

## **TUGAS AKHIR**

# **PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES BIAZZI KAPASITAS 50.000 TON PER TAHUN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Oleh :**

**Jefri Eko Ahmadi**

**D 500 100 033**

**Dosen pembimbing :**

**1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D**

**2. Eni Budiayati, S.T., M.Eng**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA**

**2015**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

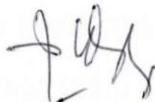
---

Nama : Jefri Eko Ahmadi  
NIM : D 500 100 033  
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Nitrobenzena dari Benzena dan Asam Nitrat dengan Proses Biazzzi kapasitas 50.000 Ton/Tahun  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D  
2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng

Surakarta, 23 Januari 2015

Menyetujui,

Dosen pembimbing I



Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D  
NIK: 975

Dosen pembimbing II

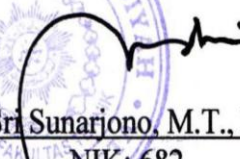


Eni Budiyati, S.T., M.Eng  
NIK: 991

Mengetahui,

Dekan Teknik



  
Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D  
NIK: 682

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIK: 892

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

---

---

**PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jefri Eko Ahmadi  
NIM : D 500 100 033  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Nitrobenzena dari Benzena dan  
Asam Nitrat dengan Proses Biazzi Kapasitas 50.000  
ton/tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila Tugas Akhir ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, 23 Januari 2015

Yang membuat pernyataan,



Jefri Eko Ahmadi

## INTISARI

Perancangan pabrik nitrobenzena kapasitas 50.000 ton per tahun dari benzena dan asam nitrat direncanakan akan berdiri di daerah Kawasan Industri Cilacap, Jawa Tengah. Proses yang digunakan dalam pembuatan nitrobenzena yaitu proses biazzi dengan penggunaan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi suhu 50 °C dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung dalam fase cair-cair, *irreversible*, dan dalam kondisi *isothermal*. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari berbentuk perseroan terbatas (PT) dengan 170 karyawan yang terbagi menjadi karyawan *shift* dan *nonshift*.

Kebutuhan benzena pada pabrik ini sebanyak 4004,8811 kg/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina unit Cilacap dan asam nitrat sebanyak 4989,4947 kg/jam dari PT. Multi Nitrotama Kimia Cikampek. Produksi Nitrobenzena yang dihasilkan sebanyak 6313,1313 kg/jam dengan kebutuhan awal air untuk penyediaan unit utilitas sebanyak 393831,9939 kg/jam yang digunakan untuk kebutuhan *steam*, air proses, dan air sanitasi.

Pabrik Nitrobenzena yang didirikan ini dengan modal tetap sebesar Rp. 606.578.816.245,91 per tahun dan modal kerja sebesar Rp. 166.163.796.042,48 per tahun menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 114.121.072.746,20 per tahun sesudah mengalami pajak sebesar 30% dari keuntungan sebelum pajak. *Precent return on investment* (ROI) sebelum pajak dan sesudah pajak sebesar 26,88% dan 18,81%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak dan sesudah pajak yaitu selama 2,71 tahun dan 3,47 tahun. *Break event point* (BEP) sebesar 50,52%, *shut down point* (SDP) sebesar 26,73%, *discounted cash flow* (DCF) sebesar 39,3%. Berdasarkan dari analisis kelayakan ekonomi dengan pertimbangan harga ROI, POT, BEP, SDP, untuk pabrik dengan resiko sedang diperoleh hasil kesimpulan bahwa pabrik nitrobenzena ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Nitrobenzena, proses biazzi, RATB

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- ”Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan kerjakanlah dengan sungguh – sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Allah kamu berharap (Q.S Al-Insyirah : 6 – 8)”.
- Jika kamu suka membuat kemudahan bagi urusan sesamamu, maka urusanmu kamu juga akan dipermudah oleh Tuhan, tetapi jika kamu suka membuat kesulitan bagi urusan sesamamu maka urusan kamu juga akan dipersulit (HR. Tirmidzi).
- Kesalahan lebih berharga dari pada takut pada kesalahan dan tidak melakukan apa – apa (Mario Teguh).
- Tak peduli sekuat apapun dirimu, jangan pernah coba mengatasinya sendiri, karena kalau kamu melakukannya akhirnya kamu akan tamat.
- Dunia itu seluas langkah kaki. Jelajahi dan jangan pernah takut melangkah, hanya dengan itu kita bisa mengerti kehidupan dan menyatu dengannya (Soe Hok Gie)

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul “**Prarancangan Pabrik Nitrobenzena dari Benzena dan Asam Nitrat dengan Proses *Biazzi* kapasitas 50.000 Ton/Tahun**”

Tugas prarancangan pabrik ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan naskah ini penyusun telah banyak menerima bantuan, petunjuk, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Ibu Ir. Nur Hidayati M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang dengan sabar telah membimbing, memberi arahan dan petunjuk kepada penyusun hingga naskah tugas akhir ini terselesaikan
3. Ibu Eni Budiyati S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini
4. Bapak dan Ibu tercinta atas doa dan nasehatnya selama ini
5. Bapak dan ibu dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
6. Seluruh karyawan Tata Usaha Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu segala keperluan teknis/administrasi dalam penyusunan tugas akhir ini
7. Kakak serta adik tercinta yang senantiasa memberikan dorongan semangat
8. Teman-teman kontrakan dan para sahabat yang telah memberi dukungan
9. Teman-teman teknik kimia, khususnya angkatan 2010

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin untuk memberikan yang terbaik dalam menyelesaikan naskah ini. Namun kritik dan saran yang bersifat

membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan naskah ini. Akhirnya penyusun berdoa dan berharap semoga naskah ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penyusun pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Januari 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL.....                         | i    |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                   | ii   |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....          | iii  |
| INTISARI.....                              | iv   |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....                | v    |
| KATA PENGANTAR .....                       | vi   |
| DAFTAR ISI.....                            | viii |
| DAFTAR TABEL.....                          | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....                        | xv   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                   |      |
| 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....   | 1    |
| 1.2 Kapasitas Pabrik .....                 | 2    |
| 1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....           | 3    |
| 1.4 Tinjauan Pustaka .....                 | 6    |
| 1.4.1 Macam-macam proses .....             | 6    |
| 1.4.2 Kegunaan produk.....                 | 9    |
| 1.4.3 Sifat fisis dan kimia .....          | 9    |
| 1.4.4 Tinjauan proses secara umum.....     | 16   |
| <b>BAB II DESKRIPSI PROSES</b>             |      |
| 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk..... | 18   |
| 2.1.1 Bahan baku .....                     | 18   |
| 2.1.2 Produk.....                          | 19   |
| 2.2 Konsep Proses .....                    | 19   |
| 2.2.1 Dasar reaksi .....                   | 19   |
| 2.2.2 Tinjauan termodinamika .....         | 19   |
| 2.2.3 Tinjauan kinetika .....              | 21   |
| 2.3 Diagram Alir Proses .....              | 22   |
| 2.3.1 Langkah proses .....                 | 22   |



|  |                                      |    |
|--|--------------------------------------|----|
| 2.4                                    | Neraca Massa dan Panas.....          | 27 |
| 2.4.1                                  | Neraca massa .....                   | 28 |
| 2.4.2                                  | Neraca panas .....                   | 33 |
| 2.5                                    | Tata Letak Pabrik dan Peralatan..... | 41 |
| 2.5.1                                  | Tata letak pabrik .....              | 41 |
| 2.5.2                                  | Tata letak peralatan.....            | 45 |
| <b>BAB III SPESIFIKASI ALAT PROSES</b> |                                      |    |
| 3.1                                    | Tangki.....                          | 48 |
| 3.1.1                                  | Tangki benzena.....                  | 48 |
| 3.1.2                                  | Tangki asam nitrat .....             | 49 |
| 3.1.3                                  | Tangki asam sulfat.....              | 50 |
| 3.1.4                                  | Tangki natrium hidroksida.....       | 51 |
| 3.1.5                                  | Tangki nitrobenzena .....            | 52 |
| 3.1.6                                  | Tangki natrium sulfat.....           | 53 |
| 3.2                                    | <i>Mixer</i> .....                   | 54 |
| 3.3                                    | Reaktor .....                        | 55 |
| 3.4                                    | <i>Heat Exchanger</i> .....          | 56 |
| 3.4.1                                  | <i>Heat Exchanger-01</i> .....       | 56 |
| 3.4.2                                  | <i>Heat Exchanger-02</i> .....       | 57 |
| 3.5                                    | Dekanter.....                        | 58 |
| 3.5.1                                  | Dekanter-01 .....                    | 58 |
| 3.5.2                                  | Dekanter-02 .....                    | 59 |
| 3.6                                    | Evaporator .....                     | 59 |
| 3.6.1                                  | Evaporator-01 .....                  | 59 |
| 3.6.2                                  | Evaporator-02 .....                  | 60 |
| 3.7                                    | Netralizer .....                     | 61 |
| 3.8                                    | Menara Distilasi.....                | 62 |
| 3.9                                    | <i>Cooler</i> .....                  | 63 |
| 3.9.1                                  | <i>Cooler-01</i> .....               | 63 |
| 3.9.2                                  | <i>Cooler-02</i> .....               | 64 |
| 3.9.3                                  | <i>Cooler-03</i> .....               | 65 |

|         |                          |    |
|---------|--------------------------|----|
| 3.9.4   | <i>Cooler-04</i> .....   | 66 |
| 3.10    | Kondensor.....           | 67 |
| 3.10.1  | Kondensor-01 .....       | 67 |
| 3.10.2  | Kondensor-02 .....       | 68 |
| 3.11    | Separator .....          | 69 |
| 3.12    | <i>Reboiler</i> .....    | 69 |
| 3.13    | <i>Accumulator</i> ..... | 70 |
| 3.14    | Pompa.....               | 71 |
| 3.14.1  | Pompa-01 .....           | 71 |
| 3.14.2  | Pompa-02.....            | 71 |
| 3.14.3  | Pompa-03.....            | 72 |
| 3.14.4  | Pompa-04.....            | 73 |
| 3.14.5  | Pompa-05.....            | 74 |
| 3.14.6  | Pompa-06.....            | 75 |
| 3.14.7  | Pompa-07.....            | 76 |
| 3.14.8  | Pompa-08.....            | 77 |
| 3.14.9  | Pompa-09.....            | 78 |
| 3.14.10 | Pompa-10.....            | 79 |
| 3.14.11 | Pompa-11 .....           | 79 |
| 3.14.12 | Pompa-12.....            | 80 |
| 3.14.13 | Pompa-13.....            | 81 |
| 3.14.14 | Pompa-14.....            | 82 |
| 3.14.15 | Pompa-15.....            | 83 |
| 3.14.16 | Pompa-16.....            | 84 |
| 3.14.17 | Pompa-17 .....           | 85 |
| 3.14.18 | Pompa-18.....            | 86 |
| 3.14.19 | Pompa-19.....            | 87 |
| 3.14.20 | Pompa-20.....            | 88 |
| 3.14.21 | Pompa-21 .....           | 88 |
| 3.14.22 | Pompa-22.....            | 89 |

## BAB IV UNIT PENDUKUNG DAN LABORATORIUM

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.1   | Unit Pendukung Proses.....             | 91  |
| 4.1.1 | Unit penyedia dan pengolahan air ..... | 92  |
| 4.1.2 | Unit penyedia <i>steam</i> .....       | 100 |
| 4.1.3 | Unit penyedia listrik .....            | 102 |
| 4.1.4 | Unit penyedia bahan bakar .....        | 105 |
| 4.1.5 | Unit penyedia udara tekan .....        | 106 |
| 4.1.6 | Unit pengolahan limbah.....            | 106 |
| 4.1.7 | Laboratorium .....                     | 107 |
| 4.1.8 | Spesifikasi alat utilitas .....        | 110 |

## BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 5.1   | Bentuk Perusahaan .....                             | 121 |
| 5.2   | Struktur Organisasi.....                            | 122 |
| 5.3   | Tugas dan Wewenang.....                             | 123 |
| 5.3.1 | Dewan direksi .....                                 | 123 |
| 5.3.2 | Staff ahli.....                                     | 124 |
| 5.3.3 | Penelitian dan pengembangan .....                   | 124 |
| 5.3.4 | Kepala bagian .....                                 | 125 |
| 5.3.5 | Kepala seksi .....                                  | 127 |
| 5.4   | Pembagian Jam Kerja Karyawan.....                   | 128 |
| 5.5   | Status Karyawan dan Sistem Upah.....                | 129 |
| 5.6   | Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan,dan Gaji..... | 130 |
| 5.6.1 | Penggolongan jabatan .....                          | 130 |
| 5.6.2 | Jumlah karyawan dan gaji .....                      | 131 |
| 5.7   | Kesejahteraan Sosial Karyawan .....                 | 132 |

## BAB VI ANALISIS EKONOMI

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 6.1 | <i>Total Fixed Capital Investment</i> ..... | 141 |
| 6.2 | <i>Working Capital</i> .....                | 142 |
| 6.3 | <i>Manufacturing Cost</i> .....             | 142 |
| 6.4 | <i>General Expenses</i> .....               | 143 |
| 6.5 | Analisa Ekonomi .....                       | 143 |

DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Tabel 1  | Data Impor Nitrobenzena Indonesia .....                     | 2  |
| Tabel 2  | Data Produksi Nitrobenzena Dunia .....                      | 3  |
| Tabel 3  | Kelebihan dan Kekurangan Pembuatan Nitrobenzena .....       | 7  |
| Tabel 4  | Harga $\Delta H_f^\circ$ .....                              | 20 |
| Tabel 5  | Arus Massa .....  | 28 |
| Tabel 6  | Neraca Massa di Sekitar <i>Mixer</i> .....                  | 28 |
| Tabel 7  | Neraca Massa di Sekitar Reaktor .....                       | 29 |
| Tabel 8  | Neraca Massa di Sekitar Dekanter-01 .....                   | 29 |
| Tabel 9  | Neraca Massa di Sekitar Evaporator-01 .....                 | 30 |
| Tabel 10 | Neraca Massa di Sekitar Netralizer .....                    | 30 |
| Tabel 11 | Neraca Massa di Sekitar Dekanter-02 .....                   | 31 |
| Tabel 12 | Neraca Massa di Sekitar Evaporator-02.....                  | 31 |
| Tabel 13 | Neraca Massa di Sekitar Kondensor (E-3.1).....              | 32 |
| Tabel 14 | Neraca Massa di Sekitar Separator.....                      | 32 |
| Tabel 15 | Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi .....              | 32 |
| Tabel 16 | Neraca Massa Total .....                                    | 33 |
| Tabel 17 | Neraca Panas di Sekitar <i>Heat Exchanger</i> (E-1.1) ..... | 33 |
| Tabel 18 | Neraca Panas di Sekitar <i>Mixer</i> .....                  | 34 |
| Tabel 19 | Neraca Panas di Sekitar Reaktor .....                       | 34 |
| Tabel 20 | Neraca Panas di Sekitar Dekanter-01 .....                   | 35 |
| Tabel 21 | Neraca Panas di Sekitar Evaporator-01 .....                 | 35 |
| Tabel 22 | Neraca Panas di Sekitar Netralizer .....                    | 36 |
| Tabel 23 | Neraca Panas di Sekitar Dekanter-02.....                    | 36 |
| Tabel 24 | Neraca Panas di Sekitar <i>Heat Exchanger</i> (E-1.2) ..... | 37 |
| Tabel 25 | Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> (E-2.1) .....         | 37 |
| Tabel 26 | Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> (E-2.2) .....         | 37 |
| Tabel 27 | Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> (E-2.3) .....         | 38 |
| Tabel 28 | Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> (E-2.4) .....         | 38 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| Tabel 29 | Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi ..... | 39  |
| Tabel 30 | Neraca Panas di Sekitar Kondensor (E-3.1)..... | 39  |
| Tabel 31 | Neraca Panas di Sekitar Evaporator-02.....     | 40  |
| Tabel 32 | Neraca Panas di Sekitar Separator .....        | 40  |
| Tabel 33 | Luas Bangunan Pabrik.....                      | 43  |
| Tabel 34 | Daftar Kebutuhan Air Pendingin.....            | 98  |
| Tabel 35 | Daftar Kebutuhan Air Untuk <i>Steam</i> .....  | 99  |
| Tabel 36 | Daftar Kebutuhan Air Untuk Sanitasi .....      | 99  |
| Tabel 37 | Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses .....  | 103 |
| Tabel 38 | Konsumsi Listrik Untuk Utilitas .....          | 104 |
| Tabel 39 | Jadwal Pembagian Kelompok Shift .....          | 129 |
| Tabel 40 | Jumlah Karyawan dan Alokasi Gaji.....          | 132 |
| Tabel 41 | Harga Bahan Baku.....                          | 139 |
| Tabel 42 | <i>Cost Index Chemical Plant</i> .....         | 140 |
| Tabel 43 | <i>Total Fixed Capital Investment</i> .....    | 141 |
| Tabel 44 | <i>Working Capital</i> .....                   | 142 |
| Tabel 45 | <i>Manufacturing Cost</i> .....                | 142 |
| Tabel 46 | <i>General expenses</i> .....                  | 143 |
| Tabel 47 | <i>Fixed Cost</i> .....                        | 145 |
| Tabel 48 | <i>Variable Cost</i> .....                     | 145 |
| Tabel 49 | <i>Regulated Cost</i> .....                    | 145 |

## DAFTAR GAMBAR

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Gambar 1  | Berbagai macam kegunaan Nitrobenzena dalam industri..... | 9   |
| Gambar 2  | Diagram Alir Proses Kualitatif.....                      | 25  |
| Gambar 3  | Diagram Alir Proses Kuantitatif.....                     | 26  |
| Gambar 4  | Diagram Alir Arus Massa.....                             | 27  |
| Gambar 5  | Tata Letak Pabrik.....                                   | 43  |
| Gambar 6  | Tata Letak Peralatan .....                               | 47  |
| Gambar 7  | Unit Pengolahan Air .....                                | 120 |
| Gambar 8  | Struktur Organisasi Pabrik Nitrobenzena .....            | 135 |
| Gambar 9  | Hubungan Tahun Dengan <i>Cost Index</i> .....            | 140 |
| Gambar 10 | Analisis Ekonomi.....                                    | 148 |