

**PRARENCANA PABRIK**  
**ZEOLIT NaP1**  
**KAPASITAS 6 TON / HARI**



No. INDUK	0671/08
TEL TERIMA	05.01.2008
BELI	
RECIH	
No. BUKU	
KOPILAH	

**Diajukan Oleh :**

**DENY IRAWAN**

**5203004020**

**YOHAN GUNAWAN PRAJOGO**

**5203004038**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA**  
**SURABAYA**

**2007**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Ujian tugas akhir **PRA RENCANA PABRIK** bagi mahasiswa di bawah ini :

Nama : Deny Irawan

NRP : 5203004020

Telah diselenggarakan pada tanggal 22 Desember 2007. Oleh karena itu yang bersangkutan dinyatakan telah memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 22 Desember 2007

Pembimbing 1

Laurentia Eka Kristanti, ST, M.Phil  
NIK.521.03.0551

Pembimbing 2

Richard R. Gunawan, ST., Ph.D.  
NIK.521.99.0406

**Dewan Penguji**

Ketua

Aylianawati, ST., M.Sc., Ph.D  
NIK. 521.96.0242

Sekretaris

Laurentia Eka Kristanti, ST, M.Phil  
NIK.521.03.0551

Anggota

Richard R. Gunawan, ST., Ph.D.  
NIK. 521.99.0406

Anggota

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT  
NIK. 521.89.0151

Anggota

Wenny Irawaty, ST., MT  
NIK. 521.97.0284

**Mengetahui,**

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Rasional Sitepu, M.Eng.  
NIK. 511.89.0154

a.n.Ketua Jurusan Teknik Kimia

Sekretaris Jurusan Teknik Kimia

Herman Hindarso, ST., MT.  
NIK. 521.95.0221

## LEMBAR PENGESAHAN

Ujian tugas akhir **PRA RENCANA PABRIK** bagi mahasiswa di bawah ini :

Nama : Yohan Gunawan

NRP : 5203004038

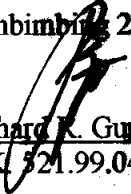
Telah diselenggarakan pada tanggal 22 Desember 2007. Oleh karena itu yang bersangkutan dinyatakan telah memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**.

Surabaya, 22 Desember 2007

Pembimbing 1


  
Laurentia Eka Kristanti, ST, M.Phil  
NIK.521.03.0551

Pembimbing 2

  
Richard R. Gunawan, ST., Ph.D.  
NIK. 521.99.0406

## Dewan Penguji

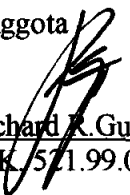
Ketua

  
Aylianawati, ST, M.Sc, Ph.D  
NIK. 521.96.0242

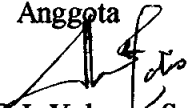
Sekretaris

  
Laurentia Eka Kristanti, ST, M.Phil  
NIK. 521.03.0551

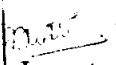
Anggota

  
Richard R. Gunawan, ST, Ph.D  
NIK. 521.99.0406

Anggota

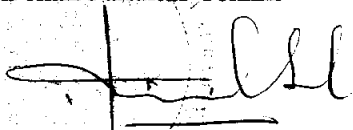
  
Ir. Yohanes Sudaryanto, MT  
NIK. 521.89.0151

Anggota

  
Wenny Irawaty, ST, MT  
NIK. 521.97.0284

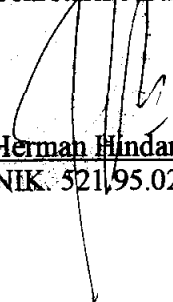
## Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

  
Ir. Rasional Sitepu, M.Eng.  
NIK. 511.89.0154

a.n. Ketua Jurusan Teknik Kimia

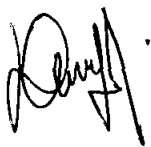
Sekretaris Jurusan Teknik Kimia

  
Herman Hindarso, ST., MT.  
NIK. 521.95.0221

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa prarencana pabrik ini betul-betul hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 4 Januari 2008



Deny Irawan

NRP. 5203004020

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa prarencana pabrik ini betul-betul hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 4 Januari 2008



Yohan Gunawan Prajogo

NRP. 5203004038

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah berkenan memberi rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir PRARENCANA PABRIK yang berjudul “ Prarencana pabrik Zeolit NaP1 “

Tugas akhir prarencana pabrik ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Dimana dalam mengerjakan tugas akhir prarencana pabrik ini, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan berbagai teori dan pengetahuan yang diperoleh dalam perkuliahan untuk merancang pabrik kimia beserta proses dan peralatannya serta dapat mengambil kesimpulan tentang kelayakan pembangunan pabrik tersebut.

Tugas akhir ini dapat terwujud karena adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada :

1. Ir. Rasional Sitepu, M. Eng selaku Dekan fakultas Teknik
2. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia
3. Laurentia Eka K, ST, M.Phil dan Richard Ruskit G, ST, Ph.D selaku dosen pembimbing atas segala bantuan dan dukungan baik dalam bentuk moral maupun material.
4. Aylilianawati, ST., M.Sc.,Ph.D, Ir. Yohanes Sudaryanto, MT dan Wenny Irawaty, ST, MT sebagai dosen penguji.
5. Orang tua, sanak saudara serta para sahabat yang telah memberikan semangat, doa , bantuan serta dukungan lain yang sangat membantu

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun memohon maaf dan mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap agar tugas akhir prarencana pabrik ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Desember 2007

Penulis

## INTISARI

Zeolit adalah senyawa kimia alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) – silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang membentuk hidrat dengan kation natrium atau kalium. Zeolit berfungsi sebagai *ion-exchanger* maupun sebagai katalis. Zeolit memegang peranan penting dalam proses pengolahan limbah yang memanfaatkan perbedaan muatan dalam prosesnya. Dalam prarencana pabrik ini, zeolit yang diproduksi adalah zeolit NaP1, dimana zeolit jenis ini dapat mengadsorb ion-ion seperti  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  dan  $\text{Ba}^{2+}$  dalam jumlah yang cukup besar (1300 – 2600  $\mu\text{eq/g}$ ) dibandingkan dengan zeolit jenis lainnya (KM, analcime, kalsilite, sodalite dan lain-lain).<sup>(1)</sup>

Zeolit ada dua macam, yaitu, berasal dari alam dan dengan sintesis menggunakan proses *hydrothermal*. Proses sintesis tersebut dengan mereaksikan bahan-bahan yang mengandung alumina-silikat dengan larutan basa (NaOH atau KOH). Bahan-bahan yang mengandung alumina-silikat tersebut antara lain adalah *fly-ash*<sup>(1)</sup>. *Fly-ash* merupakan limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu bara. Dalam prarencana pabrik ini, bahan baku (*fly-ash*) diambil dari PLTU Suralaya, Banten.

Zeolit NaP1 dihasilkan dengan mereaksikan *fly-ash* dengan NaOH 2M, pada suhu 150°C. Perbandingan NaOH 2M dengan *fly-ash* adalah 2,5 L/kg. Selain zeolit NaP1, zeolit herschelite juga terbentuk pada kondisi proses tersebut. Konversi reaksi dari zeolit NaP1 adalah 65% sedangkan konversi reaksi dari zeolit herschelite adalah 5%. Zeolit yang dihasilkan memiliki kemurnian 92,15%.

### Perencanaan Operasi :

Jenis proses	: Semi Kontinyu
Bahan baku	: <i>Fly-ash</i> = 10320 kg/hari NaOH padat = 1651 kg/hari
Produk utama	: Zeolit NaP1 = 6000 kg/hari
Utilitas	: Air = 32,29 m <sup>3</sup> /hari Bahan bakar = Solar = 7,25 m <sup>3</sup> /hari
Jumlah tenaga kerja	: 80 orang
Lokasi pabrik	: Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC), Banten
Luas tanah	: 4.582 m <sup>2</sup>
Luas bangunan	: 1.507 m <sup>2</sup>

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan :

Modal tetap (FCI)	: Rp. 25.109.993.960,36
Modal kerja (WCI)	: Rp. 4.431.175.404,77
Biaya produksi total (TPC)	: Rp. 10.190.903.429,13
Penjualan per tahun	: Rp. 27.375.000.000,00

#### 1. Metode Linier

<i>Rate of Equity</i> sebelum pajak	: 83,10 %
<i>Rate of Equity</i> sesudah pajak	: 54,20 %
<i>Rate of Return</i> sebelum pajak	: 58,17 %
<i>Rate of Return</i> sesudah pajak	: 37,94 %
<i>Pay Out Time</i> sebelum pajak	: 1 tahun 8 bulan
<i>Pay Out Time</i> sesudah pajak	: 2 tahun 6 bulan
Titik impas (BEP)	: 23,61 %



2. Metode *Discounted Cash Flow*

<i>Rate of Equity</i> sebelum pajak	: 35 %
<i>Rate of Equity</i> sesudah pajak	: 20 %
<i>Rate of Return</i> sebelum pajak	: 44 %
<i>Rate of Return</i> sesudah pajak	: 30 %
<i>Pay Out Time</i> sebelum pajak	: 3 tahun 1 bulan
<i>Pay Out Time</i> sesudah pajak	: 3 tahun 8 bulan
Titik impas (BEP)	: 30,58 %

## ABSTRACT

Zeolite is aluminosilicate ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  –  $\text{SiO}_2$ ) compound, that bound sodium and potassium to form a hydrate. Zeolite is commonly used for ion-exchanger and catalyst. Zeolite plays an important role in wastewater treatment. In this preliminary plant design project will produce NaP1 zeolite, which has high ion capacity exchanger (1300 – 2600  $\mu\text{eq/g}$ ). Zeolite NaP1 can exchange ions like  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  dan  $\text{Ba}^{2+}$ .

Zeolite is divided into 2, that is occurring in nature, but there is also can be synthesized with hydrothermal process. Alkali solution that reacts with material that contains high aluminosilicate can be used to produce zeolite, such as fly-ash. Fly-ash is produced from coal combustion, that can be produced in power plant generator. For this preliminary, fly-ash will be taken from PLTU Suralaya, Banten.

Zeolite NaP1 produced by reacting fly-ash with 2M NaOH solution at  $150^\circ\text{C}$ , with ratio 2,5 L/kg can produce NaP1 zeolite. With that process condition, zeolite is produced with conversion is 5% compared to conversion of NaP1 zeolite is 65%. NaP1 zeolite which will be produced has purity 92,15%.

### Operation Plant :

Process	: Semi-Continue
Raw Material	: <i>Fly-ash</i> = 10320 kg/day
	: NaOH = 1651 kg/day
Product	: Zeolit NaP1 = 6000 kg/day
Utility	: Water = 32,29 $\text{m}^3/\text{day}$
	: Fuel = Solar = 7,25 $\text{m}^3/\text{day}$
Total labour	: 80 worker
Plant location	: Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC), Banten
Land area	: 4.582 $\text{m}^2$
Building area	: 1.507 $\text{m}^2$

From economical analysis for this pre-elementary plant design project, can be shown :

Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 25.109.993.960,36
Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 4.431.175.404,77
Total Production Cost (TPC)	: Rp. 10.190.903.429,13
Selling	: Rp. 27.375.000.000,00

### 1. Linear Method

Rate of Equity before tax	: 83,10 %
Rate of Equity after tax	: 54,20 %
Rate of Return before tax	: 58,17 %
Rate of Return after tax	: 37,94 %
Pay Out Time before tax	: 1 year 8 months
Pay Out Time after tax	: 2 years 6 months
Break Even Point (BEP)	: 23,61 %

### 2. Discounted Cash Flow

Rate of Equity before tax	: 35 %
Rate of Equity after tax	: 20 %
Rate of Return before tax	: 44 %
Rate of Return after tax	: 30 %
Pay Out Time before tax	: 3 years 1 months
Pay Out Time after tax	: 3 years 8 months
Break Even Point (BEP)	: 30,58 %

**DAFTAR ISI**

Judul.....	i	
Lembar Pengesahan.....	ii	
Lembar Pernyataan.....	iii	
Kata Pengantar.....	iv	
Intisari.....	v	
Abstract.....	vi	
Daftar Isi.....	vii	
Daftar Gambar.....	viii	
Daftar Tabel.....	ix	
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>		
I.1 Latar Belakang.....	I-1	
I.2 Tinjauan Pustaka.....	I-2	
I.3 Karakteristik Produk.....	I-7	
I.4 Penentuan Kapasitas Produksi.....	I-8	
<b>BAB II. PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES</b>		
II.1 Pemilihan Proses.....	II-1	
II.2 Uraian proses.....	II-2	
<b>BAB III. NERACA MASSA.....</b>		<b>III-1</b>
<b>BAB IV. NERACA PANAS.....</b>		<b>IV-1</b>
<b>BABV. SPESIFIKASI PERALATAN.....</b>		<b>V-1</b>

**BAB VI. UTILITAS**

VI.1 Unit Penyediaan Steam.....	VI-1
VI.2 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	VI-5
VI.3 Listrik.....	VI-37
VI.4 Bahan Bakar.....	VI-42
VI.5 Unit Pengolahan Limbah.....	VI-44

**BAB VII. LOKASI, TATA LETAK PABRIK-ALAT DAN INSTRUMENTASI**

VII.1 Tata Letak Pabrik.....	VII-1
VII.2 Tata Letak Alat.....	VII-3
VII.3 Instrumentasi Pengendalian Proses.....	VII-5

**BAB VIII. ANALISA EKONOMI**

VIII. 1 Penentuan Modal.....	VIII-2
VIII.2 Biaya Produksi.....	VIII-3
VIII.3 Harga Peralatan.....	VIII-5
VIII.4 Perhitungan <i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	VIII-5
VIII.5 Perhitungan <i>Total Production Cost (TPC)</i> .....	VIII-6
VIII.6 Analisa Ekonomi dengan Metode Garis Lurus ( <i>Linear</i> ).....	VIII-7
VIII.7 Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i> .....	VIII-8

**BAB IX. DISKUSI DAN KESIMPULAN**

IX. 1 Diskusi.....	IX-1
IX.2 Kesimpulan.....	IX-2

Daftar Pustaka.....	ix
---------------------	----

APPENDIX A – Perhitungan Neraca Massa.....	A-1
--	-----

---

APPENDIX B – Perhitungan Neraca Panas .....	B-1
APPENDIX C – Perhitungan Spesifikasi Peralatan .....	C-1
APPENDIX D – Perhitungan Analisa Ekonomi.....	D-1

---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar I.1 Batu bara antrasit .....	I-3
Gambar I.2 Abu terbang yang diambil dengan metode <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	I-5
Gambar I.3 Struktur molekul zeolit NaP1 .....	I-8
Gambar VI.1. Diagram Alir Proses Pengolahan Air .....	VI-7
Gambar VII.1. Lokasi Pabrik di Krakatau Industrial Estate Steel (KIEC) .....	VII-2
Gambar VII.2. Tata letak pabrik zeolit NaP1 (Skala 1:500).....	VII-3
Gambar VII.3. Gambar tata letak alat proses pada pabrik zeolit NaP1 (Skala 1:150).....	VII-4
Gambar VIII.1. Grafik S, Cf, Csv dan BEP dengan metode <i>linear</i> .....	VIII-7

**DAFTAR TABEL**

Tabel I.1. Sifat fisika abu terbang.....	I-5
Tabel I.2. Komposisi kimia abu terbang.....	I-5
Tabel I.3. Sifat fisika NaOH.....	I-7
Tabel I.4. Sifat fisika zeolit NaP1.....	I-8
Tabel I.5. Kebutuhan zeolit untuk seluruh industri di Indonesia pada tahun 2002 – 2003.....	I-8
Tabel III.1. Neraca massa Tangki Pelarutan (M-130).....	III-1
Tabel III.2. Neraca massa <i>Hammer Mill</i> (C-140).....	III-2
Tabel III.3. Neraca massa Reaktor (R-150).....	III-3
Tabel III.4. Neraca massa <i>Rotary Drum Filter</i> (H-160).....	III-4
Tabel III.5. Neraca massa <i>Rotary Dryer</i> (B-170).....	III-5
Tabel III.6. Neraca massa <i>Cyclone Separator</i> (H-180).....	III-6
Tabel III.7. Neraca massa <i>Air Filter</i> (H-173).....	III-7
Tabel III.8. Neraca massa <i>Air Filter</i> (H-182).....	III-8
Tabel IV.1. Neraca panas Tangki Pelarutan.....	IV-1
Tabel IV.2. Neraca panas Reaktor (R-150).....	IV-2
Tabel IV.3. Neraca panas Tangki Penampungan (F-153).....	IV-3
Tabel IV.4. Neraca panas <i>Rotary Drum Filter</i> (H-160).....	IV-4
Tabel IV.5. Neraca panas <i>Rotary Dryer</i> (B-170).....	IV-5
Tabel IV.6. Neraca panas <i>Heater</i> (E-190).....	IV-7
Tabel IV.7. Neraca panas <i>Cyclone Separator</i> (H-180).....	IV-7

Tabel VI.1. Kebutuhan air sanitasi untuk MCK .....	VI-5
Tabel VI.2. Jenis dan fungsi pengolahan pada unit pengolahan air .....	VI-6
Tabel VI.3. Kebutuhan listrik untuk keperluan proses.....	VI-38
Tabel VI.4. Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas .....	VI-38
Tabel VI.5. Kebutuhan listrik untuk penerangan.....	VI-39
Tabel VI.6. Jenis lampu yang digunakan .....	VI-40
Tabel VI.7. kWh listrik untuk penerangan .....	VI-42
Tabel IV.8. Komponen masuk unit pengolahan limbah.....	VI-45
Tabel VII.1. Penggunaan alat kontrol.....	VII-7
Tabel VII.2. Jenis alat indikator, <i>final control element</i> dan pengontrol dari jenis indikator .....	VII-7
Tabel VII.3 Waktu operasi dan <i>shut-down</i> masing-masing alat .....	VII-9
Tabel VIII.1. FCI ( <i>Fixed Capital Investment</i> ), WCI ( <i>Working Capital Investment</i> ) dan TCI ( <i>Total Capital Investment</i> ).....	VIII-5
Tabel VIII.2. <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	VIII-6