



**PRA RANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM
SALISILAT DAN METANOL DENGAN PROSES
ESTERIFIKASI KAPASITAS PRODUKSI 4.000 TON / TAHUN**

Skripsi

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Kimia (S1)

Oleh

Riky Febrianto Putra (191910401013)

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2023



**PRA RANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM
SALISILAT DAN METANOL DENGAN PROSES
ESTERIFIKASI KAPASITAS PRODUKSI 4.000 TON / TAHUN**

Skripsi

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Kimia (S1)

Oleh

Riky Febrianto Putra (191910401013)

Muhammad Iqbal Samudra (191910401096)

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2023

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir dengan judul Pra-Rancangan Pabrik Pabrik Metil Salisilat Dari Asam Salisilat Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Kapasitas Produksi 4.000 Ton / Tahun ini Saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan kehidupan dan kasih sayang yang tak pernah berhenti mendoakan anak-anaknya;
2. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph. D. IPM selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Jember ;
3. Ibu Helda Wika Amini, S. Si., M. Si., M. Sc. Selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Ir. Meta Fitri Rizkiana, S. T., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota ; dengan segenap perhatian membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Ibu Ir. Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M. T. selaku Dosen Penguji Utama dan Ibu Zuhriah Mumtazah, S. Si., M. Si. Selaku Dosen Penguji Anggota yang segenap waktunya untuk mengoreksi dan mengevaluasi serta memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan wawasan dan ilmu yang sangat bermanfaat
6. Keluarga Besar Mahadipa Fakultas Teknik yang memberikan rumah kedua di tanah rantau;
7. Teman-teman yang mensupport dalam kondisi apapun baik dalam keadaan sadar ataupun tidak sadar;

MOTTO

”Hanya tersisa pohon kuat selepas badai menerjang”

Orang Bijak

”Lebih baik menyalakan lilin daripada mengutuk kegelapan”

Mahadipa

”If its meant to be, then it will be”

Tani

”Apapun kampusmu, itu adalah kampusmu. Tetap yang terbaik. Orang-orang harus tahu, semuanya adalah romantisme, sisanya adalah perjuangan”

Pidi Baiq

”Apa gunannya ilmu kalau tidak memperluas jiwa seseorang sehingga berlaku hanya seperti samudera yang menampung sampah-sampah”

Emha Ainun Nadjib

PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ricky Febrianto Putra

Nim : 191910401013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul “*Pra-Rancangan Pabrik Pabrik Metil Salisilat Dari Asam Salisilat Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Kapasitas Produksi 4.000 Ton / Tahun*” adalah benar- benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, serta belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya selaku penulis bertanggung jawab sepenuhnya atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar

Jember, 20 Januari 2024

Yang menyatakan,

Ricky Febrianto Putra

NIM. 191910401013

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Pra-Rancangan Pabrik Pabrik Metil Salisilat Dari Asam Salisilat Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Kapasitas Produksi 4.000 Ton / Tahun* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 29 Desember 2023
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

Pembimbing Utama Tanda Tangan
Nama : Helda Wika Amini, S. Si., M. Si., M. Sc. (.....)
NRP : 760017111

Pembimbing Anggota Tanda Tangan
Nama : Ir. Meta Fitri Rizkiana, S. T., M. Sc. (.....)
NRP : 760018071

Penguji

Penguji Utama Tanda Tangan
Nama : Ir. Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M. T. (.....)
NRP : 199412212019032018

Penguji Anggota Tanda Tangan
Nama : Ibu Zuhriah Mumtazah, S. Si., M. Si. (.....)
NRP : 199311022022032014

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Perancangan Pabrik Kimia dengan Judul “Pra-Rancangan Pabrik Pabrik Metil Salisilat Dari Asam Salisilat Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Kapasitas Produksi 4.000 Ton / Tahun”. Tentunya dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa kerana limpahaan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan kehidupan dan kasih sayang yang tak pernah berhenti mendoakan anak-anaknya;
3. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph. D. IPM selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Jember. Ibu Helda Wika Amini, S. Si., M. Si., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Ir. Meta Fitri Rizkiana, S. T., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota; dengan segenap perhatian membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Ibu Ir. Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M. T. selaku Dosen Penguji Utama dan Ibu Zuhriah Mumtazah, S. Si., M. Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang segenap waktunya untuk mengoreksi dan mengevaluasi serta memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan wawasan dan ilmu yang sangat bermanfaat;
6. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Jember, 20 Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

As industry develops in Indonesia, the need for methyl salicylate will continue to increase to meet industrial material needs. The need for methyl salicylate in Indonesia still relies on imports, so it would be very appropriate for Indonesia to set up a methyl salicylate factory. The methyl salicylate plant uses an esterification process with raw materials of methanol of 921.8755 kg/hour and salicylic acid of 496.738 kg/hour and the addition of a catalyst in the form of tin oxide IV designed with a capacity of 4,000 tons/year and an operating time of 330 days per year. The production process is divided into three stages, namely mixing raw materials, reaction stages and purification stages. The methyl salicylate production process is under operating conditions at a temperature of 150°C with an overall pressure of 1 atm. This methyl salicylate factory will be established in Bontang District, Bontang Regency, East Kalimantan Province with an estimated start of operation in 2028. Based on the results of the economic analysis evaluation, it can be concluded that the establishment of a methyl salicylate factory is feasible with details of an Annual Cash Flow (ACF) of 24.87%, Pay Out Time (POT) of 4 years, Rate of Return (ROR) of 15.87% and Break Event Point (BEP) of 48.17%.

Keywords: Methyl salicylate, Methanol, Salicylic Acid, Esterification

RINGKASAN

Seiring perkembangan industri di Indonesia kebutuhan metil salisilat akan terus bertambah untuk memenuhi kebutuhan bahan industri. Kebutuhan metil salisilat di Indonesia masih mengandalkan impor untuk itu sangat tepat apabila Indonesia mendirikan pabrik metil salisilat. Pabrik metil salisilat menggunakan proses esterifikasi dengan bahan baku metanol sebesar 921,8755 kg/jam dan asam salisilat sebesar 496,738 kg/jam serta penambahan katalis berupa timah oksida iv dirancang dengan kapasitas 4.000 ton/tahun dan waktu operasi 330 hari per tahun. Proses produksi terbagi tiga tahapan yaitu pencampuran bahan baku, tahapan reaksi dan tahapan pemurnian. Proses produksi metil salisilat dalam kondisi operasi suhu 150°C dengan keseluruhan dalam kondisi tekanan 1 atm. Pabrik metil salisilat ini akan berdiri di Kecamatan Bontang, Kabupaten Bontang, Provinsi Kalimantan Timur dengan estimasi mulai beroperasi pada tahun 2028. Berdasarkan hasil evaluasi analisa ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik metil salisilat layak didirikan dengan rincian *Annual Cash Flow (ACF)* sebesar 24,87%, *Pay Out Time (POT)* sebesar 4 tahun, *Rate of Return (ROR)* sebesar 15,87% dan *Break Event Point (BEP)* sebesar 48,17%.

Kata Kunci : Metil salisilat, Metanol, Asam Salisilat, Esterifikasi

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
PERNYATAAN ORISINILITAS.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
ABSTRAK.....	viii
RINGKASAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan.....	2
BAB 2 PERENCANAAN PABRIK.....	4
2.1 Pemilihan Kapasitas.....	4
2.2 Pemilihan Proses.....	5
2.2.1 Esterifikasi.....	5
2.2.2 Sintetis Mikrowave.....	6
2.2.3 Ekstraksi Bahan Tanaman.....	7
2.2.4 Seleksi Proses.....	7
2.3 Uraian Proses Produksi.....	8
1. Tahapan Persiapan Bahan Baku.....	10
2. Tahapan Reaksi.....	10
3. Tahap Pemurnian Campuran.....	11
2.4 Spesifikasi Bahan Baku.....	15
2.4.1 Metanol.....	15
2.4.2 Asam Salisilat.....	15
2.4.3 Timah IV Oksida.....	16
2.4.4 Metil Salisilat.....	16
2.4.5 Epoksi Bisfenol A.....	16
2.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik.....	17

2.5.1	Lokasi Pabrik	17
2.5.2	Bahan Baku	17
2.5.3	Transportasi	18
2.5.4	Utilitas	19
2.5.5	Tata Letak Pabrik	19
BAB 3 NERACA MASSA DAN ENERGI		21
3.1	Neraca Massa	21
3.2	Neraca Energi	21
BAB 4 SPESIFIKASI ALAT		22
4.1	<i>Storage Asam Salisilat</i>	22
4.2	<i>Belt Conveyor</i>	22
4.3	<i>Buckhet Elevator</i>	23
4.4	<i>Storage Metanol</i>	23
4.5	<i>Storage Metil Salisilat</i>	24
4.6	<i>Mixing Tank</i>	24
4.7	Pompa	25
4.8	Reaktor	26
4.9	<i>Heater</i> dan Reboiler	28
4.10	<i>Cooler</i> dan Kondensor	29
4.11	Destilasi	30
4.12	Akumulator	30
BAB 5 EVALUASI EKONOMI		32
5.1	Modal	32
5.2	Ongkosan Produksi	37
5.3	Keuntungan	38
5.4	Lama Waktu Pengembalian	39
5.5	Laju Pengembalian Modal	41
5.6	<i>Break Event Point</i>	41
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		43
6.1	Kesimpulan	43
6.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi esterifikasi menggunakan katalis.....	6
Gambar 2.2 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	17
Gambar 2.3 letak lokasi pabrik dan pabrik metanol.....	18
Gambar 2.4 Lokasi Bandara disekitar Berdirinya Pabrik.....	18
Gambar 2.5 Lokasi Pelabuhan di Sekitar Berdirinya Pabrik.....	19
Gambar 2.6 Tata Letak Pabrik Metil Salisilat.....	19
Gambar 5.2 Grafik Indeks Harga.....	33
Gambar 5.3 Grafik <i>Break Event Point</i> pada Pabrik Metil Salisilat.....	42



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data pertumbuhan impor dan ekspor metil salisilat.....	4
Tabel 2.3 Selektifitas proses metil salisilat	7
Tabel 2.4 Perbandingan penggunaan katalis pada proses esterifikasi	9
Tabel 2.5 Keterangan Tata Letak Pabrik Metil Salisilat	20
Tabel 3.1 Neraca Massa Pabrik Metil Salisilat	21
Tabel 3.2 Neraca Energi Pabrik Metil Salisilat	21
Tabel 4.1 Spesifikasi Storage Asam Salisilat	22
Tabel 4.3 Spesifikasi Belt Conveyor	22
Tabel 4.4 Spesifikasi Buckhet Elevator.....	23
Tabel 4.5 Spesifikasi Storage Metanol.....	23
Tabel 4.6 Spesifikasi Storage Metil Salisilat.....	24
Tabel 4.7 Spesifikasi Mixing Tank	24
Tabel 4.8 Spesifikasi Pompa	25
Tabel 4.9 Spesifikasi Reaktor.....	26
Tabel 4.10 Spesifikasi Heater dan Reboiler	28
Tabel 4.11 Spesifikasi Cooler dan Kondensor	29
Tabel 4.12 Spesifikasi Destilasi	30
Tabel 4.13 Spesifikasi Akumulator	30
Tabel 5.1 Indeks Harga.....	32
Tabel 5.3 Daftar Harga Alat.....	33
Tabel 5.4 Perhitungan Kebutuhan Bahan Baku	34
Tabel 5.5 Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar	35
Tabel 5.6 Total Perhitungan Luas Tanah dan Bangunan	35
Tabel 5.7 Total Penjualan Produk	38
Tabel 5.8 Waktu Pengembalian Modal	40
Tabel 6.1 Kelayakan Pabrik Metil Salisilat.....	43

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia negara berkembang dengan meningkatkan pada sektor industri, salah satunya adalah industri kimia. Industri kimia di Indonesia memiliki kontribusi yang signifikan karena mampu menyerap modal yang besar, menciptakan lapangan kerja, dan menghasilkan nilai tambah (Kusnarjo, 2010). Keterkaitan antara sektor industri dan ekonomi seharusnya dapat mengurangi impor dan berorientasi pada ekspor dengan pemenuhan kebutuhan dalam negeri terlebih dahulu. Saat ini industri kimia masih banyak bergantung pada bahan impor negara lain yang menyumbang defisit cukup besar pada neraca perdagangan salah satunya adalah metil salisilat.

Seiring perkembangan industri di Indonesia kebutuhan metil salisilat akan terus bertambah untuk memenuhi kebutuhan bahan industri. Kebutuhan metil salisilat di Indonesia masih mengandalkan impor untuk itu sangat tepat apabila Indonesia mendirikan pabrik metil salisilat (Kusnarjo, 2010). Selain itu pendirian pabrik metil salisilat untuk memenuhi kebutuhan metil salisilat di dalam negeri maupun luar negeri.

Metil salisilat merupakan senyawa aromatik yang berwarna kuning agak terang dan merupakan bentuk metil ester dari asam salisilat yang memiliki sifat mudah menguap (Gondor, 2022). Metil salisilat dapat terbuat pada proses esterifikasi, esterifikasi dengan memanfaatkan *microwave heating* dan ekstraksi. Metil salisilat dapat dibuat secara sintesis dengan proses esterifikasi antara metanol dengan asam salisilat menggunakan bantuan katalis (khan, 2021). Katalis tidak mempengaruhi kesetimbangan reaksi, tetapi meningkatkan laju reaksi esterifikasi. Untuk reaksi pembentukan ester merupakan reaksi yang berjalan lambat, maka dengan penambahan asam kuat dan timah sebagai katalis digunakan untuk meningkatkan kecepatan reaksi (Priambodo, 2019). Penggunaan katalis asam maupun basa terdapat banyak permasalahan sehingga reaksi tidak berjalan maksimal seperti pada pembentukan produk dilakukan pencucian dengan air terlebih dahulu sehingga cenderung mengalami kerugian seperti kehilangan larutan reaksi, kebutuhan pengolahan pembuangan untuk air cucian limbah, dan katalis tidak dapat digunakan kembali (Uehara, 2006).

Peluang investasi yang besar dan profitabilitas yang cukup tinggi menjadikan industri metil salisilat di Indonesia menjadi industri yang menjanjikan terutama dapat digunakan pada industri farmasi yang digunakan untuk meringankan penyakit otot, rematik dan sakit kepala. Pada industri parfum dan kosmetik metil salisilat dapat digunakan untuk pemberi aroma dan adiktif pada pembuatan pasta gigi dan kosmetik (Lee, 2021). Metil salisilat menjadi pengobatan dalam tumbuhan dan juga dengan pembuatan insektisida sebagai pembunuh hama. Manfaat lain dari metil salisilat digunakan sebagai anti plak (obat kumur), formula keratolik, bahan perasa dengan kadar anti plak, bahan pewangian pada pestisida golongan organofosfat dan digunakan untuk memperjelas warna dari jaringan tanaman atau binatang sebagai keperluan imunohistokimia (Aguria, 2020). Industri - industri tersebut berkembang pesat dalam pasar Indonesia sehingga pembuatan pabrik metil salisilat sebagai pensuplai bahan baku industri yang membutuhkan metil salisilat perlu untuk didirikan.

Mempertimbangkan dari beberapa aspek seperti kebutuhan metil salisilat di industri yang terus mengalami peningkatan dari setiap tahunnya, bahan baku yang tersedia, menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat yang dapat menurunkan angka pengangguran serta meningkatkan sumber daya manusia khususnya pribumi, menyumbang defisit yang besar pada neraca perdagangan. Selain itu, produksi metil salisilat di Indonesia masih belum ada. Maka sangat memungkinkan untuk mendirikan pabrik metil salisilat di Indonesia. Pendirian pabrik tetap memperhatikan kelestarian alam dan berwawasan lingkungan dengan sadar kawasan yang tidak merusak ekosistem.

1.2 Sejarah dan Perkembangan

Sejarah salisilat ditemukan pada tahun 1500 SM ketika bubuk daun myrtle kering yang tercatat dalam literatur medis paling kuno. Bangsa Asyur menggunakan ekstrak daun *willow* untuk pengobatan pada nyeri pembuluh darah dan otot yang ditemukan pada abad ke-5 SM yang ditemukan oleh dokter Hippocrates dari Yunani Kuno. Pada tahun 1763 Edward Stone dengan mengesktrak kulit pohon *willow* yang mengandung asam salisilat yang masih belum banyak digunakan karena rasa pahitnya dan ketidakstabilan kimia (Mao, 2014).

Pada tahun 1874 Amerika Serikat memproduksi asam salisilat secara komersial di dunia. Seiring perkembangan zaman metil salisilat mulai ditemukan dan pertama kali diproduksi dari asam salisilat dan metanol (alkohol kayu). Metil salisilat pertama kali diproduksi dalam skala komersial pada tahun 1886 oleh Schimmel di Leipzig dan dipasarkan sebagai minyak wangi *Wintergreen*. Metil salisilat terbukti sebagai ester yang sangat mudah disipkan dan disintesiskan oleh produsen asam salisilat dan dijual di pasar terbuka (Clark, 1999).

Metil salisilat mulai berkembang di dunia dan telah ditawarkan oleh sebageian besar rumah tangga sebagai wewangian selama bertahun-tahun. Kemudahan dalam produksi metil salisilat menjadikan target utama bagi produsen asam salisilat yang ingin meningkatkan rantai nilai tambah. Diperlukan untuk esterifikasi berlimpah dan kapasitas industri untuk mempercepat perkembangan dari industri wewangian dan perasa berubah menjadi industri kimia yang dimulai pada tahun 1920 dengan negara produsen Amerika Serikat, Meksiko, India, dan Prancis (Clark, 1999).

BAB 2 PERENCANAAN PABRIK

2.1 Pemilihan Kapasitas

Dalam merancang suatu pabrik penentuan kapasitas produksi merupakan komponen penting yang harus diperhitungkan. Penentuan kapasitas produksi harus mempertimbangkan berbagai aspek yaitu permintaan pasar, ekspor, impor, produksi produk dalam negeri, nilai konsumsi dan ketersediaan bahan baku. Perhitungan kapasitas produksi membutuhkan persentase pertumbuhan rata-rata tiap tahun dari masing-masing sektor ekspor, impor, produksi dan konsumsi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Kusnarjo, 2010).

Tabel 2.1 Data pertumbuhan impor dan ekspor metil salisilat

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan (%)	Ekspor (ton)	Pertumbuhan (%)
2018	2.764,802	-	-	-
2019	2.549,028	-7,80%	-	-
2020	2.531,370	-0,69%	9.551,3	-
2021	3.155,931	24,67%	7.731	-19%
2022	2.291,044	-27,41%	-	-
Rata-rata		-2,81%		-19%

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2028. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data nilai impor dari tahun 2018 sampai 2022, sehingga perkiraan penggunaan metil salisilat pada tahun 2028 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$m5 = I(1 + i)^n$$

$$\begin{aligned} m5 &= P(1 + i)^n \\ &= 2291,04(1 + (-2,81\%))^6 \\ &= 1.931,23 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Ekspor

$$M4 = I(1 + i)^n$$

Dimana:

$$\begin{aligned} m_4 &= P(1 + i)^n \\ &= 7.731(1 + (-19\%))^6 \\ &= 2.174,08 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Nilai impor pada tahun 2027 yaitu sebesar 1.931,23 ton/ tahun dan nilai ekspor sebesar 2.174,08 ton/tahun. Perhitungan kapasitas pabrik metil salisilat dengan pertimbangan sebagai berikut

- Pabrik berdiri sehingga impor diberhentikan, maka nilai konsumsi ($m_1 = 0$)
- Karena di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi, maka kapasitas pabrik lama ($m_2=0$)
- Dari hasil perhitungan perkiraan ekspor pada tahun 2028 sebesar 2.174,03
- Dari hasil perhitungan perkiraan impor pada tahun 2028 sebesar 1.931,23 ton

Maka didapatkan rumus peluang kapasitas pabrik baru sebagai berikut:

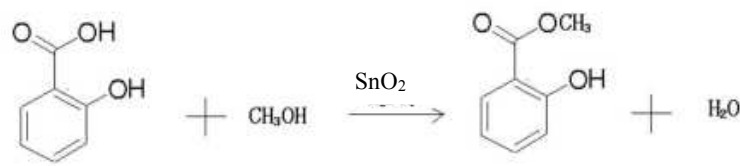
$$\begin{aligned} m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ m_3 &= (2.174,03 + 1.931,23) - (0 - 0) \\ m_3 &= 4.105,26 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Pabrik metil salisilat di Indonesia masih belum terdapat sehingga untuk mengurangi nilai impor pada penggunaan metil salisilat dan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku metil salisilat di Indonesia. Selain itu, peluang pemasaran produk metil salisilat ini masih sedikit. Sehingga dari hasil perhitungan diatas, maka didapatkan kapasitas pabrik metil salisilat sebesar 4.000 ton/tahun yang akan didirikan pada tahun 2028.

2.2 Pemilihan Proses

2.2.1 Esterifikasi

Esterifikasi merupakan reaksi signifikan dalam sintesis organik yang ditemukan dalam senyawa organik alami maupun sintetik (khan, 2021). Contoh utama produk pada proses esterifikasi seperti etil asetat dan metil salisilat (Petibon, 2015). Reaksi esterifikasi membuat proses pemanasan campuran asam sulfat dan sejumlah alkohol yang sesuai dengan adanya katalis sehingga reaksi terbentuk sebagai berikut:



Gambar 2.1 Reaksi esterifikasi menggunakan katalis (Pharmaceutical, 2010).

Reaksi tersebut dibatasi oleh laju reaksi yang lambat karena konversi keseluruhan yang rendah karena pembentukan kestimbangan termodinamika. (Schmid, 2007). Reaksi yang berjalan lambat dikarenakan asam yang rendah maka diperlukan sebuah katalis organik atau anorganik untuk membantu mempercepat reaksi dan menghasilkan beragam kumpulan ester. Kemampuan reaksi tersebut bekerja di bawah kondisi netral dengan mempertahankan berbagai jenis fungsi peka asam dan basa yang tetap dipertahankan. Akan tetapi dalam proses esterifikasi menggunakan katalis membutuhkan biaya yang besar (Rezaei, 2007). Untuk menghemat biaya yang dikeluarkan terdapat metode non-katalitik dalam esterifikasi yang biasa disebut dengan proses termal. Dalam proses esterifikasi termal non-katalitik menggunakan alkohol yang dipanaskan atau dalam keadaan subkritis yang dimana alkohol dipanaskan untuk menghasilkan reaktivitas cepat antara komponen reaksi pada suhu tinggi (Tan, 2011).

Proses esterifikasi mereaksikan asam salisilat dan metanol dengan timah sebagai katalis terjadi pada suhu 140°C selama 2 jam menghasilkan produk dalam reactor tanpa perlu proses pencucian dan langsung dialirkan ke kolom destilasi vakum dan katalis dapat digunakan berulang.

2.2.2 Sintetis Mikrowave

Proses pembuatan metil salisilat dengan proses sintesis mikrowave terjadi di dalam reaktor mikrowave dengan rasio molar antara asam salisilat dan metanol 1: 5. Asam salisilat dan metanol diaduk sampai homogen secara perlahan dan ditambahkan minyak vitrol. Larutan homogen tersebut dimasukkan kedalam reaktor gelombang mikro. Kekuatan daya gelombang mikrowave antara 130 – 300 watt untuk skala laboratorium. Reaksi ini berlangsung selama 10 sampai 40 menit dengan produk keluar reaktor dialirkan ke kolom destilasi. Produk atas berupa uap metanol dikondensasi dan produk bawah berupa metil salisilat yang masih mengandung minyak dan dilakukan pencucian dengan penambahan natrium

karbonat lalu dialirkan ke separator. Metil Salisilat yang keluar dari separator dialirkan ke kolom destilasi vaccum dengan produk atas berupa metil salisilat (Liqing , 2008).

2.2.3 Ekstraksi Bahan Tanaman

Metil salisilat terdapat pada tanaman seperti gandapura, sedap malam, cengkeh, daun suji, teh, dan daun akasia yang dapat diperoleh dengan proses ekstraksi (Chavda, 2013). Dalam proses ekstraksi menggunakan tanaman bagian daun seperti daun suji, sedap malam, dan daun akasia tersebut direndam selama 24 jam. Setelah direndam daun-daun tersebut dikeringkan hingga seperti lembaran-lembaran daging buah. Proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol dan asam asetat dengan suhu ekstraksi 85⁰C dengan tekanan 1 atm selama 6-8 jam. Metil salisilat diperoleh dengan destilasi dengan suhu 200⁰C (Dong, 2016).

2.2.4 Seleksi Proses

Untuk mendapatkan proses yang lebih baik diperlukan sebuah penyeleksian macam-macam proses yang digunakan dalam pembuatan metil salisilat. Berikut ini tabel dibawah penyelesaian dalam pemilihan proses sebagai berikut:

Tabel 2.2 Selektifitas proses metil salisilat

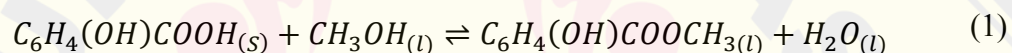
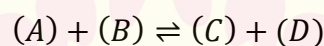
Parameter	Esterifikasi	Mikrowave	Ekstraksi Tanaman
1 Aspek Teknis			
Bahan baku	$C_7H_6O_3,$ CH_3OH	$C_7H_6O_3,$ CH_3OH	Tanaman CH_3OH
Kondisi operasi:			
Katalis	SnO ₂	-	-
Waktu	3 jam	10-40menit	6-8 jam
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Suhu	90 ⁰ C	120 ⁰ C	95 ⁰ C
Daya	-	130 watt	-
Yield	92,3%	72%	23%

Dengan melihat tabel 2.4 selektifitas proses diatas, maka perancangan pabrik metil salisilat ini dipilih proses esterifikasi dengan pertimbangan berikut

1. Ketersediaan bahan baku asam salisilat maupun metanol lebih banyak dan mudah didapatkan dibandingkan dengan ketersediaan tanaman yang mengandung asam salisilat dengan bergantung pada musim dan cuaca
2. Satu siklus produksi berlangsung relatif lebih singkat pada proses ekstraksi. Pada proses ekstraksi secara *batch* berlangsung selama 6-8 jam sedangkan pada proses esterifikasi secara kontinyu berlangsung selama 3 jam. Pada proses *synthetic microwave* lebih cepat akan tetapi proses tersebut dalam skala laboratorium, daya tinggi dan membutuhkan biaya yang tinggi.
3. Suhu pada proses esterifikasi lebih rendah dari pada proses ekstraksi.

2.3 Uraian Proses Produksi

Proses pembuatan metil salisilat menggunakan bahan baku asam salisilat dengan tingkat kemurnian 99% dan metanol sebesar 99,85% dengan reaksi endotermis. Reaksi esterifikasi dengan skema sebagai berikut



Dimana C adalah produk ester yang diinginkan dan D adalah produk samping air. Secara alami jenis ini reaksi kesetimbangan terbatas, reaktor batch konvensional akan beroperasi pada konversi rendah untuk produk C. Kondisi operasi reaksi tersebut menghasilkan produk dengan konversi 92,3% setelah 3 jam pada keadaan tekanan 1 atm dan suhu 150°C dengan penggunaan katalis berupa timah dan dengan menggunakan rasio molar metanol : asam salisilat sebesar 8:1 serta berat katalis sebesar 3% dengan suhu 150 °C menghasilkan metil salisilat sebesar 81,41% setelah 2 jam bereaksi (Silva, 2013). Reaksi esterifikasi antara metanol dan asam salisilat melibatkan kestimbangan yang dapat balik (*reversible*) membuat reaksi tersebut tidak sempurna. Agar reaksi tersebut dapat beroperasi secara maksimal, maka kesetimbangan digeser kearah pembentukan produk dengan salah satu reaktan yaitu metanol dibuat pada kondisi berlebih dengan perbandingan 8:1 (Schmid, 2007). Reaksi tersebut menghasilkan entalpi bernilai positif sehingga reaksi esterifikasi antara metanol dan asam salisilat bersifat endotermis yang akan mengakibatkan penurunan suhu. Berdasarkan teori kesetimbangan kenaikan suhu akan menyebabkan peningkatan konversi sehingga untuk mempertahankan suhu

agar tetap konstan dan mendapatkan konversi yang diinginkan, maka reaktor dioperasikan pada kondisi isothermal dengan menggunakan jaket pemanas.

Untuk mempercepat suatu reaksi dibutuhkan suatu katalis berupa timah dikarenakan proses untuk memproduksi metil salisilat dengan mentransesterifikasi asam salisilat dengan alkohol memiliki sedikitnya satu atom karbon yang terletak berdekatan dengan atom karbon metanol dan memiliki satu atau lebih hidrogen terikat oleh katalis timah. Penggunaan katalis timah dapat digunakan berulang kali sehingga dapat berguna dalam industri dengan hasil yang tinggi dan reaksi prosesnya bebas dari pengendapan padatan dalam residu destilasi setelah reaksi. Jumlah katalis timah yang digunakan tidak dibatasi secara khusus dan biasanya digunakan sebesar kurang dari 3% dari berat bahan baku (Ohno, 2006). Waktu penggunaan katalis timah sendiri juga tidak dibatasi secara khusus baik digunakan sebelum dimulainya reaksi esterifikasi atau dapat ditambahkan pada tahap opsional dari inisiasi sampai tahap akhir. Akan tetapi katalis digunakan sebelum reaksi esterifikasi antara asam salisilat dengan metanol untuk meningkatkan aktivitas katalis dari awal. Berikut ini tabel perbandingan penggunaan katalis homogen dan heterogen dalam proses esterifikasi.

Tabel 2.3 Perbandingan penggunaan katalis pada proses esterifikasi (Silva, 2013)

Faktor	Katalis Heterogen	Katalis Homogen
Dapat digunakan kembali	Mudah	Tidak dapat digunakan Kembali
Pemulihan	Mudah	Tidak dapat dipulihkan Kembali
Suhu reaksi	Suhu tinggi dapat digunakan pada reaksi yang terjadi di bawah tekanan tinggi	Dibatasi oleh titik didih alkohol
Sifat Korosif	Tidak korosif	Sangat mudah korosif

Masalah lingkungan	Lebih sedikit masalah	Limbah yang
	pembuangan limbah	dihasilkan besar
Kepekaan air	Katalis tercuci	Lebih tahan air

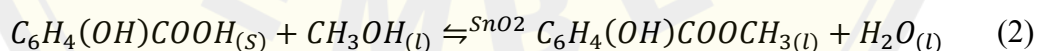
Dalam pembuatan metil salisilat menggunakan proses esterifikasi dengan tahapan – tahapan proses sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan Bahan Baku

Pada tahapan persiapan bahan baku utama berupa asam salisilat dengan kandungan 99% dari storage asam salisilat (F-111). Penyimpanan dalam storage untuk menyiapkan bahan baku sebelum direaksikan. Kemudian asam salisilat diangkut menggunakan *belt conveyor* (J-112) yang ditujukan ke *bucket elevator* (J-113). Kemudian bahan baku menuju *mixing tank* (M-116). Dalam storage metanol (F-114) dengan kandungan 99,85% dialirkan menggunakan pompa (L-115) yang menuju *mixing tank* (M-116) yang bertujuan untuk metanol dan asam salisilat dapat tercampur secara homogen dan dilarutkan terlebih dahulu.

2. Tahapan Reaksi

Dalam alat *mixing tank* terjadi proses asam salisilat dan metanol tercampur secara homogen yang kemudian menghasilkan sebuah produk dalam *mixing tank* (M-116). Produk dalam *mixing tank* (M-116) tersebut kemudian pompa (L-117) mengalirkan produk tersebut yang dilewatkan *heater* (E-118) untuk menaikkan suhu dari 30⁰ C menjadi 150⁰C, karena pemanasan akan mempengaruhi hasil sintesis metil salisilat dan memberikan persentase hasil yang lebih tinggi. Dan kemudian menuju reaktor (R-211). Pembuatan metil salisilat ini menggunakan katalis timah yang diberikan sebelum mereaksikan asam salisilat dan metanol pada reaktor (R-211). Reaksi antara asam salisilat dan metanol berlangsung selama 2 jam dengan suhu 150⁰C dengan kondisi endotermis atau membutuhkan panas. Reaksi yang terjadi antara asam salisilat dan metanol sebagai berikut:



Reaksi esterifikasi dilakukan dibawah tekanan biasa sampai tekanan tereduksi sekitar 13,3 kPa (100 mmHg). Reaksi dalam reaktor berlangsung dengan memindahkan kembali metanol yang dibebaskan selama reaksi keluar dari sistem reaksi oleh karena itu, penting untuk pemilihan suhu dan tekanan diatur dengan

tepat dipilih dari rentang waktu tersebut mampu menghilangkan alkohol yang lebih rendah dari sistem reaksi. Penggunaan waktu reaksi berjalan sekitar 2 jam sudah mencapai hasil larutan reaksi yang baik. Pada penggunaan katalis timah dapat digunakan kembali berulang kali selama katalis yang terkandung didalamnya mempertahankan aktivitas kataliknya (Uehara, 2006). Dalam penggunaan timah pada katalis digunakan timah (IV) Oksida (SnO_2) dikarenakan dapat digunakan sebagai katalis untuk oksidasi senyawa aromatik dalam proses esterifikasi tersebut. Selain itu penggunaan katalis timah (IV) Oksida (SnO_2) ini dapat menurunkan timbulnya limbah yang mengganggu lingkungan (Silva, 2013). Metanol yang tidak bereaksi di kondensor (E-213) dengan pompa (L-214) kemudian dialirkan menggunakan pompa menuju *mixing tank* (M-116) lagi.

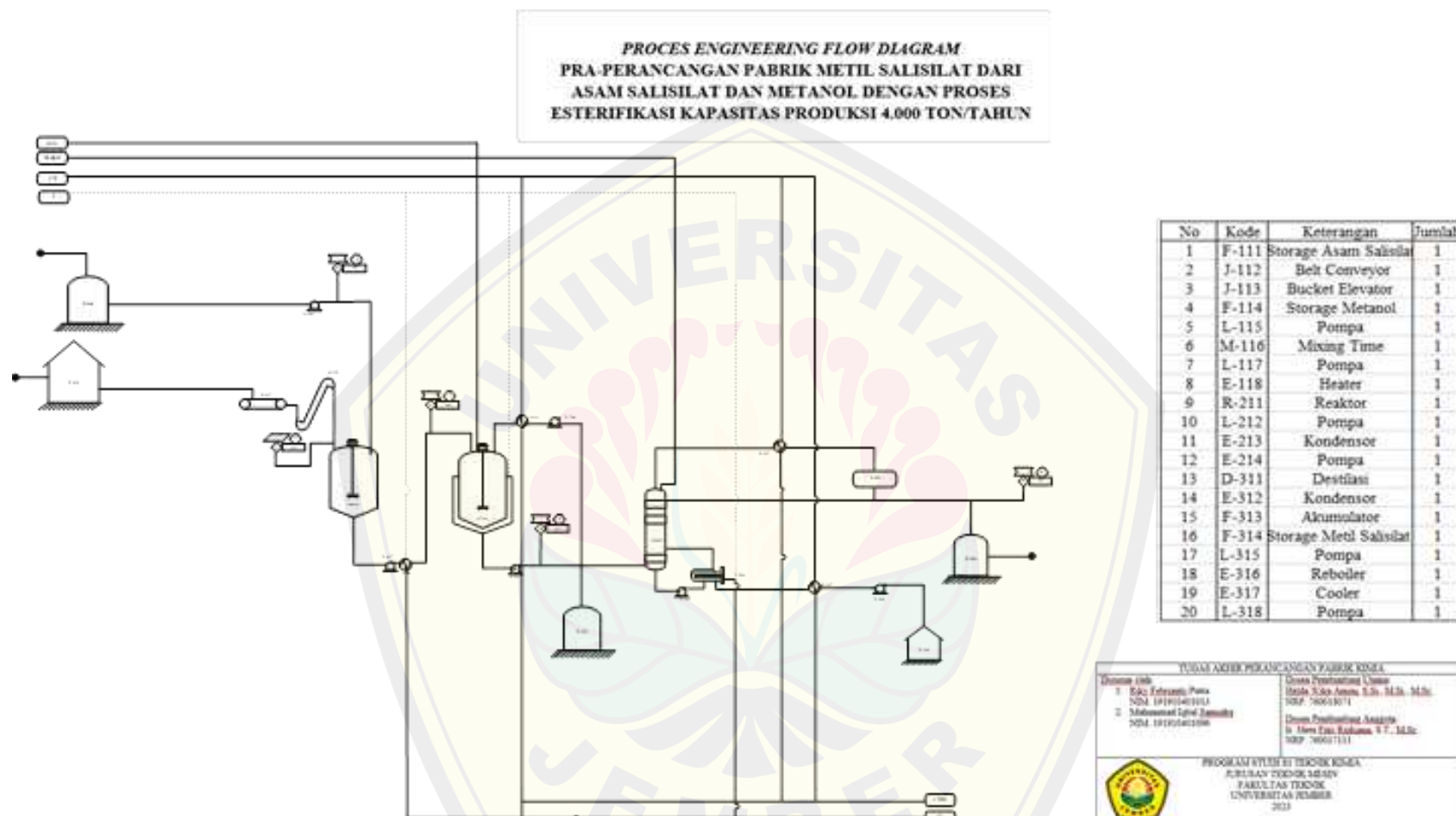
3. Tahap Pemurnian Campuran

Larutan reaksi yang diperoleh dari reaktor (R-211) dipompa (L-212) menuju destilasi (D-311). Asam salisilat yang memiliki titik leleh setinggi sekitar 160°C cenderung mengendap dalam peralatan yang digunakan, misalnya, setelah proses distilasi, sehingga menyebabkan masalah yang tidak diinginkan seperti penurunan efisiensi pendinginan kondensor dan penyumbatan saluran serta beban besar untuk fasilitas pembersihan setelah selesainya produksi. Larutan reaksi diberi senyawa epoksi pada waktu sebelum perlakuan pada destilasi. Senyawa epoksi memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada metil salisilat yang dihasilkan dan efektif menangkap asam salisilat sebagai senyawa yang tidak bereaksi. Senyawa epoksi yang digunakan adalah resin epoksi tipe bisfenol A dengan kondisi cair karena senyawa epoksi yang cair mengandung dua atau lebih gugus epoksi dalam molekul dan mampu dilarutkan secara homogen dalam larutan reaksi yang akan didestilasi. Senyawa epoksi tipe bisfenol A memiliki ekivalen sebesar 150-200 yang lebih mudah menangkap senyawa asam salisilat. Larutan reaksi yang didestilasi tersebut mengandung senyawa basa dan senyawa epoksi mengalami perlakuan destilasi seperti destilasi pada tekanan rendah untuk memperoleh alkohol atau fenol yang tidak bereaksi serta asam salisilat yang tidak bereaksi dan diperoleh metil salisilat sebagai produk akhir (Ohno, 2006).

Kondisi destilasi tidak dibatasi secara khusus dan dapat dilakukan dengan menggunakan jumlah kolom destilasi yang sesuai dengan kondisi masing-masing seperti suhu, derajat vakum dan rasio refluks. Larutan reaksi dikenai perlakuan

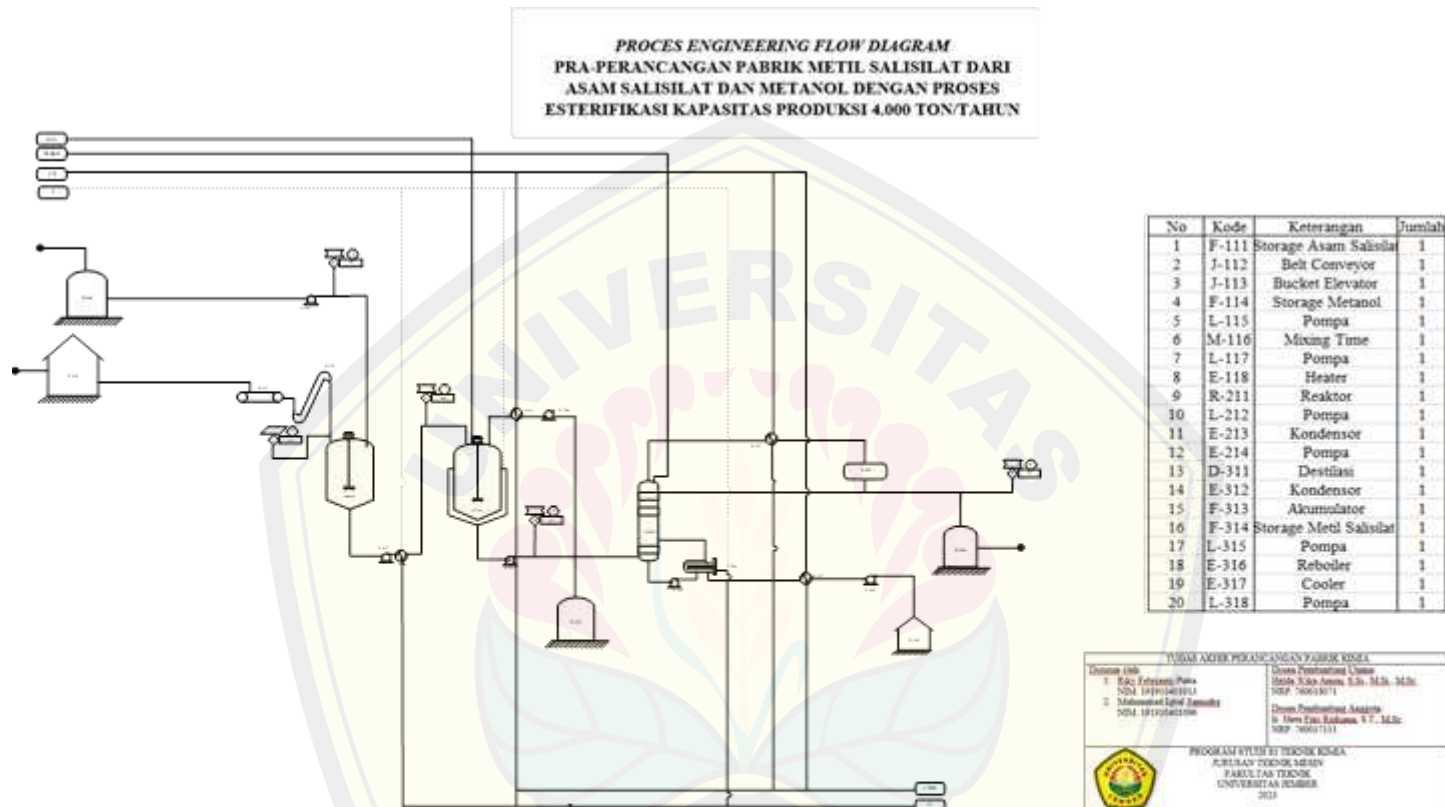
destilasi (D-311) dengan adanya senyawa basa atau senyawa epoksi sebagai zat penangkap untuk menangkap asam salisilat sebagai senyawa tidak bereaksi. Dengan penangkapan asam salisilat dalam proses destilasi pengendapan asam salisilat dalam peralatan yang digunakan dapat dicegah secara efektif. Selain itu masalah seperti pendinginan yang memburuk efisiensi kondensor dapat diatasi. Produk utama metil salisilat menguap sebagai destilat yang kemudian dikondensasi menggunakan kondensor (E-312) yang akan ditampung sementara oleh akumulator (F-313) yang selanjutnya akan ditampung oleh storage produk metil salisilat (F-314). Dan untuk asam salisilat yang tidak bereaksi pada destilasi (D-311) dialirkan dengan pompa (E-315) menuju reboiler (E-316) lalu didinginkan pada *cooler* (E-317) dikembalikan lagi menuju *mixing tank* (M-116) menggunakan pompa (L-117). Produk utama metil salisilat sendiri dalam bentuk cair yang kemudian produk utama tersebut siap dikemas dan dipasarkan sesuai permintaan konsumen. Lebih khusus lagi, residu distilasi yang diperoleh dicampur dengan setidaknya asam salisilat dan metanol, dan campuran yang dihasilkan mengalami reaksi transesterifikasi dengan demikian memungkinkan metil salisilat untuk diproduksi dengan hasil yang tinggi. Residu distilasi dapat digunakan berulang kali selama katalis yang terkandung di dalamnya mempertahankan aktivitas katalitik.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER



Komponen	Nomer Aliran						
	1	2	3	4	5	6	7
C7H6O3		496,738	496,738		38,2488	0,3825	37,8663
CH3OH	921,876		921,876	815,514			
H2O	5,3119	5,3119			49,8000	0	50,1119
C8H8O3					505,051	500	5,0505

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

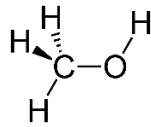


Komponen	Nomer Aliran						
	1	2	3	4	5	6	7
C7H6O3		496,738	496,738		38,2488	0,3825	37,8663
CH3OH	921,876		921,876	815,514			
H2O	9,3119	5,0176			59,8001	0	59,8001
C8H8O3					505,051	500	5,0505

2.4 Spesifikasi Bahan Baku

2.4.1 Metanol

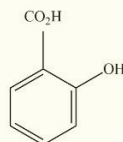
1. Sifat fisik



Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 32,04 g/mol
Titik lebur/ titik beku	: -98°C
Titik didih	: 64,7°C
Titik nyala	: 9,7°C (cawan tertutup)
Laju penguapan	: 6,3°C (dietil eter 1.9, n-butyl asetat)
Tekanan uap	: 169,27 hPa pada 25°C
Kepadatan uap	: 0,791 g/ml pada 25 °C
Kelarutan air	: 1.000 g/l pada 20°C (larut seluruhnya pada 20°C)
Harga metanol	: IDR 5.724

2.4.2 Asam Salisilat

1. Sifat fisik



Bentuk	: Padat
Warna	: Putih
Bau	: Tidak berbau
pH	: 2,4
Titik lebur	: 157 – 159°C
Titik didih	: 211°C
Titik nyala	: 157°C
Tekanan Uap	: <1 hPa pada 100°C
Kerapatan	: 4,8
Densitas	: 1,443 g/cm ³ pada 20°C
Kelarutan dalam air	: 2 g/l pada 20°C

Titik sublimasi : 76 °C
 Harga : IDR 50.378,93

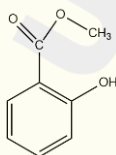
2.4.3 Timah IV Oksida

1. Sifat Fisik

Bentuk : Padat
 Warna : Putih
 Bau : Tidak berbau
 Berat molekul : 118,69 g/mol
 Titik lebur : 38 °C
 Kelarutan dalam air : 1,187 g/l pada 20 °C
 Densitas : 2,71 g/cm³ Pada suhu 20 °C
 Flamabilitas : Produk tidak mudah menyala
 Harga : IDR 78.000

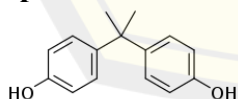
2.4.4 Metil Salisilat

1. Sifat fisik



Bentuk : Cair
 Warna : tidak berwarna
 Berat molekul : 152,15 g/mol
 Titik didih : 222°C
 Titik beku : -8 °C
 Densitas : 1,183 g/cm³
 Flash point : 96 °C (dalam tangka tertutup)
 Kelarutan dalam air : 0,7 gr
 Harga : IDR 91.598,04

2.4.5 Epoksi Bisfenol A



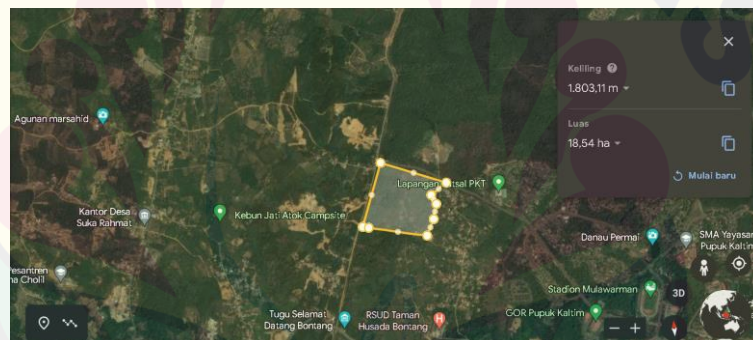
Bentuk : Kristal atau serpih
 Warna : Putih

Bau	: Tidak berbau
Titik Lebur	: 155°C
Titik didih	: 360°C pada 1013 hPa
Tekanan Uap	: 0,000000412 Pa
Kepadatan relatif	: 1,2 g/cm ³ pada 25°C
Kelarutan	: 0,0300
Titik nyala	: 227°C pada 1013 hPa
Harga	: IDR 172.000

2.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

2.5.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan pendukung kesuksesan sebuah pabrik industri dan memberikan pengaruh besar terhadap keberlangsungan industri. Lokasi pabrik metil salisilat akan dibangun di Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur dengan luas lahan 18,54 ha seperti pada gambar 2.2 dibawah.



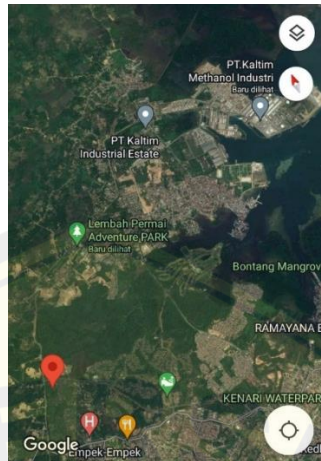
Gambar 2.2 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik metil salisilat di Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur berdasarkan pertimbangan baik secara teknis maupun ekonomis yang meliputi diantaranya ialah:

2.5.2 Bahan Baku

Ketersediannya bahan baku merupakan salah satu faktor pemilihan lokasi pabrik. Pemilihan Kota Bontang dengan pertimbangan transportasi pengangkutan bahan baku utama seperti metanol lebih mudah dan karena lokasi yang berdekatan dengan pabrik PT Metanol Kaltim sebagai bahan baku utama pembuatan metil salisilat sehingga pengambilan bahan baku dapat memangkas cost pada distribusi bahan baku berupa metanol. Selain itu lokasi pendirian pabrik berdekatan dengan

bandara dan Pelabuhan sehingga untuk pemasokan bahan baku dan pengiriman hasil produksi dapat terakses secara mudah.



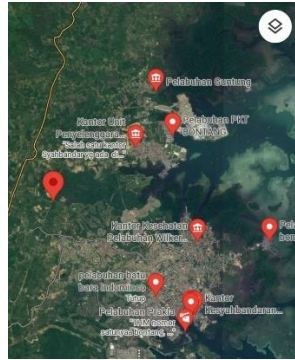
Gambar 2.3 letak lokasi pabrik dan pabrik metanol

2.5.3 Transportasi

Akses utama digunakan berupa akses jalan raya, selain akses jalan raya di wilayah ini juga terdapat akses udara seperti tersedianya Bandara Udara LNG Badak Bontang yang dapat membantu mempercepat pendistribusian ke luar provinsi dan luar pulau dan dapat mengekspor produk metil salisilat ke berbagai negara. Selain itu, jarak lokasi pendirian pabrik menuju Pelabuhan PKT Bontang dan Pelabuhan Bontang Kuala yang berdekatan sehingga pemenuhan bahan baku serta pengiriman produk baik impor maupun ekspor dapat terbantu (Badan Pusat Statistik Kota Bontang, 2022).



Gambar 2.4 Lokasi Bandara disekitar Berdirinya Pabrik

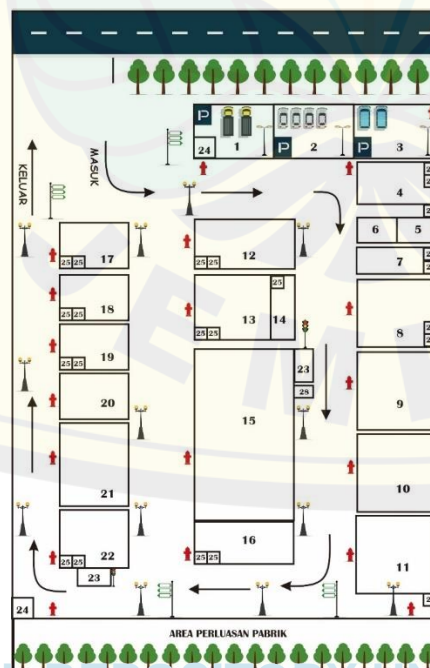


Gambar 2.5 Lokasi Pelabuhan di Sekitar Berdirinya Pabrik

2.5.4 Utilitas

Pembuatan metil salisilat dibutuhkan komponen utilitas seperti air dan bahan bakar. Untuk memenuhi kebutuhan listrik pabrik akan disuplai oleh PLTU Teluk Balikpapan yang kemampuan produksinya 2.052 MW setiap tahun. Listrik yang akan digunakan oleh pabrik untuk menyuplai fasilitas produksi, kantor dan fasilitas-fasilitas penunjang kebutuhan lainnya. Untuk kebutuhan air pabrik akan dipenuhi oleh sungai Bontang yang merupakan sungai terbesar di Kota Bontang dengan Panjang 17 km dan dilayani oleh daerah aliran sungai (DAS) sebesar 59,71 Km² (Badan Pusat Statistik Kota Bontang, 2022). Kebutuhan air yang didapatkan seperti air sungai masih membutuhkan proses untuk pemurnian dan menghilangkan mineral yang terkandung untuk menjadi air demin sebelum digunakan pada proses produksi.

2.5.5 Tata Letak Pabrik



Gambar 2.6 Tata Letak Pabrik Metil Salisilat

Tabel 2.4 Keterangan Tata Letak Pabrik Metil Salisilat

No	Keterangan	No	Keterangan
1	Parkir Kendaraan Operasional	15	Area Proses
2	Parkir Kendaraan Karyawan	16	Fabrikasi
3	Parkir Kendaraan Tamu	17	Divisi Pemasaran
4	Aula	18	Divisi Produksi
5	Masjid	19	Divisi Teknik
6	Kantin	20	Gudang Peralatan
7	Klinik	21	Gudang Produk
8	Area Pembangkit Listrik	22	Packaging
9	Area Utilitas	23	Timbangan Truk
10	Area Boiler	24	Pos Keamanan
11	Area Pengolahan Limbah	25	Toilet
12	Perkantoran	26	Area Perluasan Pabrik
13	Laboratorium	27	Jalan
14	Ruang Kontrol	28	<i>Quality Control</i> Bahan Baku

BAB 3 NERACA MASSA DAN ENERGI**3.1 Neraca Massa****Tabel 3.1** Neraca Massa Pabrik Metil Salisilat

Komponen	Nomer Aliran						
	1	2	3	4	5	6	7
$C_7H_6O_3$		496,738	496,738		38,2488	0,3825	37,8663
CH_3OH	921,876		921,876	815,514			
H_2O	9,3119	5,0176			59,8001	0	59,8001
$C_8H_8O_3$					505,051	500	5,0505

3.2 Neraca Energi**Tabel 3.2** Neraca Energi Pabrik Metil Salisilat

Nama Alat	Aliran Masuk	Aliran Keluar
<i>Mixing Tank</i> (M-116)	2598,2320	2598,2320
<i>Heater</i> (E-118)	83601,4291	83601,4291
Reaktor (R-211)	12489,3595	12489,3595
Kondensor (E-213)	44475,4337	44475,4337
Destilasi (D-311)	30668,8016	30668,8016
Kondensor (E-312)	37994,7329	37994,7329
Akumulator (F-313)	9966,4269	9966,4269
Reboiler (E-316)	415363,0284	415363,0284
<i>Cooler</i> (E-317)	1897,8982	1897,8982

BAB 4 SPESIFIKASI ALAT

4.1 *Storage Asam Salisilat*

Tabel 4.1 Spesifikasi Storage Asam Salisilat

Spesifikasi	F-111	F-319
Fungsi	Untuk menyimpan asam salisilat sebelum dihomogenkan menuju <i>Mixing Tank</i> (M-116)	Untuk menyimpan asam salisilat
Bahan Kontruksi	Beton	Beton
Atap	Seng	Seng
Ukuran		
P	20 ft = 6,1 m	10 ft = 3 m
L	10 ft = 3 m	5 ft = 1,5 m
T	11 ft = 3,3 m	35 ft = 11 m
Luas	61 m	50 m
Jumlah	1 buah	1 buah
Waktu Tinggal	7 hari	7 hari

4.2 *Belt Conveyor*Tabel 4.2 Spesifikasi *Belt Conveyor*

Spesifikasi	Keterangan
Nama	: <i>Belt Conveyor</i>
Kode Alat	: J-112
Fungsi	: Mengangkut asam salisilat menuju <i>Bucket Elevator</i> (J-113)
Tipe	: <i>Flat belt on flat belt idlers</i>
Material	: <i>Carbon Steel</i>
Kapasitas	: 0,6021 ton/jam
Dimensi	:
Panjang belt	: 100 ft = 30,48 m
Lebar belt	: 14 in = 4,2672 m
Luas area	: 0,11 ft ²
Kecepatan belt	: 1,8816 ft/min
Daya	: 1 hp

Bahan konstruksi : Karet sintetis
 Jumlah : 1 buah

4.3 *Buckhet Elevator*

Tabel 4.3 Spesifikasi *Buckhet Elevator*

Spesifikasi	Keterangan
Nama	: <i>Bucket Elevator</i>
Kode Alat	: J-113
Fungsi	: Mengangkut asam salisilat dari <i>belt conveyor</i> (J-112)
Tipe	: <i>Centrifuge discharge bucket on belt conveyor</i>
Kapasitas	: 0,5531 ton/jam
Tinggi bucket elevator	: 25 m = 82,021 ft
<i>Size of Lump handle</i>	: 0,75 in
Kecepatan bucket	: 225 ft/min
<i>Head shaft</i>	: 1,9819 rpm
Daya yang dibutuhkan	: 1 hp
<i>Bucket spacing</i>	: 12 in
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1

4.4 *Storage Metanol*

Tabel 4.4 Spesifikasi *Storage Metanol*

Spesifikasi	F-114	F-215
Fungsi	Menyimpan metanol sebelum di homogenkan di <i>Mixing Tank</i> (M-116)	Menyimpan metanol
Jumlah Tangki	11 unit	10 unit
Waktu Tinggal	7 hari	7 hari
Tipe	<i>Stainless Steel SA 240 grade M tipe 304</i>	<i>Stainless Steel SA 240 grade M tipe 304</i>
Volume Tangki	246,9673 m ³	216,7822 m ³
Diameter Dalam (di)	0,0517 ft ³	0,0517 ft ³
Diameter Luar (do)	183,86 in	176,0576 in

Tekanan Hidrostatik	17,9318 psig	17,8528 psig
Tekanan Design (pi)	1,6057 psig	1,5339 psig
Tebal Silinder (ts)	0,1723 in	0,1671 in
Tinggi Silinder (ls)	550,4551 in	527,0477 in
Tebal Tutup Atas (tha)	0,1704 in	0,17 in
Tinggi Tutup Atas (ha)	29,7246 in	28,4606 in

4.5 Storage Metil Salisilat

Tabel 4.5 Spesifikasi *Storage Metil Salisilat*

Spesifikasi	Keterangan		
Nama	=	<i>Storage Metil Salisilat</i>	
Kode Alat	=	F-314	
Fungsi	=	Menyimpan produk berupa metil salisilat	
Jumlah Tangki	=	11 unit	
Waktu Tinggal	=	7 hari	
Bahan Kontruksi	=	<i>Stainless Steel SA 240 grade M tipe 304</i>	
Volume Tangki	=	77,5991 m ³	= 2740,38 ft ³
Diameter Dalam (di)	=	0,05167 ft ³	
Diameter Luar (do)	=	125,115 in	
Tekanan Hidrostatik	=	18,3508 psig	
Tekanan Design (pi)	=	1,98662 psig	
Tebal Silinder (ts)	=	0,1389 in	
Tinggi Silinder (ls)	=	374,2205 in	
Tebal Tutup Atas (tha)	=	0,17295 in	
Tinggi Tutup Atas (ha)	=	20,2079 in	

4.6 Mixing Tank

Tabel 4.6 Spesifikasi *Mixing Tank*

Spesifikasi	Keterangan		
Nama	=	<i>Mixing Tank</i>	
Kode Alat	=	M-116	
Fungsi	=	Untuk menghomogenkan asam salisilat dengan metanol	
Jumlah tangki	=	1	

Waktu tinggal	=	1
Bahan	=	<i>Stainless steel SA 240 grade M tipe 304</i>
Volume tangki	=	2,0448 m ³
Diameter Dalam (di)	=	0,0177 M
Diameter luar (do)	=	0,9652 M
Tekanan Hidrostatik	=	0,3845 Psig
Tekanan desain	=	16,5885 Psig
Tebal silinder	=	0,0032 M
Tinggi Silinder (Ls)	=	2,8247 M
Tinggi Tangki	=	2,9772 M
Tebal tutup atas	=	0,0041 M
Dimensi Pengaduk		
Diameter (Da)	=	0,3217 M
Lebar (W)	=	0,0643 M
Panjang (L)	=	0,0804 M
Tinggi pengaduk (C)	=	0,3217 M
Lebar baffle (J)	=	0,0804 M
Jenis Pengaduk	=	<i>four baffles each</i>
Jumlah pengaduk	=	1 buah

4.7 Pompa

Tabel 4.7 Spesifikasi Pompa			
Spesifikasi	L-115	L-117	L-212
Fungsi	Mengalirkan metanol dari <i>storage</i> metanol (F-114) menuju <i>Mixing Tank</i> (M-116)	Mengalirkan larutan homogen menuju Reaktor (R-211)	Mengalirkan metil salisilat dan asam salisilat menuju Destilaso (D-311)
Tipe	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>

Daya	0,095 hp	0,1491 hp	0,1223 hp
Brake kW	0,057 kW	0,1193 kW	0,0729 kW
Kapasitas	921,876 kg/jam	1432,943 kg /jam	603,099 kg/jam
Laju Alir	0,0008 m ³ /s	0,00023 m ³ /s	0,0003 m ³ /s
Ukuran Pipa	¼ in sch 40	¼ in sch 40	¼ in sch 40
Efisiensi	40%	80%	40%

Spesifikasi	L-212	L-315	L-318
Fungsi	Mengalirkan metanol menuju <i>storage metanol</i> (F-215)	Mengalirkan asam salisilat menuju Reboiler (E-316)	Mengalirkan asam salisilat menuju <i>Storage</i> Asam Salisilat (F-319)
Tipe	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Daya	0,1647 hp	0,2126 hp	0,0080 hp
Brake kW	0,0983 kW	0,1269 kW	0,0048 kW
Kapasitas	815,514 kg/jam	102,717 kg/jam	42,917 kg/jam
Laju Alir	0,0005 m ³ /s	0,0119 m ³ /s	0,0000 m ³ /s
Ukuran Pipa	¼ in sch 40	¼ in sch 40	¼ in sch 40
Efisiensi	40%	40%	40%

4.8 Reaktor

Tabel 4.8 Spesifikasi Reaktor

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama Alat	= Reaktor
Kode Alat	= R-211
Fungsi	= Mengkonversi asam salisilat dan metanol menjadi metil salisilat
Tipe	= <i>Packed Bed</i>
Kapasitas	= 8,75926 m ³

Jumlah	=	1	Unit
Suhu	=	150	°C
Tekanan	=	10	Atm

1 Dimensi Tangki

Bahan Kontruksi = *Stainless steel* SA 240 Grade M Tipe 316

Diameter Luar = 67,321 In

Diameter Dalam = 64,8215 In

Tebal tangki = 1,25 In

Tinggi Tangki = 194,464 In

Tinggi Tutup Atas = 20,4197 In

Tinggi Tutup Bawah = 20,0447 In

Tebal Tutup Atas = 0,687 In

Tebal Tutup Bawah = 0,687 In

Tebal Plat = 6,358 In

Penyangga

Diamter Lubang = 0,177 M

Plat

Diameter Inlet = 21,4797 M

Raktan

Diameter Inlet = 2,5951 M

Air

Diameter Outlet = 6,8505 M

Produk

2 Katalis

Tinggi Tumpukan = 1,9480 M

Katalis

Volume Katalis = 4,1454 m³

Massa Katalis = 15,1515 Kg

3 Jaket Pemanas

Bahan Kontruksi = *Stainless Steel* SA 240 tipe 304

Diameter Dalam = 2,067 In

Diamter Luar = 1,66 in

Tinggi Jacket	=	3,75	in
Tebal Jacket	=	0,25	in
Luas Perpindahan Panas	=	0,21	ft ²

4.9 Heater dan Reboiler

Tabel 4.9 Spesifikasi Heater dan Reboiler

Spesifikasi	Heater (E-118)	Reboiler (E-316)
Fungsi	Menaikan temperatur sebelum ke Reaktor (R-211) dari 30°C menjadi 150°C	Menguapkan dan memanaskan kembali asam salisilat dari destilasi (D-311)
Tipe	<i>Double Pipe Exchanger (DPHE)</i>	<i>Double Pipe Exchanger (DPHE)</i>
Dimensi	<i>-Annulus</i>	
IPS	2 in	2 ½ in
Sch No	40	40
Diameter Dalam	2,607 in	2,469 in
Diameter Luar	2,38 in	2,88 in
	<i>-Pipe</i>	
IPS	1 ¼ in	1 ¼ in
Sch No	40	40
Diameter Dalam	1,38 in	1,38 in
Diameter Luar	1,66 in	1,66 in
Dp Allowance	30 psia	30 psia
Dirt Factor	0,003	0,003
Bahan	<i>-Annulus</i> <i>-Pipe</i>	<i>Carbon Steel</i> <i>Carbon Steel</i>

4.10 Cooler dan Kondensor

Tabel 4.10 Spesifikasi Cooler dan Kondensor

Spesifikasi	Kondensor (E-213)	Kondensor (E-312)	Cooler (E-317)
Fungsi	Mendinginkan uap Reaktor (R-211) berupa metanol	Mendinginkan uap Destilasi (D-311) berupa metil salisilat	Mendinginkan asam salisilat meju <i>storage</i> asam salisilat
Tipe	<i>Double Pipe Exchanger</i> (DPHE)	<i>Double Pipe Exchanger</i> (DPHE)	<i>Double Pipe Exchanger</i> (DPHE)
Dimensi		<i>-Annulus</i>	
IPS	2 ½ in	2 ½ in	2 ½ in
Sch No	40	40	40
Diameter Dalam	2,469 in	2,469 in	2,469 in
Diameter Luar	2,88 in	2,88 in	2,88 in
		<i>-Pipe</i>	
IPS	1 ¼ in	1 ¼ in	1 ¼ in
Sch No	40	40	40
Diameter Dalam	1,38 in	1,38 in	1,38 in
Diameter Luar	1,66 in	1,66 in	1,66 in
Dp	10 psia	30 psia	10 psia
<i>Allowance</i>			
<i>Dirt Factor</i>	0,003	0,003	0,003
Bahan	<i>-Annulus</i> Carbon Steel	Carbon Steel	Carbon Steel
	<i>-Pipe</i> Carbon Steel	Carbon Steel	Carbon Steel

4.11 Destilasi

Tabel 4.11 Spesifikasi Destilasi

Spesifikasi	Keterangan
Nama	= Destilasi
Kode Alat	= D-311
Fungsi	= Memisahkan metil salisilat dan pengotornya dari campuran
Tipe	= <i>Sieve tray</i>
1. Silinder	
a. Diameter dalam	= 0,45041 m
b. Diameter luar	= 0,4572 m
c. Tinggi	= 4,6716 m
d. Tebal	= 3/16 in = 0,0048 m
e. Bahan Konstruksi	= <i>Carbon steel SA 240 grade M</i>
2. Tutup atas dan tutup bawah	
a. Tinggi	= 0,11487 m
b. Tebal	= 3/16 in = 0,0048 m
c. Bahan Konstruksi	= <i>Carbon steel SA 240 grade M</i>
3. <i>Tray</i>	
a. Jumlah tray total	= 5 m
b. Tebal	= 0,003 m
c. Tray spacing	= 0,5 m
c. Bahan Konstruksi	= <i>Stainless steel (SA-240) grade C</i>

4.12 Akumulator

Tabel 4.12 Spesifikasi Akumulator

Spesifikasi	Keterangan
Nama	= Akumulator
Kode Alat	= F-313
Fungsi	= Menampung liquid sebagai hasil kondensasi dari destilasi (D-311)
Tipe	= Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas

Bahan konstruksi	=	<i>Stainless steel SA 240 grade M tipe 304</i>	
Jumlah tangki	=	1,0000	
Waktu tinggal	=	1,0000	
Bahan	=	<i>Stainless steel SA 240 grade M tipe 304</i>	
Volume tangki	=	0,6141	m ³
Diameter Dalam (di)	=	0,0096	m
Diameter luar (do)	=	0,9652	m
Tekanan Hidrostatik	=	0,3685	psig
Tekanan desain	=	16,5709	psig
Tebal silinder	=	0,0032	m
Tinggi Silinder (Ls)	=	1,8608	m
Tinggi Tangki	=	1,9613	m
Tebal tutup atas	=	0,0041	m

BAB 5 EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik Metil Salisilat dilakukan untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik dan untuk mengetahui keuntungan yang dihasilkan. Evaluasi ekonomi ini dapat ditentukan dengan melakukan analisa perhitungan secara teknik dan ekonomi. Dari analisa tersebut nantinya dapat disimpulkan apakah pabrik Metil Salisilat ini layak untuk didirikan atau tidak. Suatu pabrik layak didirikan jika pabrik tersebut dapat beroperasi dengan baik dan mendapatkan keuntungan.

Kapasitas Produksi	=	4000	ton/tahun	
Basis Bahan baku	=	1418,738	kg/jam	
	=	34049,712	kg/hari	= 11236,4 ton/tahun
Waktu Operasi	=	1	tahun	= 330 hari
Umur Pabrik	=	10	tahun	
Tahun Mulai Kontruksi	=	2028		
Lama Pengerjaan	=	2	tahun	
Tahun Pengadaan Alat	=	2029		
Tahun Mulai Beroperasi	=	2030		
Nilai Tukar Rupiah	=	Rp14.959,35		(www.bi.go.id)

5.1 Modal

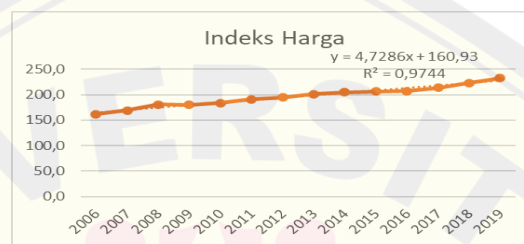
1. Harga Peralatan

Harga peralatan setiap tahun selalu mengalami kenaikan. Oleh karena itu, untuk menentukan harga alat pada tahun sekarang dapat ditaksir dari harga alat pada tahun sebelumnya dengan menggunakan indeks harga.

Tabel 5.1 Indeks Harga

X	Y	x ²	y ²	x.y
2006	162,0	4024036	26244	324972
2007	169,4	4028049	28696,36	339985,8
2008	180,4	4032064	32544,16	362243,2
2009	180,1	4036081	32436,01	361820,9
2010	183,5	4040100	33672,25	368835
2011	191,2	4044121	36557,44	384503,2

2012	194,6	4048144	37869,16	391535,2
2013	201,2	4052169	40481,44	405015,6
2014	204,9	4056196	41984,01	412668,6
2015	206,2	4060225	42518,44	415493
2016	207,3	4064256	42973,29	417916,8
2017	213,6	4068289	45624,96	430831,2
2018	222,9	4072324	49684,41	449812,2
2019	232,2	4076361	53916,84	468811,8



Gambar 5.1 Grafik Indeks Harga

$$\begin{aligned}
 a &= 4,7286 & 2014 &= 9684,33 \\
 b &= 160,93 & 2029 &= 9755,259 \\
 y &= ax+b
 \end{aligned}$$

Perhitungan harga alat dan daftar harga alat dapat dilihat pada www.matche.com.

Tabel 5.2 Daftar Harga Alat

No	Nomer alat	Nama Alat	Jumlah	Harga satuan	Harga satuan	Harga Total
				2014 (USD)	2029 (USD)	2029 (USD)
1	F-111	Storage Asam Salisilat	1	195.000	196.428	196.428
2	J-112	Belt Conveyor	1	32.900	33.141	33.141
3	J-113	Bucket Elevator	1	56.800	57.216	57.216
4	F-114	Storage Metanol	1	\$195.000	\$196.428	\$196.428
5	L-115	Pompa	1	1.200	1.209	1.209

6	M-116	Mixing Tank	1	11.900	11.987	11.987
7	L-117	Pompa	1	1.200	1.209	1.209
8	E-118	Heater	1	1.000	1.007	1.007
9	R-211	Reaktor	1	234.300	236.016	236.016
10	L-212	Pompa	1	1.200	1.209	1.209
11	E-213	Kondensor	1	1.000	1.007	1.007
12	E-214	Pompa	1	1.200	1.209	1.209
13	F-215	Storage Metanol	1	110.000	110.806	110.806
14	D-311	Destilasi	1	13.200	13.297	13.297
15	E-312	Kondensor	1	1.000	1.007	1.007
16	F-313	Akumulator	1	5.900	5.943	5.943
		Storage Metil				
17	F-314	Salisilat	1	133.600	134.578	134.578
18	L-315	Pompa	1	1.200	1.209	1.209
19	E-316	Reboiler	1	1.800	1.813	1.813
20	E-317	Cooler	1	700	705	705
21	L-318	Pompa	1	1.200	1.209	1.209
		Storage Asam				
22	F-319	Salisilat	1	90.000	90.659	90.659
Total			22	1091300	1.099.293	1.099.293

Keterangan

1 USD = Rp 14.954

maka harga total (RP) = Rp 16.438.329.697,62

2. Perhitungan Bahan Baku dan Bahan Bakar

Tabel 5.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan Baku

No	Bahan Baku	Kebutuhan (kg/jam)	Kebutuhan (kg/tahun)	Harga (kg)	Biaya/ tahun
1	Metanol	921,8755	304218,92	Rp5.724	1741349069
2	Asam Salisilat	496,738	163923,54	Rp50.379	8258292547

3	Timah IV Oksida	15,1515	15,1515	Rp78.000	1181818,17
4	Epoksi	15,1515	15,1515	Rp172.000	2606060,58
Total		1448,9165	468172,76	Rp306.103	10003429495
1 USD		=	Rp	14.953,55	
maka harga total (US\$)		=		668.966,87	

Tabel 5.4 Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar

No	Bahan Baku	Kegunaan	Kebutuhan (kg/jam)	Kebutuhan (kg/hari)	Kebutuhan (kg/tahun)	Harga (Kg/Rp)	Biaya Tahun
1	Genset		8,2594	198,225	65415	Rp35.000	228950785
	Diesel						1,58695E+
2	Boiler		572,492	13739,8	453414	Rp35.000	1
Total						Rp160.984.477.558	

* harga sudah ditahun 2029

1 USD	=	Rp	14.953,55
maka harga total (US\$)	=		10.765.636,09

3. Perhitungan Luas Tanah dan Bangunan

Tabel 5.5 Total Perhitungan Luas Tanah dan Bangunan

Jenis	Luas m2	Harga Per M2 Rp	Biaya total Rp	Biaya Total \$
Tanah	185400	Rp900.000	Rp166.860.000.000	11.158.554
Bangunan	148320	Rp900.000	Rp133.488.000.000	8.926.843
Total			Rp300.348.000.000	20.085.398

4. Perhitungan Gaji Karyawan

Jumlah gaji karyawan per Bulan (Rp)	=	Rp1.023.000.000
Jumlah gaji karyawan per tahun + Tunjangan Hari Raya	=	(12+1) bulan x jmlh gaji karyawan
	=	Rp13.299.000.000
Gaji karyawan pertahun dalam US\$	=	889.354,03

5. Total Modal (*Total Capital Investment* atau TCI)

Faktor yang perlu diperhatikan dalam evaluasi ekonomi antara lain modal sangat diperlukan dalam pendirian pabrik Metil Salisilat yang diawali dengan penentuan

harga peralatan, gaji karyawan, harga bahan baku, dan penjualan produk. Data yang diperlukan dalam penentuan modal ditampilkan pada data dibawah ini (Sari, 2000).

A *Direct Cost (DC) (US\$)*

Equitment, Instalation and Investment

1	<i>Purchased Equipment Cost (PEC)</i>	=	897.828	USD
2	<i>Shipping Equipment Cost (15% PEC)</i>	=	897.828 x 15%	
		=	134.674	
3	<i>Equipment Taxes Cost (7% PEC)</i>	=	897.828 x 7%	
		=	62.848	
4	<i>Delivery Equipment to Location (5% PEC)</i>	=	897.828 x 5%	
		=	44.891	
5	<i>Instalation, Insulation, Painting (25% PEC)</i>	=	897.828 x 25%	
		=	224.457	
6	<i>Instrumentation and Controls (6% PEC)</i>	=	897.828 x 6%	
		=	53.870	
7	<i>Piping and Installed (10% PEC)</i>	=	897.828 x 10%	
		=	89.783	
8.	<i>Electrical and Installed (10% PEC)</i>	=	897.828 x 10%	
		=	89.783	
B	<i>Bulding</i>	=	8.926.843	
C	<i>Service Facilities and Yard (40%PEC)</i>	=	897.828 x 40%	
		=	359.131	
D	<i>Land</i>	=	11.158.554	
	<i>Total Direct Cost (DC)</i>	=	22.042.663	US\$

Indirect Cost (IDC) (US\$)

1	<i>Engineering and Supervision (5% DC)</i>	=	22.042.663 x 5%
		=	1.102.133

2	<i>Construction Expenses (6% DC)</i>	=	22.042.663	x	6%
		=	1.322.560		
3	<i>Contingency (5% FCI)</i>	=	12.877.555,6	x	5%
			643.877,78		
	<i>Total Indirect Cost (IDC)</i>	=	3.068.571		

Fixed Capital Investement (FCI) (US\$)

FCI	=	22.042.663	+	1.102.133
	+	1.322.560		
		100%	-	5%
	=	12.877.555,6		

Working Capital Investement (WCI) (US\$)

WCI (10% TCI)	=	26.196.609,0	x	10%
	=	2.619.660,90		

Total Capital Investement (TCI) (US\$)

TCI = FCI + WCI

TCI	=	23.576.948		
		100%	-	10%
	=	26.196.609,00		

5.2 Ongkosan Produksi

Biaya produksi merupakan biaya yang digunakan selama pabrik beroperasi.

Data biaya produksi ditampilkan pada tabel berikut (Sari, 2000) :

Tabel 8.1 *Total Production Cost (TPC)*

<i>Manufacturing Cost (MC) (US\$)</i>				
1	<i>Direct Production Cost (DPC)</i>			
a	Bahan Baku (Bahan baku + bahan bakar)	=	11.434.602,96	
b	<i>Operating Labor</i>	=	889.354,03	

c	<i>Direct Supervisory and Clerical Labor</i> (10% OL)	=	889.354,03	x	10%	
		=	88.935,40			
d	Utilitas (10% TPC)	=	18.975.244	x	10%	
			1.897.524,45			
e	<i>Maintenance and Repair</i> (2% FCI)	=	12.877.556	x	2%	
		=	257.551			
f	<i>Laboratory Charge</i> (10% OL)	=	889.354	x	10%	
		=	88.935,40			
g	<i>Patents and Royalties</i> (2% TPC)	=	15.369.948	x	2%	
			307.398			
Total Direct Production Cost		=	14.964.302,3			

5.3 Keuntungan

Keuntungan suatu pabrik dapat diketahui dengan menghitung total penerimaan dan pengeluaran keuangan pabrik atau *Annual Cash Flow*. Penentuan *Annual Cash Flow* adalah sebagai berikut (Sari, 2000) :

Tabel 5.6 Total Penjualan Produk

No	Produk	Harga (US\$/Kg)	Produksi (kg/jam)	Produksi (hari/kg)	Produksi (tahun/kg)	Biaya / tahun (US\$)
Metil						
1	Salisilat	6,13	505,0505	12121,212	4000000	24.519.999
	Total	6,13	505,0505	12121,212	4000000	24.519.999

Total harga penjualan produk (SP)	=	24.519.999,75
<i>Total Production Cost</i> (TPC)	=	18.975.244,48
<i>Net Profit Before Tax</i> (NPBT)	=	Harga penjualan produk - Total <i>production cost</i>
	=	24.519.999 - 18.975.244,48
	=	5.544.755,27

<i>Income Tax (25% NPBT)</i>	=	5.544.755,27	x	25%
	=	1.386.188,82		
<i>Net Profit After Tax (NPAT)</i>	=	NPBT	-	Income tax
	=	5.544.755,27	-	1.386.188,82
	=	4.158.566,46		
<i>Depresiasi (10% FCI)</i>	=	23.576.948	x	10%
	=	2.357.695		
<i>Annual Cash Flow</i>	=	NPAT	+	Depresiasi
	=	4.158.566,46	+	2.357.695
	=	6.516.261,27		
<i>% Annual Cash Flow</i>	=	ACF	x	100%
		<hr/>		
		TCI		
	=	6.516.261,27	x	100%
		<hr/>		
		26.196.609		
	=	24,87%		

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa pabrik Metil Salisilat layak didirikan karena memenuhi kelayakan pendirian pabrik dengan parameter presentase *Annual Cash Flow* (ACF) lebih besar dari persentase bunga bank yang ditetapkan yaitu 13% (www.bi.go.id). Persentasi *Annual Cash Flow* (ACF) telah melebihi persentasi bunga bank yaitu sebesar 24,87%

5.4 Lama Waktu Pengembalian

Pengembalian modal yang dipinjamkan oleh bank kepada pabrik Metil Salisilat ditentukan selama 4 tahun pengangsuran. Modal dan bunga yang dipinjam harus dikembalikan seperti tabel di bawah. Untuk besar angsuran setiap tahun yang harus dibayarkan ditentukan dengan persamaan berikut ini (Sari, 2000):

<i>Total Capital Investement (TCI)</i>	=	26.196.609,00
<i>Annual Cash Flow (ACF)</i>	=	6.516.261,27
Bunga Modal (b)	=	13%
<i>Salvage Value (Vs)</i>	=	0
Umur Pabrik (n)	=	$\frac{FCI - Vs}{b}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{23.576.948 - 0}{2.357.695} \\
 &= 10 \quad \text{tahun} \\
 \text{Pinjaman} &= \text{TCI} \\
 \text{Tahun Angsuran (N)} &= 4 \\
 A &= \text{TCI} \left[\frac{b(1+b)^N}{(1+b)^N - 1} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 26.196.609,00 \left[\frac{1 + 13\%}{1 + 13\%} \right]^4 \\
 &= 26.196.609,00 \times 0,34 \\
 &= 8.807.147,94
 \end{aligned}$$

Tabel 5.7 Waktu Pengembalian Modal

Tahun ke-	Pinjaman (US\$)	Bunga (US\$)	Total Pinjaman (US\$)	Angsuran (US\$)	Sisa Pinjaman (US\$)
0	26.196.609	0	26.196.609	0	26.196.609
1	26.196.609	3.405.559	29.602.168	\$8.807.147	20.795.020,23
2	20.795.020	2.703.353	23.498.373	\$8.807.147,	14.691.224,92
3	14.691.225	1.909.859	16.601.084	\$8.807.147	7.793.936,23
4	7.793.936	1.013.211	8.807.147,94	\$8.807.147	-0,00

Dari perhitungan di atas, diperoleh modal yang dipinjam dan bunganya dapat lunas dalam kurun waktu 4 tahun. Hal tersebut memenuhi syarat kelayakan didirikannya pabrik, karena waktu pengembalian modal harus kurang dari setengah umur pabrik.

a. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time (POT) adalah waktu yang dibutuhkan untuk melunasi seluruh pinjaman dan bunganya. *Pay Out Time* (POT) menunjukkan berapa lama waktu untuk mengembalikan modal tetap. Perhitungan *Pay Out Time* (POT) dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{FCI} + \text{bunga TCI}}{\text{ACF}} \\
 &= \frac{23.576.948 + 9.031.982,75}{6.516.261,27} \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

Pay Out Time (POT) yang diperoleh adalah 4 tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai *Pay Out Time* (POT) memenuhi syarat yaitu nilai *Pay Out Time* (POT) lebih kecil dari setengah umur pabrik, maka pabrik Metil Salisilat layak untuk didirikan.

5.5 Laju Pengembalian Modal

Rate of Return (ROR) adalah laju pengembalian modal yang diperoleh dari rasio antara laba bersih setelah pajak dengan total modal yang dibutuhkan. Nilai *Rate of Return* (ROR) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 \text{ROR} &= \frac{\text{NPAT}}{\text{TCI}} \times 100\% \\
 &= \frac{4.158.566,46}{26.196.609,00} \times 100\% \\
 &= 0,1587 \\
 &= 15,87\%
 \end{aligned}$$

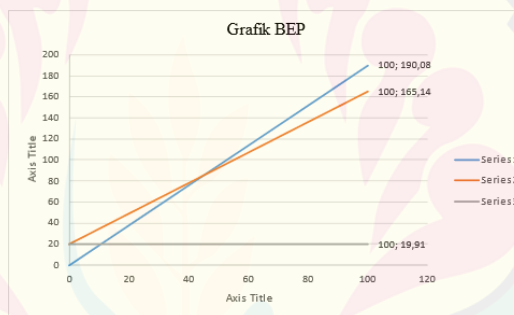
5.6 Break Event Point

Break Event Point (BEP) merupakan titik impas untuk mengetahui persentase kapasitas biaya produksi sama dengan total penjualan. Perhitungan *Break Event Point* (BEP) dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Fixed Cost} &= \text{Fixed Charge} + \text{Plant Overhead Cost} + \text{General Expenses} \\
 &= 1.545.306,67 + 1.523.238,53 \\
 &= 3.068.545,21 \text{ US\$} \\
 &= 4,60 \text{ Juta US\$} \\
 \text{Selling Price} &= 24.519.999,75 \\
 &= 24,52 \text{ Juta US\$} \\
 \text{Direct Production Cost} &= 14.964.302,32
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 14,96 \quad \text{Juta US\$} \\
 \text{Total Production} & \\
 \text{Cost} &= 18.975.244,48 \\
 &= 18,98 \quad \text{Juta US\$} \\
 \text{BEP} &= \frac{\text{Fixed Cost}}{\frac{\text{Selling Price} - \text{Direct Production}}{\text{Selling Price}}} \times 100\% \\
 &= \frac{14,96}{\frac{24,52 - 14,96}{24,52}} \times 100\% \\
 &= 48,17\%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik Metil Salisilat layak didirikan karena nilai *Break Event Point* (BEP) yang diperoleh adalah 48,17%. Nilai tersebut sudah mencapai parameter yang telah ditentukan, yaitu antara 40-60% dari kapasitas produksi.



Gambar 5.2 Grafik *Break Event Point* pada Pabrik Metil Salisilat

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab-bab diatas, maka dapat diambil kesimpulan dari analisa studi kelayakan pada Pra Rancangan Pabrik Metil Salisilat dari Asam Salisilat dan Metanol dengan Proses Esterifikasi. Studi kelayakan yang dimaksud meliputi kelayakan secara teknik ataupun ekonomis. Pabrik Metil Salisilat ini akan beroperasi dengan 1 batch = 48 jam, 330 hari/tahun dengan kapasitas produksi 4000 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi yaitu Asam Salisilat dan Metanol. Untuk katalis yang digunakan adalah Timah (IV) oksida dan Epoksi bisfenol tipe A. Pabrik ini akan didirikan pada tahun 2028 di Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 116 karyawan. Produk yang dihasilkan pabrik ini adalah Metil Salisilat dengan kemurnian sebesar 92,3%. Ditinjau dari aspek ekonomis, kelayakan pabrik dapat disajikan sebagai berikut:

Tabel 6.1 Kelayakan Pabrik Metil Salisilat

No	Jenis Analisis	Parameter	Kelayakan
1	<i>Annual Cash Flow</i> (ACF)	24,87%	Layak
2	<i>Pay Out Time</i> (POT)	4 tahun	Layak
3	<i>Rate of Return</i> (ROR)	15,87%	Layak
4	<i>Break Event Point</i> (BEP)	48,17%	Layak

6.2 Saran

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan dalam pendirian pabrik metil salisilat maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut

1. Pabrik metil salisilat dapat direalisasikan sebagai saran untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan industri.
2. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau penunjang bahan baku perlu diperhatikan sehingga dapat memotong biaya yang berlebih dan mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguria, S. (2020). Methyl Salicylate is the Most Effective Natural Salicylic acid ester to Close Stomata while Raising Reactive Oxygen Species and Nitric Oxide in Arabidopsis Cells. *Journal Pre-proof*.
- Badan Pusat Statistik Kota Bontang. (2022). *Kecamatan Bontang Utara dalam Angka*. Bontang: Badan Pusat Statistik Kota Bontang.
- Chavda, V. P. (2013). Preparation and Evaluation of Methyl Salicylate Counter - Irritant Emulgel of Mefenamic Acid. *International Journal of Pharmaceutical and Medicinal Research*.
- Clark, G. S. (1999). Methyl Salicylate, or Oil of Wintergreen. *An Aroma - Chemical Profile*.
- Dong, W. C. (2016). Preparation Method of Enviromental Methyl Salicylate.
- Gondor, O. K. (2022). The Role of Methyl Salicylate in Plant Growth Under Stress Conditions. *Journal of Plant Physiology*.
- khan, Z. (2021). Current Develepment in Esterification Reaction : A Review on Process and Parameters. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*.
- Kothe, V. (2020). Thermodynamic Analysis, Experimental and Kinetic Modeling of Levulinic Acid Esterification with Ethanol at Supercritical Conditions. *Fuel*.
- Kusnarjo. (2010). *Desain Pabrik Kimia*.
- Lee, J. C. (2021). Methyl Salicylate Can Benefit Ornamental Pest Control, and Does Not Alter Per Capita Predator Consumption at Close-Range. *Frontiers*.
- Liqing , Z. (2008). A kind of microwave synthesis method for preparing wintergreen oil. *Zhejiang Lover Health Science and Technology Development Co Ltd*.
- Mao, P. (2014). Naturally Occurring Methyl Salicylate Glycosides. *Medical Chemistry*.
- MSDS METHANOL. (2006).
- MSDS Timah (IV) Oksida. (2006). Lembar Data Keselamatan. *Supelco*.
- Ohno, S. (2006). Proses for Producing Salicylic Esters. *European patent Specification*.
- Petibon, R. (2015). The Use of Ethyl Acetate as a Sole Solvent in Highly Concentrated Electrolyte for Li-on Batteries. *Electrochimica Acta*.
- Pharmaceutical, J. H. (2010). *Methyl Salicylate Technical Package*. Huayin, China.
- Priambodo, W. S. (2019). Preparation of Methyl Salicylate Use the Acid Catalystr by Without Solvent Method. *Jurnal Atomik*.

Rezaei, K. (2007). Effect of Pressure and Temperature on Enzymatic Reactions in Supercritical Fluids. *Biotechnology Advances*.

Schmid. (2007). Manufacture of Esters. *Australian Patent*.

Silva, M. J. (2013). Heterogeneous Tin Catalysts Applied to the Esterification and Transesterification Reactions. *Journal of Catalysts*.

Tan, K. T. (2011). A Review on Supercritical Fluids (SCF) Technology in Sustainable Biodiesel Production : Potential and Challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

Uehara, T. (2006). Transesterification Process for Producing Salicylic Ester Used in Perfumes. *European Patent Application*.

