

**PRARANCANGAN
PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM SALISILAT DAN
METANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

NASKAH PUBLIKASI



Oleh:

ANWAR BASUKI
D 500 080 031

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2013

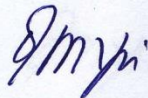
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Anwar Basuki
NIM : D 500 080 031
Judul Penelitian : Pabrik Metil Salisilat dari Asam Salisilat dan Metanol
dengan proses Esterifikasi
Kapasitas 15.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Kusmiyati, S.T, M.T, PhD
2. Eni Budiyati, S.T, M.Eng

Surakarta, 30 Januari 2013

Menyetujui,

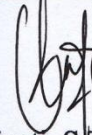
Pembimbing 1



Kusmiyati, S.T, M.T, PhD

NIK : 683

Pembimbing 2



Eni Budiyati, S.T, M.Eng

NIK : 991

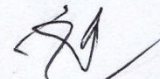
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Agus Riyanto, M.T

NIK : 483

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Rois Fatoni, S.T, Msc, PhD

NIK : 892

PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM SALISILAT DAN METANOL
DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Anwar basuki D500080031

Fakultas : Teknik

abstrak

Pabrik metil salisilat dengan bahan baku asam salisilat dan metanol direncanakan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten dengan kapasitas produksi 15.000 ton/tahun pada tahun 2015. Pembuatan metil salisilat dilakukan dengan proses esterifikasi pada reaktor RATB non adiabatic isothermal. Reaksi berlangsung pada fase cair irreversible dan eksotermis. Pada suhu 63°C dan tekanan 1 atm.

Kebutuhan $C_7H_7O_3$ untuk pabrik ini sebanyak 2.193,2938 kg/jam dan metanol sebanyak 5.017,1360 kg/jam. Produk berupa metil salisilat sebanyak 1.893,9394 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak 67.662.22 kg/jam yang diperoleh dari air sungai Cidanau, Cilegon, Banten. Kebutuhan steam sebanyak 8.868,20 kg/jam, yang diperoleh dari boiler dengan baku fuel oil sebanyak 16.695,81 L/hari, kebutuhan udara tekan sebanyak 500 kg/jam dan kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator sebesar 1000 kW dengan kebutuhan bahan bakar sebanyak 214,21 kg/jam.

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun dengan jumlah karyawan 177 orang, modal tetap sebesar Rp 451.458.788.687,65 per tahun. Modal kerja sebesar Rp 74.082.555.118,53 per tahun. Setelah dipotong pajak keuntungan mencapai Rp 77.331.868.679,06 per tahun. Percent return on investment (ROI) sebelum pajak sebesar 26,72 % dan sesudah pajak sebesar 18,71 %. Pay out time (POT) sebelum pajak sebesar 2,723 tahun dan setelah pajak 3,484 tahun. Break event point (BEP) sebesar 53,70 %, shut down point (SDP) sebesar 32,66%, discounted cash flow (DCF) sebesar 36,39 %.

Kata kunci : esterifikasi, RATB, isothermal

I. Pendahuluan

Latar belakang dan tujuan

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pengembangan di segala bidang, salah satunya adalah pembangunan dibidang industri, termasuk industri kimia. Di era globalisasi ini Indonesia masih bergantung kepada negara lain dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku maupun bahan antara dalam industri kimia, salah satunya adalah metil salisilat.

Kebutuhan metil salisilat terus bertambah seiring dengan perkembangan industri- industri di Indonesia. Walaupun tingkat konsumsi metil salisilat di Indonesia cukup besar, namun sampai saat ini belum ada perusahaan yang memproduksi zat kimia tersebut. Saat ini semua kebutuhan metil salisilat masih diimpor dari negara lain. Sehubungan dengan hal tersebut, maka sangat tepat apabila didirikan pabrik metil salisilat di Indonesia dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk dapat diekspor ke luar negeri.

II. Tinjauan Pustaka

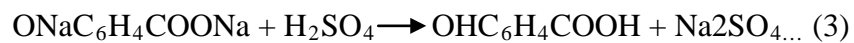
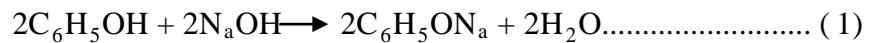
2.1. Pemilihan proses

Macam-macam proses produksi metil salisilat yaitu:

- a. Distilasi uap daun *Gaultheria procumbens* atau *Betula lent l* . Metode ini digunakan untuk memproduksi yang berbahan baku daun, tangkai ,bunga dan rimpang. Metode ini disebut uap langsung karena uap air yang dihasilkan langsung memanaskan bahan baku (Turner,1952).
- b. Ekstraksi Maerasi
Metil salisilat dapat diambil dari tanaman *Wintergreen* dan *Sweet birch* melalui reaksi maerasi karena tanaman tersebut banyak mengandung *Glucoside*. Proses ekstraksi bahan alam ini harus memenuhi range *specific gravity* sebesar 1,176 -1,182 dan titik didih 219-284°C untuk mendapatkan *yield* sebesar 99% (Guenther, 1949).

c. Esterifikasi dengan katalis asam sulfat

Proses pembuatan dengan metode ini dimulai dengan mensintesis asam salisilat dari *phenol* dan *caustic soda* melalui proses karboksilasi, kemudian asam salisilat yang terbentuk direaksikan dengan metanol dalam *esterifier* menggunakan katalis asam sulfat. Proses ini pertama kali ditemukan oleh Kolbe pada tahun 1859, kemudian dimodifikasi oleh Schmutt. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Karena fase reaktan sama dengan fase katalis, maka pemisahan produk dan katalisnya dilakukan dengan cara menambahkan sodium karbonat dalam *wash tank* kemudian endapannya dipisahkan melalui filtrasi dan dilanjutkan dengan distilasi untuk pemurnian produk (Austin, 1984).

d. Esterifikasi dengan katalis penukar kation

Proses esterifikasi metil salisilat dari metanol dengan asam salisilat selain menggunakan katalis asam kuat seperti asam sulfat dan asam klorida, dapat juga dengan katalis resin penukar ion (Groggins, 1958).

Dari ke empat proses tersebut di atas, dalam perancangan ini dipilih menggunakan proses esterifikasi dengan katalis asam sulfat, karena :

1. Dari proses esterifikasi tersebut hasil utamanya adalah metil salisilat salisilat, sehingga hal ini sangat mendukung jika esterifikasi tersebut di gunakan sebagai proses pabrik nantinya.
2. Konversi asam salisilat menjadi metil salisilat 78%.
3. Temperatur yang digunakan rendah yaitu 63°C
4. Tidak menghasilkan reaksi samping

2.2. Kegunaan Produk

1. Asam salisilat digunakan untuk (Kirk and Othmer, 1979) :

- a. Bahan baku pembuatan aspirin
- b. Bahan baku pembuatan ester salisilat/garam salisilat

- c. Bahan baku pembuatan resin *phenol*
- d. Bahan baku pembuatan obat antiseptik, anti jamur, anti ketombe dan berbagai penyakit kulit

2. Metanol digunakan untuk (Kirk and Othmer, 1979) :

- a. Pelarut berbagai turunan bahan kimia
- b. Bahan baku pembuatan asam asetat

3. Metil salisilat digunakan untuk (Turner, 1952):

- a. *Flavouring agent* dalam industri makanan dan minuman.
- b. Bahan baku untuk pasta gigi dan *mouthwash*.
- c. Bahan baku untuk obat rematik, obat panas dan anti iritasi.
- d. *Solvent* untuk selulosa dan derivatnya.
- e. Campuran bahan insektisida.
- f. Bahan baku tinta cetak.
- g. Bahan baku dalam industri minyak wangi.

2.3. Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Metanol

- a. Sifat-sifat fisis

Rumus Molekul	: CH ₃ OH
Wujud pada 1 atm 25°C	: cair, tak berwarna
Berat molekul, (g/mol)	: 32
Titik didih (<i>boiling point</i>), (°C)	: 64,7
Titik beku (<i>freezing point</i>), (°C)	: -97
Temperatur kritis (K)	: 514,58
Tekanan kritis (Bar)	: 80,97
Densitas (g/cm ³)	: 0,79
Viskositas (cP)	: 0,541
ΔH_f pada 25°C, 1 atm, (kJ/mol)	: -201,17
ΔG_f pada 25°C, 1 atm, (kJ/kmol)	: -162,151

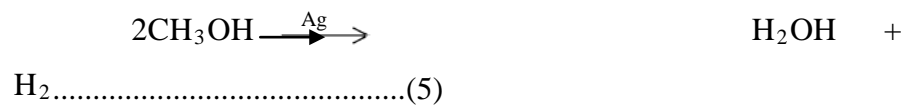
(Kirk and Othmer, 1979).

b. Sifat kimia

Metanol adalah gugus alkohol *alifatik* yang paling sederhana, reaktifitasnya ditentukan oleh gugus hidroksil. Reaksi dengan metanol terjadi melalui pecahnya ikatan C—O atau C—H dan bercirikan reaksi substitusi gugus —H dan —OH (Kirk and Othmer, 1979).

1. Dehidrogenasi

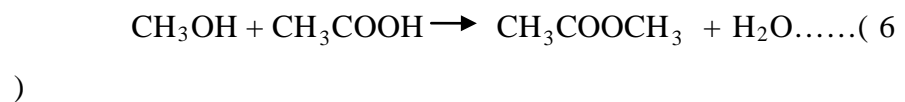
Pelepasan unsur hidrogen dengan bantuan katalis Ag. Reaksi:



2. Reaksi esterifikasi

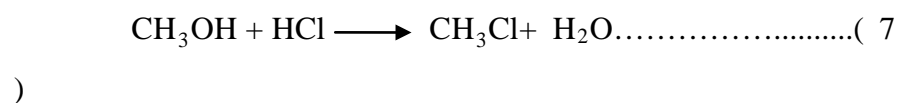
Pembentukan senyawa ester dengan jalan mereaksikan metanol dengan senyawa asam organik, misal pada reaksi pembentukan metil asetat.

Reaksi:



Reaksi substitusi

Reaksi antara metanol dengan senyawa halida, misal pada reaksi pembentukan metil klorida Reaksi:

**B. Asam Salisilat**

a. Sifat-sifat fisis

Rumus Molekul	: $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$
Wujud pada 1 atm 25°C	: padat,
Berat molekul, (g/mol)	: 138
Titik didih (<i>boiling point</i>), (°C)	: 255,85
Titik beku (<i>freezing point</i>), (°C)	: 159
Temperatur kritis (K)	: 739

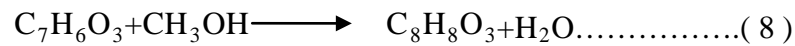
Tekanan kritis (Bar)	: 51,80
Densitas (g/cm ³)	: 1,140
ΔH_f pada 25°C, 1 atm, (kJ/mol)	: -466,35
ΔG_f pada 25°C, 1 atm, (kJ/kmol)	: -365,21

(Kirk and Othmer, 1979)

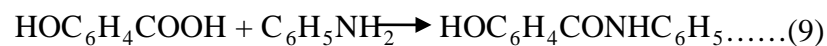
b. Sifat-sifat kimia

1. Reaksi esterifikasi

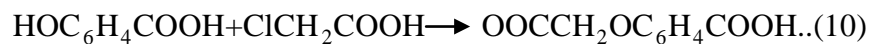
Dengan senyawa alkohol dapat membentuk ester, misal pada reaksi pembentukan metil salisilat Reaksi :



Dapat membentuk *salycilamide* bila direaksikan dengan aniline memakai katalis PCl₃ Reaksi :



2. Dapat membentuk asam benzoate melalui reaksi asam salisilat dan *chloroacetic acid* dengan katalis NaOH Reaksi:



(Kirk and Othmer, 1979)

C. Metil salisilat

a. Sifat-sifat fisis

Rumus Molekul	: C ₈ H ₈ O ₃
Wujud pada 1 atm 25°C	: cair, tidak berwarna
Berat molekul, (g/mol)	: 152
Titik didih (<i>boiling point</i>), (°C)	: 220,5
Titik beku (<i>freezing point</i>), (°C)	: -8,3
Temperatur kritis (K)	: 701
Tekanan kritis (Bar)	: 40,9
Densitas (g/cm ³)	: 1,183
ΔH_f pada 25°C, 1 atm, (kJ/mol)	: -464,3
ΔG_f pada 25°C, 1 atm, (kJ/kmol)	: -339

(Kirk and Othmer, 1979)

b. Sifat-sifat kimia

1. Metil salisilat dalam larutan alkalin bila direaksikan dengan *acetic anhydride* menghasilkan *methyl o-acetoxy benzoate*.
2. Metil salisilat dalam larutan alkalin bila direaksikan dengan *benzoyl chloride* menghasilkan *methyl o-benzoxy benzoate*.
3. Metil salisilat direaksikan dengan *capryl chloride* menghasilkan *methyl 2-capryloxy benzoate* sedangkan pada hidrolisis ester menghasilkan *4-capry salicylic acid*

(Kirk and Othmer, 1979)

2.4. Tinjauan proses

Reaksi pembentukan metil salisilat merupakan reaksi esterifikasi. Reaksi yang terjadi adalah :



Kondisi operasi pada temperatur 63°C dan tekanan 1 atm dengan konversi asam salisilat membentuk metil salisilat 78 % (Chandavasu, 1997). Pada fase cair mempunyai harga perubahan *enthalpi* standar ($\Delta H_f 298$) = - 38.580 kJ/mol, sehingga reaksi ini bersifat eksotermis.

III. Diskripsi Proses

Proses pembuatan metil salisilat dapat dilakukan melalui tahapan – tahapan sebagai berikut :

1. Penyiapan bahan baku

a. Metanol

Metanol disimpan dalam keadaan cair dalam tangki penyimpanan (T-01) dengan suhu 33°C dan tekanan 1atm sebelum diumpankan ke reaktor.

b. Asam salisilat

Asam salisilat disimpan dalam keadaan padat dalam silo (F-1) dengan suhu 33°C dan tekanan 1 atm sebelum diumpankan ke Mixer (M-1)

c. Asam sulfat

Asam sulfat ditambahkan pada mixer (M -1). Dalam proses selalu terjadi *recycle* asam sulfat sehingga tidak perlu ditambahkan lagi setelah proses berlangsung.

2. Proses Reaksi Esterifikasi dalam Reaktor

Tahap ini merupakan tahap reaksi metanol dengan asam salisilat di dalam reaktor. Reaktan dengan perbandingan asam salisilat dengan metanol 1:10 diumpankan bersama-sama ke dalam reaktor yang beroperasi pada suhu 63°C dengan tekanan 1 atm. Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis sehingga untuk menjaga suhu reaksi dibutuhkan pendingin. Pendingin yang digunakan adalah pendingin jenis jaket. Reaksi berjalan dengan bantuan katalisator asam sulfat yang berfungsi untuk mempercepat reaksi.

3. Proses Pemurnian Hasil

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh produk metil salisilat hingga mencapai kemurnian 98%. Produk keluar reaktor dimasukkan kedalam tangki pencuci (D-1) dengan menambahkan air pencuci untuk melarutkan asam sulfat. Hasil atas tangki pencuci (D -1) dipompa menuju *heat exchanger* (E-1.1) menggunakan pompa (L -1.6) sehingga suhunya menjadi $121,95^{\circ}\text{C}$. Setelah itu diumpankan ke menara destilasi (D-2.1). Sedangkan hasil bawah tangki pencuci (D -1) dipompa menuju *heat exchanger* (E-1.2) menggunakan pompa (L -1.5) sehingga suhunya menjadi $93,4^{\circ}\text{C}$. Setelah itu diumpankan ke menara destilasi (D-2.2).

Pada D-2.1 terjadi pemisahan metil salisilat, metanol, asam salisilat dan air yang berasal dari hasil atas tangki pencuci (D -1). Hasil atas D-2.1 berupa metil salisilat, metanol dan air sedangkan hasil bawahnya adalah metil salisilat, asam salisilat dan air. Hasil atas D -2.1 dipompakan ke UPL dengan pompa (L -1.7) sedangkan hasil bawah D-2.1 yang merupakan produk disimpan dalam tangki penyimpanan (F-2.2) setelah didinginkan pada *cooler* (E-2.1). Pada D-2.2 terjadi pemisahan metil salisilat, metanol,

asam salisilat, asam sulfat dan air yang berasal dari hasil bawah tangki pencuci (D-1). Hasil atas D-2.2 berupa metanol dan air *directly* kembali kedalam reaktor, sedangkan hasil bawahnya adalah metil salisilat, asam salisilat, metanol, asam sulfat dan air dipompakan menuju menara distilasi 03 (D-2.3).

Pada D-2.3 terjadi pemisahan metil salisilat asam salisilat, metanol, asam sulfat dan air. Hasil atas D -2.3 yang berupa metil salisilat, asam salisilat, metanol dan air dibuang ke UPL dengan pompa (L -1.11) sedangkan hasil bawah D-2.3 yang berupa asam salisilat dan asam sulfat *directly* kembali ke mixer (M -1) setelah didinginkan pada *cooler* 02 (E-2.2).

IV. Kesimpulan

Pabrik metil salisilat dari asam salisilat dan metanol dengan proses esterifikasi kapasitas 15.000 ton/tahun digolongkan pabrik beresiko rendah, karena suplai bahan baku mudah di dapatkan dan kondisi operasi pada kondisi atmosferis (tekanan 1 atm dan suhu 63°C).

Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Pabrik direncanakan berproduksi selama 330 hari per tahun dengan jumlah karyawan 177 orang
2. Modal tetap sebesar Rp 451.458.788.687,65 per tahun.
3. Modal kerja sebesar Rp74.082.555.118,53 per tahun.
4. Setelah dipotong pajak keuntungan mencapai Rp77.331.868.679,06 per tahun.
5. *Percent return on investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 26,72 % dan sesudah pajak sebesar 18,71 %.
6. *Pay out time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,723 tahun dan setelah pajak 3,484 tahun.
7. *Break even point* (BEP) sebesar 53,70 %
8. *Shut down point* (SDP) sebesar 32,66 %
9. *Discounted cash flow* (DCF) sebesar 36,39 %

Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, POT, BEP, SDP dan DCF untuk

pabrik beresiko rendah perhitungannya memenuhi standar, sehingga pabrik metil salisilat ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, 2009, "Pengolahan Air Umpan Boiler", aplikasiteknikkimia.blogspot.com /2009/04/pengolahan-air-umpan-boiler-html, diakses pada tanggal 29 september 2012 pukul 15.00 WIB.
- Aris, R, S, and Newton, R.D, 1955, "Chemical Engineering Cost Estimation", Mc Graw Book Company, New York.
- Austin, G.T., 1984, *Sheve's Chemical Engineering Cost Estimaionering*, Mc Graw Hill, New York
- Biro Pusat Statistik, *Statistik Perdagangan Luar Negri Indonesia, Import Menurut Jenis Barang bdan Negara Asal*, Jakarta
- Brown, G.G., 1950, *Unit Operation*, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, *Proses EuiPMENT Design*, John Wiley, and Sons, Inc, New York
- Chandavas, Chiya, 1977, *Pervaporation-assied Esterufication of Salicylic Acid*, Sirkar, Kamalesh K., Baltzis, Brasil
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vpl. 6, Pergamon Press, Oxford
- Groggins, P.H., 1958, *unit Process in Organic Synthesis*, 5th edition, John Wiley and sons, New York
- Harriot. P, Mc Cabe. W.L. Smith. JC, 1993, *Unit Operation of Chemical Engineering*, fifth edition, Mc Graw Hill, New York
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc-Graw Hill International Book Company Inc., New York
- Kirk, R.E, and Othmer, D.F., 1979, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd wd., vol 15-20, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York
- Krisna, 2009, " *Struktur Organisasi* ", <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/10/strukturorganisasi/>. diakses pada tanggal 1 Oktober 2012 pukul 10.30 WIB.

- Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., Jhon Wiley and Sons, Inc., Toronto
- Mc Ketta, J.J. and Cunningham, W.A., 1977, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Vol 5, Marcel Decker inc., New York
- Perry R.H. and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineering Handbook*, 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York
- Petters, M.S. and Timmerhouse, K.D., 2003, *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*, 5th ed., McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- Rase, H.F. and Holmes, J.R., *Chemical Reactor Design for Process Plant*, Volume One : Principles and Techniques, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Sjahdeini, S.R., 2005, “ *Tugas Wewenang dan Tanggung Jawab Direksi dan Komisaris* “ , Jakarta.
- Smith, J.M. and Vannes, H.C., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 4th ed., McGraw-Hill Book co., New York
- Turner, F., 1958, *The Condensate Chemical Dictionary*, 4th Ed., Reinhold Publishing Corp., New York
- Yaws, 1979, *Thermodynamics and Psychal Properties Data*, McGraw-Hill Book Co., Singapore