

**PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM  
SALISILAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 10.000  
TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia  
Konsentrasi Teknik Kimia



Disusun Oleh:

Nama: Ghea Firsty Nur Madani

Nama: Hagel Bitra

No. Mahasiswa: 19521210

No. Mahasiswa: 19521221

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2023**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL**  
**PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI**  
**ASAM SALISILAT DAN METANOL KAPASITAS**  
**10.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

|      |   |                        |      |   |             |
|------|---|------------------------|------|---|-------------|
| Nama | : | Ghea Firsty Nur Madani | Nama | : | Hagel Bitra |
| NIM  | : | 19521210               | NIM  | : | 19521221    |

Yogyakarta, 22 Desember 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalah karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



**Ghea Firsty Nur Madani**

19521210



**Hagel Bitra**

19521221

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM  
SALISILAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Ghea Firsty Nur Madani      Nama : Hagel Bitra**  
**NIM : 19521210                              NIM : 19521221**

**Yogyakarta, 22 Desember 2023**

**Pembimbing,**



**Dr. Arif Hidayat S.T., M.T.**

**NIK: 005210101**



## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM SALISILAT  
DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Oleh:

Nama : Ghea Firsty Nur Madani      Nama : Hagel Bitra  
NIM : 19521210      NIM : 19521221

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik  
Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Januari 2024

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.

Ketua Penguji

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M. Sc.

Penguji I

Umi Rofiqah, S.T., M.T.

Penguji II

*Hidayat*  
*Khamdan* 30/1/24  
*Umi Rofiqah*

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

NIK: 995200445

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan Karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta pengikutnya.

Tugas Akhir Prarancangan Pabrik yang berjudul **“PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM SALISILAT DAN METANOL KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN”**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karuniaNya.
2. Kedua orang tua tercinta. Kami sangat bangga menjadi anak ayah dan ibu yang menjadikan kami selalu ingin menjadi yang terbaik untuk keluarga. Terima kasih atas segala dorongan semangat dan motivasi terlebih anggaran selama mengenyam pendidikan S1 Teknik Kimia di UII.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ifa Puspasari S.T., M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Dr. Arif Hidayat S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
8. Teman–teman Teknik Kimia 2019 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....  | i     |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....  | ii    |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....   | iii   |
| KATA PENGANTAR .....  | iv    |
| DAFTAR ISI.....   | vi    |
| DAFTAR TABEL.....   | xi    |
| DAFTAR GAMBAR .....   | xv    |
| DAFTAR LAMPIRAN.....  | xvi   |
| ABSTRAK .....   | xvii  |
| ABSTRACT.....   | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN.....  | 1     |
| 1.1    Latar Belakang .....   | 1     |
| 1.2    Kapasitas Perancangan.....   | 3     |
| 1.2.1    Kebutuhan Bahan Baku .....   | 3     |
| 1.2.2    Ketersediaan Bahan Baku .....  | 4     |
| 1.2.3    Kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia.....                            | 4     |
| 1.2.4    Konsumsi Metil Salisilat.....  | 6     |
| 1.2.5    Peluang Metil Salisilat .....  | 7     |
| 1.2.6    Kapasitas Pabrik Metil Salisilat di Dunia. ....                        | 7     |
| 1.3    Tinjauan Pustaka.....  | 9     |
| 1.3.1    Ekstraksi Tanaman.....   | 9     |
| 1.3.2    Esterifikasi Asam Salisilat dan Metanol dengan Katalis Asam Sulfat ... | 10    |
| 1.3.3    Esterifikasi dengan <i>Membrane-Integrated Reactor</i> .....           | 11    |
| 1.3.4    Pemilihan Proses.....  | 11    |
| 1.4    Tinjauan Termodinamika dan Kinetika .....                                | 13    |
| 1.4.1    Tinjauan Termodinamika.....  | 13    |
| 1.4.2    Tinjauan Kinetika.....   | 16    |
| BAB II PERANCANGAN PRODUK.....  | 19    |
| 2.1    Spesifikasi Bahan Baku .....   | 19    |

|                                 |   |    |
|---------------------------------|---|----|
| 2.1.1                           | Metanol .....   | 19 |
| 2.1.2                           | Asam Salisilat .....                                      | 20 |
| 2.1.3                           | Asam Sulfat.....  | 22 |
| 2.1.4                           | Natrium Hidroksida .....                                  | 23 |
| 2.1.5                           | Air .....   | 25 |
| 2.2                             | Spesifikasi Produk .....                                  | 26 |
| 2.2.1                           | Metil Salisilat .....                                     | 26 |
| 2.2.2                           | Natrium Sulfat.....                                       | 28 |
| 2.3                             | Pengendalian Kualitas.....                                | 29 |
| 2.3.1                           | Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....                    | 29 |
| 2.3.2                           | Pengendalian Kualitas Proses .....                        | 29 |
| 2.3.3                           | Pengendalian Kualitas Produk .....                        | 30 |
| BAB III PERANCANGAN PROSES..... |   | 31 |
| 3.1                             | Diagram Alir Proses dan Material .....                    | 31 |
| 3.1.1                           | Diagram Alir Kualitatif.....                              | 31 |
| 3.1.2                           | Diagram Alir Kuantitatif.....                             | 32 |
| 3.2                             | Uraian Proses .....                                       | 33 |
| 3.2.1                           | Reaksi dan Kondisi Operasi.....                           | 33 |
| 3.2.2                           | Langkah Proses .....                                      | 33 |
| 3.3                             | Spesifikasi Alat .....                                    | 35 |
| 3.3.1                           | Reaktor 1 .....   | 35 |
| 3.3.2                           | Reaktor 2 .....   | 36 |
| 3.3.3                           | Spesifikasi Alat Pemisah dan Unit Operasi Pendukung ..... | 38 |
| 3.3.4                           | Spesifikasi Alat Penyimpanan .....                        | 42 |
| 3.3.5                           | Spesifikasi Alat Transportasi .....                       | 46 |
| 3.3.6                           | Spesifikasi Alat Penukar Panas.....                       | 56 |
| 3.4                             | Neraca Massa .....  | 64 |
| 3.4.1                           | Neraca Massa Total.....                                   | 64 |
| 3.4.2                           | Neraca Massa Mixer 1 (M-01).....                          | 65 |
| 3.4.3                           | Neraca Massa Mixer 2 (M-02).....                          | 65 |
| 3.4.4                           | Neraca Massa Reaktor 1 (R-01A).....                       | 66 |
| 3.4.5                           | Neraca Massa Reaktor 2 (R-01B).....                       | 66 |



|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.4.6 | Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01) ..... | 67 |
| 3.4.7 | Neraca Massa Netralizer (N-01) .....        | 67 |
| 3.4.8 | Neraca Massa Dekanter (D-01) .....          | 68 |
| 3.4.9 | Neraca Massa Evaporator (EV-01) .....       | 68 |
| 3.5   | Neraca Panas .....                          | 69 |
| 3.5.1 | Heater 1 .....                              | 69 |
| 3.5.2 | Reaktor 1 (R-01A) .....                     | 69 |
| 3.5.3 | Reaktor 2 (R-01B).....                      | 69 |
| 3.5.4 | Heater 2 .....                              | 69 |
| 3.5.5 | Menara Distilasi .....                      | 70 |
| 3.5.6 | Cooler 1.....                               | 70 |
| 3.5.7 | Cooler 2.....                               | 70 |
| 3.5.8 | Evaporator.....                             | 70 |
| 3.5.9 | Cooler 3.....                               | 70 |
| 4.1   | Lokasi Pabrik .....                         | 71 |
| 4.1.1 | Faktor Primer .....                         | 72 |
| 4.1.2 | Faktor Sekunder .....                       | 74 |
| 4.2   | Tata Letak Pabrik.....                      | 75 |
| 4.3   | Organisasi Perusahaan .....                 | 80 |
| 4.3.1 | Bentuk Perusahaan.....                      | 80 |
| 4.3.2 | Struktur Organisasi .....                   | 82 |
| 4.4   | Tugas dan Wewenang .....                    | 83 |
| 4.4.1 | Pemegang Saham .....                        | 83 |
| 4.4.2 | Dewan Komisaris.....                        | 84 |
| 4.4.3 | Direktur Utama .....                        | 84 |
| 4.4.4 | Staff Ahli.....                             | 84 |
| 4.4.5 | Direktur .....                              | 85 |
| 4.4.6 | Sekretaris.....                             | 86 |
| 4.4.7 | Kepala Bagian.....                          | 86 |
| 4.4.8 | Kepala Seksi.....                           | 86 |
| 4.4.9 | Kepala Sub-seksi.....                       | 90 |
| 4.5   | Pembagian Jam Kerja Karyawan .....          | 91 |

|                               |   |     |
|-------------------------------|---|-----|
| 4.5.1                         | Karyawan <i>Non Shift</i> .....                         | 91  |
| 4.5.2                         | Karyawan <i>Shift</i> .....                             | 91  |
| 4.6                           | Jumlah, Penggolongan Pekerja dan Sistem Penggajian..... | 93  |
| 4.6.1                         | Jumlah Pekerja .....                                    | 93  |
| 4.6.2                         | Penggolongan Jabatan.....                               | 95  |
| 4.6.3                         | Sistem Gaji Pegawai .....                               | 95  |
| 4.7                           | Catatan .....   | 98  |
| 4.8                           | Kesejahteraan Pegawai .....                             | 98  |
| 4.8.1                         | Tunjangan .....   | 98  |
| 4.8.2                         | Cuti.....   | 99  |
| 4.8.3                         | Pakaian Kerja .....                                     | 99  |
| 4.8.4                         | Pengobatan.....   | 99  |
| BAB V UTILITAS.....           |   | 100 |
| 5.1                           | Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....                | 100 |
| 5.1.1                         | Unit Penyediaan Air.....                                | 100 |
| 5.2                           | Unit Pembangkit <i>Steam</i> .....                      | 109 |
| 5.3                           | Unit Pembangkit Listrik.....                            | 110 |
| 5.4                           | Unit Penyedia Udara Tekan .....                         | 113 |
| 5.5                           | Unit Penyedia Bahan Bakar .....                         | 114 |
| 5.6                           | Unit Penyedia <i>Dowtherm</i> .....                     | 115 |
| 5.7                           | Unit Pengolahan Limbah .....                            | 115 |
| 5.8                           | Spesifikasi Alat Utilitas .....                         | 117 |
| BAB VI EVALUASI EKONOMI ..... |   | 129 |
| 6.1                           | Penaksiran Harga Peralatan .....                        | 130 |
| 6.2                           | Dasar Perhitungan.....                                  | 133 |
| 6.3                           | Perhitungan Biaya.....                                  | 133 |
| 6.3.1                         | <i>Capital Investment</i> .....                         | 133 |
| 6.3.2                         | <i>Manufacturing Cost</i> .....                         | 133 |
| 6.3.3                         | <i>General Expense</i> .....                            | 134 |
| 6.4                           | Analisa Kelayakan .....                                 | 134 |
| 6.5                           | Analisa Perhitungan .....                               | 137 |
| 6.6                           | Analisa Kelayakan .....                                 | 140 |

|                                    |   |     |
|------------------------------------|---|-----|
| 6.6.1                              | <i>Return on Investment (ROI)</i> .....       | 141 |
| 6.6.2                              | <i>Pay Out Time (POT)</i> .....               | 141 |
| 6.6.3                              | <i>Break Event Point (BEP)</i> .....          | 141 |
| 6.6.4                              | <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....            | 142 |
| 6.6.5                              | <i>Discounted Cash Flow Rate (DCFR)</i> ..... | 142 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN ..... |   | 144 |
| 7.1                                | Kesimpulan .....                              | 144 |
| 7.2                                | Saran .....                                   | 145 |
| DAFTAR PUSTAKA .....               |   | 146 |
| LAMPIRAN A .....                   |   | 148 |
| LAMPIRAN B .....                   |   | 160 |
| LAMPIRAN C .....                   |   | 169 |
| LAMPIRAN D .....                   |   | 170 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel I.1 Pabrik penghasil bahan baku pembuatan Metil Salisilat ..... | 4  |
| Tabel I.2 Data impor Metil Salisilat di Indonesia .....               | 5  |
| Tabel I.3 Kapasitas pabrik pengguna Metil Salisilat di Indonesia..... | 6  |
| Tabel I.4 Pabrik Metil Salisilat di dunia .....                       | 8  |
| Tabel I.5 Perbandingan proses pembuatan Metil Salisilat .....         | 12 |
| Tabel I.6 Data nilai $\Delta H_f^\circ$ setiap komponen.....          | 14 |
| Tabel I.7 Energi bebas gibbs komponen .....                           | 15 |
| Tabel III.1 Spesifikasi reaktor 1 .....                               | 35 |
| Tabel III.2 Spesifikasi reaktor 2 .....                               | 36 |
| Tabel III.3 Spesifikasi mixer 1 .....                                 | 38 |
| Tabel III.4 Spesifikasi mixer 2 .....                                 | 38 |
| Tabel III.5 Spesifikasi menara distilasi .....                        | 39 |
| Tabel III.6 Spesifikasi netralizer .....                              | 40 |
| Tabel III.7 Spesifikasi dekanter .....                                | 40 |
| Tabel III.8 Spesifikasi evaporator .....                              | 41 |
| Tabel III.9 Spesifikasi tangki Metanol .....                          | 42 |
| Tabel III.10 Spesifikasi tangki Asam Sulfat .....                     | 43 |
| Tabel III.11 Spesifikasi tangki Metil Salisilat.....                  | 43 |
| Tabel III.12 Spesifikasi silo 1 .....                                 | 44 |
| Tabel III.13 Spesifikasi silo 2 .....                                 | 45 |
| Tabel III.14 Spesifikasi accumulator .....                            | 45 |
| Tabel III.15 Spesifikasi pompa 1 .....                                | 46 |
| Tabel III.16 Spesifikasi pompa 2 .....                                | 47 |
| Tabel III.17 Spesifikasi pompa 3 .....                                | 48 |
| Tabel III.18 Spesifikasi pompa 4 .....                                | 48 |
| Tabel III.19 Spesifikasi pompa 5 .....                                | 49 |

|  |    |
|--|----|
| Tabel III.20 Spesifikasi pompa 6 .....                   | 50 |
| Tabel III.21 Spesifikasi pompa 7 .....                   | 51 |
| Tabel III.22 Spesifikasi pompa 8 .....                   | 51 |
| Tabel III.23 Spesifikasi pompa 9 .....                   | 52 |
| Tabel III.24 Spesifikasi pompa 10 .....                  | 53 |
| Tabel III.25 Spesifikasi pompa 11 .....                  | 54 |
| Tabel III.26 Spesifikasi screw conveyor 1 .....          | 54 |
| Tabel III.27 Spesifikasi screw conveyor 2 .....          | 55 |
| Tabel III.28 Spesifikasi bucket elevator 1 .....         | 55 |
| Tabel III.29 Spesifikasi bucket elevator 2 .....         | 56 |
| Tabel III.30 Spesifikasi expansion valve .....           | 56 |
| Tabel III.31 Spesifikasi heater 1 .....                  | 56 |
| Tabel III.32 Spesifikasi heater 2 .....                  | 58 |
| Tabel III.33 Spesifikasi cooler 1 .....                  | 59 |
| Tabel III.34 Spesifikasi cooler 2 .....                  | 60 |
| Tabel III.35 Spesifikasi cooler 3 .....                  | 61 |
| Tabel III.36 Spesifikasi kondensor .....                 | 62 |
| Tabel III.37 Spesifikasi reboiler .....                  | 63 |
| Tabel III.38 Neraca massa total .....                    | 64 |
| Tabel III.39 Neraca massa mixer (M-01) .....             | 65 |
| Tabel III.40 Neraca massa mixer (M-02) .....             | 65 |
| Tabel III.41 Neraca massa reaktor (R-01A) .....          | 66 |
| Tabel III.42 Neraca massa reaktor (R-01B) .....          | 66 |
| Tabel III.43 Neraca massa menara distilasi (MD-01) ..... | 67 |
| Tabel III.44 Neraca massa netralizer (N-01) .....        | 67 |
| Tabel III.45 Neraca massa dekanter (D-01) .....          | 68 |
| Tabel III.46 Neraca massa evaporator (EV-01) .....       | 68 |
| Tabel III.47 Neraca panas heater 1 (HE-01) .....         | 69 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabel III.48 Neraca panas reaktor 1 (R-01A) .....       | 69  |
| Tabel III.49 Neraca panas reaktor 2 (R-01B).....        | 69  |
| Tabel III.50 Neraca panas hetaer 2 (HE-02) .....        | 69  |
| Tabel III.51 Neraca panas menara distilasi (MD-01)..... | 70  |
| Tabel III.52 Neraca panas cooler 1 (CL-01) .....        | 70  |
| Tabel III.53 Neraca panas cooler 2 (CL-02) .....        | 70  |
| Tabel III.54 Neraca panas evaporator (EV-01).....       | 70  |
| Tabel III.55 Neraca panas cooler (CL-03) .....          | 70  |
| Tabel III.56 Luas bangunan .....                        | 77  |
| Tabel III.57 Jadwal kerja karyawan .....                | 92  |
| Tabel III.58 Jumlah karyawan.....                       | 93  |
| Tabel III.59 Rincian golongan jabatan.....              | 95  |
| Tabel III.60 Rincian gaji .....                         | 96  |
| Tabel V.1 Kebutuhan air domestik .....                  | 101 |
| Tabel V.2 Kebutuhan air layanan umum .....              | 102 |
| Tabel V.3 Kebutuhan air umpan boiler.....               | 103 |
| Tabel V.4 Kebutuhan air pendingin .....                 | 104 |
| Tabel V.5 Total kebutuhan air .....                     | 105 |
| Tabel V.6 Kebutuhan listrik untuk alat proses.....      | 111 |
| Tabel V.7 Kebutuhan listrik untuk utilitas.....         | 112 |
| Tabel V.8 Kebutuhan listrik untuk alat penunjang .....  | 113 |
| Tabel V.9 Kebutuhan listrik total.....                  | 113 |
| Tabel V.10 Spesifikasi pompa .....                      | 117 |
| Tabel V.11 Spesifikasi pompa (lanjutan).....            | 118 |
| Tabel V.12 Spesifikasi pompa (lanjutan).....            | 119 |
| Tabel V.13 Spesifikasi pompa (lanjutan).....            | 121 |
| Tabel V.14 Spesifikasi bak utilitas .....               | 122 |
| Tabel V.15 Spesifikasi tangki utilitas .....            | 123 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel V.16 Spesifikasi tangki utilitas (lanjutan).....         | 124 |
| Tabel V.17 Spesifikasi penyaring .....                         | 125 |
| Tabel V.18 Spesifikasi cooling tower .....                     | 125 |
| Tabel V.19 Spesifikasi mixed bed .....                         | 125 |
| Tabel V.20 Spesifikasi deaerator .....                         | 126 |
| Tabel V.21 Spesifikasi blower pada cooling tower utilitas..... | 127 |
| Tabel VI.1 Indeks harga peralatan .....                        | 130 |
| Tabel VI.2 Physical Plant Cost (PPC) .....                     | 137 |
| Tabel VI.3 Direct Plant Cost (DPC) .....                       | 137 |
| Tabel VI.4 Fix Capital Investment (FCI).....                   | 138 |
| Tabel VI.5 Direct Manufacturing Cost (DMC) .....               | 138 |
| Tabel VI.6 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....              | 138 |
| Tabel VI.7 Total Manufacturing Cost (MC) DMC + IMC + FMC ..... | 139 |
| Tabel VI.8 Working Capital Investment (WCI) .....              | 139 |
| Tabel VI.9 General Expense (GE) .....                          | 140 |
| Tabel VI.10 Total profit .....                                 | 140 |
| Tabel VI.11 Fixed annual cost (Fa) .....                       | 141 |
| Tabel VI.12 Regulated annual cost (Ra) .....                   | 141 |
| Tabel VI.13 Variable annual cost (Va) .....                    | 142 |
| Tabel VI.14 Sales annual cost (Sa) .....                       | 142 |
| Tabel VI.15 Analisis kelayakan pabrik Metil Salisilat .....    | 143 |



## DAFTAR GAMBAR

|   |     |
|---|-----|
| Gambar I.1 Grafik impor Metil Salisilat di Indonesia .....            | 5   |
| Gambar II.1 Hazard diamond pada Metanol.....                          | 19  |
| Gambar II.2 Hazard diamond pada Asam Salisilat .....                  | 21  |
| Gambar II.3 Hazard diamond pada Asam Sulfat .....                     | 22  |
| Gambar II.4 Hazard diamond pada Natrium Hidroksida .....              | 24  |
| Gambar II.5 Hazard diamond pada Air.....                              | 25  |
| Gambar II.6 Hazard diamond pada Metil Salisilat .....                 | 26  |
| Gambar II.7 Hazard diamond pada Natrium Sulfat .....                  | 28  |
| Gambar III.1 Diagram alir kualitatif pembuatan Metil Salisilat .....  | 31  |
| Gambar III.2 Diagram alir kuantitatif pembuatan Metil Salisilat ..... | 32  |
| Gambar III.3 Rencana lokasi pabrik .....                              | 72  |
| Gambar III.4 Rencana tata letak Metil Salisilat .....                 | 78  |
| Gambar III.5 Rancangan denah alat proses pabrik Metil Salisilat.....  | 78  |
| Gambar III.6 Struktur organisasi.....                                 | 83  |
| Gambar V.1 Diagram utilitas .....                                     | 128 |
| Gambar VI.1 Analisa kelayakan pabrik Metil Salisilat .....            | 143 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                  |                                     |
|------------------|-------------------------------------|
| LAMPIRAN A ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LAMPIRAN B ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LAMPIRAN C ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LAMPIRAN D ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## ABSTRAK

Metil Salisilat ( $C_8H_8O_3$ ) merupakan senyawa organik yang memiliki bau dan rasa yang khas *wintergreen* dengan cincin aromatik yang tergolong ke dalam ester dan merupakan turunan dari Asam Salisilat. Pembangunan pabrik Metil Salisilat di Indonesia diharapkan dapat menurunkan daya impor. Pabrik Metil Salisilat direncanakan berjalan pada tahun 2027 dengan kapasitas 10.000 ton/tahun di Kawasan Industri Modern Barengkok, Serang, Banten dengan luas tanah keseluruhan  $37.000 m^2$  dan jumlah karyawan 151 orang. Dalam mencapai kebutuhan kapasitas produksi dengan kemurnian produk 95%, dibutuhkan bahan baku Metanol sebesar 2.504,5 ton/tahun dan Asam Salisilat sebesar 11.753,4 ton/tahun. Produksi Metil Salisilat dilakukan dengan menggunakan proses esterifikasi dengan katalis Asam Sulfat. Bahan baku Metanol dan Asam Salisilat direaksikan dengan katalis di dalam reaktor jenis RATB pada suhu  $68^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Pabrik Metil Salisilat ini dilengkapi dengan beberapa komponen utilitas yang memerlukan 255.610,5 ton/tahun air pendingin, 48.775,1 ton/tahun *steam*,  $39,25 m^3$ /jam udara bertekanan, 273,4 kW listrik dan 419,83 kg/jam bahan bakar. Pendirian pabrik Metil Salisilat ini diproyeksikan memiliki keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 156.192.702.339,81 dan sesudah pajak sebesar Rp 124.954.161.871,85 sehingga diperoleh nilai BEP sebesar 44,87%, SDP sebesar 32,24%, ROI sebelum pajak 44,66% dan setelah pajak 34,92%, POT sebelum pajak sebesar 1,86 tahun dan setelah pajak 2,22 tahun, serta DCFR sebesar 14%. Berdasarkan analisis parameter ekonomi maka pabrik Metil Salisilat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** Metil Salisilat, Esterifikasi, Reaktor Alir Tangki Berpengaduk, Asam Salisilat, Metanol.

## ABSTRACT

*Methyl Salicylate ( $C_8H_8O_3$ ) is an organic compound that has a distinctive wintergreen odor and taste with an aromatic ring that is classified as an ester and is a derivative of Salicylic Acid. The construction of a Methyl Salicylate factory in Indonesia is expected to reduce imports. The Methyl Salicylate factory is planned to operate in 2027 with a capacity of 10,000 tons/year in Kawasan Industri Modern Barengkok, Serang, Banten with a total land area of 37.000 m<sup>2</sup> and 151 people of employees. To achieve the required production capacity with a product purity of 95%, 2,504.5 tons/year of Methanol and 11,753.4 tons/year of Salicylic Acid are needed as raw materials. Methyl Salicylate production is carried out using an esterification process with a Sulfuric Acid catalyst. The raw materials Methanol and Salicylic Acid are reacted with a catalyst in a CSTR type reactor at a temperature of 68°C and a pressure of 1 atm. This Methyl Salicylate plant is equipped with several utility components which require 255,610.5 tons/year of cooling water, 48,775.1 tons/year of steam, 39.25 m<sup>3</sup>/hour of compressed air, 273.4 kW of electricity and 419.83 kg/hour fuel hours. The establishment of this Methyl Salicylate factory is projected to have a profit before tax of IDR 156,192,702,339.81 and after tax of IDR 124,954,161,871.85, resulting in a BEP value of 44.87%, SDP of 32.24%, ROI before tax of 44.66 % and after tax 34.92%, POT before tax is 1.86 years and after tax 2.22 years, and DCFR is 14%. Based on the analysis of economic parameters, a Methyl Salicylate factory with a capacity of 10,000 tons/year is feasible to be established.*

**Keywords:** methyl salicylate, esterification, stirred tank flow reactor, salicylic acid, methanol.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebagai satu dari sekian banyak negara berkembang, Indonesia melakukan banyak perkembangan di berbagai macam aspek, seperti pada perkembangan di industri kimia dalam kebutuhan kosmetik dan farmasi. Saat ini Indonesia masih membutuhkan negara lain dalam hal produksi bahan baku kimia, yang mana salah satunya adalah Metil Salisilat.

Metil Salisilat (*2-hydroxy benzoid acid methyl ester*) adalah senyawa organik dengan cincin aromatik yang termasuk dalam golongan ester dengan rumus molekul  $C_8H_8O_3$ . Metil Salisilat merupakan turunan dari Asam Salisilat, yang merupakan cairan dengan sifat fisis tidak berwarna (dalam bentuk murni), kekuningan, atau cairan kemerahan, memiliki bau dan rasa yang khas *wintergreen*, bersifat *non-volatile*, sukar larut dalam air namun larut dalam Etanol, Etil Eter, dan Asam Asetat. Metil Salisilat dapat ditemukan secara alami di banyak spesies tanaman (Ismadji, 2008) seperti dalam daun tanaman *gaultheria procumbens*, batang tanaman *betula lenta.l*, *sweet birch* dan berupa *glucoside* pada jenis tanaman lainnya.

Kegunaan dari senyawa Metil Salisilat, yaitu sebagai berikut (Turner, 1952):

- a. *Flavouring agent* yang digunakan dalam makanan seperti permen dan juga minuman.
- b. Bahan baku untuk pasta gigi dan *mouthwash*.
- c. Bahan baku obat rematik, obat panas, dan anti iritasi. Metil Salisilat digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis bahan farmasi, terutama

digunakan untuk penghilang rasa sakit. Produk akhir dari Metil Salisilat ini seperti salep, balsam, *cream*, *lotion*, dan produk industri farmasi lainnya.

- d. *Solvent* untuk selulosa dan derivatnya.
- e. Sebagai bahan pewangi dalam campuran bahan pestisida golongan organofosfat.
- f. Bahan baku tinta cetak (*printing*).
- g. Bahan baku dalam industri minyak wangi sebagai pemberi aroma dan pengharum pada karena Metil Salisilat dapat diformulasikan dalam *essential oil*, parfum, dan kosmetik.

Metil Salisilat digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik untuk kebutuhan seperti obat-obatan pereda nyeri otot dan pasta gigi. Gerhartz (1985) menyatakan bahwa, kandungan Metil Salisilat yang dibutuhkan untuk obat pereda nyeri otot yaitu sebesar 3-9%. Kemudian dalam pasta gigi, Storhagen (2003) menyatakan bahwa kandungan Metil Salisilat yang dibutuhkan yaitu sebanyak 1%. Selain itu, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), Kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia tergolong cukup besar untuk memenuhi kebutuhan sektor kosmetik dan farmasi, namun Indonesia masih belum memiliki pabrik kimia Metil Salisilat yang beroperasi sehingga menyebabkan negara Indonesia melakukan impor dari negara lain terutama Cina, Jerman, dan India untuk memenuhi besaran kebutuhan tersebut. Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka sangat tepat jika didirikan pabrik kimia Metil Salisilat di Indonesia dengan maksud dan tujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam negeri dan dapat menjadi bagian sebagai negara yang mengekspor bahan kimia Metil Salisilat. Dengan mendirikan pabrik Metil Salisilat,

dapat mengurangi ketergantungan bahan baku dari negara lain, perekonomian Indonesia akan semakin meningkat karena penyerapan tenaga kerja, dan dapat menciptakan peluang dari berbagai industri lainnya.

## **1.2 Kapasitas Perancangan**

Penentuan kapasitas produksi suatu pabrik dapat ditinjau dari segi ekonomi, teknis, finansial, dan perhitungan kapasitas pabrik melalui beberapa analisis. Analisis tersebut diantaranya kebutuhan produk, ketersediaan bahan produksi, dan meninjau dari kapasitas pabrik yang telah berdiri. Perhitungan kapasitas ditentukan dari adanya penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*), dimana *supply* merupakan jumlah impor dan produksi sedangkan *demand* merupakan jumlah ekspor dan konsumsi. Selanjutnya dilakukan prediksi kebutuhan dengan menentukan peluang, dimana peluang merupakan selisih antara *demand* dengan *supply*. Namun pada kasus penentuan kapasitas pabrik Metil Salisilat, tidak terdapat data produksi dan tidak ada ekspor yang dilakukan dikarenakan Indonesia masih belum memiliki pabrik Metil Salisilat, sehingga penentuan kapasitas pabrik Metil Salisilat hanya ditentukan melalui data impor, konsumsi, dan kapasitas pabrik yang telah berdiri di luar Indonesia. Penentuan kapasitas perancangan pabrik Metil Salisilat yakni sebagai berikut:

### **1.2.1 Kebutuhan Bahan Baku**

Dalam pembuatan Metil Salisilat diperlukan kebutuhan bahan baku yaitu Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) sebesar 2.504,5 ton/tahun, Asam Salisilat ( $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ ) sebesar 11.753,4 ton/tahun, katalis Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sebesar 2.988,03 ton/tahun, dan Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) sebesar 3.062,5 ton/tahun.



### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan Metil Salisilat yaitu Metanol dan Asam Salisilat dengan bantuan katalis berupa Asam Sulfat dan penetral Natrium Hidroksida. Ketersediaan bahan baku Metanol, Asam Sulfat, dan Natrium Hidroksida akan dipenuhi dari dalam negeri sedangkan Asam Salisilat tidak dapat dipenuhi dari dalam negeri dan akan diimpor dari Cina. Ketersediaan bahan baku akan dipenuhi seperti pada Tabel I.1 berikut ini.

Tabel I.1 Pabrik penghasil bahan baku pembuatan Metil Salisilat

| <b>Perusahaan</b>   | <b>Produk</b>         | <b>Kapasitas (ton/tahun)</b> |
|---|-----------------------|------------------------------|
| Kaltim Methanol Industry (KMI)<br>Kalimantan Timur, Indonesia | Metanol               | 660.000                      |
| Medco Methanol Bunyu<br>Kalimantan Timur, Indonesia           | Metanol               | 330.000                      |
| ChemFine International Co. Ltd<br>Cina                        | Asam Salisilat        | 50.000                       |
| Jinan Yunxiang Chemical Co. Ltd<br>Cina                       | Asam Salisilat        | 52.000                       |
| PT. Petrokimia Gresik<br>Jawa Timur, Indonesia                | Asam Sulfat           | 600.000                      |
| PT. Indonesian Acids Industry<br>Jakarta, Indonesia           | Asam Sulfat           | 33.000                       |
| PT. Sulfindo Adiusaha<br>Serang, Banten                       | Natrium<br>Hidroksida | 22.667                       |

### 1.2.3 Kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia

Pabrik Metil Salisilat akan didirikan pada tahun 2027, sehingga kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia diperoleh dari data Badan Pusat Statistik (BPS) pada

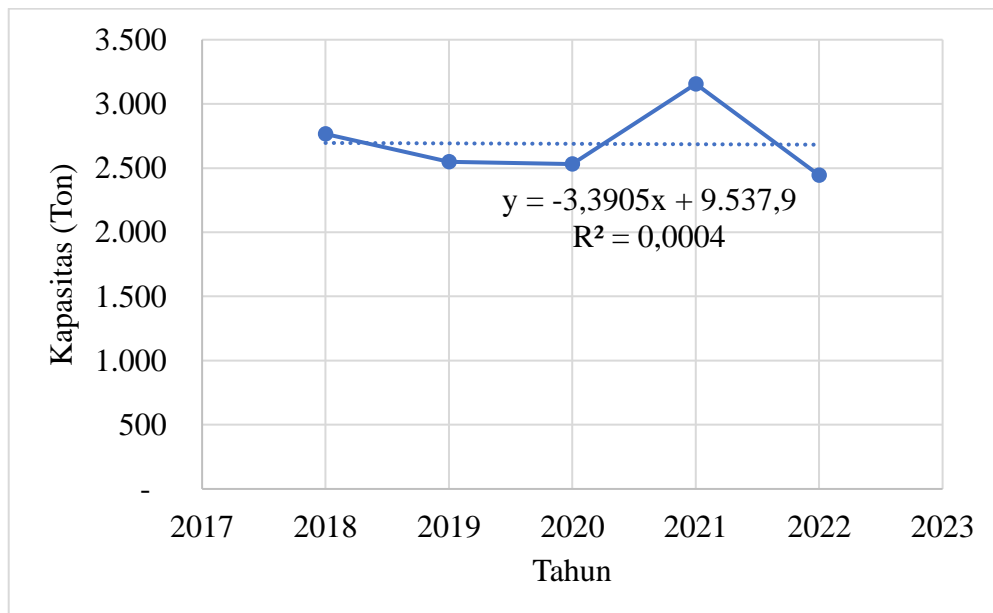
rentang tahun 2018-2022. Berikut adalah data kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia.

Tabel I.2 Data impor Metil Salisilat di Indonesia

| Tahun | Ton/tahun |
|-------|-----------|
| 2018  | 2.764,802 |
| 2019  | 2.549,028 |
| 2020  | 2.531,370 |
| 2021  | 3.155,931 |
| 2022  | 2.444,398 |

Sumber: Badan Pusat Statistik (bps.go.id), 2023

Dari Tabel I.2 dapat diperkirakan bahwa kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia untuk tahun-tahun mendatang yaitu dengan memproyeksikan dengan berikut:



Gambar I.1 Grafik impor Metil Salisilat di Indonesia

Berdasarkan Gambar I.1, diperoleh persamaan regresi linear yang digunakan untuk menentukan kebutuhan Metil Salisilat pada tahun 2027.

$$y = -3,3905x + 9.537,9$$

Keterangan:

y = Kapasitas produksi pabrik yang akan direncanakan

x = Tahun yang akan dicari

Dari persamaan diatas diketahui hasil proyeksi impor pada tahun 2027 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Impor tahun 2027} &= -3,3905x + 9.537,9 \\ &= -3,3905 (2027) + 9.537,9 \\ &= 2.665,4 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

#### 1.2.4 Konsumsi Metil Salisilat

Besarnya konsumsi Metil Salisilat Indonesia dapat diproyeksikan dari kapasitas pabrik terpasang di Indonesia yang memerlukan Metil Salisilat sebagai bahan. Beberapa pabrik terpasang di Indonesia yang memerlukan Metil Salisilat sebagai bahan dapat dilihat dari Tabel I.3 berikut ini:

Tabel I.3 Kapasitas pabrik pengguna Metil Salisilat di Indonesia

| No | Nama Perusahaan       | Kapasitas Produksi (Ton/Tahun) |
|----|-----------------------|--------------------------------|
| 1  | PT Unilever Indonesia | 56.500                         |
| 2  | PT Lion Wings         | 20.000                         |
| 3  | PT Agel Langgeng      | 21.600                         |
| 4  | PT Agricon            | 24.000                         |
| 5  | PT Ultra Sakti        | 1.300                          |
| 6  | PT Adil Makmur Fajar  | 9.500                          |

Dari Tabel I.3 dapat diperkirakan bahwa kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia diasumsikan setidaknya sekitar 10% dari kapasitas produksi masing pabrik terpasang, yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tahun 2027} &= (56.500+20.000+21.600+24.000+1.300+9.500) \times 10\% \\ &= 13.290 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diasumsikan bahwa pada tahun 2027 dibutuhkan sekitar 13.290 ton Metil Salisilat.

#### 1.2.5 Peluang Metil Salisilat

Berdasarkan data *supply* dan *demand* pada tahun 2027 maka dapat dihitung peluang pasar Metil Salisilat pada tahun 2027 menggunakan persamaan:

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi dalam negeri})$$

$$\text{Peluang} = (0 + 13.290) - (2.665,4 + 0) \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Peluang} = 10.624,6 \text{ ton/tahun}$$

Dari perhitungan ini diperoleh nilai peluang sebesar 10.624,6 ton/tahun. Nilai ini menunjukkan nilai *demand* lebih tinggi daripada *supply*.

#### 1.2.6 Kapasitas Pabrik Metil Salisilat di Dunia.

Penentuan kapasitas pabrik Metil Salisilat juga dipertimbangkan berdasarkan kapasitas pabrik Metil Salisilat yang telah berjalan. Kapasitas pabrik Metil Salisilat yang telah berdiri terlihat pada Tabel I.4 berikut.

Tabel I.4 Pabrik Metil Salisilat di dunia

| No | Nama Perusahaan                    | Kapasitas Produksi<br>(Ton/Tahun) |
|----|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1  | Monsato                            | 900                               |
| 2  | Rhone-Poulenc                      | 1.300                             |
| 3  | Jqc-Huayin Pharmaceutical          | 2.000                             |
| 4  | Zhang Chaifeng                     | 7000                              |
| 5  | Zhenjiang Maoyuan                  | 10.000                            |
| 6  | Green Agriculture                  | 12.000                            |
| 7  | Beijing Ying Fu Tong               | 3.000                             |
| 8  | Hefei TNJ Chemical Industri        | 5.000                             |
| 9  | Dantu Country Chemical Fertilizaer | 8.000                             |

Besarnya kapasitas pabrik yang berdiri dapat dipertimbangkan dari nilai *demand* dan *supply*. Hal ini dapat kita tinjau dari kedua nilai tersebut untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Penentuan kapasitas pabrik juga dapat dilihat dari industri yang sudah berdiri yaitu Zhenjiang Maoyuan dengan kapasitas 10.000 ton/tahun serta industri yang membutuhkan Metil Salisilat di Indonesia, dengan proyeksi memerlukan sekitar 13.290 ton/tahun. Dengan melalui perhitungan diperoleh nilai peluang 10.624,6 ton pada tahun 2027 mendatang. Berdasarkan data-data yang telah dipaparkan maka ditentukanlah kapasitas pabrik Metil Salisilat yang akan didirikan pada tahun 2027 sebesar 10.000 ton/tahun guna

menutupi kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia dan dapat mengurangi nilai impor Metil Salisilat, juga diharapkan mampu mencapai tahap ekspor.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

Dalam perancangan Metil Salisilat agar mencapai kualitas produk yang diinginkan, maka perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien. Secara komersil, produksi Metil Salisilat dilakukan dengan cara esterifikasi Asam Salisilat dengan Metanol. Namun, pembuatan Metil Salisilat dapat dilakukan melalui beberapa proses, yaitu:

#### 1.3.1 Ekstraksi Tanaman

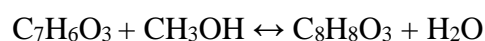
Metil Salisilat dapat diambil dari tanaman *wintergreen* (gandapura) dan *sweet birch* (betula) dengan ekstraksi karena tanaman tersebut banyak mengandung *glucoside*. Bahan yang telah disortasi atau batang dari tanaman *sweet birch* yang telah direduksi ukurannya direndam dalam air suling di dalam alat penyuling pada suhu sekitar 49°C (120°F) selama semalam, kemudian didistilasi secara *batch* selama 5 atau 6 jam. Distilat dipisahkan menjadi lapisan minyak (atas) dan air (bawah). Lapisan air dikembalikan ke alat penyuling. Operasi distilasi dihentikan apabila air sudah tidak mengandung suspensi minyak. Proses ekstraksi bahan alam ini harus memenuhi rentang *specific gravity* sebesar 1,176 – 1,182 dan titik didih 219 – 284°C untuk mendapatkan *yield* sebesar 99%. *Yield* minyak yang banyak hanya dapat diperoleh dari bahan yang segar, sehingga masa penyimpanan bahan maksimal hanya 2 minggu dan untuk proses *batch* membutuhkan waktu sekitar 30 jam (Guenther, 1949).

### 1.3.2 Esterifikasi Asam Salisilat dan Metanol dengan Katalis Asam Sulfat

Proses esterifikasi ini merupakan proses yang umum digunakan dalam produksi Metil Salisilat di industri, karena memiliki biaya yang rendah dan mudah. Dalam proses produksi Metil Salisilat dapat dilakukan dengan menggunakan proses esterifikasi yang mana menggunakan Metanol dan Asam Salisilat di dalam prosesnya. Reaksi esterifikasi berjalan lambat, oleh karena itu perlu adanya katalis asam kuat untuk mempercepat reaksi.

Reaksi esterifikasi dengan bantuan katalis asam kuat biasa dikenal dengan *fischer esterification*. Reaksi esterifikasi akan terjadi apabila suhu reaksi tercapai, oleh karena itu umpan Asam Salisilat dan Metanol yang masuk di panaskan terlebih dahulu dan suhu reaktor juga dipertahankan pada suhu reaksi. Reaksi esterifikasi merupakan reaksi kesetimbangan dapat balik, untuk memperoleh hasil yang optimum kesetimbangan perlu digeser ke arah pembentukan ester.

Cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mereaksikan reaktan dengan jumlah yang berlebih. Pemisahan ester dari komponen lainnya dilakukan dengan mereaksikan basa dengan hasil esterifikasi yang bertujuan untuk menetralkan sisa Asam Salisilat dan juga katalis Asam Sulfat yang tidak bereaksi. Pemisahan mudah dilakukan pada skala besar karena umumnya distilasi digunakan untuk memisahkan produk dari hasil sampingnya. Berikut reaksi esterifikasi Metil Salisilat dari Asam Salisilat dan Metanol:





Pada proses ini terdapat kondisi operasi yaitu pada temperatur 341 K atau 68 °C, tekanan 1 atm, dan konversi dari reaksi Asam Salisilat membentuk senyawa Metil Salisilat adalah 96,94%. Salah satu reaktan yaitu Metanol dibuat dengan kondisi yang berlebih dengan melakukan perbandingan 8:1 untuk menggeser kesetimbangan ke arah pembentukan produknya (Chandavas, 1997). Dengan melakukan perbandingan pada bahan baku, maka tercapai kesetimbangan reaksi pada stoikiometri. Pada proses ini, lama reaksi berlangsung adalah 10 jam. Produk berupa Metil Salisilat harus lakukan netralisasi untuk mendapatkan pH netral karena masih mengandung katalis asam. Penetralan tersebut dilakukan dengan bantuan basa Natrium Hidroksida (NaOH) dengan kadar 5% sebagai penetral (Chandavas, 1997).

### 1.3.3 Esterifikasi dengan *Membrane-Integrated Reactor*

Pemisahan cairan selain menggunakan distilasi, dapat juga menggunakan *membrane reactor*, dimana air yang dihasilkan dipindahkan melalui *permeable selective membrane* dari zona reaksi, proses reaksi akan terus berlangsung sehingga dapat tercapai konversi yang tinggi (Chandavas, 1997).

### 1.3.4 Pemilihan Proses

Pemilihan proses dilakukan dengan membandingkan keuntungan dan kerugian pada masing-masing proses ekstraksi bahan tanaman, *fischer esterification*, dan esterifikasi dengan *membrane integrated reactor* yang diuraikan sebagai berikut:

Tabel I.5 Perbandingan proses pembuatan Metil Salisilat

| Parameter            | Proses   |   |   |
|----------------------|--|---|---|
|                      | Ekstraksi Bahan Tanaman  | <i>Fischer Esterification</i>   | Esterifikasi dengan <i>membrane-integrated reactor</i>                              |
| <b>Bahan Baku</b>    | Gandapura atau Betula  | Metanol dan Asam Salisilat  | Metanol dan Asam Salisilat  |
| <b>Katalis</b>       | -  | Asam Sulfat   | -   |
| <b>Tekanan (atm)</b> | 1  | 1   | 1   |
| <b>Suhu (°C)</b>     | 219 – 284  | 58-68   | 105   |
| <b>Konversi (%)</b>  | 99   | 95  | 95  |
| <b>Hasil samping</b> | H <sub>2</sub> O   | H <sub>2</sub> O  | H <sub>2</sub> O  |
| <b>Kelebihan</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peralatan cukup sederhana</li> <li>• Mudah dilakukan</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tersedia bahan baku yang tidak bergantung pada suatu kondisi</li> <li>• Lebih ekonomis dan mudah untuk dilakukan</li> <li>• Metanol yang berlebih dapat digunakan kembali</li> </ul> | Air yang dihasilkan langsung dipisahkan melalui <i>permeable selective membrane</i> |
| <b>Kekurangan</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan bahan alam yang lama-kelamaan akan habis.</li> <li>• Suhu yang digunakan terlalu tinggi.</li> </ul> | Metanol yang diperlukan berlebih  | Kondisi proses harus dilakukan dengan stabil tanpa gangguan dari lingkungan         |
| <b>Sumber</b>        | Guenther, 1949   | Chandavas, 1997   | Chandavas, 1997   |

Dengan melakukan perbandingan pada Tabel I.5, maka dipilih proses esterifikasi *fischer* pada produksi Metil Salisilat dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pada bahan baku, ketersediaan Metanol lebih terjamin dan mudah didapat daripada ketersediaan tanaman Gandapura dengan hasil tanaman yang fluktuatif bergantung pada musim dan cuaca.
2. Proses *pre-treatment* bahan alami lebih sulit dilakukan dibandingkan dengan menggunakan bahan baku kimiawi.
3. Proses produksi pada proses esterifikasi relatif lebih singkat karena adanya katalis untuk mempercepat reaksi.
4. Proses esterifikasi katalis Asam Sulfat menggunakan suhu yang lebih rendah yaitu sekitar 56-68 °C.
5. Proses esterifikasi katalis Asam Sulfat lebih ekonomis dan lebih mudah untuk dilakukan.

#### **1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika**

Tinjauan termodinamika dan kinetika berisi data-data yang dibutuhkan dalam menentukan jenis reaktor yang digunakan, alat proses serta untuk mengetahui kondisi reaksi dari kedua tahapan reaksi sebelum menjadi Metil Salisilat.

##### **1.4.1 Tinjauan Termodinamika**

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui apakah reaksi bersifat endotermis atau eksotermis, spontan atau tidak spontan, dan arah reaksi (*reversible/irreversible*). Penentuan panas reaksi berjalan secara endotermis atau eksotermis dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K. Nilai ( $\Delta H_f^\circ$ ) masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 1.6 sebagai berikut:

Tabel I.6 Data nilai  $\Delta H_f^\circ$  setiap komponen

| Formula                                      | Nama senyawa    | $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol) |
|--|-----------------|-----------------------------|
| CH <sub>3</sub> OH                           | Metanol         | -201,17                     |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> | Asam Salisilat  | -466,35                     |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | Asam Sulfat     | -735,13                     |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> | Metil Salisilat | -464,30                     |
| H <sub>2</sub> O                             | Air             | -241,80                     |

Sumber: Yaws, 1999

Untuk menghitung entalpi panas reaksi digunakan persamaan:

$$\Delta H^\circ_{R\ 298K} = \sum (n \times H_f^\circ) \text{ Produk} - \sum (n \times H_f^\circ) \text{ Reaktan}$$

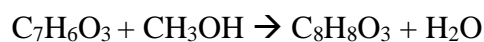
Keterangan :

$\Delta H_{R\ 298K}^\circ$  : Panas reaksi standar pada suhu 298 K (kJ/mol)

$\Sigma \Delta H_f^\circ$  (produk) : Panas reaksi pembentukan produk pada suhu 298 K (kJ/mol)

$\Sigma \Delta H_f^\circ$  (reaktan) : Panas reaksi pembentukan reaktan pada suhu 298 K (kJ/mol)

Reaksi yang terjadi pada reaktor:



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{R\ 298K} &= (\Delta H_f^\circ H_2O + \Delta H_f^\circ C_8H_8O_3) - (\Delta H_f^\circ C_7H_6O_3 + \Delta H_f^\circ CH_3OH) \\ &= ((-241,8) + (-464,30)) - (-466,35 + (-201,17)) \\ &= -38,58 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena nilai  $\Delta H^\circ_{R\ 298K}$  bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

Sedangkan spontanitas reaksi dimana reaksi spontan atau tidak spontan dapat diketahui dari nilai kesetimbangan kimia yang dipengaruhi oleh energi bebas Gibbs pada Tabel I.7 (Yaws, 1999):

Tabel I.7 Energi bebas gibbs komponen

| Formula                                      | Nama senyawa    | $\Delta G_f^\circ$ (kJ/mol) |
|--|-----------------|-----------------------------|
| CH <sub>3</sub> OH                           | Metanol         | -162,679                    |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> | Asam Salisilat  | -399,420                    |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | Asam Sulfat     | -653,470                    |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> | Metil Salisilat | -337,066                    |
| H <sub>2</sub> O                             | Air             | -227,840                    |

Menghitung energi bebas Gibbs reaksi pada suhu 298 K

$$\begin{aligned}
 \Delta G_{R\ 298K}^\circ &= \sum \Delta G_F^\circ \text{ Produk} - \sum \Delta G_F^\circ \text{ Reaktan} \\
 &= (\Delta G_f^\circ \text{H}_2\text{O} + \Delta G_f^\circ \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3) - (\Delta G_f^\circ \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3 + \Delta G_f^\circ \text{CH}_3\text{OH}) \\
 &= ((-227,840) + (-337,066)) - ((-399,42) + (-162,679)) \\
 &= -2,8070 \text{ kJoule/mol}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan energi bebas Gibbs menunjukkan bahwa  $\Delta G_{R\ 298K}^\circ$  bernilai negatif sehingga reaksi pembuatan Metil Salisilat merupakan reaksi spontan.

### Konstanta Kesetimbangan Reaksi pada 298 K

Berdasarkan persamaan Smith Van Ness edisi 5, diperoleh persamaan:

$$\Delta G_{298K} = -RT \ln K_{298K}$$

$$\ln K_{298K} = \frac{\Delta G_{298K}}{-RT}$$

$$\ln K_{298K} = \frac{-2.807 \text{ joule/mol}}{-8,314 \text{ J/mol} \times 298K}$$

$$\ln K_{298K} = 1,1330$$

$$K_{298K} = 3,1048$$

### **Konstanta Kesetimbangan Reaksi pada 68°C (341K)**

$$\Delta H_{R 298K} = -RT \ln K$$

$$\ln K = \frac{\Delta H_{R 298K}}{-RT}$$

$$\frac{\ln K_2}{\ln K_1} = \frac{\Delta H_{R 298K}}{-R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

$$\frac{\ln K_{341K}}{1,1330} = \frac{67,4353}{-8,314} \left[ \frac{1}{341} - \frac{1}{298} \right]$$

$$\ln K_{341} = 1,1364$$

$$K_{341} = 3,1155$$

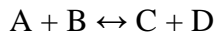
Dari perhitungan di atas dapat dilihat harga  $K > 1$  sehingga dapat disimpulkan reaksi bersifat irreversible atau searah.

#### 1.4.2 Tinjauan Kinetika

Sebelum menentukan jenis rancangan aliran reaktor, maka perlu mencari data kinetik dari reaksi. Tinjauan kinetika digunakan untuk menentukan nilai kecepatan laju reaksi, agar dapat digunakan untuk merancang reaktor. Persamaan perancangan menyatakan ketergantungan nilai  $k$  (nilai konstanta laju reaksi) pada suhu untuk proses elementer sesuai dengan persamaan Arrhenius sebagai berikut:

Konversi kesetimbangan yang dicapai pada kondisi operasi  $T = 68^\circ\text{C}$ ,  $P = 1$  atm dengan perbandingan mol Metanol dibanding mol Asam Salisilat adalah 8:1

dan konsentrasi katalis Asam Sulfat 1,1 mol/L adalah sebesar  $X_{Ae} = 0,9694$  (Chandavas, 1997). Konversi reaksi diambil 95% dari konversi kesetimbangan, maka diperoleh konversi reaksi  $X_A = 0,9102$  (Smith, 1985). Secara umum reaksi esterifikasi Metanol dan Asam Salisilat dapat disimpulkan sebagai berikut:



Keterangan:

A = Asam Salisilat

B = Metanol

C = Metil Salisilat

D = air

Persamaan kecepatan reaksi:

$$(-r_a) = k_1 \cdot C_A \cdot C_B - k_{-1} \cdot C_C \cdot C_D$$

Keterangan:

$k_1$  = konstanta kecepatan reaksi esterifikasi

$k_{-1}$  = konstanta kecepatan reaksi hidrolisa

$C_A$  = konsentrasi Asam Salisilat

$C_B$  = konsentrasi Metanol

$C_C$  = konsentrasi Metil Salisilat

$C_D$  = konsentrasi air

dengan:

$$C_A = C_{Ao}(1 - X_A)$$

$$C_B = C_{Bo} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_1 - X_A), \text{ dimana } M_1 = \frac{C_{Bo}}{C_{Ao}}$$

$$C_C = C_{Co} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_2 - X_A), \text{ dimana } M_2 = \frac{C_{Co}}{C_{Ao}}$$

$$C_D = C_{D0} - C_{AO} \cdot X_A = C_{AO}(M_3 - X_A), \text{ dimana } M_3 = \frac{C_{D0}}{C_{AO}}$$

Maka persamaan kecepatan reaksi menjadi:

$$(-r_a) = k_1 \cdot C_{AO}^2 \cdot (1 - X_A) \cdot \left( \frac{C_{BO}}{C_{AO}} - X_A \right) - k_{-1} \cdot C_{AO}^2 \cdot \left( \frac{C_{CO}}{C_{AO}} + X_A \right) \cdot \left( \frac{C_{DO}}{C_{AO}} + X_A \right)$$

dengan:

$C_{AO}$  = konsentrasi Asam Salisilat awal

$X_A$  = konversi reaksi

$k_1$  =  $0,0672 \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$

$k_{-1}$  =  $1,538 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$



## BAB II

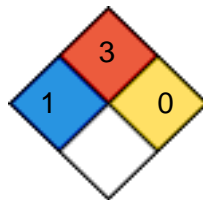
### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan perancangan pabrik Metil Salisilat dirancang berdasarkan variabel-variabel utama yaitu spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk, spesifikasi bahan pembantu, dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.1.1 Metanol

Metanol merupakan senyawa kimia dengan wujud cairan yang tidak berwarna dan larut dalam air yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk bahan sebagai perawatan air, air limbah, sebagai bahan bakar, sebagai reagen laboratorium.



Gambar II.1 Hazard diamond pada Metanol

a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

Tingkat bahaya pada kesehatan yang dimiliki oleh Metanol tergolong ke dalam bahaya tingkat 1, karena paparan gas Metanol dapat menyebabkan iritasi yang signifikan pada mata, sakit kepala, dan kelelahan.

b. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Metanol memiliki tingkat 3 dalam bahaya kebakaran, karena Metanol dapat terbakar di semua kondisi suhu sekitar.

c. Reaktivitas (Warna Kuning)

Reaktivitas Metanol tergolong pada tingkat 0, dikarenakan Metanol tergolong stabil, bahkan pada kondisi terbakar.

d. Peringatan Khusus (Warna Putih)

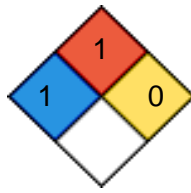
Metanol tidak memiliki peringatan khusus

Sifat fisis Metanol adalah sebagai berikut:

|               |  |
|---------------|--|
| Rumus molekul | : CH <sub>3</sub> OH                             |
| Fase          | : Cair   |
| Kemurnian     | : 99,85 % Metanol & 0,15% air                    |
| Berat molekul | : 32,042 g/mol                                   |
| Titik beku    | : -97,8°C  |
| Titik didih   | : 64,5°C   |
| Suhu kritis   | : 240°C  |
| Densitas      | : 0,792 g/cm <sup>3</sup>                        |
| Flash Point   | : 12°C (tangki tertutup) & 16°C (tangki terbuka) |
| Kelarutan     | : Larut sempurna dalam air                       |
| Keterbakaran  | : Mudah terbakar pada suhu tinggi (464°C)        |
| Korosifitas   | : Non-korosif                                    |

### 2.1.2 Asam Salisilat

Asam Salisilat merupakan senyawa kimia berwujud padatan berwarna putih kecoklatan yang tidak berbau dan terlarut perlahan dalam air.



Gambar II.2 Hazard diamond pada Asam Salisilat

a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

Asam Salisilat tergolong ke dalam bahaya tingkat 1 pada bahaya kesehatan, karena dapat mengiritasi hidung dan tenggorokan apabila menghirup butiran dari Asam Salisilat, menyebabkan iritasi mata, dan menyebabkan iritasi kulit apabila terkena kulit dalam waktu yang lama dan berulang.

b. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Asam Salisilat memiliki tingkat 1 dalam bahaya kebakaran, karena Asam Salisilat harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum Asam Salisilat terbakar.

c. Reaktivitas (Warna Kuning)

Reaktivitas Asam Salisilat tergolong pada tingkat 0, dikarenakan Asam Salisilat secara normal stabil, bahkan pada kondisi terbakar.

d. Peringatan Khusus (Warna Putih)

Asam Salisilat tidak memiliki peringatan khusus

Sifat fisis Asam Salisilat adalah sebagai berikut:

Rumus molekul :  $C_7H_6O_3$

Fase : Padat (butiran kecil)

Kemurnian : 99% wt

Berat molekul : 138,12 g/mol

Titik beku :  $159^{\circ}\text{C}$

Titik didih :  $211^{\circ}\text{C}$

|              |   |
|--------------|---|
| Suhu kritis  | : 466°C                                   |
| Densitas     | : 1,443 g/cm <sup>3</sup>                 |
| Flash Point  | : 157°C (dalam tangki tertutup)           |
| Kelarutan    | : 0,2 g/100 g (dalam air)                 |
| Keterbakaran | : Mudah terbakar pada suhu tinggi (545°C) |
| Korosifitas  | : Non-korosif                             |

### 2.1.3 Asam Sulfat

Asam Sulfat merupakan senyawa yang tidak berwarna dan larut dalam air serta bersifat korosif terhadap logam.



Gambar II.3 Hazard diamond pada Asam Sulfat

a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

Asam Sulfat tergolong ke dalam bahaya tingkat 3 pada bahaya kesehatan. Menghirup uapnya dapat merusak paru-paru secara serius, kontak dengan mata dapat menyebabkan hilang penglihatan total, dan kontak kulit dapat menyebabkan nekrosis parah.

b. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Asam Sulfat tergolong ke dalam bahaya tingkat 0, karena tidak akan terbakar pada kondisi suhu kebakaran biasa.

c. Reaktivitas (Warna Kuning)

Reaktivitas Asam Sulfat tergolong ke dalam tingkat 2, dikarenakan Asam Sulfat mudah mengalami perubahan kimia pada suhu dan tekanan tinggi.

d. Peringatan Khusus (Warna Putih)

Asam Sulfat memiliki peringatan khusus ( $\text{W}$ ), yang mana Asam Sulfat bereaksi dengan cara yang tidak biasa dengan air dan bersifat eksplosif dengan air.

Sifat fisis Asam Sulfat adalah sebagai berikut:

Rumus molekul :  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Fase : Cair

Kemurnian : 98% wt

Berat molekul : 98,08 g/mol

Titik beku :  $-35^\circ\text{C}$

Titik didih :  $270^\circ\text{C}$

Densitas :  $1,84 \text{ g/cm}^3$

Kelarutan : Larut sempurna dalam air

Keterbakaran : Tidak mudah terbakar

Korosifitas : Sangat korosif terhadap aluminium, tembaga, *stainless steel* (316 dan 304), non-korosif terhadap baja ringan, sedikit korosif terhadap perunggu.

#### 2.1.4 Natrium Hidroksida

Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) atau yang juga dikenal dengan soda api, merupakan jenis basa logam kaustik.



Gambar II.4 Hazard diamond pada Natrium Hidroksida

a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

NaOH memiliki tingkat bahaya 3 yang merupakan senyawa beracun.

b. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Tingkat bahaya kebakaran NaOH tergolong pada tingkat 0, karena merupakan bahan yang tidak akan terbakar pada kondisi kebakaran biasa.

c. Reaktivitas (Warna Kuning)

Reaktivitas Natrium Hidroksida tergolong ke dalam tingkat 2.

d. Peringatan Khusus (Warna Putih)

Natrium Hidroksida tidak memiliki peringatan khusus.

Sifat fisis Asam Sulfat adalah sebagai berikut:

Rumus molekul : NaOH

Fase : Padat

Kemurnian : 98%

Berat molekul : 40 g/mol

Titik didih : 1.390 °C

Densitas : 1,77 g/cm<sup>3</sup>

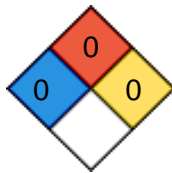
Viskositas : 78 Mpa.s

Kelarutan : Larut dalam berbagai perbandingan air

Keterbakaran : Tidak mudah terbakar

### 2.1.5 Air

Air merupakan cairan tidak berwarna yang terdiri dari oksigen dan hidrogen, dan menjadi bagian penting bagi kehidupan, dan air merupakan pelarut yang paling banyak digunakan.



Gambar II.5 Hazard diamond pada Air

e. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

Air memiliki tingkat bahaya 0. Air merupakan senyawa yang tidak beracun dan penting bagi kehidupan.

f. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Tingkat bahaya kebakaran air tergolong pada tingkat 0, karena air merupakan bahan yang tidak akan terbakar pada kondisi kebakaran biasa.

g. Reaktivitas (Warna Kuning)

Air tergolong pada tingkat 0 dalam reaktivitas, karena merupakan bahan yang stabil bahkan dalam kondisi kebakaran.

h. Peringatan Khusus (Warna Putih)

Air tidak memiliki peringatan khusus.

Sifat fisis air adalah sebagai berikut:

Rumus molekul :  $H_2O$

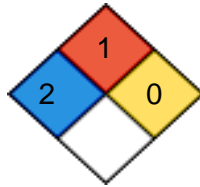
Wujud : Cair

Berat molekul : 18,02 g/mol

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| Titik beku   | : 0°C                  |
| Titik didih  | : 100°C                |
| Densitas     | : 1 g/cm <sup>3</sup>  |
| Keterbakaran | : Tidak mudah terbakar |
| Korosifitas  | : Non-korosif          |

## 2.2 Spesifikasi Produk

### 2.2.1 Metil Salisilat



Gambar II.6 Hazard diamond pada Metil Salisilat

a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

Metil Salisilat tergolong pada tingkat 2 bahaya kesehatan, karena jika tertelan, terhirup, dan terserap melalui kulit. Uapnya dapat mengiritasi mata serta saluran pernapasan bagian atas.

b. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Tingkat bahaya kebakaran air tergolong pada tingkat 0, karena air merupakan bahan yang tidak akan terbakar pada kondisi kebakaran biasa.

c. Reaktivitas (Warna Kuning)

Metil Salisilat tergolong pada tingkat 0 dalam reaktivitas, karena merupakan bahan yang stabil bahkan dalam kondisi kebakaran.

d. Peringatan Khusus (Warna Putih)

Metil Salisilat tidak memiliki peringatan khusus.



## 1. Spesifikasi Umum

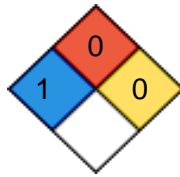
Sifat fisis Metil Salisilat adalah sebagai berikut:

|               |  |
|---------------|--|
| Rumus molekul | : $C_8H_8O_3$  |
| Wujud         | : Cair   |
| Berat molekul | : 152,14 g/mol                                       |
| Titik beku    | : $-8,6^{\circ}C$                                    |
| Titik didih   | : $223,3^{\circ}C$                                   |
| Suhu kritis   | : $428^{\circ}C$                                     |
| Flash point   | : $96^{\circ}C$ (dalam tangki tertutup)              |
| Densitas      | : $1,184 \text{ g/cm}^3$                             |
| Kelarutan     | : 0,7 g/100g (dalam air)                             |
| Keterbakaran  | : Mudah terbakar pada suhu tinggi ( $454^{\circ}C$ ) |
| Korosifitas   | : Non-korosif  |

## 2. Spesifikasi Produk yang Dihasilkan

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Kemurnian $C_8H_8O_3$ | : 95,25 % |
| Impuritas $H_2O$      | : 4,60 %  |
| Impuritas $CH_3OH$    | : 0,15 %  |

## 2.2.2 Natrium Sulfat



Gambar II.7 Hazard diamond pada Natrium Sulfat

a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

Natrium Sulfat tergolong pada bahaya tingkat 1, apabila terjadi kontak mata, sedikit berbahaya jika terjadi kontak dengan kulit, tertelan, dan terhirup.

b. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Natrium Sulfat tergolong pada bahaya tingkat 0, Natrium Sulfat tidak mudah terbakar.

c. Reaktivitas (Warna Kuning)

Natrium Sulfat tergolong pada tingkat 0 dalam reaktivitas, karena merupakan bahan yang stabil bahkan dalam kondisi kebakaran.

d. Peringatan Khusus (Warna Putih)

Natrium Sulfat tidak memiliki peringatan khusus.

Sifat fisis Natrium Sulfat adalah sebagai berikut:

Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Wujud : Padat

Berat molekul : 142,04 g/mol

Titik lebur :  $884^\circ\text{C}$

Titik didih :  $1100^\circ\text{C}$

Densitas :  $2,7 \text{ g/cm}^3$  pada suhu  $20^\circ\text{C}$

Kelarutan : 20 g/100ml pada suhu  $20^\circ\text{C}$  (dalam air)

Keterbakaran : tidak mudah terbakar

## 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik Metil Salisilat ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses, dan pengendalian kualitas produk.

### 2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku dan bahan-bahan pembantu dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik.

### 2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem control.

#### 1. Alat Sistem Kontrol

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *thermocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan indikator, meliputi level indikator dan control, *temperature indicator control, pressure control, flow control*.

c. *Actuator* digunakan untuk manipulate agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan manual *hand valve*.

## 2. Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *pneumatic* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
- b. Aliran elektrik (aliran listrik) digunakan untuk data dari sensor ke *controller*
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk flow dari sensor ke *controller*.

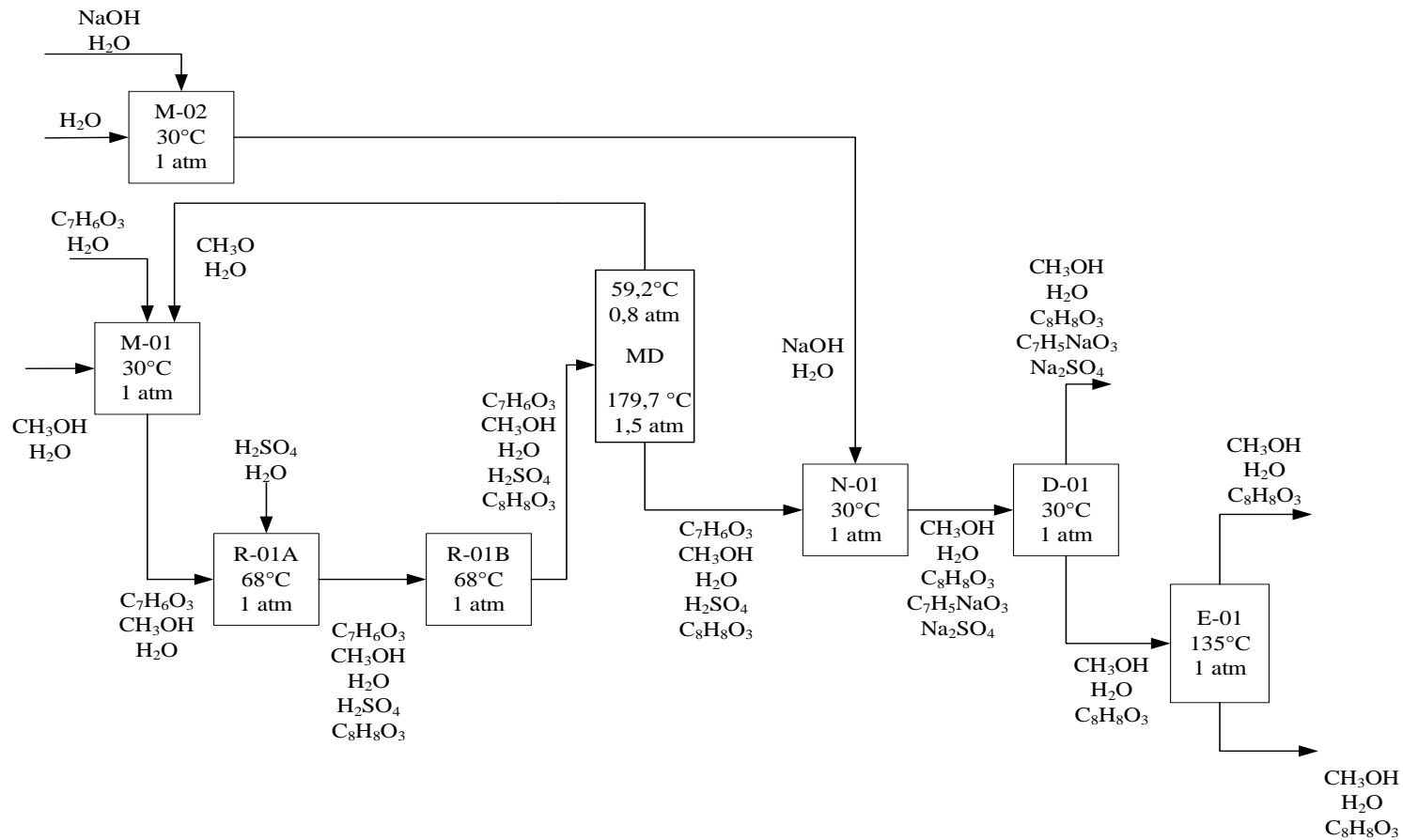
### 2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengendalian dilakukan setiap tahapan proses mulai dari bahan baku hingga menjadi produk. Pengendalian ini meliputi pengawasan terhadap mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. semua pengawasan mutu dapat dilakukan dengan analisis bahan di laboratorium maupun penggunaan alat kontrol.

## BAB III PERANCANGAN PROSES

### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material

#### 3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



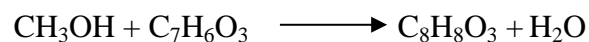
Gambar III.1 Diagram alir kualitatif pembuatan Metil Salisilat



## 3.2 Uraian Proses

### 3.2.1 Reaksi dan Kondisi Operasi

Proses pembuatan Metil Salisilat menggunakan bahan baku Asam Salisilat dan methanol dengan kemurnian masing-masing 99% dan 99,85%, perbandingan bahan baku Metanol dengan Asam Salisilat adalah 8:1. Untuk mempercepat reaksi pembentukan produk, maka ditambahkan katalis Asam Sulfat dengan kemurnian 98%. Reaksi pembuatan Metil Salisilat merupakan reaksi endotermis, berikut adalah persamaan reaksi *overall*:



Kondisi operasi reaksi tersebut untuk menghasilkan produk dengan konversi 97% yaitu pada suhu 68°C dengan kemurnian 95%. Reaksi tersebut merupakan reaksi eksotermis maka akan terjadi peningkatan suhu. Berdasarkan teori kesetimbangan, kenaikan suhu akan menyebabkan peningkatan konversi. Dari teori tersebut maka untuk mempertahankan suhu agar konstan, dan mendapatkan konversi yang diinginkan reaktor dijalankan pada kondisi isothermal dengan menggunakan jaket pendingin.

### 3.2.2 Langkah Proses

Tahapan proses Metil Salisilat terdapat 3 tahapan, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan adalah Metanol dengan kemurnian 99,85%, Asam Salisilat dengan kemurnian 99%. Tahapan ini bertujuan untuk menyiapkan bahan baku yang berada pada tangki penyimpanan masing-masing sebelum

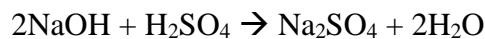
direaksikan di dalam reaktor. Asam Salisilat diumpankan dari silo (S-01) dan Metanol dari tangki penyimpanan (T-01) menuju mixer (M-01) untuk dilarutkan terlebih dahulu.

## 2. Tahap sintesis Metil Salisilat

Hasil larutan dari mixer (M-01) tersebut dialirkan menuju reaktor menggunakan pompa (P-02), selanjutnya larutan tersebut dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *heater* (HE-01) hingga suhu mencapai 68°C. Katalis Asam Sulfat diumpankan dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor alir tangki berpengaduk. Setelah direaksikan di 2 reaktor yang tersusun secara seri, (R-01A dan R-01B), campuran dialirkan menuju menara distilasi terlebih dahulu sebelum diumpankan menuju netralizer. Hal ini dikarenakan Metil Salisilat memiliki sifat kelarutan yang mudah larut dalam alkohol sehingga dilakukan pemisahan Metanol terlebih dahulu. Pemisahan dengan menara distilasi ditujukan untuk memisahkan Metanol untuk digunakan kembali dengan mengalirkannya menuju mixer (reflux).

## 3. Tahap pemurnian produk

Untuk memurnikan produk, campuran dialirkan menuju netralizer. Netralizer bertugas untuk menetralkan katalis asam menjadi garam-garamnya dengan bantuan penetral basa NaOH. Berikut adalah reaksi netralisasi yang terjadi:



Dari netralizer larutan dialirkan kembali menggunakan pipa menuju dekanter, di dalam dekanter terbentuk dua lapisan yaitu fase berat dan fase ringan. Fase berat meliputi Metil Salisilat, Metanol, dan air, sedangkan fase ringan meliputi air,



Natrium Sulfat, Natrium Salisilat, Metanol, dan sedikit Metil Salisilat yang terbawa. Fase ringan dialirkan menuju UPL, sedangkan fase berat dialirkan menuju evaporator (E-01). Evaporator bertugas untuk memurnikan produk Metil Salisilat dari Metanol dan air dengan suhu 135°C, produk dimurnikan hingga kemurnian 95,3% dengan kandungan air 4,6% dan Metanol 0,1%.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Reaktor 1

Tabel III.1 Spesifikasi reaktor 1

|   |  |
|---|--|
| Kode  | : R-01A  |
| Nama  | : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dengan <i>Jacket</i> pendingin               |
| Fungsi  | : Mereaksikan Metanol dengan Asam Salisilat untuk menghasilkan Metil Salisilat |
| Kondisi reaksi  | : Eksotermis, non adiabatik, isothermal  |
| Jumlah reaktor  | : 2 (seri)   |
| <b>Kondisi operasi</b>                                  |  |
| Tekanan   | : 1 atm  |
| Suhu  | : 68 °C = 341 K  |
| <b>Bahan Konstruksi</b> <i>Stainless steel AISI 316</i> |  |
| Diameter shell  | : 2,4384 m   |
| Tinggi shell  | : 3,6338 m   |
| Tebal shell   | : 0,3125 in  |
| Volume shell  | : 16,7433 m <sup>3</sup>   |
| Tinggi reaktor  | : 4,9657 m   |
| Volume reaktor  | : 17,20988 m <sup>3</sup>  |
| <b>Dimensi Head</b>                                     |  |
| Tinggi head   | : 0,6660 m   |
| Tebal head  | : 0,2998 in  |

Volume head : 0,2347 m<sup>3</sup>

**Pengaduk**

Jenis impeller : *Turbin with 6 flat blade*

Jumlah impeller : 1

Jumlah baffle : 4

Jumlah pengaduk : 1

Diameter pengaduk : 0,8075 m

Tinggi pengaduk : 3,15 m

Jarak pengaduk : 1,05 m

Lebar baffle : 0,14 m

Kecepatan pengadukan : 100 rpm

Power pengadukan : 10 Hp

**Jaket Pendingin**

Bahan jaket : *Stainless Steel AISI 316*

Diameter dalam jaket : 2,4384 m

Diameter luar jaket : 2,4479 m

Tinggi jaket : 2,9792 m

Tebal jaket : 0,0048 in

Beban pendingin : 241,8508 kJ/jam

Luas selubung reaktor : 32,4898 m<sup>2</sup>

---

3.3.2 Reaktor 2

Tabel III.2 Spesifikasi reaktor 2

---

|        |  |
|--------|--|
| Kode   | : R-01B  |
| Nama   | : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dengan <i>Jaket</i> pendingin  |
| Fungsi | : Mereaksikan Metanol dengan Asam Salisilat untuk menghasilkan Metil Salisilat<br>Menghasilkan produk C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> |

---

**Kondisi Operasi**

|                         |   |                                 |
|-------------------------|---|---------------------------------|
| Tekanan                 | : | 1 atm                           |
| Suhu                    | : | 68 °C = 341 K                   |
| <b>Bahan Konstruksi</b> |   | <i>Stainless steel AISI 316</i> |
| Diameter shell          | : | 2,4384 m                        |
| Tinggi shell            | : | 3,6338 m                        |
| Tebal shell             | : | 0,0079 m                        |
| Volume shell            | : | 16,7434 m <sup>3</sup>          |
| Tinggi Reaktor          | : | 4,9657 m                        |
| Volume Reaktor          | : | 17,20988 m <sup>3</sup>         |
| <b>Dimensi Head</b>     |   |                                 |
| Tinggi head             | : | 0,6660 m                        |
| Tebal head              | : | 0,009525 m                      |
| Volume head             | : | 0,23472 m <sup>3</sup>          |
| <b>Pengaduk</b>         |   |                                 |
| Jenis impeller          | : | <i>Turbin with 6 flat blade</i> |
| Jumlah impeller         | : | 1                               |
| Jumlah baffle           | : | 4                               |
| Jumlah pengaduk         | : | 1                               |
| Diameter pengaduk       | : | 0,8075 m                        |
| Tinggi pengaduk         | : | 3,15 m                          |
| Jarak pengaduk          | : | 1,05 m                          |
| Lebar baffle            | : | 0,14 m                          |
| Kecepatan pengadukan    | : | 100 rpm                         |
| Power pengadukan        | : | 10 Hp                           |
| <b>Jaket Pendingin</b>  |   |                                 |
| Bahan jaket             | : | <i>Stainless steel AISI 316</i> |
| Diameter dalam jaket    | : | 2,4384 m                        |
| Diameter luar jaket     | : | 2,4479 m                        |
| Tinggi jaket            | : | 2,9792 m                        |
| Tebal jaket             | : | 0,0048 m                        |

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| Beban pendingin       | : 70,6183 kJ/jam         |
| Luas selubung reaktor | : 32,4898 m <sup>2</sup> |

---

### 3.3.3 Spesifikasi Alat Pemisah dan Unit Operasi Pendukung

Tabel III.3 Spesifikasi mixer 1

|                        |  |
|------------------------|--|
| Kode alat              | : M-01   |
| Fungsi                 | : Mencampurkan Asam Salisilat dengan Metanol                               |
| Tipe                   | : Silinder tegak berpengaduk dan tutup<br><i>Torispherical Dished Head</i> |
| Bahan Konstruksi       | : <i>Stainless steel AISI 316</i>  |
| Kapasitas              | : 4,4885 m <sup>3</sup>  |
| <b>Kondisi Operasi</b> |  |
| Tekanan                | : 1 atm  |
| Temperatur             | : 30 °C  |
| <b>Spesifikasi</b>     |  |
| Diameter               | : 1,6764 m   |
| Tinggi Tangki          | : 4,27355 m  |
| Tebal Dinding          | : 0,00635 m  |
| Jumlah pengaduk        | : 1  |
| Power motor            | : 15 Hp  |

---

Tabel III.4 Spesifikasi mixer 2

|                        |  |
|------------------------|--|
| Kode alat              | : M-02   |
| Fungsi                 | : Mencampurkan NaOH dengan air<br>Silinder tegak berpengaduk dan tutup Torispherical |
| Tipe                   | : Dished Head  |
| Bahan Konstruksi       | : <i>Stainless steel AISI 316</i>  |
| Kapasitas              | : 7,1173 m <sup>3</sup>  |
| <b>Kondisi Operasi</b> |  |
| Tekanan                | : 1 atm  |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| Temperatur         | : 30 °C     |
| <b>Spesifikasi</b> |             |
| Diameter           | : 1,8288 m  |
| Tinggi Tangki      | : 1,8161 m  |
| Tebal Dinding      | : 0,00635 m |
| Jumlah pengaduk    | : 1         |
| Power motor        | : 20 Hp     |

---

Tabel III.5 Spesifikasi menara distilasi

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Kode                                 | : MD-01   |
| Fungsi                               | : Memurnikan produk dengan memisahkan Metanol dari campuran larutan |
| Tipe                                 | : <i>Sieve Tray</i>   |
| Jumlah                               | : 1 alat  |
| <b>Kondisi Operasi Umpan Menara</b>  |   |
| Tekanan                              | : 1 atm   |
| Suhu                                 | : 68 °C   |
| <b>Kondisi Operasi Puncak Menara</b> |   |
| Tekanan                              | : 0,8 atm   |
| Suhu                                 | : 59,2 °C   |
| <b>Kondisi Operasi Dasar Menara</b>  |   |
| Tekanan                              | : 1,5 atm   |
| Suhu                                 | : 179,7 °C  |
| Pemanas                              | : Steam jenuh 38,5 atm  |
| <b>Tray</b>                          |   |
| Jumlah Stage                         | : 19 stage  |
| Tray spacing                         | : 0,6 m   |
| Bahan                                | : Stainless steel 316   |
| <b>Dimensi Shell</b>                 |   |
| Tinggi Shell                         | : 12,8031 m   |

|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| ID Shell            | : 1,52 m                    |
| Tebal <i>Shell</i>  | : 0,3125 in                 |
| <b>Dimensi Head</b> |                             |
| Tebal Head          | : 0,3125 in                 |
| Jenis               | : Torispherical dished head |

---

Tabel III.6 Spesifikasi netralizer

|                        |  |
|------------------------|--|
| Kode alat              | : N-01   |
| Fungsi                 | : Menetralkan katalis yang masih terkandung dalam produk<br>Silinder tegak berpengaduk dan tutup |
| Tipe                   | : Torispherical Dished Head  |
| Bahan Konstruksi       | : <i>Stainless steel AISI 316</i>  |
| Kapasitas              | : 8,8253 m <sup>3</sup>  |
| <b>Kondisi Operasi</b> |  |
| Tekanan                | : 1 atm  |
| Temperatur             | : 30 °C  |
| <b>Spesifikasi</b>     |  |
| Diameter               | : 1,981 m  |
| Tinggi Tangki          | : 5,082 m  |
| Tebal Dinding          | : 0,008 m  |
| Jumlah pengaduk        | : 1  |
| Power motor            | : 20 Hp  |

---

Tabel III.7 Spesifikasi dekanter

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Kode                   | : D-01                        |
| Material               | : Carbon steel SA 283 grade C |
| Geometri               | : Silinder Horizontal         |
| Jumlah                 | : 1 Unit                      |
| <b>Kondisi Operasi</b> |                               |

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| Suhu                 | : 30 °C              |
| Tekanan              | : 1 atm              |
| <b>Spesifikasi</b>   |                      |
| Tebal Shell          | : 0,1875 in          |
| Diameter             | : 0,6 in             |
| Panjang              | : 1,8 in             |
| Jenis Head           | : Torispherical Head |
| Waktu Tinggal        | : 3,56 menit         |
| ID Pipa Input        | : 2,469 in           |
| OD Pipa Input        | : 2,88 in            |
| ID Pipa Output Atas  | : 2,067 in           |
| OD Pipa Output Atas  | : 2,38 in            |
| ID Pipa Output Bawah | : 0,824 in           |
| OD Pipa Output Bawah | : 1,05 in            |

Tabel III.8 Spesifikasi evaporator

|                        |   |
|------------------------|---|
| Kode                   | : EV-01   |
| Fungsi                 | : Menguapkan sebagian besar kandungan air dan Metanol dalam larutan produk. |
| Tipe                   | : <i>Short-Tube Vertical Evaporator</i>                                     |
| Bahan konstruksi       | : <i>Alloy 20</i>   |
| Jumlah                 | : 1 buah  |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |
| Tekanan                | : 1 atm   |
| Suhu                   | : 135 °C  |
| Kapasitas              | : 1282,65 Kg/jam  |
| Beban Panas            | : 332.462,68 kJ/jam   |
| <b>Shell</b>           |   |
| Aliran Fluida          | : <i>Steam</i>  |
| ID                     | : 15,625 in   |

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| OD            | : 16 in                     |
| Tinggi        | : 4,062 m                   |
| Tebal         | : 0,1875 in                 |
| <b>Tube</b>   |                             |
| Aliran Fluida | : Umpan masuk dari dekanter |
| ID            | : 0,902 in                  |
| OD            | : 1 in                      |
| Tinggi        | : 0,9144 m                  |
| BWG           | : 18 BWG                    |

---

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan

Tabel III.9 Spesifikasi tangki Metanol

|                        |   |
|------------------------|---|
| Kode                   | : T-01  |
| Fungsi                 | : Menyimpan bahan baku Metanol                          |
| Jenis Tangki           | : Silinder tegak, alas datar dan tutup <i>cone roof</i> |
| Jenis Bahan            | : <i>Low Alloy Steel SA 217</i>                         |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |
| Tekanan                | : 1 atm   |
| Temperatur             | : 30 °C   |
| <b>Dimensi Tangki</b>  |   |
| Diameter               | : 10,6681 m   |
| Tinggi                 | : 5,49 m  |
| Volume Tangki          | : 285,985 m <sup>3</sup>                                |
| <b>Tebal Shell</b>     |   |
| Plate 1                | : 0,2500 in   |
| Plate 2                | : 0,1875 in   |
| <b>Dimensi Head</b>    |   |
| Tebal Head             | : 0,1875 in   |
| Tinggi Head            | : 1,837 m   |
| Waktu Penyimpanan      | : 30 hari   |

---



Tabel III.10 Spesifikasi tangki Asam Sulfat

|                        |   |
|------------------------|---|
| Kode                   | : T-02  |
| Fungsi                 | : Menyimpan katalis H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>      |
| Jenis Tangki           | : Silinder tegak, alas datar dan tutup <i>cone roof</i> |
| Jenis Bahan            | : <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>                    |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |
| Tekanan                | : 1 atm   |
| Temperatur             | : 30 °C   |
| <b>Dimensi Tangki</b>  |   |
| Diameter               | : 9,144 m   |
| Tinggi                 | : 4,986 m   |
| Volume Tangki          | : 146,471 m <sup>3</sup>                                |
| <b>Tebal Shell</b>     |   |
| Plate 1                | : 0,2500 in   |
| Plate 2                | : 0,1875 in   |
| <b>Dimensi Head</b>    |   |
| Tebal Head             | : 0,1875 in   |
| Tinggi Head            | : 1,3287 m  |
| Waktu Penyimpanan      | : 30 hari   |
| Jumlah                 | : 1 unit  |

Tabel III.11 Spesifikasi tangki Metil Salisilat

|                        |  |
|------------------------|--|
| Kode                   | : T-03   |
| Fungsi                 | : Menyimpan produk Metil Salisilat (C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> ) |
| Jenis Tangki           | : Silinder tegak, alas datar dan tutup <i>cone roof</i>                            |
| Jenis Bahan            | : <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>   |
| <b>Kondisi Operasi</b> |  |
| Tekanan                | : 1 atm  |
| Temperatur             | : 30 °C  |

**Dimensi Tangki**

|               |                          |
|---------------|--------------------------|
| Diameter      | : 12,192 m               |
| Tinggi        | : 7,32 m                 |
| Volume Tangki | : 389,363 m <sup>3</sup> |

**Tebal Shell**

|         |             |
|---------|-------------|
| Plate 1 | : 0,2500 in |
| Plate 2 | : 0,1875 in |

**Dimensi Head**

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| Tebal Head        | : 0,1875 in |
| Tinggi Head       | : 2,44 m    |
| Waktu Penyimpanan | : 30 hari   |
| Jumlah            | : 1 unit    |

---

Tabel III.12 Spesifikasi silo 1

---

|      |        |
|------|--------|
| Kode | : S-01 |
|------|--------|

---

|              |   |
|--------------|---|
| Fungsi       | : Menyimpan bahan baku Asam Salisilat         |
| Jenis Tangki | : Silinder tegak, dengan dasar <i>conical</i> |
| Jenis Bahan  | : <i>Stainless steel AISI 316</i>             |

**Kondisi Operasi**

|            |         |
|------------|---------|
| Tekanan    | : 1 atm |
| Temperatur | : 30 °C |

**Dimensi Tangki**

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| Diameter | : 7,63 m                |
| Tinggi   | : 8,7 m                 |
| Tebal    | : 0,3125 in             |
| Volume   |                         |
| Tangki   | : 364,90 m <sup>3</sup> |
| Jumlah   | : 1 unit                |

---

Tabel III.13 Spesifikasi silo 2

|                        |   |
|------------------------|---|
| Kode                   | : S-02                                      |
| Fungsi                 | : Menyimpan bahan baku Natrium Hidroksida   |
| Jenis                  | :   |
| Tangki                 | Silinder tegak, dengan dasar <i>conical</i> |
| Jenis                  | :   |
| Bahan                  | <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>          |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |
| Tekanan                | : 1 atm                                     |
| Temperatur             | : 30 °C                                     |
| <b>Dimensi Tangki</b>  |   |
| Diameter               | : 5,49 m                                    |
| Tinggi                 | : 6,11 m                                    |
| Tebal                  | : 0,8750 in                                 |
| Volume                 |   |
| Tangki                 | : 128,08 m <sup>3</sup>                     |
| Jumlah                 |   |
| Tangki                 | : 1 unit                                    |

Tabel III.14 Spesifikasi *accumulator*

|                        |   |
|------------------------|---|
| Kode                   | AC-01   |
| Fungsi                 | Sebagai penampung keluaran condenser pada menara distilasi 1 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar |
| Jenis Tangki           | Horizontal Drum Tutup Torispherical   |
| Jenis Bahan            | <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>  |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |
| Tekanan                | : 1 atm   |
| Temperatur             | : 59,1916 °C  |

**Dimensi Tangki**

|               |   |        |                |
|---------------|---|--------|----------------|
| Diameter      | : | 0,3751 | m              |
| Panjang       | : | 2,2507 | m              |
| Tebal         | : | 0,1875 | in             |
| Volume Tangki | : | 1,2626 | m <sup>3</sup> |

**Dimensi Head**

|                           |   |        |      |
|---------------------------|---|--------|------|
| Tebal Head                | : | 0,1875 | in   |
| Panjang Head              | : | 4,5162 | m    |
| Waktu Penyimpanan         | : | 0      | hari |
| Diameter Pipa Pengeluaran | : | 6,625  | in   |
| Diameter Pipa Pengisian   | : | 6,625  | in   |
| Jumlah Tangki             | : | 1      | unit |

---

## 3.3.5 Spesifikasi Alat Transportasi

Tabel III.15 Spesifikasi pompa 1

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Kode               | : | P-01   |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan Metanol dari tangki penyimpanan ke mixer 1 |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>  |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>                                    |
| Jumlah             | : | 1  |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>  |
| Suhu               | : | 30°C   |
| Tekanan            | : | 1 atm  |
| <b>Spesifikasi</b> |   |  |
| Kapasitas          | : | 1,75 gpm   |
| Rate Volumetrik    | : | 0,004 ft <sup>3</sup> /s                                       |
| Kecepatan Aliran   | : | 1,84 ft/s  |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |  |
| ID                 | : | 0,622 in   |

|                 |   |       |                 |
|-----------------|---|-------|-----------------|
| OD              | : | 0,84  | in              |
| IPS             | : | 0,5   | in              |
| Flow Area       | : | 0,304 | in <sup>2</sup> |
| Efisiensi pompa | : | 20    | %               |
| Power Pompa     | : | 0,03  | HP              |
| Power Motor     | : | 0,05  | HP              |

---

Tabel III.16 Spesifikasi pompa 2

|                    |   |                                       |                    |
|--------------------|---|---------------------------------------|--------------------|
| Kode               | : | P-02                                  |                    |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan dari M-01 ke R-01 |                    |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>               |                    |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>           |                    |
| Jumlah             | : | 1                                     |                    |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>               |                    |
| Suhu               | : | 30°C                                  |                    |
| Tekanan            | : | 1 atm                                 |                    |
| <b>Spesifikasi</b> |   |                                       |                    |
| Kapasitas          | : | 17,97                                 | gpm                |
| Rate Volumetrik    | : | 0,04                                  | ft <sup>3</sup> /s |
| Kecepatan Aliran   | : | 2,83                                  | ft/s               |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |                                       |                    |
| ID                 | : | 1,61                                  | in                 |
| OD                 | : | 1,90                                  | in                 |
| IPS                | : | 1,50                                  | in                 |
| Flow Area          | : | 2,04                                  | in <sup>2</sup>    |
| Efisiensi pompa    | : | 20                                    | %                  |
| Power Pompa        | : | 0,48                                  | HP                 |
| Power Motor        | : | 0,75                                  | HP                 |

---

Tabel III.17 Spesifikasi pompa 3

|                    |   |                                       |
|--------------------|---|---------------------------------------|
| Kode               | : | P-03                                  |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan dari T-02 ke R-01 |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>               |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>           |
| Jumlah             | : | 1                                     |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>               |
| Suhu               | : | 30°C                                  |
| Tekanan            | : | 1 atm                                 |
| <b>Spesifikasi</b> |   |                                       |
| Kapasitas          | : | 1,57 gpm                              |
| Rate Volumetrik    | : | 0,0035 ft <sup>3</sup> /s             |
| Kecepatan Aliran   | : | 1,66 ft/s                             |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |                                       |
| ID                 | : | 0,622 in                              |
| OD                 | : | 0,84 in                               |
| IPS                | : | 0,5 in                                |
| Flow Area          | : | 0,304 in <sup>2</sup>                 |
| Efisiensi pompa    | : | 20 %                                  |
| Power Pompa        | : | 0,068 HP                              |
| Power Motor        | : | 0,083 HP                              |

Tabel III.18 Spesifikasi pompa 4

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| Kode             | : | P-04                                   |
| Fungsi           | : | Mengalirkan larutan dari R-02 ke MD-01 |
| Type             | : | <i>Centrifugal Pump</i>                |
| Impeller         | : | <i>Radial flow impeller</i>            |
| Jumlah           | : | 1                                      |
| Bahan Konstruksi | : | <i>Commercial Steel</i>                |

|                    |   |       |                    |
|--------------------|---|-------|--------------------|
| Suhu               | : | 68°C  |                    |
| Tekanan            | : | 1 atm |                    |
| <b>Spesifikasi</b> |   |       |                    |
| Kapasitas          | : | 17,36 | gpm                |
| Rate Volumetrik    | : | 0,039 | ft <sup>3</sup> /s |
| Kecepatan Aliran   | : | 2,73  | ft/s               |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |       |                    |
| ID                 | : | 1,61  | in                 |
| OD                 | : | 1,90  | in                 |
| IPS                | : | 1,50  | in                 |
| Flow Area          | : | 2,04  | in <sup>2</sup>    |
| Efisiensi pompa    | : | 20    | %                  |
| Power Pompa        | : | 0,52  | HP                 |
| Power Motor        | : | 0,75  | HP                 |

---

Tabel III.19 Spesifikasi pompa 5

|                    |   |  |                    |
|--------------------|---|--|--------------------|
| Kode               | : | P-05                                   |                    |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan dari MD-01 ke N-01 |                    |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>                |                    |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>            |                    |
| Jumlah             | : | 1                                      |                    |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>                |                    |
| Suhu               | : | 50°C                                   |                    |
| Tekanan            | : | 1 atm                                  |                    |
| <b>Spesifikasi</b> |   |  |                    |
| Kapasitas          | : | 5,8442                                 | gpm                |
| Rate Volumetrik    | : | 0,013                                  | ft <sup>3</sup> /s |
| Kecepatan Aliran   | : | 1,25                                   | ft/s               |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |  |                    |

|                 |   |      |                 |
|-----------------|---|------|-----------------|
| ID              | : | 1,38 | in              |
| OD              | : | 1,66 | in              |
| IPS             | : | 1,25 | in              |
| Flow Area       | : | 1,5  | in <sup>2</sup> |
| Efisiensi pompa | : | 20   | %               |
| Power Pompa     | : | 0,28 | HP              |
| Power Motor     | : | 0,5  | HP              |

---

Tabel III.20 Spesifikasi pompa 6

|                    |   |  |                    |
|--------------------|---|--|--------------------|
| Kode               | : | P-06   |                    |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan dari MD-01 ke M-01 dan menaikkan tekanan |                    |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>                                      |                    |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>                                  |                    |
| Jumlah             | : | 1  |                    |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>                                      |                    |
| Suhu               | : | 65°C   |                    |
| Tekanan            | : | 1 atm  |                    |
| <b>Spesifikasi</b> |   |  |                    |
| Kapasitas          | : | 13,86  | gpm                |
| Rate Volumetrik    | : | 0,031  | ft <sup>3</sup> /s |
| Kecepatan Aliran   | : | 2,97   | ft/s               |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |  |                    |
| ID                 | : | 1,38   | in                 |
| OD                 | : | 1,66   | in                 |
| IPS                | : | 1,25   | in                 |
| Flow Area          | : | 1,5  | in <sup>2</sup>    |
| Efisiensi pompa    | : | 20   | %                  |
| Power Pompa        | : | 0,24   | HP                 |
| Power Motor        | : | 0,33   | HP                 |

---



Tabel III.21 Spesifikasi pompa 7

|                    |   |                                |
|--------------------|---|--------------------------------|
| Kode               | : | P-07                           |
| Fungsi             | : | Mengalirkan air proses ke M-02 |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>        |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>    |
| Jumlah             | : | 1                              |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>        |
| Suhu               | : | 30°C                           |
| Tekanan            | : | 1 atm                          |
| <b>Spesifikasi</b> |   |                                |
| Kapasitas          | : | 16,31 gpm                      |
| Rate Volumetrik    | : | 0,036 ft <sup>3</sup> /s       |
| Kecepatan Aliran   | : | 1,56 ft/s                      |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |                                |
| ID                 | : | 2,067 in                       |
| OD                 | : | 2,38 in                        |
| IPS                | : | 2 in                           |
| Flow Area          | : | 3,35 in <sup>2</sup>           |
| Efisiensi pompa    | : | 20 %                           |
| Power Pompa        | : | 3,28 HP                        |
| Power Motor        | : | 1 HP                           |

Tabel III.22 Spesifikasi pompa 8

|                  |   |                                       |
|------------------|---|---------------------------------------|
| Kode             | : | P-08                                  |
| Fungsi           | : | Mengalirkan larutan dari M-02 ke N-01 |
| Type             | : | <i>Centrifugal Pump</i>               |
| Impeller         | : | <i>Radial flow impeller</i>           |
| Jumlah           | : | 1                                     |
| Bahan Konstruksi | : | <i>Commercial Steel</i>               |
| Suhu             | : | 30°C                                  |

|                    |   |       |                    |
|--------------------|---|-------|--------------------|
| Tekanan            | : | 1 atm |                    |
| <b>Spesifikasi</b> |   |       |                    |
| Kapasitas          | : | 30,75 | gpm                |
| Rate Volumetrik    | : | 0,069 | ft <sup>3</sup> /s |
| Kecepatan Aliran   | : | 2,94  | ft/s               |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |       |                    |
| ID                 | : | 2,067 | in                 |
| OD                 | : | 2,38  | in                 |
| IPS                | : | 2     | in                 |
| Flow Area          | : | 3,35  | in <sup>2</sup>    |
| Efisiensi pompa    | : | 50    | %                  |
| Power Pompa        | : | 0,52  | HP                 |
| Power Motor        | : | 0,50  | HP                 |

---

Tabel III.23 Spesifikasi pompa 9

|                    |   |  |                    |
|--------------------|---|--|--------------------|
| Kode               | : | P-09                                   |                    |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan dari N-01 ke DC-01 |                    |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>                |                    |
| Impeller           | : | <i>Mixed flow impeller</i>             |                    |
| Jumlah             | : | 1                                      |                    |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>                |                    |
| Suhu               | : | 30°C                                   |                    |
| Tekanan            | : | 1 atm                                  |                    |
| <b>Spesifikasi</b> |   |  |                    |
| Kapasitas          | : | 38,78                                  | gpm                |
| Rate Volumetrik    | : | 0,086                                  | ft <sup>3</sup> /s |
| Kecepatan Aliran   | : | 2,60                                   | ft/s               |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |  |                    |
| ID                 | : | 2,469                                  | in                 |

|                 |   |      |                 |
|-----------------|---|------|-----------------|
| OD              | : | 2,88 | in              |
| IPS             | : | 2,5  | in              |
| Flow Area       | : | 4,79 | in <sup>2</sup> |
| Efisiensi pompa | : | 55   | %               |
| Power Pompa     | : | 0,15 | HP              |
| Power Motor     | : | 0,25 | HP              |

---

Tabel III.24 Spesifikasi pompa 10

|                    |   |   |                    |
|--------------------|---|---|--------------------|
| Kode               | : | P-10                                    |                    |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan dari DC-01 ke EV-01 |                    |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>                 |                    |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>             |                    |
| Jumlah             | : | 1                                       |                    |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>                 |                    |
| Suhu               | : | 135°C                                   |                    |
| Tekanan            | : | 1 atm                                   |                    |
| <b>Spesifikasi</b> |   |   |                    |
| Kapasitas          | : | 6,02                                    | gpm                |
| Rate Volumetrik    | : | 0,013                                   | ft <sup>3</sup> /s |
| Kecepatan Aliran   | : | 2,23                                    | ft/s               |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |   |                    |
| ID                 | : | 1,049                                   | in                 |
| OD                 | : | 1,32                                    | in                 |
| IPS                | : | 1                                       | in                 |
| Flow Area          | : | 0,864                                   | in <sup>2</sup>    |
| Efisiensi pompa    | : | 20                                      | %                  |
| Power Pompa        | : | 0,007                                   | HP                 |
| Power Motor        | : | 0,25                                    | HP                 |

---

Tabel III.25 Spesifikasi pompa 11

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Kode               | : | P-11                                   |
| Fungsi             | : | Mengalirkan larutan dari EV-01 ke T-03 |
| Type               | : | <i>Centrifugal Pump</i>                |
| Impeller           | : | <i>Radial flow impeller</i>            |
| Jumlah             | : | 1                                      |
| Bahan Konstruksi   | : | <i>Commercial Steel</i>                |
| Suhu               | : | 30°C                                   |
| Tekanan            | : | 1 atm                                  |
| <b>Spesifikasi</b> |   |  |
| Kapasitas          | : | 4,76 gpm                               |
| Rate Volumetrik    | : | 0,011 ft <sup>3</sup> /s               |
| Kecepatan Aliran   | : | 2,86 ft/s                              |
| <b>Ukuran Pipa</b> |   |  |
| ID                 | : | 0,824 in                               |
| OD                 | : | 1,05 in                                |
| IPS                | : | 0,75 in                                |
| Flow Area          | : | 0,534 in <sup>2</sup>                  |
| Efisiensi pompa    | : | 20 %                                   |
| Power Pompa        | : | 0,010 HP                               |
| Power Motor        | : | 0,25 HP                                |

Tabel III.26 Spesifikasi screw conveyer 1

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| Kode            | : | SC-01  |
| Fungsi          | : | Mengangkut komponen dari Silo-01 ke Bucket Elevator-01 |
| Tipe            | : | <i>Helicoid Flight</i>                                 |
| Jumlah          | : | 1 unit   |
| Rate Volumetrik | : | 0,597 ft <sup>3</sup> /menit                           |
| Panjang Screw   | : | 4,6 m  |

|                        |          |    |
|------------------------|----------|----|
| <i>Diameter Flight</i> | : 0,2286 | m  |
| Diameter Pipa          | : 0,064  | m  |
| Diameter <i>Shaft</i>  | : 0,05   | m  |
| <i>Power</i>           | : 0,05   | Hp |

Tabel III.27 Spesifikasi screw conveyor 2

|                        |  |                        |
|------------------------|--|------------------------|
| Kode                   | : SC-02  |                        |
| Fungsi                 | : Mengangkut komponen dari Silo-02 ke Bucket Elevator-02 |                        |
| Type                   | : <i>Helicoid Flight</i>                                 |                        |
| Jumlah                 | : 1  | unit                   |
| Rate Volumetrik        | : 0,118  | ft <sup>3</sup> /menit |
| Panjang <i>Screw</i>   | : 4,6  | m                      |
| <i>Diameter Flight</i> | : 0,23   | m                      |
| Diameter Pipa          | : 0,064  | m                      |
| Diameter <i>Shaft</i>  | : 0,05   | m                      |
| <i>Power</i>           | : 0,05   | Hp                     |

Tabel III.28 Spesifikasi bucket elevator 1

|                              |   |               |
|------------------------------|---|---------------|
| Kode                         | : BE-01                                     |               |
| Fungsi                       | : Mengangkut komponen bahan baku ke Mixer 1 |               |
| Jumlah                       | : 1   | unit          |
| Bahan konstruksi             | : <i>Centrifugal Discharge Bucket</i>       |               |
| Kapasitas Design             | : 1216,33                                   | kg/jam        |
| Panjang                      | : 0,15                                      | m             |
| Lebar <i>Bucket</i>          | : 0,1                                       | m             |
| Tinggi <i>bucket</i>         | : 7,6                                       | m             |
| Kecepatan <i>Bucket</i>      | : 7,14                                      | m/menit       |
| <i>Power Bucket Elevator</i> | : 2   | HP            |
| Jumlah <i>Bucket</i>         | : 18  | <i>bucket</i> |

Tabel III.29 Spesifikasi bucket elevator 2

|                              |   |               |
|------------------------------|---|---------------|
| Kode                         | BE-02                                     |               |
| Fungsi                       | Mengangkut komponen bahan baku ke Mixer 2 |               |
| Jumlah                       | 1 unit                                    |               |
| Bahan konstruksi             | <i>Centrifugal Discharge Bucket</i>       |               |
| Kapasitas Design             | 315,76                                    | kg/jam        |
| Panjang                      | 0,15                                      | m             |
| Lebar <i>Bucket</i>          | 0,1                                       | m             |
| Tinggi <i>bucket</i>         | 7,6                                       | m             |
| Kecepatan <i>Bucket</i>      | 1,85                                      | m/menit       |
| <i>Power Bucket Elevator</i> | 2   | HP            |
| Jumlah <i>Bucket</i>         | 18  | <i>bucket</i> |

Tabel III.30 Spesifikasi *expansion valve*

|                  |  |                 |
|------------------|--|-----------------|
| Kode             | EXV-01                                   |                 |
| Fungsi           | Menurunkan tekanan hasil Bottom MD       |                 |
| Jumlah           | 1 unit                                   |                 |
| Jenis            | Globe valve open                         |                 |
| Bahan konstruksi | Commercial Stainless Steel AISI tipe 316 |                 |
| Kapasitas Design | 1784,74                                  | kg/jam          |
| Dimensi:         |  |                 |
| ID               | 2,067                                    | in              |
| OD               | 2,38                                     | in              |
| A't              | 3,35                                     | ft <sup>2</sup> |

### 3.3.6 Spesifikasi Alat Penukar Panas

Tabel III.31 Spesifikasi heater 1

|        |   |  |
|--------|---|--|
| Kode   | : | HE-01  |
| Fungsi | : | Menaikkan suhu dari mixer 1 menuju Reaktor 1 |

|                  |   |                                      |
|------------------|---|--------------------------------------|
| <i>Type</i>      | : | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>    |
| Bahan Konstruksi | : | <i>Stainless steel AISI 316</i>      |
| Jumlah           | : | 1 Unit                               |
| Luas Area        | : | 5,66 ft <sup>2</sup>                 |
| Panjang hairpin  | : | 15 ft                                |
| Jumlah Hairpins  | : | 1 Buah                               |
| U <sub>C</sub>   | : | 367,36 Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| U <sub>D</sub>   | : | 173,90 Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| R <sub>d</sub>   | : | 0,0032 (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/Btu |

### **Kondisi Operasi**

Tin

Annulus : 200 °C

Inner pipe : 30 °C

Tout

Annulus : 200 °C

Inner pipe : 68 °C

Tekanan

Annulus : 1 atm

Inner pipe : 1 atm

### **Annulus (*Steam Pemanas*)**

IPS : 2,00 in

*Inside* Diameter : 2,07 in

*Outside* Diameter : 2,38 in

### **Inner Pipe (*Light Organic*)**

IPS : 1,25 in

*Inside* Diameter : 1,38 in

*Outside* Diameter : 1,66 in

Tabel III.32 Spesifikasi heater 2

|                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| Kode                              | : | HE-02   |
| Fungsi                            | : | Menaikkan suhu komponen dari mixer 1 menuju reaktor 1 |
| Type                              | : | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>                     |
| Bahan Konstruksi                  | : | <i>Stainless steel AISI 316</i>                       |
| Jumlah                            | : | 1 Unit  |
| Luas Area                         | : | 5,66 ft <sup>2</sup>                                  |
| Panjang hairpin                   | : | 15 ft   |
| Jumlah Hairpins                   | : | 1 Buah  |
| U <sub>C</sub>                    | : | 522,1 Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> )                   |
| U <sub>D</sub>                    | : | 203,34 Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> )                  |
| R <sub>d</sub>                    | : | 0,003 (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/Btu                   |
| <b>Kondisi Operasi</b>            |   |   |
| <i>Tin</i>                        |   |   |
| Annulus                           | : | 135 °C  |
| Inner pipe                        | : | 68 °C   |
| <i>Tout</i>                       |   |   |
| Annulus                           | : | 135 °C  |
| Inner pipe                        | : | 83 °C   |
| Tekanan                           |   |   |
| Annulus                           | : | 1 atm   |
| Inner pipe                        | : | 1 atm   |
| <b>Annulus (Uap Evaporator)</b>   |   |   |
| IPS                               | : | 2 in  |
| Inside Diameter                   | : | 2,067 in  |
| Outside Diameter                  | : | 2,380 in  |
| <b>Inner Pipe (Light Organic)</b> |   |   |
| IPS                               | : | 1,25 in   |
| Inside Diameter                   | : | 1,38 in   |
| Outside Diameter                  | : | 1,66 in   |



Tabel III.33 Spesifikasi cooler 1

|                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| Kode                              | : | CL-01   |
| Fungsi                            | : | Menurunkan suhu komponen atas MD menuju Mixer 1 |
| Type                              | : | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>               |
| Bahan Konstruksi                  | : | <i>Stainless steel AISI 316</i>                 |
| Jumlah                            | : | 1 Unit  |
| Luas Area                         | : | 88,95 ft <sup>2</sup>                           |
| Panjang hairpin                   | : | 15 ft   |
| Jumlah Hairpins                   | : | 10 Buah   |
| U <sub>C</sub>                    | : | 114,08 Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> )            |
| U <sub>D</sub>                    | : | 84,83 Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> )             |
| R <sub>d</sub>                    | : | 0,00302 (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/Btu           |
| <b>Kondisi Operasi</b>            |   |   |
| <i>Tin</i>                        |   |   |
| Annulus                           | : | 60 °C   |
| Inner pipe                        | : | 25 °C   |
| <i>Tout</i>                       |   |   |
| Annulus                           | : | 30 °C   |
| Inner pipe                        | : | 40 °C   |
| Tekanan                           |   |   |
| Annulus                           | : | 1 atm   |
| Inner pipe                        | : | 1 atm   |
| <b>Annulus (Fluida panas)</b>     |   |   |
| IPS                               | : | 3 in  |
| Inside Diameter                   | : | 3,068 in  |
| Outside Diameter                  | : | 3,5 in  |
| <b>Inner Pipe (Fluida dingin)</b> |   |   |
| IPS                               | : | 2 in  |
| Inside Diameter                   | : | 2,067 in  |
| Outside Diameter                  | : | 2,38 in   |

Tabel III.34 Spesifikasi cooler 2

|                                   |   |  |                               |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| Kode                              | : | CL-02  |                               |
| Fungsi                            | : | Menurunkan suhu dari keluaran MD menuju Netralizer |                               |
| Type                              | : | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>                  |                               |
| Bahan Konstruksi                  | : | <i>Stainless steel AISI 316</i>                    |                               |
| Jumlah                            | : | 1  | Unit                          |
| Luas Area                         | : | 29,86  | ft <sup>2</sup>               |
| Panjang Hairpin                   | : | 12   | ft                            |
| Jumlah Hairpins                   | : | 4  | Buah                          |
| U <sub>C</sub>                    | : | 466,18   | Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| U <sub>D</sub>                    | : | 194,61   | Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| R <sub>d</sub>                    | : | 0,003  | (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/Btu |
| <b>Kondisi Operasi</b>            |   |  |                               |
| Tin                               |   |  |                               |
| Annulus                           | : | 118  | °C                            |
| Inner pipe                        | : | 25   | °C                            |
| Tout                              |   |  |                               |
| Annulus                           | : | 30   | °C                            |
| Inner pipe                        | : | 40   | °C                            |
| Tekanan                           |   |  |                               |
| Annulus                           | : | 1  | atm                           |
| Inner pipe                        | : | 1  | atm                           |
| <b>Annulus (Fluida panas)</b>     |   |  |                               |
| IPS                               | : | 3  | in                            |
| Inside Diameter                   | : | 3,068  | in                            |
| Outside Diameter                  | : | 3,5  | in                            |
| <b>Inner Pipe (Fluida dingin)</b> |   |  |                               |
| IPS                               | : | 2  | in                            |
| Inside Diameter                   | : | 2,067  | in                            |
| Outside Diameter                  | : | 2,38   | in                            |

Tabel III.35 Spesifikasi cooler 3

|                                   |  |                               |
|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| Kode                              | : CL-03  |                               |
| Fungsi                            | : Menurunkan suhu dari keluaran Evaporator menuju tangki penyimpanan Metil Salisilat |                               |
| Type                              | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>  |                               |
| Bahan Konstruksi                  | : <i>Stainless steel AISI 316</i>  |                               |
| Jumlah                            | : 1  | Unit                          |
| Luas Area                         | : 26,75  | ft <sup>2</sup>               |
| Panjang Hairpin                   | : 15   | ft                            |
| Jumlah Hairpins                   | : 3  | Buah                          |
| U <sub>C</sub>                    | : 218,89   | Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| U <sub>D</sub>                    | : 131,44   | Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| R <sub>d</sub>                    | : 0,00304  | (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/Btu |
| <b>Kondisi Operasi</b>            |  |                               |
| <i>Tin</i>                        |  |                               |
| Annulus                           | : 135  | °C                            |
| Inner pipe                        | : 25   | °C                            |
| <i>Tout</i>                       |  |                               |
| Annulus                           | : 30   | °C                            |
| Inner pipe                        | : 40   | °C                            |
| Tekanan                           |  |                               |
| Annulus                           | : 1  | atm                           |
| Inner pipe                        | : 1  | atm                           |
| <b>Annulus (Fluida Panas)</b>     |  |                               |
| IPS                               | : 3  | in                            |
| <i>Inside Diameter</i>            | : 3,068  | in                            |
| <i>Outside Diameter</i>           | : 3,5  | in                            |
| <b>Inner Pipe (Air Pendingin)</b> |  |                               |
| IPS                               | : 2  | in                            |
| <i>Inside Diameter</i>            | : 2,067  | in                            |
| <i>Outside Diameter</i>           | : 2,38   | in                            |

Tabel III.36 Spesifikasi kondensor

|                        |   |  |                               |
|------------------------|---|--|-------------------------------|
| Kode                   | : | CD-01  |                               |
| Fungsi                 | : | Untuk mengembunkan uap hasil atas menara distilasi |                               |
| Tipe                   | : | <i>Shell and tube</i>                              |                               |
| Bahan Konstruksi       | : | <i>Carbon Steel</i>                                |                               |
| Jumlah                 | : | 1  | unit                          |
| Shell side             | : | Hot fluid  |                               |
| Tube side              | : | Cold fluid   |                               |
| Luas transfer panas    | : | 1.638,7710   | ft <sup>2</sup>               |
| Panjang                | : | 15   | ft                            |
| U <sub>C</sub>         | : | 183,4041   | BTU/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| U <sub>D</sub>         | : | 108,2767   | BTU/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ) |
| R <sub>d</sub>         | : | 0,00378  | (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/BTU |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |  |                               |
| <b>Tin</b>             |   |  |                               |
| Shell                  | : | 59,3544  | °C                            |
| Tube                   | : | 25   | °C                            |
| <b>Tout</b>            |   |  |                               |
| Shell                  | : | 59,1166  | °C                            |
| Tube                   | : | 60   | °C                            |
| <b>Tekanan</b>         |   |  |                               |
| Shell                  | : | 0,8  | atm                           |
| Tube                   | : | 1  | atm                           |
| <b>Spesifikasi</b>     |   |  |                               |
| ID Shell               | : | 37   | in                            |
| OD tube                | : | $1\frac{1}{4}$                                     | in                            |
| Pass shell             | : | 1  |                               |
| Pass tube              | : | 2  |                               |
| Jumlah tube (Nt)       | : | 334  | tubes                         |

|                     |   |                 |              |
|---------------------|---|-----------------|--------------|
| Pitch tube          | : | $1\frac{9}{16}$ | square pitch |
| BWG                 | : | 16              |              |
| Pressure drop shell | : | 0,0562          | Psi          |
| Pressure drop tube  | : | 0,2324          | Psi          |

Tabel III.37 Spesifikasi reboiler

|                          |   |  |     |
|--------------------------|---|--|-----|
| Kode                     | : | RB-01  |     |
| Fungsi                   | : | Menguapkan sebagian hasil bawah menara         |     |
|                          | : | destilasi                                      |     |
| Jenis Alat               | : | Kettle reboiler ( <i>shell and tube</i> )      |     |
| Jumlah                   | : | 1 unit   |     |
| Shell Side               | : | Cold Fluid (hasil bawah md)                    |     |
| Tube Side                | : | Fluida Panas ( <i>steam</i> )                  |     |
| Luas Transfer Panas      | : | 671,2092 ft <sup>2</sup>                       |     |
| Uc                       | : | 250 Btu/hr.ft <sup>2</sup> F                   |     |
| Rd                       | : | 0,0058   |     |
| Ud                       | : | 148,0932 Btu/hr.ft <sup>2</sup> F              |     |
| <b>Kondisi Operasi</b>   |   |  |     |
| <b>Tin</b>               |   |  |     |
| Tube                     | : | 249,85   | °C  |
| Shell                    | : | 179,70   | °C  |
| <b>Tout</b>              |   |  |     |
| Tube                     | : | 249,85   | °C  |
| Shell                    | : | 179,70   | °C  |
| <b>Tekanan</b>           |   |  |     |
| Shell                    | : | 1,5  | atm |
| Tube                     | : | 38,52  | atm |
| <b>Spesifikasi Shell</b> |   |  |     |
| Bahan                    | : | <i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i> |     |

ID Shell : 29 in  
 panjang (L) : 9 In  
 Pass Shell : 1

**Spesifikasi tube**

Bahan : *Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304*  
 Jumlah tube (Nt) : 228  
 Pass tube (nt) : 2  
 Pitch tube : 1,5714 Square pitch  
 BWG : 16  
 OD tube : 1,25 inch  
 ID tube : 1,16 inch  
 Pressure Drop : 0,0561 psi

---

**3.4 Neraca Massa**

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel III.38 Neraca massa total

| <b>Komponen</b>                                | <b>Input (kg/jam)</b> | <b>Output (kg/jam)</b> |
|--|-----------------------|------------------------|
| CH <sub>3</sub> OH                             | 258,7964              | 30,1387                |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 1.204,1665            | -                      |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | -                     | 1.086,1240             |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 303,0394              | -                      |
| H <sub>2</sub> O                               | 5.919,9612            | 6.188,3470             |
| NaOH   | 310,5908              | -                      |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                     | 252,8466               |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                     | 439,0979               |
| <b>Total</b>                                   | <b>7.996,5542</b>     | <b>7.996,5542</b>      |

### 3.4.2 Neraca Massa Mixer 1 (M-01)

Tabel III.39 Neraca massa mixer (M-01)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    |                 |                   | Output (kg/jam)   |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|  | 1                 | 2               | 7                 | 3                 |
| CH <sub>3</sub> OH                             | -                 | 258,7964        | 1.979,1961        | 2.237,9025        |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 1.204,1665        | -               | 2,2028            | 1.206,3693        |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | -                 | -               | -                 | -                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | -                 | -               | -                 | -                 |
| H <sub>2</sub> O                               | 12,1633           | 0,3888          | 28,1294           | 40,6815           |
| NaOH   | -                 | -               | -                 | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -               | -                 | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -               | -                 | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>1.216,3298</b> | <b>259,1851</b> | <b>2.007,2356</b> | <b>3.484,9533</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>3.484,9533</b> |                 |                   | <b>3.484,9533</b> |

### 3.4.3 Neraca Massa Mixer 2 (M-02)

Tabel III.40 Neraca massa mixer (M-02)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    |                   | Output (kg/jam)   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 9                 | 10                | 11                |
| CH <sub>3</sub> OH                             | -                 | -                 | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | -                 | -                 | -                 |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | -                 | -                 | -                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | -                 | -                 | -                 |
| H <sub>2</sub> O                               | 6,3386            | 5.894,8860        | 5.901,2246        |
| NaOH   | 310,5908          | -                 | 310,5908          |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -                 | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -                 | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>316,9294</b>   | <b>5.894,8860</b> | <b>6.211,8154</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>6.211,8154</b> |                   | <b>6.211,8154</b> |

### 3.4.4 Neraca Massa Reaktor 1 (R-01A)

Tabel III.41 Neraca massa reaktor (R-01A)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    |                 | Output (kg/jam)   |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|
|  | 3                 | 4               | 5                 |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 2.237,9025        | -               | 2.019,7070        |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 1.206,3693        | -               | 265,4012          |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | -                 | -               | 1.036,4286        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | -                 | 303,0394        | 303,0394          |
| H <sub>2</sub> O                               | 40,6815           | 6,1845          | 169,6009          |
| NaOH   | -                 | -               | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -               | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -               | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>3.484,9533</b> | <b>309,2239</b> | <b>3.794,1772</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>3.794,1772</b> |                 | <b>3.794,1772</b> |

### 3.4.5 Neraca Massa Reaktor 2 (R-01B)

Tabel III.42 Neraca massa reaktor (R-01B)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    | Output (kg/jam)   |
|--|-------------------|-------------------|
|  | 5                 | 6                 |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 2.019,7070        | 2.009,2448        |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 265,4012          | 220,2830          |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | 1.036,4286        | 1.086,1240        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 303,0394          | 303,0394          |
| H <sub>2</sub> O                               | 169,6009          | 175,4859          |
| NaOH   | -                 | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>3.794,1772</b> | <b>3.794,1772</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>3.794,1772</b> | <b>3.794,1772</b> |



### 3.4.6 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

Tabel III.43 Neraca massa menara distilasi (MD-01)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    | Output (kg/jam)   |                   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 6                 | 7                 | 8                 |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 2.009,2448        | 1.979,1961        | 30,1387           |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 220,2830          | 2,2028            | 218,0802          |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | 1.086,1240        | -                 | 1.086,1240        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 303,0394          | -                 | 303,0394          |
| H <sub>2</sub> O                               | 175,4859          | 28,1294           | 147,3565          |
| NaOH   | -                 | -                 | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -                 | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -                 | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>3.794,1772</b> | <b>2.009,4384</b> | <b>1.784,7388</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>3.794,1772</b> | <b>3.794,1772</b> |                   |

### 3.4.7 Neraca Massa Netralizer (N-01)

Tabel III.44 Neraca massa netralizer (N-01)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    |                   | Output (kg/jam)   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 8                 | 11                | 12                |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 30,1387           | -                 | 30,1387           |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 218,0802          | -                 | 252,8466          |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | 1.086,1240        | -                 | 1.086,1240        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 303,0394          | -                 | -                 |
| H <sub>2</sub> O                               | 147,3565          | 5.901,2246        | 6.188,3470        |
| NaOH   | -                 | 310,5908          | 439,0979          |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -                 | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -                 | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>1.784,7388</b> | <b>6.211,8154</b> | <b>7.996,5542</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>7.996,5542</b> |                   | <b>7.996,5542</b> |

### 3.4.8 Neraca Massa Dekanter (D-01)

Tabel III.45 Neraca massa dekanter (D-01)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    | Output (kg/jam)   |                   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 12                | 13                | 14                |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 30,1387           | 15,0693           | 15,0693           |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 252,8466          | -                 | -                 |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | 1.086,1240        | 4,2019            | 1.081,9221        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | -                 | -                 | -                 |
| H <sub>2</sub> O                               | 6.188,3470        | 6.002,6966        | 185,6504          |
| NaOH   | 439,0979          | -                 | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | 252,8466          | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | 439,0979          | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>7.996,5542</b> | <b>6.713,9123</b> | <b>1.282,6419</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>7.996,5542</b> | <b>7.996,5542</b> |                   |

### 3.4.9 Neraca Massa Evaporator (EV-01)

Tabel III.46 Neraca massa evaporator (EV-01)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    | Output (kg/jam)   |                   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 14                | 15                | 16                |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 15,0693           | 13,5253           | 1,5440            |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | -                 | -                 | -                 |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | 1.081,9221        | 83,5858           | 998,3364          |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | -                 | -                 | -                 |
| H <sub>2</sub> O                               | 185,6504          | 137,5819          | 48,0686           |
| NaOH   | -                 | -                 | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -                 | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -                 | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>1.282,6419</b> | <b>234,6929</b>   | <b>1.047,9489</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>1.282,6419</b> | <b>1.282,6419</b> |                   |

### 3.5 Neraca Panas

#### 3.5.1 Heater 1

Tabel III.47 Neraca panas heater 1 (HE-01)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)    | Keluar (kJ/jam)   |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Q1              | 35.652,58         | -                 |
| Q2              | -                 | 316.094,94        |
| Q Pemanas       | 280.442,36        | -                 |
| <b>Jumlah</b>   | <b>316.094,94</b> | <b>316.094,94</b> |

#### 3.5.2 Reaktor 1 (R-01A)

Tabel III.48 Neraca panas reaktor 1 (R-01A)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)  |       | Keluar (kJ/jam) |
|-----------------|-----------------|-------|-----------------|
| Q1              | 320,6047        | -     | -               |
| Q2              | -               | 20,12 | -               |
| Q3              | -               | -     | 361,9358        |
| $\Delta HR$     | 263,0619        | -     | -               |
| Q Pendingin     | -               | -     | 241,8509        |
| <b>Jumlah</b>   | <b>603,7866</b> |       | <b>603,7866</b> |

#### 3.5.3 Reaktor 2 (R-01B)

Tabel III.49 Neraca panas reaktor 2 (R-01B)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)  | Keluar (kJ/jam) |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Q1              | 361,9358        | -               |
| Q2              | -               | 303,9309        |
| $\Delta HR$     | 12,6135         | -               |
| Q Pendingin     | -               | 70,6183         |
| <b>Jumlah</b>   | <b>374,5493</b> | <b>374,5493</b> |

#### 3.5.4 Heater 2

Tabel III.50 Neraca panas hetaer 2 (HE-02)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)    | Keluar (kJ/jam)   |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Q1              | 358.356,45        | -                 |
| Q2              | -                 | 487.573,14        |
| Q Pemanas       | 129.216,69        | -                 |
| <b>Jumlah</b>   | <b>487.573,14</b> | <b>487.573,14</b> |

### 3.5.5 Menara Distilasi

Tabel III.51 Neraca panas menara distilasi (MD-01)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)        | Keluar (kJ/jam)       |              |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| Q1              | 384.497,6265          | -                     | -            |
| Q2              | -                     | 45.221,8262           | -            |
| Q3              | -                     | -                     | 703.421,5008 |
| Reboiler        | 3.669.739,6265        | -                     | -            |
| Kondensor       | -                     | 3.305.593,5354        | -            |
| <b>Jumlah</b>   | <b>4.054.236,8623</b> | <b>4.054.236,8623</b> |              |

### 3.5.6 Cooler 1

Tabel III.52 Neraca panas cooler 1 (CL-01)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)    | Keluar (kJ/jam)   |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Q1              | 202.876,10        | -                 |
| Q2              | -                 | 24.842,19         |
| Q Pendingin     | -                 | 178.033,92        |
| <b>Jumlah</b>   | <b>202.876,10</b> | <b>202.876,10</b> |

### 3.5.7 Cooler 2

Tabel III.53 Neraca panas cooler 2 (CL-02)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)    | Keluar (kJ/jam)   |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Q1              | 309.140,93        | -                 |
| Q2              | -                 | 15.989,29         |
| Q Pendingin     | -                 | 293.151,64        |
| <b>Jumlah</b>   | <b>309.140,93</b> | <b>309.140,93</b> |

### 3.5.8 Evaporator

Tabel III.54 Neraca panas evaporator (EV-01)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)      | Keluar (kJ/jam)     |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| Q1              | 296.448,1307        | -                   |
| Q2              | -                   | 628.910,8144        |
| Q Pemanas       | 332.462,6837        | -                   |
| <b>Jumlah</b>   | <b>628.910,8144</b> | <b>628.910,8144</b> |

### 3.5.9 Cooler 3

Tabel III.55 Neraca panas cooler (CL-03)

| Komponen Energi | Masuk (kJ/jam)    | Keluar (kJ/jam)   |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Q1              | 213.358,52        | -                 |
| Q2              | -                 | 9.334,84          |
| Q Pendingin     | -                 | 204.023,68        |
| <b>Jumlah</b>   | <b>213.358,52</b> | <b>213.358,52</b> |

## PERANCANGAN PABRIK

Perancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya dan keperluan lainnya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang di dalamnya meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis, dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian.

### **4.1 Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi berdirinya suatu pabrik merupakan salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam merancang pabrik. Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang seminimal mungkin serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik. (*Timmerhaus, 2004*).

Dalam perancangan pabrik Metil Salisilat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Modern Barengkok, Serang, Banten. Dengan lokasi pendirian dapat dilihat dari Gambar 4.1 seperti berikut ini:



Gambar III.3 Rencana lokasi pabrik

Dalam pra-rancangan pabrik Metil Salisilat yang akan didirikan di Kawasan Industri Modern Barengkok, Serang, Banten ini meninjau dari faktor primer dan faktor sekunder dengan pertimbangan sebagai berikut:

#### 4.1.1 Faktor Primer

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik yang meliputi proses produksi dan distribusi seperti persediaan bahan baku, pemasaran produk, penyediaan utilitas, transportasi, dan tenaga kerja.

##### a. Persediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Bahan baku yang digunakan dalam

pembuatan Metil Salisilat berupa Metanol dan Asam Salisilat, serta bahan pendukung berupa katalis Asam Sulfat dan Natrium Hidroksida. Bahan Metanol diperoleh melalui dari Kaltim Methanol Industry (KMI), Indonesia; Asam Salisilat diperoleh secara impor dari Jinan Yunxiang Chemical Co.Ltd, China; Asam Sulfat didapatkan dari PT Petrokimia Gresik, Indonesia; Natrium Hidroksida diperoleh dari PT. Sulfindo Adiusaha, Serang, Banten. Pengiriman bahan baku dapat dilakukan melalui darat maupun jalan laut hingga ke Kawasan Industri Modern Barengkok, Serang, Banten. Penyedia bahan baku cadangan juga ditentukan dengan pertimbangan tidak jauh dari lokasi penyedia bahan baku utama sehingga biaya transportasi dapat diperkirakan dengan lebih mudah.

b. Pemasaran Produk

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek, Metil Salisilat merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh banyak industri baik sebagai bahan utama atau sebagai bahan pembantu. Sehingga diusahakan pendirian pabrik dilakukan di suatu kawasan industri.

c. Penyediaan Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah pembangkit listrik yang diperoleh dari PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN), unit penyediaan bahan bakar, unit pembangkit *steam*, unit pengadaan dan pengolahan air yang bersumber dari air sungai sekitar lokasi pabrik.

#### d. Transportasi

Sarana transportasi di Kawasan Industri Modern Barengkok, Serang, Banten ini dapat dibilang sangat memadai karena memiliki berbagai jalur lalu lintas darat serta ketersediaan jalur untuk sarana transportasi yang cukup besar untuk menyuplai bahan baku atau mengirimkan produk dalam jumlah banyak.

Kawasan Industri Modern Barengkok berlokasi strategis di Barengkok, Serang, Banten; kira-kira 65 km dari Jakarta, 56 km dari Pelabuhan Merak dan 56 km dari Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Kawasan Industri Modern Barengkok dapat diakses melalui tol Jakarta-Merak kemudian keluar melalui pintu tol Cikande.

#### e. Tenaga Kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Berdasarkan data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Banten, tingkat pengangguran terbuka (TPT) di Banten per Februari 2023 mencapai 7,97% atau sebanyak 486.170 orang. Dengan adanya pabrik berlokasi di Serang, Banten ini diharapkan tingkat pengangguran terbuka dapat menurun dengan adanya lapangan pekerjaan yang tersedia.

### 4.1.2 Faktor Sekunder

#### a. Kebijakan Pemerintah

Daerah Serang, Banten yang merupakan daerah industri mempermudah pendirian pabrik dikarenakan pemerintah daerah yang sudah terbiasa dengan pendirian pabrik di daerah tersebut. Pemerintah Serang yang ingin meningkatkan



kondisi perindustrian daerah ini juga akan diuntungkan dengan adanya pendirian pabrik baru ini. Oleh karena itu pendirian pabrik ini akan mendapat dukungan dari pemerintah baik pusat maupun daerah, sehingga fasilitas dan perijinan pendirian pabrik akan dipermudah. Di samping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya dan tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah.

b. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dengan berdirinya pabrik Metil Salisilat, hal ini disebabkan akan terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat karena akan tersedianya lapangan pekerjaan baru bagi mereka. Selain itu pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya karena dampak dan faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.

c. Sarana dan Prasarana Sosial

Sarana dan prasarana harus tersedia seperti jalan, transportasi, tempat ibadah, sarana pendidikan, rumah sakit, bank, hiburan, perumahan, serta adanya penyediaan bengkel industri sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

## **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan perintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan

yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk. Desain yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan alternatif (*are handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut (Peters, 2004):

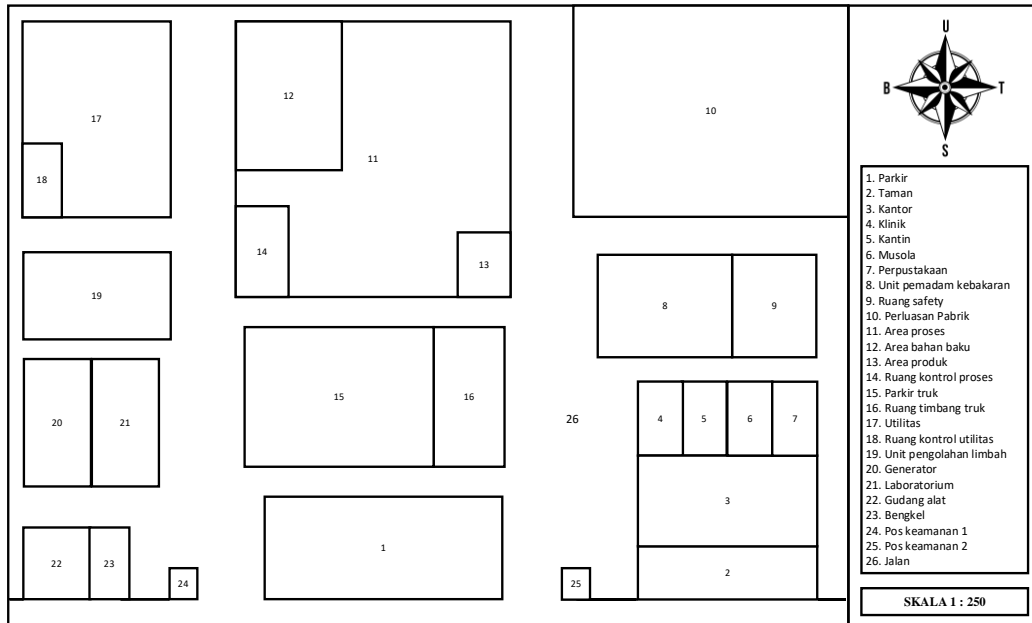
- a. Urutan proses produksi,
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang,
- c. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku,
- d. Pemeliharaan dan perbaikan,
- e. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja,
- f. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan, dan kontruksinya memenuhi syarat,
- g. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi,
- h. Masalah pembuangan limbah cair,
- i. Service area seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Adapun perincian luas tanah yang akan dibangun dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

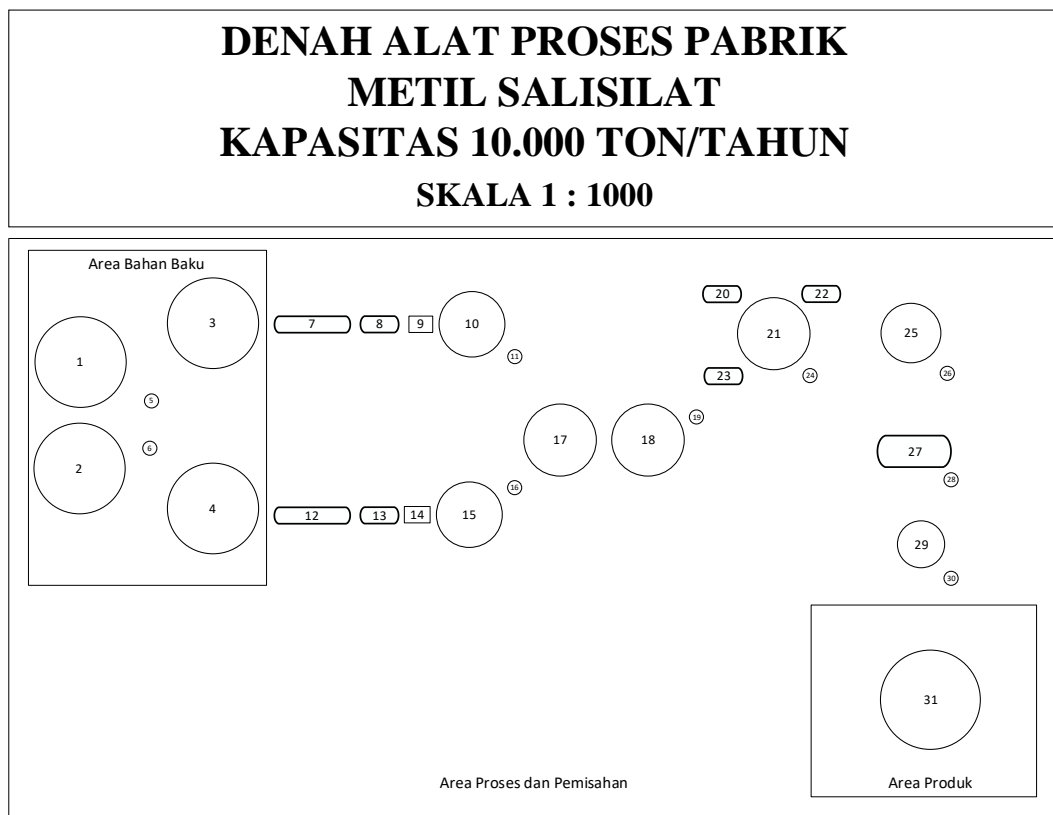
Tabel III.56 Luas bangunan

| No    | Lokasi                 | Luas m <sup>2</sup>   |
|-------|------------------------|-----------------------|
| 1     | Parkir                 | 2676                  |
| 2     | Taman                  | 387                   |
| 3     | Kantor                 | 772                   |
| 4     | Klinik                 | 257                   |
| 5     | Kantin                 | 257                   |
| 6     | Musola                 | 257                   |
| 7     | Perpustakaan           | 257                   |
| 8     | Unit pemadam kebakaran | 884                   |
| 9     | Ruang safety           | 412                   |
| 10    | Perluasan pabrik       | 4356                  |
| 11    | Area proses            | 4214                  |
| 12    | Area bahan baku        | 869                   |
| 13    | Area produk            | 263                   |
| 14    | Ruang kontrol proses   | 308                   |
| 15    | Parkir truk            | 1481                  |
| 16    | Ruang timbang truk     | 720                   |
| 17    | Utilitas               | 3259                  |
| 18    | Ruang kontrol utilitas | 258                   |
| 19    | Unit pengolahan limbah | 689                   |
| 20    | Generator              | 521                   |
| 21    | Laboratorium           | 521                   |
| 22    | Gudang alat            | 410                   |
| 23    | Bengkel                | 268                   |
| 24    | Pos keamanan 1         | 10                    |
| 25    | Pos keamanan 2         | 10                    |
| 26    | Jalan                  | 12684                 |
| Total |                        | 37.000 m <sup>2</sup> |

Berdasarkan tabel 4.1, perancangan pabrik Metil Salisilat direncanakan akan dibangun dengan luas wilayah total 37.000 m<sup>2</sup>. Tata letak pabrik secara keseluruhan tersaji dalam gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar III.4 Rencana tata letak Metil Salisilat



Gambar III.5 Rancangan denah alat proses pabrik Metil Salisilat

Keterangan:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Tangki H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                         | 17. Reaktor R-01A  |
| 2. Tangki CH <sub>3</sub> OH                                     | 18. Reaktor R-01B  |
| 3. Silo NaOH   | 19. Pompa Reaktor  |
| 4. Silo C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>             | 20. <i>Heater 1</i>  |
| 5. Pompa H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                          | 21. Menara Distilasi   |
| 6. Pompa CH <sub>3</sub> OH                                      | 22. <i>Condensor</i>   |
| 7. Screw Conveyor NaOH   | 23. <i>Reboiler</i>  |
| 8. Bucket Elevator NaOH  | 24. Pompa Menara Distilasi                                     |
| 9. Hopper NaOH   | 25. <i>Netralizer</i>  |
| 10. Mixer 1  | 26. Pompa <i>Netralizer</i>                                    |
| 11. Pompa 1  | 27. Dekanter   |
| 12. Screw Conveyor C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>  | 28. Pompa Dekanter   |
| 13. Bucket Elevator C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> | 29. <i>Evaporator</i>  |
| 14. Hopper C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>          | 30. Pompa <i>Evaporator</i>                                    |
| 15. <i>Mixer 2</i>   | 31. Tangki Produk C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> |
| 16. Pompa 2  |  |

Untuk tata letak peralatan proses (Gambar IV.3) diletakkan berurutan dan tidak mengganggu proses kerja. Hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam penyusunan alat proses adalah sebagai berikut:

1. Tata letak peralatan direncanakan sesuai dengan urutan produksi, hal ini bertujuan untuk memperoleh efisiensi yang tinggi.

2. Kebutuhan ruangan untuk setiap peralatan dan karyawan, hal ini bertujuan untuk memperoleh kenyamanan dalam bekerja.
3. Diusahakan tata letak alat proses disusun secara fungsional, hal ini untuk memudahkan dalam pengoperasiannya.
4. Pemipaan dipasang seefektif mungkin serta memperhatikan keselamatan kerja.
5. Distribusi utilitas yang ekonomis.

### **4.3 Organisasi Perusahaan**

#### **4.3.1 Bentuk Perusahaan**

Dalam menjalankan Pabrik Metil Salisilat ini diperlukan manajemen yang baik, maka dari itu diperlukan suatu struktur organisasi yang baik dan terstruktur sehingga tanggungjawab dan pembagian tugas jelas dan berjalan dengan baik. Pabrik dengan kapasitas 10.000 ton/tahun yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggungjawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham. Berikut merupakan alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT), yaitu:

- a. Mudah mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

- c. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- d. Efisiensi dari manajemen para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- e. Lapangan usaha lebih luas karena suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.
- f. Pemilik dan pengurus perusahaan merupakan orang-orang yang berbeda satu sama lain, pemilik perusahaan yaitu para pemegang saham dan pengurus perusahaan yaitu direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.

Adapun ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah:

- a. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang undang hukum dagang.
- b. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
- c. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
- d. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
- e. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang perburuhan.

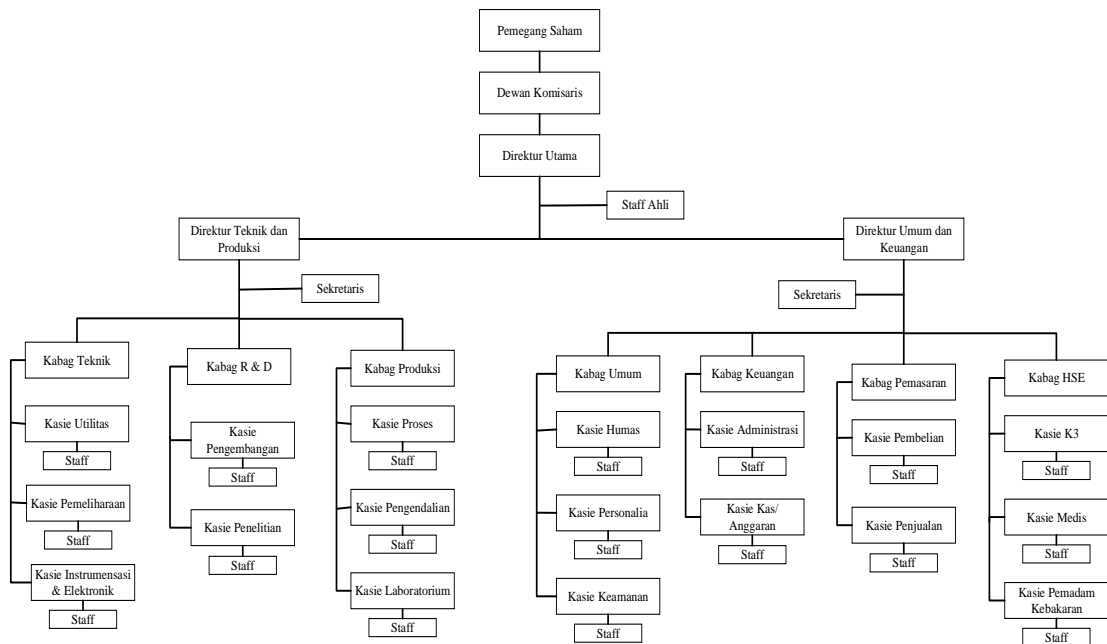
#### 4.3.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang jelas dan sistematis di dalam suatu perusahaan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kelangsungan dan kemajuan perusahaan karena berhubungan langsung dengan komunikasi dan kerjasama yang baik antar karyawan sehingga operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Setiap perusahaan bisa saja memiliki struktur organisasi yang berbeda beda tergantung pada kebutuhannya masing-masing. Struktur organisasi berhubungan erat dengan jalannya aliran komunikasi dan tanggung jawab serta akan memberikan mandat sebagai berikut:

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, hak, wewenang dan lain-lain.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat dan para calon penanam modal.
3. Penempatan pegawai yang tepat sesuai dengan kebutuhan.
4. Memindahkan penyusunan program dan pengembangan manajemen.
5. Memudahkan pengaturan kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang terbukti kurang lancar.

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.





Gambar III.6 Struktur organisasi

## 4.4 Tugas dan Wewenang

### 4.4.1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) merupakan kumpulan individu yang mengumpulkan dana untuk membangun dan menjalankan operasi perusahaan. Badan tertinggi perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat tersebut, para pemegang saham menyatakan:

- a. Pengangkatan dan pemberhentian Komite
- b. Pemilihan dan pemberhentian Direksi
- c. Hitung laba rugi tahunan perusahaan dengan meninjau hasil operasi dan neracanya

#### 4.4.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana pemegang saham, hal ini untuk membuat dewan bertanggung jawab kepada pemegang saham. Tanggung jawab Dewan Komisaris meliputi:

- a. Mengevaluasi dan menyetujui rencana dewan untuk kebijakan dan tujuan umum Keuntungan perusahaan, alokasi sumber pendanaan, arah pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
- c. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

#### 4.4.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan. Direktur utama bertanggungjawab kepada dewan komisaris terhadap segala kebijakan perusahaan yang telah diambil. Tugas dan wewenang direktur umum antara lain:

- a. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan, sehingga komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen dapat berlangsung dengan baik.
- b. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- c. Mengkoordinasi kerja sama antara bagian produksi dan bagian umum.

Dalam pelaksanaannya, Direktur utama membawahi Direktur Operasi & Produksi dan Direktur Administrasi & Umum.

#### 4.4.4 Staff Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur utama dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun

administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perancangan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

#### 4.4.5 Direktur

Secara umum tugas direktur adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Direktur bertanggung jawab kepada direktur utama. Pada perusahaan ini terdiri dari direktur teknik dan produksi serta direktur umum dan keuangan.

Tugas direktur teknik dan produksi antara lain bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang teknik, *research and development* (R&D) dan bidang produksi serta mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya. Sedangkan tugas direktur teknik umum dan keuangan antara lain bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan, bidang umum, bidang *health safety environmental* (HSE) dan pemasaran serta mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### 4.4.6 Sekretaris

Sekretaris diangkat oleh direktur untuk menangani masalah surat menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

#### 4.4.7 Kepala Bagian

Kepala bagian merupakan pimpinan dari kepala seksi dan bertanggung jawab kepada direktur produksi dan direktur keuangan dan umum. Ada dua kepala bagian yaitu kepala bagian produksi, teknik dan pemeliharaan dan kepala bagian keuangan dan umum.

Dalam perusahaan ini kepala bagian dibagi menjadi tujuh, yaitu:

1. Kepala bagian umum
2. Kepala bagian pemasaran
3. Kepala bagian *Health Safety Environmental* (HSE)
4. Kepala bagian keuangan
5. Kepala bagian teknik
6. Kepala bagian produksi
7. Kepala bagian *Research Development* (R&D)

#### 4.4.8 Kepala Seksi

Kepala seksi terdiri dari:

1. Kepala Seksi Proses

Bertanggung jawab kepada kepala bagian produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi. Tugasnya adalah mengawasi jalannya proses dan

produksi dan menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh unit yang berwenang.

## 2. Kepala Seksi Pengendalian

Bertanggung jawab kepada kepala bagian produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktifitas produksi. Tuganya antara lain menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja, mengurangi potensi bahaya yang ada, bertanggung jawab terhadap perencanaan dan keselamatan proses, instalasi peralatan karyawan dan lingkungan.

## 3. Kepala seksi Laboratorium

Bertanggung jawab kepada kepala bagian produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi. Tugas seksi laboratorium antara lain mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi dan menganalisa mutu hasil produksi, mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik dan membuat laporan berkala kepada kepala seksi produksi.

## 4. Kepala Seksi Pemeliharaan

Bertanggung jawab kepada kepala bagian teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi. Tugasnya adalah merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

## 5. Kepala Seksi Instrumentasi dan Elektronik

Bertanggung jawab kepada kepala bagian teknik dalam hal kelistrikan. Tugasnya adalah melakukan penjagaan dan perawatan peralatan yang berhubungan dengan instrumentasi pabrik.

#### 6. Kepala Seksi Utilitas

Bertanggung jawab kepada kepala bagian teknik dalam hal utilitas. Tugasnya adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap dan tenaga listrik.

#### 7. Kepala Seksi Penelitian

Bertanggung jawab kepada kepala bagian *research & development* dalam hal mutu produk. Tugasnya adalah melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk.

#### 8. Kepala Seksi Pengembangan

Bertanggung jawab kepada kepala bagian *research & development* dalam hal pengembangan produksi. Tugasnya adalah mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat, mempertinggi efisiensi kerja, mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik dan pengembangan produksi.

#### 9. Kepala Seksi Penjualan

Bertanggung jawab kepada bagian pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi. Tugasnya adalah merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

#### 10. Kepala Seksi Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala bidang pemasaran dan bidang penyediaan bahan baku dan peralatan. Tugasnya adalah melaksanakan pembelian barang dan

peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

#### 11. Kepala Seksi Personalia

Bertanggung jawab kepada kepala bagian umum dalam hal sumber daya manusia. Tugasnya adalah mengelola sumber daya manusia, membina tenaga kerja, menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya, mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang.

#### 12. Kepala Seksi Humas

Bertanggung jawab kepada kepala bagian umum dalam hal hubungan masyarakat. Tugasnya adalah mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

#### 13. Kepala Seksi Keamanan

Bertanggung jawab kepada kepala bagian umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik. Tugasnya adalah menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan *intern* perusahaan.

#### 14. Kepala Seksi Administrasi

Bertanggung jawab kepada kepala bagian keuangan dalam hal administrasi. Tugasnya adalah menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

#### 15. Kepala Seksi Kas/Anggaran

Bertanggung jawab kepada kepala bagian keuangan dalam hal keuangan/anggaran. Tugasnya adalah menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamalkan dan meramalkan tentang keuangan masa depan serta mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.

#### 16. Kepala Seksi Pemadam Kebakaran

Bertanggung jawab kepada kepala bagian *health safety environmental* (HSE) dalam hal tanggap darurat kecelakaan kerja dan kebakaran. Tugasnya adalah menghimbau dan melakukan pelatihan cara-cara penyelamatan diri dan pemadam api kebakaran dalam keadaan darurat.

#### 17. Kepala Seksi Medis

Bertanggung jawab kepada kepala bagian *health and safety* dalam hal kesehatan. Tugasnya adalah melakukan cek up kondisi pekerja yang bekerja di pabrik serta melakukan pertolongan pertama apabila terjadi kecelakaan kerja.

#### 18. Kepala Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Bertanggung jawab kepada kepala bagian HSE dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja dalam hal produksi maupun lingkungan kerja. Tugasnya adalah melakukan manajemen dan tata tertib keselamatan dan kesehatan kerja terhadap para pekerja dan karyawan perusahaan, serta melakukan pelatihan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja untuk meningkatkan kualitas pekerja dan karyawan dalam memahami konsep "*behavior based safety*" dalam bekerja.

#### 4.4.9 Kepala Sub-seksi

Kepala sub-seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan unitnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala seksi masing-masing, agar



diperoleh hasil yang minimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bekerja membawahi beberapa *foreman* dan operator/karyawan dan bertanggung jawab terhadap kepala seksi masing-masing.

## **4.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan**

### 4.5.1 Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta seluruh yang tugasnya berada di kantor. Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut:

Senin-Kamis : 08.00 - 16.00 WIB (istirahat 12.00-13.00)

Jumat : 08.00 - 16.00 WIB (istirahat 11.30-13.30)

Sabtu-Minggu : Hari libur, termasuk hari libur nasional

### 4.5.2 Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi sehingga tidak dapat ditinggalkan. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga keamanan selama proses produksi berlangsung. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pengaturan sebagai berikut:

*Shift* Pagi : 08.00 - 16.00 WIB

*Shift Sore* : 16.00 - 00.00 WIB

*Shift Malam* : 00.00 - 08.00 WIB

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali *shift*. Setiap kelompok mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap *shift* dan masuk untuk *shift* berikutnya. Hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Berikut adalah jadwal kerja karyawan *shift*:

Tabel III.57 Jadwal kerja karyawan

| Regu     | Hari |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
| <b>A</b> | I    | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |
| <b>B</b> | II   | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   |
| <b>C</b> | III  | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  |
| <b>D</b> |      |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III |

| Regu     | Hari |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | 16   | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| <b>A</b> |      | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |
| <b>B</b> | I    | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     |
| <b>C</b> | II   | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   |
| <b>D</b> | III  |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  |

Keterangan:

1,2,3 dst : Hari ke-

A, B, C, D : Regu Kerja

I, II, III : Shift

 : Libur

## 4.6 Jumlah, Penggolongan Pekerja dan Sistem Penggajian

### 4.6.1 Jumlah Pekerja

Tabel III.58 Jumlah karyawan

| <b>Jabatan</b>                            | <b>Jumlah</b> |
|---|---------------|
| Dewan Komisaris                           | 1             |
| Direktur Utama                            | 1             |
| Direktur Teknik dan Produksi              | 1             |
| Direktur Keuangan dan Umum                | 1             |
| Staff Ahli                                | 1             |
| Sekretaris                                | 1             |
| Kepala Bagian Produksi                    | 1             |
| Kepala Bagian Teknik                      | 1             |
| Kepala Bagian R&D                         | 1             |
| Kepala Bagian Keuangan                    | 1             |
| Kepala Bagian Pemasaran                   | 1             |
| Kepala Bagian Umum                        | 1             |
| Kepala Bagian HSE                         | 1             |
| Kepala Seksi Personalia                   | 1             |
| Kepala Seksi Humas                        | 1             |
| Kepala Seksi Keamanan                     | 1             |
| Kepala Seksi Pembelian                    | 1             |
| Kepala Seksi Penjualan                    | 1             |
| Kepala Seksi Administrasi                 | 1             |
| Kepala Seksi Kas/Anggaran                 | 1             |
| Kepala Seksi Proses                       | 1             |
| Kepala Seksi Pengendalian                 | 1             |
| Kepala Seksi Laboratorium                 | 1             |
| Kepala Seksi Pemeliharaan                 | 1             |
| Kepala Seksi Instrumentasi dan Elektronik | 1             |
| Kepala Seksi Utilitas                     | 1             |
| Kepala Seksi Pengembangan                 | 1             |
| Kepala Seksi Penelitian                   | 1             |
| Kepala Seksi Pemadam Kebakaran            | 1             |
| Kepala Seksi Medis                        | 1             |
| Kepala Seksi K3                           | 1             |
| Karyawan Bagian Personalia                | 1             |
| Karyawan Bagian Humas                     | 1             |
| <b>Karyawan Keamanan</b>                  |               |
| <i>Shift</i>                              |               |
| Kepala Regu                               | 3             |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Security</i>                           | 3   |
| Karyawan Bagian Pembelian                 | 3   |
| Karyawan Bagian Penjualan                 | 3   |
| Karyawan Bagian Administrasi              | 2   |
| Karyawan Kas/Anggaran                     | 2   |
| Karyawan Bagian Pengendalian              | 3   |
| <b>Karyawan Proses</b>                    |     |
| <i>Non-Shift</i>                          |     |
| <i>Staff Administrasi</i>                 | 1   |
| <i>Shift</i>                              |     |
| Kepala Regu                               | 3   |
| Operator                                  | 15  |
| <b>Karyawan Laboratorium</b>              |     |
| <i>Non-Shift</i>                          |     |
| Kepala Laboratorium                       | 1   |
| <i>Staff Administrasi</i>                 | 1   |
| <i>Shift</i>                              |     |
| Kepala Regu                               | 3   |
| <i>Staff Process Quality Control</i>      | 2   |
| <i>Staff Raw Material Quality Control</i> | 2   |
| <i>Staff Product Quality Control</i>      | 2   |
| Analisis                                  | 2   |
| Karyawan Instrumentasi dan Elektronik     | 2   |
| Karyawan Pemeliharaan                     | 2   |
| <b>Karyawan Utilitas</b>                  |     |
| <i>Non-Shift</i>                          |     |
| <i>Staff Administrasi</i>                 | 1   |
| <i>Shift</i>                              |     |
| Kepala Regu                               | 3   |
| Operator                                  | 36  |
| Karyawan Pengembangan                     | 2   |
| Karyawan Penelitian                       | 3   |
| Karyawan Pemadam Kebakaran                | 4   |
| Karyawan Medis                            | 3   |
| Karyawan K3                               | 3   |
| Sopir                                     | 3   |
| <i>Office Boy</i>                         | 3   |
| Pesuruh & Tukang Kebun                    | 2   |
| Total                                     | 151 |

#### 4.6.2 Penggolongan Jabatan

Dalam mendirikan suatu pabrik harus adanya penggolongan jabatan, karena hal ini akan berkaitan dengan keberlangsungan pabrik untuk bersaing di pasaran. Berikut rincian penggolongan jabatan:

Tabel III.59 Rincian golongan jabatan

| <b>Jabatan</b>          | <b>Penggolongan</b> |
|-------------------------|---------------------|
| Dewan Komisaris         | S-2                 |
| Direktur Utama          | S-2                 |
| Kepala Bagian           | S-1                 |
| Kepala Seksi            | S-1                 |
| Perawat                 | D-3/D-4/S-1         |
| Karyawan                | D-3/S-1             |
| Satpam                  | SLTA                |
| Supir                   | SLTA                |
| <i>Cleaning Service</i> | SLTA                |

#### 4.6.3 Sistem Gaji Pegawai

a. Gaji harian

Gaji harian adalah gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap.

b. Gaji bulanan

Gaji bulanan adalah gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

c. Gaji lembur

Gaji lembur adalah gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok yang sudah ditentukan.

Perincian gaji sesuai dengan jabatan adalah sebagai berikut:

Tabel III.60 Rincian gaji

| Jabatan                                   | Jumlah | Gaji    |            |
|---|--------|---------|------------|
|   |        | (bulan) |            |
| Dewan Komisaris                           | 1      | Rp      | 50.000.000 |
| Direktur Utama                            | 1      | Rp      | 40.000.000 |
| Direktur Teknik dan Produksi              | 1      | Rp      | 32.500.000 |
| Direktur Keuangan dan Umum                | 1      | Rp      | 32.500.000 |
| Staff Ahli                                | 1      | Rp      | 11.500.000 |
| Sekretaris                                | 1      | Rp      | 10.500.000 |
| Kepala Bagian Produksi                    | 1      | Rp      | 12.500.000 |
| Kepala Bagian Teknik                      | 1      | Rp      | 12.500.000 |
| Kepala Bagian R&D                         | 1      | Rp      | 12.500.000 |
| Kepala Bagian Keuangan                    | 1      | Rp      | 12.500.000 |
| Kepala Bagian Pemasaran                   | 1      | Rp      | 12.500.000 |
| Kepala Bagian Umum                        | 1      | Rp      | 12.500.000 |
| Kepala Bagian HSE                         | 1      | Rp      | 12.500.000 |
| Kepala Seksi Personalia                   | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Humas                        | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Keamanan                     | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Pembelian                    | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Penjualan                    | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Administrasi                 | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Kas/Anggaran                 | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Proses                       | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Pengendalian                 | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Laboratorium                 | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Pemeliharaan                 | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Instrumentasi dan Elektronik | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Utilitas                     | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Pengembangan                 | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Penelitian                   | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Pemadam Kebakaran            | 1      | Rp      | 8.500.000  |
| Kepala Seksi Medis                        | 1      | Rp      | 9.000.000  |
| Kepala Seksi K3                           | 1      | Rp      | 10.000.000 |
| Karyawan Bagian Personalia                | 1      | Rp      | 5.200.000  |
| Karyawan Bagian Humas                     | 1      | Rp      | 5.200.000  |
| <b>Karyawan Keamanan</b>                  |        |         |            |
| <i>Shift</i>                              |        |         |            |

|   |            |           |                      |
|---|------------|-----------|----------------------|
| Kepala Regu                               | 3          | Rp        | 18.000.000           |
| <i>Security</i>                           | 3          | Rp        | 14.400.000           |
| Karyawan Bagian Pembelian                 | 3          | Rp        | 14.400.000           |
| Karyawan Bagian Penjualan                 | 3          | Rp        | 14.400.000           |
| Karyawan Bagian Administrasi              | 2          | Rp        | 9.600.000            |
| Karyawan Kas/Anggaran                     | 2          | Rp        | 9.600.000            |
| Karyawan Bagian Pengendalian              | 3          | Rp        | 14.400.000           |
| <b>Karyawan Proses</b>                    |            |           |                      |
| <i>Non-Shift</i>                          |            |           |                      |
| <i>Staff</i> Administrasi                 | 1          | Rp        | 4.800.000            |
| <i>Shift</i>                              |            |           |                      |
| Kepala Regu                               | 3          | Rp        | 19.500.000           |
| Operator                                  | 15         | Rp        | 82.500.000           |
| <b>Karyawan Laboratorium</b>              |            |           |                      |
| <i>Non-Shift</i>                          |            |           |                      |
| Kepala Laboratorium                       | 1          | Rp        | 6.500.000            |
| <i>Staff</i> Administrasi                 | 1          | Rp        | 4.800.000            |
| <i>Shift</i>                              |            |           |                      |
| Kepala Regu                               | 3          | Rp        | 19.500.000           |
| <i>Staff Process Quality Control</i>      | 2          | Rp        | 10.400.000           |
| <i>Staff Raw Material Quality Control</i> | 2          | Rp        | 10.400.000           |
| <i>Staff Product Quality Control</i>      | 2          | Rp        | 10.400.000           |
| Analisis                                  | 2          | Rp        | 10.400.000           |
| Karyawan Instrumentasi dan Elektronik     | 2          | Rp        | 10.200.000           |
| Karyawan Pemeliharaan                     | 2          | Rp        | 10.200.000           |
| <b>Karyawan Utilitas</b>                  |            |           |                      |
| <i>Non-Shift</i>                          |            |           |                      |
| <i>Staff</i> Administrasi                 | 1          | Rp        | 5.100.000            |
| <i>Shift</i>                              |            |           |                      |
| Kepala Regu                               | 3          | Rp        | 18.600.000           |
| Operator                                  | 36         | Rp        | 183.600.000          |
| Karyawan Pengembangan                     | 2          | Rp        | 10.200.000           |
| Karyawan Penelitian                       | 3          | Rp        | 15.300.000           |
| Karyawan Pemadam Kebakaran                | 4          | Rp        | 20.400.000           |
| Karyawan Medis                            | 3          | Rp        | 15.300.000           |
| Karyawan K3                               | 3          | Rp        | 15.300.000           |
| Sopir                                     | 3          | Rp        | 14.400.000           |
| <i>Office Boy</i>                         | 3          | Rp        | 13.500.000           |
| Pesuruh & Tukang Kebun                    | 2          | Rp        | 9.000.000            |
| <b>Total</b>                              | <b>151</b> | <b>Rp</b> | <b>1.045.000.000</b> |

#### **4.7 Catatan**

a. Cuti tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu dan tidak bisa diakumulasikan.

b. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

c. Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

d. Sistem gaji karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

#### **4.8 Kesejahteraan Pegawai**

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan, diantaranya sebagai berikut:

##### **4.8.1 Tunjangan**

- a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang.



- c. Tunjangan lembur untuk karyawan yang bekerja di luar jam kerja diberikan berdasarkan jumlah jam kerja.

#### 4.8.2 Cuti

- a. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- b. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.

#### 4.8.3 Pakaian Kerja

Pakaian kerja yang diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

#### 4.8.4 Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik Metil Salisilat ini, meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar
5. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
6. Unit Pengolahan Limbah

#### **5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

##### **5.1.1 Unit Penyediaan Air**

Pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik digunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Air yang digunakan dalam perancangan pabrik Metil Salisilat ini bersumber dari air sungai.

Air sungai dipilih karena mudah untuk diolah, dan proses pengolahannya relatif murah dibandingkan dengan pengolahan air lainnya. Proses pengolahan air baku pada pabrik ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan beberapa proses dan unit, di antaranya:

- a. Air Domestik

Dijelaskan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, kebutuhan air setiap orang di Indonesia sejumlah 70-144 liter/hari. Rincian kebutuhan air dalam pabrik meliputi:

- Kebutuhan Air Karyawan

|                               |          |         |
|-------------------------------|----------|---------|
| Jumlah Karyawan               | = 151    | orang   |
| Kebutuhan air setiap karyawan | = 100    | kg/hari |
| Total kebutuhan air karyawan  | = 15100  | kg/hari |
|                               | = 629,17 | kg/jam  |

- Kebutuhan Air Perumahan

|                               |          |         |
|-------------------------------|----------|---------|
| Jumlah rumah                  | = 40     | unit    |
| Jumlah orang setiap rumah     | = 4      | orang   |
| Kebutuhan air setiap orang    | = 100    | kg/hari |
| Total kebutuhan air perumahan | = 1600   | kg/hari |
|                               | = 666,67 | kg/jam  |

Tabel V.1 Kebutuhan air domestik

| No.          | Keterangan         | Kebutuhan Air (kg/jam) |
|--------------|--------------------|------------------------|
| 1            | Karyawan           | 629,17                 |
| 2            | Perumahan Karyawan | 666,67                 |
| <b>Total</b> |                    | 1.295,84               |

b. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Air layanan umum digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di area pabrik dan fasilitas umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, musholla, dan taman. Rinciannya sebagai berikut:

- Bengkel = 150 kg/hari  
= 6,25 kg/jam
- Poliklinik = 300 kg/hari  
= 12,5 kg/jam
- Laboratorium = 500 kg/hari  
= 20,83 kg/jam
- Pemadam Kebakaran = 1500 kg/hari  
= 62,5 kg/jam
- Kantin, Musholla, dan taman = 2500 kg/hari  
= 104,17 kg/jam

Tabel V.2 Kebutuhan air layanan umum

| No.          | Keterangan                  | Kebutuhan Air (kg/jam) |
|--------------|-----------------------------|------------------------|
| 1            | Bengkel                     | 6,25                   |
| 2            | Poliklinik                  | 12,5                   |
| 3            | Laboratorium                | 20,8                   |
| 4            | Pemadam Kebakaran           | 62,5                   |
| 5            | Kantin, Musholla, dan Taman | 104,2                  |
| <b>Total</b> |                             | <b>206,3</b>           |

c. Air Umpan Boiler (*Boiled Feed Water*)

Air umpan boiler merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* yang digunakan dalam menunjang kelangsungan proses produksi. Kebutuhan *steam* untuk peralatan pada pabrik ini dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel V.3 Kebutuhan air umpan boiler

| <b>Nama Alat</b> | <b>Kebutuhan Air (kg/jam)</b> |
|------------------|-------------------------------|
| EV-01            | 157,29                        |
| HE-01            | 130,33                        |
| Reboiler         | 3.514,54                      |
| <b>Total</b>     | <b>3.802,16</b>               |

Perancangan dibuat *over design* 20%, sehingga kebutuhan *steam* menjadi:

- Kebutuhan *steam* = 20% x 3.802,16 kg/jam  
= 4.562,6 kg/jam
- *Blow down* = 15% x kebutuhan *steam*  
= 15% x 4.562,6 kg/jam  
= 684,4 kg/jam
- *Steam trap* = 5% x kebutuhan *steam*  
= 5% x 4.562,6 kg/jam  
= 228,13 kg/jam

Sehingga jumlah *make-up steam* adalah:

$$\begin{aligned}
 \textit{make-up steam} &= \textit{blow down} + \textit{steam trap} \\
 &= (684,4 + 228,13) \text{ kg/jam} \\
 &= 912,52 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

d. Air Pendingin (*Cooling Water*)

Air Pendingin digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi.

Kebutuhan air pendingin dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel V.4 Kebutuhan air pendingin

| Nama Alat         | Kebutuhan Air (kg/jam) |
|-------------------|------------------------|
| Reaktor (R-01)    | 3,8536                 |
| Reaktor (R-02)    | 1,1252                 |
| Kondensor (CN-01) | 16.315,1473            |
| Cooler (CL-01)    | 2.836,7418             |
| Cooler (CL-02)    | 4.670,9949             |
| <b>Total</b>      | <b>23.827,8628</b>     |

Perancangan dibuat *over design* 20%, sehingga kebutuhan air pendingin menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin (Wc)} &= 20\% \times 23827,8628 \text{ kg/jam} \\ &= 28593,44 \text{ kg/jam} \\ &= 125,81 \text{ gpm} \end{aligned}$$

- Jumlah air yang menguap ( $W_e$ )
 
$$\begin{aligned} &= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out}) \\ &= 0,00085 \times 125,81 \times (318 - 303)K \\ &= 1,604 \text{ gpm} = 364,32 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- *Drift loss* ( $W_d$ )
 
$$\begin{aligned} &= 0,0002 \times W_c \\ &= 0,0002 \times 125,81 \text{ gpm} \\ &= 0,025 \text{ gpm} = 5,715 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- *Blowdown* ( $W_b$ )

$$W_b = \frac{W_e}{(cycle - 1)}$$

Dipilih *cycle* = 3 kali

$$Wb = \frac{364,32}{(3 - 1)}$$

$$= 182,16 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah *make-up water* adalah:

$$Wm = Wc + Wd + Wb$$

$$= 2,43 \text{ gpm}$$

$$= 552,57 \text{ kg/jam}$$

e. Air Proses (*Process Water*)

Air proses digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada area produksi. Pada pabrik Metil Salisilat, air proses dimanfaatkan pada proses pencampuran dalam mixer, dengan kebutuhan 5894,89 kg/jam, sehingga total kebutuhan air pada pabrik Metil Salisilat dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel V.5 Total kebutuhan air

| <b>Nama Alat</b>     | <b>Kebutuhan Air (kg/jam)</b> |
|----------------------|-------------------------------|
| Air Domestik         | 1.295,8                       |
| <i>Service Water</i> | 206,25                        |
| Air Pendingin        | 2.9146,004                    |
| <i>Steam</i>         | 5.475,11                      |
| Air Proses           | 5.894,89                      |
| <b>Total</b>         | 42.018,1                      |

### 5.1.2 Unit Pengolahan Air

Unit pengolahan air bertujuan untuk memproses air sehingga dapat digunakan dengan aman dalam menunjang proses produksi maupun kebutuhan lain di area pabrik. Air baku dari sungai diolah secara fisik dan kimia dengan melalui beberapa tahapan pengolahannya sebagai berikut:

a. Penghisapan

Penghisapan dilakukan untuk mengambil air dari sumber dengan menggunakan pompa. Selanjutnya air akan dialirkan menuju proses penyaringan

b. Penyaringan (*Screening*)

Air baku mengandung pengotor yang tidak terlarut dan dapat dipisahkan secara fisik, seperti ranting, daun, dan sampah. Untuk ukuran pengotor yang lolos penyaringan akan diolah pada proses selanjutnya

c. Pengendapan Awal (*Sedimentation*)

Pada proses ini, padatan/kotoran akan dibiarkan mengendap dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Pengotor seperti pasir dan lumpur yang terbawa oleh air akan dipisahkan pada tahap pengendapan.

d. Bak Penggumpal

Proses koagulasi/penggumpalan dapat terjadi dengan menambahkan koagulan ke dalam air sehingga partikel pengotor akan menjadi stabil atau netral dan membentuk endapan. Koagulan yang digunakan merupakan jenis tawas atau aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

e. Bak pengendap I dan II

Setelah melewati proses penggumpalan, zat pengotor akan membentuk flok-flok yang kemudian saling bergabung dan ukurannya menjadi semakin besar (flokulasi) sehingga mudah mengendap. Pada proses flokulasi, ditambahkan kapur guna menghilangkan kesadahan karbonat dalam air dan membuat sifat basa sehingga mempermudah proses penggumpalan. Penambahan *soda caustic* (NaOH)



diberikan untuk menjaga pH dalam rentang 6,5 - 7,5 sehingga proses flokulasi lebih efektif.

*f. Sand Filter*

Setelah melewati proses koagulasi dan flokulasi, air baku dialirkan menuju *sand filter* melalui bagian atas dan ke bawah. Air baku akan berkontak dengan media filter (*spheres*) yang akan menyaring partikel pengotor seperti *suspended solid*. Air baku keluaran dari proses ini memiliki kandungan *suspended solid* kurang dari 1 ppm dan pH 6,5 - 7,5. Selanjutnya air ditampung dalam tangki penampungan sementara.

*g. Tangki Penampungan Air Bersih*

Air baku yang telah melalui proses penyaringan dalam *sand filter*, selanjutnya ditampung di dalam tangki penampungan sementara sebagai air bersih. Air ini disalurkan dan diolah lebih lanjut untuk dimanfaatkan sebagai pemenuhan kebutuhan air domestik, air layanan umum (*service water*), air pendingin, air umpan boiler, dan air proses.

*h. Klorinasi*

Proses klorinasi diperlukan untuk membunuh bakteri, kuman, jamur, serta mikroorganisme lainnya sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan. Air yang telah melalui proses klorinasi akan ditampung di dalam tangki penyimpanan air bersih.

*i. Cooling Tower*

Cooling Tower merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan air dingin yang dapat digunakan sebagai pendingin pada alat-alat proses. Air panas

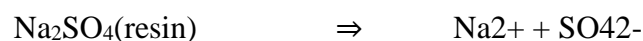
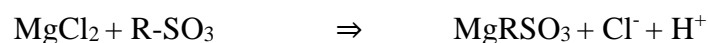
diolah menjadi air dingin dengan menggunakan udara sebagai pendinginnya. *Initial water* ke *cooling tower* bersalah dari *filtered water storage tank* pada suhu 45°C yang dialirkan ke atas *cooling tower*. Air akan mengalami evaporasi, sehingga air akan mengalir melalui lubang saluran. Bersamaan dengan proses, akan terjadi pelepasan panas laten yang mengakibatkan sebagian air menguap. Sehingga diperlukan *make-up water* sebagai pengganti dari penguapan. *Make-up water* juga bersalah dari *filtered water storage tank*. Air yang mengalami evaporasi akan sama jumlahnya dengan *make-up water* yang masuk, sehingga perpindahan panas antara udara dan air akan tetap stabil. Suhu keluaran dari *cooling tower* akan turun menjadi 25°C.

j. Demineralisasi

Proses demineralisasi diperlukan untuk menghilangkan mineral-mineral terlarut dengan proses penukaran ion, sehingga air tidak menyebabkan *fouling* pada *boiler* saat proses pembentukan *steam water*. Proses demineralisasi terjadi pada alat-alat berikut:

1. Kation Exchanger

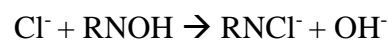
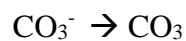
Kation *exchanger* berperan dalam melunakkan air dengan membebaskan mineral-mineral sadah seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , dan lainnya. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Dalam jangka waktu tertentu, penggantian kation resin akan diperlukan dengan menambahkan asam klorida (HCl).

## 2. Anion Exchanger

Anion *exchanger* berfungsi mengikat ion-ion negatif dalam air, seperti  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan lain-lain. Ion negatif ini harus ditangkap karena akan jika air bersifat basa ini dipanaskan, akan berpotensi untuk membentuk gas  $\text{CO}_2$  yang bisa menurunkan performa boiler dan alat proses lainnya. Dalam jangka waktu tertentu, kation resin diregenerasi dengan larutan NaOH. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



## 3. Deaerator

Setelah melewati proses pertukaran kation dan anion, air dibersihkan dari gas seperti oksigen ( $\text{O}_2$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) menggunakan hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ). Gas tersebut dapat menyebabkan korosi pada boiler. Dengan menambahkan hidrazin, oksigen dapat diikat melalui reaksi berikut:



## 5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Kebutuhan *steam* dicukupi melalui unit pembangkit *steam* dengan adanya katel uap (boiler), dengan spesifikasi berikut:

Kapasitas : 5561,58 kg/jam

Jenis : *fire tube boiler*

Jumlah : 1

*Boiler* dilengkapi sistem pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis, seperti *economizer safety valve*. Sebelum digunakan sebagai umpan *boiler*, ditambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *feed* untuk mengatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca, dan Mg. Selain itu, pH dipertahankan pada rentang 10,5 - 11,5. Nilai pH yang terlalu tinggi akan meningkatkan korosifitas air.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses produksi. Unit Pembangkit *Steam* bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi.

### **5.3 Unit Pembangkit Listrik**

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik dari PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam. Adapun generator yang digunakan adalah jenis generator diesel, dimana solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas yang dikeluarkan ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Selanjutnya listrik didistribusikan ke panel kemudian dialirkan ke unit pemakai. Berikut spesifikasi generator yang digunakan:

Kapasitas : 350 kW

Jenis : AC Generator

Jumlah : 1

Berikut merupakan rincian kebutuhan listrik untuk pabrik Metil Salisilat:

a. Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Tabel V.6 Kebutuhan listrik untuk alat proses

| <b>Alat</b>     | <b>Kode Alat</b> | <b>Daya (Hp)</b> | <b>Watt</b>     |
|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| Reaktor         | R-01             | 10               | 7.457           |
|                 | R-02             | 10               | 7.457           |
| Mixer           | M-01             | 15               | 1.1185,5        |
|                 | M-02             | 20               | 1.4914          |
| Screw Conveyor  | SC-01            | 0,05             | 37,285          |
|                 | SC-02            | 0,05             | 37,285          |
| Bucket Elevator | BE-01            | 2                | 1.491,4         |
|                 | BE-02            | 2                | 1.491,4         |
| Pompa           | P-01             | 0,05             | 37,285          |
|                 | P-02             | 0,75             | 559,275         |
|                 | P-03             | 0,083            | 62,14           |
|                 | P-04             | 0,5              | 372,85          |
|                 | P-05             | 0,75             | 559,275         |
|                 | P-06             | 0,33             | 248,57          |
|                 | P-07             | 1                | 745,7           |
|                 | P-08             | 0,5              | 372,85          |
|                 | P-09             | 0,25             | 186,425         |
|                 | P-10             | 0,25             | 186,425         |
|                 | P-11             | 0,25             | 186,425         |
| <b>Total</b>    |                  | <b>61,23</b>     | <b>45.661,7</b> |

Power yang dibutuhkan = 45,66 kW

b. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Tabel V.7 Kebutuhan listrik untuk utilitas

| <b>Alat</b>   | <b>Kode Alat</b> | <b>Daya (Hp)</b> | <b>Watt</b>      |
|---------------|------------------|------------------|------------------|
| Cooling Tower | CT-01            | 5                | 3728,5           |
|               | CT-02            | 0,5              | 372,85           |
| Kompresor     | CPU-01           | 4                | 2.982,8          |
| Pompa         | PU-01            | 1,5              | 1.118,55         |
|               | PU-02            | 1,5              | 1.118,55         |
|               | PU-03            | 1,5              | 1.118,55         |
|               | PU-04            | 0,05             | 37,285           |
|               | PU-05            | 1,5              | 1.118,55         |
|               | PU-06            | 1,5              | 1.118,55         |
|               | PU-07            | 0,75             | 559,275          |
|               | PU-08            | 1                | 745,7            |
|               | PU-09            | 0,05             | 37,285           |
|               | PU-10            | 0,05             | 37,285           |
|               | PU-11            | 0,17             | 124,28           |
|               | PU-12            | 0,08             | 62,14            |
|               | PU-13            | 0,05             | 37,285           |
|               | PU-14            | 0,33             | 248,57           |
|               | PU-15            | 0,5              | 372,85           |
|               | PU-16            | 0,05             | 37,285           |
|               | PU-17            | 0,05             | 37,285           |
|               | PU-18            | 0,33             | 248,57           |
|               | PU-19            | 0,05             | 37,285           |
|               | PU-20            | 0,5              | 372,85           |
|               | PU-21            | 0,75             | 559,275          |
|               | PU-22            | 0,75             | 559,275          |
|               | PU-23            | 0,25             | 186,425          |
|               | PU-24            | 0,25             | 186,425          |
| <b>Total</b>  |                  | <b>23,017</b>    | <b>17.163,53</b> |

Power yang dibutuhkan = 17,16 kW

Total kebutuhan listrik untuk penggerak motor = 62,83 kW

c. Kebutuhan Listrik Alat Penunjang

Tabel V.8 Kebutuhan listrik untuk alat penunjang

| No.          | Keperluan                | Kebutuhan (kW) |
|--------------|--------------------------|----------------|
| 1            | a. Listrik AC            | 15             |
|              | b. Listrik Penerangan    | 100            |
| 2            | Laboratorium dan Bengkel | 30             |
| 3            | Instrumentasi            | 20             |
| <b>Total</b> |                          | <b>165</b>     |

Sehingga kebutuhan listrik pada pabrik Metil Salisilat memiliki total:

Tabel V.9 Kebutuhan listrik total

| No.          | Keperluan                | Kebutuhan (kW) |
|--------------|--------------------------|----------------|
| 1            | Keperluan <i>Plant</i>   |                |
|              | a. Proses                | 45,66          |
|              | b. Utilitas              | 17,16          |
| 2            | a. Listrik AC            | 15             |
|              | b. Listrik Penerangan    | 100            |
| 3            | Laboratorium dan Bengkel | 30             |
| 4            | Instrumentasi            | 20             |
| <b>Total</b> |                          | <b>227,83</b>  |

Total kebutuhan listrik pabrik dibuat *over design* 20%, sehingga menjadi sebesar 273,4 kW.

#### 5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan dibutuhkan untuk menggerakkan instrumen *kontrol* secara pneumatis. Tekanan udara yang digunakan adalah 5,5 bar. Pada pabrik ini digunakan 23 alat kontrol yang memerlukan udara tekan untuk menggerakkannya. Udara dilewatkan kompresor hingga tekanannya mencapai 5,5 bar dan kemudian dialirkan menuju alat kontrol yang membutuhkan. Udara yang digunakan harus

dalam keadaan kering sehingga udara dilewatkan melalui sebuah tangki udara berisi gel silika. Total kebutuhan udara tekan yaitu  $43,0 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

## 5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada *boiler* dan *generator* menggunakan bahan bakar solar. Bahan bakar yang digunakan pada *boiler* adalah sebesar  $450 \text{ L/jam}$  dan pada *generator* sebesar  $20 \text{ L/jam}$ .

- a. Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar *Boiler*

$$Wm = \frac{Q}{\eta \cdot F} \quad (\text{a})$$

Dimana,

$Wm$  = Massa bahan bakar

$Q$  = Kalor pemanasan

$\eta$  = Efisiensi pembakaran

$F$  = *Heat value*

Dari persamaan (a) dihitung masa bahan bakar dengan diketahui kalor pembentukan *steam* sejumlah  $14.110.889,6 \text{ kJ/jam}$ , efisiensi pembakaran  $80\%$  dan *heat value* soal  $10,76 \text{ cal/g}$  (Ronaldo, 2012).

$$Wm = \frac{13.374.490,15 \text{ Btu/jam}}{0,8 \times 19676 \text{ Btu/lb}} = 849,67 \text{ lb/jam}$$

$$Wm = 849,67 \text{ lb/jam}$$

Dari Spesifikasi Solar Pertamina, diperoleh nilai densitas ( $\rho$ ) solar yaitu  $815 \text{ kg/m}^3$ , maka volume solar ( $V$ ) adalah:

$$V = \frac{Wm}{\rho} \quad (\text{b})$$



$$V = \frac{385,4 \text{ kg/jam}}{815 \text{ kg/m}^3} = 0,450 \text{ m}^3/\text{jam} = 450 \text{ L/jam}$$

b. Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar Generator

Menggunakan persamaan poin (a) dihitung bahan bakar yang dibutuhkan untuk keperluan generator dengan kapasitas 350kW dan efisiensi 80%.

$$W_m = \frac{1.194.249 \text{ Btu/jam}}{0,8 \times 19676 \text{ Btu/lb}}$$

$$W_m = 75,87 \text{ lb/jam}$$

Dari persamaan poin (b) didapatkan volume solar yang digunakan:

$$V = \frac{34,41 \text{ kg/jam}}{815 \text{ kg/m}^3}$$

$$V = 0,042 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 42,23 \text{ L/jam}$$

## 5.6 Unit Penyedia *Dowtherm*

Unit ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan fluida pendingin pada *Cooler* 3 (CL-03). *Dowtherm* A terdiri dari difenil oksida ( $C_{12}H_{10}O$ ) dan bifenil ( $C_{12}H_{10}$ ), dipilih karena memiliki aplikasi penggunaan pada rentang 15 - 400 sehingga proses pendinginan dapat berjalan secara maksimal. Jumlah *dowtherm* yang disediakan sebanyak 655.372,43 kg/jam.

## 5.7 Unit Pengolahan Limbah

Limbah dari pabrik yang dihasilkan adalah berupa limbah cair. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan, hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik

harus mempunyai unit pengolahan limbah. Sumber-sumber limbah cair pabrik Metil Salisilat meliputi:

1. Limbah proses

Limbah proses dikeluarkan dari dekanter dan evaporator. Hasil bawah dekanter mengandung banyak air, Natrium Sulfat, sedikit Natrium Salisilat, Metanol dan Metil Salisilat. Limbah tersebut diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment* (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.

2. Limbah cair utilitas

Limbah cair utilitas berasal dari sisa air regenerasi resin mengandung asam yang berasal dari proses regenerasi resin kation *exchanger* dan basa yang berasal dari proses regenerasi anion *exchanger*. Penanganan netralisasi dilakukan dengan *system batch* karena aliran limbah sedikit dan kualitas air buangan cukup tinggi.

Air buangan sanitasi mengandung bakteri-bakteri dari berbagai sumber kotoran. Penanganan limbah ini dengan menggunakan lumpur aktif dan *cahypochlorie* sebagai disinfektan.

Air limbah laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment* (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*. Diagram utilitas dapat dilihat pada Gambar 5.1.

## 5.8 Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel V.10 Spesifikasi pompa

| Spesifikasi            | Pompa   |   |  |   |   |  |   |
|------------------------|---|---|--|---|---|--|---|
| Kode                   | PU-01   | PU-02   | PU-03  | PU-04   | PU-05   | PU-06  | PU-07   |
| Fungsi                 | Mengalirkan air dari sungai ke <i>screening</i> | Mengalirkan air dari <i>screening</i> (SF-01) ke Bak Pengendapan Awal (BU-01) | Mengalirkan air dari BU-01 menuju Bak Penggumpal (BU-02) | Mengalirkan larutan alum 5% dari Tangki Larutan Alum (TU-01) ke BU-02 | Mengalirkan air dari BU-02 ke Bak Pengendap I (BU-03) | Mengalirkan air dari BU-03 ke Bak Pengendap II (BU-04) | Mengalirkan air dari BU-04 ke Sand Filter (FU-02) |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |   |  |   |   |  |   |
| Kapasitas (gpm)        | 216,4   | 216,4   | 216,4  | $22 \times 10^{-6}$   | 216,4   | 216,4  | 216,4   |
| Pump Head (m)          | 4,4   | 4,2   | 5  | 4   | 4,2   | 4,2  | 2   |
| Suhu fluida °C         | 30  | 30  | 30   | 30  | 30  | 30   | 30  |
| Jenis Pompa            | <i>Single stage centrifugal pump</i>            |   |  |   |   |  |   |
| Efisiensi Pompa        | 75%   | 75%   | 75%  | 20%   | 75%   | 75%  | 75%   |

|                     |                         |     |     |      |     |     |      |
|---------------------|-------------------------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| Daya Motor (Hp)     | 1,5                     | 1,5 | 1,5 | 0,05 | 1,5 | 1,5 | 0,75 |
| Jumlah              | 1                       | 1   | 1   | 1    | 1   | 1   | 1    |
| Material Konstruksi | <i>Commercial Steel</i> |     |     |      |     |     |      |

Tabel V.11 Spesifikasi pompa (lanjutan)

| Spesifikasi            | Pompa   |  |   |   |   |  |   |
|------------------------|---|--|---|---|---|--|---|
| Kode                   | PU-08   | PU-09  | PU-10   | PU-11   | PU-12                                       | PU-13  | PU-14   |
| Fungsi                 | Mengalirkan air dari FU-02 ke Bak Penampung Sementara (BU-05) | Mengalirkan air dari BU-05 ke area kebutuhan air | Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) ke Tangki Klorinasi (TU-02) | Mengalirkan air dari TU-02 ke Tangki Air Bersih (TU-04) | Mengalirkan air dari TU-04 ke area domestik | Mengalirkan air dari Tangki Air Servis (TU-05) ke area kebutuhan air service | Mengalirkan air dari Bak Air Dingin (BU-06) ke <i>cooling tower</i> (CT-01) |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |  |   |   |   |  |   |
| Kapasitas (gpm)        | 216,4   | 5,62   | $40,4 \times 10^{-6}$   | 5,62  | 5,62  | 1,07   | 150,5   |

|                     |                                      |      |      |      |       |      |      |
|---------------------|--------------------------------------|------|------|------|-------|------|------|
| Pump Head (m)       | 3                                    | 3,2  | 1,2  | 5,4  | 3     | 1,5  | 1,3  |
| Suhu fluida °C      | 30                                   | 30   | 30   | 30   | 30    | 30   | 30   |
| Jenis Pompa         | <i>Single stage centrifugal pump</i> |      |      |      |       |      |      |
| Efisiensi Pompa     | 75%                                  | 20%  | 20%  | 20%  | 20%   | 20%  | 70%  |
| Daya Motor (Hp)     | 1                                    | 0,05 | 0,05 | 0,17 | 0,083 | 0,05 | 0,33 |
| Jumlah              | 1                                    | 1    | 1    | 1    | 1     | 1    | 1    |
| Material Konstruksi | <i>Commercial Steel</i>              |      |      |      |       |      |      |

Tabel V.12 Spesifikasi pompa (lanjutan)

| Spesifikasi | Pompa   |  |  |   |  |  |   |
|-------------|---|--|--|---|--|--|---|
| Kode        | PU-15   | PU-16  | PU-17  | PU-18   | PU-19  | PU-20  | PU-21   |
| Fungsi      | Mengalirkan air dingin dari CT-01 ke <i>recycle</i> dari Bak Air Dingin | Mengalirkan air dari Tangki penampung HCl (TU-07) menuju ke <i>mixed bed</i> | Mengalirkan air dari tangki penampung NaOH (TU-09) menuju ke | Mengalirkan air dari kation dan anion <i>exchanger</i> ke Deaerator | Mengalirkan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> dari Tangki Larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (TU-08) ke DE- | Mengalirkan air dari DE-01 ke boiler (BO-01) | Mengalirkan air dari MB-01 ke Tangki Penampung Air Proses (TU-09) |

|                        |                                      |         |       |         |         |       |       |
|------------------------|--------------------------------------|---------|-------|---------|---------|-------|-------|
|                        | (BU-06)                              | (MB-01) | MB-01 | (DE-01) | 01      |       |       |
| <b>Kondisi Operasi</b> |                                      |         |       |         |         |       |       |
| Kapasitas (gpm)        | 150,5                                | 0,44    | 0,44  | 28,72   | 0,00086 | 28,72 | 30,44 |
| Pump Head (m)          | 1,5                                  | 2,86    | 2,8   | 4,3     | 2,04    | 5,3   | 8,53  |
| Suhu fluida °C         | 30                                   | 30      | 30    | 30      | 30      | 30    | 30    |
| Jenis Pompa            | <i>Single stage centrifugal pump</i> |         |       |         |         |       |       |
| Efisiensi Pompa        | 70%                                  | 20%     | 20%   | 45%     | 20%     | 45%   | 50%   |
| Daya Motor (Hp)        | 0,5                                  | 0,05    | 0,05  | 0,33    | 0,05    | 0,5   | 0,75  |
| Jumlah                 | 1                                    | 1       | 1     | 1       | 1       | 1     | 1     |
| Material Konstruksi    | <i>Commercial Steel</i>              |         |       |         |         |       |       |

Tabel V.13 Spesifikasi pompa (lanjutan)

| Spesifikasi            | Pompa  |   |  |
|------------------------|--|---|--|
| Kode                   | PU-22  | PU-23   | PU-24  |
| Fungsi                 | Mengalirkan air dari TU-09 ke Mixer 1 (M-01) | Mengalirkan dowtherm dari Tangki Dowtherm (TU-10) menuju proses pendinginan | Mengalirkan dowtherm dari <i>Cooling Tower 2</i> (CT-02) menuju proses pendinginan |
| <b>Kondisi Operasi</b> |  |   |  |
| Kapasitas (gpm)        | 30,44  | 19,86   | 19,86  |
| Pump Head (m)          | 5,59   | 4,70  | 4,70   |
| Suhu fluida °C         | 30   | 30  | 30   |
| Jenis Pompa            | <i>Single stage centrifugal pump</i>         |   |  |
| Efisiensi Pompa        | 50%  | 20%   | 20%  |
| Daya Motor (Hp)        | 0,75   | 0,25  | 0,25   |
| Jumlah                 | 1  | 1   | 1  |
| Material Konstruksi    | <i>Commercial Steel</i>                      |   |  |

Tabel V.14 Spesifikasi bak utilitas

| Bak Utilitas | BU-01  | BU-02  | BU-03  | BU-04   | BU-05  | BU-06                             |
|--------------|--|--|--|---|--|-----------------------------------|
| Fungsi       | Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi | Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan | Mengendapkan endapan/flok yang terbawa oleh air sungai dengan proses flokulasi | Mengendapkan endapan/flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (ke-2) | Menampung sementara <i>raw water</i> setelah disaring dalam <i>sand filter</i> | Menampung kebutuhan air pendingin |
| Jenis        | Bak Persegi  | Bak silinder tegak   | Bak Persegi  | Bak Persegi   | Bak Persegi  | Bak Persegi                       |
| Bahan        | Beton Bertulang  | Beton Bertulang  | Beton Bertulang  | Beton Bertulang   | Beton Bertulang dilapisi porselin  | Beton Bertulang                   |
| Panjang (m)  | 9,68   | -  | 9,68   | 9,68  | 6,09   | 5,40                              |
| Lebar (m)    | 6,45   | -  | 6,45   | 6,45  | 12,19  | 3,60                              |
| Tinggi (m)   | 3,23   | 4,00   | 3,23   | 3,23  | 2,03   | 1,80                              |
| Diameter (m) | -  | 4,00   | -  | -   | -  | -                                 |
| Jumlah       | 1  | 1  | 1  | 1   | 1  | 1                                 |



Tabel V.15 Spesifikasi tangki utilitas

| Bak Utilitas        | TU-01   | TU-02   | TU-03   | TU-04   | TU-05                                      |
|---------------------|---|---|---|---|--|
| Fungsi              | Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 2 minggu operasi | Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga | menampung kebutuhan kaporit selama 1 bulan yang akan dimasukkan ke dalam Tangki Klorinasi (TU-02) | Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga | Menampung air untuk keperluan layanan umum |
| Jenis               | Silinder tegak  | Silinder tegak berpengaduk  | Silinder tegak  | Silinder tegak  | Silinder tegak                             |
| Bahan               | <i>Carbon steel</i>   |   |   |   |  |
| Kapasitas ( $m^3$ ) | 1,72  | 1,31  | 0,0029  | 31,32   | 5,94                                       |
| Tinggi (m)          | 2,06  | 1,18  | 0,15  | 3,42  | 1,96                                       |
| Diameter (m)        | 1,03  | 1,18  | 0,15  | 3,42  | 1,96                                       |
| Jumlah              | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  |

Tabel V.16 Spesifikasi tangki utilitas (lanjutan)

| Bak Utilitas        | TU-06   | TU-07   | TU-08                      | TU-09                           | TU-10                      |
|---------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Fungsi              | Menampung larutan HCl yang akan digunakan untuk regenerasi kation exchanger | Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk regenerasi resi anion pada MB-01 | Menyimpan larutan $N_2H_4$ | Menampung air untuk unit proses | Menyimpan larutan dowtherm |
| Jenis               | Silinder tegak  | Silinder tegak berpengaduk  | Silinder tegak             | Silinder tegak                  | Silinder tegak             |
| Bahan               | <i>Carbon steel</i>   |   |                            |                                 |                            |
| Kapasitas ( $m^3$ ) | 4,82  | 6,67  | 1,70                       | 169,77                          | 15666,27                   |
| Tinggi (m)          | 1,96  | 1,83  | 2,04                       | 6                               | 6,27                       |
| Diameter (m)        | 1,96  | 1,83  | 2,04                       | 6                               | 18,8                       |
| Jumlah              | 1   | 1   | 1                          | 1                               | 1                          |

Tabel V.17 Spesifikasi penyaring

| Alat                | <i>Screener (FU-01)</i>  | <i>Sand Filter (FU-02)</i>                                    |
|---------------------|--|---|
| Fungsi              | Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan sampah lainnya | Menyaring partikel-partikel halus terkandung dalam air sungai |
| Jenis               | Aluminium  | Pasir saring 28 <i>mesh</i>                                   |
| Kapasitas ( $m^3$ ) | 201,27   | 4,99  |
| Panjang (m)         | 9,68   | 2,82  |
| Lebar (m)           | 6,45   | 1,88  |
| Tinggi (m)          | 3,23   | 0,94  |
| Jumlah              | 1  | 1   |

Tabel V.18 Spesifikasi cooling tower

| Alat        | <i>Cooling Tower 1 (CT-01)</i>               | <i>Cooling Tower 2 (CT-02)</i>          |
|-------------|--|---|
| Fungsi      | Mendinginkan air pendingin setelah digunakan | Mendinginkan dowtherm setelah digunakan |
| Jenis       | <i>Cooling Tower Induced Draft</i>           |   |
| Panjang (m) | 2,44   | 0,89                                    |
| Lebar (m)   | 2,44   | 0,89                                    |
| Tinggi (m)  | 0,79   | 0,70                                    |
| Jumlah      | 1  | 1                                       |

Tabel V.19 Spesifikasi mixed bed

| Alat   | <i>Mixed Bed (MB-01)</i>   |
|--------|--|
| Fungsi | Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg dan anion-anion seperti Cl, SO <sub>4</sub> , dan NO <sub>3</sub> |

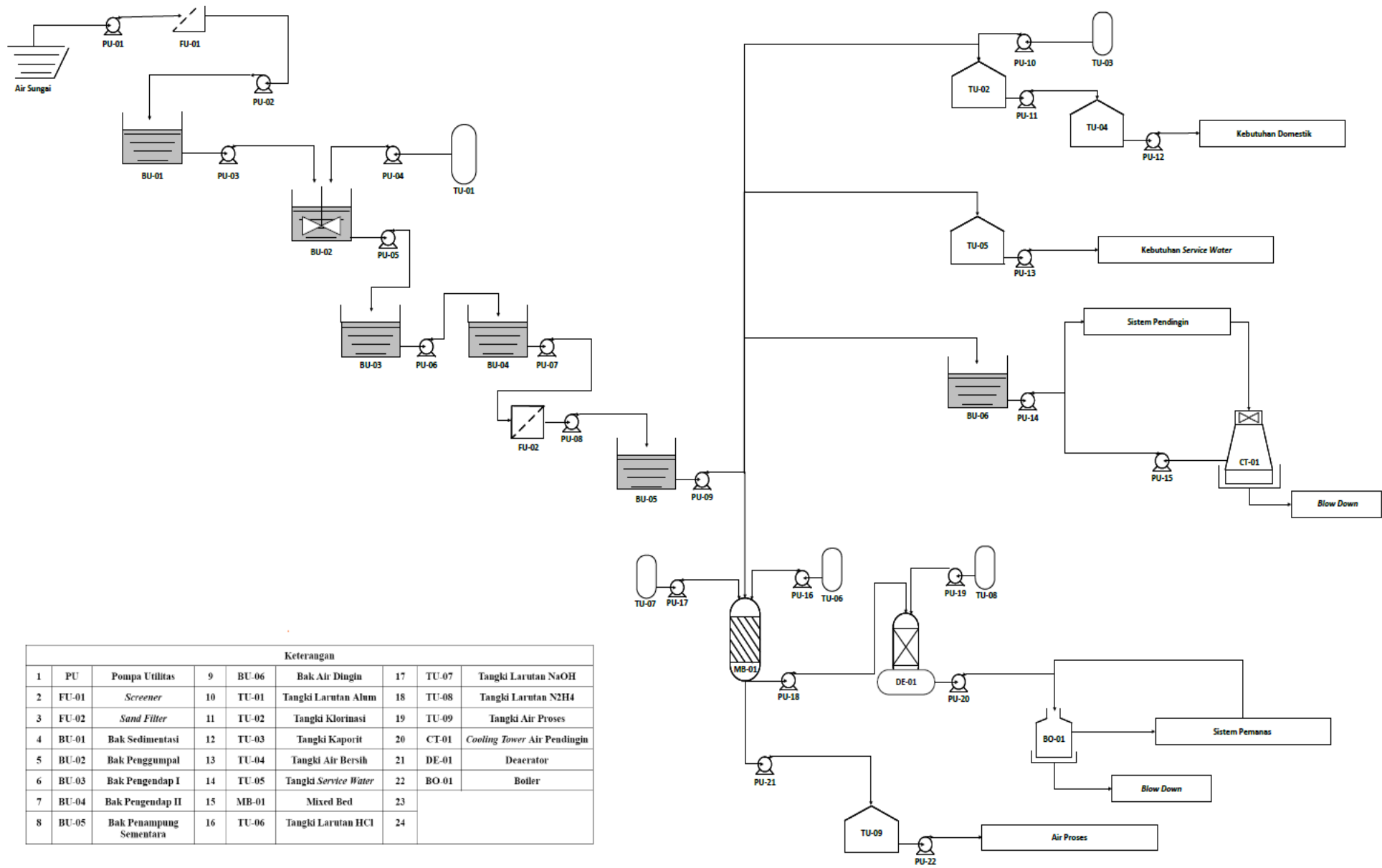
|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Jenis                       | Tangki silinder tegak |
| Resin                       | Zeolite               |
| Diameter tangki (m)         | 1,22                  |
| Tinggi tangki (m)           | 0,91                  |
| Volume <i>bed</i> ( $m^3$ ) | 0,89                  |
| Tebal (in)                  | 0,19                  |
| Jumlah                      | 1                     |

Tabel V.20 Spesifikasi deaerator

|                  |  |
|------------------|--|
| Alat             | <i>Deaerator</i> (DE-01)   |
| Fungsi           | Menghilangkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terkandung dalam <i>feed water</i> yang dapat menyebabkan korosi pada Boiler (BO-01) |
| Jenis            | Tangki silinder tegak  |
| Diameter (m)     | 2,04   |
| Tinggi (m)       | 2,04   |
| Volume ( $m^3$ ) | 6,67   |
| Jumlah           | 1  |

Tabel V.21 Spesifikasi blower pada cooling tower utilitas

| Alat                    | <i>Blower Cooling Tower (BLU-01)</i>          | <i>Blower Cooling tower (BLU_02)</i>          |
|-------------------------|---|---|
| Fungsi                  | Menghembuskan udara ke <i>cooling tower 1</i> | Menghembuskan udara ke <i>cooling tower 2</i> |
| Kapasitas ( $m^3$ /jam) | 24.993,5                                      | 3.345,2                                       |
| Efisiensi               | 80%   | 80%   |
| Power (Hp)              | 5   | 0,5   |
| Bahan                   | <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>            |   |
| Jumlah                  | 1   | 1   |



| Keterangan |       |                         |    |       |                      |    |       |                             |
|------------|-------|-------------------------|----|-------|----------------------|----|-------|-----------------------------|
| 1          | PU    | Pompa Utilitas          | 9  | BU-06 | Bak Air Dingin       | 17 | TU-07 | Tangki Larutan NaOH         |
| 2          | FU-01 | Screener                | 10 | TU-01 | Tangki Larutan Alum  | 18 | TU-08 | Tangki Larutan N2H4         |
| 3          | FU-02 | Sand Filter             | 11 | TU-02 | Tangki Klorinasi     | 19 | TU-09 | Tangki Air Proses           |
| 4          | BU-01 | Bak Sedimentasi         | 12 | TU-03 | Tangki Kaporit       | 20 | CT-01 | Cooling Tower Air Pendingin |
| 5          | BU-02 | Bak Penggumpal          | 13 | TU-04 | Tangki Air Bersih    | 21 | DE-01 | Deaerator                   |
| 6          | BU-03 | Bak Pengendap I         | 14 | TU-05 | Tangki Service Water | 22 | BO-01 | Boiler                      |
| 7          | BU-04 | Bak Pengendap II        | 15 | MB-01 | Mixed Bed            | 23 |       |                             |
| 8          | BU-05 | Bak Penampung Sementara | 16 | TU-06 | Tangki Larutan HCl   | 24 |       |                             |

Gambar V.1 Diagram utilitas

## **BAB VI**

### **EVALUASI EKONOMI**

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Terdapat beberapa metode dasar yang dapat digunakan secara kuantitatif untuk menentukan apakah pabrik baru tersebut menarik secara ekonomi atau tidak menarik, diantaranya sebagai berikut:

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Analisa metode pra-rancangan tersebut dapat dilakukan dengan mengestimasi hal-hal sebagai berikut.

1. Total modal investasi (*total capital investment*) yang terdiri dari:
  - a) Modal tetap (*fixed capital investment*)
  - b) Modal kerja (*working capital investment*)

2. Penentuan biaya produksi (*production cost*) yang terdiri dari:
  - a) Biaya produksi (*production cost*)
  - b) Biaya pengeluaran produksi (*general expense*)
3. Pendapatan modal yang terdiri dari:
  - c) Biaya tetap (*fixed cost*)
  - d) Biaya variabel (*variable cost*)
  - e) Biaya mengambang (*regulated cost*)

### 6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Biaya peralatan akan berubah tiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui biaya peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan biaya alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu indeks harga peralatan operasi pada tahun tersebut. Di dalam analisis ekonomi biaya-biaya alat maupun biaya-biaya lain diperhitungkan pada tahun analisis. Untuk mencari biaya pada tahun analisis, maka dicari indeks pada tahun analisis. Indeks harga tahun analisis dapat diperkirakan dengan data indeks dari tahun 1990 sampai tahun analisis, dan dapat dicari dengan persamaan regresi linier. Pada perancangan ini, tahun 2027 digunakan sebagai tahun dan untuk tahun analisis dipilih tahun 2027.

Tabel VI.1 Indeks harga peralatan

| Tahun (X) | Indeks (Y) | X (tahun-ke) |
|-----------|------------|--------------|
| 1963      | 102,4      | 1            |
| 1964      | 103,3      | 2            |
| 1965      | 104,2      | 3            |
| 1966      | 107,2      | 4            |
| 1967      | 109,7      | 5            |
| 1968      | 113,7      | 6            |



|      |       |    |
|------|-------|----|
| 1969 | 119,0 | 7  |
| 1970 | 125,7 | 8  |
| 1971 | 132,3 | 9  |
| 1972 | 137,2 | 10 |
| 1973 | 144,1 | 11 |
| 1974 | 165,4 | 12 |
| 1975 | 182,4 | 13 |
| 1976 | 192,1 | 14 |
| 1977 | 204,1 | 15 |
| 1978 | 218,8 | 16 |
| 1979 | 238,7 | 17 |
| 1980 | 261,2 | 18 |
| 1981 | 297,0 | 19 |
| 1982 | 314,0 | 20 |
| 1983 | 317,0 | 21 |
| 1984 | 322,7 | 22 |
| 1985 | 325,3 | 23 |
| 1986 | 318,4 | 24 |
| 1987 | 323,8 | 25 |
| 1988 | 342,5 | 26 |
| 1989 | 355,4 | 27 |
| 1990 | 357,6 | 28 |
| 1991 | 361,3 | 29 |
| 1992 | 358,2 | 30 |
| 1993 | 359,2 | 31 |
| 1994 | 368,1 | 32 |
| 1995 | 381,1 | 33 |
| 1996 | 381,7 | 34 |
| 1997 | 386,5 | 35 |
| 1998 | 389,5 | 36 |
| 1999 | 390,6 | 37 |
| 2000 | 394,1 | 38 |
| 2001 | 394,3 | 39 |
| 2002 | 395,6 | 40 |
| 2003 | 402   | 41 |
| 2004 | 444,2 | 42 |
| 2005 | 468,2 | 43 |
| 2006 | 499,6 | 44 |
| 2007 | 525,4 | 45 |
| 2008 | 575,4 | 46 |
| 2009 | 521,9 | 45 |

|      |        |    |
|------|--------|----|
| 2010 | 550,8  | 46 |
| 2011 | 585,7  | 47 |
| 2012 | 584,6  | 48 |
| 2013 | 567,3  | 49 |
| 2014 | 576,1  | 50 |
| 2015 | 556,8  | 51 |
| 2016 | 541,7  | 52 |
| 2017 | 567,5  | 53 |
| 2018 | 603,1  | 54 |
| 2019 | 607,5  | 55 |
| 2020 | 621,69 | 56 |
| 2021 | 631,16 | 57 |
| 2022 | 640,62 | 58 |
| 2023 | 650,09 | 59 |
| 2024 | 659,55 | 60 |
| 2025 | 669,02 | 61 |
| 2026 | 678,48 | 62 |
| 2027 | 687,95 | 63 |

Sumber: Peter Timmerhaus, 1990

Persamaan yang diperoleh adalah  $y = 9,4647x - 18.497$

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa indeks pada tahun 2023 sebesar 640,62. Harga alat lainnya dapat dihitung pada tahun evaluasi atau dapat ditentukan melalui referensi (Peter & Timmerhaus 1990 dan Aries & Newton 1995). Persamaan untuk harga alat pada tahun evaluasi yaitu (Aries & Newton, 1995):

$$E_x = E_y \times \frac{N_x}{N_y}$$

dengan:

$E_x$  : harga pembelian pada tahun 2027

$E_y$  : harga pembelian pada tahun referensi (2014)

$N_x$  : indeks harga pada tahun 2014

$N_y$  : indeks harga paada tahun 2027

## 6.2 Dasar Perhitungan

- a. Kapasitas pabrik Metil Salisilat : 10.000 ton/tahun
- b. Satu tahun operasi : 330 hari
- c. Umur pabrik : 10 tahun
- d. Pabrik didirikan tahun : 2027
- e. Kurs mata uang tahun 2023 : 1 \$ = Rp 15.512,30

## 6.3 Perhitungan Biaya

### 6.3.1 *Capital Investment*

Modal investasi (*capital investment*) merupakan modal yang diperlukan untuk pembelian peralatan, pemasangan peralatan, dan pembangunan fasilitas-fasilitas produksi beserta fasilitas-fasilitas pendukung pabrik. Modal ini terdiri dari:

#### 1. *Fixed Capital Investment*

*Fixed capital investment* adalah biaya keseluruhan yang meliputi instalasi alat proses, bangunan, alat bantu, dan kegiatan rekayasa dalam pendirian pabrik baru.

#### 2. *Working Capital Investment*

*Working capital investment* adalah modal yang diperlukan untuk menjalankan bisnis secara normal atau modal yang digunakan untuk melakukan kegiatan operasi suatu perusahaan.

### 6.3.2 *Manufacturing Cost*

Adalah penjumlahan antara *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dalam produksi. Biaya ini terdiri dari:

#### 1. *Direct cost*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

## 2. *Indirect cost*

Merupakan pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena pengoperasian pabrik.

## 3. *Fixed cost*

Merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak, atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

### 6.3.3 *General Expense*

Pengeluaran umum dapat meliputi pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

## 6.4 **Analisa Kelayakan**

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisis atau penilaian kelayakan. Beberapa metode yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah sebagai berikut.

- a. *Return On Investment* (ROI) yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan yang diperoleh akan mengembalikan modal yang dikeluarkan dan dinyatakan dalam persentase.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

- b. *Pay Out Time* (POT) dapat didefinisikan sebagai berikut.
  1. Jumlah tahun yang dijalani dalam pengoperasian perusahaan atau pabrik sampai modal awal (*initial investment*) dapat diperoleh kembali.

2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\textit{Fixed Capital}}{(\textit{Keuntungan tahunn} + \textit{depresiasi})}$$

c. *Break Even Point* (BEP) didefinisikan sebagai berikut.

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
  2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- d. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.

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

Keterangan:

Fa : *annual fixed manufacturing cost* pada produksi maksimum

Ra : *annual regulated expenses* pada produksi maksimum

Va : *annual variable value* pada produksi maksimum

Sa : *annual sales value* pada produksi maksimum

e. *Shut Down Point* (SDP) didefinisikan sebagai:

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).
2. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.
3. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
4. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

f. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) didefinisikan sebagai berikut.

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Keterangan:

FC : *fixed capital*

WC : *working capital*

SV : *salvage value*

C : *cash flow = profit after tax + depresiasi + finance*

N : umur pabrik (10 tahun)

I : nilai DCFR

## 6.5 Analisa Perhitungan

Tabel VI.2 *Physical Plant Cost (PPC)*

| No                         | Type of Capital Investment         | Harga (\$)       | Harga (Rp)            |
|----------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------|
| 1                          | <i>Purchased Equipment cost</i>    | \$ 4.716.770,48  | Rp 73.167.958.723,13  |
| 2                          | <i>Delivered Equipment Cost</i>    | \$ 1.179.192,62  | Rp 18.291.989.680,78  |
| 3                          | <i>Instalasi cost</i>              | \$ 976.998,73    | Rp 15.155.497.436,03  |
| 4                          | Pemipaan                           | \$ 2.667.320,28  | Rp 41.376.272.425,04  |
| 5                          | Instrumentasi                      | \$ 952.978,49    | Rp 14.782.888.302,75  |
| 6                          | <i>Insulasi</i>                    | \$ 245.462,92    | Rp 3.807.694.494,28   |
| 7                          | Listrik                            | \$ 471.677,05    | Rp 7.316.795.872,31   |
| 8                          | Bangunan                           | \$ 3.577.806,00  | Rp 55.500.000.000,00  |
| 9                          | <i>Land &amp; Yard Improvement</i> | \$ 2.071.585,87  | Rp 32.135.061.478,00  |
| <i>Physical Plant Cost</i> |                                    | \$ 16.859.792,45 | Rp 261.534.158.412,34 |

Tabel VI.3 *Direct Plant Cost (DPC)*

| No | Type of Capital Investment          | Harga (\$)      | Harga (Rp)           |
|----|-------------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1  | <i>Engineering and Construction</i> | \$ 3.371.958,49 | Rp 52.306.831.682,49 |

|   |                                  |                  |                       |
|---|----------------------------------|------------------|-----------------------|
| 2 | <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> | \$ 16.859.792,45 | Rp 261.534.158.412,34 |
|   | <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>   | \$ 20.231.750,94 | Rp 313.840.990.094,81 |

Tabel VI.4 *Fix Capital Investment (FCI)*

| No | <i>Type of Capital Investment</i>     | Harga (\$)       | Harga (Rp)            |
|----|---------------------------------------|------------------|-----------------------|
| 1  | <i>Direct Plant Cost</i>              | \$ 20.231.750,94 | Rp 313.840.990.094,81 |
| 2  | <i>Contractor's fee</i>               | \$ 809.270,04    | Rp 12.553.639.603,79  |
| 3  | <i>Contingency</i>                    | \$ 2.023.175,09  | Rp 31.384.099.009,48  |
|    | <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> | \$ 23.064.196,07 | Rp 357.778.728.708,08 |

Tabel VI.5 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

| No | <i>Type of Expense</i>                 | Harga (\$)       | Harga (Rp)            |
|----|--|------------------|-----------------------|
| 1  | <i>Raw material</i>                    | \$ 4.716.770,48  | Rp 283.380.568.796,28 |
| 2  | <i>Labor</i>                           | \$ 3.160.236,22  | Rp 49.022.532.344,50  |
| 3  | <i>Supervisor</i>                      | \$ 316.023,62    | Rp 4.902.253.234,45   |
| 4  | <i>Maintenance</i>                     | \$ 461.283,92    | Rp 7.155.574.574,16   |
| 5  | <i>Plant supplies</i>                  | \$ 76.666.870,44 | Rp 1.073.335.186,12   |
| 6  | <i>Royalties and patens</i>            | \$ 580.184,76    | Rp 9.000.000.000,00   |
| 7  | <i>Utilities</i>                       | \$ 4.262.300,92  | Rp 66.118.090.489,96  |
|    | <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> | \$ 27.117.342,73 | Rp 420.652.355.625,47 |

Tabel VI.6 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

| No | <i>Type of Expense</i>  | Harga (\$)      | Harga (Rp)           |
|----|-------------------------|-----------------|----------------------|
| 1  | <i>Payroll overhead</i> | \$ 474.035,43   | Rp 7.353.379.851,67  |
| 2  | <i>Laboratory</i>       | \$ 316.023,62   | Rp 4.902.253.234,45  |
| 3  | <i>Plant overhead</i>   | \$ 1.580.118,11 | Rp 24.511.266.172,25 |
| 4  | <i>Packaging</i>        | \$ 2.320.739,03 | Rp 36.000.000.000,00 |
| 5  | <i>Shipping</i>         | \$ 580.184,76   | Rp 9.000.000.000,00  |



|                               |                   |                 |                      |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| <i>Indirect Manufacturing</i> |                   |                 |                      |
|                               | <i>Cost (IMC)</i> | \$ 5.271.100,95 | Rp 81.766.899.258,37 |

Tabel VI.7 *Total Manufacturing Cost (MC) DMC + IMC + FMC*

| No                                | Type of Expense                 | Harga (\$)       | Harga (Rp)            |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------|
| 1                                 | <i>Depreciation</i>             | \$ 1.845.135,69  | Rp 28.622.298.296,65  |
| 2                                 | <i>Property taxes</i>           | \$ 230.641,96    | Rp 3.577.787.287,08   |
| 3                                 | <i>Insurance</i>                | \$ 230.641,96    | Rp 3.577.787.287,08   |
| 4                                 | <i>Fixed Manufacturing Cost</i> | \$ 2.306.419,61  | Rp 35.777.872.870,81  |
| <i>Total (MC) DMC + IMC + FMC</i> |                                 | \$ 34.694.863,29 | Rp 538.197.127.754,65 |

Tabel VI.8 *Working Capital Investment (WCI)*

| No   | Type of Expense               | Harga (\$)       | Harga (Rp)              |
|--|-------------------------------|------------------|-------------------------|
| 1  | <i>Raw material inventory</i> | \$ 1.660.738,25  | Rp 25.761.869.890,57    |
| 2  | <i>Inprocess inventory</i>    | \$ 52.042.294,93 | Rp 807.295.691.631,98   |
| 3  | <i>Product inventory</i>      | \$ 3.154.078,48  | Rp 48.927.011.614,06    |
| 4  | <i>Extended credit</i>        | \$ 5.274.406,88  | Rp 81.818.181.818,18    |
| 5  | <i>Available cash</i>         | \$ 14.111.787,66 | Rp 216.206.698.691,64   |
| <i>Working Capital Investment (WCI)</i>                                |                               | \$ 65.285.597,01 | Rp 1.012.729.766.568,85 |
| <i>Fix Capital Investment (FCI) + Working Capital Investment (WCI)</i> |                               |                  |                         |
|  |                               | \$ 88.349.793,09 | Rp 1.370.508.495.276,93 |

Tabel VI.9 *General Expense (GE)*

| No                               | Type of Expense             | Harga (\$)       | Harga (Rp)            |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| 1                                | <i>Administration</i>       | \$ 1.160.369,51  | Rp 18.000.000.000,00  |
| 2                                | <i>Sales expense</i>        | \$ 8.702.771,35  | Rp 135.000.000.000,00 |
| 3                                | <i>Research</i>             | \$ 1.624.517,32  | Rp 25.200.000.000,00  |
| 4                                | <i>Finance</i>              | \$ 1.766.9595,86 | Rp 27.410.169.905,54  |
|                                  | General Expense (GE)        | \$ 13.254.654,04 | Rp 205.610.169.905,54 |
| <i>Manufacturing Cost (MC) +</i> |                             |                  |                       |
|                                  | <i>General Expense (GE)</i> | \$ 47.949.517,33 | Rp 743.807.297.660,19 |

Tabel VI.10 Total profit

| No                        | Type of Expense               | Harga (\$)       | Harga (Rp)            |
|---------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|
| 1                         | Penjualan                     | \$ 58.018.475,66 | Rp 900.000.000.000,00 |
| 2                         | <i>Production cost</i>        | \$ 47.949.517,33 | Rp 743.807.297.660,19 |
|                           | Total keuntungan              | \$ 10.068.958,33 | Rp 156.192.702.339,81 |
| <i>Keuntungan setelah</i> |                               |                  |                       |
|                           | <i>dikurangi dengan pajak</i> | \$ 8.055.166,67  | Rp 31.238.540.467,96  |
|                           | 20%                           |                  |                       |

## 6.6 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial untuk didirikan atau tidak maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan ekonominya. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Return on Investment (ROI)*, *Pay Out Time (POT)*, *Break Even Point (BEP)* dan *Shut Down Point (SDP)*.

- a. Produksi Metil Salisilat : 10.000.000 Kg/Tahun

- b. Harga jual : Rp 90.000,00 /Kg  
 Total penjualan : Rp 900.000.000.000 /Tahun

6.6.1 *Return on Investment (ROI)*

- ROI sebelum pajak = 44,66%
- ROI sesudah pajak = 34,92%

6.6.2 *Pay Out Time (POT)*

- POT sebelum pajak = 1,86 tahun
- POT sesudah pajak = 2,22 tahun

6.6.3 *Break Event Point (BEP)*

Tabel VI.11 *Fixed annual cost (Fa)*

| No                     | Type of Expense | Harga (\$)      | Harga (Rp)           |
|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1                      | Depreciation    | \$ 1.845.135,69 | Rp 28.622.298.296,65 |
| 2                      | Property taxes  | \$ 230.641,96   | Rp 3.577.787.287,08  |
| 3                      | Insurance       | \$ 230.641,96   | Rp 3.577.787.287,08  |
| <i>Fixed Cost (Fa)</i> |                 | \$ 2.306.419,61 | Rp 35.777.872.870,81 |

Tabel VI.12 *Regulated annual cost (Ra)*

| No | Type of Expense  | Harga (\$)      | Harga (Rp)            |
|----|------------------|-----------------|-----------------------|
| 1  | Gaji karyawan    | \$ 3.160.236,22 | Rp 49.022.532.344,50  |
| 2  | Payroll overhead | \$ 474.035,43   | Rp 7.353.379.851,67   |
| 3  | Supervision      | \$ 316.023,62   | Rp 4.902.253.234,45   |
| 4  | Plant overhead   | \$ 1.580.118,11 | Rp 24.511.266.172,25  |
| 5  | Laboratorium     | \$ 316.023,62   | Rp 4.902.253.234,45   |
| 6  | Maintenance      | \$ 461.283,92   | Rp 7.155.574.574,16   |
| 7  | Administration   | \$ 1.160.369,51 | Rp 18.000.000.000,00  |
| 8  | Sales expense    | \$ 8.702.771,35 | Rp 135.000.000.000,00 |

|                            |                       |                         |           |                           |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|
| 9                          | <i>Research</i>       | \$ 1.624.517,32         | Rp        | 25.200.000.000,00         |
| 10                         | <i>Finance</i>        | \$ 1.766.995,86         | Rp        | 27.410.169.905,54         |
| 11                         | <i>Plant Supplies</i> | \$ 69.192,59            | Rp        | 1.073.336.186,12          |
| <b>Regulated Cost (Ra)</b> |                       | <b>\$ 19.631.567,56</b> | <b>Rp</b> | <b>304.530.765.503,15</b> |

Tabel VI.13 *Variable annual cost (Va)*

| No                        | <i>Type of Expense</i>    | Harga (\$)              | Harga (Rp)                   |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1                         | <i>Raw material</i>       | \$ 18.268.120,70        | Rp 283.380.568.796,28        |
| 2                         | <i>Packaging</i>          | \$ 2.320.739,03         | Rp 36.000.000.000,00         |
| 3                         | <i>Shipping</i>           | \$ 580.184,76           | Rp 9.000.000.000,00          |
| 4                         | <i>Utilities</i>          | \$ 4.262.300,92         | Rp 66.118.090.489,96         |
| 5                         | <i>Royalty and patent</i> | \$ 580.184,76           | Rp 9.000.000.000,00          |
| <b>Variable Cost (Va)</b> |                           | <b>\$ 26.011.530,16</b> | <b>Rp 403.498.659.386,24</b> |

Tabel VI.14 *Sales annual cost (Sa)*

| No                     | <i>Type of Expense</i>   | Harga (\$)              | Harga (Rp)                   |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1                      | <i>Annual sales cost</i> | \$ 58.018.475,66        | Rp 900.000.000.000,00        |
| <b>Sales Cost (Sa)</b> |                          | <b>\$ 58.018.475,66</b> | <b>Rp 900.000.000.000,00</b> |

Dengan demikian, nilai BEP yang diperoleh sebesar 44,87%.

#### 6.6.4 *Shut Down Point (SDP)*

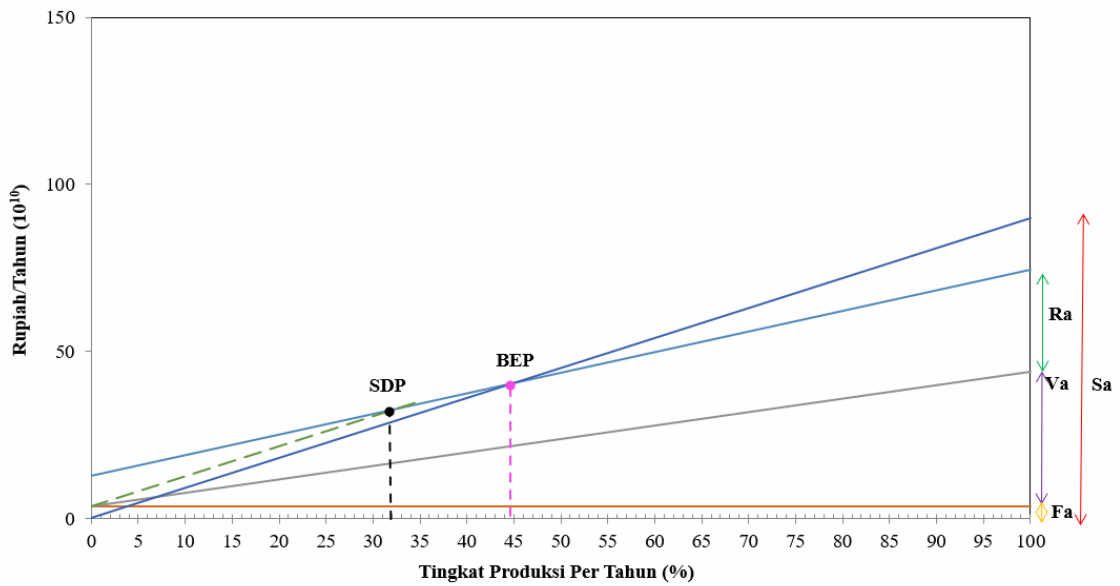
SDP yang diperoleh menunjukkan hasil 32,24%.

#### 6.6.5 *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

DCFR yang diperoleh sebesar 14%.

Tabel VI.15 Analisis kelayakan pabrik Metil Salisilat

| Parameter               | Terhitung  | Persyaratan   | Kriteria |
|-------------------------|------------|---|----------|
| ROI<br>sebelum<br>pajak | 44,66%     | a. Pabrik <i>high risk</i> minimal 44%<br>b. Pabrik <i>low risk</i> minimal 11%                 | Memenuhi |
| POT<br>sebelum<br>pajak | 1,86 tahun | a. Pabrik <i>high risk</i> maksimal 2<br>tahun<br>b. Pabrik <i>low risk</i> maksimal 5<br>tahun | Memenuhi |
| BEP                     | 44,87%     | 40-60%  | Memenuhi |
| SDP                     | 32,24%     |   |          |
| DCFR                    | 14%        | 1,5 x bunga simpanan<br>bank (5,75%)  | Memenuhi |



Gambar VI.1 Analisa kelayakan pabrik Metil Salisilat

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Pabrik Metil Salisilat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun dilakukan dengan menggunakan proses esterifikasi. Berdasarkan perhitungan utilitas dapat diketahui bahwa jumlah total kebutuhan air yang dibutuhkan adalah 41.896,221 kg/jam yang akan digunakan untuk kebutuhan air proses, air pendingin, air steam, serta air domestik. Total daya yang dibutuhkan untuk peralatan proses dan keperluan lainnya sebesar 273,4 kw.

Analisis risiko dilakukan untuk mendapatkan perbandingan antara pabrik dengan risiko besar dan kecil. Selain itu, analisis risiko dilakukan untuk mencari solusi atas segala risiko yang ditemukan. Pengendalian risiko dilakukan terhadap seluruh bahaya yang kemungkinan terjadi dan mempertimbangkan tingkat risiko untuk menentukan prioritas dalam pengendaliannya dan nilai investasinya.

Selain perhitungan teknis, perhitungan ekonomi juga dilakukan dalam prarancangan ini. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi. Hasil analisa kelayakan tersebut diantaranya sebagai berikut

1. Keuntungan yang diperoleh

Keuntungan sebelum dan sesudah pajak adalah Rp 156.192.702.339,81 dan Rp 124.954.161.871,85.

2. *Return On Investment* (ROI)

Persentase ROI sebelum dan sesudah pajak sebesar 44,66% dan 34,92%. ROI sebelum pajak untuk pabrik berisiko tinggi adalah minimal 44%.

### 3. *Pay Out Time* (POT)

POT yang dihasilkan sebelum dan sesudah pajak adalah selama 1,863 tahun dan 2,225 tahun lamanya. POT sebelum pajak maksimum untuk pabrik berisiko tinggi adalah 2 tahun.

### 4. *Break Even Point* (BEP)

Persentase hasil perolehan BEP sebesar 44,87% dengan persentase SDP sebesar 32,24%.

### 5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

DCFR yang diperoleh sebesar 14%.

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ekonomi di atas, maka pabrik Metil Salisilat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat untuk didirikan.

## 7.2 **Saran**

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

1. Optimasi dalam pemilihan alat proses, alat penunjang, dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga keuntungan yang diperoleh dapat lebih optimal.
2. Perancangan pabrik kimia tentunya perlu memperhatikan produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia, "Data Impor Methyl Salicylate di Indonesia", [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), diakses tanggal 25 Juni 2023
- Brown, G.G. (1978). Unit Operation 14th ed, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons. Inc, New York.
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). Process equipment design: vessel design. John Wiley & Sons.
- Chandavas, C., (1997). "Pervaporation-Assisted Esterification of Salicylic Acid." Thesis, Department of Chemical Engineering, Chemistry, and Environmental Science New Jersey Institute of Technology.
- Coulson, J. J., & Richardson, J. F. (1983). Chemical Equipment Design.
- Geankoplis, Christie John. (1997). Transport Processes and Unit Operation Third Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Kern, D.Q. (1985). Process Heat Transfer. Mc GrawHill Book Co. Ltd, New York.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F. (1997). Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed., The Interscience Encyclopedia Inc, New York.
- Matche, "Equipment Cost", [www.matche.com](http://www.matche.com), diakses tanggal 15 Oktober 2023.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2018). Unit operation of chemical engineering. McGraw-Hill.
- Perry, R. H., Chilton, C. H., & Kirkpatrick, S. D. (1973). Chemical Engineers' Handbook. Section 3. McGraw Hill. New York, 1, 973.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). Plant design and economics for chemical engineers (Vol. 4). New York: McGraw-Hill.



- Rase, H.F., and Holmes, J. R. (1977). "Chemical reactor Design for Process Plant", Volume One: Principles and Techniques, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Smith, J. M. (1950). Introduction to chemical engineering thermodynamics.
- Turner, F. (1958). The Condensate Chemical Dictionary, 4th Ed., Reinhold Publishing Corp., New York
- Ulrich, G. D. (1984). A guide to chemical engineering process design and economics (p. 295). New York: Wiley.
- Walas, S.M. (1990). "Chemical Process Equipment (Selection and Design)". Butterworth-Heineman, USA.
- Yaws, C. L., Lin, X., & Bu, L. (1999). Chemical Properties Handbook. McGraw Hill Companies Inc., USA.

## LAMPIRAN A

### PERANCANGAN REAKTOR-01

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Fungsi</b>           | : Mereaksikan Metanol dengan Asam Salisilat untuk menghasilkan Metil Salisilat |
| <b>Kondisi operasi</b>  | : Tekanan 1 atm<br>Suhu 68°C<br>Isothermal dan non adiabatik                   |
| <b>Jenis</b>            | : Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)                                       |
| <b>Fase</b>             | : Cair-cair  |
| <b>Bahan Konstruksi</b> | : <i>Stainless Steel AISI 316</i>  |

#### 1. Menentukan Jenis Reaktor

Jenis reaktor yang digunakan adalah RATB dengan dasar pemilihan sebagai berikut:

- Reaksi pada fase cair-cair
- beroperasi secara kontinyu
- terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi reaktor selalu homogen
- harga relatif murah
- konstruksi lebih sederhana

#### 2. Mencari Harga Konstanta Kecepatan Reaksi

Persamaan kecepatan reaksi:

Keterangan:

$k_1$  = konstanta kecepatan reaksi esterifikasi

$k_{-1}$  = konstanta kecepatan reaksi hidrolisa

$C_A$  = konsentrasi Asam Salisilat

$C_B$  = konsentrasi Metanol

$C_C$  = konsentrasi Metil Salisilat

$C_D$  = konsentrasi air

dengan:

$$C_A = C_{Ao}(1 - X_A)$$

$$C_B = C_{Bo} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_1 - X_A), \text{ dimana } M_1 = \frac{C_{Bo}}{C_{Ao}}$$

$$C_C = C_{Co} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_2 - X_A), \text{ dimana } M_2 = \frac{C_{Co}}{C_{Ao}}$$

$$C_D = C_{Do} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_3 - X_A), \text{ dimana } M_3 = \frac{C_{Do}}{C_{Ao}}$$

Maka persamaan kecepatan reaksi menjadi:

$$(-r_a) = k_1 \cdot C_{Ao}^2 \cdot (1 - X_A) \cdot \left(\frac{C_{Bo}}{C_{Ao}} - X_A\right) - k_{-1} \cdot C_{Ao}^2 \cdot \left(\frac{C_{Co}}{C_{Ao}} - X_A\right) \cdot \left(\frac{C_{Do}}{C_{Ao}} - X_A\right)$$

dengan:

$C_{Ao}$  = konsentrasi Asam Salisilat awal

$X_A$  = konversi reaksi

$k_1$  =  $0,0672 \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$

$k_{-1}$  =  $1,538 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$

(Chandavas, 1997)

Pada proses reaksi, salah satu reaktan yaitu Metanol dibuat berlebih sehingga reaksi yang terjadi adalah satu arah, sehingga digunakan persamaan:

$$(-r_a) = k \cdot C_A \cdot C_B$$

dengan,

$-r_A$  = laju reaksi Metil Salisilat,

$k$  = konstanta kecepatan reaksi

$C_A$  = konsentrasi Asam Salisilat

$C_B$  = konsentrasi Metanol

Sehingga digunakan nilai  $k = 0,0672 \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$

### 3. Menghitung Volume Reaktor

$$F_{A0} - F_A - (-r_A).V = 0$$

$$F_{A0} - F_A = (-r_A).V$$

$$V = \frac{F_{A0} - F_A}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A0} - (F_{A0} \cdot (1 - x))}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A0} - (F_{A0} - F_{A0}x)}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot x}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot x}{k \cdot C_A \cdot C_B}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot (x_n - x_{n-1})}{k \cdot C_A \cdot C_B}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot (x_n - x_{n-1})}{k \cdot C_{A0} \cdot (1 - x_n) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x_n)}$$

$$x_n - x_{n-1} = \frac{V \cdot k \cdot C_{A0} \cdot (1 - x_n) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x_n)}{F_{A0}}$$

$$x_n - x_{n-1} = \frac{V \cdot k \cdot C_{A0} \cdot (1 - x_n) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x_n)}{C_{A0} \cdot V_0}$$

$$x_{n-1} = x_n - \left( \frac{V \cdot k \cdot C_{A0} \cdot (1 - x_n) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x_n)}{C_{A0} \cdot V_0} \right)$$

$$V_0 = 4074,2 \text{ L/jam}$$

$$C_{A0} = 2,15 \text{ mol/L}$$

$$X_A = 0,95 \text{ mol/L}$$

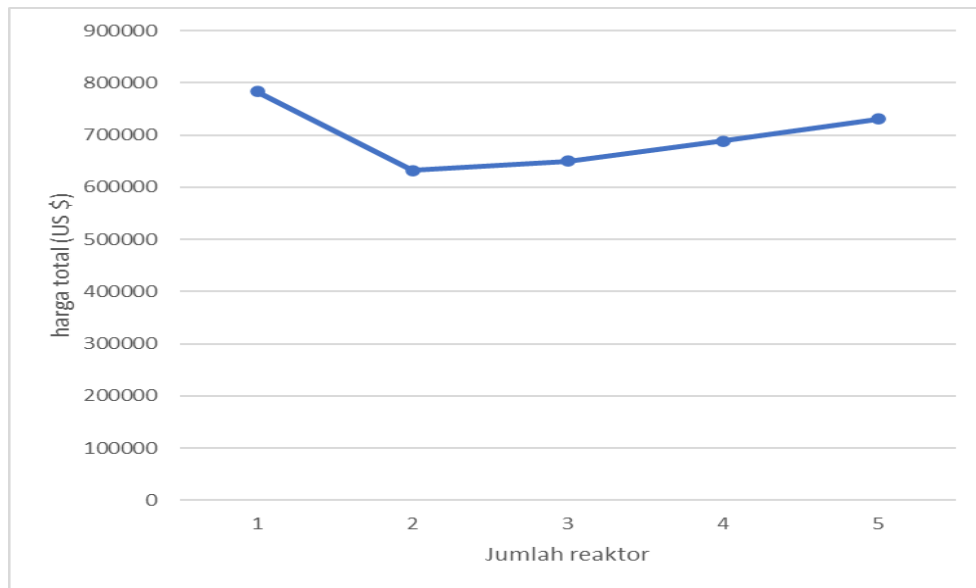
$$k = 0,0672 \text{ (mol/L)}^{-1}(\text{h})^{-1}$$

$$C_{B0} = 17,17 \text{ mol/L}$$

Berdasarkan rumus di atas, diperoleh volume reaktor dan optimasi jumlah reaktor pada Tabel A.1.

Tabel A.1 Optimasi reaktor

| <b>N</b> | $X_{N-1}$ | $X_N$ | <b>Volume (L)</b> | <b>Harga (US\$)</b> | <b>Total Harga (US\$)</b> |
|----------|-----------|-------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| 1        | 0%        | 95%   | 76.151,64         | 783.200             | 783.200                   |
| 2        | 0%        | 78%   | 13.754,4          | 316.200             | 632.400                   |
|          | 78%       | 95%   |                   |                     |                           |
| 3        | 0%        | 64%   | 6.745,5           | 216.700             | 650.100                   |
|          | 64%       | 87%   |                   |                     |                           |
|          | 87%       | 95%   |                   |                     |                           |
| 4        | 0%        | 54%   | 4.369,5           | 172.200             | 688.800                   |
|          | 54%       | 78%   |                   |                     |                           |
|          | 78%       | 90%   |                   |                     |                           |
|          | 90%       | 95%   |                   |                     |                           |
| 5        | 0%        | 46%   | 3.208,5           | 146.100             | 730.500                   |
|          | 46%       | 71%   |                   |                     |                           |
|          | 71%       | 84%   |                   |                     |                           |
|          | 84%       | 91%   |                   |                     |                           |
|          | 91%       | 95%   |                   |                     |                           |



Gambar A.1 Grafik optimasi jumlah reaktor

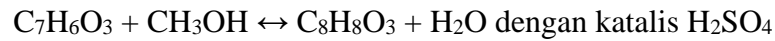
Dilihat dari segi ekonomi, jumlah reaktor berpengaruh pada harga reaktor, maka diperoleh harga reaktor paling ekonomis dengan menggunakan 2 buah reaktor.

#### 4. Neraca Massa

Tabel A.2 Neraca massa reaktor (R-01A)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    |                 | Output (kg/jam)   |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|
|  | 3                 | 4               | 5                 |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 2.237,9025        | -               | 2.019,7070        |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 1.206,3693        | -               | 265,4012          |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | -                 | -               | 1.036,4286        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | -                 | 303,0394        | 303,0394          |
| H <sub>2</sub> O                               | 40,6815           | 6,1845          | 169,6009          |
| NaOH   | -                 | -               | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -               | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -               | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>3.484,9533</b> | <b>309,2239</b> | <b>3.794,1772</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>3.794,1772</b> |                 | <b>3.794,1772</b> |

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:



## 5. Perhitungan Dimensi Reaktor

a. Shell

- Menghitung Diameter dan Tinggi Reaktor

$$H = \frac{4 \cdot V}{D^2 \cdot \pi}$$

$$V = \frac{1}{4} \cdot H \cdot D^2 \cdot \pi$$

$$\frac{H}{D} = \frac{3}{2}$$

$$H = \frac{3}{2} D$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \frac{3}{2} D$$

$$V = \frac{3}{8} \cdot \pi \cdot D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{8V}{3\pi}}$$

$$D = 94,93 \text{ in} = 2,41 \text{ m}$$

$$H = 142,4 \text{ in} = 3,62 \text{ m}$$

Luas permukaan tangki

$$A = \frac{\pi}{4} ID^2$$

- Menghitung *design* tekanan

$$\rho \text{ campuran} = 1,0378 \text{ kg/L} = 1037,8 \text{ kg/m}^3$$

$$P \text{ hidrostatik} = \rho \text{ campuran} \times g \times h$$

$$P \text{ hidrostatik} = 0,3028 \text{ atm}$$

$$P \text{ operasi} = 1,5 \text{ atm}$$

$$P \text{ reaktor} = P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatis} = 1,8 \text{ atm}$$

$$P \text{ design (20\%)} = 20\% \times P \text{ reaktor} = 2,1 \text{ atm}$$

- Menghitung tebal shell

$$t_{shell} = \frac{P_{design} \cdot r_i}{fE - 0,6 P_{design}} + C$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 47,5 \text{ inch} = 1,2 \text{ m}$$

$$f = \text{max allowable stress} = 18.750 \text{ psi}$$

$$E = \text{efisiensi pengelasan} = 0,8$$

$$C = \text{corrosion allowance} = 3,175 \text{ mm} = 0,125 \text{ inch} = 0,003175 \text{ m}$$

Dari tabel 5.7 Brownell, untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu:

$$OD = 96 \text{ in} = 2,4384 \text{ m}$$

$$I_{cr} = 5,875 \text{ in} = 0,149225 \text{ m}$$

$$R = 96 \text{ in} = 2,4384 \text{ m}$$

$$T_{shell} = 0,3125 \text{ in} = 0,0079375 \text{ m}$$

$$ID_{shell} = OD - 2 \cdot t_{shell} = 95,375 \text{ in} = 2,422525 \text{ m}$$

- Menghitung tinggi shell

$$\frac{H_{shell}}{ID_{shell}} = \frac{3}{2}$$

$$H_{shell} = \frac{3}{2} \cdot 2,422 \text{ m} = 3,63 \text{ m}$$

- Menghitung Volume shell

$$V_{shell} = \frac{\pi}{4} \cdot ID_{shell}^2 \cdot H_{shell}$$



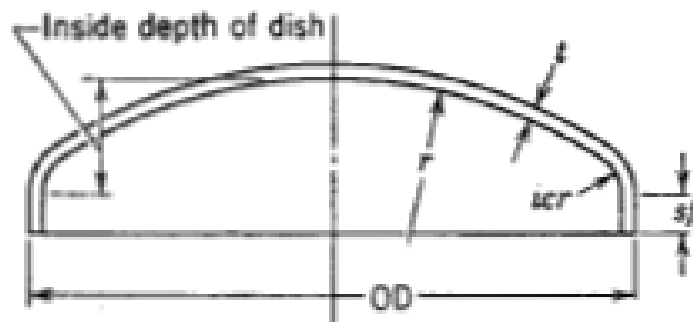
$$V_{\text{shell}} = 16,7434 \text{ m}^3 = 16743,4 \text{ L}$$

b. Head

- Jenis Head

Jenis : Torispherical Head

Gambar A.2 Jenis torispherical head



- Menghitung Volume Head

- Tanpa sf

$$V = 0,000049 \times ID^3 = 42,51 \text{ in}^3 = 0,0007 \text{ m}^3 = 0,7 \text{ L}$$

- Tebal Head

Digunakan persamaan dari Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959 hal. 254

$$thead = \frac{P_{\text{desain}} \times r \times w}{fE - 0,2P_{\text{desain}}} + C$$

$$w = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$w = 1,7605$$

$$\text{Tebal head} = 0,33529844 \text{ in} = 0,008515092 \text{ m}$$

Dari tabel 5.6 Brownell tebal head 5/16 dengan nilai sf berkisar 1,5 – 3 maka nilai sf adalah 2.

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} ID^2 \cdot sf$$

$$V_{sf} = 14.281,33328 \text{ in}^3 = 0,234029637 \text{ m}^3$$

Maka volume head

$$V_{head} = V \text{ tanpa } sf + V_{sf} = 14.323,84413 \text{ in}^3 = 0,2347 \text{ m}^3$$

- Tinggi Head

$$H_{head} = ID \cdot D + sf + t_{head}$$

$$H_{head} = (25\% ID_{shell}) + sf + t_{head}$$

$$H_{head} = 0,67 \text{ m}$$

- Diameter Ekuivalen

$$De = OD + \frac{OD}{42} + 2sf + \frac{2}{3} icr$$

$$De = 2,698 \text{ m}$$

- Luas Permukaan Total

$$A_{total} = \pi \cdot OD \cdot H + 2 \frac{\pi}{4} De^2$$

$$A_{total} = 39,25 \text{ m}^2 = 422 \text{ ft}^2$$

- c. Pengaduk

Jenis : *six blade turbine*

Berdasarkan fig.477 (Brown, 1978) diperoleh:

$$Dt/Di = 3$$

$$Zl/Di = 2,7 - 3,9$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3$$

$$Wb/Di = 0,17$$

$$L/Di = 0,3333$$

$$Dt = 95,3750 \text{ in} = 2,4225 \text{ m} = 80,7508 \text{ cm}$$

Jumlah baffle = 4 terpisah 90° satu sama lain

Jumlah sudut = 6

Maka diperoleh:

a. Diameter pengaduk ( $D_i$ )

$$D_i = \frac{93,375 \text{ in}}{3} = 31,7917 \text{ in} = 80,7508 \text{ cm} = 2,05 \text{ m}$$

b. Tinggi cairan ( $Z_l$ )

$$Z_l = 123,9875 \text{ in} = 483,5513 \text{ cm} = 3,15 \text{ m}$$

c. Jarak pengaduk dari dasar tangki ( $Z_i$ )

$$Z_i = 41,3292 \text{ in} = 104,9761 \text{ cm} = 1,05 \text{ m}$$

d. Lebar baffle ( $w_b$ )

$$W_b = 5,4046 \text{ in} = 13,7276 \text{ cm} = 0,137 \text{ m}$$

e. Panjang blade ( $L$ )

$$L = 10,5972 \text{ in} = 26,9169 \text{ cm} = 0,27 \text{ m}$$

f. Kecepatan putar pengaduk ( $N$ )

$$N = \frac{600}{\pi \cdot D_i} \cdot \sqrt{\frac{WELH}{2D_i}}$$

$$N = 97,79 \text{ rpm}$$

Sehingga diambil kecepatan putaran standar  $N = 100 \text{ rpm}$

- Power pengaduk

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot D_i^2}{\mu}$$

$$\rho = 0,9307 \text{ g/cm}^3$$

$$\mu = 0,0076 \text{ g/cm.s}$$

$$N = 1,6667 \text{ rps}$$

$$D_i = 80,7508 \text{ cm}$$

$$Re = 1.325.677,56$$

Berdasarkan fig.477 Brown (1950), diperoleh  $N_p = 7$ , sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan putar pengaduk (Pa)} &= N_p \times \rho \times N_i^3 \times D_i^5 \\ &= 9,72 \text{ Hp} \\ &= 10 \text{ Hp (standar)} \end{aligned}$$

#### d. Jaket Pendingin

Fungsi : untuk menjaga suhu reaktor

Bahan : *Stainless Steel AISI 316*

- Menentukan Kebutuhan Pendingin

$$\text{Suhu masuk air pendingin} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu keluar air pendingin} = 40^\circ\text{C}$$

$$Q \text{ air pendingin} = 241,85 \text{ kJ/jam}$$

$$C_p \text{ air} = 4,18 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{Wair (kebutuhan air)} = \frac{Q}{C_p \text{ air} \cdot (t_2 - t_1)}$$

$$= 3,85 \text{ kg/jam}$$

- Menghitung tinggi jaket

$$\text{TinggiJaket} = \text{tinggi cairan dalam shell}$$

$$= 118,66 \text{ in}$$

$$= 3,01 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Jaket (DD)} = \frac{P \cdot R}{SE - 0,6P} + C$$

$$= 0,1863 \text{ in} = 0,1875$$

$$\text{ID Jacket} = \text{OD reaktor} = 96 \text{ in}$$

$$\text{OD Jacket} = \text{ID jaket} + (2 \cdot \text{DD})$$

$$= 96,375 \text{ in}$$

## LAMPIRAN B

### PERANCANGAN REAKTOR-02

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Fungsi</b>           | : Mereaksikan Metanol dengan Asam Salisilat untuk menghasilkan Metil Salisilat |
| <b>Kondisi operasi</b>  | : Tekanan 1 atm<br>Suhu 68°C<br>Isothermal dan non adiabatik                   |
| <b>Jenis</b>            | : Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)                                       |
| <b>Fase</b>             | : Cair-cair  |
| <b>Bahan Konstruksi</b> | : <i>Stainless Steel AISI 316</i>  |

#### 1. Menentukan Jenis Reaktor

Jenis Reaktor yang digunakan adalah RATB dengan dasar pemilihan sebagai berikut:

- reaksi pada fase cair-cair
- beroperasi secara kontinyu
- terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi reaktor selalu homogen
- harga relatif murah
- konstruksi lebih sederhana

#### 2. Mencari Harga Konstanta Kecepatan Reaksi

Persamaan kecepatan reaksi:

Keterangan:

$k_1$  = konstanta kecepatan reaksi esterifikasi

$k_{-1}$  = konstanta kecepatan reaksi hidrolisa

$C_A$  = konsentrasi Asam Salisilat

$C_B$  = konsentrasi Metanol

$C_C$  = konsentrasi Metil Salisilat

$C_D$  = konsentrasi air

dengan:

$$C_A = C_{Ao}(1 - X_A)$$

$$C_B = C_{Bo} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_1 - X_A), \text{ dimana } M_1 = \frac{C_{Bo}}{C_{Ao}}$$

$$C_C = C_{Co} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_2 - X_A), \text{ dimana } M_2 = \frac{C_{Co}}{C_{Ao}}$$

$$C_D = C_{Do} - C_{Ao} \cdot X_A = C_{Ao}(M_3 - X_A), \text{ dimana } M_3 = \frac{C_{Do}}{C_{Ao}}$$

Maka persamaan kecepatan reaksi menjadi:

$$(-r_a) = k_1 \cdot C_{Ao}^2 \cdot (1 - X_A) \cdot \left(\frac{C_{Bo}}{C_{Ao}} - X_A\right) - k_{-1} \cdot C_{Ao}^2 \cdot \left(\frac{C_{Co}}{C_{Ao}} - X_A\right) \cdot \left(\frac{C_{Do}}{C_{Ao}} - X_A\right)$$

dengan:

$C_{Ao}$  = konsentrasi Asam Salisilat awal

$X_A$  = konversi reaksi

$k_1$  =  $0,0672 \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$

$k_{-1}$  =  $1,538 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$

(Chandavas, 1997)

Pada proses reaksi, salah satu reaktan yaitu Metanol dibuat berlebih sehingga reaksi yang terjadi adalah satu arah, sehingga digunakan persamaan:

$$(-r_a) = k \cdot C_A \cdot C_B$$

dengan,

$-r_A$  = laju reaksi Metil Salisilat,

$k$  = konstanta kecepatan reaksi

$C_A$  = konsentrasi Asam Salisilat

$C_B$  = konsentrasi Metanol

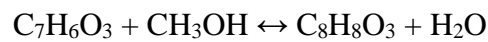
Sehingga digunakan nilai  $k = 0,0672 \text{ (mol/L)}^{-1}\text{h}^{-1}$

### 3. Neraca Massa

Tabel B.1 Neraca massa reaktor (R-01B)

| Komponen                                       | Input (kg/jam)    | Output (kg/jam)   |
|--|-------------------|-------------------|
|  | 5                 | 6                 |
| CH <sub>3</sub> OH                             | 2.019,7070        | 2.009,2448        |
| C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>   | 265,4012          | 220,2830          |
| C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | 1.036,4286        | 1.086,1240        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 303,0394          | 303,0394          |
| H <sub>2</sub> O                               | 169,6009          | 175,4859          |
| NaOH   | -                 | -                 |
| C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> | -                 | -                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                 | -                 |
| <b>Subtotal</b>                                | <b>3.794,1772</b> | <b>3.794,1772</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>3.794,1772</b> | <b>3.794,1772</b> |

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:



### 4. Perhitungan Dimensi Reaktor

- a. Shell
  - Menghitung Diameter dan Tinggi Reaktor

$$H = \frac{4 \cdot V}{D^2 \cdot \pi}$$

$$V = \frac{1}{4} \cdot H \cdot D^2 \cdot \pi$$

$$\frac{H}{D} = \frac{3}{2}$$

$$H = \frac{3}{2} D$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \frac{3}{2} D$$



$$V = \frac{3}{8} \cdot \pi \cdot D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{8V}{3\pi}}$$

$$D = 94,93 \text{ in} = 2,41 \text{ m}$$

$$H = 142,4 \text{ in} = 3,62 \text{ m}$$

Luas permukaan tangki

$$A = \frac{\pi}{4} ID^2$$

- Menghitung *design* tekanan

$$\rho \text{ campuran} = 1,0378 \text{ kg/L} = 1037,8 \text{ kg/m}^3$$

$$P \text{ hidrostatik} = \rho \text{ campuran} \times g \times h$$

$$P \text{ hidrostatik} = 0,3028 \text{ atm}$$

$$P \text{ operasi} = 1,5 \text{ atm}$$

$$P \text{ reaktor} = P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatik} = 1,8 \text{ atm}$$

$$P_{\text{design}} (20\%) = 20\% \times P_{\text{reaktor}} = 2,1 \text{ atm}$$

- Menghitung tebal shell

$$t_{\text{shell}} = \frac{P_{\text{desain}} \cdot r_i}{fE - 0,6 P_{\text{desain}}} + C$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 47,5 \text{ inch} = 1,2 \text{ m}$$

$$f = \text{max allowable stress (psi)} = 18750 \text{ psi}$$

$$E = \text{efisiensi pengelasan} = 0,8$$

$$C = \text{corrosion allowance} = 3,175 \text{ mm} = 0,125 \text{ inch} = 0,003175 \text{ m}$$

Dari tabel 5.7 Brownell, untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu:

|          |                |                          |
|----------|----------------|--------------------------|
| OD       | = 96 in        | = 2,4384 m               |
| Icr      | = 5,875 in     | = 0,149225 m             |
| R        | = 96 in        | = 2,4384 m               |
| T shell  | = 0,3125 in    | = 0,0079375 m            |
| ID shell | = OD-2.t shell | = 95,375 in = 2,422525 m |

- Menghitung tinggi shell

$$\frac{H_{shell}}{ID_{shell}} = \frac{3}{2}$$

$$H_{shell} = \frac{3}{2} \cdot 2,422 \text{ m} = 3,63 \text{ m}$$

- Menghitung Volume shell

$$V_{shell} = \frac{\pi}{4} \cdot ID_{shell}^2 \cdot H_{shell}$$

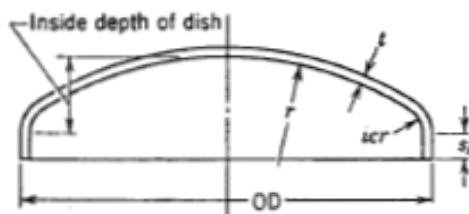
$$V_{shell} = 16,7434 \text{ m}^3 = 16743,4 \text{ L}$$

b. Head

- Jenis Head

Jenis : Torispherical Head

Gambar B.1 Jenis torispherical head



- Menghitung Volume Head
- Tanpa sf

$$V = 0,000049 \times ID^3 = 42,51 \text{ in}^3 = 0,0007 \text{ m}^3 = 0,7 \text{ L}$$

- Tebal Head

Digunakan persamaan dari Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959 hal. 254

$$thead = \frac{P_{desain} \times r \times w}{fE - 0,2P_{desain}} + C$$

$$w = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$w = 1,7605$$

$$\text{Tebal head} = 0,33529844 \text{ in} = 0,008515092 \text{ m}$$

Dari tabel 5.6 Brownell tebal head 5/16 dengan nilai sf berkisar 1,5 – 3 maka nilai sf adalah 2.

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} ID^2 \cdot sf$$

$$V_{sf} = 14.281,33328 \text{ in}^3 = 0,234029637 \text{ m}^3$$

Maka volume head

$$V_{head} = V \text{ tanpa sf} + V_{sf} = 14.323,84413 \text{ in}^3 = 0,2347 \text{ m}^3$$

- Tinggi Head

$$H_{head} = ID \cdot D + sf + t_{head}$$

$$H_{head} = (25\% ID_{shell}) + sf + t_{head}$$

$$H_{head} = 0,67 \text{ m}$$

- Diameter Ekuivalen

$$De = OD + \frac{OD}{42} + 2sf + \frac{2}{3}icr$$

$$De = 2,698 \text{ m}$$

- Luas Permukaan Total

$$A_{total} = \pi \cdot OD \cdot H + 2 \frac{\pi}{4} De^2$$

$$A_{total} = 39,25 \text{ m}^2 = 422 \text{ ft}^2$$

c. Pengaduk

Jenis : *six blade turbine*

Berdasarkan fig.477 (Brown, 1978) diperoleh:

$$Dt/Di = 3$$

$$Zl/Di = 2,7 - 3,9$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3$$

$$Wb/Di = 0,17$$

$$L/Di = 0,3333$$

$$Dt = 95,3750 \text{ in} = 2,4225 \text{ m} = 80,7508 \text{ cm}$$

Jumlah baffle = 4 terpisah 90° satu sama lain

Jumlah sudut = 6

Maka diperoleh:

a. Diameter pengaduk (Di)

$$Di = \frac{95,3750 \text{ in}}{3} = 31,7917 \text{ in} = 80,7508 \text{ cm} = 2,05 \text{ m}$$

b. Tinggi cairan (Zl)

$$Zl = 123,9875 \text{ in} = 483,5513 \text{ cm} = 3,15 \text{ m}$$

c. Jarak pengaduk dari dasar tangki (Zi)

$$Zi = 41,3292 \text{ in} = 104,9761 \text{ cm} = 1,05 \text{ m}$$

d. Lebar baffle (wb)

$$Wb = 5,4046 \text{ in} = 13,7276 \text{ cm} = 0,137 \text{ m}$$

e. Panjang blade (L)

$$L = 10,5972 \text{ in} = 26,9169 \text{ cm} = 0,27 \text{ m}$$

f. Kecepatan putar pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi \cdot Di} \cdot \sqrt{\frac{WELH}{2Di}}$$

$$N = 97,79 \text{ rpm}$$

Sehingga diambil kecepatan putaran standar  $N = 100 \text{ rpm}$

- Power pengaduk

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot Di^2}{\mu}$$

$$\rho = 0,9100 \text{ g/cm}^3$$

$$\mu = 0,0107 \text{ g/cm.s}$$

$$N = 1,6667 \text{ rps}$$

$$Di = 80,7508 \text{ cm}$$

$$Re = 922.235$$

Berdasarkan fig.477 Brown (1950), diperoleh  $N_p = 7$ , sehingga:

$$\text{Kecepatan putar pengaduk (Pa)} = N_p \times \rho \times Ni^3 \times Di^5$$

$$= 9,50 \text{ Hp}$$

$$= 10 \text{ Hp (standar)}$$

d. Jaket Pendingin

Fungsi : untuk menjaga suhu reaktor

Bahan : *Stainless Steel AISI 316*

- Menentukan Kebutuhan Pendingin

Suhu masuk air pendingin = 25°C

Suhu keluar air pendingin = 40°C

Q air pendingin = 70,62 kJ/jam

Cp air = 4,18 kJ/kg.K

W air (kebutuhan air) =  $\frac{Q}{Cp \text{ air} \cdot (t_2 - t_1)}$   
= 1,13 kg/jam

- Menghitung tinggi jaket

Tinggi Jaket = tinggi cairan dalam shell  
= 118,66 in  
= 3,01 m

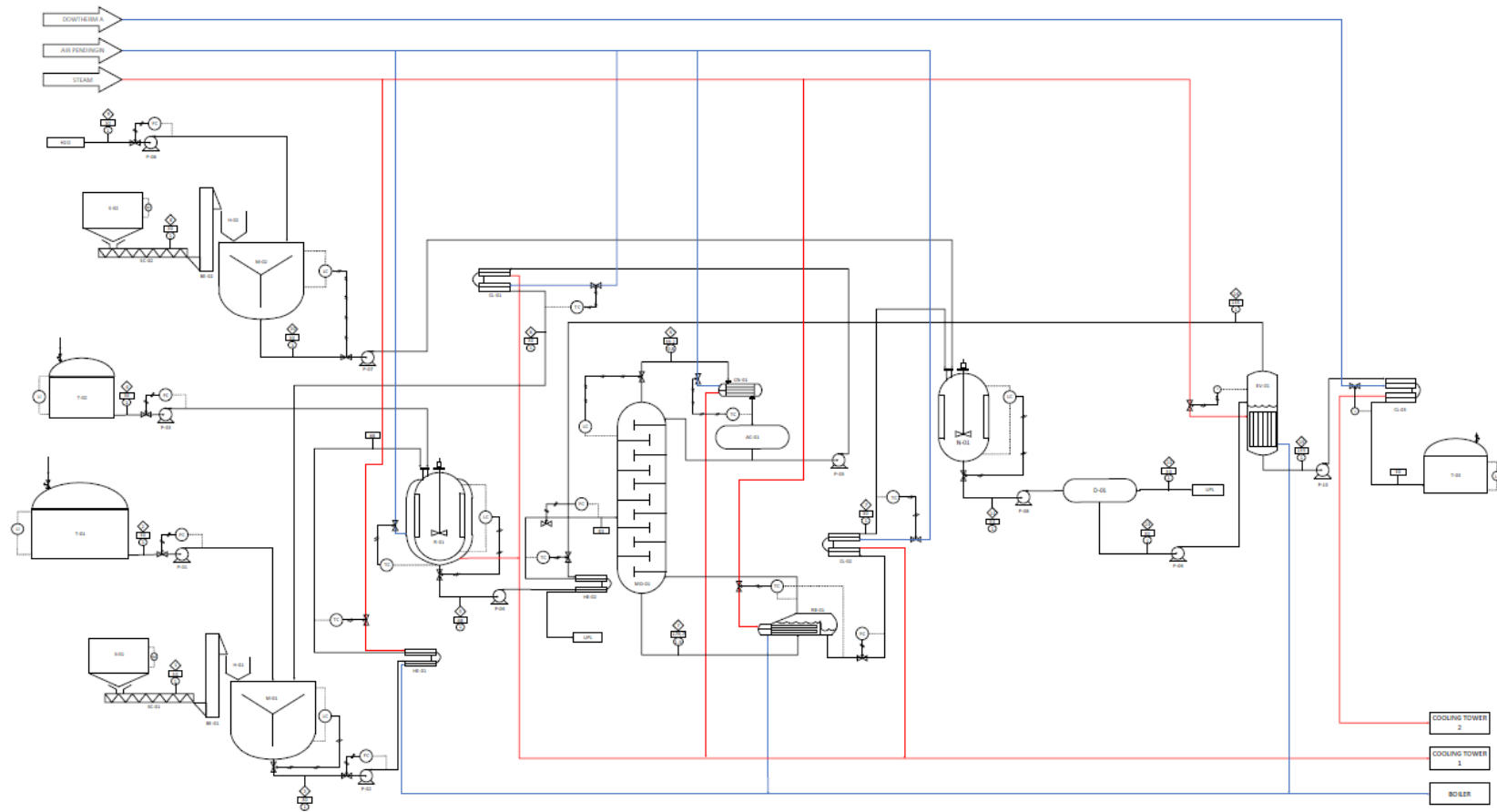
Tebal Jaket (DD) =  $\frac{P \cdot R}{SE - 0,6P} + C$   
= 0,2099 in = 0,2500 in

ID Jaket = OD reaktor = 96 in

OD Jaket = ID jaket + (2.DD) = 96,500 in

# LAMPIRAN C

## PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)



| Komponen                                       | Nomor Arus (Kg/Jam) |                 |                  |                 |                  |                  |                  |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                 |                  |
|--|---------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
|  | 1                   | 2               | 3                | 4               | 5                | 6                | 7                | 8               | 9                | 10               | 11               | 12               | 13               | 14              | 15               |
| CH <sub>3</sub> OH                             | -                   | 258,7964        | 2237,9025        | -               | 2009,2448        | 1979,1061        | 30,1387          | -               | -                | 310,5908         | 30,1387          | 15,0693          | 15,0693          | 13,5253         | 1,5440           |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>   | 1204,1665           | -               | 1206,3693        | -               | 220,2830         | 2,2028           | 218,0802         | -               | -                | -                | -                | -                | -                | -               | -                |
| C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>   | -                   | -               | -                | -               | 1086,1240        | -                | 1086,1240        | -               | -                | -                | 1086,1240        | 4,2019           | 1081,9221        | 83,5858         | 998,3364         |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | -                   | -               | -                | 303,0394        | 303,0394         | -                | 303,0394         | -               | -                | -                | -                | -                | -                | -               | -                |
| H <sub>2</sub> O                               | 12,1633             | 0,3888          | 40,6815          | 6,1845          | 175,4859         | 28,1294          | 147,3565         | 6,3386          | 5894,8860        | 5901,2246        | 6188,3470        | 6002,6966        | 185,6504         | 137,5819        | 48,0686          |
| NaOH   | -                   | -               | -                | -               | -                | -                | -                | 310,5908        | -                | -                | -                | -                | -                | -               | -                |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>2</sub> | -                   | -               | -                | -               | -                | -                | -                | -               | -                | -                | 252,8466         | 252,8466         | -                | -               | -                |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | -                   | -               | -                | -               | -                | -                | -                | -               | -                | -                | 439,0979         | 439,0979         | -                | -               | -                |
| <b>Total</b>                                   | <b>1216,3298</b>    | <b>259,1851</b> | <b>3484,9533</b> | <b>309,2239</b> | <b>3794,1772</b> | <b>2009,4384</b> | <b>1784,7388</b> | <b>316,9294</b> | <b>5894,8860</b> | <b>6211,8154</b> | <b>7996,5542</b> | <b>6713,9123</b> | <b>1282,6419</b> | <b>234,6929</b> | <b>1047,9489</b> |

| JUJUT | KETERANGAN      | SIMBOL | KETERANGAN            |
|-------|-----------------|--------|-----------------------|
| AC    | Accumulator     | ○      | Tekanan, atm          |
| BC    | Ball Conveyor   | ○      | Temperature, °C       |
| BE    | Basket Elevator | ◇      | Nomor Arus            |
| CK    | Condensator     | ⊠      | Control Valve         |
| D     | Distiller       | ⊠      | Pressure              |
| EV    | Evaporator      | ⊠      | Electrical            |
| EVV   | Expansion Valve | LI     | Level Indicator       |
| H     | Hopper          | KC     | Flow Control          |
| HE    | Heater          | TC     | Temperature Control   |
| CL    | Cooler          | RC     | Rate Control          |
| M     | Mixer           | LC     | Level Control         |
| MD    | Mikro Distilasi | PC     | Pressure Control      |
| N     | Natural gas     | S      | Silo                  |
| P     | Pompa           | T      | Tinggi Pengisian      |
| R     | Reaktor         | UPL    | Unit Pengisian Ulinah |
| RB    | Reaktor         |        |                       |



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

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PERANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM**  
**SALISILAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 10000 TON**  
**TAHUN**

**DISEKUN OLEH:**  
**1. Ghozali Nur Modani (19521210)**  
**2. Hagi Bilra (19521221)**

**DOSEN PEMBIMBING:**  
**Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.**

## LAMPIRAN D

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Ghea Firsty Nur Madani  
NIM : 19521210
2. Nama Mahasiswa : Hagel Bitra  
NIM : 19521221
- Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT  
DARI ASAM SALISILAT DAN METANOL  
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : 10 Oktober 2022
- Batas Akhir Bimbingan : 7 April 2024

| No | Tanggal          | Materi Bimbingan                               | Paraf Dosen        |
|----|------------------|--|--------------------|
| 1  | 5 Oktober 2022   | Perkenalan dan diskusi pemilihan judul         | <i>[Signature]</i> |
| 2  | 12 Oktober 2022  | Diskusi ulang pemilihan judul                  | <i>[Signature]</i> |
| 3  | 18 Oktober 2022  | Penentuan kapasitas pabrik dan literatur       | <i>[Signature]</i> |
| 4  | 30 November 2022 | Penentuan kapasitas pabrik dan literatur       | <i>[Signature]</i> |
| 5  | 14 Desember 2022 | Penentuan kapasitas pabrik dan literatur       | <i>[Signature]</i> |
| 6  | 20 Maret 2023    | Penentuan kapasitas pabrik dan literatur       | <i>[Signature]</i> |
| 7  | 22 Juni 2023     | Reaksi perancangan                             | <i>[Signature]</i> |
| 8  | 4 September 2023 | Tinjauan termodinamika                         | <i>[Signature]</i> |
| 9  | 3 Oktober 2023   | Panas reaksi di reaktor dan termodinamika      | <i>[Signature]</i> |
| 10 | 6 Oktober 2023   | Reaktor  | <i>[Signature]</i> |
| 11 | 10 Oktober 2023  | Reaktor, DP BP, panas (Q), suhu, dan lain-lain | <i>[Signature]</i> |



|    |                  |                              |            |
|----|------------------|------------------------------|------------|
| 12 | 18 Oktober 2023  | Penyelesaian hingga luaran 8 | <i>He.</i> |
| 13 | 31 Oktober 2023  | Menara distilasi             | <i>He.</i> |
| 14 | 06 Desember 2023 | Pengumpulan Tugas Akhir      | <i>He.</i> |

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 22 Desember 2023

Pembimbing,



Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.