

**PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL BENZENE DARI BENZENE  
DAN PROPILEN KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar sarjana teknik kimia**



**Oleh :**

**Nama : Nilla Octavia Khuntari**

**NIM : 18521136**

**Nama : Gifty Dube Agdene**

**NIM : 18521140**

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

**2023**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PRARANCANGAN PABRIK  
ISOPROPIL BENZENE DARI BENZENE DAN PROPILEN KAPASITAS  
85.000 TON/TAHUN**

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

**Nama : Nilla Octavia Khuntari**

**Nama : Gifty Dube Agdene**

**NIM : 18521136**

**NIM : 18521140**

Yogyakarta, 21 Juni 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Nilla Octavia Khuntari



Gifty Dube Agdene

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL BENZENE DARI BENZENE**  
**DAN PROPYLEN KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

Oleh :

**Nama : Nilla Octavia Khuntari**

**NIM : 18521136**

**Nama : Gifty Dube Agdene**

**NIM : 18521146**

Yogyakarta, April 2023

Pembimbing I

Pembimbing II



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

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL BENZENE DARI BENZENE**  
**DAN PROPYLEN KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK.**

**Oleh :**

Nama : Nilla Octavia Khuntari

Nama : Gifty Dube Agdene

NIM : 18521136

NIM : 18521146

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, 21 Juni 2023

Tim penguji,

Ketua

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

Anggota I

  
Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.

Anggota II

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

Mengetahui :

Plt. Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



  
Venita Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala Tuhan pemilik alam semesta yang telah memberikan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya kepada kita semua termasuk kepada kami sehingga Alhamdulillah kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik *Isopropil benzene* dari *benzene* dan *propilen* Kapasitas 85.000 Ton/Tahun” dengan baik dan tepat waktu.

Shalawat dan salam senantiasa kami haturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad Shalallahu 'Alaihi Wassalam yang telah membawa kita dari zaman primitif hingga menuju zaman dengan teknologi seperti apa yang kita rasakan sekarang ini yaitu khususnya dalam penerpaan teknologi di bidang ilmu teknik kimia.

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini sebagai penerapan teori bidang Teknik Kimia yang kami sudah pelajari ketika perkuliahan dan sebagai salah satu syarat agar kami bisa memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S1) di jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik dengan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas kehendak-Nya dan kebaikan-Nya yang selalu mengiringi selama proses penulisan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Keluarga yang tanpa henti memberikan do'a, semangat, dan dukungannya baik dalam segi moril maupun materiil.
3. Bapak Fathul Wahid, S.T., M. Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. selaku pembimbing I Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
7. Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.selaku pembimbing II Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
8. Seluruh civitas akademik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
9. Teman-teman seperjuangan yang melakukan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik guna untuk mendapatkan gelar sarjana dibidang studi Teknik Kimia UII atas kebersamaan selama menjalani kuliah.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuannya dalam melancarkan penyusunan tugas akhir ini.
11. Kemudian, untuk kami sendiri yang telah berusaha menyelesaikan kuliah sampai dengan Tugas Akhir Pra Rancangan ini dengan baik.

Semoga Allah Subhanahu Wata'ala memberikan keberkahan atas kebaikan yang telah diberikan kepada kami.

Kami menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan tugas akhir ini dan pembelajaran di masa mendatang. Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan kami selaku penyusun.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, April 2023

Penyusun

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan kepada:

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, Karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, Saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak dan Ibu telah memberikan do'a dan kasih sayang serta berjuang dan berkorban untuk masa depan anak-anak yang lebih baik. Terimakasih kepada adik saya yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa.

Untuk partner saya Gifty Dube Agdene terimakasih sudah terus berjuang bersama dalam menyelesaikan tahapan-tahapan untuk mendapatkan gelar S.T bersama. Terimakasih atas waktu, ilmu, semangat, dan dukungan selama ini. Semoga kita bisa mewujudkan mimpi-mimpi kita dikemudian hari.

Terimakasih kepada Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Anggi Sasmita Dewi, Feri Dwi Pangestu dan keluarga atlet sahabat saya, terimakasih telah memberikan dukungan hingga saat ini. Semoga kita selalu diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses terus kedepannya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang lebih baik.

Teknik Kimia UII, 2018, almamater tercinta, yang memiliki andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan diwaktu dan tempat yang terbaik.

Nilla Octavia Khuntari

Teknik Kimia UII 2018

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan kepada:

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, Karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, Saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Neri Ussalam dan Ibu Deswanti telah memberikan do'a dan kasih sayang serta berjuang dan berkorban untuk masa depan anak-anak yang lebih baik. Terimakasih kepada adik saya Rina Muhammad Rovil yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa.

Untuk partner saya Nilla Octavia Khuntari terimakasih sudah terus berjuang bersama dalam menyelesaikan tahapan-tahapan untuk mendapatkan gelar S.T bersama. Terimakasih atas waktu, ilmu, semangat, dan dukungan selama ini. Semoga kita bisa mewujudkan mimpi-mimpi kita dikemudian hari.

Terimakasih kepada Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahannya selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Untuk Kontrakan kita (Silvia darwina, Hafni Khairani), terimakasih telah memberikan dukungan dari awal kuliah hingga saat ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat serta kesehatan dan rezeki yang berlimpah dan sukses kedepan nya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang lebih baik.

Intan, Kyan, PC, MZZ sahabat saya, terimakasih telah memberikan dukungan sedari SMA hingga saat ini. Semoga kita selalu diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses terus kedepannya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang lebih baik.

Teknik Kimia UII, 2018, almamater tercinta, yang memiliki andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan di waktu dan tempat yang terbaik.

Gifty Dube Agdene  
Teknik Kimia UII 2018

## DAFTAR ISI

|                                                                           |                              |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| HALAMAN JUDUL .....                                                       | i                            |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PRARANCANGAN PABRIK .....                      | ii                           |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....                                        | iii                          |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....                                            | Error! Bookmark not defined. |
| KATA PENGANTAR.....                                                       | v                            |
| LEMBAR PERSEMBAHAN .....                                                  | vii                          |
| LEMBAR PERSEMBAHAN .....                                                  | viii                         |
| DAFTAR ISI.....                                                           | x                            |
| DAFTAR TABEL .....                                                        | xv                           |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                        | xvii                         |
| DAFTAR GRAFIK .....                                                       | xviii                        |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                     | xix                          |
| DAFTAR LAMBANG NOTASI/SINGKATAN .....                                     | xx                           |
| ABSTRAK .....                                                             | xxii                         |
| ABSTRACT .....                                                            | xxiii                        |
| <b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>                                         | <b>1</b>                     |
| 1.1    Latar Belakang .....                                               | 1                            |
| 1.2    Kapasitas Perancangan.....                                         | 2                            |
| 1.2.1    Kapasitas Pabrik <i>Isopropilbenzene</i> yang Telah Berdiri .... | 2                            |
| 1.2.2    Ketersediaan Bahan Baku .....                                    | 3                            |
| 1.2.3    Kebutuhan <i>isopropil benzene</i> di Indonesia .....            | 3                            |
| 1.3    Tinjauan Pustaka .....                                             | 4                            |
| 1.3.1 <i>Benzene</i> .....                                                | 4                            |
| 1.3.2 <i>Propilene</i> .....                                              | 5                            |
| 1.3.3 <i>Isopropil Benzene</i> .....                                      | 5                            |

|                |                                                              |           |
|----------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.3.4          | Macam – macam proses pembuatan <i>isopropil benzene</i> .... | 5         |
| 1.4            | Tinjauan Kinetika atau Termodinamika.....                    | 7         |
| 1.4.1          | Tinjauan Termodinamika .....                                 | 7         |
| 1.5            | Tinjauan Kinetika.....                                       | 10        |
| <b>BAB II</b>  | <b>PERANCANGAN PRODUK.....</b>                               | <b>11</b> |
| 2.1            | Spesifikasi Produk.....                                      | 11        |
| 2.2            | Pengendalian Kualitas.....                                   | 11        |
| 2.2.1          | Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....                       | 11        |
| 2.2.2          | Pengendalian kualitas proses Produksi .....                  | 11        |
| 2.2.3          | Pengendalian Kualitas Produk .....                           | 13        |
| <b>BAB III</b> | <b>PERANCANGAN PROSES .....</b>                              | <b>16</b> |
| 3.1            | Diagram Alir Proses dan Material .....                       | 16        |
| 3.1.1          | Diagram Alir Kualitatif .....                                | 16        |
| 3.1.2          | Diagram Alir Kuantitatif .....                               | 17        |
| 3.2            | Uraian Proses .....                                          | 18        |
| 3.3            | Spesifikasi Alat .....                                       | 21        |
| 3.3.1          | Spesifikasi Reaktor 1.....                                   | 21        |
| 3.3.2          | Spesifikasi Alat Pemisah.....                                | 22        |
| 3.3.2.1        | Separator .....                                              | 22        |
| 3.3.2.2        | Vaporizer.....                                               | 23        |
| 3.3.2.3        | Menara Distilasi .....                                       | 24        |
| 3.3.2.4        | Flash Drum.....                                              | 25        |
| 3.3.3          | Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan .....                     | 26        |
| 3.3.3.1        | Tangki Benzene ( $C_6H_6$ ).....                             | 26        |
| 3.3.3.2        | Tangki Propilene ( $C_3H_6$ ) .....                          | 27        |
| 3.3.3.3        | Tangki Isopropil benzene ( $C_9H_{12}$ ).....                | 27        |

|         |                                           |    |
|---------|-------------------------------------------|----|
| 3.3.3.4 | Accumulator 1 .....                       | 28 |
| 3.3.3.5 | Accumulator 2 .....                       | 29 |
| 3.3.4   | Spesifikasi Alat Transportasi Bahan ..... | 29 |
| 3.3.4.1 | Pompa .....                               | 29 |
| 3.3.4.2 | Blower .....                              | 33 |
| 3.3.4.3 | Kompresor .....                           | 34 |
| 3.3.5   | Spesifikasi Alat Penukar Panas .....      | 34 |
| 3.3.5.1 | Cooler .....                              | 34 |
| 3.3.5.2 | Turbin .....                              | 37 |
| 3.3.5.3 | Heater .....                              | 38 |
| 3.3.5.4 | Kondensor .....                           | 39 |
| 3.3.5.5 | Reboiler .....                            | 40 |
| 3.4     | Neraca Massa .....                        | 41 |
| 3.4.1   | Neraca Massa Total .....                  | 41 |
| 3.4.2   | Neraca Massa Alat .....                   | 41 |
| 3.4.2.1 | Reactor .....                             | 41 |
| 3.4.2.2 | Vaporizer .....                           | 41 |
| 3.4.3   | Neraca Panas .....                        | 43 |
| 3.4.3.1 | Reaktor .....                             | 43 |
| 3.4.3.2 | Vaporizer .....                           | 43 |
| 3.4.3.3 | Separator .....                           | 43 |
| 3.4.3.4 | Flash drum .....                          | 44 |
| 3.4.3.5 | Heater 1 .....                            | 44 |
| 3.4.3.6 | Heater 2 .....                            | 44 |
| 3.4.3.7 | Cooler 1 .....                            | 44 |

|               |                                                    |           |
|---------------|----------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.3.8       | Cooler 2 .....                                     | 44        |
| 3.4.3.9       | Cooler 3.....                                      | 45        |
| 3.4.3.10      | Cooler 4.....                                      | 45        |
| 3.4.3.11      | Cooler 5.....                                      | 45        |
| <b>BAB IV</b> | <b>PERANCANGAN PABRIK .....</b>                    | <b>46</b> |
| 4.1           | Lokasi Pabrik .....                                | 46        |
| 4.1.1         | Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....         | 47        |
| 4.1.2         | Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....      | 50        |
| 4.2           | Tata Letak Pabrik .....                            | 51        |
| 4.3           | Tata Letak Mesin / Alat Proses .....               | 54        |
| 4.4           | Organisasi Perusahaan .....                        | 56        |
| <b>BAB V</b>  | <b>UTILITAS .....</b>                              | <b>70</b> |
| 5.1           | Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....           | 70        |
| 5.2           | Unit Pengolahan Air (Water Treatment System) ..... | 70        |
| 5.2.1         | Unit pengolahan air .....                          | 70        |
| 5.3           | Unit kebutuhan air.....                            | 73        |
| 5.4           | Unit Pembangkit <i>Steam</i> .....                 | 75        |
| 5.5           | Unit Pembangkit Listrik.....                       | 75        |
| 5.6           | Unit Penyediaan Udara Tekan .....                  | 78        |
| 5.7           | Unit Penyediaan Bahan Bakar .....                  | 79        |
| 5.8           | Unit Penyedia <i>Dowtherm A</i> .....              | 79        |
| 5.9           | Spesifikasi Alat Utilitas .....                    | 81        |
| 5.9.1         | Pompa Utilitas .....                               | 81        |
| 5.9.2         | Spesifikasi Bak Utilitas .....                     | 91        |
| 5.9.3         | Spesifikasi Tangki Utilitas .....                  | 95        |
| 5.9.4         | Spesifikasi <i>Screening</i> .....                 | 99        |

|                             |                                                    |            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|------------|
| 5.9.5                       | Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> .....             | 100        |
| 5.9.6                       | Spesifikasi Blower Cooling Tower .....             | 100        |
| 5.9.7                       | Spesifikasi Mixed Bed .....                        | 100        |
| 5.9.8                       | Spesifikasi Dearator .....                         | 101        |
| <b>BAB VI</b>               | <b>EVALUASI EKONOMI .....</b>                      | <b>102</b> |
| 6.1                         | Penaksiran Harga Alat.....                         | 103        |
| 6.2                         | Dasar Perhitungan .....                            | 105        |
| 6.2.1                       | Perkiraan Harga Alat.....                          | 106        |
| 6.3                         | Perhitungan Biaya .....                            | 108        |
| 6.3.1                       | <i>Capital Investment</i> .....                    | 108        |
| 6.3.2                       | Biaya Produksi ( <i>Manufacturing Cost</i> ) ..... | 110        |
| 6.3.3                       | General Expenses .....                             | 112        |
| 6.4                         | Analisa Keuntungan .....                           | 112        |
| 6.5                         | Analisa Kelayakan .....                            | 113        |
| <b>BAB VII</b>              | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                   | <b>119</b> |
| 7.1                         | Kesimpulan .....                                   | 119        |
| 7.2                         | Saran.....                                         | 120        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... |                                                    | <b>121</b> |
| <b>Lampiran</b> .....       |                                                    | <b>123</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1.1 Produsen <i>Isopropilbenzene</i> di Dunia .....              | 2  |
| Tabel 1.2 Data impor <i>Isopropil benzene</i> di Indonesia .....       | 4  |
| Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan <i>Isopropil benzene</i> ..... | 7  |
| Tabel 1.4 Harga $\Delta H_f^\circ$ Masing – Masing Komponen .....      | 8  |
| Tabel 1.5 Harga $\Delta G_f^\circ$ Masing – Masing Komponen .....      | 9  |
| Tabel 2.1 Spesifikasi Produk.....                                      | 11 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor .....                                    | 21 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Separator</i> .....                           | 22 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Vaporizer</i> .....                           | 23 |
| Tabel 3.4 Spesifikasi Menara <i>Distilasi</i> .....                    | 24 |
| Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Flash Drum</i> .....                          | 25 |
| Tabel 3.6 Spesifikasi Tangki <i>Benzene</i> .....                      | 26 |
| Tabel 3.7 Spesifikasi Tangki <i>propilene</i> .....                    | 27 |
| Tabel 3.8 Spesifikasi Tangki <i>Isopropil benzene</i> .....            | 27 |
| Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Accumulator 1</i> .....                       | 28 |
| Tabel 3.10 Spesifikasi <i>Accumulator 2</i> .....                      | 29 |
| Tabel 3.11 Spesifikasi Pompa .....                                     | 29 |
| Tabel 3.12 Spesifikasi <i>Blower</i> .....                             | 33 |
| Tabel 3.13 Spesifikasi Kompresor .....                                 | 34 |
| Tabel 3.14 Spesifikasi <i>Cooler</i> .....                             | 34 |
| Tabel 3.15 Spesifikasi <i>Heater</i> .....                             | 38 |
| Tabel 3.16 Spesifikasi Kondensor .....                                 | 39 |
| Tabel 3.17 Spesifikasi <i>Reboiler</i> .....                           | 40 |
| Tabel 4.1 Rincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik .....                 | 49 |
| Tabel 4.2 Jabatan dan Keahlian .....                                   | 62 |
| Tabel 4.3 Jadwal Kerja Karyawan Shift .....                            | 64 |
| Tabel 4.4 Daftar Gaji Karyawan .....                                   | 64 |
| Tabel 5.1 Unit Pembangkit Listrik.....                                 | 75 |
| Tabel 5.2 Kebutuhan Listrik Utilitas.....                              | 76 |

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 6.1 Indeks Harga pada Tahun 1990 – 2015 .....      | 103 |
| Tabel 6.2 Perkiraan Harga Alat Proses .....              | 106 |
| Tabel 6.3 Perkiraan Harga Alat Utilitas .....            | 107 |
| Tabel 6.4 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> .....         | 108 |
| Tabel 6.5 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i> .....           | 109 |
| Tabel 6.6 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> .....    | 109 |
| Tabel 6.7 <i>Working Capital Investment (WCI)</i> .....  | 109 |
| Tabel 6.8 <i>Dierct Manufacturing Cost (DMC)</i> .....   | 110 |
| Tabel 6.9 <i>Indierct Manufacturing Cost (IMC)</i> ..... | 110 |
| Tabel 6.10 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> .....   | 111 |
| Tabel 6.11 <i>Total Manufacturing Cost (MC)</i> .....    | 111 |
| Tabel 6.12 <i>General Expenses (GE)</i> .....            | 112 |
| Tabel 6.13 <i>Total Production Cost</i> .....            | 112 |
| Tabel 6.14 <i>Annual Regulated Expenses (Ra)</i> .....   | 115 |
| Tabel 6.15 <i>Annual Sales Value (Sa)</i> .....          | 115 |
| Tabel 6.16 Hasil Kelayakan Ekonomi .....                 | 118 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1 Struktur <i>Benzene</i> .....            | 5  |
| Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pendiri Pabrik .....      | 46 |
| Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout) .....   | 53 |
| Gambar 4.3 Tata Letak Alat .....                    | 55 |
| Gambar 4.4 Struktur Organisasi .....                | 58 |
| Gambar 5.1 Diagram alir pengolahan air sungai ..... | 80 |

## DAFTAR GRAFIK

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1.1 Grafik Ketersediaan Bahan Baku .....               | 3   |
| Gambar 6.2 Grafik Hubungan Antar Tahun dan Indeks Harga ..... | 103 |
| Gambar 7.3 <i>Grafik Break even point (BEP)</i> .....         | 117 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran A Perancangan Reaktor Fixed Bed Multitube .....        | 123 |
| Lampiran B <i>Process Engineering Flow Diagram</i> (Pefd) ..... | 149 |
| Lampiran C Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan .....        | 150 |

## DAFTAR LAMBANG NOTASI/SINGKATAN

|               |                                         |
|---------------|-----------------------------------------|
| T             | : Temperature, °C                       |
| D             | : Diameter, m                           |
| $\mu$         | : Viskositas, cP                        |
| $\rho$        | : Densitas, kg/m <sup>3</sup>           |
| A             | : Luas bidang penampang, m <sup>2</sup> |
| LMTD          | : Long mean temperature different, °K   |
| OD            | : Diameter luar tabung, m               |
| ID            | : Diameter dalam tabung, m              |
| BWG           | : Birmingham wire gauge                 |
| $\varepsilon$ | : Effisiensi                            |
| Ro            | : Radius luar, in                       |
| ts            | : Ketebalan dinding, in                 |
| OA            | : Tinggi head, m                        |
| Icr           | : Jari-jari kelengkungan dalam, m       |
| r             | : Jari-jari kelengkungan, m             |
| b             | : kedalaman, m                          |
| sf            | : straight flange, m                    |
| Ht            | : Tinggi reaktor, m                     |
| B             | : Lebar baffle, m                       |
| Di            | : Diameter pengaduk, m                  |
| Dt            | : Diameter reaktor, m                   |

|           |                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------|
| $W$       | : Lebar sudu, m                                       |
| $z$       | : elevasi pengaduk, m                                 |
| $s$       | : Panjang blade dari pusat bantalan, m                |
| $\rho_l$  | : Rapat massa fluida, $\text{kg/m}^3$                 |
| $N_p$     | : Bilangan daya                                       |
| $N$       | : Kecepatan putar, $1/\text{s}$                       |
| $P$       | : Daya penggerak, watt                                |
| $Q_{pp}$  | : Panas yang diserap media pendingin, $\text{kJ/jam}$ |
| $m_{air}$ | : Kecepatan massa air, $\text{kg/jam}$                |
| $Q_t$     | : Beban panas total, $\text{kJ/jam}$                  |
| $q_f$     | : Kecepatan volume fluida, $\text{m}^3/\text{s}$      |

## ABSTRAK

*Isopropil benzene* merupakan cairan tidak berwarna dan mudah terbakar. *Isopropil benzene* memiliki rumus senyawa  $C_9H_{12}$ . *Isopropil benzene* merupakan produk menengah yang memiliki peranan sangat penting dapat menghasilkan banyak produk industri seperti *nylon-6*, *epoxy*, *polycarbonate* dan *solvent*. Pabrik *isopropil benzene* merupakan pabrik yang berisiko tinggi karena tekanan dan suhu operasi tinggi (tekanan 25 atm dan suhu operasi 250 °C). Pabrik *isopropil benzene* dengan kapasitas 85.000 Ton/Tahun direncanakan dibangun di kota Cilegon, Banten dengan luas total 51.928 m<sup>2</sup> untuk memenuhi kebutuhan *isopropil benzene* di Indonesia. Bahan baku yang dibutuhkan adalah *benzene* dan *propilene*. Pegawai sebanyak 150 orang dan pabrik beroperasi selama 24 jam/hari atau selama 330 hari/tahun. Untuk utilitas yang dibutuhkan yaitu air pendingin sebanyak 319752,7661 Kg/Jam, air domestic sebanyak 5438,8343 Kg/Jam serta kebutuhan *steam* sebesar 11267,5498 Kg/Jam. Sedangkan untuk kebutuhan listrik sebesar sebesar 888,9 kW yang didapatkan dari PLN serta cadangan dari generator. Dari analisa kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi yang terdiri dari penanaman modal tetap dan modal kerja untuk total biaya produksi Rp 1.739.542.474.817,08 dan pejualan tahunan sebesar Rp 1.885.000.000.000,0. Keuntungan sebelum pajak Rp 145.457.525.182,92 serta keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 113.456.869.642,68. Untuk hasil *Break Event Point (BEP)* sebesar 53 %, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 44 % dan *Discounted Cash Flow rate of Return (DCFR)* sebesar 18 %. Untuk hasil *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak (*ROIb*) sebesar 56 %. Serta *Return On Investment* sesudah pajak (*ROIa*) sebesar 44%. Untuk hasil *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak (*POTb*) sebesar 1,5 tahun. Untuk *Pay Out Time* setelah pajak (*POTa*) sebesar 1,8 tahun. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari evaluasi ekonomi dapat disimpulkan jika pabrik *isopropyle benzene* dengan kapasitas 85.000 Ton/Tahun layak didirikan.

Kata Kunci : *Isopropyle Benzene*, *Propilene*, *Benzene*.

## ABSTRACT

*Isopropil benzene is a colorless and flammable liquid. Isopropil benzene has the compound formula  $C_9H_{12}$ . Isopropil benzene is an intermediate product that has a very important role in producing many industrial products such as nylon-6, epoxy, polycarbonate and solvents. The isopropil benzene plant is a high-risk plant because of the high operating pressure and temperature (25 atm pressure and 250 oC operating temperature). An isopropil benzene plant with a capacity of 85,000 tons/year is planned to be built in the city of Cilegon, Banten with a total area of 51,928 m<sup>2</sup> to meet the demand for isopropil benzene in Indonesia. The raw materials needed are benzene and propylene. There are 150 employees and the factory operates 24 hours/day or 330 days/year. The utilities needed are 319752.7661 kg/hour of cooling water, 5438.8343 kg/hour of domestic water and 11267.5498 kg/hour of steam. As for the electricity requirement of 888.9 kW which is obtained from PLN and reserves from generators. From the analysis of the feasibility of establishing a factory using economic analysis with total investment capital consisting of fixed investment and working capital for a total Production Cost of IDR 1,739,542,474,817.08 and annual sales of IDR 1,885,000,000,000.0. The profit before tax is IDR 145,457,525,182.92 and the profit after tax is IDR 113,456,869,642.68. The Break Event Point (BEP) is 53%, the Shut Down Point (SDP) is 44% and the Discounted Cash Flow rate of Return (DCFR) is 18%. The Return On Investment (ROI) before tax (ROIb) is 56%. As well as Return On Investment after tax (ROIa) of 44%. For the results of Pay Out Time (POT) before tax (POTb) of 1.5 years. For Pay Out Time after tax (POTa) of 1.8 years. Based on the results obtained from the economic evaluation, it can be concluded that an isopropylene benzene plant with a capacity of 85,000 tons/year is feasible to build.*

**Keywords:** Isopropylene Benzene, Propylene, Benzene.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, perkembangan industri kimia di Indonesia terus meningkat dan kebutuhan bahan baku juga meningkat. Perkembangan pabrik baru di Indonesia akan mampu memenuhi kebutuhan kimia didalam maupun diluar negeri guna mengurangi ketergantungan impor dan mampu bersaing di pasar internasional sebagai investasi masa yang akan datang. Salah satunya adalah pembangunan pabrik *Isopropilbenzene*, penggunaan bahan baku *Isopropilbenzene* pada beberapa industri di Indonesia masih didatangkan dari berbagai negara.

*Isopropilbenzene* memiliki rumus senyawa  $C_9H_{12}$ . Dengan demikian *Isopropilbenzene* juga disebut sebagai *1-methylethylbenzene*, *2-phenylpropane*, *Isopropilbenzene*.  $C_9H_{12}$  ialah senyawa hidrokarbon yang tidak berwarna dan *Isopropilbenzene* ini tidak larut dalam air.  $C_9H_{12}$  adalah senyawa aromatik yang tersubstitusi dalam seri *benzena*, *toluena*, dan *etilbenzena*. *Isopropilbenzene* adalah cairan bening atau tak berwarna yang mudah terbakar. *Isopropilbenzene* memiliki kemurnian yang tinggi biasanya diproduksi dari *propilena* dan *benzene* yang konstituenya kecil dari sebagian besar adalah bensin. Itu termasuk bahan kimia utama yang biasanya digunakan dalam produksi *fenol* di seluruh dunia dan produknya ialah *fenol*. Disisi lain *Isopropilbenzene* merupakan produk menengah yang memiliki peranan sangat penting dapat menghasilkan banyak produk industri seperti *nylon-6*, *epoxy*, *polycarbonate* dan *solvent*. (Kirk-Othmer, 1978)

Prospek industri *Isopropilbenzene* di Indonesia cukup baik untuk dikembangkan disisi lain guna mengatasi keterlibatan impor *Isopropilbenzene* dari luar negeri. Selain itu, pendirian pabrik *Isopropilbenzene* diharapkan dapat membuka lapangan kerja bagi

masyarakat indonesia dan meningkatkan kualitas sumber daya manusia di indonesia.

## 1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam penentuan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam perancangan pabrik. Dengan kapasitas pabrik yang sudah berdiri diharapkan pabrik tidak merugi tetapi untung dan harus memiliki selisih di atas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi. Selain itu, penentuan kapasitas rancangan, mampu memenuhi permintaan dalam negeri.

### 1.2.1 Kapasitas Pabrik *Isopropilbenzene* yang Telah Berdiri

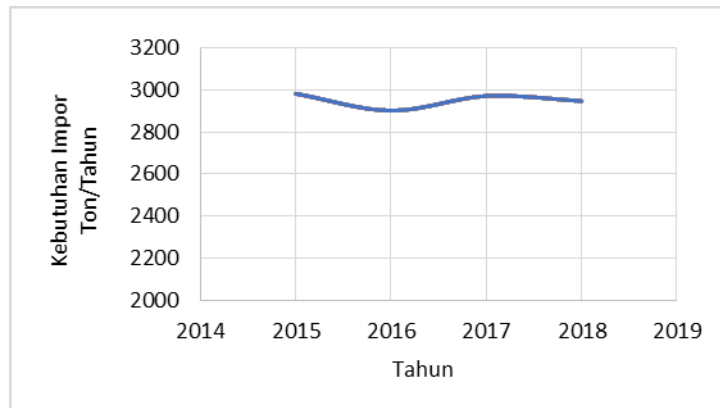
Penentuan kapasitas *Isopropilbenzene* perlu mempertimbangkan dari beberapa pabrik yang telah berdiri. Hal ini diperlukan untuk memberikan rentang kapasitas pabrik yang layak untuk didirikan karena hanya pabrik yang menguntungkan yang akan tetap berdiri.

Tabel 1.1 Produsen *Isopropilbenzene* di Dunia

| Pabrik              | Lokasi                | Kapasitas (ton/tahun) |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dow Chemical        | Midland,A.S           | 5.000                 |
| Shell               | Houston,A.S           | 36.000                |
| Petroleos Mexicanos | Meksiko               | 40.000                |
| Gulf                | Motreal, Kanda        | 60.000                |
| BP. Chemichal       | Grangemounth, Inggris | 95.000                |
| Mitsubishi          | Kashima, Jepang       | 110.000               |
| Phone Progil        | P.du Roussilon        | 130.000               |
| Gulf                | Europort, Belanda     | 150.000               |
| Saras               | Sardinia, Italia      | 180.000               |
| Mitsubishi Chemical | Khasima, Japan        | 210.000               |

( Sumber : Badger Licensing, L, 2011 )

Berdasarkan data tabel 1.1 dapat diketahui bahwa pabrik *Isopropilbenzene* akan beroperasi dengan baik dan menguntungkan pada rentang kapasitas 5.000 – 210.000 ton/tahun.



Gambar 1.1 Grafik Ketersediaan Bahan Baku

### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Dalam menentukan kapasitas pabrik *Isopropilbenzene* ialah ketersediaan bahan baku. Bahan baku untuk *Isopropilbenzene*, *propilen* dan *benzene*, sudah tersedia di dalam negeri, oleh karena itu, tidak perlu bergantung pada negara lain. Bahan baku *propilen* dengan produksi sebesar 490.000 ton pertahun dan *Benzene* dengan produksi sebesar 200.000 ton pertahun dapat diperoleh di PT. Candra Asri. Dengan demikian, bahan bakunya cukup dan mudah didapatkan.

### 1.2.3 Kebutuhan *isopropil benzene* di Indonesia

Kebutuhan *isopropil benzene* di indonesia mengalami peningkatan hampir tiap tahun. Sehingga kita perlu mendirikan pabrik *isopropil benzene* di indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Menurut data impor UN data dari tahun 2015 – 2018 kebutuhan *isopropil benzene* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.2 Data impor *Isopropil benzene* di Indonesia  
(BPS 2015 – 2018 )

| Tahun | Impor    |
|-------|----------|
| 2018  | 2946,945 |
| 2017  | 2970,801 |
| 2016  | 2901,318 |
| 2015  | 2981,695 |

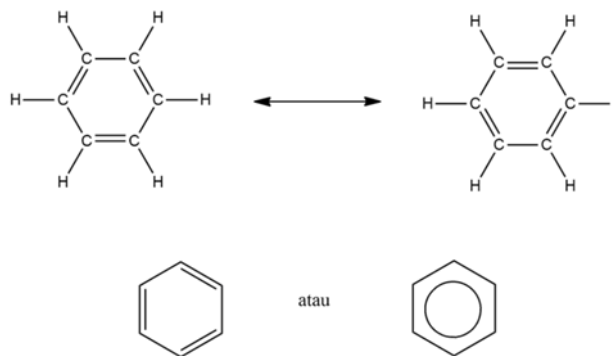
Dari tabel 1.2 di atas dapat diprediksi produksi *Isopropilbenzene* untuk 5 tahun kedepan dengan cara mengambil rerata dari tahun 2015 – 2018 data itu relatif konstan di angka 2.900,19 ton/tahun.

Berdasarkan pertimbangan hasil peluang dan data penghasil *Isopropilbenzene* di dunia, maka kapasitas pabrik *Isopropilbenzene* yang akan didirikan pada tahun 2027 adalah 85.000 ton/tahun.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1 *Benzene*

*Benzene* adalah hidrokarbon aromatik rantai terbuka yang tidak berwarna, tidak jenuh. *Benzene* terdiri dari enam karbon yang membentuk cincin, dengan satu atom hidrogen terikat pada setiap atom karbon. *Benzene* adalah cairan yang sangat mudah terbakar dengan titik didih rendah dan tekanan uap tinggi, menghasilkan uap tiga kali lebih berat daripada udara. Nama lain untuk *benzene* adalah *benzol*, *cyclohexatrene*, *phenyl hydride*, atau *coal naptha*. *Benzene* juga digunakan sebagai bahan baku untuk produksi plastik, bahan peledak, tinta cetak, pewarna, pewarna karet, neoprene, nilon, dan deterjen. (C.Morresi, 1979)



Gambar 1.1 Struktur *Benzene*

### 1.3.2 *Propilene*

*Propilene* adalah gas yang tidak berwarna, sedikit manis, mudah terbakar dengan bau khas hidrokarbon brominasi. Aktif secara kimia dan membentuk campuran yang mudah meledak dengan air. *Propilen* juga dikenal sebagai propena atau metilen ialah senyawa organik tak jenuh yang memiliki rumus molekul  $C_3H_6$  dan memiliki ikatan rangkap.

### 1.3.3 *Isopropil Benzene*

*Isopropil benzene* juga dikenal sebagai *cumene* ialah senyawa organik berdasarkan hidrokarbon aromatik dan dibuat dari *propilene* dan *benzene* menggunakan asam sulfat sebagai katalis. *Isopropil benzene* merupakan cairan tidak berwarna dan mudah terbakar dengan titik didih  $152\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 1.3.4 Macam – macam proses pembuatan *isopropil benzene*

*Isopropil benzene* dibuat dengan mereaksikan *benzene* dan *propilen* di fase cair. Ada beberapa macam proses yang dapat digunakan untuk membuat *isopropil benzene* yaitu :

#### a. Proses *Mobil/Badger*

Pada metode ini reaksi katalitik fase cair menggunakan katalis *zeolit* serta menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi, *yield* tinggi dengan biaya operasi yang rendah.

b. Proses *Aluminium Chloride*

Pada proses ini, reaksi pembentukan *isopropil benzene* dari *benzene* dan *propylene* terjadi dalam fase cair dengan menggunakan katalis *aluminium klorida*. Katalis ini membutuhkan *HCl anhydrous* untuk regenerasi. Limbah yang dihasilkan bersifat korosif jadi dibutuhkan pengolahan yang cukup mahal. Adapun kelebihan dari proses ini adalah prosesnya berlangsung pada tekanan atmosferik, dan kekurangan dari proses ini adalah perlunya peralatan anti korosi (Gimpel, et al. 1999).

c. Proses *Phosporic Acid Catalic*

Dalam proses ini digunakan katalis asam *fosfat* padat *kiseguhr*. Reaksi terjadi dalam fase gas dengan tekanan sekitar 25 – 35 atm dan suhu sekitar 300 – 400 °C pada reaktor *fixed bed*. *Fixed bed* digunakan dengan kondisi operasi pada tekanan 35 atm dan temperatur 260 °C.

Di antara beberapa proses di atas untuk produksi *isopropil benzene*, proses katalis asam *fosfat* adalah proses yang paling banyak digunakan dalam industri. Proses ini sangat efisien karena biaya dan ketersediaan proses yang relatif rendah, dan limbah yang dihasilkan dapat dengan mudah diolah.

Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan *Isopropil benzene*

| Parameter    | Proses                    |                                   |                              |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|              | Mobil/Badger              | Aluminium Chloride                | Phosporic Acid Catalic       |
| Bahan Baku   | <i>Benzene + Propilen</i> | <i>Benzene + Propilen</i>         | <i>Benzene + Propilen</i>    |
| Katalis      | <i>Zeolit</i>             | <i>Aluminium Chloride</i>         | <i>Asam phospat Kiseguhr</i> |
| Kelebihan    | Katalis murah             | Proses terjadi tekanan atmosferis | Kemurnian dan konversitinggi |
| Limbah       | -                         | Korosif                           | Mudah diolah                 |
| Konversi     | 85 – 90 %                 | 98 – 99 %                         | 95 %                         |
| Yield        | 99,5 %                    | 83 %                              | 87 – 92 %                    |
| Tekanan      | 8 – 28 atm                | 19,7 atm / 20 atm                 | 25 – 30 atm                  |
| Suhu Operasi | 350 – 400 °C              | 400 °C                            | 300 – 400 °C                 |

Dalam pemilihan metode untuk memproduksi *isopropil benzene*, metode yang paling menguntungkan ialah metode *phosporic acid catalic*. Disini proses *phosporic acid catalic* memiliki beberapa keunggulan yaitu seperti kemurnian produk yang tinggi dan limbah yang mudah diolah. Proses ini juga proses yang paling banyak digunakan dalam industri.

## 1.4 Tinjauan Kinetika atau Termodinamika

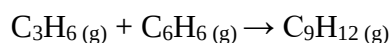
### 1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika memiliki manfaat untuk mengetahui sifat reaksi suatu zat bersifat endotermis atau eksotermis dan untuk mengetahui arah reaksi *reversible* atau *irreversible*.

#### Panas Pembentukan Standar ( $\Delta H_f^\circ$ )

Pengujian termodinamika bertujuan untuk mengetahui sifat reaksi (*endoterm/eksotermis*) dan reaksi berlangsung secara

spontan atau tidak spontan, serta arah reaksi (*reversible/irreversible*). Penentuan reaksi *eksotermis* atau *endotermik* dapat ditentukan dengan menghitung kalor pembentukan standar  $\Delta H_f^\circ$ .



Tabel 1.4 Harga  $\Delta H_f^\circ$  Masing – Masing Komponen

| No. | Komponen                  | Harga $\Delta H_f^\circ$ (Kj/mol) |
|-----|---------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | $\text{C}_3\text{H}_6$    | 3003                              |
| 2.  | $\text{C}_6\text{H}_6$    | 9866                              |
| 3.  | $\text{C}_9\text{H}_{12}$ | 7326                              |

Sumber: (Yaws,1999)

Maka,

$$\begin{aligned}
 \Delta H^\circ_{(298\text{ K})} &= \sum \Delta H_f^\circ \text{ Produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ Reaktan} \\
 &= (\sum \Delta H_f^\circ \text{ C}_9\text{H}_{12}) - (\sum \Delta H_f^\circ \text{ C}_3\text{H}_6 + \sum \Delta H_f^\circ \text{ C}_6\text{H}_6) \\
 &= 7326 - (3003 + 9866) \\
 &= -5543 \text{ kJ/mol} \\
 &= -5543 \times 10^3 \text{ J/mol}
 \end{aligned}$$

Karena harga  $\Delta H_r^\circ$  bernilai negatif, maka reaksi bersifat *eksotermis*.

### Energi Bebas Gibbs ( $\Delta G_f^\circ$ )

Energi *gibbs*  $\Delta G_f^\circ$  digunakan untuk menentukan arah reaksi kimia, apakah spontan atau tidak.  $\Delta G_f^\circ$  bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga membutuhkan tambahan energi yang besar dari luar. Sedangkan nilai positif  $\Delta G_f^\circ$  menunjukkan bahwa reaksi dapat berlangsung spontan dan membutuhkan sedikit energi.

Tabel 1.5 Harga  $\Delta G_f^\circ$  Masing – Masing Komponen

| No. | Komponen    | Harga $\Delta G_f^\circ$ (Kj/mol) |
|-----|-------------|-----------------------------------|
| 1.  | $C_3H_6$    | 62,72                             |
| 2.  | $C_6H_6$    | 129,66                            |
| 3.  | $C_9H_{12}$ | 136,98                            |

Sumber: (Yaws,1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta G^\circ_{(298\text{ K})} &= \sum \Delta G_f^\circ \text{ Produk} - \sum \Delta G_f^\circ \text{ Reaktan} \\
 &= (\sum \Delta G_f^\circ C_9H_{12}) - (\sum \Delta G_f^\circ C_3H_6 + \sum \Delta G_f^\circ C_6H_6) \\
 &= 136,98 - (62,72 + 129,66) \\
 &= -55,4 \text{ Kj/mol}
 \end{aligned}$$

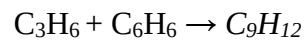
Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa perubahan energi bebas penguraian pada keadaan standar adalah -55,4 kJ/mol.

Karena harga  $\Delta G_f^\circ$  298 K negatif, maka reaksi dapat bereaksi secara spontan. Harga konstanta kesetimbangan pada keadaan standar,

$$\begin{aligned}
 \Delta G^\circ_{(298\text{ K})} &= -R T \ln K_{(298\text{ K})} \\
 -55,4 \text{ Kj/mol} &= -8,314 \times 10^{-3} \text{ Kj/mol.K} \times 298 \text{ K} \times \ln K_{(298\text{ K})} \\
 K_{(298\text{ K})} &= \exp \left( \frac{55,4}{8,314 \times 10^{-3} \times 298} \right) \\
 &= \exp 1,986 \\
 &= 5,4
 \end{aligned}$$

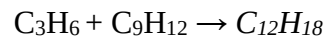
Nilai konstanta kesetimbangan relatif besar karena nilai  $K > 1$  < 0, sehingga reaksinya dianggap berjalan searah atau *irreversible*.

## 1.5 Tinjauan Kinetika



$$r_1 = k_1 C_p C_b \text{ mol/g cat sec}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= 3,5 \times 10^4 \exp\left(\frac{-24,9 \text{ kal/mol}}{RT}\right) \\ &= 3,5 \times 10^4 \exp\left(\frac{-24,9}{1,987 \text{ kal/molK} \times 533}\right) \\ &= 34186,707 \text{ L/mol.s} \end{aligned}$$



$$r_2 = k_2 C_a C_c \text{ mol/g cat sec}$$

$$\begin{aligned} k_2 &= 2,9 \times 10^6 \exp\left(\frac{-35,08}{RT}\right) \\ &= 2,9 \times 10^6 \exp\left(\frac{-35,08}{1,987 \times 533}\right) \\ &= 2805515,7 \text{ L/mol.s} \end{aligned}$$

*(Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, 4 Edition)*

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Tabel 2.1 Spesifikasi Produk

| Parameter                  | Produk                                             |                                                    | Bahan Baku                      |                               | Bahan Pembantu                |                               |
|----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Senyawa                    | <i>Isopropil benzene</i>                           | <i>Diisopropil benzene</i>                         | <i>Benzene</i>                  | <i>Propilen</i>               | Toluene                       | <i>Propane</i>                |
| Rumus molekul              | C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>                     | C <sub>12</sub> H <sub>18</sub>                    | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> |
| Wujud                      | Cair bening dan tidak berwarna (pada 25 °C, 1 atm) | Cair bening dan tidak berwarna (pada 25 °C, 1 atm) | Cair Bening (pada 30 °C, 1 atm) | Gas (pada 30 °C, 1 atm)       |                               |                               |
| Berat molekul (kg/kmol)    | 120,19                                             | 162,276                                            | 78,114                          | 42,08                         | 92,141                        | 44,097                        |
| Titik didih (°C)           | 152,4                                              | 204                                                | 80,24                           | -47,68                        | 110,6                         | -42,1                         |
| Titik lebur (°C)           | -96                                                | -57                                                | 5,5                             | -185                          |                               | -187,6                        |
| Massa jenis (g/mL)         |                                                    |                                                    | 0,88                            |                               |                               |                               |
| Viskositas (cP)            | 0,777 (21°C)                                       | 1,7294 (25 °C)                                     | 0,65                            |                               | 0,590 (25 °C)                 |                               |
| Kelarutan dalam air (mg/L) | 50 (25 °C)                                         | 8,1227 (25 °C)                                     | 1755                            |                               | 542,4 (25 °C)                 |                               |
| Kemurnian (%)              | 99,9                                               |                                                    | 99,9                            | 99,4                          |                               |                               |
| Impuritis (%)              |                                                    |                                                    |                                 |                               | 0,1                           | 0,6                           |
| Densitas (g/mL)            | 0,860 (cair pada 25°C)                             | 0,852 (pada 25°C)                                  | 0,873 (cair pada 25°C)          | 0,504 (cair pada 25°C)        | 0,865 (pada 25 °C)            | 0,493 (cair pada 25°C)        |

## **2.2 Pengendalian Kualitas**

Di abad ke-20 dimana pasar penjualan mulai bergerak ke pasar pembeli, peran kualitas nampak semakin penting untuk memenangkan persaingan, sedangkan di abad ke-21 mendatang yang dapat dikatakan sebagai era globalisasi yang sesungguhnya. Seperti diketahui bahwa pasar global tidak hanya menghasilkan persaingan yang lebih ketat tetapi juga tidak lebih berpola pada kompleks yang diwarnai oleh perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat global sebagai suatu pasar persaingan yang sempurna.

Pengendalian kualitas adalah suatu sistem dan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin suatu tingkat dan standar kualitas tertentu sesuai dengan spesifikasi yang terencana mulai dari kualitas bahan, kualitas proses produksi, kualitas pengolahan barang setengah jadi sampai barang jadi sampai standar pengiriman ke konsumen agar produk yang dihasilkan menjadi efektif dari efisien.

### **2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Sebelum dilakukan proses produksi, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang ditujukan untuk mengetahui sejauh mana kualitas yang dihasilkan bahan baku yang nantinya akan digunakan untuk membuat produk yang diinginkan dan apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses.

### **2.2.2 Pengendalian kualitas proses Produksi**

Pengendalian proses produksi pabrik terdiri dari pengendalian terhadap *flow rate* dari aliran masuk maupun keluar alat dan pengendalian terhadap kondisi operasi dari alat-alat dengan memanfaatkan *system control*. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* dengan memanfaatkan sinyal dari indikator kemudian

diteruskan ke alat kontrol. Beberapa alat kontrol yang digunakan yaitu :

a. *Level Controller*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki yang berfungsi sebagai pengendali volume cairan tangki/vessel. Jika belum sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan atau di set, maka akan menimbulkan isyarat atau tanda berupa lampu yang menyala dan bunyi alarm. Informasi terkait nilai yang ditunjukkan ini akan diteruskan ke alat *Flow rate Controller* untuk ditindak lebih lanjut.

b. *Flow rate Controller*

Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur besarnya aliran dalam pipa, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses dengan cara menyesuaikan bukan *valve* agar sesuai dengan *set point* yang sudah ditentukan.

c. *Temperature Controller*

Alat ini mempunyai set point atau batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu actual dalam alat yang di ukur melebihi atau kurang dari *set point*-nya maka informasi terkait nilai yang didapatkan ini akan diteruskan ke alat *Flow rate Controller* untuk aliran *steam* maupun *cooling water* dari *Heat Exchanger* untuk kemudian ditindak lebih lanjut.

d. *Weight Controller*

Alat ini mempunyai set point atau nilai berat yang sudah ditetapkan berdasarkan batas maksimum kemampuan dari alat penampung. *Weight Controller* bertugas menunjukan nilai berat bahan dalam alat penampung, informasi terkait nilai yang ditunjukkan ini akan diteruskan ke alat *Flow Rate Controller* untuk lebih lanjut.

### 2.2.3 Pengendalian Kualitas Produk

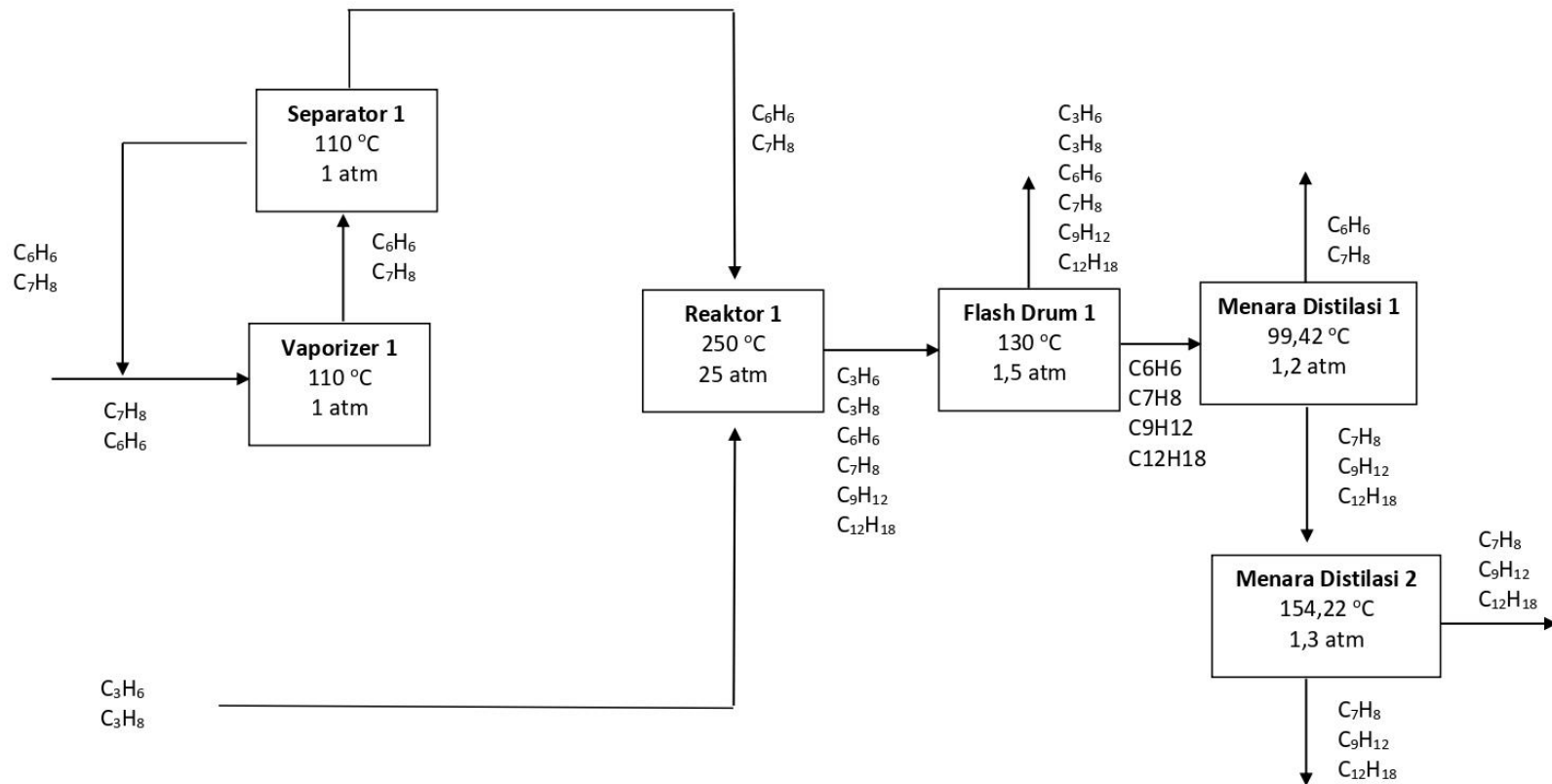
Dalam tahap ini bertujuan untuk mengetahui kualitas produk standar yang dihasilkan. Maka, perlu adanya pengecekan seperti layak atau tidaknya produk tersebut dari variabel – variabel proses yang ada melalui *system control* agar tetap sesuai dengan *set point* yang sudah ditetapkan sebelumnya sehingga mendapatkan produk yang berkualitas, sesuai standar pabrik serta dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai standar atau belum, maka dilakukan uji spesifikasi bahan baku, kemurnian produk dan komposisi komponen produk di laboratorium. Ada tiga tahap pemantapan mutu yang dilakukan, yaitu tahap pra analitik, tahap analitik dan tahap pasca analitik. Setiap tahap menjadi prasyarat bagi tahap selanjutnya, sehingga penting untuk memperhatikan setiap tahap tersebut. Tingkat kesalahan yang sering terjadi pada tahap pra analitik adalah yang terbesar (60% - 70%), tahap analitik (10% - 15%), dan tahap pasca analitik (15% - 20%). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi mutu pemeriksaan laboratorium, yaitu variasi analitik (peralatan, metode, bahan pemeriksaan dan reagen), dan variasi non analitik (pra analitik, analitik dan pasca analitik) (Maria T.S, 2018).

## BAB III

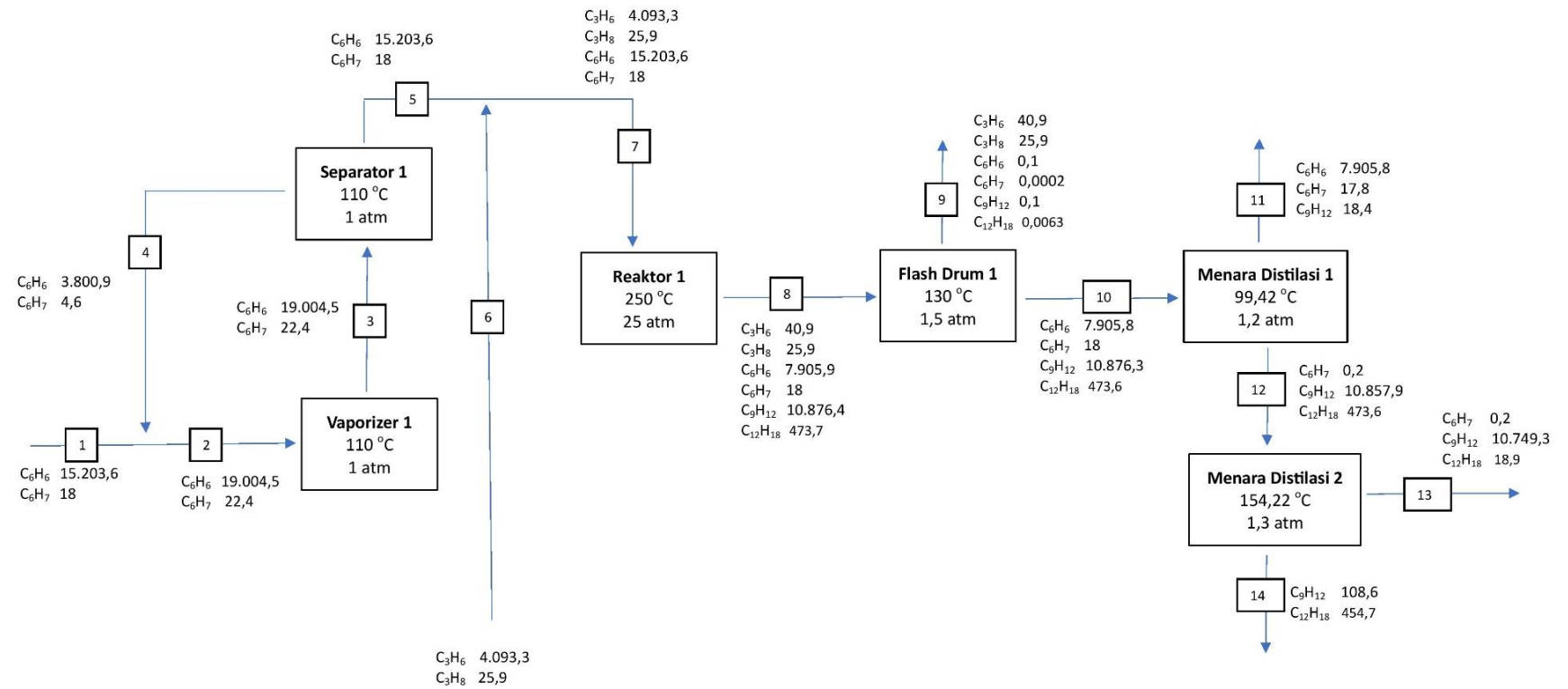
### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material

##### 3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



### 3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



### 3.2 Uraian Proses

Proses pembuatan *isopropil benzene* dengan bahan baku *propilen* dan *benzene* dapat dibagi menjadi 4 tahap, yaitu :

#### 1. Tahap Penyimpanan/storage Bahan Baku

*Benzene* (fase cair) disimpan dalam tangki (T-01) pada kondisi suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Sedangkan *propilene* dalam bentuk fase gas, disimpan dalam tangki bola (T-02) pada suhu 30 °C dan tekanan 25 atm.

#### 2. Tahap Preparasi Bahan Baku

Pada proses ini bahan baku diubah secara fisik sesuai dengan kondisi reaktor (R-01). *Benzene* dari tangki (T-01) yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 30 °C, dialirkan ke *vaporizer* (V-01) menggunakan pompa (P-01) sehingga keluaran dari *vaporizer* (V-01) diperoleh *benzene* dengan kondisi uap pada suhu 80 °C. proses selanjutnya *benzene* dialirkan ke *separator* (SP-01) untuk dipisahkan antara uap – cair keluaran dari *vaporizer* (V-01) yang masih cair akan di *recycle* kembali ke *vaporizer* (V-01) dan *benzene* fase uap akan dialirkan ke *heater* (H-01) untuk dipanaskan dengan bantuan blower (BL-01) untuk menaikkan tekanan *benzene* menggunakan kompresor agar sesuai dengan yang dibutuhkan didalam *reactor* pada kondisi suhu 250 °C dan tekanan 25 atm.

Sedangkan umpan *propilene* dari tangki bola (T-02) (fase gas) pada kondisi suhu 30 °C dan tekanan 25 atm. Dialirkan ke *heater* (H-02).

#### 3. Tahap Reaksi

Masing-masing uap *benzene* dan *propilene* bertemu di *Mixing Point* pada kondisi suhu 250 °C dan tekanan 25 atm, kemudian langsung diumpankan ke *reactor* (R-01) dicampurkan satu sama lain. Reaksi pembentukan *isopropil benzene* dilakukan dalam *reactor fixed bed multitube* (R-01) yang didalam pipa-pipanya diisi katalisator *asam phosphate kieselguhr*. Reaksi berlangsung pada tekanan 250 °C dan tekanan 25 atm.

Reaksi *benzene* dengan *propilen* membentuk *isopropil benzene* berlangsung secara eksotermis. Untuk tujuan pendingin dengan menyerap panas hasil reaksi digunakan air bertekanan yang disirkulasi pada bagian shell *reactor* sehingga memberikan transfer panas yang baik. Selanjutnya campuran gas tersebut diturunkan tekanannya menggunakan turbin dari 25 atm menjadi 1 atm. Setelah diturunkan tekannya, campuran gas tersebut diumpankan ke *cooler* (C-01) untuk diturunkan suhunya dari 250 °C menjadi 130 °C selanjutnya diumpankan ke *condenser* (CD-01) untuk mengembunkan fluida.

#### 4. Tahap Separasi dan Purifikasi Produk

Tahap ini merupakan tahap pemisahan dan pemurnian dari produk hasil reaksi agar diperoleh kemurnian yang sesuai dengan spesifikasi pasar. Produk hasil reaktor diumpankan ke *separator* (SP-02) memisahkan sebagian besar gas *propilen* ( $C_3H_6$ ) dan *propane* ( $C_3H_8$ ) yang keluar akan dibakar (*flare*). Selanjutnya campuran gas ini akan keluar bagian atas, sedangkan campuran yang berupa cairan keluar sebagai produk bagian bawah.

Produk bawah yang ada dalam kondisi cair dialirkan ke *cooler* untuk didinginkan terlebih dahulu agar kondisi operasi sesuai dengan tekanan 1 dan suhu 99 °C. Selanjutnya umpan dialirkan ke menara distilasi (MD-01) pada kondisi operasi umpan suhu 99 °C dan tekanan 1. Hasil atas kolom distilasi mengandung *benzene* ( $C_6H_6$ ), toluene ( $C_7H_8$ ). Hasil atas tersebut dikondensasikan dengan *condenser* (CD-02) untuk menghasilkan kondensat *benzene* dengan tekanan 11 atm dan suhu 81 °C yang ditampung dalam akumulator (ACC-01). Sebagian kondensat di *refluks* dan sisanya di *recycle* dengan bantuan pompa (P-06). Dan sisa *benzene* dan *toluene* akan di simpam di UPL. Hasil bawah kolom distilasi *benzene* (MD-01) sebagian diuapkan dalam *reboiler* (RB-01) dan dikembalikan lagi ke dalam kolom distilasi. Cairan yang keluar dari bagian bawah kolom distilasi berada pada keadaan cair jenuh dengan tekanan 12 atm dan suhu 154 °C.

Selanjutnya hasil bawah kolom distilasi *benzene* (MD-01) dialirkan oleh pompa (P-09) dalam kondisi cair jenuh sebagian umpa ke kolom distilasi *isopropil benzene* (MD-02). Hasil atas kolom distilasi *isopropil benzene* (MD-02) kondisi uap jenuh yang mengandung *isopropil benzene* 99%. Hasil atas tersebut dikondensasikan dalam *condenser* (CD-03) menghasilkan kondensat isopropyl bnzene dengan tekanan 14 atm dan suhu 153 °C yang ditampung di akumulator (ACC-02). Sebagian kondensat di *refluks* dan sisanya dialirkan menuju tangki penyimpanan (T-03) dengan bantuan pompa (P-15) kemudian *isopropil benzene* yang keluar didinginkan terlebih dahulu hingga suhu 30 °C menggunakan *cooler* (C-04) dan disimpan dalam tangki (T-03) pada tekanan 1 atm dan suhu kamar.

Hasil bawah kolom distilasi *isopropil benzene* (MD-02) sebagian besar beupa di *isopropil benzene* (DIPB). Sebagian hasil bawah tersebut diuapkan dalam *reboiler* (RB-02) dan dikembalikan lagi ke dalam kolom. Cairan yang keluar dari bagian bawah kolom dengan tekanan 13 atm dan suhu 186 °C, dialirkan menuju UPL dengan bantuan pompa (P-11) kemudian didinginkan hingga suhu 30 °C dengan *cooler* (C-03) dan disimpan didalam UPL.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Spesifikasi Reaktor 1

Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor

|                          |                                                                                                                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode                     | R-01                                                                                                                                                     |
| Fungsi                   | Untuk mereaksikan bahan baku <i>benzene</i> dan propylene dengan katalis <i>Asam Phospat Kiseguhr</i> untuk menghasilkan produk <i>isopropylebenzene</i> |
| Jenis                    | <i>Fixed bed Multitube Reactor</i>                                                                                                                       |
| Harga                    | Rp 369.653.115,31                                                                                                                                        |
| Katalis                  |                                                                                                                                                          |
| Jenis katalis            | H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                                                                                                                           |
| Bentuk Katalis           | Padatan                                                                                                                                                  |
| Diameter Katalis         | 0,03 m                                                                                                                                                   |
| Porositas Katalis        | 0,5                                                                                                                                                      |
| Kondisi Operasi          |                                                                                                                                                          |
| Suhu                     | 250 °C                                                                                                                                                   |
| Tekanan                  | 25 atm                                                                                                                                                   |
| Kondisi Operasi          | Eksotermis                                                                                                                                               |
| <i>Mechanical Design</i> |                                                                                                                                                          |
| <i>Tube</i>              |                                                                                                                                                          |
| Jumlah                   | 798 buah                                                                                                                                                 |
| Panjang                  | 216,54 in                                                                                                                                                |
| Diameter (ID)            | 7,98 in                                                                                                                                                  |
| Material                 | <i>Stainless Steel</i>                                                                                                                                   |
| <i>Shell</i>             |                                                                                                                                                          |
| Diameter                 | 2,1715 m                                                                                                                                                 |

Tabel 3.1 ..... (Lanjutan)

|                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| Tebal <i>Shell</i>      | 0,5 in                        |
| Material                | <i>Stainless Steel</i>        |
| Bentuk head             | <i>Elliptical Dished Head</i> |
| Tebal Head              | 1,75 in                       |
| Tinggi Head             | 0,59 m                        |
| Tinggi Reaktor          | 6,69 m                        |
| Jenis pemanas/pendingin | <i>Dowtherem A</i>            |

### 3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah

#### 3.3.2.1 Separator

Tabel 3.2 Spesifikasi *Separator*

|                    |                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode               | SP-01                                                                                                                                                                                                              |
| Fungsi             | Memisahkan campuran <i>benzene</i> dan <i>toluene</i> fasa uap dan cair ( 80% <i>benzene</i> dan <i>toluene</i> dilanjutkan menuju <i>heater</i> dan 20 %sisanya <i>direcycle</i> kembali menuju arus input V-01 ) |
| Jenis              | <i>Silinder vertical</i> dengan tutup dan dasar <i>Ellipsoidal</i>                                                                                                                                                 |
| Material           | <i>Carbon stell SA-283 C</i>                                                                                                                                                                                       |
| Kondisi Operasi    | T = 80 °C dan P = 1 atm                                                                                                                                                                                            |
| Spesifikasi        |                                                                                                                                                                                                                    |
| Diameter           | 1,22 m                                                                                                                                                                                                             |
| Tebal <i>Shell</i> | 0,0048 m                                                                                                                                                                                                           |
| Tebal Head         | 0,26 m                                                                                                                                                                                                             |
| Tinggi Head        | 0,0048 m                                                                                                                                                                                                           |
| Tinggi Total       | 3,99 m                                                                                                                                                                                                             |
| Harga              | Rp 247.027.803,02                                                                                                                                                                                                  |

### 3.3.2.2 Vaporizer

Tabel 3.3 Spesifikasi Vaporizer

|                            |                                                             |       |                      |       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|----------------------|-------|
| Kode                       | V-01                                                        |       |                      |       |
| Fungsi                     | Memanaskan dan menguapkan <i>benzene</i> dan <i>toluene</i> |       |                      |       |
| Jenis                      | <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>                        |       |                      |       |
| Material                   | <i>Carbon stell SA-283 Grade C</i>                          |       |                      |       |
| Harga                      | Rp 252.359.338,34                                           |       |                      |       |
| Flow Area                  | 0,26 in <sup>2</sup>                                        |       |                      |       |
| <i>Mechanical Design</i>   |                                                             |       |                      |       |
| Luas Transfer Panas        | 435,409 ft <sup>2</sup>                                     |       |                      |       |
| Panjang <i>Tube</i>        | 12 ft                                                       |       |                      |       |
| ID                         | 0,022 m                                                     |       |                      |       |
| OD                         | 0,025 m                                                     |       |                      |       |
| ΔPt                        | 0,97 psi                                                    |       |                      |       |
| Jumlah <i>Tube</i>         | 163 buah                                                    |       |                      |       |
| Kebutuhan <i>Steam</i>     | 2.298,1326 kg/jam                                           |       |                      |       |
| <i>Operating condition</i> |                                                             |       |                      |       |
| Tipe Fluida                | Cold fluid                                                  |       | Hot fluid            |       |
| Fluida                     | Produk                                                      |       | <i>Steam</i>         |       |
| Flow Area                  | 0,1 ft <sup>2</sup>                                         |       | 0,15 ft <sup>2</sup> |       |
|                            | In                                                          | Out   | In                   | Out   |
| Suhu                       | 30 °C                                                       | 80 °C | 150 °C               | 100°C |

### 3.3.2.3 Menara Distilasi

Tabel 3.4 Spesifikasi Menara *Distilasi*

| Kode                     | MD-01                                                                                              | MD-02                                                                             |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi                   | Memisahkan <i>benzena</i> , <i>toluene</i> , <i>isopropylbenzene</i> dan <i>diisopropylbenzene</i> | Memisahkan <i>toluene</i> , <i>isopropylbenzene</i> dan <i>diisopropylbenzene</i> |
| Jenis                    | Menara <i>plate</i> dengan <i>sieve tray</i>                                                       | Menara <i>plate</i> dengan <i>sieve tray</i>                                      |
| Material                 | <i>Carbon steel</i> SA 283 grade C                                                                 | <i>Carbon steel</i> SA 283 grade C                                                |
| Harga                    | Rp 917.024.074,52                                                                                  | Rp 917.024.074,52                                                                 |
| Kondisi Operasi          |                                                                                                    |                                                                                   |
| Umpan                    | T = 99,42 °C<br>P = 1 atm                                                                          | T = 154,22 °C<br>P = 1 atm                                                        |
| Distilat                 | T = 80,77 °C<br>P = 0,95 atm                                                                       | T = 153 °C<br>P = 0,96 atm                                                        |
| Bottom                   | T = 154,22 °C<br>P = 3,69 atm                                                                      | T = 186 °C<br>P = 2,53 atm                                                        |
| <i>Mechanical Design</i> |                                                                                                    |                                                                                   |
| <i>Shell</i>             |                                                                                                    |                                                                                   |
| Diameter                 |                                                                                                    |                                                                                   |
| Atas                     | 3,5052 m                                                                                           | 3,5052 m                                                                          |
| Bawah                    | 3,5052 m                                                                                           | 3,5052 m                                                                          |
| Tinggi <i>Shell</i>      | 13,6204 m                                                                                          | 12,4632 m                                                                         |
| Tinggi Menara            | 13,9417 m                                                                                          | 12,7594 m                                                                         |
| Tebal <i>Shell</i>       |                                                                                                    |                                                                                   |
| Atas                     | 0,0048 m                                                                                           | 0,0048 m                                                                          |
| Bawah                    | 0,0111 m                                                                                           | 0,0111 m                                                                          |
| Material                 | <i>Carbon steel</i> SA 283 grade C                                                                 | <i>Carbon steel</i> SA 283 grade C                                                |
| <i>Head</i>              |                                                                                                    |                                                                                   |

Tabel 3.4 ..... (Lanjutan)

|                  |                                    |                                    |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Jenis            | <i>Torispherical dishedhead</i>    | <i>Torispherical dished head</i>   |
| Tebal            |                                    |                                    |
| Atas             | 0,2500 in                          | 0,2500 in                          |
| Bawah            | 0,7500 in                          | 0,7500 in                          |
| Tinggi           |                                    |                                    |
| Atas             | 12,6486 in                         | 11,6627 in                         |
| Bawah            | 14,1526 in                         | 13,1668 in                         |
| Material         | <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> | <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |
| Tray             |                                    |                                    |
| a. Jenis Tray    | <i>Sieve tray</i>                  | <i>Sieve tray</i>                  |
| b. Feed Plate    | 4                                  | 10                                 |
| c. Jumlah Plate  | 21                                 | 20                                 |
| d. Plate spacing | 0,3 m                              | 0,3 m                              |
| e. Material      | <i>Carbon steel SA 283grade C</i>  | <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |

### 3.3.2.4 Flash Drum

Tabel 3.5 Spesifikasi *Flash Drum*

|           |                                                                                                                                                             |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode      | FD-01                                                                                                                                                       |
| Fungsi    | Memisahkan $C_6H_6$ , $C_7H_8$ , $C_9H_{12}$ dan $C_{18}H_{12}$ dengan $C_3H_6$ , $C_3H_8$ fasa gas hasil keluaran R-01 dengan terjadinya penurunan tekanan |
| Tipe      | <i>Vertical Flash Drum</i> dengan tutup dan dasar <i>Torispherical</i>                                                                                      |
| Harga     | Rp 749.969.301,25                                                                                                                                           |
| Jumlah FD | 1 Unit                                                                                                                                                      |

Tabel 3.5 ..... (Lanjutan)

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Kondisi Operasi          | P = 1 atm dan T = 130 °C |
| <i>Mechanical Design</i> |                          |
| Tebal <i>Shell</i>       | 0,25 in                  |
| Tinggi Head              | 11,3872 in               |
| Tebal Head               | 0,3125 in                |
| Tinggi Total             | 3,1622 m                 |

### 3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

#### 3.3.3.1 Tangki *Benzene* (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Tabel 3.6 Spesifikasi Tangki *Benzene*

|                      |                                                                                                                  |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode                 | T-01                                                                                                             |
| Fungsi               | Menyimpan kebutuhan bahan baku <i>benzene</i> (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm |
| Fasa bahan baku      | Cair                                                                                                             |
| Bahan                | <i>Carbon steel</i> SA-283 Grade C                                                                               |
| Jumlah Tangki        | 1                                                                                                                |
| Kondisi Operasi      | P = 1 atm dan T = 30 °C                                                                                          |
| Harga                | Rp 329.311.164,74                                                                                                |
| <i>Spesifikasi</i>   |                                                                                                                  |
| Diameter             | 21,336 m                                                                                                         |
| Tinggi               | 9,1440 m                                                                                                         |
| Volume               | 2766,9406 m <sup>3</sup>                                                                                         |
| Jumlah <i>Course</i> | 5 buah                                                                                                           |
| <i>Course 1</i>      | 0,75 in                                                                                                          |
| <i>Course 2</i>      | 0,625 in                                                                                                         |
| <i>Course 3</i>      | 0,5 in                                                                                                           |
| <i>Course 4</i>      | 0,375 in                                                                                                         |
| <i>Course 5</i>      | 0,25 in                                                                                                          |
| Jenis Head           | <i>Torispherical</i>                                                                                             |
| Tebal Head Standar   | 1 in                                                                                                             |
| Tinggi Total tangki  | 12,88 m                                                                                                          |

### 3.3.3.2 Tangki *Propilene* (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)

Tabel 3.7 Spesifikasi Tangki *propilene*

|                    |                                                                                      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode               | T-02                                                                                 |
| Fungsi             | Menyimpan bahan baku C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> dan C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> |
| Fasa Bahan Baku    | Gas                                                                                  |
| Bahan              | <i>Carboon steel</i> SA283 grade C                                                   |
| Jumlah Tangki      | 1 buah                                                                               |
| Kondisi Operasi    | T = 30 °C dan P = 25 atm                                                             |
| Harga              | Rp 183.049.379,22                                                                    |
| <i>Spesifikasi</i> |                                                                                      |
| Diameter           | 13,0258 m                                                                            |
| Volume             | 1156,62 m <sup>3</sup>                                                               |
| Tebal Shell        | 0,764 in                                                                             |

### 3.3.3.3 Tangki *Isopropil benzene* (C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>)

Tabel 3.8 Spesifikasi Tangki *Isopropil benzene*

|                    |                                                                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode               | T-03                                                                                                                    |
| Fungsi             | Menyimpan produk <i>isopropil benzene</i> (C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> )                                             |
| Fasa Produk        | Cair                                                                                                                    |
| Jenis              | Tangki silinder tegak engan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk <i>thorispherical</i> |
| Bahan              | <i>Carbon steel</i> SA-283 Grade C                                                                                      |
| Jumlah tangki      | 1                                                                                                                       |
| Kondisi operasi    | P = 1 atm dan T = 30 °C                                                                                                 |
| Harga              | Rp 262.666.973,28                                                                                                       |
| <i>Spesifikasi</i> |                                                                                                                         |
| Diameter           | 21,3360 m                                                                                                               |

Tabel 3.7 ..... (Lanjutan)

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Tinggi               | 7,3152 m                 |
| Volume               | 2054,7264 m <sup>3</sup> |
| Jumlah <i>Course</i> | 4                        |
| <i>Course 1</i>      | 0,625 in                 |
| <i>Course 2</i>      | 0,4375 in                |
| <i>Course 3</i>      | 0,375 in                 |
| <i>Course 4</i>      | 0,3125 in                |
| Jenis Head           | <i>Thorispherical</i>    |
| Tebal Head           | 0,875 in                 |
| Tinggi total tangki  | 12,6380 m                |

### 3.3.3.4 Accumulator 1

Tabel 3.9 Spesifikasi *Accumulator 1*

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| Kode               | ACC-01                               |
| Fungsi             | Menampung keluaran kondensor pada MD |
| Tipe               | Tangka Silinder <i>Horizontal</i>    |
| Bahan Kontruksi    | <i>Carbon steel</i> Grade SA-283 C   |
| Harga              | Rp 433.631.539,11                    |
| Kondisi Operasi    | T = 311 K dan P = 1 atm              |
| <i>Spesifikasi</i> |                                      |
| Kapasitas Tangki   | 0,1269 m <sup>3</sup>                |
| Diameter           | 0,2944 m                             |
| Panjang Tangki     | 1,9765 m                             |
| Waktu Tinggal      | 10 menit                             |

### 3.3.3.5 Accumulator 2

Tabel 3. 10 Spesifikasi Accumulator 2

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| Kode               | ACC-02                               |
| Fungsi             | Menampung keluaran kondensor pada MD |
| Tipe               | Tangka Silinder Horizontal           |
| Bahan Kontruksi    | Carbon steel Grade SA-283 C          |
| Harga              | Rp 433.631.539,11                    |
| Kondisi Operasi    | T = 311 K dan P = 1 atm              |
| <i>Spesifikasi</i> |                                      |
| Kapasitas Tangki   | 0,0015 m <sup>3</sup>                |
| Diameter           | 0,0667 m                             |
| Panjang Tangki     | 0,5503 m                             |
| Waktu Tinggal      | 10 enit                              |

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

#### 3.3.4.1 Pompa

Tabel 3.11 Spesifikasi Pompa

| Kode         | P-01                                                                                              | P-02                                                                                                                                                                  | P-03                                                                                                                                                                  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi       | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> dan C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> Dari T-01 menuju V-01 | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dan C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> dari SP-02 menuju C-02 | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dan C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> dari C-02 menuju MD-01 |
| Jenis        | Pompa <i>Centrifugal</i>                                                                          |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                       |
| Impeller     | Radial Flow Impeller                                                                              |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                       |
| Jumlah Pompa | 2 Unit                                                                                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                       |

Tabel 3.11 ..... (Lanjutan)

| <i>Spesifikasi</i> |                           |                           |                           |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| OD                 | 1,90 in                   | 1,90 in                   | 2,38 in                   |
| ID                 | 1,610 in                  | 1,610 in                  | 2,067 in                  |
| NPS                | 0,500 in                  | 0,500 in                  | 2 in                      |
| Flow Area          | 2,04 in <sup>2</sup>      | 2,04 in <sup>2</sup>      | 3,35 in <sup>2</sup>      |
| Kapasitas Pompa    | 0,210 m <sup>3</sup> /jam | 0,303 m <sup>3</sup> /jam | 2,909 m <sup>3</sup> /jam |
| Power Motor        | 0,050 HP                  | 0,050 HP                  | 0,750 HP                  |
| Putaran            | 485,70 rpm                | 561,70 rpm                | 386,80 rpm                |
| Total Head         | 1,501 m                   | 0,503 m                   | 11,714 m                  |
| Harga              | Rp 37.320.747,22          | Rp 24.880.498,15          | Rp 24.880.498,15          |

| Kode            | P-04                                                                                                                                 | P-05                                                                                                                                        | P-06                                                                                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi          | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> dan C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dari CD-02 menujuACC-01 | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> dan C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dariACC-01menuju UPL dan MD-01 | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> dan C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dari UPL dan MD-01 |
| Jenis           | Pompa Centrifugal                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                                                                                                                                 |
| Impeller        | Radial Flow Impeller                                                                                                                 |                                                                                                                                             |                                                                                                                                 |
| Jumlah Pompa    | 2 Unit                                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                                                                                                 |
| Spesifikasi     |                                                                                                                                      |                                                                                                                                             |                                                                                                                                 |
| OD              | 0,675 in                                                                                                                             | 0,675 in                                                                                                                                    | 0,675 in                                                                                                                        |
| ID              | 0,493 in                                                                                                                             | 0,493 in                                                                                                                                    | 0,493 in                                                                                                                        |
| NPS             | 0,375 in                                                                                                                             | 0,375 in                                                                                                                                    | 0,375 in                                                                                                                        |
| Flow Area       | 0,192 in <sup>2</sup>                                                                                                                | 0,192 in <sup>2</sup>                                                                                                                       | 0,192 in <sup>2</sup>                                                                                                           |
| Kapasitas Pompa | 0,123 m <sup>3</sup> /jam                                                                                                            | 0,123 m <sup>3</sup> /jam                                                                                                                   | 0,123 m <sup>3</sup> /jam                                                                                                       |

Tabel 3.11 ..... (Lanjutan)

|             |                  |                  |                  |
|-------------|------------------|------------------|------------------|
| Power Motor | 0,050 HP         | 0,050 HP         | 0,050 HP         |
| Putaran     | 822,074 rpm      | 822,074 rpm      | 80,153 rpm       |
| Total Head  | 0,520 m          | 0,520 m          | 11,60 m          |
| Harga       | Rp 31.989.211,90 | Rp 31.989.211,90 | Rp 31.989.211,90 |

| Kode            | P-07                                                                                                                                                 | P-08                                                                                                                                 | P-09                                                                                                                                 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi          | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> dan C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dari simp UPL dan MD-01 menuju C-03 UPL | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> dan C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> dariMD-01 menuju RB-01 | Mengalirkan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> dan C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> dari RB-01 menujuMD-02 |
| Jenis           | Pompa <i>Centrifugal</i>                                                                                                                             |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
| Impeller        | Radial <i>Flow Impeller</i>                                                                                                                          |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
| Jumlah Pompa    | 2 Unit                                                                                                                                               |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
| Spesifikasi     |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |                                                                                                                                      |
| OD              | 0,675 in                                                                                                                                             | 0,675 in                                                                                                                             | 0,675 in                                                                                                                             |
| ID              | 0,493 in                                                                                                                                             | 0,493 in                                                                                                                             | 0,493 in                                                                                                                             |
| NPS             | 0,375 in                                                                                                                                             | 0,375 in                                                                                                                             | 0,375 in                                                                                                                             |
| Flow Area       | 0,192 in <sup>2</sup>                                                                                                                                | 0,192 in <sup>2</sup>                                                                                                                | 0,192 in <sup>2</sup>                                                                                                                |
| Kapasitas Pompa | 0,123 m <sup>3</sup> /jam                                                                                                                            | 0,079 m <sup>3</sup> /jam                                                                                                            | 0,079 m <sup>3</sup> /jam                                                                                                            |
| Power Motor     | 0,050 HP                                                                                                                                             | 0,050 HP                                                                                                                             | 0,050 HP                                                                                                                             |
| Putaran         | 822,074 rpm                                                                                                                                          | 668,306 rpm                                                                                                                          | 668,306 rpm                                                                                                                          |
| Total Head      | 0,520 m                                                                                                                                              | 0,509 m                                                                                                                              | 0,509 m                                                                                                                              |
| Harga           | Rp 31.989.211,90                                                                                                                                     | Rp 31.989.211,90                                                                                                                     | Rp 31.989.211,90                                                                                                                     |

Tabel 3.11 ..... (Lanjutan)

| Kode            | P-10                                                                                                   | P-11                                                                                                  | P-12                                                                                                                                    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi          | Mengalirkan C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dan C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> dari MD-02 menuju RB-02 | Mengalirkan C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dan C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> dari RB-02 menuju C-04 | Mengalirkan C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> dan C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> dari CD-03 menuju ACC-02 |
| Jenis           | Pompa Centrifugal                                                                                      |                                                                                                       |                                                                                                                                         |
| Impeller        | Radial Flow Impeller                                                                                   |                                                                                                       |                                                                                                                                         |
| Jumlah Pompa    | 2 Unit                                                                                                 |                                                                                                       |                                                                                                                                         |
| Spesifikasi     |                                                                                                        |                                                                                                       |                                                                                                                                         |
| OD              | 1,32 in                                                                                                | 1,32 in                                                                                               | 0,675 in                                                                                                                                |
| ID              | 1,049 In                                                                                               | 1,049 In                                                                                              | 0,493 in                                                                                                                                |
| NPS             | 1 in                                                                                                   | 1 in                                                                                                  | 0,375 in                                                                                                                                |
| Flow Area       | 0,864 in <sup>2</sup>                                                                                  | 0,864 in <sup>2</sup>                                                                                 | 0,192 in <sup>2</sup>                                                                                                                   |
| Kapasitas Pompa | 1,538 m <sup>3</sup> /jam                                                                              | 1,538 m <sup>3</sup> /jam                                                                             | 0,083 m <sup>3</sup> /jam                                                                                                               |
| Power Motor     | 0,050 HP                                                                                               | 0,050 HP                                                                                              | 0,050 HP                                                                                                                                |
| Putaran         | 709,334 rpm                                                                                            | 709,334 rpm                                                                                           | 689,170 rpm                                                                                                                             |
| Total Head      | 0,571 m                                                                                                | 0,571 m                                                                                               | 0,505 m                                                                                                                                 |
| Harga           | Rp 56.869.710,05                                                                                       | Rp 56.869.710,05                                                                                      | Rp 31.989.211,90                                                                                                                        |

| Kode     | P-13                                                                                         | P-14                                                                         | P-15                                                                        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi   | Mengalirkan $C_7H_8$ , $C_9H_{12}$ dan $C_{12}H_{18}$ dari ACC-02 menuju simp T-01 dan MD-02 | Mengalirkan $C_7H_8$ , $C_9H_{12}$ dan $C_{12}H_{18}$ dari simp menuju MD-02 | Mengalirkan $C_7H_8$ , $C_9H_{12}$ dan $C_{12}H_{18}$ dari simp menuju T-03 |
| Jenis    | Pompa Centrifugal                                                                            |                                                                              |                                                                             |
| Impeller | Radial Flow Impeller                                                                         |                                                                              |                                                                             |

Tabel 3.11 ..... (Lanjutan)

|                 |                           |                           |                           |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Jumlah Pompa    | 2 Unit                    |                           |                           |
| Spesifikasi     |                           |                           |                           |
| OD              | 0,675 in                  | 0,675 in                  | 0,675 in                  |
| ID              | 0,493 in                  | 0,493 in                  | 0,493 in                  |
| NPS             | 0,375 in                  | 0,375 in                  | 0,375 in                  |
| Flow Area       | 0,192 in <sup>2</sup>     | 0,192 in <sup>2</sup>     | 0,192 in <sup>2</sup>     |
| Kapasitas Pompa | 0,083 m <sup>3</sup> /jam | 0,083 m <sup>3</sup> /jam | 0,083 m <sup>3</sup> /jam |
| Power Motor     | 0,050 HP                  | 0,050 HP                  | 0,050 HP                  |
| Putaran         | 689,170 rpm               | 61,145 rpm                | 61,145 rpm                |
| Total Head      | 0,505 m                   | 12,774 m                  | 12,774 m                  |
| Harga           | Rp 31.989.211,90          | Rp 31.989.211,90          | Rp 31.989.211,90          |

### 3.3.4.2 Blower

Tabel 3.12 Spesifikasi *Blower*

| Kode        | BL-01                                                                           | BL-02                                             | BL-03                                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Fungsi      | Mengalirkan gas dari <i>Separator-01</i> (SP-01) menuju ke <i>heater</i> (H-01) | Mengalirkan gas dari <i>Reactor</i> menuju turbin | Mengalirkan gas dari FD-01 menuju UPL |
| Jenis       | <i>Sentrifugal</i>                                                              | <i>Sentrifugal</i>                                | <i>Sentrifugal</i>                    |
| Jumlah Alat | 1                                                                               | 1                                                 | 1                                     |
| Kapasitas   | 8263,05 m <sup>3</sup> /jam                                                     | 337,69 m <sup>3</sup> /jam                        | 51,70 m <sup>3</sup> /jam             |
| Power       | 0,75 HP                                                                         | 0,050 HP                                          | 0,050 HP                              |
| Tekanan     | 1 atm                                                                           | 25 atm                                            | 1 atm                                 |
| Suhu        | 80 °C                                                                           | 250 °C                                            | 130 °C                                |
| Harga       | Rp 18.660.373,61                                                                | Rp 23.103.319,71                                  | Rp 7.108.713,76                       |

### 3.3.4.3 Kompresor

Tabel 3.13 Spesifikasi Kompresor

|                    |                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| Kode               | K-01                                                  |
| Fungsi             | Untuk menaikkan tekanan dari H-01 dari 1 atm ke 25atm |
| Jenis              | <i>Centrifugal multistage</i>                         |
| Jumlah             | 1 Unit                                                |
| Kondisi Operasi    |                                                       |
| Tekanan Masuk      | 1 atm                                                 |
| Tekanan Keluar     | 25 atm                                                |
| Suhu Masuk         | 250 °C                                                |
| Suhu Keluar        | 261 °C                                                |
| <i>Spesifikasi</i> |                                                       |
| Jumlah Stage       | 3                                                     |
| Power              | 5 HP                                                  |
| Harga              | Rp 85.304.565,07                                      |

### 3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

#### 3.3.5.1 Cooler

Tabel 3.14 Spesifikasi Cooler

| Kode   | C-01                                                                             | C-02                                                                               | C-03                                                                           | C-04                                                                           |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi | Menurunkan temperatur produk keluaran dari turbin dari suhu 250°C menjadi 130 °C | Menurunkan temperatur produk keluarandari Flash Drum dari suhu 130 °Cmenjadi 99 °C | Menurunkan temperatur produk keluaran dari MD-01 dari suhu 81 °C menjadi 30 °C | Menurunkan temperatur produk keluaran dari RB-02 dari suhu 185°C menjadi 30 °C |
| Jumlah | 1                                                                                | 1                                                                                  | 1                                                                              | 1                                                                              |
| Tipe   | <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>                                             |                                                                                    |                                                                                |                                                                                |

Tabel 3.14 ..... (Lanjutan)

| Jenis Bahan                                 | <i>Carbon stell SA-283 Grade C</i> |                         |                         |                       |
|---------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| beban panas (A)                             | 342,82 ft <sup>2</sup>             | 680,362 ft <sup>2</sup> | 1582,68 ft <sup>2</sup> | 48,28 ft <sup>2</sup> |
| <i>Tube</i>                                 |                                    |                         |                         |                       |
| Jumlah Tube                                 | 121                                | 211                     | 242                     | 21                    |
| Panjang tube                                | 12 ft                              | 12 ft                   | 12 ft                   | 12 ft                 |
| Ukuran pitch                                | 1,25 in                            | 1 in                    | 1,25 in                 | 1,25 in               |
| BWG                                         | 16                                 | 18                      | 18                      | 10                    |
| IDt                                         | 0,87 in                            | 0,902 in                | 0,902 in                | 0,7040 in             |
| ODt                                         | 1 in                               | 1 in                    | 1 in                    | 1 in                  |
| Passes                                      | 2                                  | 2                       | 2                       | 2                     |
| <i>Shell</i>                                |                                    |                         |                         |                       |
| IDs                                         | 17,25 in                           | 19,25 in                | 23,25 in                | 9,25 in               |
| Baffle                                      | 10,35 in                           | 11,55 in                | 13,95 in                | 5,55 in               |
| Passes                                      | 1                                  | 1                       | 1                       | 1                     |
| Ud<br>(Btu/ja<br>m.ft <sup>2</sup> .<br>°F) | 47,56                              | 12,50                   | 19,79                   | 54,38                 |

Tabel 3.14 ..... (Lanjutan)

|                                             |                      |                      |                      |                       |
|---------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Uc<br>(Btu/ja<br>m.ft <sup>2</sup> .<br>°F) | 577,90               | 215,56               | 203,17               | 309,64                |
| Rd                                          | 0,0193               | 0,0754               | 0,0456               | 0,0152                |
| Rd min                                      | 0,0193               | 0,003                | 0,003                | 0,003                 |
| Jumlah<br>Alat                              | 1 Unit               | 1 Unit               | 1 Unit               | 1 Unit                |
| Harga                                       | Rp<br>350.104.152,48 | Rp<br>437.185.895,99 | Rp<br>431.854.360,67 | Rp<br>188.380.914, 53 |

|                                      |                                                                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Kode                                 | C-05                                                                            |
| Fungsi                               | Menurunkan temperatur produk keluaran dari MD-02 dari suhu 158 °C menjadi 30 °C |
| Jumlah                               | 1                                                                               |
| Tipe                                 | <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>                                            |
| Jenis Bahan                          | <i>Carbon stell SA-283 Grade C</i>                                              |
| beban panas (A)                      | 982,18 ft <sup>2</sup>                                                          |
| <i>Tube</i>                          |                                                                                 |
| ODt                                  | 1 in                                                                            |
| <i>Passes</i>                        | 2                                                                               |
| <i>Shell</i>                         |                                                                                 |
| IDs                                  | 24 in                                                                           |
| <i>Baffle</i>                        | 14,4 in                                                                         |
| <i>Passes</i>                        | 1                                                                               |
| Ud<br>(Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F) | 45,65                                                                           |
| Uc<br>(Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F) | 353,13                                                                          |

Tabel 3.14 ..... (Lanjutan)

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| Rd                  | 0,0191            |
| Rd min              | 0,003             |
| Jumlah Alat         | 1 Unit            |
| Jumlah <i>Tube</i>  | 260               |
| Panjang <i>tube</i> | 16 ft             |
| Harga               | Rp 488.724.070,72 |

### 3.3.5.2 Turbin

Tabel 3.15 Spesifikasi Turbin

|                    |                                                                                                            |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode               | T-01                                                                                                       |
| Fungsi             | Menurunkan tekanan keluaran bottom <i>separator</i> (SP-01) 25 atm menjadi 1 atm untuk diumpankan ke FD-01 |
| Bahan<br>Kontruksi | Commercial Stainless Steel AISI tipe 316                                                                   |
| Suhu               | 250 °C                                                                                                     |
| Spesifikasi        |                                                                                                            |
| Kapasitas          | 2,9238 kg/jam                                                                                              |
| Le                 | 8,84 m                                                                                                     |
| ID                 | 0,2690 in                                                                                                  |
| OD                 | 0,4050 in                                                                                                  |

### 3.3.5.3 Heater

Tabel 3.15 Spesifikasi *Heater*

| Kode                                 | HE-01                                                                       | HE-02                                                                      |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi                               | Menaikkan temperatur umpan dari 80 °C menjadi 250 °C dari SP-01 menuju R-01 | Menaikkan temperatur umpan dari 30 °C menjadi 250 °C dari T-02 menuju R-01 |
| Jenis Pompa                          | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>                                           | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>                                          |
| Jenis Bahan                          | <i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>                                      | <i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>                                     |
| Jumlah Hairpin                       | 1                                                                           | 19                                                                         |
| <i>Annulus</i>                       |                                                                             |                                                                            |
| IPS                                  | 2 in                                                                        | 2 in                                                                       |
| OD                                   | 2,380 in                                                                    | 2,380 in                                                                   |
| ID                                   | 2,067 in                                                                    | 2,067 in                                                                   |
| Surface Area                         | 0,622 sqft/ft                                                               | 0,622 sqft/ft                                                              |
| Panjang                              | 15 ft                                                                       | 15 ft                                                                      |
| <i>Inner Pipe</i>                    |                                                                             |                                                                            |
| IPS                                  | 1,25 in                                                                     | 1,25 in                                                                    |
| OD                                   | 0,05 in                                                                     | 0,05 in                                                                    |
| ID                                   | 0,493 in                                                                    | 0,493 in                                                                   |
| Surface Area                         | 0,095 sqft/ft                                                               | 0,095 sqft/ft                                                              |
| Panjang                              | 15 ft                                                                       | 15 ft                                                                      |
| A                                    | 2,389 ft <sup>2</sup>                                                       | 0,347 ft <sup>2</sup>                                                      |
| Ud<br>(Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F) | 25,608                                                                      | 178,402                                                                    |
| Uc<br>(Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F) | 14,231                                                                      | 100,471                                                                    |
| Rd                                   | 0,031                                                                       | 0,059                                                                      |
| Rd min                               | 0,001                                                                       | 0,001                                                                      |
| Jumlah Alat                          | 1 unit                                                                      | 1 unit                                                                     |
| Harga                                | Rp 14.217.427,51                                                            | Rp 35.543.568,78                                                           |

### 3.3.5.4 Kondensor

Tabel 3.16 Spesifikasi Kondensor

| Kode                                    | CD-01                               | CD-02                               | CD-03                               |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Fungsi                                  | Mengembunkan uap dari <i>cooler</i> | Mengembunkan uap hasil atas MD - 01 | Mengembunkan uap hasil atas MD - 02 |
| Jumlah                                  | 1                                   | 1                                   | 1                                   |
| Tipe                                    | <i>Shell and Tube</i>               | <i>Shell and Tube</i>               | <i>Shell and Tube</i>               |
| A                                       | 229,904 ft <sup>2</sup>             | 254,292 ft <sup>2</sup>             | 152,699 ft <sup>2</sup>             |
| <i>Tube</i>                             |                                     |                                     |                                     |
| Jumlah <i>Tube</i>                      | 37                                  | 40                                  | 24                                  |
| Ukuran pitch                            | 1,25 in                             | 1,25 in                             | 1,25 in                             |
| Jenis pitch                             | <i>Tringular</i>                    | <i>Tringular</i>                    | <i>Tringular</i>                    |
| BWG                                     | 11                                  | 11                                  | 9                                   |
| IDt                                     | 0,760 in                            | 0,760 in                            | 0,704 in                            |
| ODt                                     | 1 in                                | 1 in                                | 1 in                                |
| Passes                                  | 2                                   | 2                                   | 2                                   |
| <i>Shell</i>                            |                                     |                                     |                                     |
| IDs                                     | 10,25 in                            | 10,50 in                            | 8,5 in                              |
| Baffle                                  | 6,15 in                             | 6,3 in                              | 5,1 in                              |
| Passes                                  | 1                                   | 1                                   | 1                                   |
| Ud<br>(Btu/jam.ft <sup>2</sup> .<br>°F) | 267,15                              | 273,32                              | 270                                 |
| Uc<br>(Btu/jam.ft <sup>2</sup> .<br>°F) | 342,23                              | 347,58                              | 326,26                              |
| Rd                                      | 0,001                               | 0,001                               | 0,001                               |
| Rd min                                  | 0,001                               | 0,001                               | 0,001                               |
| Jumlah Alat                             | 1 Unit                              | 1 Unit                              | 1 Unit                              |
| Harga                                   | Rp 591.800.420,18                   | Rp 458.512.037,26                   | Rp 561.588.386,72                   |

### 3.3.5.5 Reboiler

Tabel 3.17 Spesifikasi Reboiler

| Kode                | RB-01                            | RB-02                            |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Fungsi              | Menguapkan hasil bawah MD - 01   | Menguapkan hasil bawah MD - 02   |
| Jumlah              | 1                                | 1                                |
| Tipe                | <i>Shell and Tube</i>            | <i>Shell and Tube</i>            |
| A                   | 396,92 ft <sup>2</sup>           | 583,88 ft <sup>2</sup>           |
| <i>Tube</i>         |                                  |                                  |
| Jumlah <i>Tube</i>  | 61                               | 90                               |
| Panjang <i>tube</i> | 20 ft                            | 20 ft                            |
| Ukuran pitch        | 1,25 in                          | 1,25 in                          |
| Jenis pitch         | <i>Tringular</i>                 | <i>Tringular</i>                 |
| BWG                 | 13                               | 17                               |
| IDt                 | 0,81 in                          | 0,88 in                          |
| ODt                 | 1,25 in                          | 1,25 in                          |
| Passes              | 2                                | 2                                |
| <i>Shell</i>        |                                  |                                  |
| IDs                 | 12,5 in                          | 15 in                            |
| Baffle              | 9,38 in                          | 11,25 in                         |
| Passes              | 1                                | 1                                |
| Uc                  | 938 Btu/hr. ft <sup>2</sup> .F   | 938 Btu/hr. ft <sup>2</sup> .F   |
| Ud                  | 199 Btu/ ft <sup>2</sup> .F.hr   | 397 Btu/ ft <sup>2</sup> .F.hr   |
| Rd                  | 0,004 hr. ft <sup>2</sup> .F/Btu | 0,003 hr. ft <sup>2</sup> .F/Btu |
| Rd min              | 0,001                            | 0,001                            |
| Jumlah Alat         | 1 Unit                           | 1 Unit                           |
| Harga               | Rp 392.756.435,02                | Rp 211.306.516,40                |

### 3.4 Neraca Massa

#### 3.4.1 Neraca Massa Total

| Komponen                        | Input     |          | Output    |          |         |           |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|---------|-----------|
|                                 | Arus 1    | Arus 6   | Arus 9    | Arus 11  | Arus 13 | Arus 14   |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   |           | 4.093,27 | 40,93     |          |         |           |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   |           | 25,88    | 25,88     |          |         |           |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 15.203,58 |          | 0,10      | 7.905,75 |         |           |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 17,95     |          | 0,00024   | 17,77    |         | 0,17      |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  |           |          | 0,14      | 18,38    | 108,57  | 10.749,30 |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> |           |          | 0,0063    |          | 454,69  | 18,94     |
| Sub Total                       | 19.340,69 |          | 19.340,69 |          |         |           |

#### 3.4.2 Neraca Massa Alat

##### 3.4.2.1 Reactor

| Komponen                        | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |
|---------------------------------|----------------|-----------------|
|                                 | Arus 7         | Arus 8          |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 25,88          | 25,88           |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 15.203,58      | 7.905,87        |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 17,95          | 17,95           |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  |                | 10.876,41       |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> |                | 473,65          |
| Total                           | 19.340,69      | 19.340,69       |

##### 3.4.2.2 Vaporizer

| Komponen                        | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |              |
|---------------------------------|----------------|-----------------|--------------|
|                                 | Arus 2         | Arus 3 (Liquid) | Arus 3 (Gas) |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   |                |                 |              |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   |                |                 |              |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 19004,48       | 3.800,90        | 15.203,58    |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 22,44          | 4,49            | 17,95        |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  |                |                 |              |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> |                |                 |              |
| Total                           | 19.026,92      | 19.026,92       |              |

#### 3.4.2.1. Separator

| Komponen                        | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |           |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
|                                 | Arus 3         | Arus 4          | Arus 5    |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   |                |                 |           |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   |                |                 |           |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 19.004,48      | 3.800,90        | 15.203,58 |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 22,44          | 4,49            | 17,95     |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  |                |                 |           |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> |                |                 |           |
| Total                           | 19.026,92      | 19.026,92       |           |

#### 3.4.2.2. Menara distilasi 1

| Komponen                        | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |           |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
|                                 | Arus 10        | Arus 11         | Arus 12   |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   |                |                 |           |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   |                |                 |           |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 7.905,76       | 7.905,74        |           |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 17,95          | 17,77           | 0,18      |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 10.876,27      | 18,38           | 10.857,88 |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 473,65         |                 | 473,64    |
| Total                           | 19.273,62      | 19.273,62       |           |

#### 3.4.2.3. Menara distilasi 2

| Komponen                        | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |         |
|---------------------------------|----------------|-----------------|---------|
|                                 | Arus 12        | Arus 14         | Arus 13 |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   |                |                 |         |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   |                |                 |         |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   |                |                 |         |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 0,18           | 0,18            |         |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 10.857,88      | 10.749,31       | 108,58  |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 473,65         | 18,95           | 454,70  |
| Total                           | 11.331,71      | 11.331,71       |         |

#### 3.4.2.4. Flash drum

| Komponen                        | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |           |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
|                                 | Arus 8         | Arus 9          | Arus 10   |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 40,93          | 40,93           |           |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 25,88          | 25,88           |           |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 7.905,86       | 0,11            | 7.905,76  |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 17,95          | 0,00024         | 17,95     |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 10.876,41      | 0,15            | 10.876,27 |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 473,65         | 0,00630         | 473,65    |
| Total                           | 19.340,69      | 19.340,69       |           |

#### 3.4.3 Neraca Panas

##### 3.4.3.1 Reaktor

| Komponen         | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|------------------|----------------|-----------------|
| Q <sub>in</sub>  | 6.870.584,68   |                 |
| Q <sub>out</sub> |                | 7.017.057,85    |
| Q <sub>R</sub>   | 9.599,87       |                 |
| Q <sub>P</sub>   |                | 156.073,04      |
| Total            | 6.860.984,81   | 6.860.984,81    |

##### 3.4.3.2 Vaporizer

| Komponen           | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|--------------------|----------------|-----------------|
| Q <sub>in</sub>    | 169.032,39     |                 |
| Q <sub>out</sub>   |                | 6.389.755,54    |
| Q <sub>steam</sub> | 6.220.723,15   |                 |
| Total              | 6.389.755,53   | 6.389.755,54    |

##### 3.4.3.3 Separator

| Komponen                | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| Q <sub>in</sub>         | 1.393.314,46   |                 |
| Q <sub>out</sub> (cair) |                | 386.675,90      |
| Q <sub>out</sub> (gas)  |                | 1.006.638,56    |
| Total                   | 1.393.314,46   | 1.393.314,46    |

#### 3.4.3.4 Flash drum

| Komponen    | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------|----------------|-----------------|
| Qin         | 3.862.306,78   |                 |
| Qout (cair) |                | 3.849.756,1     |
| Qout (gas)  |                | 12.550,65       |
| Total       | 3.862.306,78   | 3.862.306,78    |

#### 3.4.3.5 Heater 1

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|----------|----------------|-----------------|
| Masuk    | 10.053,79      |                 |
| Keluar   |                | 47.604,58       |
| Steam    | 37.550,85      |                 |
| Total    | 47.604,58      | 47.604,58       |

#### 3.4.3.6 Heater 2

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|----------|----------------|-----------------|
| Masuk    | 57.036,15      |                 |
| Keluar   |                | 4.476.924,48    |
| Steam    | 4.419.888,33   |                 |
| Total    | 4.476.924,48   | 4.476.924,48    |

#### 3.4.3.7 Cooler 1

| Komponen   | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|------------|----------------|-----------------|
| Qin        | 7.017.057,85   |                 |
| Qout       |                | 2.860.336,99    |
| Qpendingin |                | 4.156.720,86    |
| Total      | 7.017.057,85   | 7.017.057,85    |

#### 3.4.3.8 Cooler 2

| Komponen   | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|------------|----------------|-----------------|
| Qin        | 2.847.734,75   |                 |
| Qout       |                | 1.927.048,58    |
| Qpendingin |                | 920.686,17      |
| Total      | 2.847.734,75   | 2.847.734,75    |

#### 3.4.3.9 Cooler 3

| Komponen               | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|------------------------|----------------|-----------------|
| Q <sub>in</sub>        | 531.296,41     |                 |
| Q <sub>out</sub>       |                | 1.071.263,90    |
| Q <sub>pendingin</sub> |                | 539.967,49      |
| Total                  | 531.296,41     | 531.296,41      |

#### 3.4.3.10 Cooler 4

| Komponen               | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|------------------------|----------------|-----------------|
| Q <sub>in</sub>        | 153.015,75     |                 |
| Q <sub>out</sub>       |                | 3.826,98        |
| Q <sub>pendingin</sub> |                | 149.188,77      |
| Total                  | 153.015,75     | 153.015,75      |

#### 3.4.3.11 Cooler 5

| Komponen               | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|------------------------|----------------|-----------------|
| Q <sub>in</sub>        | 2.107.681,32   |                 |
| Q <sub>out</sub>       |                | 70.361,15       |
| Q <sub>pendingin</sub> |                | 2.037.320,17    |
| Total                  | 2.107.681,32   | 2.107.681,32    |

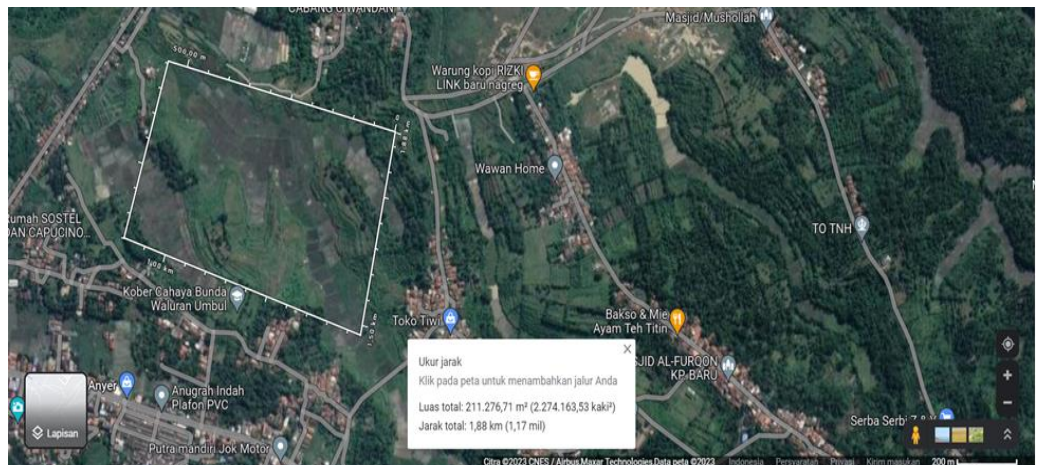
## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur utama dalam menunjang berhasil atau tidaknya suatu industri. Hal utama yang harus diperhatikan adalah letak geografis suatu pabrik industri yang sangat berpengaruh dalam proses produksi, keuntungan yang akan didapat dan juga perluasan di masa yang akan datang. Diperlukan pertimbangan yang harus diperhatikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.

Dari beberapa pertimbangan di atas, maka lokasi yang cukup potensial dan memenuhi syarat untuk lokasi pendirian pabrik *Isopropil benzene* direncanakan di dekat PT. Candra Asri, Cilegon, Banten.



Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pendiri Pabrik

Ada dua jenis yang mempengaruhi dalam menentukan lokasi pabrik adalah faktor primer dan faktor sekunder.

#### **4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor primer merupakan faktor yang mempengaruhi tujuan utama dari sebuah pabrik yang meliputi produksi dan distribusi atau faktor utama yang mempengaruhi langsung tujuan penting dalam membangun sebuah pabrik. Faktor-faktor primer antara lain sebagai berikut :

a. **Penyediaan Bahan baku**

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu variabel yang sangat penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Pabrik harus didirikan pada suatu daerah dimana bahan baku mudah diperoleh atau paling tidak tersedia.

Sarana transportasi yang memadai. Bahan baku yang digunakan adalah *Propylene* diperoleh dari PT. Candra Asri di Cilegon. Sedangkan *Benzene* diperoleh dari PT. Pertamina RU IV Cilacap.

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. Daerah Cilegon adalah daerah industri kimia yang besar dan terus berkembang dengan pesat. Cilegon juga menjadi pasar yang baik bagi *isopropylbenzene*. Sampai saat ini pabrik yang membutuhkan *isopropylbenzene* masih di suplay dari luar negeri.

c. **Transportasi**

Daerah Cilegon merupakan kawasan industri yang dimana trasnportasinya sudah cukup memadai. Untuk jalur darat tersedia jalan raya dan jalan tol yang cukup lancar dilalui oleh kendaraan besar maupun kecil. Untuk jalur laut tersedia pelabuhan PT.

Indonesia cabang Banten yang cukup memadai untuk pengangkutan melalui laut, sehingga dapat mempermudah proses pemasaran. Untuk jalur udara tersedia Bandara Soekarno-Hatta juga sangat mudah dijangkau, sehingga mempermudah pengiriman produk.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu modal untuk pendirian pabrik. Tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah, dan tenaga kerja yang berpendidikan sarjana sesuai dengan kebutuhan pabrik. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja.

e. Utilitas

Keperluan utilitas suatu pabrik antara lain yaitu air, listrik, dan bahan bakar. Daerah Cilegon merupakan kawasan industri sehingga kebutuhan utilitas dapat dipenuhi. Pada pabrik *isopropyle benzene* ini, kebutuhan air yang digunakan berasal dari sungai, karena sungai mempunyai kapasitas air yang tidak terbatas sehingga terpenuhi kebutuhan air yang relatif banyak. Sedangkan untuk kebutuhan listrik berasal dari PLN setempat dan generator. Bahan bakar untuk mesin dan sarana angkutan diperoleh dari Pertamina.

f. Letak Geografis

Lokasi yang dipilih merupakan kawasan industri yang terletak dekat dengan pantai dan memiliki iklim tropis dengan temperatur udara normal daerah tersebut 25-30 °C, sehingga pabrik beroperasi dapat berjalan dengan lancar.

g. Rincian Luas Tanah

Tabel 4.1 Rincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

| No. | Lokasi                        | Panjang (m) | Lebar (m) | Luas (m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------|-------------|-----------|------------------------|
| 1.  | Pos Keamanan                  | 5           | 8         | 40                     |
| 2.  | Kantor Utama                  | 32          | 43        | 1.376                  |
| 3.  | Taman 1                       | 25          | 8         | 200                    |
| 4.  | Kantin                        | 15          | 35        | 525                    |
| 5.  | Masjid                        | 15          | 35        | 525                    |
| 6.  | Parkiran motor<br>dan mobil   | 31,8        | 18        | 572,4                  |
| 7.  | Klinik                        | 13          | 45        | 585                    |
| 8.  | Lab                           | 13          | 45        | 585                    |
| 9.  | Taman 2                       | 47          | 8         | 376                    |
| 10. | Kantor Teknik<br>dan produksi | 18          | 45        | 810                    |
| 11. | Unit pemadam<br>kebakaran     | 15          | 25        | 375                    |
| 12. | Bengkel                       | 15          | 25        | 375                    |
| 13. | Gudang                        | 15          | 55        | 825                    |
| 14. | Gedung serba<br>guna          | 20          | 20        | 400                    |
| 15. | Gedung<br>olahraga            | 20          | 20        | 400                    |
| 16. | Taman 3                       | 45          | 7,8       | 351                    |
| 17. | Mess                          | 45          | 38        | 1710                   |
| 18. | Parkiran truk                 | 15          | 73        | 1.095                  |
| 19. | Area proses                   | 40          | 62        | 2.480                  |
| 20. | Area utilitas                 | 30          | 62        | 1.860                  |
| 21. | Ruang kendali<br>proses       | 7.3         | 22,1      | 161,33                 |

Tabel 4.1 ..... (Lanjutan)

|     |                        |      |      |            |
|-----|------------------------|------|------|------------|
| 22. | Ruang kendali utilitas | 7,3  | 22,1 | 161,33     |
| 23. | UPL                    | 17,1 | 62,1 | 1.061,91   |
| 24. | Area perluasan 1       | 100  | 9    | 900        |
| 25. | Area perluasan 2       | 9,2  | 150  | 1.380      |
|     | <b>Luas Bangunan</b>   |      |      | 19.129,97  |
|     | <b>Luas Tanah</b>      |      |      | 28.694,955 |
|     | <b>Total</b>           |      |      | 47.824,925 |

#### 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder ini tidak secara langsung berperan dalam proses industri, ada pun faktor – faktor sekunder tersebut antara lain sebagai berikut :

##### a. Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait di dalamnya, kebijakan pengembangan industri, dan hubungan dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Selain itu pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak mengganggu atau merusak lingkungan sekitar.

##### b. Perizinan

Perizinan merupakan suatu hal yang penting dalam mendirikan suatu pabrik industri. Lokasi pabrik yang dipilih di daerah khusus kawasan industri agar mudah mengajukan perizinan pendirian pabrik.

##### c. Sarana Pendukung lainnya

Sarana pendukung lainnya seperti jalan maupun transportasi lainnya harus tersedia, selain fasilitas sosial seperti

sarana kesehatan, pendidikan, ibadah, perumahan, bank, dan hiburan agar menunjang keberlangsungan hidup sehari-hari tenaga kerja yang bekerja di pabrik *isopropylbenzene* ini.

#### **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik adalah bagian penting untuk mengatur fasilitas-fasilitas yang ada di dalam pabrik sehingga mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran kerja para karyawan. Tata letak pabrik merupakan bagian-bagian pabrik yang meliputi kantor, area proses dan penyimpanan bahan yang harus dirancang dengan cermat agar lebih efektif dan efisien supaya tidak terjadi kesulitan bagi karyawan. Tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, seperti :

a. Area Proses

Tempat berlangsungnya proses produksi *isopropyl benzene*. Daerah ini terletak pada lokasi yang memudahkan untuk menyediakan bahan baku, pengiriman produk, dan memudahkan untuk dilakukan pengawasan dan perbaikan alat-alat yang mengalami gangguan atau kerusakan.

b. Area Penyimpanan

Tempat penyimpanan bahan baku dan penyimpanan produk yang dihasilkan. Penyimpanan bahan baku dan produk di daerah yang mudah terjangkau oleh peralatan pengangkutan.

c. Area Pemeliharaan dan Perawatan Pabrik

Tempat untuk melakukan perawatan dan perbaikan peralatan apabila sedang dibutuhkan oleh pabrik.

d. Area Utilitas/Sarana Penunjang

Tempat untuk penyediaan air, tenaga listrik, pemanas dan sarana pengolahan limbah.

e. Area administrasi dan Perkantoran

Tempat untuk kegiatan administrasi pabrik untuk urusan pihak-pihak luar maupun dalam.

f. Area Laboratorium

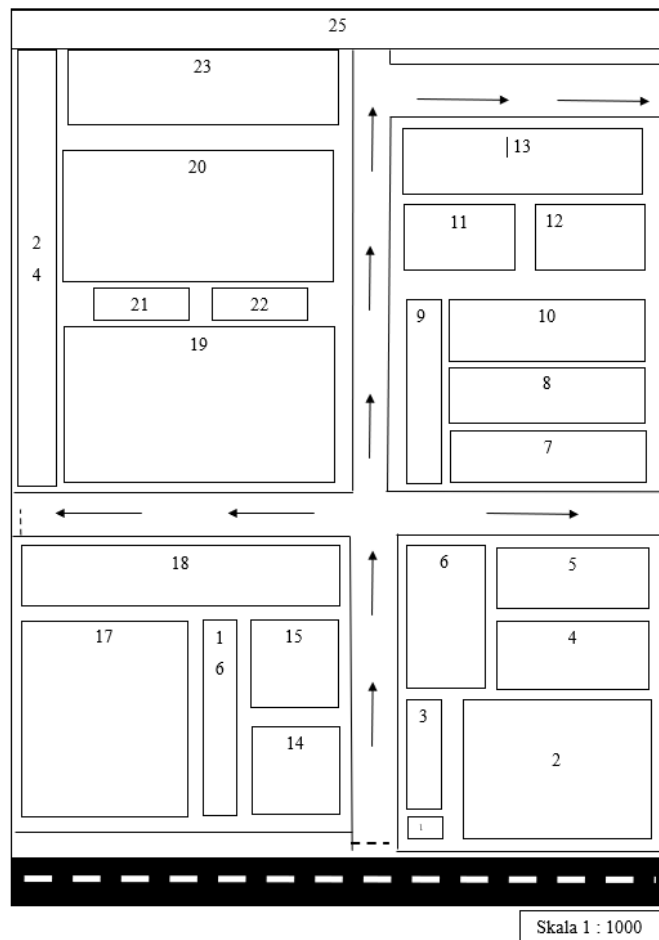
Tempat untuk melakukan *quality control* terhadap produk maupun bahan baku, serta dapat dilakukan juga sebagai tempat penelitian dan pengembangan.

g. Fasilitas Umum

Terdiri dari kantin, klinik pengobatan, lapangan parkir serta tempat ibadah.

h. Area Perluasan

Untuk persiapan perluasan pabrik dimasa akan datang dan dilakukan karena adanya peningkatan kapasitas produksi atau meningkatnya produk dipasaran.



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Keterangan :

- |                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Pos Keamanan                | 13. Gudang                 |
| 2. Kantor Utama                | 14. Gedung serba guna      |
| 3. Taman 1                     | 15. Gedung olahraga        |
| 4. Kantim                      | 16. Taman 3                |
| 5. Masjid                      | 17. Mess                   |
| 6. Parkiran motor dan mobil    | 18. Parkiran truk          |
| 7. Klinik                      | 19. Area proses            |
| 8. Lab                         | 20. Area utilitas          |
| 9. Taman 2                     | 21. Ruang kendali proses   |
| 10. Kantor Teknik dan produksi | 22. Ruang kendali utilitas |
| 11. Unit pemadam kebakaran     | 23. UPL                    |
| 12. Bengkel                    | 24. Area perluasan 1       |
|                                | 25. Area perluasan 2       |

#### **4.3 Tata Letak Mesin / Alat Proses**

Ada beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik, yaitu :

a. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan dibidang ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi.

b. Aliran udara

Kelancaran aliran udara didalam dan sekitar area proses harus diperhatikan supaya lancar terutama arah hembusan udara. Bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan kerja.

c. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai, terutama ditempat proses yang berbahaya dan memiliki resiko yang tinggi.

d. Tata letak alat proses

Penempatan alat-alat proses pada pabrik disusun secara fungsional dan direncanakan sesuai urutan produksi.

e. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Kelancaran lalu lintas barang dan manusia juga berpengaruh terhadap jalannya proses produksi. Agar pekerja dapat mencapai semua alat proses dengan cepat dan mudah apabila terjadi kerusakan pada alat proses dapat diperbaiki segera.

f. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

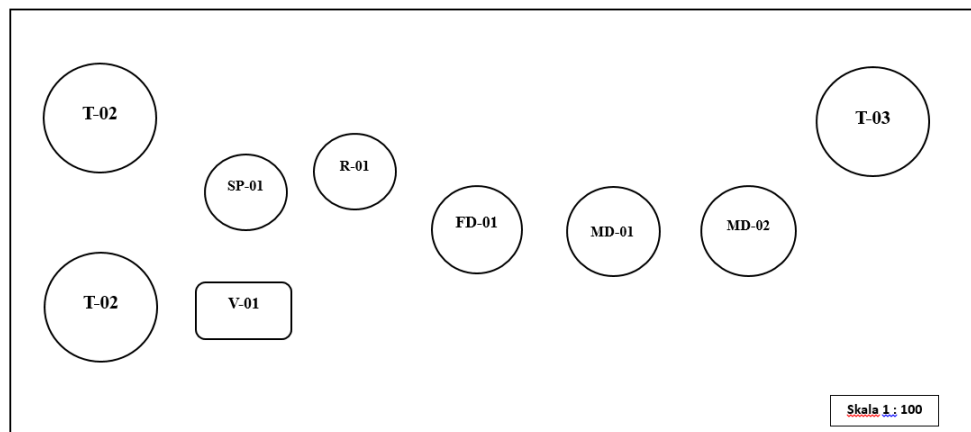
g. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila

terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

h. Keamanan

Letak alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terpeangkap didalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau pemadam kebakaran.



Gambar 4.3 Tata Letak Alat

Keterangan :

1. T-01 : Tangki Benzene
2. T-02 : Tangki Propylene
3. T-03 : Tangki Isopropil benzene
4. SP-01 : Separator
5. V-01 : Vaporizer
6. R-01 : Reaktor
7. FD-01 : Flashdrum
8. MD-01 : Menara distilasi 1
9. MD-02 : Menara distilasi 2

#### **4.4 Organisasi Perusahaan**

Tujuan dari sebuah perusahaan secara umum adalah untuk mendapatkan laba atau keuntungan dan bisa menyejahterakan masyarakat. Tugas pokok organisasi perusahaan adalah melakukan pengawasan dalam lingkungan organisasi terhadap pelaksanaan tugas semua unsur yang terlibat, agar berjalan sesuai rencana peraturan yang berlaku, baik tugas rutin maupun tugas pembangunan (proyek).

##### **1. Bentuk Perusahaan**

Bentuk perusahaan pabrik *isohopropyle benzene* yang akan didirikan di Cilegon, Banten berupa Persero Terbatas (PT). Pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan ini berdasarkan beberapa faktor, antara lain (Widjaja, 2003) :

- a. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
- d. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- e. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup dan berpengalaman.
- f. Lapangan usaha lebih luas, suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.

##### **2. Struktur Organisasi**

Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis terhadap tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam

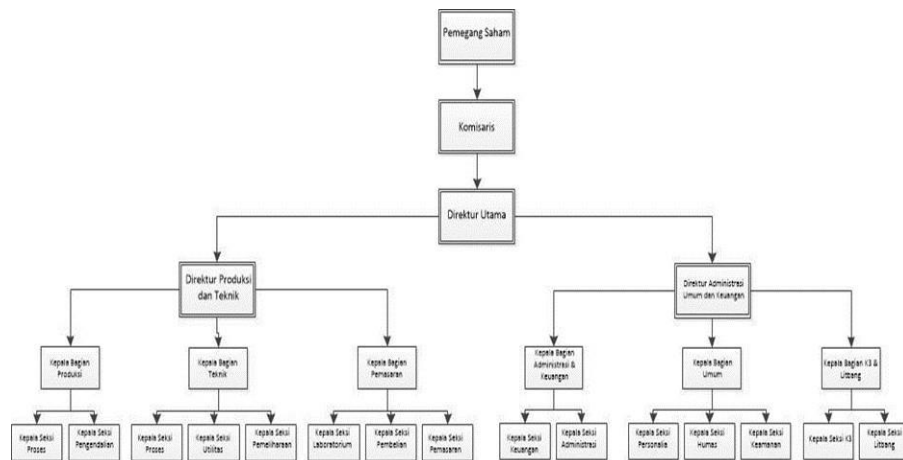
perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam – macam sesuai bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Struktur organisasi yang dipilih pada perancangan pabrik *isopropyle benzene* adalah system line and staff. Dimana garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja, seperti terdapat dalam sistem organisasi fungsional. Dengan sistem ini karyawan hanya akan bertanggungjawab kepada atasan saja.

Dalam menjalankan tugas sehari-hari, para pemegang saham diwakilkan oleh dewan komisaris. Untuk menjalankan perusahaan diwakilkan oleh manajer perusahaan beserta jajarannya. Pada sistem ini, semakin ke atas jabatan yang diduduki semakin tinggi tugas, wewenang dan tanggung jawab yang dimiliki juga semakin besar. Tugas, wewenang, dan tanggung jawab tertinggi terletak pada rapat umum pemegang saham.

Jenjang dan jabatan kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Dewan direksi
- d. Direktur Utama
- e. Kepala bagian
- f. Kepala seksi
- g. Karyawan

Tugas, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Untuk tugas, wewenang dan tanggung jawab tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham. Struktur organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada gambar.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi

### 3. Tugas dan Wewenang

#### a. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS dilakukan minimal satu kali setahun untuk mengontrol dan mengevaluasi kelancara proses produk.

Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

1. Meminta pertanggungjawaban dewan komisaris.
2. Pegangkatan dan pemberhentian Dewan Komisaris dan Direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham apabila ada yang mengundurkan diri dengan musyawarah bersama.
3. Menetapkan besar laba tahunan yang diperoleh untuk dibagikan , disimpan, atau ditanamkan kembali.
4. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik

saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Melaporkan kepada perseroan mengenai kepemilikan sahamnya atau keluarganya pada perseroan.
2. Memberikan laporan tentang tugas pengawasan yang telah dilakukan selama setahun kepada RUPS.
3. Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas direksi.
4. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

**b. Direktur Utama**

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal kelancaran perusahaan sesuai apa yang telah ditargetkan dalam RUPS dan bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan menjaga kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mrencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.

Direktur utama membawahi direktur produksi dan teknik, serta Direktur administrasi umum dan keuangan. Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur utama dibantu oleh

direktur produksi dan teknik, serta direktur administrasi umum dan keuangan.

### **1) Direktur Produksi dan Teknik**

Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, operasi, teknik, utilitas, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Direktur Produksi dan Teknik dibantu oleh dua Kepala Bagian, yaitu :

- a. Kepala Bagian Produksi dibantu oleh Seksi Proses, dan Seksi Pengendalian.
- b. Kepala Bagian Teknik dibantu oleh Seksi Pemeliharaan dan Seksi Utilitas.
- c. Kepala Bagian pemasaran dibantu oleh Seksi Laboratorium, Seksi pembelian, dan Seksi Pemasaran.

### **2) Direktur Administrasi Umum dan Keuangan**

Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama. Tugasnya memimpin segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang administrasi, personalia, keuangan, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

Direktur Keuangan dan Umum dibantu oleh empat Kepala Bagian yaitu :

- a. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab langsung kepada Direktur keuangan dan umum. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang personalia, humas dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian Umum dibantu

tiga Seksi, yaitu Seksi Personalia, Seksi Humas dan Seksi Keamanan.

b. Kepala Bagian K3 dan Litbang

Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Keuangan dan Umum. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang K3, dan Litbang. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian K3 dan Litbang dibantu oleh dua Seksi, Yaitu Seksi K3 dan Seksi Litbang.

c. Staff Ahli

Bertugas memberi masukan, baik berupa saran, nasihat, dan pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan. Staff ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang:

1. Memberikan nasihat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.

**3) Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan**

Dari data karyawan shift dan non-shift jumlah karyawan pada pabrik *isopropil benzene* adalah 150 orang. Rincian SDM yang bekerja di pabrik *isopropyle benzene* bisa dilihat di tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Jabatan dan Keahlian

| Jabatan                                 | Jumlah | Pendidikan |
|-----------------------------------------|--------|------------|
| Direktur Utama                          | 1      | S-1        |
| Direktur Produksi dan Teknik            | 1      | S-1        |
| Direktur Administrasi Umum dan Keuangan | 1      | S-1        |
| Kepala Bagian Produksi                  | 1      | S-1        |
| Kepala Bagian Teknik                    | 1      | S-1        |
| Kepala Bagian Pemasaran                 | 1      | S-1        |
| Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan | 1      | S-1        |
| Kepala Bagian Umum                      | 1      | S-1        |
| Kepala Bagian K3 dan Litbang            | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Utilitas                   | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Pemeliharaan               | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Laboratorium               | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Pemasaran                  | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Administrasi               | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Keuangan                   | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Personalia                 | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Humas                      | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Keamanan                   | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi K3                         | 1      | S-1        |
| Kepala Seksi Litbang                    | 1      | S-1        |
| Karyawan Proses                         | 10     | S-1        |
| Karyawan Pengendalian                   | 5      | S-1        |
| Karyawan Laboratorium                   | 4      | S-1        |
| Karyawan Pemeliharaan                   | 6      | S-1        |
| Karyawan Utilitas                       | 6      | S-1        |
| Karyawan Pemasaran                      | 4      | S-1        |
| Karyawan Pembelian                      | 3      | S-1        |
| Karyawan Administrasi                   | 3      | S-1        |
| Karyawan Personalia                     | 3      | S-1        |
| Karyawan Humas dan Keamanan             | 3      | S-1        |
| Karyawan K3                             | 6      | S-1        |
| Karyawan Litbang                        | 3      | S-1        |
| Operator                                | 57     | D-3        |
| Sopir                                   | 4      | SMA/SMK    |
| Petugas Perpustakaan                    | 1      | S-1        |
| Cleaning Service                        | 6      | SMA/SMK    |
| Dokter                                  | 1      | S-1        |
| Perawat                                 | 2      | D-2/S-1    |

#### 4. Pembagian Jam Kerja

Pabrik *isopropil benzene* dari *propylene* dan *benzene* ini akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan, dan turn around. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

- a) Pegawai non shift yang bekerja selama 8 jam dalam sehari dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari sabtu, minggu, dan hari besar libur. Pegawai non shift termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu, direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi dibawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu. Berikut ketentuan jam kerja pegawai non shift.

Senin – Kamis : 08.00 – 17.00

Jumat : 08.00 – 17.00

- b) Pegawai shift bekerja 24 jam per hari yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift adalah karyawan yang berlangsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut ketentuan jam kerja pegawai shift :

Shift I : 08.00 – 16.00

Shift II : 16.00 – 24.00

Shift III : 24.00 – 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Berikut jadwal kerja karyawan shift.

Tabel 4.3 Jadwal Kerja Karyawan Shift

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

c) Kerja Lembur (*overtime*)

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

## 5. Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan

a) Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

- 1) Gaji bulanan, gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.
- 2) Gaji harian, gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.
- 3) Gaji lembur, gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Tabel 4.4 Daftar Gaji Karyawan

| Jabatan                                 | Jumlah | Gaji (Rp)  | Gaji (Rp)  |
|-----------------------------------------|--------|------------|------------|
| Direktur Utama                          | 1      | 35.000.000 | 35.000.000 |
| Direktur Produksi dan Teknik            | 1      | 30.000.000 | 30.000.000 |
| Direktur Administrasi Umum dan Keuangan | 1      | 30.000.000 | 30.000.000 |
| Kepala Bagian Produksi                  | 1      | 20.000.000 | 20.000.000 |
| Kepala Bagian Teknik                    | 1      | 20.000.000 | 20.000.000 |
| Kepala Bagian Pemasaran                 | 1      | 20.000.000 | 20.000.000 |

Tabel 4.4 ..... (Lanjutan)

|                                         |    |            |             |
|-----------------------------------------|----|------------|-------------|
| Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan | 1  | 20.000.000 | 20.000.000  |
| Kepala Bagian Umum                      | 1  | 20.000.000 | 20.000.000  |
| Kepala Bagian K3 dan Litbang            | 1  | 20.000.000 | 20.000.000  |
| Kepala Seksi Utilitas                   | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Pemeliharaan               | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Laboratorium               | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Pembelian                  | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Pemasaran                  | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Administrasi               | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Keuangan                   | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Personalia                 | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Keamanan                   | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi K3                         | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Kepala Seksi Litbang                    | 1  | 15.000.000 | 15.000.000  |
| Karyawan Proses                         | 10 | 10.000.000 | 100.000.000 |
| Karyawan Pengendalian                   | 5  | 9.000.000  | 45.000.000  |
| Karyawan Laboratorium                   | 4  | 9.000.000  | 36.000.000  |
| Karyawan Pemeliharaan                   | 6  | 9.000.000  | 54.000.000  |
| Karyawan Utilitas                       | 6  | 9.000.000  | 54.000.000  |
| Karyawan Pemasaran                      | 4  | 7.000.000  | 28.000.000  |
| Karyawan Pembelian                      | 3  | 7.000.000  | 21.000.000  |
| Karyawan Administrasi                   | 3  | 7.000.000  | 21.000.000  |
| Karyawan Personalia                     | 3  | 8.000.000  | 24.000.000  |
| Karyawan Humas dan Keamanan             | 3  | 7.000.000  | 21.000.000  |
| Karyawan K3                             | 6  | 8.000.000  | 48.000.000  |
| Karyawan Litbang                        | 3  | 8.000.000  | 24.000.000  |
| Operator                                | 57 | 6.000.000  | 342.000.000 |
| Sopir                                   | 4  | 4.700.000  | 18.800.000  |

Tabel 4.4 ..... (Lanjutan)

|                      |     |               |                |
|----------------------|-----|---------------|----------------|
| Petugas Perpustakaan | 1   | 4.500.000     | 4.500.000      |
| Cleaning Service     | 6   | 4.400.000     | 26.400.000     |
| Dokter               | 1   | 9.000.000     | 9.000.000      |
| Perawat              | 2   | 5.000.000     | 10.000.000     |
| Total                | 150 | 1.311.700.000 | 15.740.400.000 |

b) Kesejahteraan Sosial Karyawan

Setiap karyawan di perusahaan memiliki hak dan kewajiban yang di atur oleh undang-undang ketenagakerjaan. Terdapat dua jenis karyawan berdasarkan jenis kontrak kerjanya, yaitu :

- 1) Karyawan Pra-kontrak merupakan karyawan baru yang akan mengalami masa percobaan kerja selama 6 bulan. Setelah 6 bulan, kinerja karyawan akan dievaluasi untuk kemudian diambil keputusan mengenai pengangkatan menjadi karyawan tetap.
- 2) Karyawan Tetap merupakan karyawan yang telah memiliki kontrak kerja secara tertulis dengan perusahaan. Baik karyawan pra-kontrak maupun karyawan tetap memiliki hak serta kewajiban yang sama. Hak karyawan meliputi masalah gaji, tunjangan, serta cuti karyawan.

## **1. Hak Karyawan**

### **a. Gaji Pokok**

Gaji pokok karyawan diatur berdasarkan jabatan, keahlian dan kecakapan karyawan, masa kerja, serta prestasi kerja. Kenaikan gaji pokok dilakukan per tahun sesuai dengan pertumbuhan ekonomi serta prestasi dari karyawan.

### **b. Tunjangan dan Fasilitas Bagi Karyawan**

Selain gaji pokok, setiap karyawan juga mendapatkan tunjangan yang diatur oleh perusahaan. Beberapa jenis tunjangan dan fasilitas yang diberikan oleh perusahaan antara lain adalah :

1. Tunjangan Makan : makan siang disediakan oleh perusahaan dan setiap karyawan berhak makan siang yang disediakan. Namun karyawan juga dapat makan siang di luar wilayah perusahaan dan akan diberikan uang makan yang besarnya disesuaikan dengan jabatan karyawan.
2. Tunjangan Kesehatan : setiap karyawan akan memiliki asuransi yang diatur oleh perusahaan, sesuai dengan Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional Pasal 18. Jenis program jaminan sosial meliputi :
  1. Jaminan kesehatan
  2. Jaminan kecelakaan kerja
  3. Jaminan hari tua
  4. Jaminan pensiun dan kematian

Sehingga karyawan mengalami kecelakaan ataupun sakit dan harus dirawat, maka perusahaan akan mengganti seluruh biaya perawatan.

- c. Tunjangan Hari Raya : setiap karyawan akan mendapatkan tunjangan hari raya sebesar 1 bulan gaji setiap tahunnya.
  - d. Tunjangan Keluarga : Karyawan yang telah memiliki keluarga akan mendapatkan tunjangan bagi istri dan anaknya (maksimal 2 anak) yang ketentuannya telah diatur oleh perusahaannya.
  - e. Tunjangan Hari Tua : karyawan yang telah berumur 60 tahun akan memasuki usia pensiun dan akan diberikan uang pensiun sebesar 10% dari gaji total selama karyawan tersebut bekerja.
- c) Penyediaan Fasilitas Bagi Karyawan
- 1. Penyediaan sarana transportasi / bus karyawan.
  - 2. Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
  - 3. Beasiswa kepada anak-anak karyawan yang berprestasi.
  - 4. Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun.
  - 5. Penyediaan fasilitas perumahan yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
- d) Cuti dan Hari Libur Nasional
- 1. Setiap karyawan tetap akan mendapatkan cuti kerja sebanyak 15 hari per tahunnya dan hal ini tidak berlaku akumulatif. Selain itu pada hari libur nasional, karyawan non-shift akan libur, namun karyawan shift yang memiliki jadwal kerja pada hari tersebut tidak libur namun jam kerjanya akan dihitung sebagai jam kerja lembur.

2. Kewajiban Karyawan Hak yang diterima oleh karyawan perlu diimbangi juga dengan kewajiban yang harus diberikan oleh setiap karyawan. Beberapa kewajiban karyawan antara lain:

- Wajib turut serta menyukseskan visi dan misi perusahaan.
- Wajib mentaati kontrak kerja yang telah disepakati sebelumnya antara perusahaan dan karyawan.
- Wajib menjaga kerahasiaan proses produksi pabrik.

## **6. Keselamatan Kerja**

Keselamatan kerja bagi karyawan sangat penting. Hal ini diatur oleh pemerintah dalam undang-undang. Oleh karena itu diperlukan adanya staf ahli kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang berfungsi untuk memberikan pelatihan kepada seluruh karyawan, terutama karyawan yang berada di area produksi untuk memperhatikan keselamatan kerja. Pelatihan juga dapat berupa uji coba sirine bahaya kebakaran, dll.

Perusahaan juga menyediakan beberapa jenis alat pelindung diri (APD) bagi setiap karyawan, dan setiap karyawan wajib memakai di dalam area produksi. APD tersebut antara lain adalah sepatu pengaman, earplug, helmet, baju tangan panjang, serta masker.

## **BAB V**

### **UTILITAS**

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

Utilitas merupakan unit yang mendukung proses suatu pabrik serta sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Menyediakan utilitas artinya menambah biaya produksi pabrik namun pabrik akan lebih hemat apabila pabrik itu memiliki utilitas sendiri sehingga tidak bergantung pada pabrik – pabrik lain guna menunjang proses produksinya.

Salah satu factor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas meliputi :

1. Unit pengolahan air (water treatment system)
2. Unit penyediaan *steam* (*steam* generation system)
3. Unit penyediaan listrik (power plant system)
4. Unit penyediaan udara bertekanan (instrument air system)
5. Unit penyediaan bahan bakar
6. Unit pendingin drowthrem A

#### **5.2 Unit Pengolahan Air (Water Treatment System)**

##### **5.2.1 Unit pengolahan air**

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau, mauapun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *isopropil benzene* ini yang digunakan ialah air yang berasal dari air sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Biaya lebih murah dibandingkan biaya dari sumber lainnya.
- b. Jumlah air sungai lebih banyak dibandingkan air sungai.

- c. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relative tinggi, sehingga untuk kendala kekurangan air dapat dihindari.
- d. Air yang digunakan diperoleh dari sungai Cisadane yang terletak tidak jauh dari pabrik.

Penyediaan air digunakan untuk keperluan air pendingin, air umpan boiler, air minum, kebutuhan rumah tangga, dan kantor serta air untuk pemadam kebakaran.

### 1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Air ialah bahan yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c. Menyerap panas yang relative tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan adanya perubahan suhu pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi.

Adanya syarat-syarat air yang digunakan sebagai media pendingin sebagai berikut :

- a. Jernih
- b. Tidak menyebabkan korosi

### 2. Air umpan *reboiler*

Air yang digunakan sebagai air umpan boiler harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (Powell, 1954) :

- a. Air bebas dari zat-zat yang dapat menyebabkan korosi  
Terjadinya korosi di boiler disebabkan air yang mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti  $O_2$  dan  $CO_2$ .
- b. Air bebas dari zat yang dapat menyebabkan *scale forming*  
Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.
- c. Air bebas dari zat yang dapat menyebabkan foaming

Air yang diambil kembali dari hasil pemanasan biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik dan zat-zat tidak terlarut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

### **3. Air minum, kebutuhan rumah tangga dan kantor**

Air yang digunakan sebagai air minum, kebutuhan rumah tangga dan kantor harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

#### **a. Persyaratan fisika**

- Air harus jernih/tidak keruh
- Tidak berwarna dan tidak berbau
- Tidak berasa (tawar)
- Suhu normal (20 C – 26 C)
- Tidak mengandung padatan

#### **b. Persyaratan kimia**

- pH netral (pH = 7)
- Tidak berwarna dan tidak berbau
- Kesadahan rendah
- Tidak mengandung zat organik

#### **c. Persyaratan biologis**

- Tidak mengandung bakteri pathogen
- Tidak mengandung bakteri non pathogen

### **4. Air pemadam kebakaran**

Air pemadam kebakaran digunakan hanya pada saat terjadi kebakaran di pabrik, adapun syarat air pemadam kebakaran yaitu :

- a. Tidak mengandung kotoran seperti daun, sampah.
- b. Tidak mengandung kotoran seperti pasir, batu kerikil.

### 5.3 Unit kebutuhan air

#### 1. Kebutuhan air pendingin

| NO.          | Alat        | Kode alat | Kebutuhan Air (Kg/Jam) |
|--------------|-------------|-----------|------------------------|
| 1            | CondenserMD | CD-01     | 115,43                 |
| 2            | CondenserMD | CD-02     | 28.788,09              |
| 3            | Cooler      | C-01      | 209.653,32             |
| 4            | Cooler      | C-02      | 46.436,82              |
| 5            | Cooler      | C-03      | 27.234,44              |
| 6            | Cooler      | C-04      | 7.524,66               |
| 7            | Cooler      | C-05      | 102.756,70             |
| <b>Total</b> |             |           | <b>319.752,77</b>      |

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| Kebutuhan total air pendingin         | = 319.752,77 kg/jam |
| Perancangan dibuat over design 20%    | = 383703,32 kg/jam  |
| Jumlah air yang menguap (We)          | = 7175,25 kg/jam    |
| Drift Loss (Wd)                       | = 76,74 kg/jam      |
| Blowdown (Wb)                         | = 2.32 kg/jam       |
| Make up Water (Wm)                    | = 9567,1 kg/jam     |
| Perancangan Wm dibuat over design 20% | = 11480,41 kg/jam   |

#### 2. Kebutuhan air pembangkit *steam*

| No           | Alat        | Kode  | Kebutuhan Steam (Kg/jam) |
|--------------|-------------|-------|--------------------------|
| 1            | Vaporizer   | V-01  | 2.298,13                 |
| 2            | Heater      | H-01  | 23,85                    |
| 3            | Heater      | H-02  | 1.609,93                 |
| 4            | Reboiler MD | RB-01 | 2.728,86                 |
| 5            | Reboiler MD | RB-02 | 2.728,86                 |
| <b>Total</b> |             |       | <b>9.389,6249</b>        |

|                                        |                    |
|----------------------------------------|--------------------|
| Total kebutuhan air untuk <i>steam</i> | = 9.389,63 Kg/Jam  |
| Perancangan dibuat over design 20%     | = 11.267,55 Kg/Jam |
| Blowdown (Wb)                          | = 1.690,14 Kg/Jam  |
| Jumlah air yang menguap (We)           | = 563,38 Kg/Jam    |
| Make up water (Wm)                     | = 2.253,51 Kg/Jam  |
| Perancangan Wm dibuat over design 20%  | = 2.704,22 Kg/Jam  |

3. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air untuk karyawan/kantor dan kebutuhan air untuk tempat tinggal.

a. Kantor

Jumlah karyawan : 150 orang  
Perkiraan kebutuhan air tiap orang : 30 liter/Jam  
Kebutuhan air tiap karyawan : 29,33 Kg/jam  
Kebutuhan air semua karyawan : 4.398,77 kg/jam  
: 105.570,50 kg/jam

b. Kebutuhan air untuk tempat tinggal

Pendirian mess sebanyak : 1 rumah  
Perkiraan penghuni mess : 61 orang  
Kebutuhan air tiap orang : 400 liter/hari  
Kebutuhan air untuk mess : 24.400 liter/hari  
: 24.961,52 kg/hari  
: 1.040,07 kg/jam

4. Kebutuhan air untuk *service water*

Kebutuhan *service water* diperkirakan sekitar 500 kg/jam. Perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, dan lain-lain. Sehingga total kebutuhan air adalah sebesar 400.909,7035 kg/jam dapat dilihat pada tabel berikut :

| No.          | Keperluan             | Jumlah (kg/jam)   |
|--------------|-----------------------|-------------------|
| 1            | <i>Domestik Water</i> | 5.438,8           |
| 2            | <i>Service Water</i>  | 500,00            |
| 3            | <i>Cooling Water</i>  | 383.703,32        |
| 4            | <i>Steam Water</i>    | 11.267,55         |
| <b>Total</b> |                       | <b>400.909,70</b> |

#### 5.4 Unit Pembangkit Steam

Tujuan dari penyediaan *steam* ini ialah untuk mencukupi kebutuhan *steam* yang akan digunakan untuk berbagai proses operasi. Kebutuhan *steam* ini untuk penguapan di *vaporizer*, *reboiler* dan *heater*. Kebutuhan air untuk *steam* 9.389,63 kg/jam. Maka, total kebutuhan *steam* setelah overdesign 20 % sebagai factor keamanan alat adalah 11.267,55 kg/jam. Kebutuhan *steam* ini dipenuhi oleh *reboiler* utilitas. Sebelum masuk *reboiler*, air harus dihilangkan kesadahnya, karena air yang sadah akan menimbulkan kerak di dalam boiler. Oleh karena itu, sebelum masuk boiler air dilewatkan dengan ion exchanger dan daerasi terlebih dahulu. Didalam *reboiler* air umpan boiler yang mengalir melalui pipa – pipa masuk ke dalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakaran membentuk *steam* pada daerah uap dalam drum. Uap air yang terkumpul kemudian dialirkan ke *steam heater* untuk didistribusikan ke area-area proses media pemanas pada alat penukar panas (HE).

#### 5.5 Unit Pembangkit Listrik

Unit pembangkit listrik berfungsi untuk menyediakan kebutuhan alat listrik pabrik yang meliputi peralatan proses, peralatan utilitas, dan kebutuhan perkatoran. Adapun rician dari kebutuhan listrik sebagai berikut :

Kebutuhan listrik proses beberapa peralatan proses menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak motor. Daya yang dibutuhkan masing-masing alat dapat dilihat ditabel sebagai berikut :

Tabel 5.1 Unit Pembangkit Listrik

| Alat     | Kode Alat | Daya   |        |
|----------|-----------|--------|--------|
|          |           | Hp     | Watt   |
| Pompa-01 | P-01      | 0,0007 | 0,5394 |
| Pompa-02 | P-02      | 0,0002 | 0,1382 |
| Pompa-03 | P-03      | 0,0038 | 2,8617 |
| Pompa-04 | P-04      | 0,0004 | 0,3160 |
| Pompa-05 | P-05      | 0,0004 | 0,3160 |
| Pompa-06 | P-06      | 0,0094 | 7,0411 |
| Pompa-07 | P-07      | 0,0004 | 0,3160 |

Tabel 5.1 .... (Lanjutan)

|              |       |               |                 |
|--------------|-------|---------------|-----------------|
| Pompa-08     | P-08  | 0,0002        | 0,1798          |
| Pompa-09     | P-09  | 0,0002        | 0,1798          |
| Pompa-10     | P-10  | 0,0052        | 3,8424          |
| Pompa-11     | P-11  | 0,0052        | 3,8424          |
| Pompa-12     | P-12  | 0,0003        | 0,1883          |
| Pompa-13     | P-13  | 0,0003        | 0,1883          |
| Pompa-14     | P-14  | 0,0064        | 4,7578          |
| Pompa-15     | P-15  | 0,0064        | 4,7578          |
| Blower       | BL-01 | 0,5516        | 411,3461        |
| Blower       | BL-02 | 0,0368        | 27,4231         |
| Blower       | BL-03 | 0,1226        | 91,4102         |
| <b>Total</b> |       | <b>0,7505</b> | <b>559,6442</b> |

## a. Kebutuhan Listrik Utilitas

Sama halnya dengan peralatan proses, peralatan utilitas juga terdapat sejumlah daya yang dibutuhkan. Kebutuhan tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5.2 Kebutuhan Listrik Utilitas

| Alat                                        | Kode Alat | Daya   |           |
|---------------------------------------------|-----------|--------|-----------|
|                                             |           | Hp     | Watt      |
| Bak Penggumpal<br>(Koagulasi dan Flokulasi) | BU-01     | 2,00   | 1491,40   |
| Blower Cooling Tower                        | BL-01     | 75,00  | 55.927,50 |
| Kompresor Udara                             | CP-01     | 5,00   | 3.728,50  |
| Pompa Utilitas-01                           | PU-01     | 18,99  | 14.115,31 |
| Pompa Utilitas-02                           | PU-02     | 31,34  | 23.372,42 |
| Pompa Utilitas-03                           | PU-03     | 27,23  | 20.309,08 |
| Pompa Utilitas-04                           | PU-04     | 0,0029 | 2,13      |
| Pompa Utilitas-05                           | PU-05     | 30,89  | 23.032,06 |
| Pompa Utilitas-06                           | PU-06     | 28,51  | 21.260,57 |
| Pompa Utilitas-07                           | PU-07     | 8,32   | 6.205,77  |

Tabel 5.2 ..... (Lanjutan)

|                   |       |        |            |
|-------------------|-------|--------|------------|
| Pompa Utilitas-08 | PU-08 | 18,38  | 13.709,51  |
| Pompa Utilitas-09 | PU-09 | 0,46   | 341,45     |
| Pompa Utilitas-10 | PU-10 | 0      | 0,0002     |
| Pompa Utilitas-11 | PU-11 | 0,73   | 548,02     |
| Pompa Utilitas-12 | PU-12 | 0,62   | 465,27     |
| Pompa Utilitas-13 | PU-13 | 0,02   | 11,73      |
| Pompa Utilitas-14 | PU-14 | 0,02   | 11,90      |
| Pompa Utilitas-15 | PU-15 | 8,36   | 6.238,34   |
| Pompa Utilitas-16 | PU-16 | 8,36   | 6.238,34   |
| Pompa Utilitas-17 | PU-17 | 0,18   | 134,22     |
| Pompa Utilitas-18 | PU-18 | 0,55   | 409,93     |
| Pompa Utilitas-19 | PU-19 | 0,24   | 178,43     |
| Pompa Utilitas-20 | PU-20 | 0,24   | 178,86     |
| Pompa Utilitas-21 | PU-21 | 0,57   | 424,63     |
| Total             |       | 265,97 | 198.335,41 |

b. Kebutuhan lain-lain

Kebutuhan listrik untuk penerangan : 400 Kw

Kebutuhan listrik untuk AC : 80 kW

Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel : 150 kW

Kebutuhan listrik untuk instrumentasi : 60 kW

Kebutuhan listrik secara lebih lengkap dapat dilihat ditabel dibawah ini :

| No | Keperluan                | Kebutuhan (kW) |
|----|--------------------------|----------------|
| 1  | Peralatan Proses         | 0,56           |
| 2  | Peralatan Utilitas       | 198,34         |
| 3  | Penerangan               | 400            |
| 4  | AC                       | 80             |
| 5  | Laboratorium dan bengkel | 150            |
| 6  | Instrumentasi            | 60             |
|    | <b>Total</b>             | <b>888,90</b>  |

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power motor yang penting antara lain boiler, pompa, dan cooling tower.

Spesifikasi generator yang dipakai :

Kapasitas : 2000 kW

Jenis : AC Generator

Tegangan : 220/360

Jumlah : 1

Prinsip kerja dari generator ini ialah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas yang digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang akan menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan listrik PLN 100%. Apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari generator 100%.

## **5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan**

Udara diperlukan untuk aliran dalam alat control sebagai aliran pneumatic yang menggerakkan instrument pengendalian proses yang ada pada area proses. Udara tekan dipilih tekanan 6,35 bar dan suhu 30 °C. adapun jumlah alat control sebanyak 22 buah dengan total kebutuhan udara tekan keseluruhan sebesar 37,38 m<sup>3</sup>/jam dengan over design sebesar 10 % jadi total kebutuhan udara tekan sebesar 41,12 m<sup>3</sup>/jam. Kebutuhan dan kondisi udara diperoleh dari kompresor. Sebagai pengering, digunakan silica gel untuk menyerap kandungan air dalam udara.

### **5.7 Unit Penyediaan Bahan Bakar**

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan generator pembangkit listrik. Bahan yang digunakan untuk boiler dan generator yaitu solar. Solar memiliki value sebesar 1.967 Btu/lb dengan efisiensi pembakaran 80 %. Bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 2.299,82 lb/jam.

### **5.8 Unit Penyedia *Dowtherm A***

*Dowtherm A* digunakan sebagai pendingin pada reaktor dan berfungsi untuk mengontrol temperatur pada reaktor agar bekerja sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan. Jumlah *dowtherm A* dibutuhkan diperkirakan sebesar 99,89 kg/jam. Total kebutuhan *Dowtherm A* setelah overdesign 20 % sebagai faktor keamanan alat adalah 119,87 kg/jam.



## 5.9 Spesifikasi Alat Utilitas

### 5.9.1 Pompa Utilitas

Tabel 5.3 Pompa Utilitas

| Kode              | PU-01                                        | PU-02                                                                       |
|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari sungai menuju screening | Mengalirkan air sungai dari screening menuju reservoir /sedimentasi (BU-01) |
| Jenis             | Centrifugal pump                             | Centrifugal pump                                                            |
| Impeller          | Axial flow impellers                         | Axial flow impellers                                                        |
| Jumlah            | 1 buah                                       | 1 buah                                                                      |
| Bahan Konstruksi  | Commercial steel                             | Commercial steel                                                            |
| Spesifikasi Pompa |                                              |                                                                             |
| Kapasitas         | 2.677,5157 gal/min                           | 2.543,6399 gal/min                                                          |
| Rate Volumetrik   | 5,9655 ft <sup>3</sup> /s                    | 5,6673 ft <sup>3</sup> /s                                                   |
| Kecepatan aliran  | 3,6776 ft/s                                  | 3,4937 ft/s                                                                 |
| Ukuran Pipa       |                                              |                                                                             |
| ID                | 17,250 in                                    | 17,250 in                                                                   |
| OD                | 18 in                                        | 18,00 in                                                                    |
| IPS               | 18 in                                        | 18,00 in                                                                    |
| Flow Area         | 234 in <sup>2</sup>                          | 234 in <sup>2</sup>                                                         |
| Efisiensi Pompa   | 80%                                          | 78 %                                                                        |
| Power Pompa       | 18,92 HP                                     | 31,3429 HP                                                                  |
| Power Motor       | 75 HP                                        | 75 HP                                                                       |
| Harga             | Rp 184.826.557,65                            | Rp 184.826.557,65                                                           |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-03                                                                                   | PU-04                                                                              |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari bak sedimentasi (BU-01) menuju bak koagulasi dan flokulasi (BU-02) | Mengalirkan air dari tangkialum (TU-01) menuju bak Koagulasi dan flokulasi (BU-02) |
| Jenis             | Centrifugal pump                                                                        | Centrifugal pump                                                                   |
| Impeller          | Axial flow impellers                                                                    | Axial flow impellers                                                               |
| Jumlah            | 1 buah                                                                                  | 1 buah                                                                             |
| Bahan Konstruksi  | <i>Commercial steel</i>                                                                 | <i>Commercial steel</i>                                                            |
| Spesifikasi Pompa |                                                                                         |                                                                                    |
| Kapasitas         | 2.416,4579 gal/min                                                                      | 0,1309 gal/min                                                                     |
| Rate Volumetrik   | 5,3839 ft <sup>3</sup> /s                                                               | 0,0003 ft <sup>3</sup> /s                                                          |
| Kecepatan aliran  | 3,3190 ft/s                                                                             | 0,4037 ft/s                                                                        |
| Ukuran pipa       |                                                                                         |                                                                                    |
| ID                | 17,250 in                                                                               | 0,364 in                                                                           |
| OD                | 18 in                                                                                   | 0,54 in                                                                            |
| IPS               | 18 in                                                                                   | 0,25 in                                                                            |
| Flow Area         | 234 in <sup>2</sup>                                                                     | 0,10 in <sup>2</sup>                                                               |
| Efisiensi Pompa   | 80%                                                                                     | 20 %                                                                               |
| Power Pompa       | 27,2349 HP                                                                              | 2,1287 HP                                                                          |
| Power Motor       | 60 HP                                                                                   | 37,2850 HP                                                                         |
| Harga             | Rp 184.826.557,65                                                                       | Rp 35.543.568,78                                                                   |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-05                                                                                     | PU-06                                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari bak koagulasi dan flokulasi (BU-02) menuju bak pengendapan 1 (BU-03) | Mengalirkan air dari bak pengendapan 1 (BU-03) menuju bak pengendapan 2 (BU-04) |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                                                   | <i>Centrifugal pump</i>                                                         |
| Impeller          | <i>Axial flow impellers</i>                                                               | <i>Axial flow impellers</i>                                                     |
| Jumlah            | 1 buah                                                                                    | 1 buah                                                                          |
| Bahan Konstruksi  | <i>Commercial steel</i>                                                                   | <i>Commercial steel</i>                                                         |
| Spesifikasi Pompa |                                                                                           |                                                                                 |
| Kapasitas         | 2.416,4579 gal/min                                                                        | 2.295,6350 gal/min                                                              |
| Rate Volumetrik   | 5,3839 ft <sup>3</sup> /s                                                                 | 5,1147 ft <sup>3</sup> /s                                                       |
| Kecepatan Aliran  | 3,3190 ft/s                                                                               | 3,1531 ft/s                                                                     |
| Ukuran Pipa       |                                                                                           |                                                                                 |
| ID                | 17,250 in                                                                                 | 17,250 in                                                                       |
| OD                | 18 in                                                                                     | 18 in                                                                           |
| IPS               | 18 in                                                                                     | 18 in                                                                           |
| Flow Area         | 234 in <sup>2</sup>                                                                       | 234 in <sup>2</sup>                                                             |
| Efisiensi Pompa   | 73%                                                                                       | 73 %                                                                            |
| Power Pompa       | 30,8865 HP                                                                                | 28,5109 HP                                                                      |
| Power Motor       | 75 HP                                                                                     | 60 HP                                                                           |
| Harga             | Rp 184.826.557,65                                                                         | Rp 184.826.557,65                                                               |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-07                                                                             | PU-08                                                                                                  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari bak pengendapan II (BU-04) menuju bak saringan pasir (FU-02) | Mengalirkan air dari bak sand filter/bak saringan pasir (FU-02) menuju Bak penampung sementara (BU-05) |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                                           | <i>Centrifugal pump</i>                                                                                |
| Impeller          | <i>Axial flow impellers</i>                                                       | <i>Axial flow impellers</i>                                                                            |
| Jumlah            | 1 buah                                                                            | 1 buah                                                                                                 |
| Bahan Konstruksi  | <i>Commercial steel</i>                                                           | <i>Commercial steel</i>                                                                                |
| Spesifikasi Pompa |                                                                                   |                                                                                                        |
| Kapasitas         | 2180,8532 gal/min                                                                 | 2071,8106 gal/min                                                                                      |
| Rate Volumetrik   | 4,8590 ft <sup>3</sup> /s                                                         | 4,6160 ft <sup>3</sup> /s                                                                              |
| Kecepatan Aliran  | 3,8326 ft/s                                                                       | 3,6410 ft/s                                                                                            |
| Ukuran Pipa       |                                                                                   |                                                                                                        |
| ID                | 15,250 in                                                                         | 15,250 in                                                                                              |
| OD                | 16 in                                                                             | 16 in                                                                                                  |
| IPS               | 16 in                                                                             | 16 in                                                                                                  |
| Flow Area         | 183 in <sup>2</sup>                                                               | 183 in <sup>2</sup>                                                                                    |
| Efisiensi Pompa   | 88%                                                                               | 65 %                                                                                                   |
| Power Pompa       | 8,3221 HP                                                                         | 18,3848 HP                                                                                             |
| Power Motor       | 25 HP                                                                             | 60 HP                                                                                                  |
| Harga             | Rp 165.277.594,83                                                                 | Rp 165.277.594,83                                                                                      |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-09                                                                          | PU-10                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari bak penampung sementara (BU-05) menuju area kebutuhan air | Mengalirkan kaporit dari tangki kaporit (T-03) menuju tangki klorinasi (TU-02) |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                                        | <i>Centrifugal pump</i>                                                        |
| Impeller          | <i>Axial flow impellers</i>                                                    | <i>Axial flow impellers</i>                                                    |
| Jumlah            | 1 buah                                                                         | 1 buah                                                                         |
| Bahan Konstruksi  | <i>Commercial steel</i>                                                        | <i>Commercial steel</i>                                                        |
| Harga             | Rp 26.657.676,58                                                               | Rp 17.771.784,39                                                               |
| Spesifikasi Pompa |                                                                                |                                                                                |
| Kapasitas         | 28,1067 gal/min                                                                | 0,0002 gal/min                                                                 |
| Rate volumetrik   | 0,0626 ft <sup>3</sup> /s                                                      | 0 ft <sup>3</sup> /s                                                           |
| Kecepatan Aliran  | 2,6887ft/s                                                                     | 0,0011 ft/s                                                                    |
| Ukuran Pipa       |                                                                                |                                                                                |
| ID                | 2,067 in                                                                       | 0,269 in                                                                       |
| OD                | 2,38 in                                                                        | 0,41 in                                                                        |
| IPS               | 2 in                                                                           | 0,13 in                                                                        |
| Flow Area         | 3,35 in <sup>2</sup>                                                           | 2340,06 in <sup>2</sup>                                                        |
| Efisiensi Pompa   | 21%                                                                            | 20 %                                                                           |
| Power Pompa       | 0,4579 HP                                                                      | 0 HP                                                                           |
| Power Motor       | 0,75 HP                                                                        | 0,05 HP                                                                        |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-11                                                            | PU-12                                                           |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air tangki klorinasi menuju tangki air bersih (T-04) | Mengalirkan air dari tangki bersih (TU-04) menuju area domestik |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                          | <i>Centrifugal pump</i>                                         |
| Impeller          | <i>Mixed flow impellers</i>                                      | <i>Mixed flow impellers</i>                                     |
| Jumlah            | 1 buah                                                           | 1 buah                                                          |
| Bahan Konstruksi  | <i>Carbon steel SA 203 grade C</i>                               | <i>Carbon steel SA 203 Grade C</i>                              |
| Harga             | Rp 19.548.962,83                                                 | Rp 19.548.962,83                                                |
| Spesifikasi Pompa |                                                                  |                                                                 |
| Kapasitas         | 28,0941 gal/min                                                  | 28,0941 gal/min                                                 |
| Rate Volumetrik   | 0,0626 ft <sup>3</sup> /s                                        | 0,0626 ft <sup>3</sup> /s                                       |
| Kecepatan Aliran  | 3,6914 ft/s                                                      | 3,6914 ft/s                                                     |
| Ukuran Pipa       |                                                                  |                                                                 |
| ID                | 1,61 in                                                          | 1,61 in                                                         |
| OD                | 1,9 in                                                           | 1,9 in                                                          |
| IPS               | 1,5 in                                                           | 1,5 in                                                          |
| Flow Area         | 2,04 in <sup>2</sup>                                             | 2,04 in <sup>2</sup>                                            |
| Efisiensi Pompa   | 21%                                                              | 21 %                                                            |
| Power Pompa       | 0,7349 HP                                                        | 0,6239 HP                                                       |
| Power Motor       | 1 HP                                                             | 1 HP                                                            |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-13                                                                          | PU-14                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air tangki air servis (TU-05) menuju tangki air bertekanan (TU-06) | Mengalirkan air dengan tangki air bertekanan (TU- 06) menuju area kebutuhan servis 1 buah. |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                                        | <i>Centrifugal pump</i>                                                                    |
| Impeller          | <i>Mixed flow impellers</i>                                                    | <i>Mixed flow impellers</i>                                                                |
| Jumlah            | 1 buah                                                                         | 1 buah                                                                                     |
| Bahan Konstruksi  | <i>Carbon steel SA 203 grade C</i>                                             | <i>Carbon steel SA 203 Grade C</i>                                                         |
| Harga             | Rp 10.663.070,63                                                               | Rp 10.663.070,63                                                                           |
| Spesifikasi Pompa |                                                                                |                                                                                            |
| Kapasitas         | 2,5827 gpm                                                                     | 2,5827 gpm                                                                                 |
| Rate Volumetrik   | 0,0058 ft <sup>3</sup> /s                                                      | 0,0058 ft <sup>3</sup> /s                                                                  |
| Kecepatan Aliran  | 1,2955 ft/s                                                                    | 1,2955 ft/s                                                                                |
| Ukuran Pipa       |                                                                                |                                                                                            |
| ID                | 0,8240 in                                                                      | 0,8240 in                                                                                  |
| OD                | 1,05 in                                                                        | 1,0500 in                                                                                  |
| IPS               | 0,75 in                                                                        | 0,75 in                                                                                    |
| Flow Area         | 0,5340 in <sup>2</sup>                                                         | 0,5340 in <sup>2</sup>                                                                     |
| Efisiensi Pompa   | 20%                                                                            | 20%                                                                                        |
| Power Pompa       | 0,0157 HP                                                                      | 0,0160 HP                                                                                  |
| Power Motor       | 0,050 HP                                                                       | 0,050 HP                                                                                   |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-15                                                                       | PU-16                                                                                |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari bak air dingin (BU-06) menuju ke cooling tower (CT-01) | Mengalirkan air dari cooling water (CT-01) menuju <i>recycle</i> dari bak air dingin |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                                     | <i>Centrifugal pump</i>                                                              |
| Impeller          | <i>Axial flow impellers</i>                                                 | <i>Axial flow impellers</i>                                                          |
| Jumlah            | 1 buah                                                                      | 1 buah                                                                               |
| Bahan Konstruksi  | <i>Carbon steel SA 203grade C</i>                                           | <i>Carbon steel SA 203 Grade C</i>                                                   |
| Harga             | Rp 127.956.847,61                                                           | Rp 127.956.847,61                                                                    |
| Spesifikasi Pompa |                                                                             |                                                                                      |
| Kapasitas         | 1982 gpm                                                                    | 1982 gpm                                                                             |
| Rate Volumetrik   | 4,4159 ft <sup>3</sup> /s                                                   | 4,4159 ft <sup>3</sup> /s                                                            |
| Kecepatan Aliran  | 4,6183 ft/s                                                                 | 4,6183 ft/s                                                                          |
| Ukuran Pipa       |                                                                             |                                                                                      |
| ID                | 12,09 in                                                                    | 12,09 in                                                                             |
| OD                | 12,75 in                                                                    | 12,75 in                                                                             |
| IPS               | 12 in                                                                       | 12 in                                                                                |
| Flow Area         | 115 in <sup>2</sup>                                                         | 115 in <sup>2</sup>                                                                  |
| Efisiensi Pompa   | 88 %                                                                        | 88 %                                                                                 |
| Power Pompa       | 8,3658 HP                                                                   | 8,3658 HP                                                                            |
| Power Motor       | 30 HP                                                                       | 30 HP                                                                                |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-17                                                                       | PU-18                                                             |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari tangki penampung NaCl (TU-07) menuju mixed bed (MB-01) | Mengalirkan air dari mixedbed (MB-01) menuju tangki demin (TU-10) |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                                     | <i>Centrifugal pump</i>                                           |
| Impeller          | <i>Axial flow impellers</i>                                                 | <i>Mixed flow impellers</i>                                       |
| Jumlah            | 1 buah                                                                      | 1 buah                                                            |
| Bahan Konstruksi  | <i>Carbon steel</i><br>SA 203grade C                                        | <i>Carbon steel</i><br>SA 203Grade C                              |
| Harga             | Rp 37.320.747,22                                                            | Rp 37.320.747,22                                                  |
| Spesifikasi Pompa |                                                                             |                                                                   |
| Kapasitas         | 58,2020 gpm                                                                 | 58,202 gpm                                                        |
| Rate Volumetrik   | 0,1297 ft <sup>3</sup> /s                                                   | 0,1297 ft <sup>3</sup> /s                                         |
| Kecepatan Aliran  | 2,1060 ft/s                                                                 | 2,1060 ft/s                                                       |
| Ukuran pipa       |                                                                             |                                                                   |
| ID                | 3,0680 in                                                                   | 3,0680 in                                                         |
| OD                | 3,5 in                                                                      | 3,5 in                                                            |
| IPS               | 3 in                                                                        | 3 in                                                              |
| Flow Area         | 7,38 in <sup>2</sup>                                                        | 7,38 in <sup>2</sup>                                              |
| Efisiensi Pompa   | 39 %                                                                        | 29 %                                                              |
| Power Pompa       | 0,18 HP                                                                     | 0,5497 HP                                                         |
| Power Motor       | 0,25HP                                                                      | 1 HP                                                              |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

| Kode              | PU-19                                                                        | PU-20                                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | Mengalirkan air dari tangki air denim (TU-10) menuju tangki dearator (DE-01) | Mengalirkan larutan hydrazine dari tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (TU-11) menuju tangki dearator (DE-01) |
| Jenis             | <i>Centrifugal pump</i>                                                      | <i>Centrifugal pump</i>                                                                                        |
| Impeller          | <i>Axial flow impellers</i>                                                  | <i>Mixed flow impellers</i>                                                                                    |
| Jumlah            | 1 buah                                                                       | 1 buah                                                                                                         |
| Bahan Konstruksi  | <i>Carbon steel SA 203 grade C</i>                                           | <i>Carbon steel SA 203 Grade C</i>                                                                             |
| Harga             | Rp 37.320.747,22                                                             | Rp 37.320.747,22                                                                                               |
| Spesifikasi Pompa |                                                                              |                                                                                                                |
| Kapasitas         | 58,2020 gpm                                                                  | 58,202 gpm                                                                                                     |
| Rate Volumetrik   | 0,1297 ft <sup>3</sup> /s                                                    | 0,1297 ft <sup>3</sup> /s                                                                                      |
| Kecepatan Aliran  | 2,1060 ft/s                                                                  | 2,1060 ft/s                                                                                                    |
| Ukuran Pipa       |                                                                              |                                                                                                                |
| ID                | 3,0680 in                                                                    | 3,0680 in                                                                                                      |
| OD                | 3,5 in                                                                       | 3,5 in                                                                                                         |
| IPS               | 3 in                                                                         | 3 in                                                                                                           |
| Flow Area         | 7,38 in <sup>2</sup>                                                         | 7,38 in <sup>2</sup>                                                                                           |
| Efisiensi Pompa   | 36 %                                                                         | 36 %                                                                                                           |
| Power Pompa       | 0,2393 HP                                                                    | 0,2399 HP                                                                                                      |
| Power Motor       | 0,5 HP                                                                       | 0,5 HP                                                                                                         |

Tabel 5.3 ..... (Lanjutan)

|                   |                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------|
| Kode              | PU-21                                               |
| Fungsi            | Mengalirkan air dari daerator (DE-01) menuju boiler |
| Jenis             | Centrifugal pump                                    |
| Impeller          | Mixed flow impellers                                |
| Jumlah            | 1 buah                                              |
| Bahan Kontruski   | <i>Carbon steel SA 203 grade C</i>                  |
| Harga             | Rp 31.989.211,90                                    |
| Spesifikasi Pompa |                                                     |
| Kapasitas         | 58,2020 gpm                                         |
| Rate Volumetrik   | 0,1297 ft <sup>3</sup> /s                           |
| Kecepatan Aliran  | 3,2518 ft/s                                         |
| Ukuran pipa       |                                                     |
| ID                | 2,4690 in                                           |
| OD                | 2,88 in                                             |
| IPS               | 2,5 in                                              |
| Flow Area         | 4,79 in <sup>2</sup>                                |
| Efisiensi Pompa   | 35 %                                                |
| Power Pompa       | 0,5694 HP                                           |
| Power Motor       | 1 HP                                                |

## 5.9.2 Spesifikasi Bak Utilitas

### 1. Bak Pengendapan

|                |                                                              |
|----------------|--------------------------------------------------------------|
| Kode           | BU-01                                                        |
| Fungsi         | Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai |
| Diskripsi Alat | Berbentuk bak pesergi yang dipekuat beton bertulang          |
| Volume         | 3546,93 m <sup>3</sup>                                       |

|         |                  |
|---------|------------------|
| Tinggi  | 8,6072 m         |
| Panjang | 19,2144 m        |
| Lebar   | 19,2144 m        |
| Harga   | Rp 26.657.676,58 |

## 2. Bak Penggumpalan

|        |                                                                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode   | BU-02                                                                                                              |
| Fungsi | Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran |
| Volume | 561,1216 m <sup>3</sup>                                                                                            |
| Tinggi | 8,9412 m                                                                                                           |
| Harga  | Rp 26.657.676,58                                                                                                   |

## 3. Bak Pengendapan I

|                |                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode           | BU-03                                                                                         |
| Fungsi         | Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi |
| Deskripsi Alat | Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang                                          |
| Volume         | 3369,5914 m <sup>3</sup>                                                                      |
| Tinggi         | 9,4444 m                                                                                      |
| Panjang        | 18,8887 m                                                                                     |
| Lebar          | 18,8887 m                                                                                     |
| Harga          | Rp 53.315.353,17                                                                              |

#### 4. Bak Pengendapan II

|                |                                                                                                                    |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode           | BU-04                                                                                                              |
| Fungsi         | Mengendapkan yang berbentuk flok yang terbawa dari sungai dengan proses flokulasi (memaksimalkan proses flokulasi) |
| Deskripsi Alat | Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang                                                               |
| Volume         | 3201 m <sup>3</sup>                                                                                                |
| Tinggi         | 9,2843 m                                                                                                           |
| Panjang        | 18,5685 m                                                                                                          |
| Lebar          | 18,5685m                                                                                                           |
| Harga          | Rp 53.315.353,17                                                                                                   |

#### 5. Penampung Sementara

|                |                                                                  |
|----------------|------------------------------------------------------------------|
| Kode           | BU-05                                                            |
| Fungsi         | Menampung sementara raw water setelah disaring di sand filter    |
| Deskripsi Alat | Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin |
| Volume         | 481,0916 m <sup>3</sup>                                          |
| Tinggi         | 4,9362 m                                                         |
| Panjang        | 9,8723 m                                                         |
| Lebar          | 9,8723 m                                                         |
| Harga          | Rp 26.657.676,58                                                 |

#### 6. Bak Air Pendingin

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| Kode           | BU-06                             |
| Fungsi         | Menampung kebutuhan air pendingin |
| Deskripsi Alat | Bak persegi panjang               |
| Volume         | 11050 m <sup>3</sup>              |
| Tinggi         | 14,0317 m                         |
| Panjang        | 28,0633 m                         |
| Lebar          | 28,0633 m                         |
| Harga          | Rp 26.657.676,58                  |

#### 7. Bak Air Pendingin II

|                |                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Kode           | B-07                                                                  |
| Fungsi         | Menampung air make up dan air pendingin proses yang sudah didinginkan |
| Deskripsi Alat | Bak persegi panjang                                                   |
| Volume         | 460,4440 m <sup>3</sup>                                               |
| Tinggi         | 4,8645 m                                                              |
| Panjang        | 9,7290 m                                                              |
| Lebar          | 9,7290 m                                                              |
| Harga          | Rp 26.657.676,58                                                      |

### 5.9.3 Spesifikasi Tangki Utilitas

#### 1. Tangki Larutan Alum

|          |                                                                 |
|----------|-----------------------------------------------------------------|
| Kode     | TU-01                                                           |
| Fungsi   | Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 2 minggu operasi |
| Jenis    | Tangki silinder tegak                                           |
| Volume   | 25,3251 m <sup>3</sup>                                          |
| Diameter | 2,5267 m                                                        |
| Tinggi   | 5,0534 m                                                        |
| Harga    | Rp 21.326.141,27                                                |

#### 2. Tangki Kaporit

|          |                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode     | TU-02                                                                                             |
| Fungsi   | Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki klorinasi (TU-01) |
| Tipe     | Tangki silinder tegak                                                                             |
| Volume   | 0,0144 m <sup>3</sup>                                                                             |
| Diameter | 0,2636 m                                                                                          |
| Tinggi   | 0,2636 m                                                                                          |
| Harga    | Rp 21.326.141,27                                                                                  |

#### 3. Tangki Klorinasi

|        |                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode   | TU-03                                                                              |
| Fungsi | Mencampurkan klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga |
| Tipe   | Tangki silinder berpengaduk                                                        |
| Volume | 6,5266 m <sup>3</sup>                                                              |

Tabel 3 ..... (Lanjutan)

|          |                  |
|----------|------------------|
| Diameter | 2,0236 m         |
| Tinggi   | 2,0236 m         |
| Harga    | Rp 21.326.141,27 |

#### 4. Tangki Air Bersih

|          |                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------|
| Kode     | TU-04                                                 |
| Fungsi   | Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga |
| Tipe     | Tangki silinder tegak                                 |
| Volume   | 156,6384 m <sup>3</sup>                               |
| Diameter | 5,8435 m                                              |
| Tinggi   | 5,8435 m                                              |
| Harga    | Rp 21.326.141,27                                      |

#### 5. Tangki Air Service

|          |                                            |
|----------|--------------------------------------------|
| Kode     | TU-05                                      |
| Fungsi   | Menampung air untuk keperluan layanan umum |
| Tipe     | Tangki silinder tegak                      |
| Volume   | 14,4 m <sup>3</sup>                        |
| Diameter | 2,6373 m                                   |
| Tinggi   | 2,6373 m                                   |
| Harga    | Rp 21.326.141,27                           |

#### 6. Tangki Air Bertekanan

|        |                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------|
| Kode   | TU-06                                                 |
| Fungsi | Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum |
| Tipe   | Tangki silinder tegak                                 |

Tabel 6 ..... (Lanjutan)

|          |                     |
|----------|---------------------|
| Volume   | 14,4 m <sup>3</sup> |
| Diameter | 2,6373 m            |
| Tinggi   | 2,6373 m            |
| Harga    | Rp 21.326.141,27    |

#### 7. Tangki NaCl

|          |                                                                                |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Kode     | TU-07                                                                          |
| Fungsi   | Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger |
| Tipe     | Tangki silinder                                                                |
| Volume   | 4,688 m <sup>3</sup>                                                           |
| Diameter | 1,8143 m                                                                       |
| Tinggi   | 1,8143 m                                                                       |
| Harga    | Rp 21.326.141,27                                                               |

#### 8. Tangki NaOH

|          |                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|
| Kode     | TU-08                                                                        |
| Fungsi   | Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi Anion Exhanger |
| Tipe     | Tangki silinder                                                              |
| Volume   | 2,3873 m <sup>3</sup>                                                        |
| Diameter | 1,4488 m                                                                     |
| Tinggi   | 1,4488 m                                                                     |

#### 9. Tangki Umpan Boiler

|          |                                                                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode     | TU-09                                                                                                   |
| Fungsi   | Mencampurkan kondensat sirkulasi dan make up air umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai dalam boiler |
| Tipe     | Tangki silinder tegak                                                                                   |
| Volume   | 13,5211 m <sup>3</sup>                                                                                  |
| Diameter | 2,5825 m                                                                                                |
| Tinggi   | 2,5825 m                                                                                                |

#### 10. Tangki Air Demin

|          |                                                                      |
|----------|----------------------------------------------------------------------|
| Kode     | TU-10                                                                |
| Fungsi   | Menampung air bebas mineral sebagian air proses dan air umpan boiler |
| Volume   | 324,5054 m <sup>3</sup>                                              |
| Diameter | 7,4493 m                                                             |
| Tinggi   | 7,4493 m                                                             |
| Harga    | Rp 21.326.141,27                                                     |

#### 11. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

|          |                                                 |
|----------|-------------------------------------------------|
| Kode     | TU-11                                           |
| Fungsi   | Menyimpan larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> |
| Tipe     | Silinder tegak                                  |
| Volume   | 13,7438 m <sup>3</sup>                          |
| Diameter | 2,5966 m                                        |
| Tinggi   | 2,5966 m                                        |
| Harga    | Rp 21.326.141,27                                |

#### 5.9.4 Spesifikasi *Screening*

##### 1. Saringan

|         |                                                                                            |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode    | FU-01                                                                                      |
| Fungsi  | Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti : daun, ranting dan sampah lainnya |
| Bahan   | Aluminium                                                                                  |
| Panjang | 3,048 m                                                                                    |
| Lebar   | 2,4384 m                                                                                   |
| Harga   | Rp 47.983.817,85                                                                           |

##### 2. Bak Saringan Pasir

|              |                                                              |
|--------------|--------------------------------------------------------------|
| Kode         | FU-02                                                        |
| Fungsi       | Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai. |
| Material     | Spheres                                                      |
| Ukuran Pasir | 28 mesh                                                      |
| Diamter      | 0,0280 inch                                                  |
| Volume       | 27,1979 m3                                                   |
| Tinggi       | 1,8945 m                                                     |
| Panjang      | 3,7890 m                                                     |
| Lebar        | 3,7890 m                                                     |

### 5.9.5 Spesifikasi Cooling Tower

#### 1. Cooling tower

|         |                                              |
|---------|----------------------------------------------|
| Kode    | CT-01                                        |
| Fungsi  | Mendinginkan air pendingin setelah digunakan |
| Panjang | 6,7242 m                                     |
| Lebar   | 6,7242 m                                     |
| Harga   | Rp 26.657.676,58                             |

### 5.9.6 Spesifikasi Blower Cooling Tower

#### 1. Blower Cooling Tower

|                 |                                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode            | BL-01                                                                               |
| Fungsi          | Untuk menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan |
| Efisiensi Motor | 86 %                                                                                |
| Tenaga Motor    | 60 HP                                                                               |
| Harga           | Rp 151.060.167,31                                                                   |

### 5.9.7 Spesifikasi Mixed Bed

#### 1. Mixed Bed

|                  |                                                                                                                                          |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode             | MB-01                                                                                                                                    |
| Fungsi           | Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO <sub>4</sub> , dan NO <sub>3</sub> |
| Diameter         | 1,08362 m                                                                                                                                |
| Tinggi Bed       | 1,27 m                                                                                                                                   |
| Volume           | 1,1707 m <sup>3</sup>                                                                                                                    |
| Volume Bak Resin | 7076, 8253 m <sup>3</sup>                                                                                                                |
| Tebal            | 3/16 in                                                                                                                                  |
| Harga            | Rp 151.060.167,31                                                                                                                        |

### 5.9.8 Spesifikasi Dearator

#### 1. Dearator

|          |                                                                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode     | DE-01                                                                                                                        |
| Fungsi   | Mengalirkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terikat dalam fase water yang menyebabkan kerak pada <i>reboiler</i> |
| Volume   | 13,5211 m <sup>3</sup>                                                                                                       |
| Diameter | 2,5825 m                                                                                                                     |
| Tinggi   | 2,5825 m                                                                                                                     |
| Harga    | Rp147.505.810,44                                                                                                             |
| Harga    | Rp147.505.810,44                                                                                                             |

## **BAB VI**

### **EVALUASI EKONOMI**

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik. Dengan tujuan untuk mengetahui apakah pabrik yang sedang dirancang layak atau tidak untuk didirikan. Salah satu bagian penting dari evaluasi ekonomi perancangan pabrik ini adalah estimasi harga dari alat-alat yang akan digunakan dalam kebutuhan pabrik, karena harga alat tersebut digunakan sebagai dasar patokan untuk evaluasi analisa ekonomi tentang kelayakan investasi penanaman modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh kedepannya, lamanya modal penanaman investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas atau balik modal.

Faktor yang mempengaruhi evaluasi ekonomi diantaranya, yaitu :

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Break Event Point (BEP)*
- d. *Shut Down Point (SDP)*
- e. *Discounted Cash Flow rate of Return (DCFR)*

Namun, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan analisis terhadap ke lima faktor diatas, seperti :

1. Penentuan Modal Industri (*Fixed Capitas Investment*), yang meliputi :
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Total Biaya Produksi (*Total Production Cost*), yang meliputi :
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan Modal
  - a. Biaya Tetap per Tahun (*Fixed Cost Annual*)
  - b. Biaya Variabel per Tahun (*Variable Cost Annual*)

c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost Annual*)

**6.1 Penaksiran Harga Alat**

Harga peralatan akan mengalami perubahan seiring dengan perubahan ekonomi. Untuk mengetahui harga peralatan pada tahun tertentu dapat dilakukan dengan penaksiran harga alat tahun lalu yang didasarkan pada indeks harga.

Indeks harga pada tahun 2027 dapat diperkirakan menggunakan garis linear data indeks pada tahun 1970 hingga 2015 yang dapat dilihat pada tabel berikut :

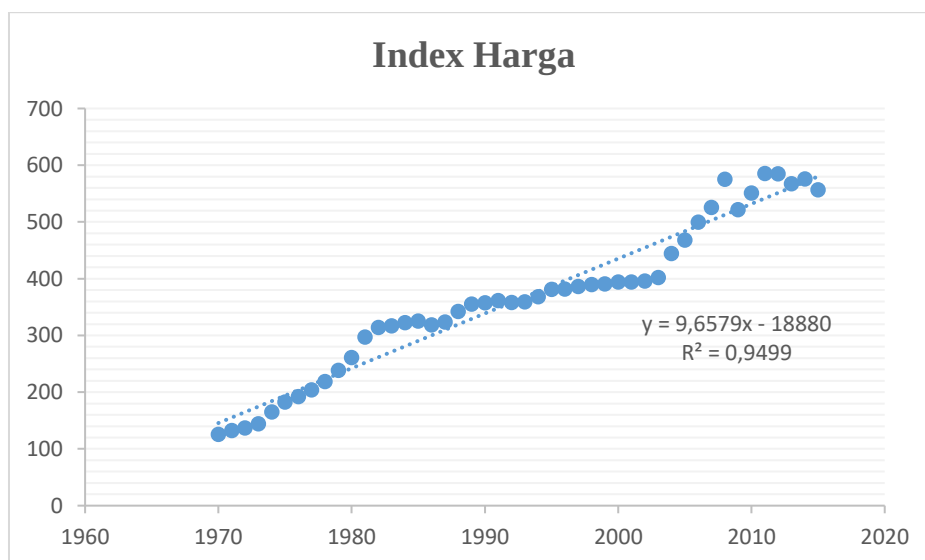
Tabel 6.1 Indeks Harga pada Tahun 1990 – 2015

| No | (Xi) | Index (Yi) |
|----|------|------------|
| 1  | 1970 | 125,7      |
| 2  | 1971 | 132,3      |
| 3  | 1972 | 137,2      |
| 4  | 1973 | 144,1      |
| 5  | 1974 | 165,4      |
| 6  | 1975 | 182,4      |
| 7  | 1976 | 192,1      |
| 8  | 1977 | 204,1      |
| 9  | 1978 | 218,8      |
| 10 | 1979 | 238,7      |
| 11 | 1980 | 261,2      |
| 12 | 1981 | 297,0      |
| 13 | 1982 | 314,0      |
| 14 | 1983 | 317,0      |
| 15 | 1984 | 322,7      |
| 16 | 1985 | 325,3      |
| 17 | 1986 | 318,4      |
| 18 | 1987 | 323,8      |
| 19 | 1988 | 342,5      |
| 20 | 1989 | 355,4      |
| 21 | 1990 | 357,6      |
| 22 | 1991 | 361,3      |
| 23 | 1992 | 358,2      |
| 24 | 1993 | 359,2      |

Tabel 6.1 ..... (Lanjutan)

|    |      |       |
|----|------|-------|
| 25 | 1994 | 368,1 |
| 26 | 1995 | 381,1 |
| 27 | 1996 | 381,7 |
| 28 | 1997 | 386,5 |
| 29 | 1998 | 389,5 |
| 30 | 1999 | 390,6 |
| 31 | 2000 | 394,1 |
| 32 | 2001 | 394,3 |
| 33 | 2002 | 395,6 |
| 34 | 2003 | 402   |
| 35 | 2004 | 444,2 |
| 36 | 2005 | 468,2 |
| 37 | 2006 | 499,6 |
| 38 | 2007 | 525,4 |
| 39 | 2008 | 575,4 |
| 40 | 2009 | 521,9 |
| 41 | 2010 | 550,8 |
| 42 | 2011 | 585,7 |
| 43 | 2012 | 584,6 |
| 44 | 2013 | 567,3 |
| 45 | 2014 | 576,1 |
| 46 | 2015 | 556,8 |

(Sumber : [www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci))



Gambar 6.1 Grafik Hubungan Antar Tahun dan Indeks Harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data di atas maka didapatkan persamaan berikut :

$$y = 9,6579x - 18880$$

dimana :

y = Indeks harga

x = Tahun pembeli

Dari persamaan di atas didapatkan harga indeks pada tahun 2027 adalah 696,5633. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries dan Newton, 1955).

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

Dimana :

Ex = Harga pembelian pada tahun 2027

Ey = Harga pembelian pada tahun referensi

Nx = Indeks harga pada tahun ke 2027

Ny = Indeks harga pada tahun referensi

## 6.2 Dasar Perhitungan

1. Kapasitas produksi : 65000 Ton/Tahun
2. Satu tahun operasi : 330 Hari/Tahun
3. Pabrik didirikan tahun : 2027
4. Kurs mata uang (\$1) : Rp 14.905
5. Umur alat : 10 Tahun

### 6.2.1 Perkiraan Harga Alat

Perkiraan harga alat dibagi menjadi 2 bagian yaitu perkiraan harga alat untuk proses dan perkiraan harga alat untuk utilitas. Berikut perkiraan harga alat yang akan digunakan dalam perancangan pabrik *Isopropil benzene* :

Tabel 6.2 Perkiraan Harga Alat Proses

| No | Nama Alat                        | Kode Alat | Jumlah | Harga (\$)   | Harga (Rp)        |
|----|----------------------------------|-----------|--------|--------------|-------------------|
| 1  | Tangki <i>Benzene</i><br>Toluena | T-01      | 1      | \$ 22.094,01 | Rp 329.311.164,74 |
| 2  | Vaporizer                        | V-01      | 1      | \$ 16.931,19 | Rp 252.359.338,34 |
| 3  | Separator                        | SP-01     | 1      | \$ 16.573,49 | Rp 247.027.803,02 |
| 4  | Tangki<br>PropylenePropan        | T-02      | 1      | \$ 12.281,07 | Rp 183.049.379,22 |
| 5  | Reaktor                          | R-01      | 1      | \$ 24.800,61 | Rp 369.653.115,31 |
| 6  | Flashdrum                        | SP-02     | 1      | \$ 50.316,63 | Rp 749.969.301,25 |
| 7  | MD 1                             | MD-01     | 1      | \$ 61.524,59 | Rp 917.024.074,52 |
| 8  | MD 2                             | MD-02     | 1      | \$ 61.524,59 | Rp 917.024.074,52 |
| 9  | Tangki<br><i>Isopropylbenzen</i> | T-03      | 1      | \$ 17.622,74 | Rp 262.666.973,28 |
| 10 | Pompa 1                          | P-01      | 1      | \$ 2.503,91  | Rp 37.320.747,22  |
| 11 | Pompa 2                          | P-02      | 1      | \$ 1.669,27  | Rp 24.880.498,15  |
| 12 | Pompa 3                          | P-03      | 1      | \$ 1.669,27  | Rp 24.880.498,15  |
| 13 | Pompa 4                          | P-04      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 14 | Pompa 5                          | P-05      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 15 | Pompa 6                          | P-06      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 16 | Pompa 7                          | P-07      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 17 | Pompa 8                          | P-08      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 18 | Pompa 9                          | P-09      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 19 | Pompa 10                         | P-10      | 1      | \$ 3.815,48  | Rp 56.869.710,05  |
| 20 | Pompa 11                         | P-11      | 1      | \$ 3.815,48  | Rp 56.869.710,05  |
| 21 | Pompa 12                         | P-10      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 22 | Pompa 13                         | P-13      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 23 | Pompa 14                         | P-14      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 24 | Pompa 15                         | P-15      | 1      | \$ 2.146,21  | Rp 31.989.211,90  |
| 25 | Blower 1                         | BL-01     | 1      | \$ 1.251,95  | Rp 18.660.373,61  |
| 26 | Blower 2                         | BL-02     | 1      | \$ 1.550,04  | Rp 23.103.319,71  |
| 27 | Blower 3                         | BL-03     | 1      | \$ 476,93    | Rp 7.108.713,76   |
| 28 | Heater 1                         | H-01      | 1      | \$ 953,87    | Rp 14.217.427,51  |
| 29 | Heater 2                         | H-02      | 1      | \$ 2.384,67  | Rp 35.543.568,78  |
| 30 | Kompresor                        | K-01      | 1      | \$ 5.723,22  | Rp 85.304.565,07  |

Tabel 6.2 ..... (Lanjutan)

|    |              |       |   |              |                   |
|----|--------------|-------|---|--------------|-------------------|
| 31 | Mixing Point | MP-01 | 2 | \$ 25.992,95 | Rp 387.424.899,70 |
| 32 | Condesor 1   | CD-01 | 1 | \$ 39.704,83 | Rp 591.800.420,18 |
| 33 | Condesor 2   | CD-02 | 1 | \$ 30.762,30 | Rp 458.512.037,26 |
| 34 | Condesor 3   | CD-03 | 1 | \$ 37.677,85 | Rp 561.588.386,72 |
| 35 | Turbin       | TB-01 | 1 | \$ 21.330,91 | Rp 317.937.222,73 |

Tabel 6.3 Perkiraan Harga Alat Utilitas

| No | Nama Alat                            | KodeAlat | Jumlah | Harga (\$)   | Harga (Rp)        |
|----|--------------------------------------|----------|--------|--------------|-------------------|
| 1  | Screening                            | FU-01    | 1      | \$ 3.219,31  | Rp 47.983.817,85  |
| 2  | Bak Pengendapan /Sedimentasi         | BU-01    | 1      | \$ 1.788,51  | Rp 26.657.676,58  |
| 3  | Bak Faktuator /Penggumpal            | BU-02    | 1      | \$ 1.788,51  | Rp 26.657.676,58  |
| 4  | Tangki Tawas                         | TU-01    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 5  | Bak Pengendapan                      | BU-03    | 2      | \$ 3.577,01  | Rp 53.315.353,17  |
| 6  | Sand Filter                          |          | 1      | \$ 1.287,72  | Rp 19.193.527,14  |
| 7  | Bak Penampungan Sementara            | BU-05    | 1      | \$ 1.788,51  | Rp 26.657.676,58  |
| 8  | Tangki Kaporit                       | TU-02    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 9  | Tangki Kloronasi                     | TU-03    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 10 | Tangki Air Bersih                    | TU-04    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 11 | Tangki Air Sevice                    | TU-05    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 12 | Tangki Bertekanan                    | TU-06    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 13 | Bak Air Pendingin                    | BU-06    | 1      | \$ 1.788,51  | Rp 26.657.676,58  |
| 14 | Cooling Tower                        | CT-01    | 1      | \$ 1.788,51  | Rp 26.657.676,58  |
| 15 | Tangki NaCl                          | TU-07    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 16 | Mixed Bed                            | MB-01    | 1      | \$ 10.134,87 | Rp 151.060.167,31 |
| 17 | Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | TU-11    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 18 | Tangki Air Demin                     | TU-10    | 1      | \$ 1.430,80  | Rp 21.326.141,27  |
| 19 | Daerator                             | DE-01    | 1      | \$ 9.896,40  | Rp147.505.810,44  |
| 20 | Boiler                               | BL-01    | 1      | \$ 10.134,87 | Rp 151.060.167,31 |
| 21 | Pompa 1                              | PU-01    | 1      | \$ 12.400,31 | Rp 184.826.557,65 |
| 22 | Pompa 2                              | PU-02    | 1      | \$ 12.400,31 | Rp 184.826.557,65 |
| 23 | Pompa 3                              | PU-03    | 1      | \$ 12.400,31 | Rp 184.826.557,65 |
| 24 | Pompa 4                              | PU-04    | 1      | \$ 2.384,67  | Rp 35.543.568,78  |
| 25 | Pompa 5                              | PU-05    | 1      | \$ 12.400,31 | Rp 184.826.557,65 |
| 26 | Pompa 6                              | PU-06    | 1      | \$ 12.400,31 | Rp 184.826.557,65 |
| 27 | Pompa 7                              | PU-07    | 1      | \$ 11.088,73 | Rp 165.277.594,83 |
| 28 | Pompa 8                              | PU-08    | 1      | \$ 11.088,73 | Rp 165.277.594,83 |

Tabel 6.3 ..... (Lanjutan)

|       |          |       |   |               |                     |
|-------|----------|-------|---|---------------|---------------------|
| 29    | Pompa 9  | PU-09 | 1 | \$ 1.788,51   | Rp 26.657.676,58    |
| 30    | Pompa 10 | PU-10 | 1 | \$ 1.192,34   | Rp 17.771.784,39    |
| 31    | Pompa 11 | PU-11 | 1 | \$ 1.311,57   | Rp 19.548.962,83    |
| 32    | Pompa 12 | PU-12 | 1 | \$ 1.311,57   | Rp 19.548.962,83    |
| 33    | Pompa 13 | PU-13 | 1 | \$ 715,40     | Rp 10.663.070,63    |
| 34    | Pompa 14 | PU-14 | 1 | \$ 715,40     | Rp 10.663.070,63    |
| 35    | Pompa 15 | PU-15 | 1 | \$ 8.584,83   | Rp 127.956.847,61   |
| 36    | Pompa 16 | PU-16 | 1 | \$ 8.584,83   | Rp 127.956.847,61   |
| 37    | Pompa 17 | PU-17 | 1 | \$ 2.503,91   | Rp 37.320.747,22    |
| 38    | Pompa 18 | PU-18 | 1 | \$ 2.503,91   | Rp 37.320.747,22    |
| 39    | Pompa 19 | PU-19 | 1 | \$ 2.503,91   | Rp 37.320.747,22    |
| 40    | Pompa 20 | PU-20 | 1 | \$ 2.503,91   | Rp 37.320.747,22    |
| 41    | Pompa 21 | PU-21 | 1 | \$ 2.146,21   | Rp 31.989.211,90    |
| TOTAL |          |       |   | \$ 182.999,90 | Rp 2.727.613.468,16 |

### 6.3 Perhitungan Biaya

#### 6.3.1 Capital Investment

*Capital investment* merupakan jumlah pengeluaran yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikan pabrik. *Capital investment* terdiri dari :

##### 1. Fixed Capital Investment

*Fixed capital investment* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas suatu pabrik.

Tabel 6.4 Physical Plant Cost (PPC)

| <b>Physical Plant Cost (PPC)</b> |                                    |                       |                   |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>No</b>                        | <b>Jenis Biaya</b>                 | <b>Biaya (Rp)</b>     | <b>Biaya (\$)</b> |
| 1                                | <i>Purchased Equipment Cost</i>    | Rp 13.345.188.334,04  | \$ 895.349,77     |
| 2                                | <i>Delivered Equipment Cost</i>    | Rp 3.336.297.083,51   | \$ 223.837,44     |
| 3                                | <i>Instalation Cost</i>            | Rp 6.859.241.764,4    | \$ 460.197,37     |
| 4                                | <i>Piping Cost</i>                 | Rp 12.772.799.432,93  | \$ 856.947,30     |
| 5                                | <i>Instrumentation Cost</i>        | Rp 4.213.708.521,67   | \$ 282.704,36     |
| 6                                | <i>Insulation Cost</i>             | Rp 1.242.741.751,27   | \$ 83.377,51      |
| 7                                | <i>Electrical Cost</i>             | Rp 2.001.778.250,11   | \$ 134.302,47     |
| 8                                | <i>Buildin Cost</i>                | Rp 93.471.000.000,00  | \$ 6.271.117,07   |
| 9                                | <i>Land &amp; Yard Improvement</i> | Rp 41.542.000.000,00  | \$ 2.787.118,42   |
| Total                            |                                    | Rp 178.784.755.138,26 | \$ 11.994.951,70  |

Tabel 6.5 *Direct Plant Cost (DPC)*

| <b>Direct Plant Cost (DPC)</b> |                                       |                       |                   |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>No</b>                      | <b>Jenis Biaya</b>                    | <b>Biaya (Rp)</b>     | <b>Biaya (\$)</b> |
| 1                              | <i>Physical Plant Cost</i>            | Rp 178.784.755.138,26 | \$ 11.994.951,70  |
| 2                              | <i>Engineering &amp; Construction</i> | Rp 35.756.951.027,65  | \$ 2.398.990,34   |
| <b>Total</b>                   |                                       | Rp 214.541.706.165,91 | \$ 14.393.942,04  |

Tabel 6.6 *Fixed Capital Investment (FCI)*

| <b>Fixed Capital Investment (FCI)</b> |                          |                       |                   |
|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>No</b>                             | <b>Jenis Biaya</b>       | <b>Biaya (Rp)</b>     | <b>Biaya (\$)</b> |
| 1                                     | <i>Direct Plant Cost</i> | Rp 214.541.706.165,91 | \$ 14.393.942,04  |
| 2                                     | <i>Constructor's Fee</i> | Rp 21.454.170.616,59  | \$ 1.439.394,20   |
| 3                                     | <i>Contingency</i>       | Rp 21.454.170.616,59  | \$ 1.439.394,20   |
| <b>Total</b>                          |                          | Rp 257.450.047.399,09 | \$ 17.272.730,45  |

### 1. *Working Capital Investment*

*Working Capital Investment* merupakan biaya untuk dibutuhkan untuk megoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 6.7 *Working Capital Investment (WCI)*

| <b>Working Capital Investment (WCI)</b> |                               |                       |                   |
|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>No</b>                               | <b>Jenis Biaya</b>            | <b>Biaya (Rp)</b>     | <b>Biaya (\$)</b> |
| 1                                       | <i>Raw Material Inventory</i> | Rp 106.406.798.241,60 | \$ 7.139.000,22   |
| 2                                       | <i>Inproses inventory</i>     | Rp 62.022.084.397,15  | \$ 4.161.159,64   |
| 3                                       | <i>Product Inventory</i>      | Rp 124.044.168.794,30 | \$ 8.322.319,28   |
| 4                                       | <i>Extended Credit</i>        | Rp 171.363.636.363,64 | \$ 11.497.057,12  |
| 5                                       | <i>Available Cash</i>         | Rp 124.044.168.794,30 | \$ 8.322.319,28   |
| <b>Total</b>                            |                               | Rp 587.880.856.590,98 | \$ 39.441.855,52  |

### 6.3.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

*Manufacturing Cost* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi suatu produk. *Manufacturing Cost* merupakan jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed Manufacturing Cost* yang berkaitan dengan proses pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton, *Manufacturing Cost* meliputi :

#### 1. *Direct Manufacturing Cost*

*Direct Manufacturing Cost* merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan langsung dalam proses pembuatan suatu produk.

Tabel 6.8 *Dierct Manufacturing Cost (DMC)*

| <i>Dierct Manufacturing Cost (DMC)</i> |                              |                         |                  |
|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|
| No                                     | Jenis Biaya                  | Biaya (Rp)              | Biaya (\$)       |
| 1                                      | <i>Raw Material</i>          | Rp 1.170.474.780.657,60 | \$ 78.529.002,39 |
| 2                                      | <i>Labor</i>                 | Rp 2.838.600.000,00     | \$ 190.446,16    |
| 3                                      | <i>Supervision</i>           | Rp 283.860.000,00       | \$ 19.044,62     |
| 4                                      | <i>Maintenance</i>           | Rp 5.149.000.947,98     | \$ 345.454,61    |
| 5                                      | <i>Plant Supplies</i>        | Rp 772.350.142,20       | \$ 51.818,19     |
| 6                                      | <i>Royalty &amp; Patents</i> | Rp 18.850.000.000,00    | \$ 1.264.676,28  |
| 7                                      | <i>Utilities</i>             | Rp 43.993.310.249,59    | \$ 2.951.580,69  |
| Total                                  |                              | Rp 1.242.361.901.997,37 | \$ 83.352.022,95 |

#### 2. *Indirect Manufacturing Cost*

*Indirect Manufacturing Cost* merupakan biaya pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi suatu pabrik.

Tabel 6.9 *Indierct Manufacturing Cost (IMC)*

| <i>Indierct Manufacturing Cost (IMC)</i> |                                 |                      |                 |
|------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|
| No                                       | Jenis Biaya                     | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)      |
| 1                                        | <i>Payroll Overhead</i>         | Rp 425.790.000,00    | \$ 28.566,92    |
| 2                                        | <i>Laboratory</i>               | Rp 283.860.000,00    | \$ 19.044,62    |
| 3                                        | <i>Plant Overhead</i>           | Rp 1.419.300.000,00  | \$ 95.223,08    |
| 4                                        | <i>Packaging &amp; Shipping</i> | Rp 94.250.000.000,00 | \$ 6.323.381,42 |
| Total                                    |                                 | Rp 96.378.950.000,00 | \$ 6.466.216,03 |

### 3. Fixed Manufacturing Cost

*Fixed Manufacturing Cost* merupakan biaya pengeluaran yang bersifat tetap, tidak dipengaruhi oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.

Tabel 6.10 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

| <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> |                       |                      |                 |
|---------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| No                                    | Jenis Biaya           | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)      |
| 1                                     | <i>Depreciation</i>   | Rp 20.596.003.791,93 | \$ 1.381.818,44 |
| 2                                     | <i>Property Taxes</i> | Rp 2.574.500.473,99  | \$ 172.727,30   |
| 3                                     | <i>Insurance</i>      | Rp 2.574.500.473,99  | \$ 172.727,30   |
| Total                                 |                       | Rp 25.745.004.739,91 | \$ 1.727.273,05 |

Tabel 6.11 *Total Manufacturing Cost (MC)*

| <i>Total Manufacturing Cost (MC)</i> |                                          |                         |                  |
|--------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------|
| No                                   | Jenis Biaya                              | Biaya (Rp)              | Biaya (\$)       |
| 1                                    | <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>   | Rp 1.242.361.901.997,37 | \$ 83.352.022,95 |
| 2                                    | <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | Rp 96.378.950.000,00    | \$ 6.466.216,03  |
| 3                                    | <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>    | Rp 25.745.004.739,91    | \$ 1.727.273,05  |
| Total                                |                                          | Rp 1.364.485.856.737,28 | \$ 91.545.512,03 |

### 6.3.3 General Expenses

*General Expenses* atau pengeluaran umum merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan dan tidak termasuk *Manufacturing Cost*. Biaya yang harus dikeluarkan guna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan.

Tabel 6.12 *General Expenses (GE)*

| <i>General Expenses (GE)</i> |                       |                       |                  |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| No                           | Jenis Biaya           | Harga (Rp)            | Harga (\$)       |
| 1                            | <i>Administration</i> | Rp 56.550.000.000,00  | \$ 3.794.028,85  |
| 2                            | <i>Sales Expenses</i> | Rp 226.200.000.000,00 | \$ 15.176.115,40 |
| 3                            | <i>Research</i>       | Rp 75.400.000.000,00  | \$ 5.058.705,13  |
| 4                            | <i>Finance</i>        | Rp 16.906.618.079,80  | \$ 1.134.291,72  |
| Total                        |                       | Rp 375.056.618.079,80 | \$ 25.163.141,10 |

Tabel 6.13 *Total Production Cost*

| <i>Total Production Cost</i> |                                |                         |                   |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| No                           | Jenis Biaya                    | Harga (Rp)              | Harga (\$)        |
| 1                            | <i>Manufacturing Cost (MC)</i> | Rp 1.364.485.856.737,28 | \$ 91.545.512,03  |
| 2                            | <i>General Expenses (GE)</i>   | Rp 375.056.618.079,80   | \$ 25.163.141,10  |
| Total                        |                                | Rp 1.739.542.474.817,08 | \$ 116.708.653,12 |

## 6.4 Analisa Keuntungan

### 1. Keuntungan sebelum pajak

Total penjualan : Rp 1.885.000.000.000,00  
Total biaya produksi : Rp 1.739.542.474.817,08  
Keuntungan : Total penjualan – total biaya produksi  
: Rp 145.457.525.182,92

### 2. Keuntungan sesudah pajak

Pajak : Rp 32.000.655.540,2  
Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak - pajak  
: Rp 113.456.869.642,68

## 6.5 Analisa Kelayakan

Analisis kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan kecil atau besar, agar bisa dikategorikan pabrik yang potensial atau tidak potensial dari sisi ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan pabrik adalah :

### 1. *Return On Investment (ROI)*

*Return On Investment (ROI)* adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI before tax sebesar 11%, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum ROI before tax sebesar 44%. Jumlah uang yang diterima atau hilang disebut laba/rugi atau bunga. Persamaan yang digunakan untuk menghitung percent return on investment adalah :

$$\% ROI = \frac{Profit}{Fixed\ Capital\ Investment} \times 100\%$$

#### a. ROI Sebelum Pajak (ROI b)

$$ROI\ b = 56\ \%$$

#### b. ROI Sesudah Pajak (ROI a)

$$ROI\ a = 44\ \%$$

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

*Pay Out Time* adalah jangka waktu pengembalian modal yang sudah ditanam berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini dibutuhkan untuk mengetahui dalam beberapa tahun investasi yang sudah dilakukan akan kembali. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

$$ROI = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Sebelum Pajak} + 0.1 \times \text{Fixed Capital})} \times 100\%$$

a. POT Sebelum Pajak (POT b)

POT = 1,5 Tahun

b. POT Sesudah Pajak (POT a)

POT = 1,8 Tahun

### 3. Break Event Point (BEP)

*Break Event Point* adalah titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Pada kondisi ini kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan mengalami kerugian apabila beroperasi dibawah nilai BEP, dan akan mengalami keuntungan apabila beroperasi antara 40% - 60%. Perasamaan yang digunakan untuk menghitung break even point adalah :

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

Dimana :

Fa = *Annual fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual regulated expenses* pada produksi maksimum

Sa = *Annual variable value* pada produksi maksimum

Va = *Annual sales value* pada produksi maksimum

Tabel 6.14 *Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)*

| Fa ( <i>Fixed Capital</i> pada Produksi Maksimum) |                       |                      |                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| No                                                | Jenis Biaya           | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)      |
| 1                                                 | Depresiasi            | Rp 20.596.003.791,93 | \$ 1.381.818,44 |
| 2                                                 | <i>Property Taxes</i> | Rp 2.574.500.473,99  | \$ 172.727,30   |
| 3                                                 | Asuransi              | Rp 2.574.500.473,99  | \$ 172.727,30   |
|                                                   | Total                 | Rp 25.745.004.739,91 | \$ 1.727.273,05 |

Tabel 6.14 *Annual Regulated Expenses (Ra)*

| Ra    |                         |                       |                  |
|-------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| No    | Jenis biaya             | Biaya (Rp)            | Biaya (\$)       |
| 1     | Gaji karyawan           | Rp18.924.000.000,00   | \$ 1.269.641,06  |
| 2     | <i>Payroll Overhead</i> | Rp 425.790.000,00     | \$ 28.566,92     |
| 3     | <i>Supervision</i>      | Rp 283.860.000,00     | \$ 19.044,62     |
| 4     | <i>Plant Overhead</i>   | Rp 1.419.300.000,00   | \$ 95.223,08     |
| 5     | <i>Laboratorium</i>     | Rp 283.860.000,00     | \$ 19.044,62     |
| 6     | <i>General Expense</i>  | Rp 375.056.618.079,80 | \$ 25.163.141,10 |
| 7     | <i>Maintenance</i>      | Rp 5.149.000.947,98   | \$ 345.454,61    |
| 8     | <i>Plant Supplies</i>   | Rp 772.350.142,20     | \$ 51.818,19     |
| Total |                         | Rp 402.314.779.169,98 | \$ 26.991.934,19 |

Tabel 6.15 *Annual Sales Value (Sa)*

| Sa (Penjualan Maksimum) |                    |                         |                   |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| No                      | Jenis Biaya        | Biaya (Rp)              | Biaya (\$)        |
| 1                       | Annual Sales Value | Rp1.885.000.000.000,00  | \$ 126.467.628,31 |
| Total                   |                    | Rp 1.885.000.000.000,00 | \$ 126.467.628,31 |

Dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada table diatas, maka didapatkan nilai BEP sebesar :

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

$$BEP = 53\%$$

## 2. *Shut Down Point* (SDP)

*Shut Down Point* adalah titik dimana suatu aktivitas produksi dalam pabrik harus berhenti, hal ini disebabkan ada beberapa penyebab diantaranya yaitu *variable Cost* yang sangat tinggi, atau keputusan yang salah dalam pengambilan keputusan yang mengakibatkan *Cost* tidak ekonomis dan menyebabkan pabrik tidak menghasilkan profit yang diharapkan. Kapasitas persen minimal suatu pabrik bisa mencapai kapasitas produk dalam jangka waktu satu tahun, apabila persen yang ditentukan tidak bisa dicapai dalam waktu satu tahun maka pabrik yang sebelumnya beroperasi harus dihentikan/ditutup sementara atau ditutup secara permanen.

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

Dimana :

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

Didapatkan nilai perhitungan SDP sebagai berikut :

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

$$SDP = 44\%$$

## 2. *Discounted Cash Flow rate of Return* (DCFR)

*Discounted Cash Flow rate of Return* merupakan salah satu cara metode yang digunakan untuk menghitung prospek suatu pertumbuhan investasi dalam beberapa kurun waktu kedepan. Gambaran metode *Discounted Cash Flow rate of Return* ini jika kita sebagai investor dan menginvestasikan sebagian dana, ingin mengetahui pertumbuhan berapa persen atau mungkin berupa kali lipat setelah beberapa waktu kedepan. Bisa disebut juga arus kas

yang terdiskon, dikarenakan dari cara menghitungnya adalah dengan mengstimasikan arus dana yang akan datang untuk kemudian dipotong dan bisa menghasilkan nilai pada masa terkini. Persamaan untuk menghitung DCFR adalah sebagai berikut :

$$\frac{(WC + FCI) \times (1 + I)^n}{CF} = [(1 + i)^{(n-1)} + (1 + i)^{(n-2)} + \dots + (1 + i) + 1] \frac{(WC + SV)}{CF}$$

Dimana :

FCI : *Fixed Capital Investment*

WC : *Working Capital Investment*

SV : *Salvage Value (Depresiasi)*

n : *Umur Pabrik*

i : *Nilai DCFR*

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut :

FCI : Rp 257.450.047.399,09

WCI : Rp 587.880.856.590,98

SV : Rp 20.596.003.791,93

n : 10 Tahun

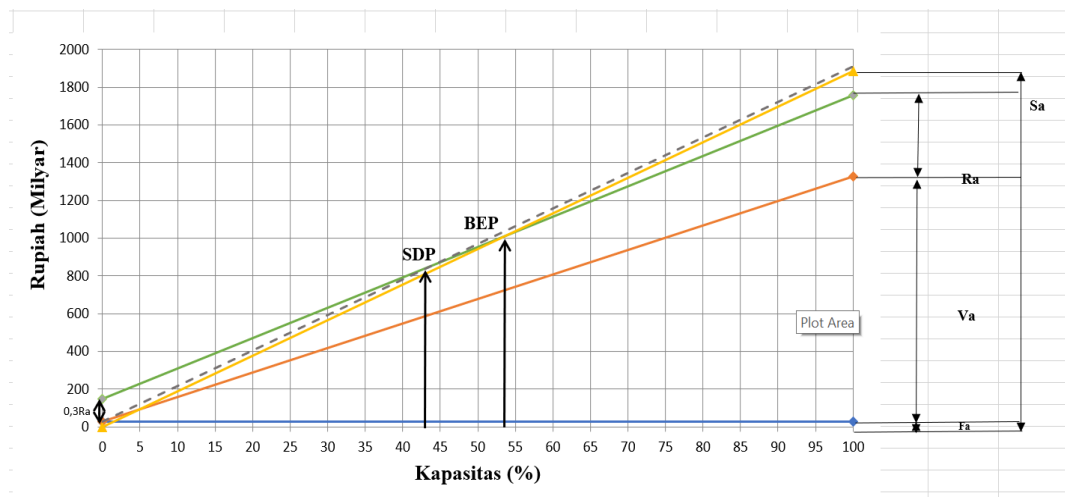
Sehingga diperoleh trial & error dapat dihitung nilai DCFR

Diperoleh nilai DCFR adalah :

DCFR = 18%

Tabel 6.16 Hasil Kelayakan Ekonomi

| Parameter         | Terhitung | Pernyataan                                                                                                             | Kriteria                     |
|-------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| ROI sebelum pajak | 56%       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pabrik High Risk max. 44%</li> <li>Pabrik Low Risk min. 11%</li> </ul>          | Memenuhi, termasuk High Risk |
| POT sebelum pajak | 1,5       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pabrik High Risk min. 2 tahun</li> <li>Pabrik Low Risk maks. 5 tahun</li> </ul> | Memenuhi                     |
| BEP               | 53%       | 40 – 60 %                                                                                                              | Memenuhi                     |
| SDP               | 44%       |                                                                                                                        | Memenuhi                     |
| DCFR              | 18%       | <i>Interest</i> = 1,5 x bunga simpanan bank (1,5 x 5,7% = 8,63%)                                                       | Memenuhi                     |



Gambar 6.2 Grafik Break Even Point (BEP)

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan pabrik *isopropil benzene* dari *benzene* dan *propilen* adalah sebagai berikut :

1. Pabrik *isopropil benzene* didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi impor, dan membantu memperbaiki perekonomian negara.
2. Dari segi bahan baku, pemasaran dan lingkungan, lokasi pabrik *isopropil benzene* di daerah Cilegon Banten cukup menguntungkan karena kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air dan listrik.
3. Berdasarkan tinjauan kondisi operasi, jenis bahan baku, jenis produk, dan tidak terdapat pabrik *isopropil benzene* di Indonesia, pabrik *isopropil benzene* dengan kapasitas 85.000 ton/tahun tergolong pabrik dengan risiko tinggi karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) tinggi.
4. Pabrik membutuhkan tenaga kerja sebanyak 129 orang.
5. Berdasarkan analisis ekonomi sebagai berikut :
  - a. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak sebesar Rp 145.457.525.182 /tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 113.456.869.642/tahun.
  - b. Presentase ROI sebelum pajak sebesar 56% dan ROI setelah pajak sebesar 44% dengan syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik dengan risiko tinggi minimum 44%.
  - c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 1,8 tahun dan POT setelah pajak adalah 2,2 tahun dengan syarat POT sebelum pajak untuk pabrik dengan risiko rendah adalah minimum 2 tahun.

- d. *Shut Down Point* (SDP) pada 44% dan *Break Event Point* (BEP) pada 53% dengan BEP untuk pabrik pada umumnya adalah 40%-60%.
- e. *Discounted Cash Flow rate* (DCFR) sebesar 18 % dengan syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sebesar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

Dengan pertimbangan hasil evaluasi ekonomi diatas maka pabrik *isopropil benzene* dengan kapasitas 85.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat didirikan.

## 7.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan alat proses perlu diperhatikan sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan yang akan diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan dikembangkannya pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Pendirian pabrik isopropyl benzene dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dan menjadi sector penggerak pertumbuhan perekonomian di dalam negeri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. "Chemical Price. <http://alibaba.com/>." Diakses pada tanggal 19 Juli, 2022.
- Aries, S R, and R D Newton. *Chemical Engineering Cost Estimation*,. New York: Mc Graw Hill Handbook Co.,Inc., 1995.
- Brown, G G. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York, 1978.
- Brownell, L E, and E H Young. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York, 1979.
- Coulson, J M, and J F Richardson. *Chemical Engineering*, 1 st edition, Volume 6. Pergason Press. Oxford, 1983.
- Coulson, J M, J F Richardson, and R K Sinnott. *Chemical Engineering Design*. Volume 6, 3ed., Butterworth Heinemann. Great Britain., 1999.
- Geankoplis, J.C. *Transport Process and Unit Operation* Third Edition. United States of America, 1978.
- Kern , D Q. *Process Heat Transfer*. New York: Mc GrawHill Book Co.Inc., 1983.
- Kirk, R E, and D F Othmer. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 1998.
- Perry, R H, and D W Green. *Perry's Chemical Engineers*, 7th ed. . USA: McGraw Hill Companies Inc., 2008.
- Peters, M, K Timmerhause, and R West. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4 thed, .Singapore: McGraw Hill Book Company, 2003.
- Smith, J M, H G Van Ness, and M Abbott. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, Sixth Edition. New York: Mc Graw Hill, 1997.
- Statistik, Badan Pusat. 2017.

Turton, Richard, Richard C Baillie, Wallance B Whiting, Joseph A Shaeiwitz, and Debangsu Bhattacharyya.

Analysis Synthesis And Design Of Chemical Processes. 1998.

Yaws, Carl L. Chemical Properties Handbook. Tokyo: McGraw-Hill Book Company, 1999

**LAMPIRAN A**  
**PERANCANGAN REAKTOR FIXED BED MULTITUBE**

Nama Alat : Reaktor *Fixed bed Multitube*  
Kode : R-01  
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi dehidrasi *benzene* dan *propilen* dengan katalis  $\text{H}_3\text{PO}_4$  menjadi *Isopropilbenzene*  
Jenis : Reaktor *Fixed bed Multitube*  
Fase : Gas – Gas  
Suhu : 250 °C  
Tekanan : 25 atm

**a. Kondisi Operasi**

Suhu (T) = 250°C  
Tekanan (P) = 25 atm  
Reaksi =  $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_9\text{H}_{12}$

**b. Jenis Reaktor**

Jenis reaktor yang digunakan adalah *fixed bed multitube reactor* isothermal non adiabatik. Reaktor ini dipilih karena cocok untuk reaksi yang berlangsung pada fase gas, berjalan cepat, bersifat eksotermis dan kondisi suhu tinggi. *Multitube* dipilih karena baik untuk transfer panas, karena reaksi termasuk *highly exothermic*.

**c. Menentukan Jenis Pemanas**

Pemanas yang digunakan adalah Dowtherm A karena mempunyai range suhu memanaskan dari 40 – 400°C

**d. Menentukan Jenis Katalis**

Bahan Katalis :  $\text{H}_3\text{PO}_4$   
Diameter : 0,03 m  
Bulk density : 800 kg/3 m  
Porositas : 0,5

## e. Menentukan Dimensi Reaktor

### 1. Neraca Massa Reaktor

| Komponen                        | BM  | Input    |           | Output   |           |
|---------------------------------|-----|----------|-----------|----------|-----------|
|                                 |     | Arus 7   |           | Arus 8   |           |
|                                 |     | kmol/jam | kg/jam    | kmol/jam | kg/jam    |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 42  | 97,46    | 4.093,27  | 0,97     | 40,93     |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 44  | 0,59     | 25,88     | 0,59     | 25,88     |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 78  | 194,92   | 15.203,59 | 101,36   | 7905,86   |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 92  | 0,19     | 17,95     | 0,1951   | 17,95     |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 120 |          |           | 90,64    | 10.876,41 |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 162 |          |           | 2,92     | 473,65    |
| Total                           |     | 293,16   | 19.340,70 | 196,67   | 19340,69  |

### 2. Menentukan Yi

| Komponen                        | BM  | Fi (Kg/jam) | ni (Kmol/jam) | yi     | Bmi x Yi |
|---------------------------------|-----|-------------|---------------|--------|----------|
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 42  | 4093,27     | 97,46         | 0,34   | 13,97    |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 44  | 25,884      | 0,59          | 0,003  | 0,089    |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 78  | 15203,599   | 194,92        | 0,67   | 51,87    |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 92  | 17,95       | 0,19          | 0,0006 | 0,07     |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 120 |             |               |        |          |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 162 |             |               |        |          |
| Total                           |     | 19.340,70   | 293,16        | 1      | 65,98    |

### 3. Menentukan Z umpan Reaktor

| Komponen                        | BM  | yi      | Pc (bar) | Pc (Atm) | Tc (K)  |
|---------------------------------|-----|---------|----------|----------|---------|
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 42  | 0,34    | 46,13    | 45,53    | 364,76  |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 44  | 0,0021  | 42,49    | 41,94    | 369,82  |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 78  | 0,67    | 48,98    | 48,34    | 562,16  |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 92  | 0,00067 | 41,09    | 40,56    | 591,79  |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 120 |         | 32,09    | 31,67    | 631,15  |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 162 |         | 24,5     | 24,18    | 684     |
| Total                           |     | 1       | 235,28   | 232,21   | 3203,68 |

| Komponen                        | BM  | ω     | Yi.BM | Yi.Pc | Yi.Tc  |
|---------------------------------|-----|-------|-------|-------|--------|
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 42  | 0,142 | 13,97 | 15,14 | 121,27 |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 44  | 0,159 | 0,09  | 0,09  | 0,75   |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 78  | 0,211 | 51,87 | 32,14 | 373,78 |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 92  | 0,264 | 0,07  | 0,03  | 0,39   |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 120 | 0,338 |       |       |        |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 162 | 0,359 |       |       |        |
| Total                           |     | 1,473 | 65,98 | 47,39 | 496,17 |

|          |               |              |
|----------|---------------|--------------|
| Tc Umpan | = 496,1696 K  |              |
| Pc Umpan | = 47,3864 atm |              |
| Tr       | = T/Tc        | = 1,0541 K   |
| Pr       | = P/Pc        | = 0,5276 atm |
| Pr/Tr    | = 0,5005      |              |

Menentukan Z menggunakan koefisien virial dengan menggunakan persamaan Fig. 3.61 sampai 3.66 (Smith Van Ness).

$$B^{\circ} = \frac{BP_c}{RT_c} = B^{\circ} + \omega B^1$$

$$Z = 1 + \frac{BP}{RT} = 1 + B^{\circ} \frac{Pr}{Tr}$$

$$Z = 1 \left( \frac{BP_c}{RT_c} \right) \left( \frac{Pr}{Tr} \right)$$

$$B^{\circ} = 0,083 - \frac{0,422}{Tr^{1,6}}$$

$$B^1 = 0,139 - \frac{0,172}{Tr^{4,2}}$$

| Komponen                        | BM  | Yi    | Tr     | Pr     | Bo      | B1      |
|---------------------------------|-----|-------|--------|--------|---------|---------|
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 42  | 0,332 | 1,4338 | 0,5491 | -0,1541 | 0,1011  |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 44  | 0,002 | 1,4142 | 0,5962 | -0,1594 | 0,0989  |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 78  | 0,665 | 0,9303 | 0,5172 | -0,3907 | -0,0939 |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 92  | 0,001 | 0,8838 | 0,6165 | -0,4313 | -0,1500 |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 120 |       | 0,8286 | 0,7894 | -0,4871 | -0,2398 |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 162 |       | 0,7646 | 1,0339 | -0,5653 | -0,3920 |
| Total                           |     | 1     | 6,255  | 4,102  | -2,188  | -0,676  |

| Komponen                        | BM  | BPc/RTc | Pr/Tr  | Z      | Yi.Z   |
|---------------------------------|-----|---------|--------|--------|--------|
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 42  | -0,1397 | 0,3830 | 0,9465 | 0,3147 |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 44  | -0,1437 | 0,4216 | 0,9394 | 0,0019 |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 78  | -0,4105 | 0,5559 | 0,7718 | 0,5132 |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 92  | -0,4709 | 0,6976 | 0,6715 | 0,0004 |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  | 120 | -0,5681 | 0,9526 | 0,4588 |        |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> | 162 | -0,7060 | 1,3522 | 0,0453 |        |
| Total                           |     | -2,439  | 4,363  | 3,833  | 0,830  |

#### 4. Menentukan Volume Gas Masuk Reaktor

$$Vg = \frac{Z \cdot n \cdot R \cdot T}{P}$$

Dimana :

Vg = Laju alir volumetrik, cm<sup>3</sup>/dtk

n = Mol umpan, mol/dtk = 81,4333 mol/detik

R = Konstanta gas, cm<sup>3</sup>.atm/mol.K = 82,050 cm<sup>3</sup>.atm/mol.K

T = Temperatur, K = 523 K

P = Tekanan, atm = 25 atm

Dengan persamaan diatas, didapatkan nilai :

$$Vg = 535824,0837 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

$$= 0,5358 \frac{m^3}{\text{detik}}$$

#### 5. Menentukan Densitas Umpan

$$\rho = \frac{P \cdot BM}{R \cdot T \cdot Z}$$

Dengan persamaan diatas, didapatkan nilai :

$$\rho = 0,010026453 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho = 631,4459714 \text{ lb/ft}^3$$

#### 6. Menentukan Viskositas Umpan

Nilai-nilai koefisien diambil dari buku Chemical Properties Handbook, McGraw- Hill, Carl L.Yaws

Dengan rumus:  $\eta_{gas} = A + BT + CT^2$

| Komponen                        | yi.μgas<br>(kg/s.m) | yi.μgas<br>(kg/jam.m) | yi.μgas<br>lb/ft.jam | η gas<br>mikropoise |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 4,84297E-06         | 0,01743               | 4,2192E-06           | 48,42975            |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 2,7388E-08          | 0,00010               | 2,38604E-08          | 0,27388             |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 8,76553E-06         | 0,03156               | 7,63653E-06          | 87,65525            |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 8,15163E-09         | 0,00003               | 7,1017E-09           | 0,08152             |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  |                     |                       |                      |                     |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> |                     |                       |                      |                     |
| Total                           | 1,3644E-05          | 0,049119              | 1,18867E-05          | 136,44039           |

| Komponen                        | Yi     | $\eta_{\text{gas}}$<br>mikropoise | $\mu_{\text{gas}}$<br>(kg/s.m) | $\mu_{\text{gas}}$<br>(kg/jam.m) | $\mu_{\text{gas}}$ lb/ft.jam |
|---------------------------------|--------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 0,3324 | 145,68                            | 1,4567E-05                     | 0,0524                           | 1,26915E-05                  |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 0,0020 | 136,48                            | 1,36483E-05                    | 0,0491                           | 1,18904E-05                  |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 0,6649 | 131,84                            | 1,31835E-05                    | 0,0475                           | 1,14855E-05                  |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 0,0007 | 122,48                            | 1,22479E-05                    | 0,0441                           | 1,06704E-05                  |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  |        | -119153,25                        | -1,19153E-02                   | -42,8952                         | -1,03806,E-02                |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> |        | -121253,45                        | -1,21253E-02                   | -43,6512                         | -1,05636,E-02                |
| Total                           | 1      | -239870,22                        | -2,39870E-02                   | -86,3533                         | -2,08975,E-02                |

$$\mu_{\text{gas}} = 1,3644\text{E-}05 \text{ kg/s.m}$$

$$= 1,3644\text{E-}04 \text{ gr/cm.s}$$

## 7. Menghitung Kondiktivitas Umpan

Nilai-nilai koefisien diambil dari buku *Chemical Properties Handbook, McGraw- Hill, Carl L.Yaws*

Dengan rumus:  $k_{\text{gas}} = A + BT + CT^2$

$$T = 523 \text{ K}$$

$$T^2 = 273529 \text{ K}$$

| Komponen                        | yi      | $k_{\text{gas}}$ | $y_i.k_{\text{gas}}$ |
|---------------------------------|---------|------------------|----------------------|
|                                 |         | W/m.K            | W/m.K                |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>   | 0,33244 | 0,04608          | 0,01532              |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | 0,00201 | 0,04759          | 0,00010              |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | 0,66489 | 0,03134          | 0,02084              |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>   | 0,00067 | 0,03337          | 0,00002              |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>  |         | 0,04622          |                      |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> |         | 0,02690          |                      |
| Total                           | 1       | 0,23150          | 0,03628              |

$$K_{\text{campuran}} = 0,036277 \text{ W/m.k}$$

$$= 0,130596 \text{ kJ/jam.m.K}$$

$$= 0,031192 \text{ kkal/jam.m.K}$$

$$= 0,000087 \text{ kal/detik.cm.K}$$

## 8. Menentukan Kapasitas Panas Gas Umpan

Nilai-nilai koefisien diambil dari buku *Chemical Properties Handbook, McGraw- Hill, Carl L.Yaws*

Dengan rumus :  $C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$

$$T_{ref} = 273,15 \text{ K}$$

$$T = 523 \text{ K}$$

$$T^2 = 273.529 \text{ K}$$

$$T^3 = 143.055.667 \text{ K}$$

$$T^4 = 74.818.113.841 \text{ K}$$

| Komponen | Kmol/jam | yi     | Cp<br>(Joule/mol.K) |
|----------|----------|--------|---------------------|
| C3H6     | 97,4589  | 0,3324 | 96,3123             |
| C3H8     | 0,5883   | 0,0020 | 114,3957            |
| C6H6     | 194,9178 | 0,6649 | 143,4947            |
| C7H8     | 0,1951   | 0,0007 | 176,1075            |
| C9H12    |          |        | 246,9949            |
| C12H18   |          |        | 368,8790            |
| Total    | 293,1601 | 1      | 1.146,1840          |

| Komponen | Cp (kJ/kmol.K) | Cp (kJ/kg.K) | CpCamp(kJ/kg.K) |
|----------|----------------|--------------|-----------------|
| C3H6     | 96,3123        | 2,2932       | 0,7623          |
| C3H8     | 114,3957       | 2,5999       | 0,0052          |
| C6H6     | 143,4947       | 1,8397       | 1,2232          |
| C7H8     | 176,1075       | 1,9142       | 0,0013          |
| C9H12    | 246,9949       | 2,0583       |                 |
| C12H18   | 368,8790       | 2,2770       |                 |
| Total    | 1.146,1840     | 12,9823      | 1,9920          |

$$C_p \text{ campuran} = 1,9920 \text{ Kjoule/kmol.K}$$

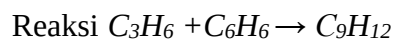
## 9. Menentukan $\Delta H_R$

Nilai-nilai koefisien diambil dari buku Chemical Properties Handbook, McGrawHill, Carl L. Yaws

$$T_{\text{tumpuan}} = 623,15 \text{ K}$$

$$T_{\text{ref}} = 273,15 \text{ K}$$

| Komponen       | $\Delta H_f$<br>(kJ/mol) | $\Delta H_f$<br>(kJ/kmol) | $\Delta H$<br>(J/mol) | $\Delta H$ (kJ/kmol) |
|----------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| $C_3H_6$       | 20,42                    | 20420                     | 19728,89              | 19728,89             |
| $C_3H_8$       | -103,85                  | -103850                   | 23103,50              | 23103,50             |
| $C_6H_6$       | 82,93                    | 82930                     | 28071,15              | 28071,15             |
| $C_7H_8$       | 50,00                    | 50000                     | 34756,58              | 34756,58             |
| $C_9H_{12}$    | 3,93                     | 3930                      | 49420,35              | 49420,35             |
| $C_{12}H_{18}$ | -77,60                   | -77600                    | 72234,44              | 72234,44             |



$$\Delta H_r 298 = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$= -99420 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_r = 103.350 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_p = 3.930 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_R = -99.420 \text{ kJ/kmol}$$

$$= -23.746,07 \text{ kkal/kmol}$$

## 10. Katalisator

$$\text{Katalis} = \text{Asam Phospat Kieseguhrl (H}_3\text{PO}_4\text{)}$$

$$\text{Bentuk} = \text{Padatan}$$

$$\text{Diameter} = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$\text{Porositas} = 0,5$$

$$\text{Densitas} = 1,6 \text{ gr/cm}^3 = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densitas bulk} = 0,8 \text{ gr/ml} = 800 \text{ kg/m}^3$$

## 11. Menentukan Ukuran Tube

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Pengaruh rasio  $D_p/D_t$  terhadap koefisien perpindahan dalam pipa yang berisi serbuk katalisator di bandingkan dengan pipa kosong ( $h_w/h$ ) yang telah diteliti oleh

|                  |           |      |      |      |      |      |      |
|------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Colburn's</i> | $D_p/D_t$ | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 |
| yaitu            | $h_w/h$   | 5,50 | 7,00 | 7,80 | 7,50 | 7,00 | 6,60 |
| :                |           |      |      |      |      |      |      |

Dipilih  $D_p/D_t = 0,15$

Dimana :

$H_w$  = Koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

$h$  = Koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

$D_p$  = Diameter katalisator

$D_t$  = Diameter tube

| Jenis Tube                   | Steel Pipe                |
|------------------------------|---------------------------|
| IPS                          | 8 in                      |
| OD                           | 8,625 in                  |
| ID                           | 7,981 in                  |
| Flow area per tube           | 50 in <sup>2</sup>        |
| Sc.Num                       | 40 ft                     |
| Surface per lin ft (Outside) | 2,258 ft <sup>2</sup> /ft |

Jenis = Asam Phospat Kieseguhrl

Ukuran = D = 3 cm

Density = 1,6 gr/cm<sup>3</sup> = 1600 kg/m<sup>3</sup>

Bulk density = 0,8 gr/ml = 800 kg/m<sup>3</sup>

Bila dinyatakan dalam diameter bola secara ekivalen yang mempunyai volume yang samadengan silinder (partikel), maka:

$$\begin{aligned} D_p &= 3 \text{ cm} \\ D_p/D_t &= 0,15 \\ D_t &= 20 \text{ cm} = 7,87 \text{ in} \end{aligned}$$

Bila dinyatakan dalam diameter bola secara ekivalen yang mempunyai volume yang sama dengan silinder (partikel), maka :

$$\begin{aligned} D_p &= 3 \text{ cm} \\ D_p/D_t &= 0,15 \\ D_t &= 20 \text{ cm} = 7,8740 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Hasil Perhitungan, maka dipilih ukuran tube standart : aliran dalam pipa adalah aliran transisi, maka  $Nre = 3100$

$$Nre = \frac{Gt \cdot Dt}{\mu}$$

$$Gt = \frac{\mu \cdot NRe}{Dt}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Nre &= 3100 \\ \mu &= 0,04912 \text{ kg/m.jam} \\ Dt &= 0,20272 \text{ m} \\ G \text{ (Umpan Total)} &= 19340,6944 \text{ kg/jam} \\ &= 5372,41511 \text{ gr/detik} \\ Gt = \frac{\mu \cdot Nre}{Dt} &= 751,1318 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{jam} \\ &= 0,0209 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{s} \\ At = \frac{G}{Gt} &= 25,7487 \text{ m}^2 \\ &= 257487,3685 \text{ cm}^2 \\ Ao &= \text{Luas Penampang Pipa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A_o &= \frac{\pi}{4} ID^2 &= 0,03226 \text{ m}^2 \\
& &= 322,5906 \text{ cm}^2 \\
N_t & &= (\text{jumlah pipa}) \text{ max} \\
N_t \text{ max} &= \frac{At}{A_o} &= 798,1862 \text{ buah} \\
P_s & &= 1,6 \text{ gr/cm}^3 \\
P & &= 25 \text{ atm} \\
BM & &= 28,9647 \text{ g/gmol} \\
R & &= 82,05 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm/gmol.K} \\
T \text{ Udara} & &= 303 \text{ K} \\
P_g & &= 0,0100 \text{ g/cm}^3 \\
P \text{ udara} &= \frac{\rho_{\text{udara}} \cdot BM_{\text{udara}}}{R \cdot T_{\text{udara}}} &= 0,029126468 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

**Katalis Asam Phospat Kieseguhr ( $H_3PO_4$ )**

$$\begin{aligned}
\text{Bentuk} &= \text{Padatan} \\
\text{Re} &= 3100 \\
\text{Fo} &= 0,4
\end{aligned}$$

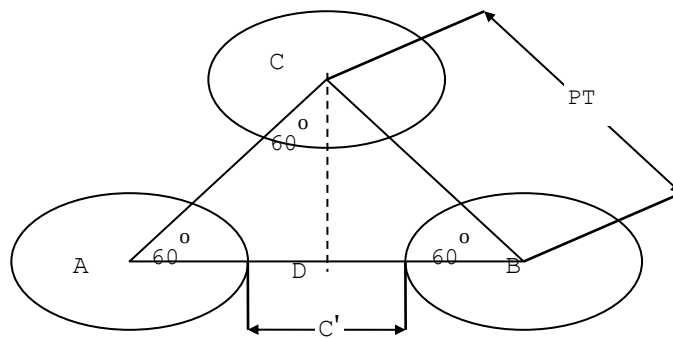
(Sumber : Brownell Young, halaman 76, gambar 69)

$$\begin{aligned}
V_{\text{max}} &= \sqrt{\frac{4(\rho_b - \rho_g) \cdot g \cdot D_p}{3 \cdot \rho_g \cdot f_D}} \\
&= 87,871 \text{ cm/det} \\
&= 3163,357 \text{ m/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{Q}{\rho_g} \\
 Q &= 535824,0837 \text{ cm}^3/\text{s} \\
 At &= \frac{Q}{v_{max}} \\
 At &= 6097,8478 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,6098 \text{ m}^2 \\
 Nt \text{ min} &= \frac{At}{Ao} \\
 &= 18,9 \text{ buah} \\
 \text{Diambil } Nt &= 19 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

## 12. Menentukan Diameter Reaktor

Pipa (tube) disusun dengan pola '*triangular pitch*' agar turbulensi yang terjadi pada aliran fluida dalam *shell* menjadi besar, sehingga akan memperbesar koefisien perpindahan panas konveksi ( $h_o$ ). Sehingga, transfer panas lebih baik dari pada susunan *square pitch* (Kern, 1983)



Gambar Susunan tube dengan pola tringular

$$\begin{aligned}
 \text{Susunan Tube} &= \text{Tringular} \\
 \text{Pitch tube (PT)} &= 1,25 \times Odt \\
 &= 10,7812 \text{ in} \\
 &= 27,3843 \text{ cm} \\
 \text{Clearance (C)} &= PT - Odt \\
 &= 2,15625 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$= 5,4768 \text{ cm}$$

Untuk menghitung diameter shell, dicari luas penampang *shell* total (A total) :

Luas *shell* = Luas segitiga.

$$A_{total} = 2 \cdot Nt \cdot \text{Luas segitiga ABC}$$

$$\frac{\pi}{4} \times 1Ds^2 = 2 \cdot Nt \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot PT^2 \cdot \sin 60 \right)$$

$$\frac{\pi}{4} \times 1Ds^2 = 2 \cdot Nt \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot PT^2 \cdot 0,866 \right)$$

Jadi,

$$1Ds = \sqrt{\frac{4 \cdot Nt \cdot Pr^2 \cdot 0,866}{\pi}}$$

$$1Ds = 125,3729 \text{ cm}$$

$$= 1,2537 \text{ m}$$

$$= 49,3594 \text{ in}$$

Jadi diameter dalam reaktor 125,3729 cm

### 13. Menghitung Panjang Reaktor

a. Menentukan Persamaan  $dx/dz$

Tabel Stoikiometri reaksi dehidrasi di reaktor (R-01)

|                | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Mula-mula      | FA0                           | FB0                           | FC0                            |
| Reaksi         | FA0x                          | FA0x                          | FA0x                           |
| Sisa/terbentuk | FA = FA0 - FA0 . x            | FB = FB0 - FA0 . x            | FC = FA0 + FA0 . x             |

$$FT = FA + FB + FC$$

$$FT0 = FA0 + FB0 + FC0$$

$$y_{A0} = \frac{FA0}{FT0}$$

$$y_A = \frac{FA}{FA+FB+FC}$$

$$= \frac{FA0 - FA0.x}{FA + FB + FC}$$

$$= \frac{FA0 - FA0.x}{FT}$$

$$CA0 = \frac{PA0}{RT} = \frac{yA0.P\ Total}{RT}$$

$$CB0 = \frac{PB0}{RT} = \frac{yB0.P\ Total}{RT}$$

$$CA = \frac{FA}{v} = \frac{FA}{v0(1+\epsilon x)} = \frac{FA0(1-x)}{v0(1+\epsilon x)} = CA0 \frac{(1-x)}{(1+\epsilon x)}$$

$$CA = \frac{CA0(1-x)}{(1+\epsilon x)}$$

$$CB = \frac{CB0 - CA0}{(1+\epsilon x)}$$

$$\epsilon = yA0.\delta$$

$$\epsilon = \text{total koefisien produk} - \text{total koefisien reaktan}$$

$$\epsilon = 1 - 2$$

$$\epsilon = -1$$

$$\epsilon = \frac{FA0}{FT0} \cdot (-1)$$

$$\frac{dx}{dz} = k1.CA.CB \frac{\pi.ID^2.Nt}{4.FA0}$$

$$\frac{dx}{dz} = k1. \frac{CA0(1-x)}{1+\epsilon x} \cdot \frac{CB0 - CA0.x}{(1+\epsilon x)} \cdot \frac{\pi.ID^2.Nt}{4.FA0}$$

$$\frac{dx}{dz} = k1. \frac{\frac{yA0.Ptotal}{RT}(1-x)}{1+\epsilon x} \cdot \frac{\frac{yB0.Ptotal}{RT} - \frac{yA0.Ptotal}{RT}}{(1+\epsilon x)} \cdot \frac{\pi.ID^2.Nt}{4.FA0}$$

$$\frac{dx}{dz} = k1 \cdot \frac{\frac{FA0}{FT0} \cdot \frac{Ptotal}{RT} (1-x)}{1 + (\frac{FA0}{FT0} - 1)x} \cdot \frac{(\frac{FB0}{FT0} \cdot \frac{Ptotal}{RT}) - (\frac{FA0}{FT0} \cdot \frac{Ptotal}{RT} \cdot x)}{1 + (\frac{FA0}{FT0} - 1)x} \cdot \frac{\pi \cdot ID^2 \cdot Nt}{4 \cdot FA0}$$

**b. Persamaan Neraca Panas Pada Elemen Volume**

$$\frac{dT}{dz} = \frac{FA0(\Delta HR) \frac{dx}{dz} u d. Nt. \pi. OD. (T - Tp)}{(\sum Fi. Cpi)}$$

**c. Persamaan Neraca Panas Pendingin**

$$\frac{dTp}{dz} = \frac{U d. Nt. \pi. OD. (T - Tp)}{Wp. Cpp}$$

**d. Persamaan Pressure Drop**

$$\frac{dP}{dz} = - \frac{G}{\rho g. Dp} \times \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon^3} \times \left[ \frac{150(1 - \varepsilon)\mu}{Dp} + 1,75 Gt \right]$$

Pendekatan menghitung Pressure Drop dengan menggunakan Ergun Equation.

Dimana :

P = Pressure

φ = Porosity

gc = 32,1740 ft/s<sup>2</sup>.lbf (Conversion factor)

= 4,17E+08 lbm.ft/h<sup>2</sup>.lbf

(recall that for the metric system g, = 1.0)

Dp = Diameter katalis

μ = Viskositas gas

z = Panjang pipa

u = Superficial velocity

(volumetric flow:luas area pipa (m/jam))

$\rho$  = Densitas gas

$G$  =  $\rho \cdot u$

(superficial mass velocity, g/cm<sup>2</sup>.s)

$D_t$  = Diameter pipa

$\Delta P$  = Besarnya harus 0.01-0.00001 atm/cm<sup>2</sup> per tube atau Pressure Drop total harus 3-15% tekanan total (Ullrich & H. f Rase)

Persamaan diatas diselesaikan dengan cara euler

Hasil dari substitusi tiga persamaan diatas dengan metode euler disajikan dalam tabel dibawah ini. Tabel penentuan tinggi reaktor dengan metode euler.

| z (m) | x     | T (K)   | P (kPa)  |
|-------|-------|---------|----------|
| 0,000 | 0     | 523,000 | 2533,125 |
| 0,100 | 0,111 | 515,320 | 2533,012 |
| 0,200 | 0,211 | 508,381 | 2532,899 |
| 0,300 | 0,302 | 502,134 | 2532,786 |
| 0,400 | 0,383 | 496,529 | 2532,673 |
| 0,500 | 0,456 | 491,516 | 2532,560 |
| 0,600 | 0,521 | 487,045 | 2532,447 |
| 0,700 | 0,579 | 483,070 | 2532,334 |
| 0,800 | 0,630 | 479,543 | 2532,221 |
| 0,900 | 0,675 | 476,421 | 2532,108 |
| 1,000 | 0,716 | 473,665 | 2531,995 |
| 1,100 | 0,751 | 471,234 | 2531,882 |
| 1,200 | 0,782 | 469,096 | 2531,769 |
| 1,300 | 0,810 | 467,217 | 2531,656 |
| 1,400 | 0,834 | 465,568 | 2531,542 |
| 1,500 | 0,855 | 464,123 | 2531,429 |
| 1,600 | 0,873 | 462,857 | 2531,316 |

(Lanjutan)

|       |       |         |          |
|-------|-------|---------|----------|
| 1,700 | 0,890 | 461,751 | 2531,203 |
| 1,800 | 0,904 | 460,784 | 2531,090 |
| 1,900 | 0,916 | 459,939 | 2530,977 |
| 2,000 | 0,927 | 459,202 | 2530,864 |
| 2,100 | 0,936 | 458,559 | 2530,751 |
| 2,200 | 0,945 | 457,999 | 2530,638 |
| 2,300 | 0,952 | 457,510 | 2530,525 |
| 2,400 | 0,958 | 457,085 | 2530,412 |
| 2,500 | 0,963 | 456,715 | 2530,299 |
| 2,600 | 0,968 | 456,392 | 2530,186 |
| 2,700 | 0,972 | 456,112 | 2530,073 |
| 2,800 | 0,976 | 455,868 | 2529,960 |
| 2,900 | 0,979 | 455,655 | 2529,847 |
| 3,000 | 0,982 | 455,471 | 2529,734 |
| 3,100 | 0,984 | 455,310 | 2529,621 |
| 3,200 | 0,986 | 455,170 | 2529,508 |
| 3,300 | 0,988 | 455,049 | 2529,395 |
| 3,400 | 0,990 | 454,943 | 2529,282 |
| 3,500 | 0,991 | 454,852 | 2529,169 |
| 3,600 | 0,992 | 454,772 | 2529,056 |
| 3,700 | 0,993 | 454,703 | 2528,943 |
| 3,800 | 0,994 | 454,642 | 2528,830 |
| 3,900 | 0,995 | 454,590 | 2528,717 |
| 4,000 | 0,995 | 454,545 | 2528,604 |
| 4,100 | 0,996 | 454,505 | 2528,491 |
| 4,200 | 0,997 | 454,471 | 2528,377 |
| 4,300 | 0,997 | 454,441 | 2528,264 |
| 4,400 | 0,997 | 454,415 | 2528,151 |
| 4,500 | 0,998 | 454,393 | 2528,038 |

(Lanjutan)

|       |       |         |          |
|-------|-------|---------|----------|
| 4,600 | 0,998 | 454,373 | 2527,925 |
| 4,700 | 0,998 | 454,356 | 2527,812 |
| 4,800 | 0,999 | 454,341 | 2527,699 |
| 4,900 | 0,999 | 454,328 | 2527,586 |
| 5,000 | 0,999 | 454,317 | 2527,473 |
| 5,100 | 0,999 | 454,308 | 2527,360 |
| 5,200 | 0,999 | 454,299 | 2527,247 |
| 5,300 | 0,999 | 454,292 | 2527,134 |
| 5,400 | 0,999 | 454,286 | 2527,021 |
| 5,500 | 0,999 | 454,280 | 2526,908 |

| Resume                          |         |     |
|---------------------------------|---------|-----|
| Konversi (X)                    | 99,9 %  |     |
| Suhu gas masuk (Tin)            | 523     | K   |
| Suhu gas keluar (Tout)          | 454,280 | K   |
| Panjang Reaktor                 | 5,50    | m   |
| Tekanan masuk (Pin)             | 25      | atm |
| Tekanan Keluar (Pout )          | 25      | atm |
| Diameter Shell (IDs)            | 1,2537  | m   |
| Suhu pendingin Masuk (Ts in)    | 313     | K   |
| Suhu Pendingin Keluar (Ts out ) | 454,495 | K   |

#### 14. Menghitung Berat Katalis

$$W = S \cdot \rho_b \cdot z$$

$$W = \pi \frac{D^2}{4} \rho_B Z$$

$$W = 5.429,125 \text{ kgcat}$$

#### 15. Menghitung Ukuran Reaktor

##### a. Menghitung Volume Shell Reaktor

$$V_{bed} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot z \cdot (1 + 0,135)$$

Volume dibuat overdesigh sebesar 20% dengan alasan keselamatan

$$V_{bed} = 20,3592 \text{ m}^3$$

$$V/Z = 3,7016$$

##### b. Menghitung Diameter Shell Reaktor

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{V}{\pi Z}}$$

$$D = 2,172 \text{ m}$$

$$= 85,493 \text{ in}$$

##### c. Menghitung Faktor Korosi

$$C'' = 0,125$$

##### d. Menentukan Bahan Konstruksi

Bahan kontruksi yang dipakai = *Stainless Steel SA-167 18Cr-8Ni Tipe 304*

(Brownell and Young, hal 342)

##### e. Menentukan Allowable Stress

$$F_{all} = 75000 \text{ psi}$$

(Brownell and Young, hal 342)

**g. Menentukan Efisiensi Sambungan**

$$e = 0,85$$

(brownel and young, hal 354 tabel 13.2)

**h. Menentukan Tekanan Perancangan**

$$P_{design} = 1.2 \times \text{tekanan operasi} \quad (\text{Overdesign } 20 \%)$$

$$P_{design} = 30 \text{ atm}$$

$$= 3039,75 \text{ kPa}$$

$$= 440,88 \text{ psi}$$

**i. Menentukan Jari – Jari Dalam**

$$R = \frac{D}{2}$$

$$= 1,0858 \text{ m}$$

$$= 42,7465$$

$$t_s = \frac{p_{gauge} \cdot R_o}{f \cdot e - 0,6 \cdot p_{design}} + C'$$

dimana :

$$p_{gauge} = \text{tekanan desain max}$$

$$f = \text{nilai tegangan material (psi) Allowable stress}$$

$$e = \text{efisiensi sambungan}$$

$$R_o = \text{Radius Luar (in)}$$

$$D = \text{diameter luar (in)}$$

$$T_s = \text{ketebalan dinding (in)}$$

$$C'' = \text{faktor korosi (in)}$$

$$\text{Maka, } t_s = 0,4218 \text{ in}$$

$$\text{Digunakan tebal standar} = 0,5 \text{ in}$$

$$\text{Sehingga OD dari shell reaktor} = 2 \cdot t_s + D$$

$$\text{OD} = 86,49 \text{ in}$$

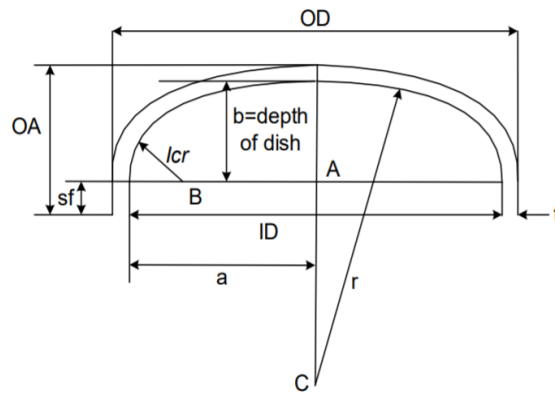
$$\text{Dipilih OD standar} = 90 \text{ in}$$

$$= 2,286 \text{ m}$$

## 17. Menghitung dan Menentukan Head

### a. Bentuk Head

Bentuk Head = *Ellipsoidal Head*



$$ID = 89,5 \text{ in}$$

$$r = 90 \text{ in}$$

$$icr = 5,5 \text{ in}$$

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

$$W = 4,8409 \text{ in}$$

$$P = 440,8792 \text{ psig}$$

$$th = \frac{P \cdot r \cdot W}{2f \cdot E - 0,1 \cdot P} + C'$$

$$= 1,6325 \text{ in}$$

$$\text{Dipilih th standar} = 1,75 \text{ in}$$

(Table 5.6, Hal. 88, Brownell and Young, 1959)

### b. Staight Flange

$$SF = 8 \text{ in}$$

$$= 0,2032 \text{ m}$$

### c. Menentukan Tinggi Head

$$H_{\text{head}} = r - \sqrt{(r - icr)^2 - \left(\frac{ID}{2} - icr\right)^2} + t + sf$$

$$H = 23,3564 \text{ in}$$

$$\text{Maka tinggi reaktor} = H_{\text{bed}} + 2 \cdot H_{\text{Head}}$$

$$H_{\text{head total}} = 6,6865 \text{ m}$$

**e. Menentukan Volume Head**

$$V_{\text{head}} = 0,000049 \cdot \text{ID}^3$$

$$\begin{aligned} V_{\text{head}} &= 35,1287 \text{ ft}^3 \\ &= 0,9947 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**f. Menentukan Volume Total Reaktor**

$$V_{\text{total}} = V_{\text{bed}} + 2 \cdot V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{total}} = 22,3486 \text{ m}^3$$

**18. Diameter Reaktor**

$$r^2 = \frac{V}{\pi \cdot t}$$

$$r^2 = 1,0644 \text{ m}^2$$

$$r = 1,0317 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{reaktor}} &= r \times 2 \\ &= 2,0634 \text{ m} \end{aligned}$$

**19. Waktu Tinggal**

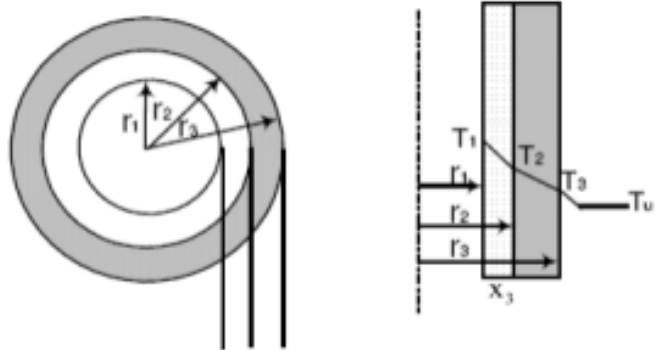
$$\text{Waktu tinggal} = V/Q$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Tube} &= 10827,1275 \text{ in}^3 \\ &= 0,1732 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$Q = 0,0001$$

$$\begin{aligned} t &= 1765,9747 \text{ s} \\ &= 0,4905 \text{ jam} \end{aligned}$$

## 20. Tebal Isolator



Perpindahan panas melalui tiap lapis dihitung dengan hukum Fourier dan  $A = 2\pi L$ , diperoleh :

$$Q = \frac{2\pi L(T_1 - T_u)}{\frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{k_1} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{k_3}}$$

Jika perpindahan panas disertai konveksi dan raadiansi, maka diatas dapat dituliskan menjadi pers. 2-12 :

$$Q = \frac{2\pi L(T_1 - T_u)}{\frac{\ln \left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_1} + \frac{\ln \left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{k_3} + \frac{1}{(h_c + h_r)r_3}}$$

Jika diaplikasikan dalam perhitungan perancangan tangki maka diperoleh :

$$Q = \frac{2\pi L(T_1 - T_u)}{\frac{\ln \left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_1} + \frac{\ln \left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{k_3} + \frac{1}{(h_c + h_r)r_3}}$$

$X_3$  = Tebal Isolasi (m)

$r_1$  = Jari – Jari Dalam

$r_2$  = Jari – Jari Luar

$r_3$  = Jari – Jari Luar

$T_1$  = Temperatur

$T_2$  = Temperatur

$T_3$  = Temperatur Luar Isolasi

$T_u$  = Temperatur Udara

- a. Suhu dinding dalam reaktor ( $T_1$ ) sama dengan suhu pemanas rata – rata, yaitu  $T_1$  :

$$\begin{aligned} T_1 &= 145 \text{ C} \\ &= 293 \text{ F} \\ &= 418,15 \text{ K} \end{aligned}$$

- b. Suhu dinding luar isolator,  $T_3$  :

$$\begin{aligned} T_3 &= 30 \text{ C} \\ &= 86 \text{ F} \\ &= 303,15 \text{ K} \end{aligned}$$

- c. Suhu udara luar,  $T_u$  =

$$\begin{aligned} T_u &= 25 \text{ C} \\ &= 77 \text{ F} \\ &= 298,15 \text{ K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_1 &= ID_s/2 \\ &= 44,7500 \text{ in} \\ &= 1,13665 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_2 &= OD_s/2 \\ &= 45 \text{ in} \\ &= 1,143 \text{ m} \end{aligned}$$

$$L = 6,68651 \text{ m}$$

Bahan konstruksi shel reaktor adalah carbon steel, adapun sifat – sifatnya adalah sebagai berikut :

- Konduktivitas ( $k_1$ ) = 45 W/mK  
= 26,01791 btu/jam ft F
- Emisivitas ( $\epsilon$ ) = 0,54
- Densitas ( $\rho$ ) = 7810 kg/m<sup>3</sup>

Bahan isolasi yang diperlukan adalah asbestos, adapun sifat – sifat fisisnya dari magnesia 85% adalah (Geankoplis, 2003) :

- Konduktivitas ( $k_1$ ) = 0,071 W/mK  
= 0,04105 btu/jam ft F
- Emisivitas ( $\epsilon$ ) = 0,6
- Densitas ( $\rho$ ) = 271 kg/m<sup>3</sup>

Panas yang hilang dari dinding isolasi ke udara ( $Q_3$ )

- Koefisien perpindahan panas radiasi ( $h_r$ )

$$h_r = \frac{\sigma \times \epsilon \times (T_3^4 - T_u^4)}{(T_3 - T_u)}$$

Dimana :

$h_r$  = koefisien perpindahan panas secara radiasi (W/m<sup>2</sup>.K)

$\Sigma$  = konstanta boltzman, 5,676 x 10<sup>-8</sup>

$\epsilon$  = Emisivitas bahan isolator

$T_3$  = temperatur permukaan luar isolator (K)

$T_u$  = Temperatur udara (K)

$$h_r = 3,7022 \text{ W/m}^2\text{K}$$

koefisien perpindahan panas konveksi ( $h_c$ )

$$T_f = \frac{1}{2} (T_3 + T_u)$$

$$T_f = 300,65 \text{ K}$$

Sifat udara  $T =$  pada Geankoplis, (2003) Tabel A3.3:

$$\rho_r = 0,6064 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{pr} = 1,0401 \text{ Kj/kg K}$$

$$\mu_r = 0,000029318 \text{ Pa.s}$$

$$k_r = 0,0451 \text{ W/mK}$$

$$\beta = 0,0017092 \text{ J/K}$$

- Persamaan umum perpindahan panas konveksi ( $h_c$ )

$$h_c = 1,37 \times \left(\frac{\Delta T}{L}\right)^{0,25}, N_{Ra} = 10^4 - 10^9 \quad (\text{Geankoplis, 2003})$$

$$h_c = 1,37 \times (\Delta T)^{\frac{1}{3}}, N_{Ra} > 10^9 \quad (\text{Geankoplis, 2003})$$

Keterangan:

$h_c$  = Koefisien transfer panas konveksi, Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

$N_{Ra}$  = Gr × Pr

$N_{Ra}$  = Bilangan Rayleigh

Gr = Bilangan Grashoff

Pr = Bilangan Prandtl

Sehingga diperoleh,

$$\begin{aligned} \text{Pr} &= \frac{c_p r \times \mu_r}{k_r} \\ &= 0,000676134 \end{aligned}$$

$$\text{Gr} = \frac{L^3 \times \rho_r^2 \times g \times \Delta T}{\mu_r^2}$$

$$\text{Gr} = 10711162584,77$$

$$\text{Maka } N_{Ra} = \text{Gr} \times \text{Pr}$$

$$= 7,2422\text{E}+06$$

Jadi,

$$\begin{aligned} h_c &= 1,37 \times \left(\frac{\Delta T}{L}\right)^{0,25} \\ &= 1,2739 \end{aligned}$$

- Panas yang hilang dari dinding isolasi ke udara (Q3) adalah :

$$Q_3 = (h_c + h_r) \times 2\pi r_3 L \times (T_3 - T_u)$$

$$Q_3 = 1500,7019$$

- Tebal isolasi reaktor

Pada kondisi steady state  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$  dengan Q adalah :

Panas yang ditransfer dari tiap lapisan panas yang ditransfer dari tiap lapisan. Perpindahan panas keseluruhan dari dinding bagian dalam *reactor* hingga udara (Q) persamaannya adalah :

$$Q = \frac{2\pi L(T_1 - T_u)}{\frac{\ln(\frac{r_2}{r_1})}{k_1} + \frac{\ln(\frac{r_3}{r_2})}{k_3} + \frac{1}{(h_c + h_r)r_3}}$$

$$Q_3 = Q$$

$$1500,7020 = 1500,7020$$

$$\text{Error} = 0,00$$

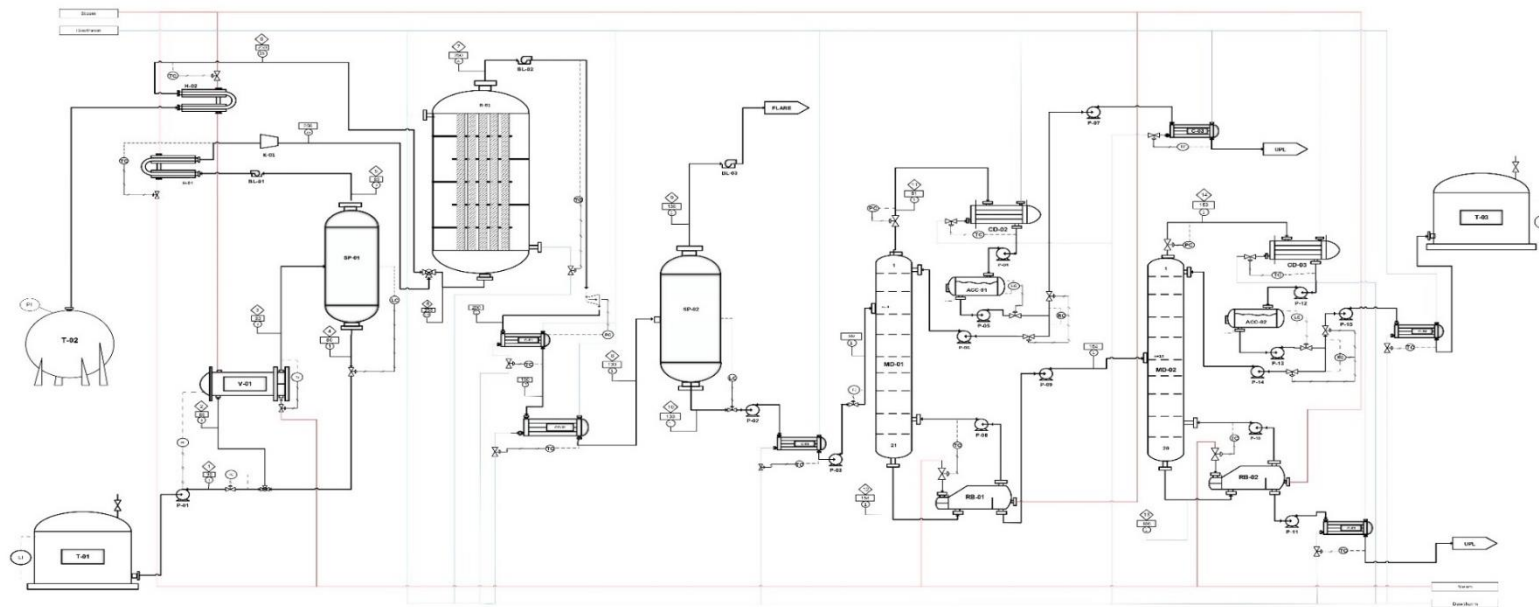
$$\text{Jadi } r_3 = 1,4363$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal isolasi reaktor (x3)} &= r_3 - r_2 \\ &= 0,2933 \text{ m} \\ &= 29,3361 \text{ cm} \\ &= 11,5496 \text{ in} \end{aligned}$$

## LAMPIRAN B

### Process Engineering Flow Diagram (PEFD)

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRA RANCANGAN PABRIK ISOPROPIL BENZENE DARI BENZENE DAN PROPILEN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**



| Komponen  | Nomor Arus (Kg/Jam) |           |           |          |           |          |           |           |         |           |          |           |        |           |
|-----------|---------------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|-----------|--------|-----------|
|           | 1                   | 2         | 3         | 4        | 5         | 6        | 7         | 8         | 9       | 10        | 11       | 12        | 13     | 14        |
| C3H6      |                     |           |           |          |           | 4.093,27 | 4.093,27  | 40,93     | 40,93   |           |          |           |        |           |
| C3H8      |                     |           |           |          |           | 25,89    | 25,89     | 25,89     | 25,89   |           |          |           |        |           |
| C6H6      | 15.203,59           | 19.004,48 | 19.004,48 | 3.800,90 | 15.203,59 |          | 15.203,59 | 7.905,87  | 0,11    | 7.905,76  | 7.905,76 |           |        |           |
| C7H8      | 17,95               | 22,44     | 22,44     | 4,49     | 17,95     |          | 17,95     | 17,95     | 0,00024 | 17,96     | 17,77    |           |        |           |
| C9H12     |                     |           |           |          |           |          |           | 10.876,41 | 0,15    | 10.876,27 | 18,38    | 10.857,89 | 108,58 | 10.749,31 |
| C12H18    |                     |           |           |          |           |          |           | 473,65    | 0,0063  | 473,64    |          | 473,64    | 454,70 | 18,95     |
| Sub Total | 15.221,54           | 19.026,92 | 19.026,92 | 3.805,38 | 15.221,54 | 4.119,16 | 19.340,70 | 19.340,70 | 67,07   | 19.273,63 | 7.941,91 | 11.331,71 | 563,28 | 10.768,43 |

**ETERANGAN ALAT**

|         |             |
|---------|-------------|
| Reaktor | Reaktor     |
| MD      | Mixer       |
| AB      | Aliran      |
| SA      | Separator   |
| CD      | Condenser   |
| C       | Coil        |
| H       | Heater      |
| R       | Reaktor     |
| P       | Pump        |
| BL      | Blower      |
| ACC     | Accumulator |

**ETERANGAN INSTRUMENT**

|    |             |
|----|-------------|
| TI | Temperature |
| PI | Pressure    |
| LI | Level       |
| FI | Flow        |
| SI | Switch      |
| DI | Display     |
| MI | Motor       |
| VI | Valve       |
| CI | Control     |
| SI | Signal      |
| DI | Display     |
| MI | Motor       |
| VI | Valve       |
| CI | Control     |
| SI | Signal      |

**LAMPIRAN C**  
**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN**

1. Nama Mahasiswa : Nilla Octavia Khuntari  
No.MHS :18521136
2. Nama Mahasiswa : Gifty Dube Agdene  
No. MHS :18521146

Judul Prarancangan:

Prarancangan Pabrik *Isopropylbenzene* dari *Benzene* dan *Propylene*  
Kapasitas 65.000Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 13 Mei 2022

Mulai Akhir Bimbingan : 22 November 2023

| No | Tanggal        | Materi Bimbingan                | Paraf Dosen                                                                           |
|----|----------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 3 - 06 - 2022  | Penentuan Judul Tugas Akhir     |   |
| 2  | 18 – 07 - 2022 | Menentukan Kapasitas Pabrik     |  |
| 3  | 20 – 07 - 2022 | Menentukan Kapasitas Pabrik     |  |
| 4  | 1 – 09 - 2022  | Menentukan Kapasitas Pabrik     |  |
| 5  | 8 – 09 - 2022  | Luaran 1, 2, 3 dan Diagram Alir |  |
| 6  | 8 - 11 - 2022  | Diagram Alir                    |  |
| 7  | 23 – 11 - 2022 | Neraca Massa                    |  |
| 8  | 1 -12 - 2022   | Neraca Massa                    |  |
| 9  | 7 – 12 - 2022  | Neraca Massa                    |  |
| 10 | 14 – 12 - 2022 | Kapasitas                       |  |
| 11 | 15 – 12 -2022  | Kapasitas                       |  |
| 12 | 14 – 02 -2023  | Alat Besar                      |  |
| 13 | 16 – 02 - 2023 | Alat Besar                      |  |
| 14 | 16 – 03 - 2023 | PEFD                            |  |
| 15 | 21 – 03 - 2023 | PEFD                            |  |
| 16 | 24 – 03 - 2023 | PEFD                            |  |
| 17 | 27 – 03- 2023  | Menara Distilasi                |  |

Dosen Pembimbing 1



## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Nilla Octavia Khuntari  
No.MHS :18521136
2. Nama Mahasiswa : Gifty Dube Agdene  
No. MHS :18521146

Judul Prarancangan:

Prarancangan Pabrik *Isopropylbenzene* dari *Benzene* dan *Propylene* Kapasitas 65.000Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 13 Mei 2022

Mulai Akhir Bimbingan : 22 November 2023

| No | Tanggal        | Materi Bimbingan            | Paraf Dosen                                                                           |
|----|----------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 3 – 06 - 2022  | Penentuan Judul Tugas Akhir |    |
| 2  | 16 – 06 - 2022 | Penentuan Judul Tugas Akhir |   |
| 3  | 29 – 06 - 2022 | Menentukan Kapasitas Pabrik |  |
| 4  | 23 – 08 - 2022 | Menentukan Kapasitas Pabrik |  |
| 5  | 30 – 08 - 2022 | Pemilihan Proses            |  |
| 6  | 1 – 09 - 2022  | Pemilihan Proses            |  |
| 7  | 10 – 11 - 2022 | Diagram Kualitatif          |  |
| 8  | 1 – 12 - 2022  | Neraca Massa                |  |
| 9  | 15 – 12 - 2022 | Neraca Massa                |  |
| 10 | 24 – 02 - 2023 | Reaktor                     |  |
| 11 | 11 – 04 -2023  | PEFD & Alat Kecil           |  |
| 12 | 14 – 04 -2023  | Utilitas                    |  |
| 13 | 31 – 05 - 2023 | Ekonomi                     |  |

Dosen Pembimbing 2



Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.