

**PRARANCANGAN PABRIK RESIN FENOLIK JENIS RESOLE  
DARI FENOL DAN FORMALDEHIDA DENGAN  
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN  
(Tugas Khusus Perancangan Reaktor *Batch* 201 (RE-201))**

**( Skripsi )**

**Oleh**

**MITRA DIMAS SANJAYA**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK RESIN FENOLIK JENIS RESOLE DARI FENOL DAN FORMALDEHIDA DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

(Tugas Khusus Perancangan Reaktor *Batch* 201 (RE-201))

Oleh

MITRA DIMAS SANJAYA

Resin fenolik jenis resole merupakan resin sintetik yang dihasilkan dengan mereaksikan fenol dan formaldehida dengan menggunakan katalis basa. Resin resole dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri pembuatan pelapis tahan panas, industri barang plastik, industri papan panel, dan industri bahan perekat.

Kapasitas produksi pabrik yang direncanakan sebesar 25.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di daerah *Java Integrated Industrial Port Estate*, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 141 orang dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik & Produksi dan Direktur Keuangan & Umum dengan struktur organisasi *line and staff*.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 259.064.773.212
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 45.717.312.920
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 304.782.086.131
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 39,97%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 23,56%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 4,04 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 4,59 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 12,54%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 10,04%
<i>Discounted Cash Flow</i>	(DCF)	= 15,01%

Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap prarancangan pabrik resin fenolik ini, maka pendirian pabrik ini layak untuk dikaji lebih lanjut, karena memiliki potensi keuntungan dan prospek yang cukup baik.

## ABSTRACT

### PRE DESIGN PHENOLIC RESIN RESOLE TYPE PLANT FROM PHENOL AND FORMALDEHYDE WITH CAPACITY 25.000 TONS/YEAR (Batch Reactor 201 Design (RE-201))

By

**Mitra Dimas Sanjaya**

Phenolic resin resole type is a synthetic resin produced by reacting phenol dan formaldehyde with help of base catalyst. Resole resin is used as molding compounds for heat-resistant material, plastic, wood panel, and adhesives.

Planned plant capacity is 25.000 tons/year for 330 work days in one year. Plant location is planned to be built in Java Integrated Industrial and Ports Estate (JIPE), Gresik Regency, East Java Province. Workforces needed are 141 people with a form of Limited Liability Company (LLC) business structure that led by a Chief Executive who is assisted by Production & Engineering Director and Finance & General Affairs Director with line and staff organizational structures.

Data obtained from economic analysis:

Fixed Capital Investment	(FCI)	= Rp 259.064.773.212
Working Capital Investment	(WCI)	= Rp 45.717.312.920
Total Capital Investment	(TCI)	= Rp 304.782.086.131
Break Even Point	(BEP)	= 39,97%
Shut Down Point	(SDP)	= 23,56%
Pay Out Time before taxes	(POT) <sub>b</sub>	= 4,04 years
Pay Out Time after taxes	(POT) <sub>a</sub>	= 4,59 years
Return on Investment before taxes	(ROI) <sub>b</sub>	= 12,54%
Return on Investment after taxes	(ROI) <sub>a</sub>	= 10,04%
Discounted Cash Flow	(DCF)	= 15,01%

Based from the summary above, it is concluded that the pre design of phenolic resin resole type plant is feasible to be studied further because of the plant good profitability and future prospects.

**PRARANCANGAN PABRIK RESIN FENOLIK JENIS RESOLE  
DARI FENOL DAN FORMALDEHIDA DENGAN  
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN  
(Tugas Khusus Perancangan Reaktor Batch 261 (RE-201))**

Oleh

**Mitra Dimas Sanjaya**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

Judul Skripsi : PRARANCANGAN PABRIK RESIN  
FENOLIK JENIS RESOLE DARI  
FENOL DAN FORMALDEHIDA  
DENGAN KAPASITAS 25.000  
TON/TAHUN  
(Tugas Khusus Perancangan Reaktor  
Batch 201 (RE-201))

Nama Mahasiswa : MITRA DIMAS SANJAYA

No. Pokok Mahasiswa : 1115041030

Jurusan : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



Simparmin Br. Ginting S.T., M.T.

NIP. 19661111 199402 2 001

Darmansyah S.T., M.T.

NIP. 19821225 201012 1 005

2. Ketua Jurusan


A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Azhar', written over a faint grid background.

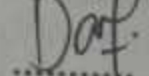
Ir. Azhar, M.T.

NIP. 19660401 199501 1 001

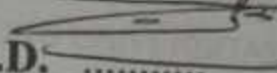
# MENGESAHKAN

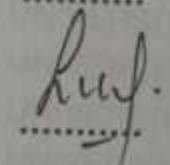
## 1. Tim Penguji

Ketua : **Simparmin Br. Ginting S.T., M.T.** 

Sekretaris : **Darmansyah, S.T., M.T.** 

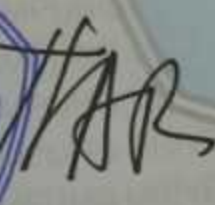
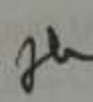
## Penguji

Bukan Pembimbing : **Edwin Azwar, S.T., M.T.A., Ph.D.** 

**Lia Lismeri, S.T., M.T.** 

## 2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



  
**Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.**   
NIP. 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **1 Agustus 2019**


## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 9 Agustus 2019



  
Mitra Dimas Sanjaya  
NPM. 1115041030

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandarjaya, tanggal 22 Desember 1993, putra ketiga dari 4 bersaudara, dari pasangan Bapak Mirzam dan Ibu Triatmi. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak–Kanak di TK Aisyiah Bustanul Atfal Poncowati pada tahun 1999, Sekolah Dasar di SDN 1 Poncowati pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2011.

Pada bulan Agustus 2011, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) jalur tertulis. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) sebagai staff Departemen Kaderisasi periode 2012/2013 dan menjadi staff Departemen Hubungan Luar pada periode 2013/2014.

Pada bulan Agustus-September 2015, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. Perkebunan Nusantara (Persero) Pabrik Gula Bungamayang, Lampung Utara dengan tugas khusus "Evaluasi Proses Kristalisasi Gula di *Vacuum Pan A3*". Pada tahun 2016, penulis melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Suhu dan Waktu *Pretreatment* Alkali pada Isolasi Selulosa dari Limbah Batang Pisang (*Musa sp.*)" di Laboratorium Kimia Terapan, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung. Hasil penelitian tersebut telah dipublikasikan pada *Journal of Chemical Process Engineering* Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Sulawesi Selatan



## **MOTTO**

*Get Up, Get It Done*

*Remember Why You Started, Remember Why You Stayed*

*Strive for Progress, Not Perfection*

*A Coffe a Day Keep The Crazy Away*

## PERSEMBAHAN

*Skripsi ini saya persembahkan untuk;*

*Allah S.W.T karena hanya dengan berkat Rahmat dan Ridho-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini*

*Kedua orang tua, kedua kakak, dan adik yang saya sayangi atas segala bantuan, dukungan, dan doa agar saya dapat menyelesaikan skripsi ini*

*Civitas Akademika Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan, semoga dapat menghasilkan generasi akademisi selanjutnya yang semakin baik*

*Kepada Almamater Universitas Lampung,  
semoga kelak berguna dikemudian hari*

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang karena berkah ridha-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Prarancangan Pabrik Resin Fenolik Jenis Resole dari Fenol dan Formaldehida dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun (Tugas Khusus Perancangan Reaktor *Batch* 201 (RE-201))" dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat kesarjanaan (Strata-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam masa penyusunan sampai pengujian tugas akhir ini, banyak pihak yang telah membantu, baik berupa kesempatan, bimbingan, petunjuk, informasi, maupun saran dan prasarana lainnya. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan kepada penyusun sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ir. Azhar, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
3. Ibu Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I atas bimbingan , masukan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Darmansyah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbin II atas masukan-masukan dan motivasinya agar penulis dapat tetap percaya diri dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Bapak Edwin Azwar, S.T., M.T.A., Ph.D. dan Ibu Lia Lismeri, S.T., M.T. selaku dosen penguji tugas akhir atas kritik, ilmu, dan saran yang diberikan kepada penulis saat pengujian dan penyelesaian tugas akhir ini.
6. Orangtua, Ayah Mirzam dan Mamah Triatmi atas semangat, kritik, motivasi, solusi, dan doa yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan kewajibannya sehingga bisa menjadi seorang Sarjana Teknik.
7. Kakak Mitra Aprilia dan Mitra Aji Alrasyid yang selalu mengingatkan penulis agar segera menyelesaikan kewajibannya serta memberikan bantuan dana kepada penulis dalam menyelesaikan semua kewajiban penulis agar dapat menjadi seorang Sarjana Teknik.
8. Adik Mitra Adelia Shalsabila yang telah menghibur penulis selama menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Kimia dari sejak balita sampai sekarang sudah menjadi siswi SMP dan menjadi motivasi agar penulis menyelesaikan kewajiban tugas akhir ini.
9. Muhammad Iqbal Immadudin, *partner* penelitian, teman yang selalu membantu penulis keluar dari lubang kemalasan, selalu mengingatkan penulis agar ingat dengan keluarga di rumah yang mengharapakan penulis dapat menyelesaikan pendidikannya di Jurusan Teknik Kimia, tempat penulis berbagi ide-ide konyol yang sering muncul secara tiba-tiba, terima kasih banyak.
10. Eriski Prawira, *partner* tugas akhir, yang telah membantu penulis dalam mengerjakan dan menyelesaikan kewajiban tugas akhir penulis, yang selanjutnya giliranmu, tetap semangat.
11. Tika Novarani, teman angkatan 2011 yang telah membantu penulis dalam melaksanakan pengujian tugas akhir dan urusan wisuda, terima kasih banyak.
12. Adik Rhiki Sekti Utami dan Elisa Agustina angkatan 2012, yang telah bersedia direpotkan oleh penulis saat persiapan seminar tugas akhir, terima kasih banyak.
13. Adik Ade Febriana S angkatan 2013, yang bersama pasangannya si no. 9 yang telah menghibur penulis dalam pengerjaan dan pelaksanaan tugas akhir ini, terima kasih banyak.

14. Teman - teman angkatan 2011, Ajeng, Alif, Andi, Elin, Anto, Ayu, Baarik, Bima, Dai, Ara, Diah, Dicky, Dini, Eti, Hiline, Upi, Fitri, Fully, Gilang (Alm.), Irwan, Koni, Lamando, Dayat, Mega, Nanda, Merry, Haikal, Namus, Nilam, Tia, Nita, Poppy, Raynal, Rendri, Ricky, Rina, Rizka, Sherly, Tini, dan Yeni atas kehidupan yang telah dijalani penulis si Jurusan Tekni Kimia
15. Kakak-kakak tingkat dan adik-adik tingkat lain yang tidak tersebut namanya yang turut mendukung, menghibur dan memberikan saran kepada penulis.

Semoga segala amal kebaikan dan kerelaannya membantu penulis mendapat ridho dan balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun, diterima dengan senang hati, demi kesempurnaan dan kemajuan bersama. Penulis berharap semoga tugas akhir ini berguna bagi pembaca

Bandar Lampung, Agustus 2019  
Penulis

Mitra Dimas Sanjaya  
1115041030

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>COVER LUAR</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>COVER DALAM</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	vii
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	viii
<b>MOTTO</b> .....	ix
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	x
<b>SANWACANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Kapasitas Perancangan .....	2
1.3. Lokasi Pabrik .....	6

## **BAB II URAIAN PROSES**

2.1. Dasar Reaksi Proses Pembuatan Resin Fenolik Jenis Resole.....	9
2.2. Mekanisme Reaksi.....	10
2.3. Pemilihan Proses .....	11
2.4. Uraian Proses .....	14
2.5. Ekonomi Potensial.....	16
2.6. Tinjauan Kinetika .....	18
2.7. Tinjauan Termodinamika.....	18

## **BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK**

3.1. Bahan Baku.....	22
3.2. Bahan Pembantu .....	23
3.3. Produk .....	24

## **BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI**

4.1. Neraca Massa .....	26
4.2. Neraca Energi .....	27

## **BAB V SPESIFIKASI PERALATAN PROSES DAN UTILITAS**

5.1. Peralatan Proses .....	29
5.2. Peralatan Utilitas .....	42

## **BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH**

6.1. Kebutuhan Air .....	76
--------------------------	----

6.2. Sistem Penyediaan <i>Steam</i> .....	91
6.3. Unit Penyedia Udara Instrumen.....	93
6.4. Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	93
6.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	94
6.6. Laboratorium .....	94
6.7. Instrumentasi dan Pengendalian Proses.....	98
6.8. Pengolahan Limbah .....	101

## **BAB VII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK**

7.1. Lokasi Pabrik .....	103
7.2. Tata Letak Pabrik .....	107

## **BAB VIII MANAGEMEN DAN ORGANISASI**

8.1. Bentuk Perusahaan .....	112
8.2. Struktur Organisasi Perusahaan .....	115
8.3. Tugas dan Wewenang .....	118
8.4. Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	126
8.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	127
8.6. Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karywan .....	130
8.7. Kesejahteraan Karyawan .....	135

## **BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI**

9.1. Investasi .....	138
9.2. Evaluasi Ekonomi .....	142



9.3. Angsuran Pinjaman .....	145
9.4. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF) .....	145

## **BAB X KESIMPULAN DAN SARAN**

10.1. Kesimpulan .....	147
10.2. Saran .....	147

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN A NERACA MASSA**

### **LAMPIRAN B NERACA ENERGI**

### **LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN PROSES**

### **LAMPIRAN D SPESIFIKASI PERALATAN UTILITAS**

### **LAMPIRAN E INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI**

### **LAMPIRAN F TUGAS KHUSUS REAKTOR *BATCH* 201 (RE-201)**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.1.</b> Data Impor Resin Fenolik Indonesia.....	2
<b>Tabel 1.2.</b> Negara Produsen Resin Fenolik Tahun 2017 .....	4
<b>Tabel 1.3.</b> Industri Pengguna Resin Fenolik .....	5
<b>Tabel 2.1.</b> Fenol Substitusi dan Aplikasi Resin .....	12
<b>Tabel 2.2.</b> Jenis Formaldehida Beserta Kelebihan dan Kekurangan .....	12
<b>Tabel 2.3.</b> Propertis dari Resin Resole Berdasarkan Katalis Yang Digunakan	13
<b>Tabel 2.4.</b> Data Energi Bebas Gibbs .....	19
<b>Tabel 2.5.</b> Energi Bebas Gibbs Ikatan .....	19
<b>Tabel 2.6.</b> Entalpi Pembentukan Standar .....	20
<b>Tabel 2.7.</b> Entalpi Pembentukan Standar Ikatan .....	20
<b>Tabel 4.1.</b> Neraca Massa pada Reaktor <i>Batch</i> (RE-201) .....	26
<b>Tabel 4.2.</b> Neraca Massa pada <i>Adsorber</i> (AD-301) .....	26
<b>Tabel 4.3.</b> Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-101) .....	27
<b>Tabel 4.4.</b> Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-102) .....	27
<b>Tabel 4.5.</b> Neraca Energi Reaktor <i>Batch</i> (RE-201) .....	27
<b>Tabel 4.6.</b> Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-301) .....	28
<b>Tabel 4.7.</b> Neraca Energi Kondensor (CD-201).....	28
<b>Tabel 5.1.</b> Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Fenol (ST-101).....	29
<b>Tabel 5.2.</b> Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Formalin (ST-102).....	30

<b>Tabel 5.3.</b> Spesifikasi <i>Solid Storage Hexamethylenetetramine</i> (SS-103) .....	30
<b>Tabel 5.4.</b> Spesifikasi <i> Holding Tank Resin Resole</i> (SS-401).....	31
<b>Tabel 5.5.</b> Spesifikasi Reaktor <i>Batch</i> (RE-201) .....	32
<b>Tabel 5.6.</b> Spesifikasi <i>Adsorber</i> (AD-301).....	34
<b>Tabel 5.7.</b> Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-101).....	35
<b>Tabel 5.8.</b> Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-102).....	36
<b>Tabel 5.9.</b> Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-301).....	37
<b>Tabel 5.10.</b> Spesifikasi Kondensor (CD-201) .....	37
<b>Tabel 5.11.</b> Spesifikasi <i>Steam Jet Ejector</i> (SE-201).....	38
<b>Tabel 5.12.</b> Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-103) .....	39
<b>Tabel 5.13.</b> Spesifikasi Pompa Proses (PP-101) .....	39
<b>Tabel 5.14.</b> Spesifikasi Pompa Proses (PP-102) .....	40
<b>Tabel 5.15.</b> Spesifikasi Pompa Proses (PP-201) .....	41
<b>Tabel 5.16.</b> Spesifikasi Pompa Proses (PP-301) .....	41
<b>Tabel 5.17.</b> Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS-501) .....	42
<b>Tabel 5.18.</b> Spesifikasi Tangki Alum (ST-501).....	43
<b>Tabel 5.19.</b> Spesifikasi Tangki Kaporit (ST-502) .....	44
<b>Tabel 5.20.</b> Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST- 503) .....	45
<b>Tabel 5.21.</b> Spesifikasi Tangki Air Filter (ST-504) .....	46
<b>Tabel 5.22.</b> Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (ST-505).....	47
<b>Tabel 5.23.</b> Spesifikasi Tangki Dispersant (ST-506) .....	48
<b>Tabel 5.24.</b> Spesifikasi Tangki Inhibitor (ST-507).....	49
<b>Tabel 5.25.</b> Spesifikasi Tangki Air Kondensat (ST-508) .....	50
<b>Tabel 5.26.</b> Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST-509).....	51

<b>Tabel 5.27.</b> Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST-601) .....	52
<b>Tabel 5.28.</b> Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL-501).....	53
<b>Tabel 5.29.</b> Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-501) .....	53
<b>Tabel 5.30.</b> Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-501).....	54
<b>Tabel 5.31.</b> Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-501) .....	55
<b>Tabel 5.32.</b> Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE-501) .....	56
<b>Tabel 5.33.</b> Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DE-501).....	57
<b>Tabel 5.34.</b> Spesifikasi <i>Boiler</i> (BO-501) .....	58
<b>Tabel 5.35.</b> Spesifikasi <i>Blower Steam</i> (BS-501) .....	58
<b>Tabel 5.36.</b> Spesifikasi <i>Compressor</i> (CP-601) .....	58
<b>Tabel 5.37.</b> Spesifikasi Generator (GS-601) .....	59
<b>Tabel 5.38.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 501) .....	59
<b>Tabel 5.39.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 502) .....	60
<b>Tabel 5.40.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 503) .....	61
<b>Tabel 5.41.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 504) .....	61
<b>Tabel 5.42.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 505) .....	62
<b>Tabel 5.43.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 506) .....	63
<b>Tabel 5.44.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 507) .....	64
<b>Tabel 5.45.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 508) .....	64
<b>Tabel 5.46.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 509) .....	65
<b>Tabel 5.47.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 510) .....	66
<b>Tabel 5.48.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 511) .....	67
<b>Tabel 5.49.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 512) .....	67
<b>Tabel 5.50.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 513) .....	68

<b>Tabel 5.51.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 514) .....	69
<b>Tabel 5.52.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 515) .....	70
<b>Tabel 5.53.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 516) .....	70
<b>Tabel 5.54.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 517) .....	71
<b>Tabel 5.55.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 518) .....	72
<b>Tabel 5.56.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 519) .....	73
<b>Tabel 5.57.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 520) .....	73
<b>Tabel 6.1.</b> Kualitas Air Sungai Bengawan Solo .....	76
<b>Tabel 6.2.</b> Kebutuhan Air Pendingin .....	79
<b>Tabel 6.3.</b> Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i> .....	81
<b>Tabel 6.4.</b> Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian .....	99
<b>Tabel 6.5.</b> Pengendalian Variabel Utama Proses .....	100
<b>Tabel 7.1.</b> Perincian Luas Area Pabrik Resin Fenolik .....	109
<b>Tabel 8.1.</b> Jadwal Kerja Masing-masing Regu.....	129
<b>Tabel 8.2.</b> Perincian Tingkat Pendidikan .....	130
<b>Tabel 8.3.</b> Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses .....	132
<b>Tabel 8.4.</b> Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas .....	132
<b>Tabel 8.5.</b> Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan .....	133
<b>Tabel 9.1.</b> <i>Fixed Capital Investment</i> .....	139
<b>Tabel 9.2.</b> <i>Manufacturing Cost</i> .....	140
<b>Tabel 9.3.</b> <i>General Expenses</i> .....	142
<b>Tabel 9.4.</b> <i>Minimum Acceptable Percent Return On Investment</i> .....	143
<b>Tabel 9.5.</b> <i>Acceptable Payout Time</i> Untuk Tingkat Resiko Pabrik .....	144
<b>Tabel 9.6.</b> Hasil Analisa Kelayakan Ekonomi.....	146

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.1.</b> Grafik Impor Resin Fenolik di Indonesia Selama 2014-2017.	3
<b>Gambar 2.1.</b> Reaksi Pembentukan Resin Resole.....	9
<b>Gambar 2.2.</b> Reaksi <i>Methylolasi</i> .....	10
<b>Gambar 2.3.</b> Reaksi Pembentukan Rantai Panjang <i>Methylol Phenolic</i> .....	10
<b>Gambar 2.4.</b> Reaksi Pembentukan <i>Dibenzyl Ether</i> .....	11
<b>Gambar 2.5.</b> Reaksi Pembentukan Jembatan <i>Methylene</i> .....	11
<b>Gambar 7.1.</b> Peta Lokasi JIPE.....	107
<b>Gambar 7.2.</b> Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung.....	110
<b>Gambar 7.3.</b> Tata Letak Peralatan Proses.....	111
<b>Gambar 8.1.</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	117
<b>Gambar 9.1.</b> Grafik Analisis Ekonomi .....	145
<b>Gambar 9.2.</b> Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> .....	146

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia saat ini sedang mengalami pertumbuhan yang cukup pesat dalam sektor industri, salah satunya pada sektor industri bahan kimia. Kebutuhan akan berbagai bahan kimia di sektor industri Indonesia semakin meningkat setiap tahun, dimana salah satu kebutuhan akan bahan kimia yang belum terpenuhi adalah resin fenolik. Resin fenolik merupakan resin sintetik yang dibuat dengan cara mereaksikan fenol dan formaldehida dengan menggunakan katalis asam atau basa.

Terdapat dua jenis resin fenolik tergantung dari jenis katalis yang digunakan. Resin fenolik jenis novolak merupakan resin fenolik yang dibuat menggunakan katalis asam sedangkan resin fenolik jenis resole merupakan resin fenolik yang dibuat menggunakan katalis basa. Resin fenolik jenis resole atau resole memiliki sifat resin yang sama dengan resin novolak yaitu tahan terhadap abrasi, memiliki daya tahan panas, korosi, serta hidrolisis air yang baik. Perbedaan antara novolak dan resole terletak pada sifat pengerasan resin dimana novolak merupakan resin yang membutuhkan *cure* atau *hardener* untuk mengeras resin sedangkan resole dapat mengeras

dengan pemanasan. Sifat tersebut menjadikan resole dapat diaplikasikan sebagai bahan cetakan dalam industri pembuatan pelapis tahan panas, industri barang plastik, industri papan panel, dan industri bahan perekat.

Pembangunan pabrik resin fenolik jenis resole ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang semakin meningkat setiap tahunnya sehingga dapat mengurangi ketergantungan akan impor resin fenolik dari negara lain.

## 1.2. Kapasitas Perancangan

Dalam beberapa tahun terakhir terjadi peningkatan akan kebutuhan resin fenolik di Indonesia dan diperkirakan akan terus terjadi peningkatan karena terdapat perkembangan pada industri plastik serta bahan perekat. Data impor resin fenolik ke Indonesia menurut Kementerian Perindustrian Republik Indonesia pada tahun 2014-2017 dapat dilihat pada tabel berikut.

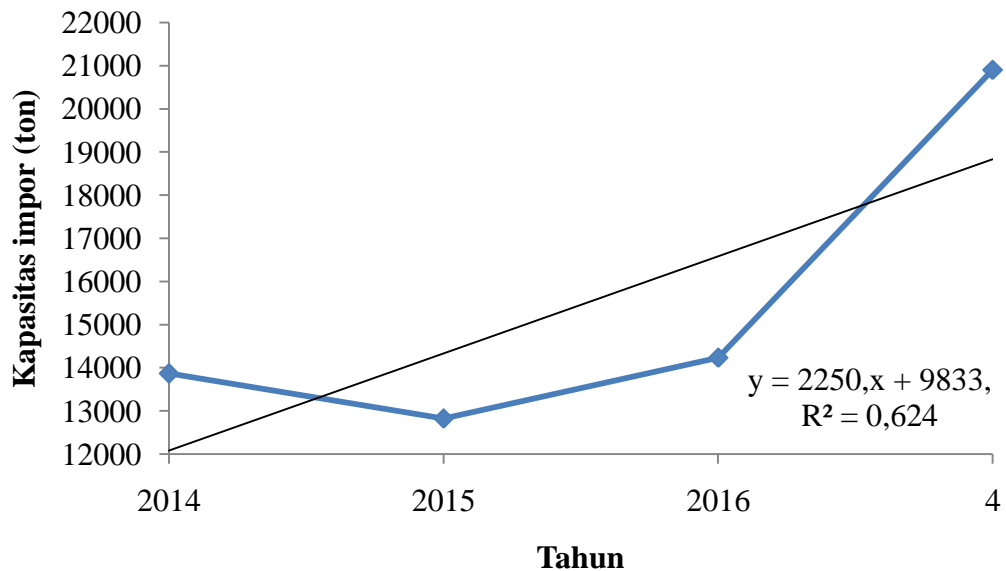
**Tabel 1.1.** Data Impor Resin Fenolik Indonesia

Tahun	Tahun ke	Impor (US\$)	Impor (ton)	Harga (US\$/kg)
2014	1	42.715.225	13.869,888	3,08
2015	2	38.587.467	12.829,947	3,01
2016	3	44.249.713	14.237,487	3,11
2017	4	44.541.893	20.903,494	2,13

(Sumber : [www.data.un.org](http://www.data.un.org))



Berdasarkan data pada tabel 1.1 maka dapat dibuat regresi linier yang menyatakan hubungan antara tahun dengan jumlah impor resin fenolik.



**Gambar 1.1.** Grafik Impor Resin Fenolik di Indonesia Selama 2014-2017

Persamaan garis hasil regresi linier yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$y = 2250x + 9833 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Pada tahun 2022 saat pembuatan pabrik resin fenolik, diperkirakan impor

$$\text{sebanyak (ton/tahun)} = 2250(8) + 9833$$

$$= 27.833$$

Sehingga untuk mencukupi kebutuhan resin fenolik di Indonesia pada tahun

ke-8 yaitu tahun 2022 maka kapasitas rancangan pabrik yang akan didirikan

sebesar 25.000 ton/tahun.

Penentuan kapasitas pabrik resin fenolik juga didasarkan pada kapasitas produksi resin fenolik di beberapa negara pengekspor resin fenolik terbesar seperti Amerika Serikat, Jepang, Jerman, Belgia, Korea, Kanada, Britania Raya dan Irlandia Utara, Portugal, Spanyol, dan Italia. Berikut tabel produksi resin fenolik di beberapa negara.

**Tabel 1.2.** Negara Produsen Resin Fenolik Tahun 2017

No	Negara	Produksi (ton)
1.	Amerika Serikat	132.156,525
2.	Jerman	99.283,606
3.	Belgia	53.755,979
4.	Kanada	45.459,345
5.	Jepang	43.045,135
6.	Spanyol	40.799,717
7.	Britania Raya dan Irlandia Utara	36.405,441
8.	Portugal	35.813,710
9.	Italia	30.173,251
10.	Korea	29.286,812

(Sumber : [www.data.un.org](http://www.data.un.org))

Di Indonesia, industri yang memproduksi resin fenolik adalah:

Nama pabrik : PT Indopherin Jaya

Lokasi : Jalan Brantas KM 1 Probolinggo, Jawa Timur

Kapasitas : 12.000 ton/tahun

Berdiri sejak : Tahun 1996

Resin fenolik dapat digunakan sebagai bahan baku pada beberapa industri di Indonesia, diantaranya pada industri pembuatan *laminating board*, industri barang plastik dari resin, serta industri lem. Berikut beberapa industri di Jawa Timur yang dapat menggunakan resin fenolik sebagai bahan baku.

**Tabel 1.3.** Industri Pengguna Resin Fenolik

No	Nama	Lokasi	Komoditi
1	PT. Aneka Rimba Indonusa	Gresik, Jawa Timur	<i>Laminating Board</i>
2	PT. Wood Jatim Karyajaya	Sidoharjo, Jawa Timur	<i>Laminating Board &amp; Furniture</i>
3	CV. Mustika Bahana Jaya	Lumajang, Jawa Timur	<i>Laminating Board</i>
4	CV. Palapa	Lumajang, Jawa Timur	<i>Laminating Board</i>
6	PT. Sehat Mandiri	Sidoharjo, Jawa Timur	<i>Laminating Board</i>

(Sumber : [www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id))

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang telah disebutkan di atas, maka dirancang pendirian pabrik resin fenolik jenis resole pada tahun 2022 dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun. Dengan kapasitas produksi tersebut diharapkan dapat mencukupi kebutuhan resin fenolik dalam negeri yang terus meningkat sehingga dapat mengurangi ketergantungan impor resin fenolik dari negara lain.

### 1.3. Lokasi Pabrik

Terdapat beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi pendirian suatu pabrik yang dapat mempengaruhi keberhasilan serta keberlangsungan kegiatan industri pabrik. Faktor-faktor tersebut diantaranya ketersediaan bahan baku, transportasi, utilitas, lahan, serta ketersediaan tenaga kerja. Berdasarkan faktor-faktor tersebut maka dipilih kawasan industri di daerah Gresik sebagai lokasi pabrik resin fenolik jenis resole yang akan dibangun dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

#### 1. Ketersediaan Bahan Baku

Kebutuhan bahan baku fenol dan formaldehida dapat dipenuhi dari pabrik-pabrik yang berada di daerah Jawa Timur. Fenol dapat diperoleh dari PT. Kumerindo Kridanusa yang berada di Indramayu dengan kapasitas produksi 120.000 ton/tahun. Formaldehida dapat diperoleh dari PT. Arjuna Kimia Utama yang berada di Surabaya dengan kapasitas 24.540 ton/tahun. Sedangkan untuk kebutuhan katalis *hexamethylenetetramine* dipenuhi dengan cara mengimpor katalis *Shandong Baovi Energy Technology co., ltd*, Tiongkok dengan melalui jalur laut.

#### 2. Transportasi

Kemudahan transportasi dibutuhkan sebagai penunjang utama dalam penyediaan bahan baku serta distribusi produk. Kawasan industri Gresik yaitu *Java Integrated Industrial and Ports Estate (JIPE)* memiliki sarana transportasi darat yang sudah baik, dekat dengan pelabuhan besar

yaitu Pelabuhan Tanjung Perak, serta bandara besar yaitu Bandara Juanda. Ketersediaan sarana transportasi darat, laut, dan udara yang sudah baik dapat dengan mudah menghubungkan Gresik dengan kota-kota lain sehingga dapat memperlancar penyediaan bahan baku dan distribusi produk.

### 3. Unit Pendukung (Utilitas)

Unit pendukung pada operasional pabrik diantaranya air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air pada pabrik dapat diperoleh dari beberapa lokasi sumber air di Jawa Timur seperti Sungai Brantas, Sungai Bengawan Solo, dan Waduk Gunung Rowo. Kebutuhan bahan bakar pada pabrik dapat diperoleh dari PT. Pertamina sedangkan untuk memenuhi kebutuhan listrik pada pabrik dapat diperoleh dengan memproduksi listrik sendiri atau dari JIPE Gresik.

### 4. Lahan

Meskipun harga tanah di JIPE Gresik cukup tinggi, namun nilai investasinya cukup tinggi karena JIPE Gresik merupakan daerah kawasan industri yang terus berkembang.

### 5. Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja di Indonesia tidak sulit diperoleh. Jenjang pendidikan tenaga kerja yang direkrut juga bervariasi, sesuai dengan kebutuhan pabrik. Tenaga kerja yang berkualitas dan terampil dapat

diperoleh dari seluruh alumni Universitas di Indonesia sedangkan tenaga kerja berpendidikan menengah dan kejuruan dapat diperoleh dari daerah sekitar pabrik.

#### 6. Karakterisasi Lokasi

Gresik merupakan daerah dengan iklim cuaca yang normal sehingga tidak rawan terjadi bencana.

#### 7. Perijinan

Lokasi pabrik berada pada daerah khusus untuk kawasan industri di Gresik sehingga dapat memudahkan perijinan dalam pembangunan pabrik.

## **BAB X**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **10.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap prarancangan pabrik resin fenolik jenis resole dari fenol dan formaldehida dengan kapasitas 25.000 ton per tahun dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak adalah 10,04%.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak adalah 4,59 tahun
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 39,97% dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30–60% kapasitas produksi dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23,56% dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 20–30% kapasitas produksi sehingga pabrik dinyatakan memenuhi standar BEP dan SDP pabrik di Indonesia.

#### **10.2. Saran**

Pabrik resin fenolik jenis resole dari fenol dan formaldehida dengan kapasitas 25.000 ton per tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banchero, Julius T., and Walter L. Badger. 1955. *Introduction to Chemical Engineering*. McGraw-Hill. New York.
- Brown, G. G. 1950. *Unit Operation 6<sup>th</sup> Edition*. John Wiley & Sons. New York.
- Brownell, L. E. and Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design 3<sup>rd</sup> Edition*. John Wiley & Sons. New York.
- Chen, Yu, Gong, Zheng-jun, Yang, Shun-sheng and Wang, Dong-mei. 2010. *Study on The Treatment of Formaldehyde Wastewater by Addition Reaction. International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering*.
- Coulson, J. M., and Richardson J. F. 1983. *Chemical Engineering Volume 6*, Pergamon Press. New York.
- Coulson, J. M., and Richardson J. F. 1989. *Chemical Engineering 1<sup>st</sup> Edition*. Butterworth-Heinemann. Washington.
- Considine, Douglas M. 1985. *Process Instrument and Control Handbook, 3<sup>rd</sup> Edition*. McGraw-Hill. New York
- Degremont. 1991. *Water and Environment*. Lavoisier. France
- Fahid, Rabah Dr. 2012. *Water Treatment Lecture 5: Filtration*. Environmental Engineering Departement. Islamic University of Gaza.



- Flory, Paul J. 1953. *Principles of Polymer Chemistry 1<sup>st</sup> Edition*. Cornell University.
- Fogler, H. Scott. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. Prentice Hall. New Jersey.
- Foust, Alas S. 1981. *Principles of Unit Operation, 2<sup>nd</sup> Edition*. John Wiley & Sons. New York.
- Geankoplis, Christie. J. 1993. *Transport Processes and unit Operation 3<sup>rd</sup> Edition*. Allyn & Bacon. New Jersey.
- Hesse, Herman C. 1959. *Process Equipment Design, 7<sup>th</sup> Edition*. D Van Norstrand. New York.
- Himmeblau, David. 1996. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*. Prentice Hall. New Jersey
- Joshi, M. V. 1981. *Process Equipment Design*. Mc Millan India Limited. New Delhi.
- Kern, Donald Q. 1950. *Process Heat Transfer International Edition*. McGraw-Hill. New York.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F. 1999. *Encyclopedia of Chemical Technology, 4<sup>th</sup> Edition., Volume 18*. John Wiley & Sons. New York.
- Ludwig, E. E. 1977. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Vol. 1, 2<sup>nd</sup> Edition*. Gulf. Houston.
- McCabe, W. L. and Smith, J. C. 1985. *Operasi Teknik Kimia*. Erlangga. Jakarta.
- Megyesy, E.F. 1983. *Pressure Vessel Handbook*. Pressure Vessel Handbook Publishing. USA.
- Moss, D. 2004. *Pressure Vessel Design Manual, 3<sup>rd</sup> Edition*. Elviesier. Boston.

- MSDS Phenol.ScienceLab.com, Diakses pada 15 Agustus 2018.
- MSDS Formaldehyde 37%.ScienceLab.com, Diakses pada 15 Agustus 2018.
- MSDS Hexamethylenetetramine.ScienceLab.com, Diakses pada 15 Agustus 2018.
- Perry, Robert H., and Green, Don W. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill. New York.
- Perry, Robert H., and Green, Don W. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill. New York.
- Peters, M. S. and Timmerhause, K. D. 1991. *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3<sup>ed</sup> Edition*. McGraw-Hill. New York.
- Peters, M. S., Timmerhause, K. D., and West, R. E. 2002. *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 5<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Powell, S. T. 1954. *Water Conditioning for Industry*. McGraw Hill Book Co. New York.
- Ramadhani, E. 2016. Analisis Pencemaran Kualitas Air Sungai Bengawan Solo Akibat Limbah Industri di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Rase. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant, Vol. 1<sup>st</sup>, Principles and Techniques*. John Wiley & Sons. New York
- Severn, W.H. 1959. *Steam, Air and Gases Power 5<sup>th</sup> Edition*. John Wiley & Sons,. New York.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C. and Abbott, M. M. 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics, 6<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill. New York.

Treyball, R.E. 1983. *Mass Transfer Operation, 3<sup>rd</sup> Edition*. McGraw-Hill. New York.

Ulrich. G. D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc, New York.

UU No. 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas.

UU No. 46 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional

UU No. 24 Tahun 2011 tentang Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial

Vilbrandt, F. C. and Dryden, C. E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. McGraw-Hill. New York.

Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann. Washington.

Wang, L. K. 2008. *Gravity Thickener, Handbook of Enviromental Engineering, Vol. 6<sup>th</sup>*. The Humana Press. New Jersey.

Wilson, E. T. 2005. *Clarifier Design*. McGraw-Hill. London.

Yaws, C. L. 1996. *Chemical Properties Handbook*, McGraw-Hill. New York

[www.beacukai.go.id](http://www.beacukai.go.id), Diakses pada 20 Februari 2019.

[www.bi.go.id](http://www.bi.go.id), Diakses pada 18 Maret 2019.

[www.chemengonline.com](http://www.chemengonline.com), Diakses pada 20 Februari 2019.

[www.data.un.org](http://www.data.un.org), Diakses pada 15 Agustus 2018.

[www.epa.gov](http://www.epa.gov), Diakses pada 8 April 2019.

[www.gresikkab.go.id](http://www.gresikkab.go.id), Diakses pada 20 Februari 2019.

[www.icis.com](http://www.icis.com), Diakses pada 20 Februari 2019 pukul 13.45 WIB.

[www.indonesian.alibaba.com](http://www.indonesian.alibaba.com), Diakses pada 15 Agustus 2018.

[www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id), Diakses pada 20 Oktober 2018.

[www.matche.com](http://www.matche.com), Diakses pada 18 Maret 2019.

[www.maps.google.co.id](http://www.maps.google.co.id), Diakses pada 18 Maret 2019.

[www.npfa.org](http://www.npfa.org), Diakses pada 8 April 2019

[www.peta.bpn.go.id](http://www.peta.bpn.go.id), Diakses pada 18 Maret 2019.

[www.water.usgs.gov](http://www.water.usgs.gov), Diakses pada 8 April 2019