

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Memasuki era globalisasi dan persaingan pasar bebas membuat Indonesia harus memikirkan potensi industri kimianya. Bagaimanapun juga dengan pendirian industri kimia akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.

Vinyl Chloride Monomer (VCM) merupakan salah satu hasil industri kimia yang dibutuhkan sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penunjang. Senyawa ini memiliki rumus molekul C_2H_3Cl yang merupakan produk intermediate dari Etylen Dichloride (EDC). Pada umumnya bahan kimia ini digunakan dalam bentuk cair. Vinyl chloride ini selanjutnya dengan cara polimerisasi diubah menjadi Polivinyl Chloride (PVC) dan copolimernya yang secara luas banyak digunakan untuk menghasilkan barang-barang dari plastik seperti PVC film, PVC sheet, PVC leather (kulit imitasi), PVC hose (selang) dan produk-produk lainnya seperti sandal, botol plastik dan sebagainya.

Mengingat arah pembangunan di Indonesia yang sedang menuju industrialisasi, sangat banyak bahan-bahan yang berasal dari VCM. Sampai saat ini

untuk memenuhi kebutuhan Vinyl Chloride Monomer, negara kita masih mengimport dari beberapa negara-negara seperti Jepang, Amerika Serikat, Prancis, Singapura, dan Jerman.

Apabila Indonesia mampu untuk memproduksi VCM sendiri maka dapat menghemat biaya untuk import VCM dari negara lain. Dilihat dari kecenderungan import VCM dari tahun ke tahun yang semakin meningkat, maka pendirian industri VCM merupakan salah satu industri yang sangat menguntungkan, setidaknya untuk menghemat dan kalau mungkin diekspor untuk meningkatkan devisa bagi negara, sehingga dapat membantu keinginan pemerintah untuk mengurangi angka pengangguran dan kemiskinan.

1.2. Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik yang akan didirikan didasarkan atas beberapa hal, yaitu antara lain adalah sebagai berikut :

1.2.1. Kebutuhan Pasar

Penentuan kapasitas pabrik Vinyl Chloride Monomer didasarkan atas kebutuhan import Vinyl Chloride Monomer untuk industri di Indonesia seperti pada tabel 1.2.1.

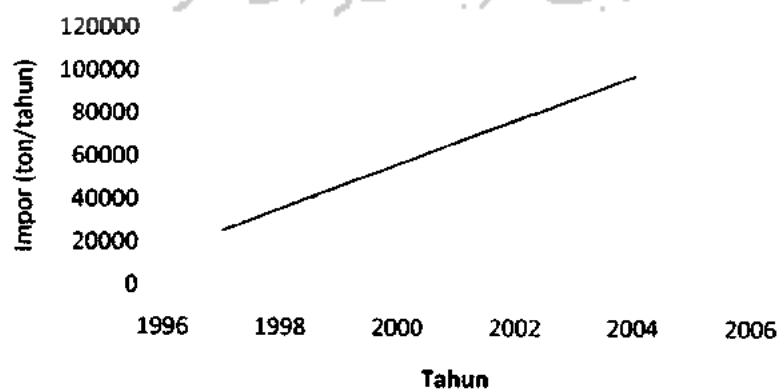
Tabel 1.2.1. Data import Vinyl chloride Monomer dari tahun 1997 sampai 2004

No	Tahun	Jumah (Ton/Tahun)
1	1997	15.809,225

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2	1998	23.658,698
3	1999	56.038,443
4	2000	78.423,738
5	2001	70.551,475
6	2002	79.594,210
7	2003	81.907,304
8	2004	90.205,736

Sumber: Depperindag, Expor & Impor dari BPS

Pabrik Vinyl Chloride Monomer ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2013. Dari data Impor Vinyl Chloride Monomer di atas akan dibuat grafik untuk mengetahui proyeksi kebutuhan Vinyl Chloride Monomer Indonesia pada tahun 2013. Di bawah ini merupakan grafik yang menghubungkan antara tahun dengan jumlah impor Vinyl Chloride Monomer dari tahun 1997-2004.



Gambar 1.1. Impor Vinyl Chloride

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan garis lurus :

$$y = 10.414,45 x - 20.772.079,93$$

Dengan :

y = Jumlah kebutuhan

x = Tahun

Dari persamaan tersebut di atas, maka proyeksi kebutuhan Vinyl Chloride Monomer di Indonesia pada tahun 2013 dapat diketahui. Berikut adalah proyeksi kebutuhan Vinyl Chloride Monomer dari tahun 2005-2013 seperti pada tabel 1.2.2.

Tabel 1.2.2. Proyeksi kebutuhan Vinyl Chloride Monomer dari tahun 2005 sampai 2013.

No	Tahun	Jumah (Ton/Tahun)
1	2005	108.892,320
2	2006	119.306,770
3	2007	129.721,220
4	2008	140.135,670
5	2009	150.550,120
6	2010	160.964,570
7	2011	171.379,020
8	2012	181.793,470
9	2013	192.207,920

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuat Vinyl Chloride Monomer adalah Ethylene Dichloride yang dibuat dari Ethylene, HCl, dan O₂ (dari udara). Untuk bahan baku Ethylene, direncanakan akan diambil dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center, Cilegon yang memproduksi Ethylene sebanyak 550.000 ton/tahun. Sedangkan HCl akan diambil dari PT. Asahimas Subentra Chemical, Cilegon yang memproduksi HCl sebanyak 150.000 ton/tahun. Dan Oksigen direncanakan akan diambil dari udara sekitar pabrik. Dari persediaan bahan baku yang telah ada, sudah dianggap cukup untuk dapat memenuhi kebutuhan bahan baku di pabrik Vinyl Chloride Monomer ini.

1.2.3. Kapasitas Pabrik Skala Komersial (Kapasitas Minimal)

Untuk memenuhi kapasitas perancangan, selain didasarkan pada kebutuhan pasar dan tersedianya bahan baku, juga didasarkan pada kapasitas pabrik yang sudah ada di negara lain dan mampu beroperasi secara komersial, kapasitas rancangan Vinyl Chloride Monomer yang memberikan keuntungan antara 150.000–500.000 ton/tahun (Sumber Vinyl Chloride and PVC Manufacture Process and Environmental Aspect), sehingga dengan kapasitas 250.000 ton/tahun ini sudah memberikan keuntungan. Kapasitas pabrik VCM yang terkecil di Asia terdapat di Pakistan sebesar 5.000 ton/tahun dan terbesar di Jepang sebesar 2.064.000 ton/tahun.

1.3. Tinjauan Pustaka

Seperti telah dipaparkan di depan, bahwa Vinyl Chloride Monomer merupakan bahan dasar dalam pembuatan berbagai senyawa plastik (PVC), yang pembuatannya dapat menggunakan berbagai metode, diantaranya :

1.3.1. Menggunakan Metode Langsung

Yang dimaksud dengan metode langsung adalah proses mereaksikan bahan baku yang langsung menjadi VCM sebagai produk akhir. Metode ini pertama kali diperkenalkan di Amerika pada tahun 1930, yaitu reaksi antara Hidrogen Chloride dengan Acetylene dan sebagai katalis digunakan Mercury (II) Chloride. Reaksi yang berlangsung pada suhu 150 °C, reaksinya adalah sebagai berikut :



Proses pembuatan dan pemurnian Vinyl Chloride Monomer dengan proses ini cukup sederhana dan diperoleh yield yang relatif tinggi. Reaktor yang digunakan adalah "fixed bed" dengan katalis di dalam pipanya. Katalisator yang digunakan adalah carbon aktif yang telah dicelupkan ke dalam campuran merkuri, barium chloride, methanol, dan air. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dengan panas reaksi pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm sebesar -22.451,77 kcal/kgmol, sehingga panas yang timbul akibat reaksi harus diserap agar reaktor tetap bekerja pada suhu yang stabil. Kondisi reaktor yang relatif baik pada suhu 150 °C dan tekanan 1,25 atm, sedang konversi yang diharapkan sebesar 88%. Namun cara ini sekarang sudah jarang sekali digunakan, sebab harga Acetylene terlalu mahal. Alternatif lain yang digunakan adalah mengganti Acetylene dengan naptha atau C₂H₄

yang direngkahkan dan kemudian direaksikan dengan HCl. Reaksi tersebut sering dinamakan Hydrochlorination.

1.3.2. Menggunakan Metode Tidak Langsung

Metode yang sampai saat ini masih banyak digunakan karena masih dianggap menguntungkan. Pada metode ini harus membuat Ethylene Dichloride (EDC) terlebih dahulu dan kemudian dibuat Vinyl Chloride Monomer. Selain digunakan sebagai pembuat VCM, EDC dapat digunakan sebagai solvent dll. Namun prosentase terbesar digunakan untuk membuat VCM (84%).

Proses pembuatan EDC yang banyak digunakan adalah dengan cara *Direct Chlorination* dan *Oxychlorination*. Pada proses *Direct Chlorination* reaksinya digunakan Chlor secara langsung (Cl_2) dan raw materialnya adalah ethylene. Reaktor yang digunakan biasanya adalah reaktor gelembung, dengan katalis $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ cair. Reaksinya adalah sebagai berikut :



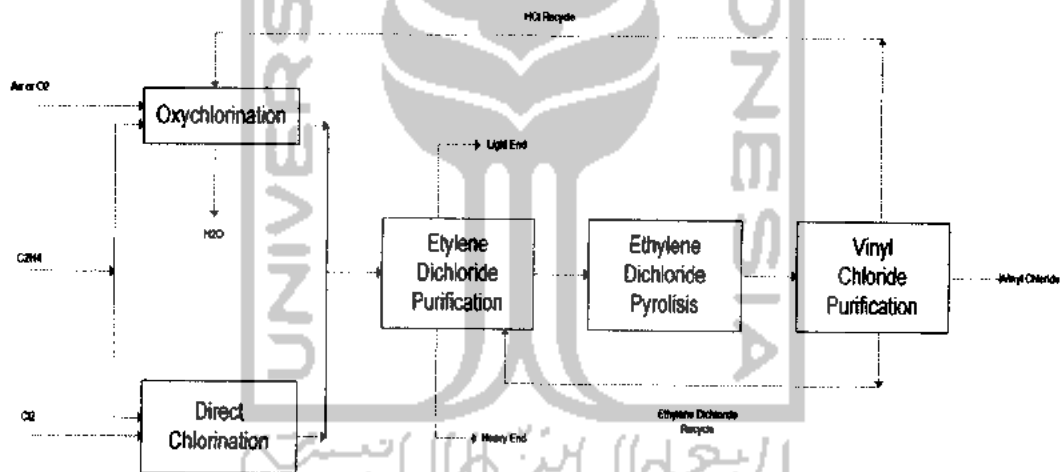
Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dengan panas reaksi sebesar -46.690 Kcal/Kgmol. Karena reaksi berjalan eksotermis, maka panas yang timbul akibat reaksi harus diserap. Kondisi yang relatif baik adalah pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Pada kondisi ini konversi Cl_2 menjadi $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ dapat mencapai 99%.

Sedangkan pada proses *Oxychlorination* digunakan HCl dan Oksigen dengan raw material yang sama (ethylene). Reaksinya bersifat eksotermis dengan panas reaksi sebesar -329 kJ/mol EDC. Pada keadaan normal berlangsung pada suhu $230\text{--}300^\circ\text{C}$ dan tekanan (150–1400 kpa (22–203 Psig)) pada fase gas dengan katalis

CuCl_2 (Cupric chloride). Reaktor yang digunakan adalah reaktor “fixed bed“ dengan kondisi ini konversi yang tercapai sebesar 99%, reaksinya adalah sebagai berikut :



Reaksi *Direct Chlorination* dan *Oxychlorination*, keduanya menghasilkan Ethylene Dichloride, yang kemurniannya mencapai 93-96%. Jika digunakan untuk membuat VCM maka perlu pengolahan lebih lanjut memurnikan EDC hingga mencapai 99,9%.



Gambar 1.2. Diagram Alir Pembuatan VCM Dengan Metode Tidak Langsung

Setelah crude EDC dimurnikan, proses selanjutnya adalah perengkahan dengan reaktor furnace. Yang perlu diperhatikan dalam perengkahan ini adalah pengaturan suhu yang berkisar antara 500 °C sampai dengan 550 °C dan tekanan antara 13,8 atm sampai dengan 30 atm, dengan konversi sekitar 50–60%. Hasil yang dicapai yield antara 95–96%. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Selain VCM sebagai hasil utama, didapat hasil samping HCl. Proses perengkahan ini termasuk proses pyrolysis yang dimana hasil samping HCl ini akan di recycle ke reaktor, setelah itu untuk mendapatkan kemurnian VCM produk hingga 99,9% perlu ada proses purification sebelum menjadi produk yang diinginkan.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

Produk pabrik ini adalah Vinyl Chloride Monomer dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.1.1 Karakteristik Produk

Vinyl Chloride Monomer

- Rumus Molekul : C_2H_3Cl
- Berat Molekul : 62,5
- Tekanan Kritis : 55,27 atm
- Suhu Kritis : 429,7 K
- Volume Kritis : $0,169 \text{ m}^3/\text{mol}$
- Titik Didih : $-13 \text{ }^\circ\text{C}$ (fase gas)
- Fase : cair (p : 6 atm dan T : $35 \text{ }^\circ\text{C}$)
- C_p , KJ/Kmol K ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) : 53,76
- Kemurnian : 98,6%
- Impurities : 1,4% (Ethylene Dichloride)
- Densitas : 969 kg/m^3

- Inhibitor : phenolic (fenol)

2.2. Spesifikasi Katalis

Pabrik ini menggunakan katalis berupa CuCl_2 (Cupric Chloride) dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.2.1. Karakteristik Katalis

Cupric Chloride

- Rumus Molekul : CuCl_2
- Bulk Density : 1,05 gr/ml
- Bentuk Fisis : Bola Kecil Berwarna
- Specific surface Area : $115 \text{ m}^2/\text{gr}$

2.3. Spesifikasi Bahan Baku

Pabrik ini menggunakan bahan baku berupa ethylene, HCl, dan udara dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.3.1. Karakteristik Ethylene

- Rumus Molekul : C_2H_4
- Berat Molekul : 28,05
- Tekanan Kritis : 50 atm
- Suhu Kritis : 282 K
- Volume Kritis : $0,132 \text{ m}^3/\text{mol}$

- Titik Didih : $-103,7^{\circ}\text{C}$ (fase gas)
- Titik Lebur : -169°C
- Fase : cair (p : 1 atm dan T : -108°C)
- Cp, KJ/Kmol K (25°C) : 43,49
- Kemurnian : 99,98%
- Impurities : 0,2% (Ethana)
- Densitas : $37,522\text{ kg/m}^3$

2.3.2. Karakteristik Hydrogen Chloride

- Rumus Molekul : HCl
- Berat Molekul : 36,5
- Tekanan Kritis : 82,01 atm
- Suhu Kritis : 324,6 K
- Volume Kritis : $0,081\text{ m}^3/\text{mol}$
- Titik Didih : $-85,1^{\circ}\text{C}$ (fase gas)
- Titik Lebur : -169°C
- Fase : cair (larutan HCl dalam H₂O)
- Cp, KJ/Kmol K (25°C) : 29,15
- Kemurnian : 37%
- Densitas : 1193 kg/m^3
- Kelarutan : larut dalam air (82,3 bag/100 bag air)

2.3.3. Karakteristik Udara

- Fase : Gas
- BMrata-rata : 28,84
- Densitas : 0.2832 gr/cc atau 1.429 g/l
- Titik Lebur : 54,36 K
- Titik Didih : 90,20 K
- Komposisi
 - ✓ Nitrogen : 79%
 - ✓ Oksigen : 21%

2.4. Spesifikasi Bahan Pembantu

Pabrik ini menggunakan bahan pembantu berupa Asam Sulfat untuk menyerap air dari gas HCl dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.4.1. Karakteristik Asam Sulfat (H₂SO₄ 98%)

- Rumus Molekul : H₂SO₄
- Berat Molekul : 98,086
- Titik Didih : 315 °C
- Titik Lebur : -10,5 °C
- Fase : cair
- Kemurnian : 98%
- Spesifik Grafity : 1.84 pada 30 °C

- **Kelarutan** : larut dalam air dalam segala Perbandingan.

2.5. Pengendalian Kualitas

2.5.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku Ethylene yang diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center, Cilegon yang memproduksi ethylene sebanyak 550.000 ton/tahun dan HCl diambil dari PT. Asahimas Subentra Chemical, Cilegon yang memproduksi HCl sebanyak 150.000 ton/tahun. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Parameter yang diukur untuk bahan baku pabrik polimer ini adalah kemurnian dari bahan baku berupa Ethylene dan HCl sesuai dengan spesifikasi bahan baku yang digunakan.

2.5.2. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh kualitas produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan alat pengendali yang berpusat di control room dilakukan dengan cara automatic control yang menggunakan beberapa indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset baik berupa flow rate bahan baku atau produk, suhu operasi maupun tekanan operasi dapat diketahui

dari isyarat yang diberikan maka secara otomatis akan melakukan set point yang telah ditentukan sesuai dengan yang diinginkan.

- Kontrol terhadap aliran bahan baku dan produk
- Kontrol terhadap kondisi operasi
Alat control yang dipakai diset atau dikondisikan pada harga tertentu.
- Flow meter
Merupakan alat yang ditempatkan atau dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan keluar proses. Flow meter ini diset pada harga tertentu. Bila flow meter mengalami penyimpangan dari harga yang diset, maka akan diberikan isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan ke set semula.
- Temperature control
Jika terjadi penyimpangan pada set suhu yang telah diterapkan, maka secara otomatis akan melakukan action sesuai dengan suhu yang diinginkan.
- Pressure control
Perubahan tekanan dapat dideteksi dengan isyarat jika terjadi penyimpangan tekanan dan pressure control akan mengesetnya kembali sesuai dengan keadaannya semula.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standart, maka

pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai spesifikasinya.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Pembuatan *Vinyl Chloride* dari *Ethylene Dichloride* terdiri atas empat tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pembuatan *Ethylene Dichloride*, tahap pembentukan *Vinyl Chloride Monomer* dan tahap pemurnian hasil (produk).

3.1.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan adalah *Ethylene* cair yang berasal dari PT. Chandra Asri, Cilegon yang disimpan dalam tangki penampung (T-03) berbentuk silinder tegak dari bahan *carbon steel* dengan tekanan 1 atm dan suhu 165 K dimana dalam tanki ini diberi sistem refrigerasi dengan menggunakan *refrigerant Carbon Tetra Flour* (CF₄) untuk menjaga suhu yang ada dalam tangki tersebut, kemudian dialirkan dengan pompa (P-03) sehingga tekanan menjadi 11 atm, kemudian dialirkan ke vaporizer (Vap-02) untuk diuapkan dengan asumsi 80% menjadi fase uap dan 20% tetap fase cair, setelah itu diumpankan ke separator (S-02) untuk dipisahkan fase uap dan fase cair, dimana fase cair keluar dari hasil bawah separator (S-02) yang akan direcycle kembali ke vaporizer (Vap-02), hasil atas separator akan dipanaskan untuk dinaikkan suhunya menggunakan heater (HE-03) dari suhu 452,33 K sampai suhunya mencapai 553 K dan tekanan 11 atm sesuai dengan kondisi di reaktor *Fixed Bed*.

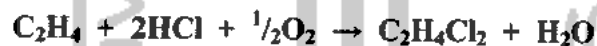
Bahan baku utama lainnya adalah HCl cair dengan kemurnian 37 % dan 63 % air yang diperoleh dari PT. Asahimas Subentra, Cilegon yang disimpan di dalam tangki penampung (T-02) berbentuk silinder tegak dari bahan *stainless steel* dengan suhu 308 K dan tekanan 1 atm, kemudian akan dialirkan dengan pompa (P-02) sehingga tekanannya menjadi 2,5 atm dan akan diuapkan sebagian dengan vaporizer (Vap-01) dengan asumsi 80% teruapkan dan 20% masih dalam fase cair, kemudian akan dipisahkan fase uap dan fase cair dengan separator (S-01), dimana hasil bawah separator akan *directcycle* kembali ke vaporizer (Vap-01), sedangkan hasil atas separator akan diumpankan ke menara absorber (AB) untuk menghilangkan kadar air yang masih terbawa dengan bantuan larutan Asam Sulfat (H_2SO_4 98%) yang berasal dari tangki penampung (T-01) sehingga didapat *hydrogen chloride anhidrid*, hasil bawah menara absorber berupa asam sulfat dan air ditampung di tangki penampungan (T-04) setelah diturunkan tekanannya dan didinginkan dengan *cooler* (C-01) pada kondisi suhu 308 K dan tekanan 1 atm, sedangkan hasil atas menara absorber berupa HCl *anhidrid* akan dinaikkan tekanannya menggunakan kompresor (K-01) dari 2,5 atm menjadi 11 atm, setelah itu suhunya dinaikkan menggunakan heater (HE-02) dari suhu 388,79 K menjadi 553 K dan tekanan 11 atm, sesuai dengan kondisi *Reaktor Fixed Bed*.

Umpan udara yang diperoleh dari lingkungan udara pabrik setelah melalui air *purification unit* untuk menghilangkan debu dan pasir yang mungkin terbawa oleh udara dengan suhu 308 K dan tekanan 1 atm kemudian ditekan dengan kompresor

multi stage (K-02) yang dilengkapi dengan intercooler IC sampai tekanan 11 atm dan suhu menjadi 324,46 K, kemudian suhu dinaikkan menggunakan heater (HE-05) dari suhu 324,46 K menjadi 553 K dan tekanan 11 atm, sesuai dengan kondisi reaktor *Fixed Bed Multi Tube*.

3.1.2. Tahap Pembuatan Ethylene Dichloride

Bahan baku yang sudah siap, dimasukkan ke dalam reaktor. Reaktor yang digunakan dalam perancangan pabrik ini adalah reaktor "*fixed bed multitubular*" dengan menggunakan katalis CuCl_2 . Reaksi yang terjadi di dalam reaktor bersifat *eksotermis*, reaksinya adalah sebagai berikut :



Reaksi berjalan pada fase gas dengan tekanan 11 atm dan suhu umpan masuk reaktor 280°C , reaktor beroperasi secara *Non adiabatis* dan *Non isothermal*. Reaksi yang berlangsung bersifat eksotermis maka digunakan pendingin berupa *Downterm A*. Produk utama adalah *Ethylene dichloride* dan air. Gas hasil keluar reaktor *fixed bed* diembunkan sebagian dengan menggunakan *condenser-01* dari suhu 553,15 K sampai suhunya turun menjadi 352,15 K, lalu dipisahkan di *separator-03* hasil bawah berupa campuran *Ethylene dichloride* dan air serta sedikit HCl sedangkan hasil atas *separator-03* campuran gas sisa yang tidak bereaksi sebagian *dipurging* dan sebagian diumpankan lagi ke reaktor *fixed bed* sebagai gas recycle.

3.1.3. Tahap Pembentukan Vinyl Chloride Monomer

Hasil bawah *separator-03* berupa campuran *ethylene dichloride* dan air serta sedikit HCl dialirkan dengan pompa (P-05) menuju *decanter*, untuk memisahkan fraksi berat (*ethylene dichloride*) dan fraksi ringan (air). Setelah terpisahkan, fraksi berat yang berupa *ethylene dichloride* dan sedikit air dialirkan menuju *vaporizer-03* untuk dipanaskan dan diuapkan, tetapi sebelumnya dicampur dahulu dengan cairan *recycle*. Sedangkan fraksi ringan yang berupa air dan sedikit *ethylene dichloride* serta HCl dialirkan menuju *waste treatment* (pengolahan limbah). Sebelum masuk *vaporizer-03* fraksi berat yang berupa *ethylene dichloride* dan sedikit air akan dialirkan dengan menggunakan pompa (P-06), sehingga tekanannya naik dari 11 atm menjadi 13,8 atm. Hasil penguapan *vaporizer-03* dimasukkan ke dalam *separator-04* untuk dipisahkan antara uap dan cairannya. Hasil atas *separator-04* yang berupa uap akan dialirkan menuju reaktor *Furnace*. Sedangkan hasil bawah *separator-04* yang berupa cairan akan dipompa (P-07) menuju *vaporizer-03* sebagai *recycle*. Dalam reaktor *Furnace* reaksinya berjalan pada suhu 781 K dan takanan 13,8 atm, reaksi yang terjadi di dalam reaktor *Furnace* adalah sebagai berikut :



Reaksi ini berlangsung pada fase gas dimana reaksi bersifat *endotemis* sehingga suhu gas keluar reaktor 864,7 K. Setelah keluar dari reaktor *Furnace* gas hasil reaksi yang berupa *ethylene dichloride*, *vinyl chloride monomer*, air dan HCl dimasukkan ke

dalam *Steam Boiler* untuk dimanfaatkan panasnya, untuk membuat *steam*. Keluar dari *Steam Boiler* suhu gas turun dari 864,7 K menjadi 448 K dan kemudian diembunkan dengan menggunakan *condenser-02* sehingga suhunya menjadi 319,158 K.

3.1.4. Tahap Pemurnian Produk

Pemurnian awal hasil dimurnikan dengan menggunakan *separator-05* untuk memisahkan HCl dengan komponen lainnya. Hasil bawah *separator-05* yang berupa *ethylene dichloride*, *vinyl chloride monomer*, dan air akan diturunkan tekanannya dari 13,799 atm menjadi 6,02 atm dengan menggunakan *Expansion Valve* (EV-02) dan setelah itu dipanaskan dengan menggunakan *heater* (HE-05) sehingga suhunya naik dari 319,31 K menjadi 341,19 K, setelah itu dialirkan menuju *Menara Distilasi*, sedangkan hasil atas *separator-05* yang berupa HCl, *ethylene dichloride*, *vinyl chloride monomer*, akan dinaikkan tekanannya dari 13,799 atm menjadi 55,5 atm menggunakan *compressor-03* (K-03). Setelah keluar dari *compressor-03* campuran gas hasil atas *separator-05* dimasukkan kedalam *cooler-02* untuk diturunkan suhunya dari 547,52 K menjadi 308 K dan setelah itu diembunkan dengan menggunakan *condenser-03* sehingga suhunya turun dari 308 K menjadi 253 K. Hasil embunan *condenser-03* kemudian dimasukkan ke dalam *separator-06* untuk dipisahkan antara uap dan cairanya. Hasil atas *separator-06* yang berupa HCl dan sedikit *ethylene dichloride* dan *vinyl chloride monomer* akan dialirkan menuju *Expansion Valve* (EV-04) untuk diturunkan tekanannya dari 55,5 atm menjadi 11 atm. Dan setelah itu dialirkan menuju *heater* (HE-07) untuk dinaikkan suhunya dari 253 K menjadi 308

K, kemudian dipanaskan kembali oleh *heater* (HE-08) sehingga suhunya mencapai 553 K. Setelah keluar dari *heater* (HE-08) campuran gas HCl dialirkan menuju reaktor *Fixed bed* sebagai *gas recycle*. Hasil bawah *separator-06* akan diturunkan tekanannya dari 55,5 atm menjadi 6,02 atm dengan menggunakan *expansion valve* (EV-03) dan setelah itu dipanaskan dengan *heater* (HE-06) sehingga suhunya naik dari 253,15 K menjadi 341,19 K, setelah itu dialirkan menuju *Menara Distilasi*. Hasil atas menara distilasi berupa *vinyl chloride* dan sedikit *ethylene dichloride*, sedangkan hasil bawah menara distilasi berupa *ethylene dichloride* dan sedikit air serta *vinyl chloride*. Hasil atas menara distilasi dialirkan menuju *condenser-04* untuk diembunkan seluruh hasil atas kemudian dimasukkan ke dalam akumulator untuk menampung hasil embunan dari *condenser* dan kemudian dengan menggunakan *pompa* (P-09) untuk mengalirkan sebagai *refluks* ke *Menara Distilasi* dan menuju *cooler-03* untuk diturunkan suhunya dari 341,8 K menjadi 308 K dan setelah itu disimpan dalam tangki penyimpanan (T-05). Sedangkan hasil bawah menara distilasi sebagian dibuang dan sebagian lagi *direcycle* menuju *vaporizer-03*.

3.2. Neraca Massa Alat

Setting neraca massa alat terdiri atas neraca massa, separator, menara absorber, reaktor, dekanter, furnace dan Menara Distilasi sebagaimana disajikan pada tabel 3.2.1. hingga tabel 3.2.11. Waktu setting operasi ditargetkan 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam. Basis perhitungan : 1 jam operasi.

Tabel 3.2.1. Neraca Massa Separator-01 (S-01)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl	19782,0894	19722,7431	59,3463
H ₂ O	44361,9128	33581,9680	10779,9448
Total	64144,0021	53304,7110	10839,2911

Tabel 3.2.2. Neraca Massa Separator-02 (S-02)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C ₂ H ₄	18212,7646	14570,2117	3642,5529
C ₂ H ₆	371,6891	252,7486	118,9405
Total	18584,4536	14822,9602	3761,4934

Tabel 3.2.3. Neraca Massa Menara Absorber (AB)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl (gas)	19722,7431	19722,7431	0
H ₂ O (gas)	33581,9680	0	33581,9680
H ₂ SO ₄ (cair)	65820,6572	0	65820,6572
H ₂ O (cair)	1343,2787	0	1343,2787
Total	120468,6470	19722,7431	100745,9039

Tabel 3.2.4. Neraca Massa Reaktor (R)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
N ₂	63274,7459	63274,7459
O ₂	16819,8692	8494,0339
C ₂ H ₄	14717,3855	147,1739
HCl	38370,3265	383,7033
C ₂ H ₃ Cl	396,6970	396,6970
C ₂ H ₄ Cl ₂	2,6150	51518,7205
H ₂ O	0	9366,5646
Total	133581,6390	133581,6390

Tabel 3.2.5. Neraca Massa Separator-03 (S-03)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
N ₂	63274,7459	63274,7459	0
O ₂	8494,0339	8494,0339	0
C ₂ H ₄	147,1739	147,1739	0
HCl	383,7033	234,6476	149,0557
C ₂ H ₃ Cl	396,6970	396,6970	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	51518,7205	591,0835	50927,6370
H ₂ O	9366,5646	8,9170	9357,6477
Total	133581,6390	73147,2986	60434,3404

Tabel 3.2.6. Naraca Massa Decanter

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Light	Heavy
HCl	149,0557	149,0557	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	50927,6370	540,9534	50386,6837
H ₂ O	9357,6477	9342,3479	15,2998
Total	60434,3404	10032,3569	50401,9834

Tabel 3.2.7. Neraca Massa Separator-04 (S-04)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C ₂ H ₄ Cl ₂	104041,4012	83247,1666	20794,2347
H ₂ O	22,3514	15,2998	7,0517
Total	104063,7526	83262,4663	20801,2863

Tabel 3.2.8. Neraca Massa Reaktor Furnace (RF)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
HCl	0	18415,2823
C ₂ H ₃ Cl	0	31533,0176
C ₂ H ₄ Cl ₂	83247,1666	33298,8666
H ₂ O	15,2998	15,2998
Total	83262,4663	83262,4663

Tabel 3.2.9. Neraca Massa Separator-05 (S-05)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl	18415,2823	18415,2823	0
C ₂ H ₃ Cl	31533,0176	9552,5178	21980,4999
C ₂ H ₄ Cl ₂	33298,8666	1559,3193	31739,5473
H ₂ O	15,2998	0	15,2998
Total	83262,4663	29527,1194	53735,3469

Tabel 3.2.10. Neraca Massa Separator-06 (S-06)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl	18415,2823	18415,2823	0
C ₂ H ₃ Cl	9552,5178	396,6970	9155,8208
C ₂ H ₄ Cl ₂	1559,3193	2,6150	1556,7043
Total	29527,1194	18814,5942	10712,5252

Tabel 3.2.11. Neraca Massa Menara Distilasi-01 (MD-01)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Distilat	Bottom
C ₂ H ₃ Cl	31136,3207	31133,2071	3,1136
C ₂ H ₄ Cl ₂	33296,2516	432,4495	32863,8022
H ₂ O	15,2998	0	15,2998
Total	64447,8721	31565,6566	32882,2155

Tabel 3.2.12. Neraca Massa Separator-07 (S-07)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
N ₂	63274,7459	63274,7459	0
O ₂	8494,0339	8494,0339	0
C ₂ H ₄	147,1739	0	147,1739
HCl	234,6476	2,3464	232,3000
C ₂ H ₃ Cl	396,6970	396,6970	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	591,0835	591,0835	0
H ₂ O	8,9170	8,9170	0
Total	73.147,2988	72.767,8249	379,4739

Tabel 3.2.13. Neraca Massa Separator-08 (S-08)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C ₂ H ₃ Cl	3,1136	3,1136	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	32,867,1214	3,3192	32.863,8022
H ₂ O	15,2998	15,2998	0
Total	32.885,5348	21,7326	32.863,8022

Tabel 3.2.14. Neraca Massa Evaporator (Evap)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Gas	Cair
H ₂ SO ₄	65.820,7	0	65.820,7
H ₂ O	34.925,2	33.581,92	1.343,28
Total	100.745,9	33.581,92	67.163,98

3.3 Neraca Panas Alat

Setting neraca panas untuk tiap alat disajikan pada tabel 3.3.1 hingga tabel 3.3.25 Waktu setting operasi ditargetkan 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam. Basis perhitungan : 1 jam operasi dengan suhu referensi : 298 K (25 °C Air).

Tabel 3.3.1. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	6026707,9112	0
Enthalpi Produk	0	34999164,5610
Panas Reaksi	0	-28972456,6497
Total	6026707,9112	6026707,9112

Tabel 3.3.2. Neraca Panas Absorber

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Enthalpi Umpan	1838439,1235	0
Enthalpi Umpan	436512,2902	0
Enthalpi Produk	0	282307,4669
Enthalpi Produk	0	310287,4179
Beban Steam	0	-1110163,4711
Total	2274951,4136	2274951,4136

Tabel 3.3.3. Neraca Panas Vaporizer-01 (Vap-01)

Komponen	Masuk kcal/jam	Keluar kcal/jam
Enthalpi Umpan	52535,3396	0
Enthalpi Produk	0	67296,2850
Beban Panas	25972056,1761	0
Panas penguapan	0	25957295,2307
Total	26024591,5157	26024591,5157

Tabel 3.3.4. Neraca Panas Vaporizer-02 (Vap-02)

Komponen	Masuk kcal/jam	Keluar kcal/jam
Enthalpi Umpan	8347,8377	0
Enthalpi Produk	0	58999,6385
Beban Panas	1618973,3775	0
Panas Penguapan	0	1568321,5767
Total	1627321,2152	1627321,2152

Tabel 3.3.5. Neraca Panas Vaporizer-03 (Vap-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	16697,1551	0
Enthalpi Produk	0	35512,7631
Beban Panas	10661305,3709	0
Panas Penguapan	0	10642489,7629
Total	10678002,5260	10678002,5260

Tabel 3.3.6. Neraca Panas Reaktor Furnace (RF)

Komponen	Masuk kkal/jam	Komponen	keluar kkal/jam
Panas Umpan	2797086,6323	Panas produk	14654523,5093
Panasa Udara	5986777,9494	Panasa Gas buang	20413260,7854
Panas Fuel oil	27217681,0472	Panas tak terhitung	933761,3337
Total	36001545,63	Total	36001545,63

Tabel 3.3.7. Neraca Panas Steam Boiler (SB)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	14654523,5093	0
Enthalpi Produk	0	2874201,3224
Beban Panas	0	11780322,1869
Total	14654523,509	14654523,509

Tabel 3.3.8. Neraca Panas Condenser-01 (CD-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	34999164,5610	0
Enthalpi Produk	0	1359408,4512
Beban Panas	0	33639756,1098
Total	34999164,6	34999164,6

Tabel 3.3.9. Neraca Panas Condenser-02 (CD-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	2874201,3224	0
Enthalpi Produk	0	361786,7582
Beban Panas	0	2512414,5642
Total	2874201,322	2874201,322

Tabel 3.3.10. Neraca Panas Condenser-03 (CD-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	58488,4976	0
Enthalpi Produk	0	-761432,9472
Beban Panas	0	819921,4448
Total	58488,498	58488,498

Tabel 3.3.11. Neraca Panas Heater-01 (HE-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	237997,6688	0
Enthalpi Produk	0	436512,2902
Beban Panas	198514,621	0
Total	436512,3	436512,3

Tabel 3.3.12. Neraca Panas Heater-02 (HE-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	341087,1815	0
Enthalpi Produk	0	970718,0221
Beban panas	629630,841	0
Total	970718,0	970718,0

Tabel 3.3.13. Neraca Panas Heater-03 (HE-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	58999,6400	0
Enthalpi Keluar	0	2129062,5781
Beban Panas	2070062,938	0
Total	2129062,6	2129062,6

Tabel 3.3.14. Neraca Panas Heater-04 (HE-04)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	1055295,6753	0
Enthalpi Produk	0	3063935,7390
Beban Panas	2008640,064	0
Total	3063935,7	3063935,7

Tabel 3.3.15. Neraca Panas Heater-05 (HE-05)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	374117,9487	0
Enthalpi Produk	0	791029,5345
Beban Panas	416911,586	0
Total	791029,5	791029,5

Tabel 3.3.16. Neraca Panas Heater-06 (HE-06)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	-145698,8480	0
Enthalpi Produk	0	165288,1741
Beban Panas	310987,022	0
Total	165288,2	165288,2

Tabel 3.3.17. Neraca Panas Heater-07 (HE-07)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	-161045,6653	0
Enthalpi produk	0	35900,9083
Beban Panas	196946,574	0
Total	35900,9	35900,9

Tabel 3.3.18. Neraca Panas Heater-08 (HE-08)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	35900,9083	0
Enthalpi Produk	0	936758,4749
Beban Panas	900857,567	0
Total	936758,5	936758,5

Tabel 3.3.19. Neraca Panas Cooler-01 (CL-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	3102807,4179	0
Enthalpi Produk	0	2609543,2204
Beban panas	0	493264,1974
Total	3102807,4	3102807,4

Tabel 3.3.20. Neraca Panas Cooler-02 (CL-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	261691,4876	0
Enthalpi Produk	0	58488,4976
Beban panas	0	203203,9900
Total	261691,5	261691,5

Tabel 3.3.21. Neraca Panas Cooler-03 (CL-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	233963,6375	0
Enthalpi Produk	0	105862,6916
Beban panas	0	128101
Total	233963,6	233963,6

Tabel 3.3.22. Neraca Panas Kompresor-01 (K-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	282307,4669	0
Enthalpi produk	0	341087,1815
Panas yang terjadi	58779,715	0
Total	341087,2	341087,2

Tabel 3.3.23. Neraca Panas Kompresor-02 (K-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	116427,1486	0
Enthalpi produk	0	1055295,6753
Panas yang terjadi	938868,527	0
Total	1055295,7	1055295,7

Tabel 3.3.24. Neraca Panas Kompresor-03 (K-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	125700,3775	0
Enthalpi Produk	0	261691,4876
Panas yang terjadi	135991,110	0
Total	261691,4876	261691,4876

Tabel 3.3.25. Neraca Panas Menara Distilasi (MD)

Komponen	Masuk kkal/jam	Komponen	keluar kkal/jam
Panas Umpan	956317,7086	Panas Distilat	233963,6375
Panas Reboiler	267926,4326	Panas Kondenser	-42662,0561
		Panas Bottom	1032942,5599
Total	1224244,1412	Total	1224244,1412

3.4. Spesifikasi Alat

3.4.1. Reaktor (R)

Fungsi : Mereaksikan *Ethylene* sebanyak 14717,3855 kg/jam dengan HCl sebanyak 38370,3265 kg/jam dan Oksigen sebanyak 16819,8692 kg/jam untuk menghasilkan *Ethylene Dichloride* sebanyak 51518,7205 kg/jam

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitubular*

Proses : *Non Adiabatic-Non Isothermal*

Pendingin : Downtherm A

: -Suhu : 100⁰C

Kondisi Operasi : -Suhu : 230⁰C-300⁰C

: -Tekanan : 11 atm

Fase : Gas dengan katalis padat

Konversi : 99%

Dimensi Reaktor

Tinggi Reaktor : 13,50 m

Diameter *shell* : 4.0591 m

Tebal *shell* : 1 1/2 in

Jumlah *Tube* : 8187 pipa

OD *Tube* : 1,32 in

ID *Tube* : 1,049 in

Jenis head	: <i>Elliptical Dished Head</i>
Tebal head	: 2,75 in
Bahan	: Baja SA-212 Grade B
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 569.226,4922 US\$
Jenis Katalis	: CuCl_2 (<i>Cupric Dichloride</i>)
Bentuk	: <i>Spheres</i> (hijau bulat)
Harga	: 428.090,6709 US\$

3.4.2. Separator 01 (S-01)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair bahan baku HCl yang keluar dari <i>Vaporizer -01</i> sebanyak 64.144,0021 kg/jam.
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>
Kondisi Operasi	: - Suhu : 121,6250 °C
	- Tekanan : 2,5 atm
	- Waktu tinggal : 2 menit
Kapasitas	: 0,2249 m ³
Ukuran	: -Diameter : 2,1336 m
	-Tinggi : 3,9575 m
	-Tebal shell : 0,0064 m

-Tebal head : 0,0059 m

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Jumlah : 1 buah

Harga : 13.684,8040 US\$

3.4.3. Separator 02 (S-02)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair bahan baku *Ethylene* yang keluar dari *Vaporizer -02* sebanyak 18.584,4556 kg/jam.

Tipe : *Vertical Drum*

Kondisi Operasi

- Suhu : 179,18 °C
- Tekanan : 11 atm
- Waktu tinggal : 2 menit

Kapasitas : 0,0821 m³

Ukuran

- Diameter : 1,2192 m

-Tinggi : 3,9998 m

-Tebal shell : 0,0112 m

-Tebal head : 0,0100 m

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Jumlah : 1 buah

Harga : 11.769,3344 US\$

3.4.4. Separator 03 (S-03)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene</i> , HCl, Oksigen, <i>Ethylene Dichloride</i> dan air yang keluar dari reaktor <i>fixed bed</i> sebanyak 101.543,7930 kg/jam.
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>
Kondisi Operasi	: - Suhu : 79,2352 °C - Tekanan : 11 atm - Waktu tinggal : 2 menit
Kapasitas	: 0,1430 m ³
Ukuran	: -Diameter : 1,8288 m -Tinggi : 4,6336 m -Tebal shell : 0,0152 m -Tebal head : 0,0135 m
Bahan	: <i>Stainless steel SA-240 grade-S</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 3.299,8637 US\$

3.4.5. Separator 04 (S-04)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene Dichloride</i> , HCl, dan air yang keluar dari <i>Vaporizer -03</i> sebanyak 104.063,7526 kg/jam.
--------	--

Tipe	: <i>Vertical Drum</i>
Kondisi Operasi	: - Suhu : 168,316 °C
	- Tekanan : 13,8 atm
	- Waktu tinggal : 2 menit
Kapasitas	: 0,0722 m ³
Ukuran	: -Diameter : 1,0688 m
	-Tinggi : 4,3249 m
	-Tebal shell : 0,0151 m
	-Tebal head : 0,0134 m
Bahan	: <i>Carbon steel SA-285 grade-C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 11.769,3344 US\$

3.4.6. Separator 05 (S-05)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene Dichloride</i> , HCl, <i>Vinyl Chloride</i> dan air yang keluar dari <i>Condenser -02</i> sebanyak 83.262,4663 kg/jam.
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>
Kondisi Operasi	: - Suhu : 46,16 °C
	- Tekanan : 13,7998 atm

	- Waktu tinggal	: 2 menit
Kapasitas		: 0,0846 m ³
Ukuran	-Diameter	: 1,6764 m
	-Tinggi	: 4,9001 m
	-Tebal shell	: 0,0219 m
	-Tebal head	: 0,0192 m
Bahan		: Carbon steel SA-285 grade-C
Jumlah		: 1 buah
Harga		: 10.729,6073 US\$

3.4.7. Separator 06 (S-06)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene Dichloride, Vinyl Chloride</i> , dan HCl keluar dari <i>Condenser -03</i> sebanyak 29,527,119 kg/jam.	
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>	
Kondisi Operasi	- Suhu	: -20 °C
	- Tekanan	: 55,54 atm
	- Waktu tinggal	: 2 menit
Kapasitas		: 0,0300 m ³
Ukuran	-Diameter	: 0,7620 m

	-Tinggi	: 2,9333 m
	-Tebal shell	: 0,0389 m
	-Tebal head	: 0,0337 m
Bahan	: <i>Carbon steel SA-285 grade-C</i>	
Jumlah	: 1 buah	
Harga	: 11.769,3344 US\$	

3.4.8. Separator 07 (S-07)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene</i> , HCl, Oksigen, <i>Ethylene Dichloride</i> dan air yang keluar dari reaktor <i>fixed bed</i> sebanyak 73.148 kg/jam.	
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>	
Kondisi Operasi	- Suhu	: 79,23 °C
	- Tekanan	: 11 atm
	- Waktu tinggal	: 2 menit
Kapasitas	: 0,09 m ³	
Ukuran	-Diameter	: 1,6764 m
	-Tinggi	: 2,5206 m
	-Tebal shell	: 0,0142 m
	-Tebal head	: 0,0126 m

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Jumlah : 1 buah

Harga : 15.435,7838 US\$

3.4.9. Separator 08 (S-08)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair *Ethylene Dichloride, Vinyl Chloride*, dan H_2O keluar dari hsail bawah menara distilasi sebanyak 32.881,73 kg/jam.

Tipe : *Vertical Drum*

Kondisi Operasi : - Suhu : 75 °C
 - Tekanan : 13,8 atm
 - Waktu tinggal : 2 menit

Kapasitas : 0,0497 m³

Ukuran : -Diameter : 0,7620 m

-Tinggi : 3,1417 m

-Tebal shell : 0,0389 m

-Tebal head : 0,0337 m

Bahan : *Carbon steel SA-285 grade-C*

Jumlah : 1 buah

Harga : 9.617,7858 US\$

3.4.10. Decanter (DC)

Fungsi	: Memisahkan larutan fase ringan (air) dengan larutan fase berat (<i>Ethylene Dichloride</i>) dari <i>separator -03</i> , sebanyak 60.434,3404 kg/jam.
Tipe	: <i>Horizontal Decanter</i>
Kondisi Operasi	: - Suhu : 79,3352 °C - Tekanan : 11 atm
Ukuran	: -Diameter : 1,4598 m -Panjang : 2,9196 m -Diameter inlet umpan : 0,1885 m -Diameter outlet fase ringan : 0,0596 m -Diameter outlet fase berat : 0,1150 m
Bahan	: <i>Carbon steel SA-285 grade-C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 544,3744 US\$

3.4.11. Vaporizer -01

Fungsi	: Menguapkan sebagian umpan HCl sebagai umpan <i>separator -01</i> sebanyak 64.144,0021 kg/jam
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *steam*

Tube : Larutan HCl

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1304 buah

Panjang Pipa : 28 ft

OD,BWG,Pitch : ¾ in, 16, triangular pitch 15/16 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 39 in

Baffle spacing : 19,5 in

Pass : 1

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Harga : 1.472.127,4397 US\$

3.4.12. Vaporizer -02

Fungsi : Menguapkan sebagian *Ethylene* sebagai umpan *separator -02* sebanyak 18.584,4536 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *steam*
Tube : Larutan *Ethylene*

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 303 buah
 Panjang Pipa : 12 ft
 OD,BWG,Pitch : ¾ in, 16, triangular pitch 15/16 in
 Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 15,25 in
 Baffle spacing : 10,625 in
 Pass : 1
 Bahan : *Carbon steel SA-285 grade-C*
 Harga : 321.445,5485 US\$

3.4.13. Vaporizer -03

Fungsi : Menguapkan sebagian sebagian $C_2H_4Cl_2$ dan H_2O sebagai umpan *Reaktor furnace* sebanyak 104.063,7526 kg/jam
 Jenis : *Shell and Tube*
 Pemanas : *Steam*
 Aliran fluida : *Shell* : *steam*

Tube : Larutan EDC

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1234 buah

Panjang Pipa : 28 ft

OD,BWG,Pitch : ¾ in, 16, *triangular pitch* 15/16 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 39 in

Baffle spacing : 19,5 in

Pass : 1

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Harga : 321.445,5485 US\$

3.4.14. Vaporizer -04

Fungsi : Menguapkan sebagian $C_2H_4Cl_2$, C_2H_3Cl dan H_2O sebagai umpan recycle ke Vaporizer-03 sebanyak 32.881,73 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *steam*

Tube : Larutan EDC

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube	: 98 buah
Panjang Pipa	: 28 ft
OD,BWG,Pitch	: $\frac{3}{4}$ in, 16, <i>triangular pitch</i> 15/16 in
Pass	: 2

Spesifikasi Shell

IDshell	: 39 in
Baffle spacing	: 19,5 in
Pass	: 1
Bahan	: <i>Stainless steel SA-240 grade-S</i>
Harga	: 289.223,3498 US\$

3.4.15. Reaktor Furnace (RF)

Fungsi	: Mempirolisa atau mengcreaking <i>Ethylene Dichloride</i> (EDC) menjadi <i>Vinyl Chloride</i> (VCM) dan <i>asam Chlorida</i> (HCl) sebanyak 83.262,4663 kg/jam
Jenis	: <i>Fire Box Furnace</i>
Proses	: <i>Non Ishotermal – Non Adiabatic</i>

Dimensi Furnace**Seksi radiasi**

Panjang : 6,096 m

Lebar : 3,048 m

Tinggi : 6,096 m

Seksi konveksi

Panjang : 6,0960 m

Lebar : 1,0668 m

Tinggi : 2,2860 m

Cerobong

Tinggi : 3,4 m

Tebal dinding : 1 in

Tebal isolasi : 9,4498 in

Bahan dinding : Baja SA-240 grade-T, tipe 321. 18Cr-8Ni-Ti

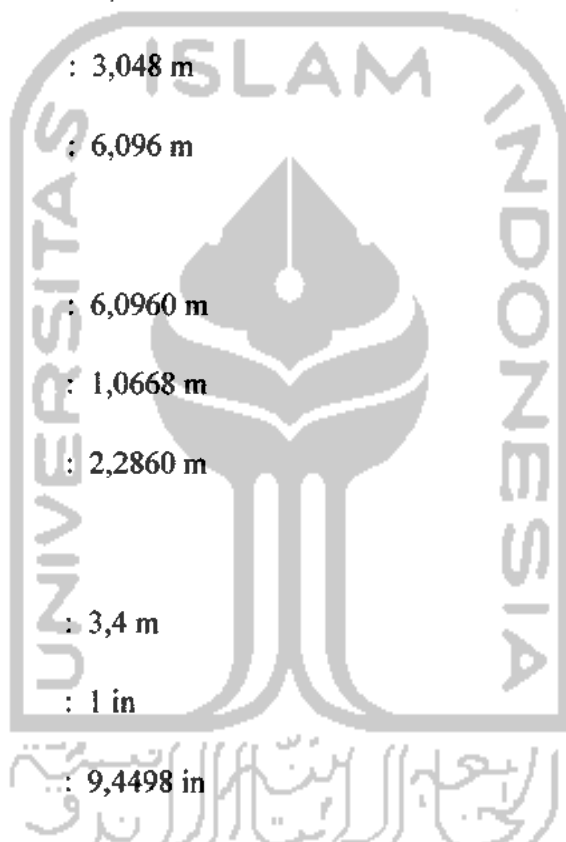
Bahan isolasi : Bata tahan api Missori

Kondisi Operasi : -Suhu umpan masuk seksi konveksi : 168,316 °C

- Suhu umpan masuk seksi radiasi : 508 °C

-Tekanan : 13,8 atm

Jumlah : 1 buah



Harga : 294.270,2002 US\$

3.4.16. Menara Distilasi (MD)

Fungsi : Memisahkan *Vinyl Chloride Monomer* dari campurannya sebanyak 64.447,8721 kg/jam

Jenis : *Sieve plate distillation tower*

Kondisi Operasi : Umpan ; P : 6,02 atm ; T : 68,0446 °C

Distilat ; P : 6,00 atm ; T : 52,9614 °C

Bottom ; P : 6,04 atm ; T : 155,1536 °C

Dimensi Menara Distilasi

Jumlah *plate actual* : 33 plate

Plate Spacing : 0,45 m

Tinggi Menara : 17,82 m

Diameter Enriching : 1,4798 m

Diameter Stripping : 1,8838 m

Enriching section : -Tebal shell : 0,4315 in

-Tebal head : 0,3949 in

Stripping section : -Tebal shell : 0,5153 in

-Tebal head : 0,4686 in

Bahan : *Carbon steel, SA-285, Grade C*

Jumlah : 1 buah
 Harga : 62.610,0663 US\$

3.4.17. Menara Absorber (AB)

Fungsi : Memisahkan uap air yang masuk bersama *hydrogen chloride* dengan larutan H_2SO_4 sebagai penyerapnya
 Jenis : *Packing Bed* berupa *rasching ring stoneware* dengan *nominal size 50 mm (2''), random packing*
 Aliran : *Counter current*
 Jumlah : 1 buah
 Kondisi Operasi : Suhu : 121,62 °C
 Tekanan : 2,5 atm

Dimensi Menara Absorber

Tebal Packing : 11,8528 m
 Diameter Menara : 3,1692 m
 Tinggi Menara : 17,5591 m
 Tebal shell : 0,0072 m
 Tebal head : 0,0066 m
 Jenis Packing : *Rasching ring stoneware*
 Nominal size : 2'' (50 mm)

Metode Packing : Random
Bahan : *Stainless steel, SA-240 Grade S*
Jumlah : 1 buah
Harga : 4.379,2002 US\$

3.4.18. *Condenser -01 (CD-01)*

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan sebagai uap *Etilen*, HCl, Oksigen, *Etilen dichlorida* dan air yang keluar dari *reactor fixed bed* sebanyak 101.543,793 kg/jam

Jenis : *Heat Exchanger Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran fluida : *Shell* : Campuran gas

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 534 buah

Panjang Tube : 12 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 27 in

Baffle spacing : 13,5 in
Pass : 1
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : *Stainless steel*
 Harga : 110.321,3251 US\$

3.4.19. Condenser -02 (CD-02)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan sebagai uap *Etilen dichloride*, HCl, *Vinyl Chloride* dan air yang keluar dari *steam boiler* (SB-01) sebanyak 83.262,4662 kg/jam
 Jenis : *Heat Exchanger Shell and Tube*
 Pendingin : Air
 Aliran fluida : *Shell* : Campuran gas
 Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 534 buah
 Panjang *Tube* : 12 ft
 OD,BWG,*Pitch* : ¾ in, 16, *triangular pitch* 1 in
Pass : 2

Spesifikasi Shell

<i>IDshell</i>	: 27 in
<i>Baffle spacing</i>	: 13,5 in
<i>Pass</i>	: 1
<i>Jumlah</i>	: 1 buah
<i>Bahan</i>	: <i>Stainless steel</i>
<i>Harga</i>	: 110.448,3799 US\$

3.4.20. Condenser -03 (CD-03)

<i>Fungsi</i>	: Mendinginkan dan mengembunkan sebagai uap yang keluar dari hasil atas <i>Separator -03 (S-03)</i> sebanyak 29.527,1194 kg/jam
<i>Jenis</i>	: <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>
<i>Pendingin</i>	: Propan (C_3H_6)
<i>Aliran fluida</i>	: <i>Shell</i> : <i>Propan</i> <i>Tube</i> : Campuran gas

Spesifikasi Tube

<i>Jumlah Tube</i>	: 226 buah
<i>Panjang Tube</i>	: 12 ft
<i>OD,BWG,Pitch</i>	: $\frac{3}{4}$ in, 16, <i>triangular pitch</i> 1 in

Pass : 4

Spesifikasi Shell

IDshell : 19,25 in

Baffle spacing : 9.625 in

Pass : 2

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 47.653,9144 US\$

3.4.21. Condenser -04 (CD-04)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan hasil atas Menara Distilasi (MD-01) sebanyak 31.565,6566 kg/jam

Jenis : *Heat Exchanger Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran fluida : *Shell* : *vinyl chloride*

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1200 buah

Panjang Tube : 16 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 35 in

Baffle spacing : 17,5 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 322.901,3708 US\$

3.4.22. Condenser -05 (CD-05)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan hasil atas Separator-03.

Jenis : *Heat Exchanger Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran fluida : *Shell* : Campuran gas

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1224 buah

Panjang Tube : 16 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 35 in

Baffle spacing : 17,5 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 322.901,3708 US\$

3.4.23. *Steam boiler (SB)*

Fungsi : Mendinginkan Campuran gas *Etilen Dichlorida*, HCl, *Vinyl Chloride* dan air yang keluar dari *Reaktor furnace* dan sekaligus membuat steam sebanyak 83.262,4663 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : Campuran gas

Aliran fluida : *Shell* : Campuran gas

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1024 buah

Panjang Tube : 20 ft