

**PRA-RANCANGAN PABRIK *PHTALIC ANHYDRIDE* DARI O-XYLENE  
MENGUNAKAN PROSES VON HYDEN DENGAN KATALIS  $V_2O_5$  KAPASITAS  
PRODUKSI 43.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar  
Tugas Akhir Pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,

Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Disusun oleh :

Axzel Dinda Pratiwi NIM.40040121650020

**PRODI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI**

**DEPASTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI**

**SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2026**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRA-RANCANGAN PABRIK *PHTALIC ANHYDRIDE* DARI *O-XYLENE*  
MENGUNAKAN PROSES *VON HYDEN* DENGAN KATALIS  $V_2O_5$  KAPASITAS  
PRODUKSI 43.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan  
Teknik**

**Disusun Oleh**

**Axzel Dinda Pratiwi NIM. 40040121650020**

**Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)**

**Semarang, 16 September 2025**

**Dosen Pembimbing,**



**Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D.**

**NIP. H.7.198803152018072001**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Axzel Dinda Pratiwi  
NIM : 400440121650020  
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Pra-Rancangan Pabrik *Phthalic Anhydride* dari *O-xylene*  
Menggunakan Proses *Von Hyden* Dengan Katalis  $V_2O_5$   
Kapasitas Produksi 43.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya Axzel Dinda Pratiwi dan partner saya atas nama Belinda Azhara didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 16 September 2025



Axzel Dinda Pratiwi

NIM. 40040121650020

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul **“Pra-Rancangan Pabrik *Phthalic Anhydride* dari *O-xylene* Menggunakan Proses *Von Hyden* Dengan Katalis  $V_2O_5$  Kapasitas Produksi 43.000 Ton/Tahun”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Mohamad Endy Julianto S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D., IPP. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung secara material dan moral selama proses pengajuan judul hingga penyusunan laporan tugas akhir sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Teristimewa Kedua orang tua tercinta Ibu dan Bapak, yang selalu ada setiap saat dari kecil hingga dewasa, yang tiada henti mendoakan dan memotivasi saya untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala dukungan dan kasih sayangnya, baik secara material maupun spiritual hingga bisa terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Belinda Azhara sebagai partner tugas akhir yang berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga, dan materi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para sahabat Aulia Diana Safirah, Abraham Mario Natari, Raka Ardani dan Muhammad Rizky Ramadhan sebagai sahabat penulis yang selalu menemani serta memberikan semangat dalam perjalanan pengerjaan tugas akhir ini.
7. Reikhan Abiyoga Arini Putra yang telah membantu memberi semangat dan telah berproses bersama dengan penyusun dalam kehidupan selama perkuliahan.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan tugas akhir ini, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

Semarang, 16 September 2025

Penyusun

## DAFTAR ISI

|                                                       |                                     |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <u>HALAMAN PENGESAHAN</u> .....                       | i                                   |
| <u>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</u> .....            | ii                                  |
| <u>KATA PENGANTAR</u> .....                           | iii                                 |
| <u>DAFTAR ISI</u> .....                               | iv                                  |
| <u>DAFTAR TABEL</u> .....                             | ix                                  |
| <u>DAFTAR GAMBAR</u> .....                            | xiii                                |
| <u>INTISARI</u> .....                                 | xiv                                 |
| <u>SUMMARY</u> .....                                  | xv                                  |
| <u>BAB I</u> .....                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>PENDAHULUAN</u> .....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.1 Latar Belakang</u> .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.2 Kapasitas Rancangan</u> .....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Pasar</u> .....           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.2.2 Kapasitas yang Digunakan</u> .....           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku</u> .....            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3 Penentuan Lokasi Pabrik</u> .....              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.1 Harga Tanah</u> .....                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.2 Ketersediaan Bahan Baku</u> .....            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.3 Sarana Transportasi</u> .....                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.4 Daerah Pemasaran</u> .....                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.5 Utilitas</u> .....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.6 Ketersediaan Tenaga Kerja</u> .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.7 Pembuangan Limbah</u> .....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.3.8 Kebijakan Pemerintah</u> .....               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.4 Tinjauan Proses</u> .....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>1.4.1 Gambaran Umum Proses</u> .....               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>BAB II</u> .....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>DESKRIPSI PROSES</u> .....                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk</u> .....    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>2.1.1 Spesifikasi Bahan Bahan Baku Utama</u> ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>2.1.2 Spesifikasi Katalis</u> .....                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                                                   |                              |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
| 2.1.3 Spesifikasi Produk .....                    | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2 Konsep Proses .....                           | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.1 Dasar Proses.....                           | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.2 Mekanisme Reaksi.....                       | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.3 Tinjauan Termodinamika.....                 | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.4 Tinjauan Kinetika.....                      | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.5 Kondisi Operasi .....                       | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3 Langkah Proses .....                          | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3.1 Diagram Alir .....                          | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3.2 Langkah Proses .....                        | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas .....           | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4.1 Neraca Massa .....                          | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4.2 Neraca Panas .....                          | Error! Bookmark not defined. |
| 2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....          | Error! Bookmark not defined. |
| 2.5.1 Tata Letak Pabrik.....                      | Error! Bookmark not defined. |
| 2.5.2 Tata Letak Peralatan .....                  | Error! Bookmark not defined. |
| BAB III .....                                     | Error! Bookmark not defined. |
| SPESIFIKASI PERALATAN PROSES.....                 | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1 Unit Penyimpanan .....                        | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2 Unit Pemindahan .....                         | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2.1 Pompa .....                                 | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2.2 Kompresor.....                              | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3 Unit Penukar Panas .....                      | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4 Unit Reaktor Kimia .....                      | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5 Unit Pemisah .....                            | Error! Bookmark not defined. |
| BAB IV .....                                      | Error! Bookmark not defined. |
| UNIT PENDUKUNG PROSES .....                       | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....        | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2 Unit Pengolahan Air.....                      | Error! Bookmark not defined. |
| 4.3 Unit Penyediaan Listrik.....                  | Error! Bookmark not defined. |
| 4.4 Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....             | Error! Bookmark not defined. |
| 4.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....               | Error! Bookmark not defined. |
| 4.6 Unit Pengadaan Udara Tekan.....               | Error! Bookmark not defined. |
| 4.7 Unit Pengolahan limbah.....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 4.8 Unit Pengendali Pencemaran Air dan Udara..... | Error! Bookmark not defined. |

|                             |                                                         |                              |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|
| 4.9                         | <u>Unit Pengolahan Limbah B3</u>                        | Error! Bookmark not defined. |
| 4.10                        | <u>Laboratorium</u>                                     | Error! Bookmark not defined. |
| 4.11                        | <u>Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.12                        | <u>SMK3 Standar ISO 45001:2018</u>                      | Error! Bookmark not defined. |
| 4.13                        | <u>Fasilitas Pelayanan Kesehatan</u>                    | Error! Bookmark not defined. |
| 4.14                        | <u>Potensi Bahaya di Sekitar Pabrik</u>                 | Error! Bookmark not defined. |
| 4.15                        | <u>Faktor Bahaya di Sekitar Pabrik</u>                  | Error! Bookmark not defined. |
| 4.16                        | <u>Sistem Keamanan Kerja</u>                            | Error! Bookmark not defined. |
| 4.17                        | <u>Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)</u>      | Error! Bookmark not defined. |
| <b>BAB V</b>                |                                                         | Error! Bookmark not defined. |
| <b>MANAJEMEN PERUSAHAAN</b> |                                                         | Error! Bookmark not defined. |
| 5.1                         | <u>Bentuk Perusahaan</u>                                | Error! Bookmark not defined. |
| 5.2                         | <u>Struktur Organisasi</u>                              | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3                         | <u>Tugas dan Wewenang</u>                               | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1                       | <u>Deskripsi Tugas</u>                                  | Error! Bookmark not defined. |
| 5.4                         | <u>Pembagian Jam Karyawan</u>                           | Error! Bookmark not defined. |
| 5.5                         | <u>Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji</u>  | Error! Bookmark not defined. |
| 5.5.1                       | <u>Penggolongan Jabatan</u>                             | Error! Bookmark not defined. |
| 5.5.2                       | <u>Jumlah Karyawan dan Gaji</u>                         | Error! Bookmark not defined. |
| 5.5.3                       | <u>Kesejahteraan Sosial Karyawan</u>                    | Error! Bookmark not defined. |
| 5.6                         | <u>Corporate Social Responsibility (CSR)</u>            | Error! Bookmark not defined. |
| <b>BAB VI</b>               |                                                         | Error! Bookmark not defined. |
| <b>TROUBLESHOOTING</b>      |                                                         | Error! Bookmark not defined. |
| 6.1                         | <u>P&amp;ID Alat Utama dan HAZOP</u>                    | Error! Bookmark not defined. |
| <b>BAB VII</b>              |                                                         | Error! Bookmark not defined. |
| <b>PERHITUNGAN EKONOMI</b>  |                                                         | Error! Bookmark not defined. |
| 7.1                         | <u>Penaksiran Harga Peralatan</u>                       | Error! Bookmark not defined. |
| 7.2                         | <u>Dasar Perhitungan</u>                                | Error! Bookmark not defined. |
| 7.3                         | <u>Perhitungan Biaya</u>                                | Error! Bookmark not defined. |
|                             | <u>Capital Investment</u>                               | Error! Bookmark not defined. |
|                             | <u>Manufacturing Cost</u>                               | Error! Bookmark not defined. |
|                             | <u>General Expense</u>                                  | Error! Bookmark not defined. |
| 7.4                         | <u>Analisis Kelayakan</u>                               | Error! Bookmark not defined. |
| 7.5                         | <u>Hasil Perhitungan</u>                                | Error! Bookmark not defined. |

|                                                                           |                              |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                      | Error! Bookmark not defined. |
| LAMPIRAN A.....                                                           | Error! Bookmark not defined. |
| NERACA MASSA .....                                                        | Error! Bookmark not defined. |
| 1. <u>Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-101)</u> .....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 2. <u>Neraca Massa di sekitar <i>Condenser Partial</i> (CP-301)</u> ..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3. <u>Neraca Massa di sekitar <i>Condenser Partial</i> (CP-302)</u> ..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4. <u>Neraca Massa di sekitar <i>Accumulator Tank</i> (AT-301)</u> .....  | Error! Bookmark not defined. |
| 5. <u>Neraca Massa di sekitar Distilasi (DC-301)</u> .....                | Error! Bookmark not defined. |
| 6. <u>NERACA MASSA OVERALL</u> .....                                      | Error! Bookmark not defined. |
| LAMPIRAN B.....                                                           | Error! Bookmark not defined. |
| NERACA PANAS .....                                                        | Error! Bookmark not defined. |
| 1. <u>Neraca Panas <i>Blower</i> (B-101)</u> .....                        | Error! Bookmark not defined. |
| 2. <u>Neraca Panas Kompresor (C-102)</u> .....                            | Error! Bookmark not defined. |
| a. <u>Menghitung Panas Disekitar Kompresor</u> .....                      | Error! Bookmark not defined. |
| 3. <u>Neraca Panas Vaporizer (VP-101)V</u> .....                          | Error! Bookmark not defined. |
| 4. <u>Neraca Panas Furnace (FR-101)</u> .....                             | Error! Bookmark not defined. |
| 5. <u>Neraca Panas Reaktor (R-201)</u> .....                              | Error! Bookmark not defined. |
| 6. <u>Neraca Panas Cooler Heat Exchanger (HE-301)</u> .....               | Error! Bookmark not defined. |
| 7. <u>Neraca Panas Condenser Parsial (CP-301)</u> .....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 8. <u>Neraca Panas Condenser Parsial (CP-302)</u> .....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 9. <u>Neraca Panas Akumulator Tank (AT-301)</u> .....                     | Error! Bookmark not defined. |
| a. <u>Perhitungan <math>\Delta H_{CP-301}</math></u> .....                | Error! Bookmark not defined. |
| b. <u>Menghitung <math>\Delta H_{CP-302}</math></u> .....                 | Error! Bookmark not defined. |
| 10. <u>Neraca Panas Heat Exchanger (HE-302)</u> .....                     | Error! Bookmark not defined. |
| 11. <u>Neraca Panas Menara Distilasi (DC-301)</u> .....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 12. <u>Neraca Panas Cooler Heat Exchanger (HE-303)</u> .....              | Error! Bookmark not defined. |
| 13. <u>Neraca Panas Flaker (FL-401)</u> .....                             | Error! Bookmark not defined. |
| 14. <u>Neraca Panas Overall</u> .....                                     | Error! Bookmark not defined. |
| LAMPIRAN C.....                                                           | Error! Bookmark not defined. |
| SPESIFIKASI ALAT.....                                                     | Error! Bookmark not defined. |
| 1. <u>TANGKI O-XYLENE</u> .....                                           | Error! Bookmark not defined. |
| 2. <u>POMPA O-XYLENE</u> .....                                            | Error! Bookmark not defined. |
| 3. <u>KOMPRESOR</u> .....                                                 | Error! Bookmark not defined. |
| 4. <u>HEAT EXCHANGER</u> .....                                            | Error! Bookmark not defined. |

|    |                               |                                     |
|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| 5. | <u>REAKTOR</u> .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 6. | <u>MENARA DISTILASI</u> ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|    | <u>LAMPIRAN D</u> .....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|    | <u>ANALISA EKONOMI</u> .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                               |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <u>Tabel 1.1 Data Impor-Ekspor Phthalic Anhydride Tahun 2017-2022 (BPS, 2024).....</u>        | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                                                  |                                     |
| <u>Tabel 1.2 Data Produksi-Konsumsi <i>Phthalic Anhydride</i> Tahun 2017-2022 (BPS, 2024)</u> | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                                                  |                                     |
| <u>Tabel 1.3 Tabel Matriks Penentuan Lokasi Pabrik.....</u>                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 1.4 Pabrik Berbahan <i>Phthalic Anhydride</i> .....</u>                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 1.5 Jenis Proses Oksidasi <i>O-xylene</i> pada fase gas .....</u>                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 1.6 Perbandingan Proses Pembuatan <i>Phthalic Anhydride</i></u>                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.1 Komposisi <i>Ortho-xylene</i> .....</u>                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.2 Komposisi Udara .....</u>                                                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.3 Komposisi Katalis Vanadium Pentoxide .....</u>                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.4 Komposisi <i>Phthalic Anhydride</i> .....</u>                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.5 Selektivitas Reaksi Pembentukan <i>Phthalic Anhydride</i></u>                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.6 Data Entalpi Reaksi Standar (298,15 K).....</u>                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.7 Data Kapasitas Panas Masing-masing Komponen ..</u>                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.8 Data Reaksi Bebas Gibbs Setiap Komponen .....</u>                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2. 9 Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-201).....</u>                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.10 Neraca Massa di Sekitar <i>Condenser Partial</i> (CP-301)</u>                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.11 Neraca Massa di sekitar <i>Condenser Partial 2</i> (CP-302)</u>                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.12 Neraca Massa di sekitar <i>Accumulator Tank</i> (AT-301)</u>                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.13 Neraca Massa di sekitar Menara Distilasi (DC-301)</u>                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.14 Neraca Massa Setelah <i>Scale Up</i>.....</u>                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2. 15 Neraca Massa <i>Overall</i>.....</u>                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.16 Neraca Panas di sekitar <i>Blower</i> (B101) .....</u>                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.17 Neraca Panas di Sekitar Kompresor (C-101).....</u>                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.18 Necara Panas di Sekitar <i>Vaporizer</i> (VP-101) .....</u>                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.19 Neraca Panas di Sekitar <i>Furnance</i> (FR-101).....</u>                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.20 Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-201) .....</u>                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.21 Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> (HE-301).....</u>                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.22 Neraca Panas di Sekitar <i>Condensor Partial</i> (CP-301)</u>                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.23 Neraca Panas di Sekitar <i>Condensor Partial</i> (CP-302)</u>                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.24 Neraca Panas di Sekitar <i>Accumulator Tank</i> (AT-301)</u>                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>                                                                               |                                     |
| <u>Tabel 2.25 Neraca Panas di Sekitar <i>Heat exchanger</i> (HE-302)</u>                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                                                                                  |                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <u>Tabel 2.26 Neraca Panas di Sekitar Menara Destilasi (DC-301)</u>              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.27 Neraca Panas di Sekitar Cooler (HE-303)</u>                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.28 Neraca Panas di Sekitar Flaker</u>                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 2.29 Neraca Panas Overall</u>                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan</u>                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa</u>                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 3.3 Spesifikasi Kompresor</u>                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 3.4 Spesifikasi Heat Exchanger</u>                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 3.5 Spesifikasi Reaktor</u>                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel 3.6 Spesifikasi Kolom Distilasi</u>                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.1 Data Komponen-Komponen</u>                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.2 Analisa Komponen Setiap Arus</u>                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.3 Komposisi O-Xylene sebagai Bahan Baku</u>                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.4 Komposisi Udara sebagai Bahan Baku</u>                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.5 Komposisi Phthalic Anhydride sebagai Produk</u>                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.6 Selektivitas Masing-Masing Reaksi pada Reaktor R-01</u>             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.7 Data Komposisi Bahan Baku dan Produk</u>                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.8 Laju Alir Massa Komponen di sekitar Reaktor R-201</u>               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.9 Konstanta Antoine</u>                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.10 Hasil Perhitungan Flash Calculation</u>                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.11 Laju Alir Massa Komponen di sekitar condenser partial (CP-301)</u> | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.12 Konstanta Antoine</u>                                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.13 Hasil Perhitungan Flash Calculation</u>                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.14 Laju Alir Massa Komponen di sekitar condenser partial (CP-302)</u> | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.15 Laju Alir Massa Komponen di sekitar Accumulator Tank (T-301)</u>   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.16 Fraksi Komponen Pada Arus 10</u>                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.17 Fraksi Komponen pada Arus 8</u>                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.18 Fraksi Komponen Arus 9</u>                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A.19 Laju Alir Massa Komponen di Sekitar Kolom Distilasi DC-301</u>     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel A. 20 NERACA MASSA OVERALL</u>                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.1 Nerpan Blower (B-101)</u>                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.2 Nerpan Kompresor</u>                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.3 Nerpan Vaporizer</u>                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.4 Nerpan Furnance</u>                                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.5 Nerpan Reaktor</u>                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.6 Nerpan Heat Exchanger</u>                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.7 Nerpan Condensor Partial I</u>                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                                                                                           |                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <u>Tabel B.8 Nerpan Condensor Partial II.....</u>                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.9 Nerpan Akumulator.....</u>                                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.10 Nerpan Menara Destilasi.....</u>                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.11 Nerpan Cooler Heat Exchanger .....</u>                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.12 Nerpan Flaker.....</u>                                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel B.13 NERPAN OVERALL .....</u>                                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.1 Kriteria Penyimpanan Pada Tangki (<i>conical roof</i>) ..</u>                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.2 Komponen <i>O-Xylene</i> dan <i>Meta-xylene</i> .....</u>                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.3 Total Massa dan Volume Komponen.....</u>                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.4 Data Fluida Campuran .....</u>                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.5 Spesifikasi Tangki Oxylene .....</u>                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C. 6 Densitas Komponen .....</u>                                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C. 7 Densitas Campuran .....</u>                                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C. 8 Viskositas Campuran .....</u>                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.9 Spesifikasi Pompa O-xylene .....</u>                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.10 Komponen pada Arus 2.....</u>                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.11 Menentukan nilai Cp .....</u>                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.12 Nilai Cpi pada Trata-rata.....</u>                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.13 Perhitungan Tc dan Pc .....</u>                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.14 Spesifikasi Kompresor .....</u>                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.15 Perhitungan <math>\Delta T_{LMTD}</math>.....</u>                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.16 Spesifikasi Heat Exchanger.....</u>                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.17 <i>Compressibility Factor (Z)</i> Umpan Masuk.....</u>                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.18 Perhitungan Viskositas Umpan .....</u>                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.19 Perhitungan Konduktivitas Umpan .....</u>                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.20 Iterasi Perhitungan Panjang <i>Tube (Z)</i> .....</u>                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.21 Spesifikasi Reaktor.....</u>                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.22 Kondisi Operasi Kolom Distilasi .....</u>                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.23 Data neraca massa pada kolom distilasi.....</u>                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.24 Fraksi massa dan fraksi mol komponen-komponen pada kolom distilasi.....</u> | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                                              |                                     |
| <u>Tabel C. 25 Tabel Viskositas Komponen .....</u>                                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.26 Perhitungan BM Campuran.....</u>                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.27 Perhitungan Densitas Cairan .....</u>                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.28 Perhitungan Densitas Uap .....</u>                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.29 Perhitungan Tegangan Muka Campuran.....</u>                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.30 Perhitungan BM Campuran Dasar Kolom .....</u>                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.31 Perhitungan Densitas Cairan .....</u>                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.32 Perhitungan Densitas Uap .....</u>                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.33 Perhitungan Tegangan Muka .....</u>                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel C.34 Spesifikasi Menara Destilasi .....</u>                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.1 Indeks CEP dari tahun 2001 sampai dengan 2024..</u>                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.2 Harga Alat Luar Negeri .....</u>                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.3 Total PEC Import.....</u>                                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                                                                        |                                     |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <u>Tabel D.4 Biaya Instalasi</u> .....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.5 Biaya Pemipaan</u> .....                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.6 Biaya Instrumentasi</u> .....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.7 Biaya Insulasi</u> .....                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.8 Biaya Listrik</u> .....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.9 Perkiraan Luas Tanah</u> .....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.10 <i>Physical Plant Cost</i></u> .....                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.11 <i>Fixed Capital Invesment</i></u> .....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.12 <i>Total Raw Material Inventory</i></u> .....            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.13 <i>Working Capital Investment</i></u> .....              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.14 <i>Total Capital Investment</i></u> .....                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.15 Harga Bahan Baku</u> .....                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.16 <i>Labor Cost</i></u> .....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.17 <i>Total Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></u> .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.18 <i>Total Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></u> ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.19 <i>Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></u> .....    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.20 <i>Manufacturing Cost</i></u> .....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.21 <i>Total General Expense</i></u> .....                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.22 <i>Total Biaya Produksi (Production Cost)</i></u> .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.23 <i>Cash Flow (CF)</i></u> .....                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.24 Tabel NPW</u> .....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <u>Tabel D.25 Analisis Kelayakan</u> .....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Pembuatan *Phthalic Anhydride***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.2 Layout Pabrik *Phthalic Anhydride*.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.3 Layout Peralatan Proses Pabrik *Phthalic Anhydride***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 *Induced Draft Cooling Tower*.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 2 Diagram Alir Pengolahan Air Pabrik *Phthalic Anhydride***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 3 Skema Pengadaan Kebutuhan Udara Instrumen.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Pabrik *Phthalic Anhydride*..**Error! Bookmark not defined.**

## INTISARI

*Phthalic Anhydride* merupakan senyawa kimia yang banyak dimanfaatkan saat ini, terutama sebagai bahan *plasticizer*, produksi resin, serta poliester tak jenuh. Selain itu, senyawa ini juga digunakan dalam sektor industri cat dan pelapis. Karena kebutuhan yang terus meningkat, volume impor di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Rencana pendirian pabrik *phthalic anhydride* dengan kapasitas produksi 43.000 ton per tahun ditargetkan mulai beroperasi pada tahun 2029 dan akan berlokasi di Cilegon, Banten. Proses produksi menggunakan bahan baku *Ortho-Xylene* dan udara dengan katalis Vanadium Pentaoksida.

Metode produksi yang diterapkan adalah *Von-Heyden*, sebuah teknologi berupa proses *O-xylene* yang dioksidasi dalam reaktor *fixed bed multitube*. Produk akhir berupa *Phthalic Anhydride* padat dengan kemurnian 99%, dan akan difokuskan untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik. Reaksi pembentukan *Phthalic Anhydride* berlangsung pada fase gas, bersifat eksotermis dan reversibel. Reaktor yang digunakan adalah satu unit reaktor *fixed bed multitube* yang bekerja secara kontinyu, didukung oleh alat kondensor. Prosesnya berlangsung pada suhu 375°C dan tekanan 2 atm. Setelah keluar dari reaktor, produk dimurnikan lebih lanjut menggunakan menara distilasi.

Utilitas pendukung proses pada pabrik meliputi unit penyediaan dan pengolahan air, unit penyediaan steam, unit pengadaan listrik, unit penyedia bahan bakar, serta unit pemeliharaan dan pengelolaan limbah. Hasil analisis kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa proyek ini layak secara finansial. Nilai *Return on Investment* (ROI) mencapai 56% sebelum pajak dan 42% setelah pajak. Waktu pengembalian modal (*Pay Out Time*) adalah 1,57 tahun sebelum pajak dan 2,01 tahun setelah pajak. Titik impas (*Break Even Point*) tercapai pada 24,25% dan titik penghentian operasi (*Shut Down Point*) sebesar 8,45%. Berdasarkan evaluasi ini, pabrik *Phthalic Anhydride* tersebut dinilai memiliki prospek usaha yang menjanjikan.

Kata kunci: *Phthalic Anhydride*, *Von Heyden*

## SUMMARY

*Phthalic anhydride is a chemical compound widely used today, primarily as a plasticizer, resin production, and unsaturated polyester. Furthermore, this compound is also used in the paint and coatings industry. Due to increasing demand, the volume of imports in Indonesia has increased annually. The planned phthalic anhydride factory with a production capacity of 43,000 tons per year is targeted to begin operations in 2029 and will be located in Cilegon, Banten. The production process uses Ortho-Xylene and air as raw materials with a Vanadium Pentaoxide catalyst.*

*The production method applied is Von-Heyden, a technology in the form of an O-xylene process that is oxidized in a fixed bed multitube reactor. The final product is solid Phthalic Anhydride with a purity of 99%, and will be focused on meeting the needs of the domestic market. The reaction of Phthalic Anhydride formation takes place in the gas phase, is exothermic and reversible. The reactor used is a single unit of fixed bed multitube reactor that works continuously, supported by a condenser. The process takes place at a temperature of 375°C and a pressure of 2 atm. After leaving the reactor, the product is further purified using a distillation tower.*

*The plant's supporting process utilities include a water supply and treatment unit, a steam supply unit, a power supply unit, a fuel supply unit, and a maintenance and waste management unit. The economic feasibility analysis indicates that the project is financially viable. The return on investment (ROI) reached 56% before tax and 42% after tax. The payback period was 1,57 years before tax and 2.01 years after tax. The break-even point was 24.25%, and the shutdown point was 8,45%. Based on this evaluation, the phthalic anhydride plant is considered to have promising business prospects.*

*Keywords: Phthalic anhydride, Von Heyden*