keluar reaktor, produk dibawa melalui srew conveyor (SC-04) dan bucket elevator (BE-02) ke aging cans. Di aging cans produk diperam selama 8 jam untuk penstabilan ikatan. Selama dalam aging cans suhu produk naik sampai 72°C.

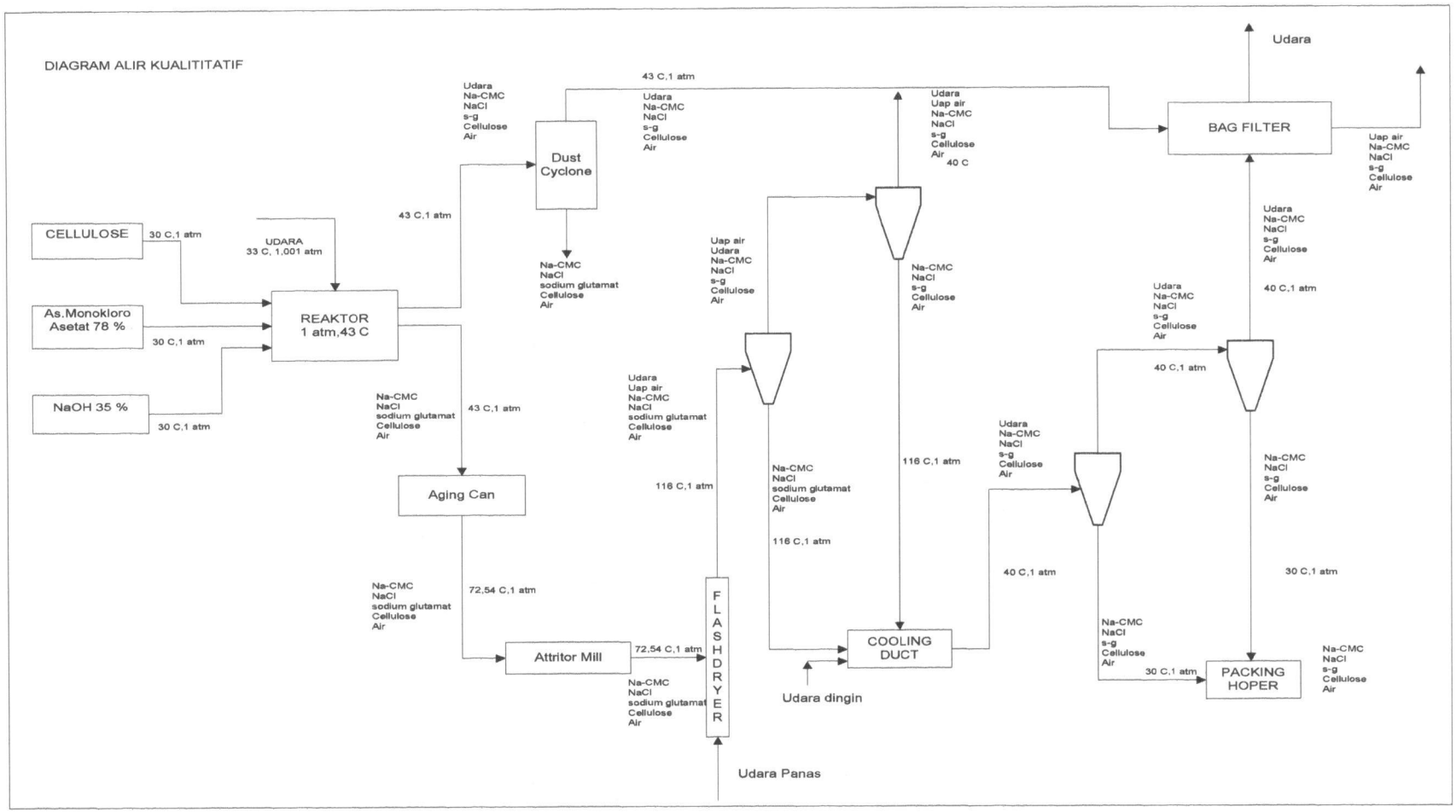
Setelah dari aging cans produk dikecilkan ukuran butirannya sampai 150 mikrometer dalam attritor mill.

Produk yang mempunyai kadar air 40,5% tersebut kemudian dibawa ke flash dryer untuk dikurangi kandungan airnya. produk keluar flash dryer mempunyai kadar air 5%.Suhu produk keluar flash dryer 116°C.

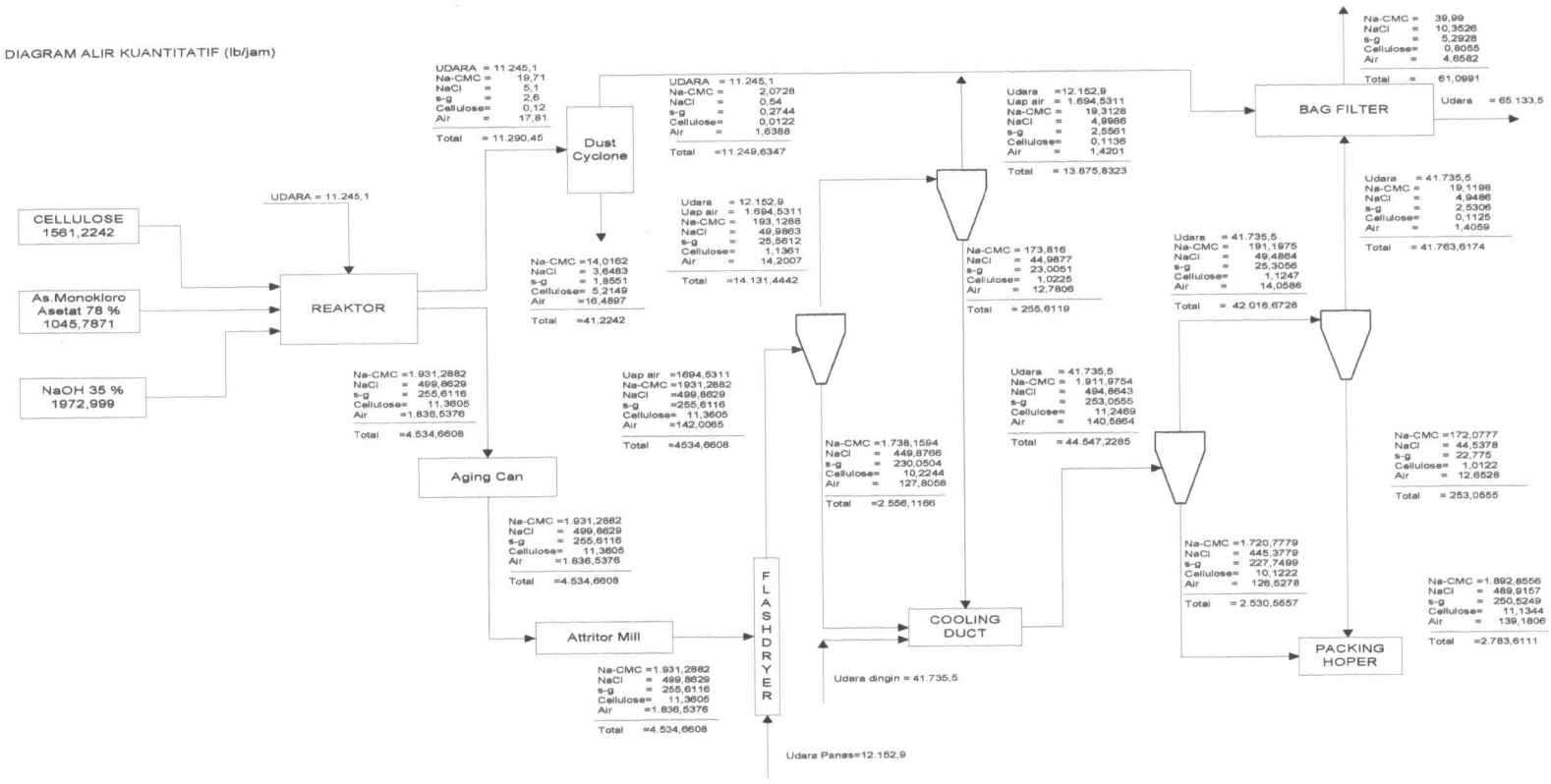
Produk Na-CMC dari flash dryer kemudian dipisahakn dengan udara pengeringnya dengan menggunakan siklon 1 (S-01) dan siklon 2 (S-02). Produk yang sudah terpisahkan dari udara pengeringnya kemudian didinginkan dalam cooling duct samapi suhu 40°C. Sebagai pendingin digunakan udara. Setelah itu

produk dengan suhu 40°C tersebut dipisahkan dari udara pendinginnya dengan menggunakan siklon 3 (C-04) dan siklon 4 (C-04). Produk yang keluar dari siklon 3 dan siklon 4 kemudian masuk ke packing hopper untuk pengepakan.

Produk di reaktor terbawa udara pendingin sebesar 1%. Produk tersebut dipisahkan dari udara dengan menggunakan sikoln 5 (C-05). Udara yang keluar dari siklon 1 sampai 5 sebelum dibuang ke lingkungan terlebih dahulu melalui bag filter utuk penyaringan gas buangan agar lebih bersih.




Gambar 1. Diagram Alir Kualitatatif




Gambar 2. Diagram Alir Kuantitatif

## 2.2. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

### 2.2.1. Spesifikasi Bahan Baku

a. Sellulose (α-cellulose)

| | |
|---|---|
| Berat molekul | : 90.000 – 150.000 g/gmol |
| Fase | : padat,tepung ( 5 % moisture ) |
| Berat jenis bulk | : 1,35 g/cm$^3$ |
| Kapasitas panas | : 0,32 kalori/(g.$^0$ C ) |
| Ukuran | : - 100 + 150 mesh |
| Kelarutan | : Tidak larut dalam larutan NaOH 17 – 18 %, pada suhu kamar,air,alkohol dan ether. |
| Kebutuhan | : 1561,2242 lb/jam |

b. Larutan NaOH 35 %

| | |
|---|---|
| Berat molekul | : 40 g/gmol |
| Fase | : cair |
| Berat jenis | : 1,5145 g/cm$^3$ |
| Kapasitas panas | : 0.78 kalori/(g.$^0$ C ) |
| Kebutuhan | : 1972,99 lb/jam |

c. MonoChloro Acetate

| | |
|---|---|
| Berat molekul | : 94,5 g/gmol |
| Fase | : padat,kristal putih |
| Berat jenis | : 1,4048 g/cm$^3$ |

Kapasitas panas : 0,363 kalori/(g.$^0$ C )

Titik didih : 189,5 $^0$ C

Kelarutan : 614 gram dalam 100 gram air,larut dalam alkohol dan ether

Kebutuhan : 1045,78 lb/jam

d. Air

Berat molekul : 18 g/gmol

Fase : cair

Berat jenis : 1 g/cm$^3$

Kapasitas panas : 1 kalori/(g.$^0$ C )

Titik didih : 100 $^0$ C

Kekentalan : 1 centipoise

Kebutuhan : 1512,5218 lb/jam

### 2.2.3. Spesifikasi Produk

a. Natrium Carboxymethyl Cellulose ( NaCMC)

Berat molekul : 242 g/gmol

Fase : padat,bubuk berwarna putih sampai krem

Berat jenis bulk : 0,75 g/cm$^3$

Kapasitas panas : 0,3048 kalori/(g.$^0$ C )

Ukuran butir : 25,4 μm

Kemurnian : 68 %

| | | | |
|---|---|---|---|
| Komposisi | : | NaCMC | = 68 % |
| | | $H_2O$ | = 5 % |
| | | Na-Glikolat | = 8,9 % |
| | | NaCl | = 17,6 % |
| | | Sellulose | = 0,4 % |

Kelarutan : larut dalam air (panas dan dingin)

Kenampakan : tidak berbau, tidak berasa dan higroskopis

# BAB III

# METODE PERANCANGAN

## 3.1. Neraca Massa

### 3.1.1. Neraca Massa Total

Tabel 3.1. Neraca Massa Total

| No. | Komponen | Input ( lb/jam ) | Output ( lb/jam ) |
|---|---|---|---|
| 1. | Selulosa | 1.483,2 | 11,5 |
| 2. | MCA | 815,7 | - |
| 3. | NaOH | 690,5 | - |
| 4. | Na-CMC | - | 1.950,9 |
| 5. | NaCl | - | 504,9 |
| 6. | $HOCH_2COONa$ | - | 258,2 |
| 7. | H2O (l) | 1.590,6 | 159,8 |
| 8. | H2O (g) | | 1.694,5 |
| 9. | Udara | 65.133,5 | 65.133,5 |
| | Total | 69.713,5 | 69.713,5 |

### 3.1.2. Neraca Massa Tiap Alat

#### 3.1.2.1. Neraca Massa Reaktor

Tabel 3.2. Neraca Massa Reaktor

| No. | Komponen | Input ( lb/jam ) | Output ( lb/jam ) |
|---|---|---|---|
| 1. | Selulosa | 1.483,2 | 11,5 |
| 2. | MCA | 815,7 | - |
| 3. | NaOH | 690,5 | - |
| 4. | Na-CMC | - | 1.950,9 |
| 5. | NaCl | - | 504,9 |
| 6. | $HOCH_2COONa$ | - | 258,2 |
| 7. | H2O | 1.590,6 | 1.854,3 |
| 8. | Udara | 11.245,1 | 11.245,1 |
| | Total | 15.825,1 | 15.825,1 |

#### 3.1.2.2. Neraca Massa Flash Dryer

Tabel 3.3. Neraca Massa Flash Dryer

| No. | Komponen | Input ( lb/jam ) | Output ( lb/jam ) |
|---|---|---|---|
| 1. | Selulosa | 11,3 | 11,3 |
| 2. | Na-CMC | 1.931,3 | 1.931,3 |
| 3. | $HOCH_2COONa$ | 255,6 | 255,6 |
| 4. | NaCl | 499,9 | 499,9 |
| 5. | H2O (l) | 1.836,5 | 142 |
| 6. | H2O (g) | - | 1.694,5 |
| 7. | Udara | 12.152, 9 | 12.152,9 |
| | Total | 16.687,6 | 16.687,6 |

### 3.1.2.3. Neraca Massa Cooling Duct

Tabel 3.4. Neraca Massa Cooling Duct

| No. | Komponen | Input ( BTU/jam ) | Output ( BTU/jam ) |
|---|---|---|---|
| 1. | Na-CMC | 1.911,9 | 1.911, 9 |
| 2. | NaCl | 494,6 | 494,6 |
| 3. | $HOCH_2COONa$ | 253,1 | 253,1 |
| 4. | Selulosa | 11,2 | 11,2 |
| 5. | Air | 140,6 | 140,6 |
| 6. | Udara | 41.735,5 | 41.735,5 |
| | Total | 42.635, 0 | 42.635, 0 |

## 3.2. Neraca Panas

### 3.2.1. Neraca Panas Reaktor

Tabel 3.5. Neraca Panas Reaktor

| No. | Komponen | Input ( BTU/jam ) | Output ( BTU/jam ) |
|---|---|---|---|
| 1. | Selulosa | 4.271,5 | 121,2 |
| 2. | MCA | 2.664,9 | - |
| 3. | NaOH | 4.723,4 | - |
| 4. | H2O | 14.315,2 | 61.193,5 |
| 5. | NaCMC | - | 19.958,7 |
| 6. | NaCl | - | 3.432,7 |
| 7. | $HOCH_2COONa$ | - | 2.495,9 |
| 8. | Panas reaksi | 115.974,1 | |
| 9. | Udara | 166.880,4 | 221.627,5 |
| | Total | 308.829,6 | 308.829,6 |

### 3.2.2. Neraca Panas Flash Dryer

Tabel 3.6. Neraca Panas Flash Dryer

| No. | Komponen | Input ( BTU/jam ) | Output ( BTU/jam ) |
|---|---|---|---|
| 1. | Na-CMC | 581.339,8 | 929.631,9 |
| 2. | Panas laten Na-CMC | - | 1.630.427,0 |
| 3. | Udara | 2.670.647,0 | 691.927,9 |
| | Total | 3.251.986,8 | 3.251.986,8 |

### 3.2.3. Neraca Panas Cooling Duct

Tabel 3.6. Neraca Panas Cooling Duct

| No. | Komponen | Input ( BTU/jam ) | Output ( BTU/jam ) |
|---|---|---|---|
| 1. | Na-CMC | 97.086,3 | 16.003,2 |
| 2. | NaCl | 16.698,1 | 2.752,4 |
| 3. | $HOCH_2COONa$ | 12.140,8 | 2.001,2 |
| 4. | Selulosa | 589,5 | 97,2 |
| 5. | Air | 23.028,1 | 3.795,8 |
| 6. | Udara | 156.180,1 | 281.072,9 |
| | Total | 305.722,9 | 305.722,9 |

## 3.3. SPESIFIKASI ALAT

Spesifikasi alat yang digunakan dalam pabrik Na-CMC adalah sebagai berikut :

1. REAKTOR ( R )

| | | |
|---|---|---|
| Fungsi | : Mereaksikan selulosa, soda api (NaOH) dan asam monokloro asetat ($ClCH_2COOH$) dengan kapasitas 13.740,02 lb dan waktu tinggal 3 jam. | |
| Jenis | : Reaktor putar, pendinginan udara. | |
| Ukuran | : Diameter | = 8,2685 ft |
| | Panjang | = 41,3425 ft |
| Kondisi operasi | : 1 atm | |
| Bahan | : Carbon steel dilapisi 316 stainless steel | |
| Kecepatan putar | : 16 rpm | |
| Daya | : 120 hp | |
| Jumlah | : 1 (satu) buah | |

2. SILO PENYIMPANAN SELULOSA ( S – 01 )

| | | |
|---|---|---|
| Fungsi | : Menyimpan selulosa dengan kapasitas 1.348.897,5 lb. | |
| Jenis | : Cylindrical steel Bin | |
| Ukuran | : Diameter | = 21,12 ft |
| | Tinggi silinder | = 42,24 ft |
| | Tinggi kerucut | = 10,36 ft |

Bahan : Steel

Tebal silinder : 3/8 in

Tebal kerucut : 3/8 in

Jumlah : 1 ( satu ) buah

3. SILO PENYIMPANAN KRISTAL MCA ( S – 02 )

Fungsi : Menyimpan kristal MCA dengan kapasitas 704.774,89 lb.

Jenis : Glass-coated cylindrical steel Bin

Ukuran : Diameter = 16,78 ft

Tinggi silinder = 33,56 ft

Tinggi kerucut = 8,19 ft

Tebal silinder : 5/16 in

Tebal kerucut : 5/16 in

Bahan : Steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

4. TANGKI PELARUT ASAM MONOKLORO ASETAT ( T – 01 )

Fungsi : Melarutkan kristal asam monokloro asetat menjadi larutan MCA 78 % dengan kapasitas 15,28 $ft^3$.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk dengan head torispherical.

Ukuran : Diameter = 2,69 ft

Tinggi = 4 ft

Tebal : 3/16 in

Bahan : Stainless steel

Motor : 1 hp

Jumlah : 3 ( tiga ) buah

4. TANGKI PENYIMPAN NaOH 50 % ( T - 02 )

Fungsi : Menyimpan larutan NaOH 50 % dengan kapasitas 8095,2 $ft^3$.

Jenis : Tangki silinder tegak dengan head torispherical.

Ukuran : Diameter = 17,2 ft

Tinggi = 41,9 ft

Tebal : 3/8 in

Bahan : Stainless steel, SA 285 grade B

Jumlah : 1 ( satu ) buah

5. TANGKI PENYIMPAN LARUTAN MCA 78 % ( T - 03 )

Fungsi : Menyimpan larutan MCA 78 % dengan kapasitas 366,68 $ft^3$.

Jenis : Tangki silinder tegak dengan head torispherical

Ukuran : Diameter = 20 ft

Tinggi = 15,4 ft

Tebal : 1/4 in

Bahan : Stainless steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

6. TANKI PENGENCER NaOH 35 % ( T - 04 )

Fungsi : Mengencerkan larutan NaOH 50 % menjadi larutan NaOH 35 % dengan kapasitas 32,12 $ft^3$.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Ukuran : Diameter = 3,45 ft

Tinggi silinder = 4,95 ft

Tebal : 3/8 in

Bahan : Stainless steel, SA 285 grade B

Motor : 0,5 hp

Jumlah : 1 (satu) buah

7. BUCKET ELEVATOR ( BE – 01 )

Fungsi : Mengangkut selulosa ke silo penyimpanan.

Jenis : Centrifugal discharge elevator.

Ukuran bucket : 6 x 4 x 4,5 $in^3$

Jumlah bucket : 38 buah

Tinggi elevator : 50 ft

Lebar belt : 7 in

Kapasitas : 30.864,68 lb/jam

Motor : 1,75 hp

RPM shaft : 43 rpm

Diameter pulley : 20 in

Jumlah : 1 ( satu ) buah

8. RIBBON MIXER ( RM )

Fungsi : Mengaduk selulosa agar tidak menggumpal.

Jenis : stationary shell or throught ribbon

Kapasitas working : 50 $ft^3$

Kecepatan : 28 rpm

Rata-rata mix : 4 menit

Motor : 2 hp

Bahan : Steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

9. AGING CANS

Fungsi : Tempat pemeraman NaCMC selama 8 jam dengan kapasitas 43.532,74 lb.

Bentuk hopper : Cylindrical bin with conical hopper

Dimensi : Diameter = 6,9 ft

Tinggi = 13,8 ft

Tinggi hopper = 3,25 ft

Slope hopper = 45°

Diameter keluaran = 0,4 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1( satu ) buah

10. HOPPER ( H-01 )

Fungsi : Menampung selulosa dari ribbon mixer dengan kapasitas 1.873,47 lb

Bentuk hopper : Cylindrical bin with conical bottom

Dimensi : Diameter = 2,4 ft

Tinggi = 4,8 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1( satu ) buah

11. HOPPER ( H-02 )

Fungsi : Menampung produk dari siklon 5 dengan kapasitas 914,2 lb

Bentuk hopper : Cylindrical bin with conical bottom

Dimensi : Diameter = 2 ft

Tinggi = 4 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1( satu ) buah

12. HOPPER ( H-03 )

Fungsi : Menampung selulosa dari siklon 3 dan siklon 4 dengan kapasitas 3.340,33 lb

Bentuk hopper : Cylindrical bin with conical bottom

Dimensi : Diameter = 3 ft

Tinggi = 6 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1( satu ) buah

13. BUCKET ELEVATOR ( BE – 02 )

Fungsi : Mengangkut kristal MCA ke dalam silo MCA.

Jenis : Centrifugal discharge elevator.

Ukuran bucket : 6 x 4 x 4,5 $in^3$

Jumlah bucket : 38 buah

Tinggi elevator : 50 ft

Lebar belt : 7 in

Kapasitas : 30.864,68 lb/jam

Motor : 1,75 hp

RPM shaft : 43 rpm

Diameter pulley : 20 in

Jumlah : 1 ( satu ) buah

14. BUCKET ELEVATOR ( BE – 03 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Mengangkut produk basah keluar dari reaktor ke aging cans. |
| Jenis | : Centrifugal discharge elevator. |
| Ukuran bucket | : 6 x 4 x 4,5 $in^3$ |
| Jumlah bucket | : 18 buah |
| Tinggi elevator | : 25 ft |
| Lebar belt | : 7 in |
| Kapasitas | : 4.534,66 lb/jam |
| Motor | : 0,5 hp |
| RPM shaft | : 43 rpm |
| Diameter pulley | : 20 in |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

15. POMPA ( P – 01 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Memompa asam dari tangki pelarutan MCA ke tangki penyimpanan. |
| Jenis | : Pompa sentrifugal,single stage – single suction. |
| Head | : 35 ft |
| Kapasitas | : 1,9 gpm |
| Daya motor | : 0,375 hp |
| Bahan | : cast iron |
| kecepatan putar | : n = 2900 rpm |

ns = 274,3 rpm

Jumlah : 2 ( dua ) buah

16. POMPA ( P – 02 )

Fungsi : Memompa larutan MCA 78 % ke reaktor.

Jenis : Pompa sentrifugal,single stage – single suction.

Head : 26,37 ft

Kapasitas : 1,9 gpm

Daya motor : 0,5 HP

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 2900 rpm

ns = 343,95 rpm

Jumlah : 2 ( dua ) buah

17. POMPA ( P – 03 )

Fungsi : Memompa larutan NaOH 50 % ke tangki penyimpanan.

Jenis : Pompa sentrifugal,single stage – single suction.

Head : 34,33 ft

Kapasitas : 42,05 gpm

Daya motor : 2 hp

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 2900 rpm

ns = 1326,2 rpm

Jumlah : 2 ( dua ) buah

18. POMPA ( P – 04 )

Fungsi : Memompa larutan NaOH 50 % dari tangki penyimpanan ke tangki pengenceran.

Jenis : Pompa sentrifugal,single stage – single suction.

Head : 31,7 ft

Kapasitas : 2,8 gpm

Daya motor : 0,375 hp

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 2900 rpm

ns = 363,45 rpm

Jumlah : 2 ( dua ) buah

19. POMPA ( P – 05 )

Fungsi : Memompa larutan NaOH 35 % ke reaktor .

Jenis : Pompa sentrifugal,single stage – single suction.

Head : 45,7 ft

Kapasitas : 4 gpm

Daya motor : 0,25 HP

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 2900 rpm

ns = 330,32 rpm

Jumlah : 2 (dua ) buah

20. POMPA ( P – 06 )

Fungsi : Memompa air pelarut ke dalam tangki pelarutan MCA.

Jenis : Pompa sentrifugal,single stage – single suction.

Head : 26,37 ft

Kapasitas : 1,9 gpm

Daya motor : 0,5 hp

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 2900 rpm

ns = 343,95 rpm

Jumlah : 2 ( dua ) buah

21. ATTRITOR MILL ( AM )

Fungsi : Mengecilkan ukuran butir produk.

Jenis : Model C – 60 attrition mill.

Kapasitas : 60,46 galon

Daya motor : 60 hp

Jumlah : 1 ( satu ) buah

PERPUSTAKAAN

22. FLASH DRYER ( FD )

| | |
|---|---|
| Fungsi | :Mengeringkan produk basah dengan kadar air 40,5 % menjadi produk kering dengan kadar air 5 %. |
| Jenis | : Raymond flash dryer. |
| Kapasitas | : 4.534,9 lb/jam |
| Panjang | : 34,65 ft |
| Diameter | : 3,28 ft |
| Suhu pengering | : $450^{0}$ C |
| Bahan | : steel |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

23. SCREW CONVEYOR ( SC – 01 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Mengangkut tepung selulosa dari silo ke ribbon mixer. |
| Jenis | : Horisontal screw conveyer. |
| Kapasitas | : 1.561,22 lb/jam |
| Panjang screw | : 6 ft |
| Diameter screw | : 9 in |
| Kecepatan | : 30 rpm |
| Daya | : 1 hp |
| Bahan | : Stainless steel |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

24. SCREW CONVEYOR ( SC – 02 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Mengangkut tepung selulosa dari ribbon mixer ke reaktor. |
| Jenis | : Horisontal screw conveyer. |
| Kapasitas | : 1.561,22 lb/jam |
| Panjang screw | : 6 ft |
| Diameter screw | : 9 in |
| Kecepatan | : 30 rpm |
| Daya | : 1 hp |
| Bahan | : Stainless steel |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

25. SCREW CONVEYOR ( SC – 03 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Mengangkut MCA 78 % padatan dari silo ke tangki pelarutan MCA. |
| Jenis | : Horisontal screw conveyer. |
| Kapasitas | : 815,712 lb/jam |
| Panjang screw | : 30 ft |
| Diameter screw | : 9 in |
| Kecepatan | : 10 rpm |
| Daya | : 0,25 hp |
| Bahan | : Stainless steel |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

26. SCREW CONVEYOR ( SC – 04 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Mengangkut produk basah dari reaktor ke aging bin |
| Jenis | : Horisontal screw conveyer. |
| Kapasitas | : 4.534,66 lb/jam |
| Panjang screw | : 15 ft |
| Diameter screw | : 9 in |
| Kecepatan | : 30 rpm |
| Daya | : 1 hp |
| Bahan | : Stainless steel |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

27. SCREW CONVEYOR ( SC – 05 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Mengangkut produk basah dari aging bin ke attritor mill. |
| Jenis | : Horisontal screw conveyer. |
| Kapasitas | : 4.534,66 lb/jam |
| Panjang screw | : 15 ft |
| Diameter screw | : 9 in |
| Kecepatan | : 30 rpm |
| Daya | : 1 hp |
| Bahan | : Stainless steel |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

28. SCREW CONVEYOR ( SC – 06 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Mengangkut produk basah dari attritor mill ke flash dryer. |
| Jenis | : Horisontal screw conveyer. |
| Kapasitas | : 4.534,66 lb/jam |
| Panjang screw | : 15 ft |
| Diameter screw | : 9 in |
| Kecepatan | : 30 rpm |
| Daya | : 1 hp |
| Bahan | : Stainless steel |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

29. BLOWER ( BU – 01 )

| | |
|---|---|
| Fungsi | : Menyediakan udara sebagai feed pada furnace. |
| Jenis | : Single impeller centrifugal blower. |
| Kapasitas | : 5.704,221 cuft/min |
| Daya motor | : 9 hp |
| Bahan | : cast iron |
| kecepatan putar | : n = 4392 rpm<br>ns = 470 rpm |
| Jumlah | : 1 ( satu ) buah |

30. BLOWER ( BU – 02 )

Fungsi : Menyediakan udara sebagai feed pada cooling duct.

Jenis : Single impeller centrifugal blower.

Kapasitas : 1.782,57 cuft/min

Daya motor : 3 hp

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 7856,6 rpm

ns = 470 rpm

Jumlah : 1 ( satu ) buah

31. BLOWER ( BU – 03 )

Fungsi : Menyediakan udara sebagai feed pada reaktor.

Jenis : Single impeller centrifugal blower.

Kapasitas : 1.904,08 cuft/min

Daya motor : 3 hp

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 7601 rpm

ns = 470 rpm

Jumlah : 1 ( satu ) buah

32. FAN ( F – 01 )

Fungsi : Mengalirkan campuran udara dan produk dari siklon 1 ke siklon 2.

Jenis : Radial blade centrifugal fan.

Kapasitas : 5.704,2 cuft/min

Daya motor : 3 hp

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 4392 rpm

ns = 470 rpm

Jumlah : 1 ( satu ) buah

33. FAN ( F – 02 )

Fungsi : Mengalirkan campuran udara dan produk dari siklon 2 ke siklon 4.

Jenis : Radial blade centrifugal fan.

Kapasitas : 1.782,57 cuft/min

Daya motor : 3 hp

Bahan : cast iron

kecepatan putar : n = 7856,67 rpm

ns = 470 rpm

Jumlah : 1 ( satu ) buah

34. CYCLONE ( C – 01 )

Fungsi : Memisahkan produk dan udara pengering yang keluar dari flash dryer.

Jenis : Reverse flow cyclone with tangential entry.

Kapasitas : Udara = 15.516 lb/j

Produk = 2.840,13 lb/j

Dimensi : Dc = 4,04 ft Lc = 8,08 ft

Bc = 1,01 ft Sc = 0,51 ft

De = 2,02 ft Zc = 8,08 ft

Hc = 2,02 ft Jc = 1,01 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

35. CYCLONE ( C – 02 )

Fungsi : Memisahkan produk dan udara pengering yang keluar dari cyclone satu ( C-01 ).

Jenis : Reverse flow cyclone with tangential entry.

Kapasitas : Udara = 15.516 lb/j

Produk = 284,01 lb/j

Dimensi : Dc = 4,04 ft Lc = 8,08 ft

Bc = 1,01 ft Sc = 0,51 ft

De = 2,02 ft Zc = 8,08 ft

Hc = 2,02 ft Jc = 1,01 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

36. CYCLONE ( C – 03 )

Fungsi : Memisahkan produk dan udara pengering yang keluar dari cooling duct.

Jenis : Reverse flow cyclone with tangential entry.

Kapasitas : Udara = 41.724 lb/j

Produk = 2.811,73 lb/j

Dimensi : Dc = 5,38 ft Lc = 10,76 ft

Bc = 1,35 ft Sc = 0,67 ft

De = 2,69 ft Zc = 10,76 ft

Hc = 2,69 ft Jc = 1,35 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

37. CYCLONE ( C – 04 )

Fungsi : Memisahkan produk dan udara pengering yang keluar dari cyclone tiga ( C-03 ).

Jenis : Reverse flow cyclone with tangential entry.

Kapasitas : Udara = 41.724 lb/j

Produk = 281,17 lb/j

Dimensi : Dc = 2,92 ft Lc = 5,84 ft

Bc = 0,73 ft Sc = 0,37 ft

De = 1,46 ft Zc = 5,84 ft

Hc = 1,46 ft Jc = 0,73 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

38. CYCLONE ( C – 05 )

Fungsi : Memisahkan produk dan udara pengering yang keluar dari reaktor.

Jenis : Reverse flow cyclone with tangential entry.

Kapasitas : Udara = 11.365,56 lb/j

Produk = 45,34 lb/j

Dimensi : Dc = 3,56 ft Lc = 7,12 ft

Bc = 0,89 ft Sc = 0,45 ft

De = 1,78 ft Zc = 7,12 ft

Hc = 1,78 ft Jc = 0,89 ft

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

39. FURNACE ( F )

Fungsi : Memanaskan udara hingga 450°C

Jenis : Fire Box Furnace

Kondisi operasi

Box : Panjang = 8 ft

Lebar =12 ft

Tinggi = 8 ft

Tube: ID = 7,981 in

Bahan : steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

40. COOLING DUCT ( CD – 01 )

Fungsi : Mendinginkan produk keluar dari cyclone

Jenis : Raymond cooling duct

Kapasitas : 2.783,61 lb/jam

Dimensi : Diameter = 3,56 ft

Panjang = 28,5 ft

Bahan : steel

Jumlah : 1 ( satu ) buah

# BAB IV

# UTILITAS

## 4.1. Unit pendukung Proses ( Utilitas )

Unit pendukung proses merupakan sarana penunjang kelancaran suatu proses produksi dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses dalam pabrik Natrium Carboxymethyl Cellulose ini meliputi :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air

   Menyediakan air untuk proses, sanitasi (untuk kepentingan umum), dan hydrant.

2. Unit pembangkit listrik

   Menyediakan listrik untuk tenaga penggerak peralatan proses, pendingin ruangan, maupun penerangan. Listrik ini disuplai dari PLN dan dari generator set sebagai cadangan bila listrik terganggu.

3. Unit pembangkit udara pabrik dan udara instrumen
4. Unit penyediaan bahan bakar

   Menyediakan bahan bakar untuk generator set, dan furnace.

### 4.1.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Air untuk kebutuhan pabrik diperoleh dari sungai disekitar pabrik. Air ini digunakan untuk :

1. Air proses

Air proses digunakan untuk pelarutan MCA dan pengenceran NaOH. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk air proses yaitu hardness, besi dan minyak karena hardness dapat menimbulkan kerak, besi dapat menimbulkan korosi, dan minyak merupakan penyebab terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan koefisien perpindahan panas, dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan ketel

Pada umumnya air masih mengandung larutan garam-garam dan asam yang akan merusak material konstruksi dan mengganggu kerja sistem.

2. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan sanitasi yaitu : masak, mandi, mencuci, laboratorium dan lain-lain. Syarat air sanitasi meliputi :

a. Syarat fisik
   - Warna jernih
   - Tidak mempunyai rasa
   - Tidak berbau

b. Syarat kimia
   - Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
   - Tidak beracun

c. Syarat biologis

   Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen.

3. Air hydrant

Air hydrant digunakan untuk keperluan apabila sewaktu-sewaktu terjadi kebakaran.

#### 4.1.1.1. Pengolahan Air

Pengolahan air dalam suatu pabrik dapat diperoleh dari sumber air disekitar pabrik dengan diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, penambahan desinfektan, maupun dengan penggunaan ion exchanger.

Mula-mula *rawwater* diumpankan kedalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil diinjeksikan bahan kimia :

a. Alum, berfungsi sebagai flokulan
b. Coagulant aids, berfungsi membentuk flok-flok kecil sebagai desinfektan cair.
c. Kalsium hipoklorit atau $Cl_2$ cair, berfungsi sebagai desinfektan cair

Keluar dari tangki, air dimasukan kedalam clarifier, dimana flok-flok yang terbentuk diendapkan secara gravitasi sambil diaduk dengan kecepatan putaran rendah. Lumpur yang diendapkan di blow down sedangkan air keluar dari bagian atas dialirkan kedalam tempat penampung sementara.

Selanjutnya air diumpankan kedalam sand filter, disini air disaring untuk memisahkan partikel-partikel kotoran yang halus, kemudian ditampung dalam tiga buah tangki yaitu :

a. Filtered water storage tank, berfungsi untuk menampung air yang digunakan untuk keperluan air proses dan umpan unit demineralisasi
b. Potable water storage tank, berfungsi menampung air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari di pabrik dan perkantoran.
c. water storage tank, berfungsi untuk menampung air yang digunakan untuk keperluan pemadam kebakaran.

1. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung didalam air seperti : $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $K^{+}$, $Fe^{2+}$, $Mn^{2+}$, $Al^{3+}$, $HCO_3^{-}$, $SO_4^{2-}$, $Cl^{-}$, dan lain-lain dengan bantuan resin.

Demineralisasi diperlukan karena air pelarut dan pengencer memerlukan syarat-syarat :

a. Tidak menimbulkan kerak pada proses pelarutan dan pengenceran. Kerak akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa menyebabkan tidak beroperasi sama sekali.
b. Bebas dari segala gas-gas yang mengakibatkan terjadinya korosi terutama $O_2$ dan gas $CO_2$.

Air dari filtered water storage tank diumpankan ke carbon filter yang berfungsi untuk menghilangkan gas klorin, warna, bau serta zat-zat organik

lainnya. Air yang keluar dari carbon filter diharapkan mempunyai pH sekitar 7,5 selanjutnya air tersebut diumpankan kedalam cation exchanger untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ditemui adalah : $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$, $K^{+}$, $Fe^{2+}$, $Mn^{2+}$, dan $Al^{3+}$. Resin yang digunakan dapat diregenerasi dengan $H_2SO_4$.

Air yang keluar dari cation exchanger kemudian diumpankan ke anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah : $HCO_3^{-}$, $CO_3^{2-}$, $Cl^{-}$, $NO^{-}_3$, dan $SiO_3^{2-}$. Air yang keluar dari cation exchanger dan anion exhcanger ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1~6,2 dan selanjutnya dikirim ke demineralized water storage.

Air sebelum mengalami demineralisasi terlebih dahulu dihilangkan kandungan gas-gas terlarut terutama $O_2$ dan $CO_2$ dalam suatu daerator. Gas-gas tersebut dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi.. Pada daerator kadar $O_2$ diturunkan sampai kurang dari 5 ppm. Daerator beroperasi pada tekanan 6 ~ 8 atm dan suhu 413 K.

Kedalam daerator diinjeksikan bahan kimia sebagai berikut :

a. Hydrazine ($N_2H_2$), berfungsi mengikat sisa oksigen menurut reaksi sebagai berikut :

   $2\ N_2H_2 + O_2 \Leftrightarrow 2\ N_2 + 2\ H_2O$

   Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas dihilangkan melalui stripping dengan steam bertekanan rendah.

b. Larutan amonia yang berfungsi untuk mengontrol pH. Air yang keluar dari daerator pH nya sekitar 8,5 ~ 9,5.

c. Amine, larutan yang berfungsi membentuk lapisan film didalam pipa sehingga menghindari timbulnya korosi.

#### 4.1.1.2. Kebutuhan Air

| | | |
|---|---|---|
| 1. Kebutuhan air proses sebesar | : 1.470,61 | lb / jam |
| 2. Kebutuhan air untuk sanitasi sebesar | : 2.175,23 | lb / jam |
| 3. Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran | : 3.004,37 | lb / jam |

### 4.1.2. Unit Pembangkit Listrik

Tugas dari unit ini adalah menyediakan listrik untuk kebutuhan pabrik, dan perkantoran. Kebutuhan listrik tersebut disediakan oleh PLN. Dalam hal ini karena pabrik direncanakan berjalan kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi digunakan cadangan generator set.

Kebutuhan listrik dari pabrik dapat digolongkan :

1. Kebutuhan listrik untuk keperluan proses.
2. Kebutuhan listrik untuk keperluan penerangan.
3. Kebutuhan listrik untuk keperluan instrumentasi.

#### 4.1.2.1. Listrik Untuk Keperluan Proses

Besarnya tenaga listrik yang digunakan untuk keperluan proses sebesar 137,82 kW.

#### 4.1.2.2. Listrik Untuk Penerangan

Besarnya tenaga listrik yang digunakan untuk keperluan instrumentasi sebesar 68,91 kW.

#### 4.1.2.3. Listrik Untuk Instrumentasi

Besarnya tenaga listrik yang digunakan untuk keperluan instrumentasi sebesar 55,13 kW.

#### 4.1.2.4. Kebutuhan Listrik Total

Total kebutuhan listrik = ( 137,21 + 69,91 + 55,13 )

= 261.86 kW

Listrik ini disupplai dari PLN dan untuk cadangan disediakan generator.

Spesifikasi generator

- Tipe : AC Generator
- Kapasitas : 583,33 kW
- Power : 781,95 HP
- Tegangan : 220 V
- Efesiensi : 60 %
- Jumlah : 2
- Bahan bakar : Solar

### 4.1.3. Unit Pembangkit Udara Pabrik dan Udara Instrumen

Unit ini berfungsi untuk menghasilkan udara tekanan kering (udara pabrik = plant air) dan udara instrumen (instrument air). Udara pabrik adalah udara tekan yang diperlukan untuk blanket, pembersih alat, dan lain-lain. Udara pabrik ini diperoleh dengan mengkompreskan udara luar sampai tekanan mencapai 3 atm. Udara instrumen adalah udara pabrik yang dikeringkan pada *silica gel* sehingga mempunyai dew point -40°C serta bebas dari minyak dan debu agar cukup aman untuk penggerak *pneumatic valve*. Kandungan air harus dihilangkan untuk mencegah terjadinya korosi. Udara instrumen ini biasanya mencapai tekanan sampai 9 atm

### 4.1.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan yaitu solar dengan spesifikasi :

- Jenis : solar
- Heating value : 19.200 Btu / lb
- Densitas : 59,7378 lb/ft$^3$

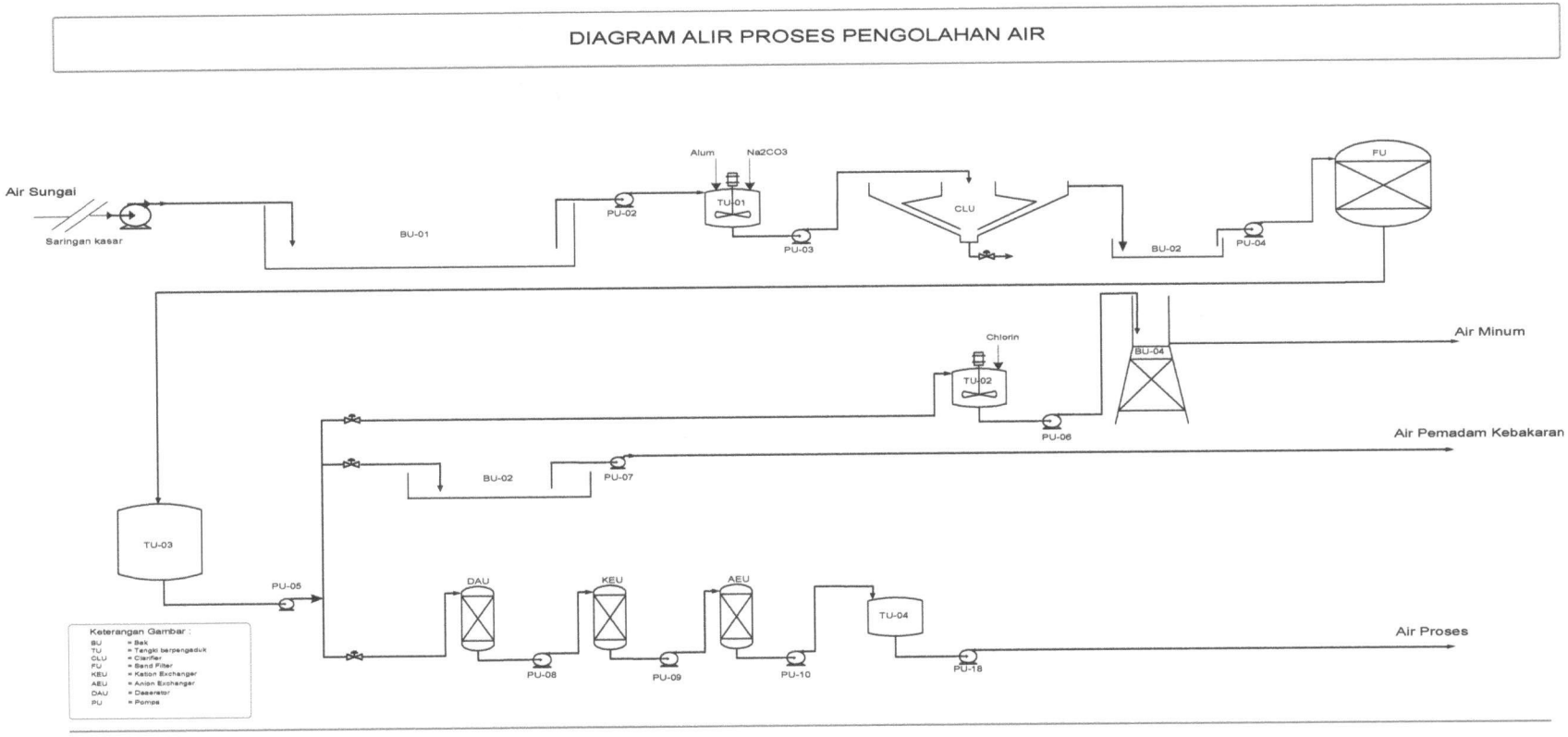
Bahan bakar ini digunakan pada generator dan furnace.

#### 4.1.4.1. Bahan Bakar Generator

Untuk bahan bakar generator diperlukan 204,85 lb / jam.

#### 4.1.5.2. Bahan Bakar Furnace

Untuk bahan bakar furnace diperlukan 158,38 lb / jam.




Gambar 3. Diagram Alir Proses Pengolahan Air

# BAB V

# ORGANISASI PERUSAHAAN

## 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk kelangsungan kerja dan kelangsungan kerja dalam pabrik maka diperlukan hierarki, tugas, dan wewenang yang ada dalam setiap personal karyawan pabrik.

Perusahaan dipimpin oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi dan Keuangan. Direktur dibantu oleh beberapa Kepala Bagian yang membawahi Kepala Seksi. Kepala Seksi dibantu oleh supervisor. Tugas, jumlah dan pendidikan karyawan pada tiap-tiap bagian adalah sebagai berikut:

1. Direktur Utama

   Tugas : Sebagai pemimpin tertinggi perusahaan yang bertugas memimpin semua kegiatan di pabrik dan bertanggung jawab penuh terhadap kelangsungan pabrik.

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia atau Teknik Industri, pengalaman di bidangnya industri minimal tujuh tahun.

   Jumlah : 1 orang

FAK. TEKNOLOGI INDUSTRI PERPUSTAKAAN UII YOGYAKARTA

2. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan produksi pabrik yang berhubungan dengan kegiatan produksi, bidang teknik, bengkel, laboratorium, dan pemeliharaan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia, pengalaman kerja minimal lima tahun di bidangnya.

Jumlah : 1 orang

3. Direktur Keuangan dan Administrasi

Tugas : bertanggung jawab terhadap kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, keuangan, personalia, hubungan masyarakat.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi dengan pengalaman kerja lima tahun di bidang ekonomi

Jumlah : 1 orang

Direktur Teknik dan Produksi dibantu oleh tiga orang kepala bagian yaitu:

a. Kepala Bagian Teknik

Tugas : membantu jalannya pabrik secara teknik yang meliputi pemeliharaan alat, bengkel, gudang, dan perlengkapan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Elektro/Teknik Mesin, pengalaman di bidangnya minimal tiga tahun.

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Teknik dibantu oleh dua orang Kepala Seksi :

a. KASI gudang dan perlengkapan, dibantu oleh 4 karyawan.

b. KASI pemeliharaan dan bengkel, dibantu oleh 8 karyawan.

b. Kepala Bagian Produksi

Tugas : melaksanakan jalannya operasi sehari-hari dan menjaga kelangsungan proses produksi pabrik serta menangani segala dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh segala kegiatan dalam proses produksi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia, pengalaman di bidangnya minimal tiga tahun.

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Produksi dibantu oleh dua orang Kepala Seksi :

a. KASI Proses Produksi, dibantu oleh 64 orang karyawan staf dan shif .

b. KASI Utilitas, dibantu oleh 14 orang karyawan staff dan shiff.

c. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : memimpin aktivitas laboratorium, pengendalian mutu, penelitian, dan pengembangan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia, pengalaman di bidangnya minimal tiga tahun.

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian penelitian dan Pengembangan dibantu oleh 2 orang Kepala Seksi :

a. KASI Laboratorium dan Pengembangan Mutu, dibantu oleh 6 orang karyawan sraff dan shif.
b. KASI Penelitian dan Pengambangan, dibantu oleh 2 orang karyawan staff.

Direktur Keuangan dan Administrasi dibantu 3 orang Kepala Bagian, yaitu:

a. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : mengelola bidang keuangan dan pemasaran yang meliputi pembelian bahan baku, bahan pembantu, dan penjualan hasil.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi,pengalaman di bidangnya minimal dua tahun.

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran dibantu oleh 2 orang Kepala Seksi :

a. KASI Keuangan, dibantu oleh 2 orang karyawan staff.

b. KASI Pemasaran, dibantu oleh tiga orang karyawan staff

b. Kepala Bagian Administrasi

Tugas : mengelola bidang administrasi pabrik, personalia, dan tata usaha.

Pendidikan : Sarjana Administrasi Negara/Sosial, pengalaman di bidangnya minimal dua tahun.

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Administrasi dibantu oleh 2 orang Kepala Seksi :

a. KASI Personalia, dibantu oleh 2 orang karyawan staff

b. KASI Tata Usaha, dibantu oleh 2 orang karyawan staff.

c. Kepala Bagian Umum

Tugas : mengelola pelaksanaan dalam bidang hubungan masyarakat, keamanan, dan kesejahteraan karyawan.

Pendidikan : Sarjana Hukum/Sosial, pengalaman di bidangnya minimal dua tahun.

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Umum dibantu oleh 2 orang Kepala Seksi.

a. KASI Prasarana dan Humas, dibantu oleh 3 orang karyawan staff.
b. KASI keamananan dan Ketertiban, dibantu oleh 10 orang karyawan shift

Selain itu juga terdapat 10 orang tenaga pembantu yang bertugas sebagai pesuruh dan tenaga kebersihan.

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Sedangkan sistem penggajian karyawan diberikan setiap awal bulan sekali dengan besarnya gaji didasarkan atas:

a. Jabatan atau golongan.
b. Tingkat pendidikan.
c. Pengalaman kerja.
d. Keahlian.

Berikut ini adalah komposisi dan sistem penggajian karyawan :

| Jabatan | Jumlah | Gaji / bulan ( Rp ) |
|---|---|---|
| Direktur Utama | 1 | Rp 15.000.000 |
| Direktur | 2 | Rp 10.000.000 |
| Kepala Bagian | 6 | Rp 5.000.000 |
| Kepala Seksi | 12 | Rp 3.500.000 |
| Kepala shift | 12 | Rp 2.000.000 |
| Pegawai staff | 30 | Rp 1.500.000 |
| Operator | 60 | Rp 1.000.000 |
| Keamanan | 9 | Rp 900.000 |
| Pembantu | 6 | Rp 700.000 |
| | 138 | |

Tabel 5.1 Tingkat Gaji Karyawan

## 5.2. Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini beroperasi selama 24 jam sehari dan 330 hari dalam setahun. Jam kerja karyawan dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Jam Kerja Karyawan Staff

   Sistem ini biasanya berlaku untuk karyawan yang bekerja di kantor. Karyawan non shift bekerja 5 hari seminggu dan libur pada hari sabtu, Minggu, dan hari besar, dengan jumlah jam kerja 40 jam seminggu dengan perincian sebagai berikut:

   Hari Senin-Kamis : Kerja : Pukul 07.30-16.30

   Istirahat : Pukul 12.00-13.00

   Hari Jumat : Kerja : Pukul 07.00-16.00

   Istirahat : Pukul 12.00-13.00

2. Jam Kerja Karyawan Shift

Sistem ini biasanya berlaku untuk karyawan yang bertugas di unit produksi dan Laboratorium Produksi. Bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (over time).

Satu hari kerja dibagi menjadi 3 shift :

Shift I : Pukul 22.00-06.00

Shift II : Pukul 06.00-14.00

Shift III : Pukul 14.00-22.00

Shift sekuriti dibagi tiga :

Shift I : 06.00-14.00

Shift II : 14.00-22.00

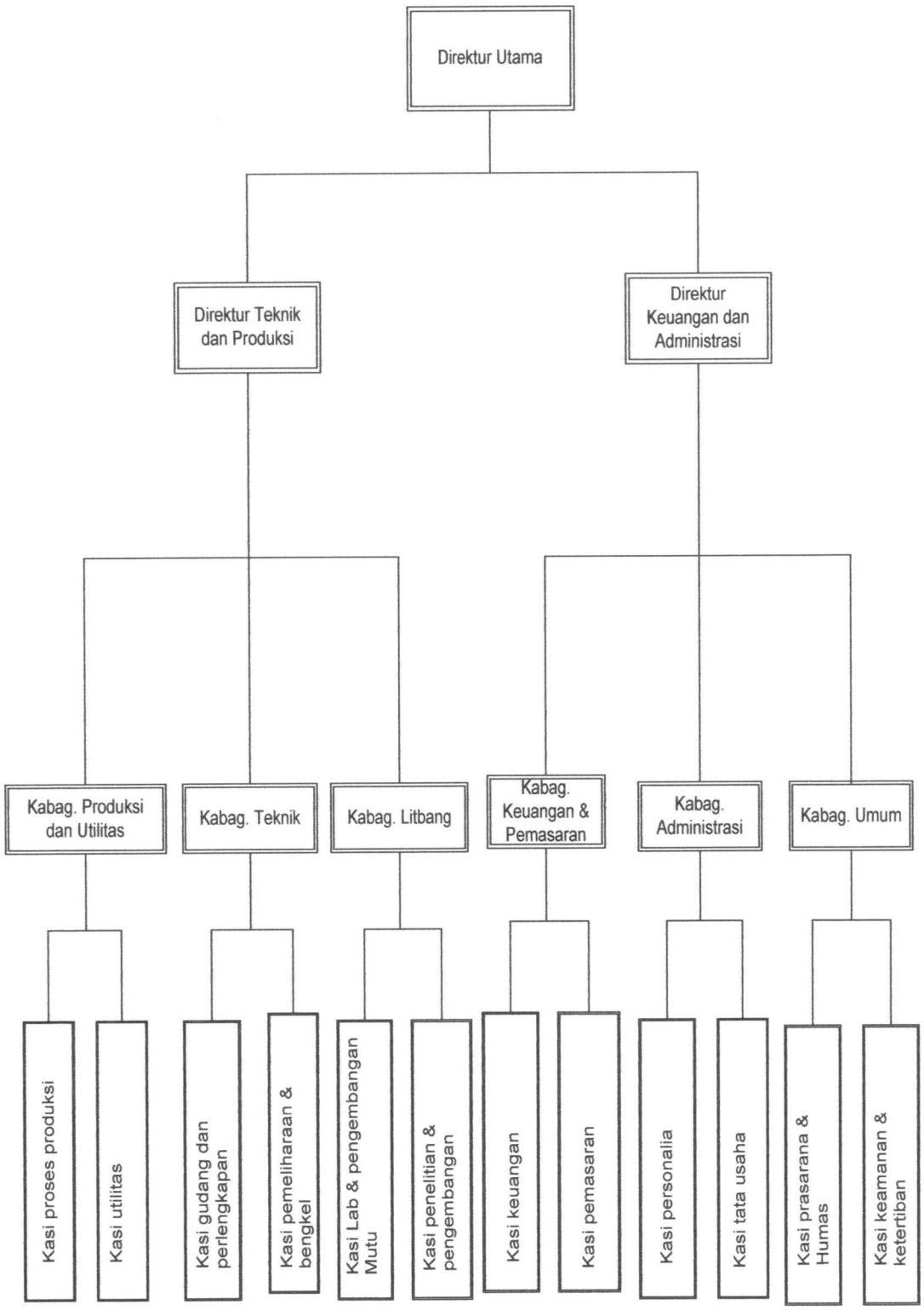
Shift III : 22.00-06.00

Karyawan shift terdiri atas 4 kelompok yaitu A, B, C, dan D. Dalam satu hari kerja hanya tiga kelompok yang masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Setiap kelompok bekerja tiga hari dan libur satu hari.

Jadwal pembagian kerja (siklus) shift selama 12 hari tersaji dalam tabel berikut:

| Kel. | Hari ke- | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Shift | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A | I | I | I | - | II | II | II | - | III | III | III | - |
| B | - | II | II | II | - | III | III | III | - | I | I | I |
| C | II | - | III | III | III | - | I | I | I | - | II | II |
| D | III | III | - | I | I | I | - | II | II | II | - | III |

Tabel 5.2 Waktu Pembagian Kerja Karyawan




Gambar 4 .Struktur Organisasi Perusahaan

## 5.3. LETAK DAN SUSUNAN PABRIK

Pabrik Natrium karboksimetil sellulosa dari sellulosa dan asam monokloro asetat akan didirikan di daerah Cilegon dengan pertimbangan:

a. Dekat dengan sumber bahan baku yaitu larutan NaOH 50 %
b. Terletak di kawasan industri sehingga jauh dari penduduk.
c. Dekat dengan pelabuhan sehingga memudahkan untuk keperluan import bahan baku selulosa dan asam monokloro asetat.

Tata letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian pabrik yang berupa tempat kerja dan alat,tempat kerja karyawan,tempat penyimpanan dan sarana pendukung lainnya. Tata letak pabrik diusahakan agar transportasi bahan baku ,bahan pembantu dan produk mudah serta terdapat zona untuk keadaan bahaya, fasilitas umum dan lain-lain yang dapat menunjang kelancaran produksi. Selain itu diperlukan adanya tata letak pabrik yang memungkinkan adanya perluasan untuk keperluan yang akan datang.

Tata letak alat proses diusahakan sesuai dengan urutan kerja dan fungsi masing-masing alat. Hal yang perlu diperhatikan dalam peletakan alat- alat proses adalah:

a. Alat- alat harus dikumpulkan ke dalam unit-unit untuk memudahkan pengaturan dan pengawasan juga penyelamatan bila terjadi kecelakaan.
b. Lokasi cukup memadai sehingga memberi ruang gerak yang cukup dalam pemasangan, perawatan, dan perbaikan alat.

c. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan di lokasi yang berbeda dengan daerah proses sehingga dapat menjamin pengoperasian yang aman.

d. Peralatan disusun untuk memudahkan pengontrolan,penanggulangan kebakaran serta kecelakaan kerja.

Penempatan juga harus mempertimbangkan kemungkinan penambahan alat atau unit baru,sehingga tidak menimbulkan kesulitan di masa yang akan datang.

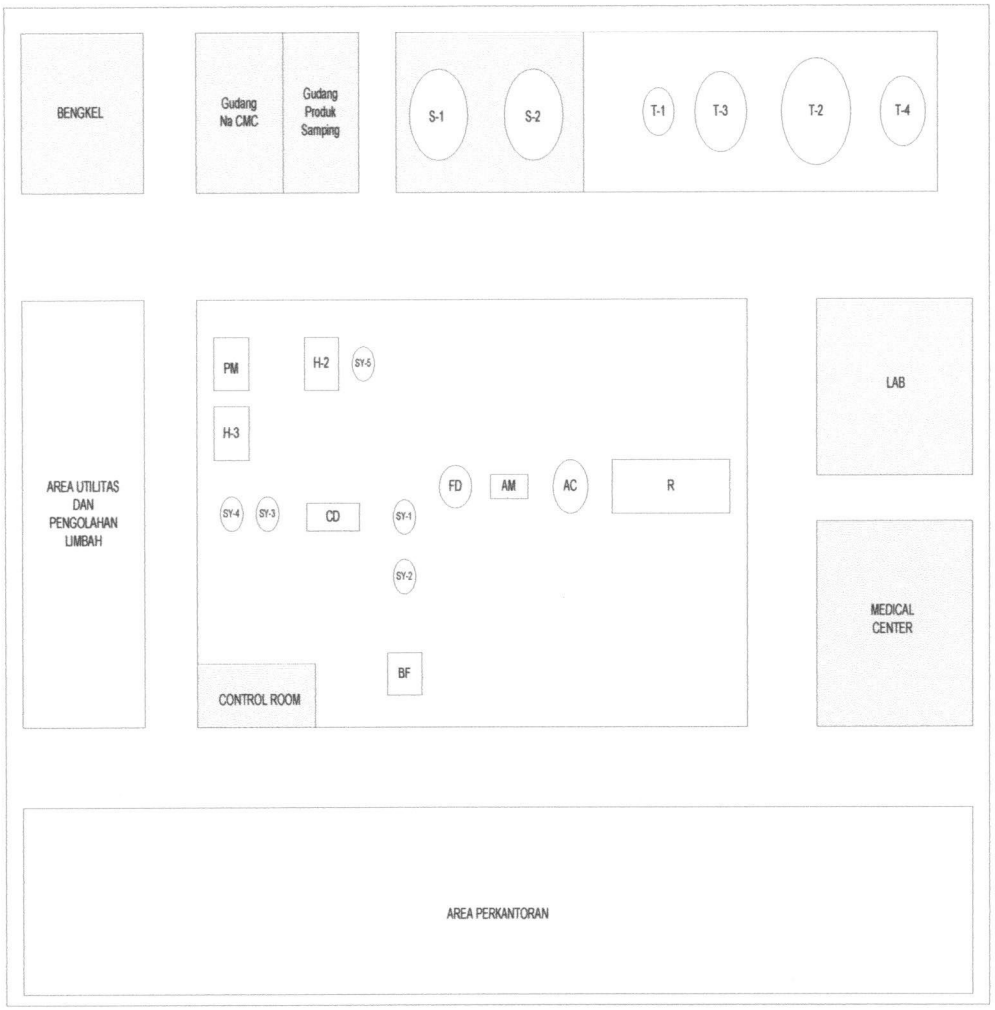



TATA LETAK PABRIK

KETERANGAN:

1. POS JAGA
2. AREA PARKIR
3. KANTOR
4. GEDUNG SERBAGUNA
5. PERPUSTAKAAN
6. TAMAN
7. TEMPAT IBADAH
8. KANTIN & KOPERASI KARYAWAN
9. MEDICAL CENTER
10. GUDANG
11. LABORATORIUM
12. BENGKEL
13. RUANG KONTROL
14. PEMADAM KEBAKARAN
15. AREA TANGKI
16. AREA PROSES PRODUKSI
17. AREA UTILITAS
18. AREA PENGOLAHAN LIMBAH
19. AREA PERLUASAN PABRIK

Gambar 5. Tata Letak Pabrik Skala 1:750




Keterangan :

1. T = Tangki
2. Sy = Siklon
3. R = Reaktor
4. AM= Atrition Mill
5. FD = Flash Dryer
6. CD= Cooling Duct
7. BF = Bag Filter
8. PM= Packing Machine
9. H = Hoper
10. S = Silo
11. AC= Aging Can

Gambar 6. Tata Letak Alat Proses Skala 1:500

# BAB VI

# EVALUASI EKONOMI

## 6.1. Dasar Perhitungan

Perhitungan evaluasi ekonomi Pra Rancangan Pabrik Na CMC dari sellulose, MCA dan caustic soda 35 % meliputi penentuan harga alat, Investasi Biaya Operasi dan Analisis kelayakan. Harga alat pabrik dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun yang lalu dikalikan dengan Rasio Index harga. Perkiraan harga ini sangat sering digunakan.

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

dimana : Ex = Harga alat pada tahun x

Ey = Harga alat pada tahun y

Nx = Index harga pada tahun x

Ny = Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$Eb = Ea \left( \frac{Cb}{Ca} \right)^{0,6}$$

Dimana : Ea = harga alat a

Eb = harga alat

Ca = Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas alat b

## 6.2.Perhitungan Biaya

### 6.2.1. Fixed Capital Investment

| No | Komponen | Biaya, US $ | Biaya, Rp |
|---|---|---|---|
| 1 | Harga alat sampai di tempat (DEC ) | 140.830 | |
| 2 | Equipment Installation | 17.801 | 114.165.790 |
| 3 | Piping | 23.490 | 132.004.195 |
| 4 | Instrumentation | 13.689 | 10.703.043 |
| 5 | Insulation | 3.662 | 17.838.405 |
| 6 | Electrical | 11.548 | 17.838.405 |
| 7 | Building | | 5.000.000.000 |
| 8 | Land & Yard Improvement | | 5.000.000.000 |
| 9 | Utilities | 118.297 | 356.768.094 |
| | **Physical - Plant Cost (PPC)** | 329.316 | 10.649.317.932 |
| 10 | Engineering & Const (20% PPC) | | 2.773.675.835 |
| | **Direct Plant Cost ( DPC )** | 329.316 | 13.422.993.767 |
| 11 | Constractor fee (10% DPC) | 32.932 | 1.342.299.377 |
| 12 | Contingency (15% DPC) | 49.397 | 2.013.449.065 |
| Fixed Capital | | 411.645 | 16.778.742.209 |
| Fixed Capital dalam Rupiah | | | 20.802.568.765 |

Tabel 6.1 Fixed Capital Investment

### 6.2.2. Manufacturing Cost

| No | Komponen | Cost, Rp | Total Cost, Rp |
|---|---|---|---|
| 1 | Raw Material | Rp 39.298.347.526 | |
| 2 | Labor | Rp 2.979.600.000 | |
| 3 | Supervision | Rp 297.960.000 | |
| 4 | Maintenance | Rp 1.040.128.438 | |
| 5 | Plant Supplies | Rp 156.019.266 | |
| 6 | Royalties & Patents | Rp 840.456.260 | |
| 7 | Utilities | Rp 251.078.114 | |
| | **Direct Manufacturing Cost** | | Rp 44.863.589.603 |
| 8 | Payroll Overhead | Rp 446.940.000 | |
| 9 | Laboratory | Rp 446.940.000 | |
| 10 | Plant Overhead | Rp 1.489.800.000 | |
| 11 | Packaging & Shipping | Rp 4.202.281.298 | |
| | **Indirect Manufacturing Cost** | | Rp 6.585.961.298 |
| 12 | Depreciation | Rp 2.080.256.876 | |
| 13 | Property Taxes | Rp 416.051.375 | |
| 14 | Insurance | Rp 416.051.375 | |
| | **Fixed Manufacturing Cost** | | Rp 2.912.359.627 |
| | **Manufacturing Cost** | | Rp 54.361.910.528 |
| | **( DMC + IMC + FMC )** | | |

Tabel 6.2 Manufacturing Cost

### 6.2.3. Working Capital

| No | Komponen | Biaya, Rp |
|---|---|---|
| 1 | Raw Material | Rp 3.572.577.048 |
| 2 | In Process Inventory | Rp 3.431.939 |
| 3 | Process Inventory | Rp 7.003.802.163 |
| 4 | Extended Credit | Rp 7.003.802.163 |
| 5 | Available Cash | Rp 4.530.159.211 |
| | **WORKING CAPITAL** | Rp 22.113.772.522 |

Tabel 6.3 Working Capital

### 6.2.4. General Expense

| No | Komponen | Biaya, Rp |
|---|---|---|
| 1 | Administration | Rp 2.718.095.526 |
| 2 | Sales | Rp 9.245.018.855 |
| 3 | Research | Rp 4.348.952.842 |
| 4 | Finance | Rp 1.716.653.651 |
| | **GENERAL EXPENSE** | Rp 18.028.720.875 |

Tabel 6.4 General Expense

### 6.2.5. Production Cost

1. Manufacturing Cost = Rp. 54.361.910.528

2. General Expense = Rp. 18.028.720.875

**Total Production Cost** = Rp. 72.390.631.402

## 6.3.Analisa Kelayakan Ekonomi

1. **Return On Investment**

Return On Investment adalah rasio keuntungan rata-rata yang diperoleh tiap tahun yang dinyatakan dalam persentase bila digunakan untuk pengembalian modal tetap.

a. Sebelum pajak :

Profit Before Taxes = Rp. 11.654.994.548

FCI = Rp. 20.802.568.765

$$ROI_b = \frac{PBT}{FCI} \times 100\ \%$$

$$ROI = \frac{\text{Rp. } 11.654.994.548}{\text{Rp. } 20.802.568.765} \times 100\% = 56{,}027\ \%$$

b. Sesudah pajak :

Profit After Taxes = Rp 5.827.497.274

FCI = Rp. 20.802.568.765

$$ROI_a = \frac{PAT}{FCI} \times 100\ \%$$

$$ROI_a = \frac{\text{Rp } 5.827.497.274}{\text{Rp. } 20.802.568.765} \times 100\% = 28{,}01\ \%$$

2. **Pay Out Time**

Pay Out Time adalah waktu tercepat yang diperlukan secara teoritis untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun.

a. Sebelum pajak :

Fixed Capital = Rp.20.802.568.765

Keuntungan tahun = Rp 11.654.994.548

Depresiasi = Rp 2.080.56.876

$$POT_b = \frac{\text{Rp. } 20.802.568.765}{\text{Rp } 11.654.994.548 + \text{Rp } 2.080.256.876} = 1{,}514 \text{ tahun}$$

b. Sesudah pajak :

| | | |
|---|---|---|
| Fixed Capital | = | Rp. 20.802.568.765 |
| Keuntungan tahunan | = | Rp 5.827.497.274 |
| Depresiasi | = | Rp 2.080.256.876 |

$$POT_a = \frac{Rp.20.802.568.765}{Rp\ 5.827.497.274 + Rp\ 2.080.256.876} = 2{,}63 \text{ tahun}$$

### 3. Break Even Point

Break Event Point adalah titik batas produksi dimana pabrik tidak untung dan tidak rugi.

**Fixed Cost (Fa)** :

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak produksi.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Depresiasi | = | Rp | 2.080.256.876 |
| Property Taxes | = | Rp | 416.051.375 |
| Asuransi | = | Rp | 416.051.375 |
| **TOTAL Nilai Fa** | = | Rp | 2.912.359.627 |

**Variable Cost (Va):**

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Raw Material | = | Rp | 39.298.347.526 |
| Packaging and Shipping | = | Rp | 4.202.281.298 |
| Utilitas | = | Rp | 251.078.114 |
| Royalty & Patent | = | Rp | 840.456.260 |
| **TOTAL Nilai Va** | = | Rp | 44.592.163.197 |

**Regulated Cost (Ra):**

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi. Biaya-biaya itu bisa menjadi biaya tetap dan bisa menjadi biaya variabel.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gaji Karyawan | = | Rp | 2.979.600.000 |
| Payroll Overhead | = | Rp | 446.940.000 |
| Plant Overhead | = | Rp | 1.489.800.000 |
| Supervision | = | Rp | 297.960.000 |
| Laboratorium | = | Rp | 446.940.000 |
| General Expense | = | Rp | 18.028.720.875 |
| Maintenance | = | Rp | 1.040.128.438 |
| Plant Supplies | = | Rp | 156.019.266 |
| **TOTAL Nilai Ra** | = | Rp | 24.886.108.579 |

**Sales ( Sa )** = Rp 84.045.625.950

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

$$= \frac{(\text{Rp. } 2{,}912 + (0{,}3)\ \text{Rp. } 24{,}886).10^9}{(\text{Rp. } 84{,}045 - \text{Rp. } 44{,}592 - (0{,}7)\ \text{Rp } 24{,}886).10^9} \times 100\% = 47{,}1\ \%$$

**4. Shut Down Point**

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

$$SDP = \frac{(0{,}3).\ \text{Rp } 24{,}886\ 10^9}{(\text{Rp. } 84{,}045 - \text{Rp. } 44{,}592 - (0{,}7)\ \text{Rp } 24{,}886).10^9} \times 100\%$$

$$= 33{,}88\ \%$$

**5. Discounted Cash Flow Rate**

*Discounted Cash Flow Rate* adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali di akhir tahun selama umur ekonomis.

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage value = Rp 2.080.256.876

Cash Flow = Annual profit + depresiasi + finance

= Rp 9.624.407.802

Discounted Cash Flow dihitung secara trial & error

$(WC+FCI)(1+i)^{10} / CF = [(1+i)9+(1+I)8+...+(1+i)+1]+ (WC+SV)/CF$

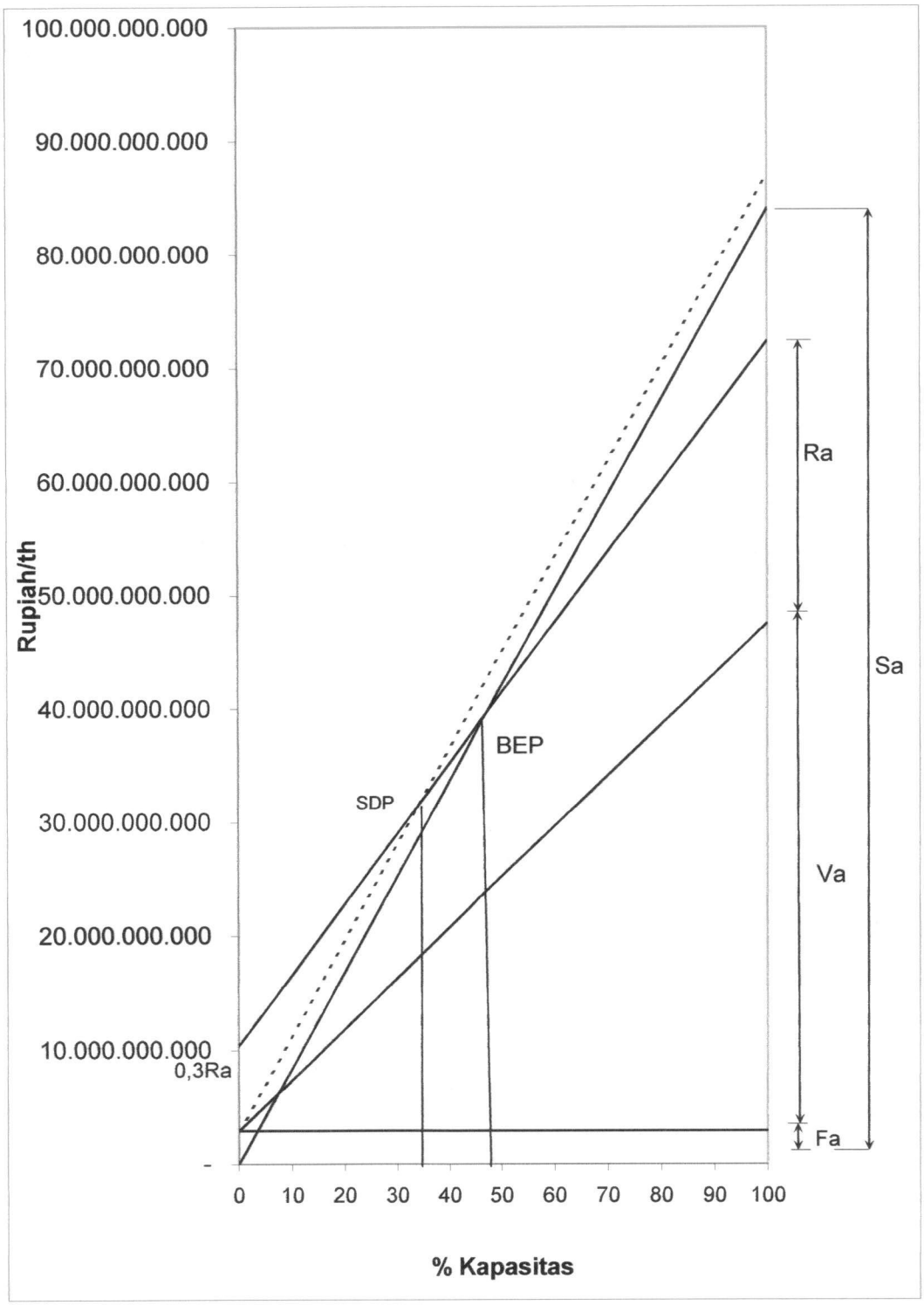
R = S

Dengan cara trial & error untuk mencari harga i

diperoleh tabel coba-coba :

| i | R | S |
|---|---|---|
| 0,2077 | 29,43332574 | 29,47920359 |
| 0,2078 | 29,45770621 | 29,49253862 |
| 0,2079 | 29,48210486 | 29,50588043 |
| 0,208 | 29,50652169 | 29,51922902 |
| 0,2081 | 29,53095672 | 29,53258439 |

Dengan trial error diperoleh I = DCFR = 20,81 %




Gambar 7. Grafik Break Even Point

# KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pra rancangan dan analisis kelayakan pabrik dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik *Sodium carboxymethyl cellulose* (NaCMC) dari selulosa,asam monokhloro asetat dan *caustic soda* digolongkan pabrik berisiko rendah.

Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan yang diperoleh :
   a. sebelum pajak Rp. 11.654.994.548 /thn
   b. sesudah pajak Rp 5.827.497.274 /thn
2. Return of Investment ( ROI ) :
   a. sebelum pajak 56,03 %

      Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimum 11 % (Aries & Newton, 1955)

   b. sesudah pajak 28,01 %
3. Pay Out Time ( POT ) :
   a. sebelum pajak 1,5 tahun.

      Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimum 5 tahun (Aries & Newton, 1955)

   b. sesudah pajak 2,6 tahun.
4. Break Even Point ( BEP ) pada 47,1 % kapasitas.

   BEP untuk pabrik kimia berkisar antara 40-60%
5. Shut Down Point ( SDP ) pada 33,88 % kapasitas.
6. Discounted Cash Flow Rate ( DCFR ) sebesar 20,81 %

   DCFR minimum = 1,5 x 13,75 % bunga Bank

FAK. TEKNOLOGI INDUSTRI
PERPUSTAKAAN
UII YOGYAKARTA

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Na CMC dari selulosa dan asam monokloro asetat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun cukup menarik untuk dikaji lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA


Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation* ", McGraw Hill Book Company Inc., New York.

Brown, G.G., 1978, "*Unit Operation* ", John Willey and Sons Inc., New York.

Brownell,L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Willey and Sons Inc., New York.

Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1989, " *Chemical engineering*" ,vol.6, Pergamon Press, Oxford.

Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, " *Perry's Chemical Engineers Hand Book* ", 6 ed., McGraw Hill Book Company Inc,Singapore.

Peter, M.S. and Timmerhause, K.D., 1981, " *Plants Design and Economic for Chemical Engineering*", 3 ed., McGraw Hill Book Company ., Kogakusha,Ltd.,Tokyo.

Walas, M. Stanley,1988, " *Chemical Process Equipment*", Butterworths Series in Chemical engineering.New York.

# LAMPIRAN

# REAKTOR

Proses Wyandotte

Proses secara Wyandotte dengan menggunakan tepung selulosa sebagai bahan baku. Reaktor putar dibagi menjadi tiga zone. Zone 1 tepung selulosa disemprot dengan larutan NaOH membentuk alkali selulosa. Pada zone 2, alkali selulosa disemprot dengan MCA membentuk Na-CMC. Zone 3 untuk penyempurnaan dan penyetabilan. Waktu tinggal keseluruhan 3 jam, dengan tiap zone 1 jam. Pencampuran disebabkan oleh efek tumbling selama bahan berjalan dari ujung-ujung. Keluar reaktor produk diperam, selama 8 jam.

1. Reaksi Alkalisasi

   $[C_5H_7O_4CH_2OH]n + nNaOH \rightarrow [C_5H_7O_4CH_2ONa]n + nH_2O$

   (x) (nx) (x) (nx)

2. Reaksi pembentukan Sodium Kloroasetat

   $ClCH_2COOH + NaOH \rightarrow ClCH_2COONa + H_2O$

   (y) (y) (y) (y)

3. Reaksi Estherifikasi/karboksimetilasi

   $[C_4H_7O_4CH_2ONa]n+nClCH_2COONa \rightarrow [C_5H_7O_4CH_2OCH_2COONa] + nNaCl$

   (x) (nx) (x) (x)

4. Reaksi pembentukan Natrium –glikolat

   $NaOH + ClCH_2COONa \rightarrow HOCH_2COONa + NaCl$

   (y) (z) (z) (z)

Asumsi:

1. Semua gugus –ONa dalam alkali cellulose yang terbentuk dapat disubstitusi oleh gugus $–CH_2COONa$.
2. Semua intermediate $ClCH_2COONa$ habis bereaksi ( karena tidak stabil ).

**Neraca Massa Reaktor Model**

Kapasitas 3500 kg/hari atau 321,5071 lb/jam dengan komposisi hasil :

| Komponen | Persen | Berat (lb/jam) |
|---|---|---|
| Na-CMC | 68 | 218,6248 |
| $H_2O$ | 5 | 16,0754 |
| NaCl | 17,6 | 56,5853 |
| $HOCH_2COONa$ | 9 | 28,9356 |
| Selulosa | 0,4 | 1,2860 |
| Total | 100 | 321,5071 |

(*Hader, Waldeck and Smith, 1952*)

Produk basah keluar reaktor mengandung 40,5 % air ( *Hader, 1952* )

Menghitung jumlah air keluar reaktor, *m* :

$$\frac{m}{305{,}4317 + m} = 0{,}405 \Rightarrow m = 207{,}8989$$

Produk basah keluar reaktor = 305,4317 + 207,8989

= 513,3306 lb/jam

Produk terbawa udara pendingin sebanyak 1 %

Produk keluar reaktor $= \frac{100}{99} \times 513{,}3306 = 518{,}5158$ lb/jam

Produk terbawa udara pendingin $= 0{,}01 \times 518{,}5158 = 5{,}1852$ lb/jam

Komposisi Produk Terbawa Udara

| Komponen | Persen | Berat (lb/jam) |
|---|---|---|
| Na-CMC | 43,46 | 2,2538 |
| $H_2O$ | 39,27 | 2,0365 |
| NaCl | 11,25 | 0,5833 |
| $HOCH_2COONa$ | 5,75 | 0,2983 |
| Selulosa | 0,26 | 0,0133 |
| Total | 100 | 5,1852 |

Menghitung Reaktan Masuk Reaktor

NaCl terbentuk = 56,5853 + 0,5833

= 57,1686 lb/jam = 0,9772 lbmol/jam

= nx + z

$HOCH_2COONa$ terbentuk = 28,9356 + 0,2983

= 29,2339 lb/jam = 0,2983 lbmol/jam = z

nx = 0,6789 lbmol/jam

NaOH bereaksi (total) = nx + z + y ; y = z + nx

= 2.(nx + z)

= 01,9545 lbmol/jam = 78,1793 lb/jam

NaOH 35 % masuk = $\frac{100}{35} \times 78{,}1793 = 223{,}3695$ lb/jam

$ClCH_2COONa$ bereaksi : y = nx + z

= 0,9772 lbmol/jam = 92,3493 lbmol/jam

$ClCH_2COONa$ 78 % masuk : $\frac{100}{78} \times 92{,}3493 = 118{,}3966$ lb/jam

Menghitung Konversi Selulosa

Neraca Massa :

Berat reaktan masuk = Berat produk keluar

NaOH 35 % + $ClCH_2COONa$ 78 % + Selulosa ( 5 % air ) = 518,5158 lb/jam

Selulosa (5 % air) = 518,5158 – 223,3695– 118,3966 = 176,7497 lb/jam

Selulosa kering = $0,95 \times 176,7497 = 167,9122$ lb/jam

Selulosa bereaksi = 167,9122 – 1,286 - 0,0133 = 166,613 lb/jam

$$\text{Konversi Selulosa} = \frac{166,613}{167,91122} \times 100\% = 99,22\ \%$$

Menurut *Faith & Keyes, 1965* untuk proses ini konversi Selulosa menjadi produk 99%

Menghitung Air Keluar Stoichiometry

Air terbentuk = nx + y ; y = nx + z

= 2 nx + z

= 2(0,6789) + 0,2983

= 1,6562 lbmol/jam = 29,8112 lb/jam

Neraca Massa air dalam reaktor :

Berat air keluar = berat air masuk + berat air terbentuk

= air dalam NaOH 35 % + air dalam $ClCH_2COONa$ 78 % + air terbentuk

= 0,65 (223,3695) + 0,22 (118,3966) + 0,05 (176,7497) + 29,8112

= 280,8861 lb/jam

$$\% \text{ air keluar dalam produk} = \frac{280{,}8861}{518{,}5158} \times 100\% = 40{,}47\% \approx 40{,}5\%$$

**Neraca Massa Reaktor Prototype**

Bahan baku masuk ( lb/jam )

| | | |
|---|---|---|
| NaOH | = | 690,5496 |
| $ClCH_2COOH$ | = | 815,7117 |
| Selulosa | = | 1.483,163 |
| $H_2O$ | = | 1.590,5828 |
| Total | = | 4580,0074 |

Produk keluar reaktor ( lb/jam )

Produk utama :

| | | |
|---|---|---|
| Na-CMC | = | 1.931,288 |
| NaCl | = | 499,8629 |
| $HOCH_2COONa$ | = | 255,6116 |
| Selulosa | = | 11,3605 |
| $H_2O$ | = | 1.836,538 |
| Total | = | 4534,661 |

Produk terbawa udara :

| | | |
|---|---|---|
| Na-CMC | = | 19,7104 |
| NaCl | = | 5,1015 |
| $HOCH_2COONa$ | = | 2,6087 |
| Selulosa | = | 0,1159 |
| $H_2O$ | = | 17,8101 |
| Total | = | 45,3466 |

**Menentukan Dimensi Reaktor**

Menentukan Rho bulk Na-CMC

Diketahui reaktor model :

D = 4 ft,

L = 20 ft.

$$V_R = 3\ jam \times V\ isi$$

$$V\ isi = \frac{1}{3} \times V_R \rightarrow \frac{1}{3} \times \left( \frac{\pi}{4} \times (4\ ft)^2 \times 20\ ft \right) = 83{,}7758\ cuft$$

$$\rho\ Na - CMC = \frac{\sigma \times (\sum mi)}{V\ isi}$$

$$\rho\ Na - CMC = \frac{3\ jam \times 518{,}5158\ lb}{83{,}7758\ cuft} = 83{,}7758\ {}^{lb}/_{cuft}$$

Menentukan Dimensi Raktor Prototype

$$V\ isi = \frac{\sigma \times (\sum mi)}{\rho\ bahan} = \frac{3\ jam \times 4580{,}4655\ lb}{18{,}5679\ lb/cuft} = 740{,}0619\ cuft$$

$$V_R = 3\ jam \times 740{,}0619\ cuft = 2220{,}0619\ cuft$$

$$\frac{L}{D} = 5 \rightarrow L = 5D$$

$$V_R = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \rightarrow \frac{\pi}{4} \times 5 \times D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_R}{5 \times \pi}} \rightarrow \sqrt[3]{\frac{4 \times 2220{,}1859\ cuft}{5 \times \pi}} = 8{,}2688\ ft$$

$$L = 41{,}344\ ft$$

**Menghitung Panas yang Ditransfer**

Dengan mengetahui panas yang harus diserap dalam reaktor, dapat dihitung massa udara yang dibutuhkan agar suhu bahan dalam reaktor pada kondisi optimum. Untuk transfer panas antara bahan yang berkontak langsung dengan udara yang mengalir berlaku persamaan:

Qt = Ua.V.$(\Delta t)m$ (*Perry,ed.6,20-31*)

Dimana

Qt adalah total panas yang ditransfer,BTU/jam

Ua adalah koefisien transfer panas volumetric,BTU/(jam.cuft.$^0$ F) = $\frac{0{,}5 * G^{0,67}}{D}$

V adalah volume reaktor = $\frac{1}{4} \times (\pi D^2 L)$

G adalah flux massa udara,lb/(jam.ft$^2$)

L adalah panjang reactor

D adalah diameter dalam reactor

$$(\Delta t)m = \frac{(t_2 - t_{w2}) - (t_1 - t_{w1})}{\ln \frac{(t_2 - t_{w2})}{(t_1 - t_{w1})}}$$

Dengan: $t_1$ adalah suhu bola kering udara masuk

$t_2$ adalah suhu bola kering udara keluar

$t_{w1}$ adalah suhu bola basah udara masuk

$t_{w2}$ adalah suhu bola basah udara keluar

FAK. TEKNOLOGI INDUSTRI PERPUSTAKAAN UII YOGYAKARTA

Kondisi Udara Pendingin Pada Reaktor Prototype

Udara masuk : Suhu bola kering, $t_1$ = 91,4 $^0$F

Suhu bola basah, $t_{w1} = 84\ ^0F$

Tekanan, $P_1 = 1{,}001$ atm

Dari psycometric chart (*Perry,1984*) diperoleh $Y_1 = 0{,}0243$ lb uap air/udara kering

Volume Spesifik Udara:

$$V_H = \frac{0{,}754 \times (t + 460)}{P}\left(1 + \frac{H \times Ma}{Mw}\right)$$

$$V_H = \frac{0{,}754 \times (91{,}4 + 460)}{29{,}92}\left(1 + \frac{0{,}0243 \times 28{,}84}{18}\right) = 14{,}4366 \text{ cuft/lb udara kering}$$

Kondisi udara keluar reaktor : $t_2 = 104\ ^0F$

$P_2 = 1$ atm

$Y_2 = 0{,}025$ lb uap air /lb udara kering

Dari psycometric chart diperoleh $t_{w2} = 88\ ^0F$

Log mean depresi bola basah antara udara masuk dan keluar

$$(\Delta t)_m = \frac{(104 - 88) - (91.4 - 84)}{\ln \frac{(104 - 88)}{(91{,}4 - 84)}} = 11{,}1528\ ^0F$$

<u>Menghitung Panas yang Ditransfer</u>

$Qt = Ua.V.(\Delta t)m$

$$Qt = \frac{0{,}5 * G^{0{,}67}}{D} * 0{,}25 * phi * D^2 * H * (\Delta t)m$$

$$Qt = 0{,}4 * G^{0{,}67} * D * H * (\Delta t)m$$

$$Qt = 0{,}4 * G^{0.67} * 8{,}2688 * 41{,}344 * 11{,}1528$$

*G ditrial agar suhu Na – CMC keluar reaktor pada kondisi optimum dari perhitungan diperoleh*:

$$G = 11.245{,}09\ lb/jam$$

$$Qt = 54.747{,}14\ BTU/jam$$

**Neraca Panas Reaktor Prototype**

Panas yang dibawa bahan baku (ΔHb)

| Komponen | m (lb) | Cp (BTU/lb°F) | T1-Tref (°F) | Q (BTU/jam) |
|---|---|---|---|---|
| Sell | 1. 483, 16 | 0, 32 | 86-77 | 4. 271, 51 |
| MCA | 815, 71 | 0, 363 | 86-77 | 2. 664,93 |
| NaOH | 690, 55 | 0, 76 | 86-77 | 4. 723, 36 |
| H2O | 1. 590, 58 | 1 | 86-77 | 14. 315, 25 |
| Total | 4. 580, 01 | | | 25. 975, 05 |

$(\Delta H_{R°25})$ selulosa = 78,8085 BTU/lb

= 78,8085 BTU/lb x 1.483,163 lb/jam x 0.9922

= 115.974, 10 BTU/jam

$(\Delta H_R)$ = $(\Delta H_{R°25}) + (\Delta Hb) - (\Delta Hp)$

$(\Delta H_R)$ = Qt

$(\Delta H_p)$ = $(\Delta H_{R°25}) + (\Delta Hb) - Qt$

= ( 115.974, 10 + 25.975,05 – 54.747,14 ) BTU/jam

= 87.202,01 BTU/jam

Menghitung Suhu Na-CMC keluar reaktor

| Komponen | Massa ( lb ) | Cp ( BTU/lb°F ) | ( ° F ) | Q ( BTU/jam ) |
|---|---|---|---|---|
| Na-CMC | 1. 950, 99 | 0, 31 | 110 - 77 | 19. 958, 72 |
| NaCl | 504, 96 | 0, 206 | 110 - 77 | 3. 432, 74 |
| $HOCH_2COONa$ | 258, 22 | 0, 2929 | 110 - 77 | 2. 495, 88 |
| Selulosa | 11, 48 | 0, 32 | 110 - 77 | 121, 19 |
| H2O | 1. 854, 34 | 1 | 110 - 77 | 61. 193, 47 |
| Total | 4. 580, 01 | | | 87. 202, 01 |

**Waktu tinggal bahan dalam reaktor putar**

$$t = \frac{1{,}77 \times L \times \sqrt{\theta}}{P \times D \times n} \times F \qquad \textit{(Duda, 1972)}$$

t = waktu tinggal,menit

L = panjang reaktor,ft

D = diameter dalam reaktor,ft

P = kemiringan reaktor,derajat

n = putaran reaktor,rpm

$\theta$ = *angle of repose* bahan,derajat

F = faktor penyempitan silinder,*dimensional ss*

Untuk kilo/reaktor lurus tanpa flight: F = 1

Diketahui data dalam reaktor model :

T = 180 menit

n = 16 rpm

L = 20 ft

D = 4 ft

$\theta$ bahan dalam reaktor = $75^{0}$

Slope Reaktor Model

$$Pm = \frac{1{,}77 \times 20 \times \sqrt{75}}{180 \times 4 \times 16} \times 1$$

$$Pm = 0{,}02661^{\circ} = 4{,}65 \times 10^{-4} \frac{ft}{ft}$$

Untuk konversi yang sama,maka waktu tinggal bahan dalam reaktor prototype

$$\frac{t_P}{t_m} = 1$$

$$\frac{1{,}77\left(\frac{L}{D}\right)_m \Big/ \left(n_m \times P_m\right)}{1{,}77\left(\frac{L}{D}\right)_P \Big/ \left(n_p \times P_P\right)} = 1$$

sama dengan reaktor model. *Dipilih* : $Pm = Pp$

$$similiritas\ geometri : \left(\frac{L}{D}\right)_m = \left(\frac{L}{D}\right)_p = 5$$

$$maka : \frac{1/n_m}{1/n_P} = 1 \qquad n_m = n_p = 16\ rpm$$

MENGHITUNG POWER UNTUK MEMUTAR REAKTOR

Dimensi reaktor = ID x L

= 9,95 ft x 41,3425 ft

Menghitung power untuk memutar reaktoe dengan persamaan 20-59 Perry's Chemical Engineer's Handbook ed.6 :

$$bhp = \frac{N\{18{,}85 \times y \times (\sin B) \times w + 0{,}1925 \times D \times W + 0{,}33 \times W}{100000}$$

N = rpm reaktor

Y = jarak garis pusat reaktor dan pusat massa bahan dalam reaktor, ft

B = angle repose of bahan, °

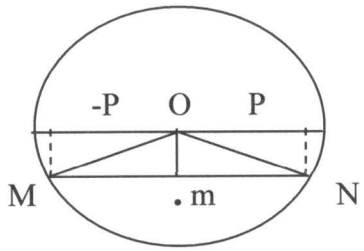
w = berat bahan dalam reactor, lb

W = berat total (bahan +reactor), lb

D = riding ring diameter, (d+2)ft, d = diameter reaktor

**Menghitung y**

Luas daerah yang diarsir dibatasi oleh kurva $Y= (R_2-x_2)^{0,5}$ dan y = ro. Koordinat titik berat dinyatakan m (0,y);




$$y = \frac{0,5 \times \int_{-p}^{p} \{(R^2 - X^2) - ro^2\} dx}{\int_{-p}^{p} \{(R^2 - X^2)^{0,5} - ro\} dx}$$

$$y = \frac{\left\{R^2 X - \frac{1}{3X^3} - roX\right\} \int_0^p}{2\left\{0,5X(R^2 - X^2)^{0,5} + \frac{1}{2}R^2 \arcsin\frac{X}{R} - roX\right\} \int_0^p}$$

Diketahui reaktor model kapasitas 518,5158 lb/jam, volume = 251,3274 $ft^3$, reaktor load 33%. Volume reaktor prototype = 2219,9638 $ft^3$

Kapasitas = 4580,0074 lb/jam

Reaktor load $= \frac{\left(4580,0074 lb/jam \times 251,3274 ft^3\right)}{\left(2219,9638 ft^3 \times 518,5158 \, lb/jam\right)} \times 0,3333$

= 33,33%

Luas penampang = 0,25 x phi x ( 8,2685 ft)$^2$

= 53,6962 $ft^2$

Luas bidang diarsir = ( 0,3333 x 53,6962 ) $ft^2$

= 17,8969 $ft^2$

Menghitung P

Luas bidang diarsir = Luas jaring OMN – Luas Δ OMN

= 0,5 * ∂ * $R^2$ – y * P

R = 4,13425 ft

$\partial = 2 * \arcsin {}^{P}/_{R}$

$y = R * \cos {}^{\theta}/_{2}$

saubstitusi :

$$17{,}8986 = {}^{1}/_{2}\left(2 \times \arcsin\frac{P}{R}\right)R^2 - P \times R \times \cos\left(\arcsin {}^{P}/_{R}\right)$$

$$= \left(4{,}1425^2 \times \arcsin {}^{P}/_{4{,}13425}\right) - P \times 4{,}13425 \times \cos\left(\arcsin {}^{P}/_{4{,}13425}\right)$$

Dengan cara trial dan error didapat P = 3,9868

Maka :

y = 2,3607

**MENGHITUNG TEBAL REAKTOR**

Volume shell = phi * D * L * tshell

= (phi * 8,2685 * 41,3425 * 0,026) $ft^3$

= 27,922 $ft^3$

Berat reaktor = 27,922 $ft^3$ x 488,8099 $lb/ft^3$

= 13648,55 lb

w = 4534,6608 lb/jam * 3 jam

= 13603,9824 lb/jam

W = 13603,9824 + 13648,55

= 27252,5324 lb

$$bhp = \frac{16\left\{18{,}85 \times 2{,}3607(\sin 75) \times 13603{,}98 + 0{,}1925 \times 10{,}27 \times 27252{,}53 + 0{,}33 \times 27252{,}53\right\}}{100000}$$

= 103,6163 hp

Dengan efisiensi motor : 90%

$$\text{Daya} = \frac{103,6163}{0,9}$$

$$= 115,1292 \text{ hp}$$

Digunakan motor standart 120 hp

**Perhitungan Nozzle pada reaktor**

1.Bahan Baku :

a. NaOH

Kecepatan Umpan(L) = 1972,99 lb/jam

ρNaOH = 94,5488 lb/ft$^3$

$$\text{Di} = 2,2 \times \left(\frac{L}{1000}\right)^{0,45} \times (\rho)^{-0,31}$$

$$= 2,2 \times \left(\frac{1972,99}{1000}\right)^{0,45} \times (94,5488)^{-0,31}$$

$$= 0,73 \text{ inci}$$

Dipakai pipa standart $1\frac{1}{2}$ inci

ID $= 1\frac{1}{2}$ *inci*

OD = 1,9 inci

Tebal dinding = 0,2 inci

Tinggi dinding= 10 inci

b. MCA

Kecepatan umpan (L) = 1045,78 lb/jam

ρ MCA = 87,7004 lb/ft$^3$

Di $= 2{,}2 \times \left(\frac{1045{,}78}{1000}\right)^{0{,}45} \times \left(87{,}004\right)^{-0{,}31}$

$= 0{,}56$ in

Dipakai pipa standart $1\frac{1}{2}$ *inci*

ID $= 1\frac{1}{2}$ *inci*

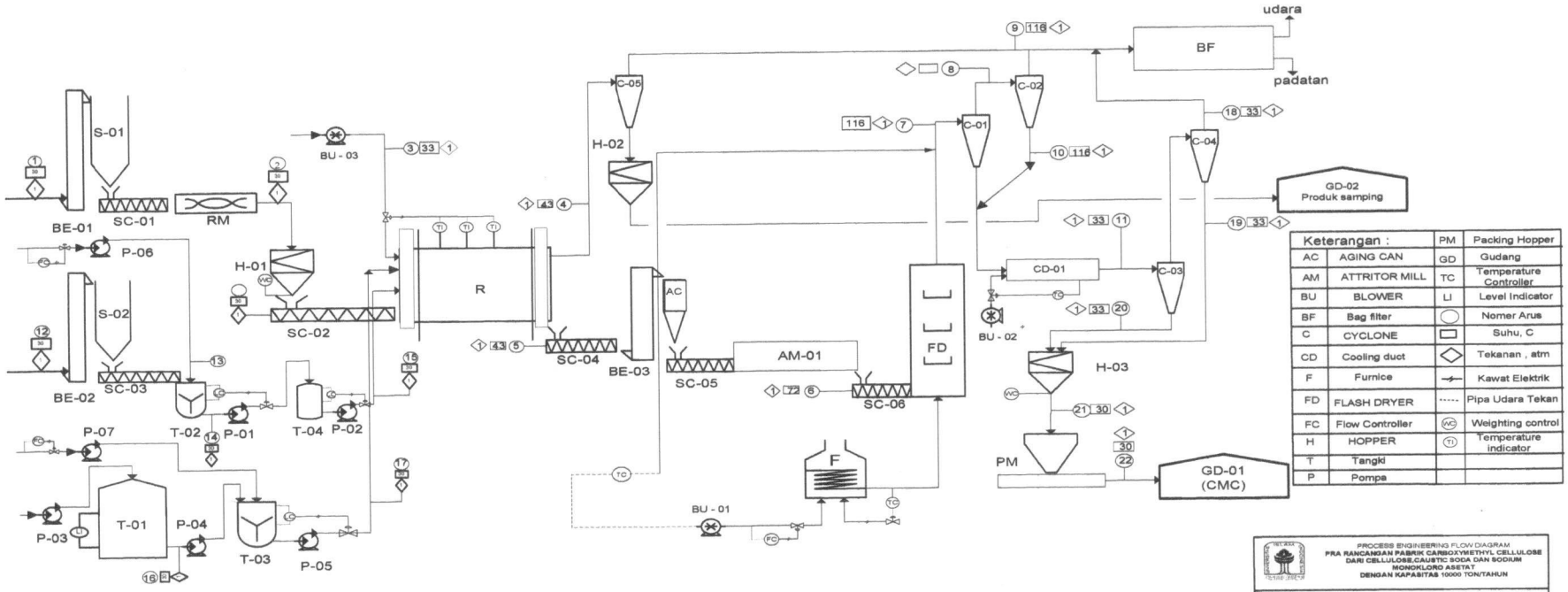
OD $= 0{,}9$ inci

Tebal dinding $= 0{,}2$ inci

Tinggi dinding $= 10$ inci

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

**PRA RANCANGAN PABRIK CARBOXY METHYL CELLULOSE DARI CELLULOSE,CAUSTIC SODA DAN MONO CHLORO ACETATE DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**




| Komponen | NOMOR ARUS (lb/jam) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| cellulose | 1561,2242 | 11,3605 | | 0,12 | 11,3605 | 11,3605 | 11,3605 | 1,1 | 0,0122 | 1,0225 | 11,2469 | | | | | | | 0,1125 | 1,0122 | 10,12 | 11,1344 |
| SMA | | | | | | | | | | | | 815,712 | | 1045,7 | 1045,7 | | | | | | |
| NaOH | | | | | | | | | | | | | | | | 1588,2 | 1973 | | | | |
| air | | 1836,54 | | 17,81 | 1836,54 | 1836,54 | 1836,54 | 183,6 | 1,8388 | 12,7806 | 140,5864 | | | | | 682,07 | | 1,4059 | 12,6528 | 126,53 | 139,1808 |
| NaCMC | | 1931,28 | | 19,71 | 1931,28 | 1931,28 | 1931,282 | 193,1288 | 2,0726 | 173,816 | 1911,97 | | 230,072 | | | | | 19,1198 | 172,07 | 1720,77 | 1892,86 |
| Sodium-g | | 255,8116 | | 2,6 | 255,61 | 255,61 | 255,61 | 25,5 | 0,2744 | 23,0051 | 253,0555 | | | | | | | 2,5306 | 22,775 | 227,75 | 250,5249 |
| NaCl | | 499,8629 | | 5,1 | 499,86 | 499,86 | 499,86 | 49,9 | 0,54 | 44,9877 | 494,8643 | | | | | | | 4,9486 | 44,5378 | 445,38 | 489,9157 |
| Udara | | | 11101,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE DARI CELLULOSE,CAUSTIC SODA DAN SODIUM MONOKLORO ASETAT
DENGAN KAPASITAS 10000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :

1. PUTRI INDAH HASTUTI (01521165)
2. HANINDITA NOOR RAHMMAYANI (01521204)

DOSEN PEMBIMBING :

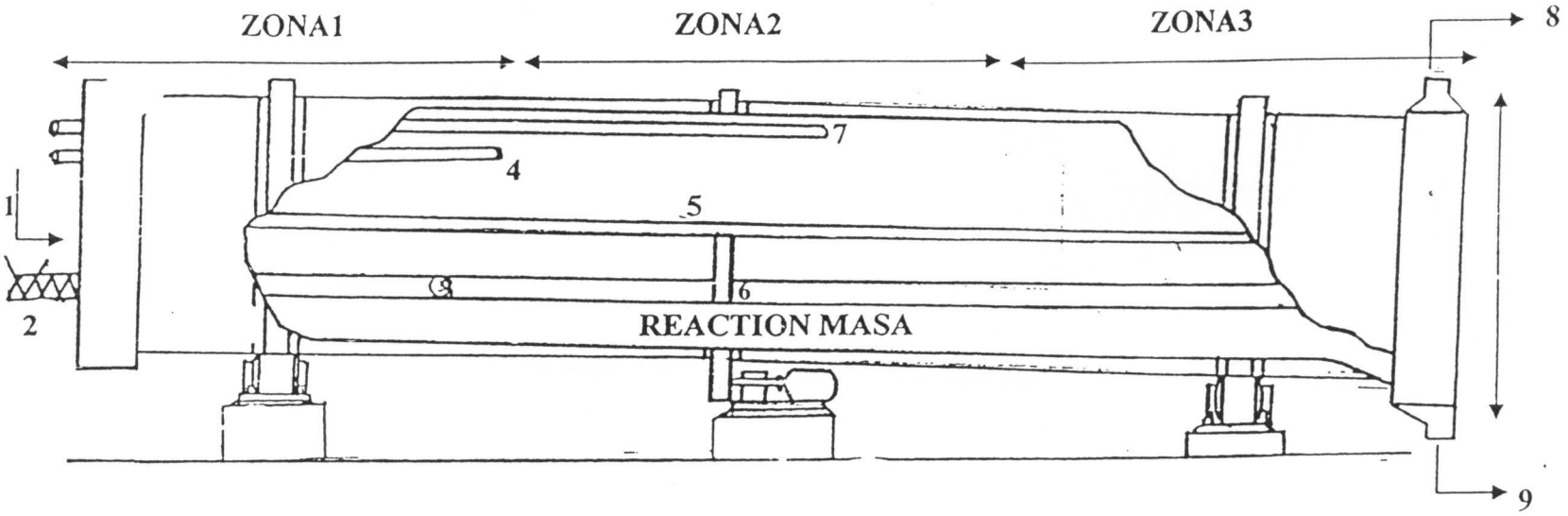
Ir. AGUS PRASETYA, M.Eng.Sc., Ph.D

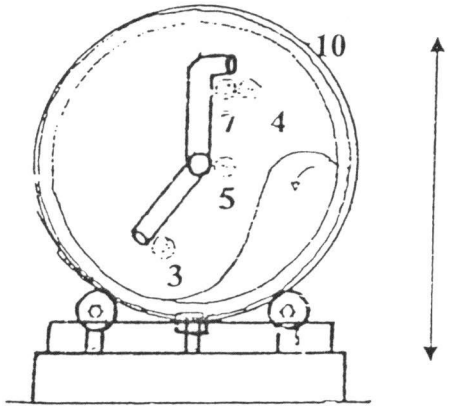
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2005

Gambar 8. Process Engineering Flow Diagram

# SKETSA REAKTOR PUTAR

## 1 : 80




| KETERANGAN | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Udara masuk reactor | 6 | Termowell |
| 2 | Screw Conveyor Feed | 7 | Spray Nozzle Sodium Monocloro Asetat |
| 3 | Scruper Bar | 8 | Udara Keluar Reaktor |
| 4 | Spray Nozzle Coustic Soda | 9 | Screw Conveyor Product |
| 5 | Center Support | 10 | Support |

| UKURAN |
|---|
| Panjang 12,53 m |
| Diameter 2,5 m |
| Kemiringan 0,02497 |