

**PRARANCANGAN PABRIK ETILEN OKSIDA DENGAN PROSES OKSIDASI  
LANGSUNG MENGGUNAKAN OKSIGEN TEKNIS  
KAPASITAS 130.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi Dan Seminar  
Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,  
Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh:**

**Hasna Huwaida Sifa**

**40040119650071**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DAPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2026**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRARANCANGAN PABRIK ETILEN OKSIDA DENGAN PROSES OKSIDASI  
LANGSUNG MENGGUNAKAN OKSIGEN TEKNIS  
KAPASITAS 130.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Terapan Teknik**

**Disusun Oleh:**

**HASNA HUWAIDA SIFA NIM. 40040119650071**

Disetujui dan disahkan sebagai Laporan Tugas Akhir(Skripsi)

Semarang, 26 Juni 2026

**Dosen Pembimbing,**



**Hermawan Dwi Ariyanto S.T., M.Sc., Ph.D.**

**NIP. H.7.199005152021021001**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Hasna Huwaida Sifa  
NIM : 40040119650071  
Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Etilen Oksida Dengan Proses Oksidasi Langsung Menggunakan Oksigen Teknis Kapasitas 130.000 Ton/Tahun  
Fakultas dan Jurusan : Sekolah Vokasi/ STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya atas nama Hasna Huwaida Sifa didampingi pembimbing saya Bapak Hermawan Dwi Ariyanto S.T., M.Sc., Ph.D. 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 kami buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan apapun.

Semarang, 26 Juni 2026



Hasna Huwaida Sifa

NIM. 40040119650071

## HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI



KEMENTERIA PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**SEKOLAH VOKASI**  
PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

Jalan Gubernur Mochar  
Tombalang, Semarang Kode Pos 50275  
Telepon/Faksimile (024) 7471370  
Laman [www.trk.vokasi.undip.ac.id](http://www.trk.vokasi.undip.ac.id)  
Pos-el: trk@trk.vokasi.undip.ac.id

## HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan Skripsi : Prarancangan Pabrik Etilen Oksida dengan Proses  
Oksidasi Langsung Menggunakan Oksigen Teknis  
Kapasitas 130.000 Ton/Tahun

### Identitas Penulis

Nama : Hasna Huwaida Sifa  
NIM : 40040119650071  
Fakultas : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia  
Industri

Mengetahui,  
**Tim Penguji**

Semarang, 29 Juni 2026

Penguji I,

Penguji II,

Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D., IPP. NIP. H.7.198803152018072001

Sri Risdhiyanti Nuswantari S.Tr.T., M.T. NIP. 199711102024062001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (skripsi) yang berjudul “Prarancangan Pabrik Etilen Oksida dengan Proses Oksidasi Langsung Menggunakan Oksigen Teknis Kapasitas 130.000 Ton/Tahun”.

Dalam penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Bapak Hermawan Dwi Ariyanto S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing Laporan Tugas Akhir (Skripsi).
3. Bapak Ir. Edy Supriyo, M.T. selaku Dosen Wali Kelas A angkatan 2019.
4. Seluruh Dosen dan Tenaga Pendidik Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, dorongan semangat dan doa yang tidak henti-hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (Skripsi) dengan baik.
6. Teman-teman Teknologi Rekayasa Kimia Industri dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir (Skripsi) ini hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa dalam Laporan Tugas Akhir (Skripsi) ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat menghargai saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang memerlukannya.

Semarang, 06 September 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Rancangan .....	1
1.2.1. Proyeksi Kebutuhan Pasar Etilen Oksida di Indonesia.....	1
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	3
1.3.1. Faktor Utama .....	3
1.3.2. Faktor Penunjang .....	4
1.4. Tinjauan Proses .....	4
1.4.1. Macam Macam Proses.....	4
1.5. Proses yang Dipilih .....	6
1.6. Kegunaan Etilen Oksida .....	7
BAB II DESKRIPSI PROSES .....	8
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	8
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	8
2.1.2. Spesifikasi Produk .....	8
2.1.3. Bahan Penunjang.....	9
2.2. Konsep Proses .....	10
2.2.1. Dasar Reaksi.....	10
2.2.2. Mekanisme Reaksi.....	10
2.2.3. Tinjauan Termodinamika.....	11
2.2.4. Konstanta Keseimbangan Reaksi .....	12
2.2.5. Tinjauan Kinetika.....	13
2.2.6. Kondisi Operasi .....	13

<b>2.3.</b>	<b>Langkah Proses.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4.</b>	<b>Diagram Alir Neraca Massa .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.</b>	<b>Neraca Massa Alat.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.1.</b>	<b>Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01).....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.2.</b>	<b>Neraca Massa di Sekitar Etilen Oksida Absorber (A-01).....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.3.</b>	<b>Neraca Massa di Sekitar Carbon Dioksida Absorber (A-02) .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.4.</b>	<b>Neraca Massa di Sekitar Carbon Dioksida Stripper (S-01).....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.5.</b>	<b>Neraca Massa di Sekitar Menara Destilasi (D-01).....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.6.</b>	<b>Neraca Massa di Sekitar Purgings.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.7.</b>	<b>Neraca Massa di Mixing Point Etilen Feed dan Recycle.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.8.</b>	<b>Neraca Massa di Mixing Point Oksigen Feed dan Nitrogen Feed.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.9.</b>	<b>Neraca Massa Overall .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.</b>	<b>Diagram Alir Neraca Panas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.7.</b>	<b>Neraca Panas Alat.....</b>	<b>22</b>
<b>2.7.1.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-01) .....</b>	<b>22</b>
<b>2.7.2.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Ekspander (E-01).....</b>	<b>22</b>
<b>2.7.3.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Etilen Oksida Absorber (A-01).....</b>	<b>23</b>
<b>2.7.4.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Menara Destilasi (D-01) .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7.5.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Carbon Dioksida Absorber (A-02).....</b>	<b>23</b>
<b>2.7.6.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Carbon Dioksida Stripper (S-01) .....</b>	<b>24</b>
<b>2.7.7.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Bottom Stripper Cooler (Co-01).....</b>	<b>24</b>
<b>2.7.8.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Purgings .....</b>	<b>24</b>
<b>2.7.9.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Kompresor (C-01).....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.10.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Etilen Vaporizer (V-01) .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.11.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Nitrogen Vaporizer (V-02) .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.12.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Oksigen Vaporizer (V-03) .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.13.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Heat Exchanger (HE-01) .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.14.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Mixing Point Etilen Feed dan Recycle .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.15.</b>	<b>Neraca Panas di Sekitar Mixing Point Oksigen Feed dan Nitrogen Feed .....</b>	<b>26</b>
<b>2.8.</b>	<b>Neraca Panas Overall .....</b>	<b>27</b>
<b>2.9.</b>	<b>Tata Letak Pabrik dan Pemetaan .....</b>	<b>28</b>
<b>2.9.1.</b>	<b>Tata Letak Pabrik.....</b>	<b>28</b>
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT .....</b>		<b>33</b>

3.1.	Unit Penyimpanan .....	33
3.2.	Unit Pemindahan .....	34
3.3.	Unit Reaktor Kimia .....	35
3.4.	Unit Pemurnian.....	36
3.5.	Unit Penukar Panas.....	37
3.6.	Unit Pemisahan .....	38
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES .....</b>		<b>38</b>
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	38
4.1.1.	Unit Pengadaan Air .....	38
4.1.2.	Pengolahan Air.....	39
4.1.3.	Kebutuhan Air .....	41
4.2	Unit Pengadaan Listrik .....	42
4.2.1.	Kebutuhan Listrik .....	42
4.2.2.	Generator.....	44
4.3.	Unit Pengadaan Steam .....	45
4.3.1.	Perhitungan Kapasitas Boiler.....	46
4.3.2.	Menentukan Luas Perpindahan Panas.....	47
4.3.3.	Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar.....	47
4.4	Unit Bahan Bakar .....	48
4.5.1.	Fungsi Laboratorium .....	48
4.5.2.	Program Kerja Laboratorium.....	49
4.6	Unit Pengolahan Limbah .....	50
4.7	Instrumentasi .....	50
4.6.	Unit Penyedia Udara Tekan .....	51
<b>BAB V MANAGEMENT PERUSAHAAN.....</b>		<b>52</b>
5.1.	Bentuk Perusahaan.....	52
5.2.	Struktur Organisasi.....	52
5.3.	Tugas dan Wewenang.....	54
5.3.1.	Pemegang Saham .....	54
5.3.2.	Dewan Komisaris .....	54
5.3.3.	Dewan Direksi .....	55
5.3.4.	Staff Ahli.....	55
5.3.5.	Kepala Bagian .....	56

<b>5.4</b>	<b>Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan .....</b>	<b>57</b>
<b>5.4.1.</b>	<b>Pembagian Jam Kerja Karyawan .....</b>	<b>58</b>
<b>5.5.</b>	<b>Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....</b>	<b>59</b>
<b>5.5.1.</b>	<b>Jumlah Karyawan dan Gaji .....</b>	<b>60</b>
<b>5.6.</b>	<b>Kesejahteraan Sosial Karyawan .....</b>	<b>61</b>
<b>5.7.</b>	<b>Coorporate Social Responsibility (CSR) .....</b>	<b>62</b>
<b>BAB VI TROUBLESHOOTING .....</b>		<b>64</b>
<b>6.1.</b>	<b>Troubleshooting pada Unit Penyimpanan.....</b>	<b>64</b>
<b>6.2.</b>	<b>Troubleshooting pada Unit Pemindahan.....</b>	<b>65</b>
<b>6.3.</b>	<b>Troubleshooting pada Unit Reaktor .....</b>	<b>66</b>
<b>6.4.</b>	<b>Troubleshooting pada Unit Pemisahan .....</b>	<b>67</b>
<b>6.5.</b>	<b>Troubleshooting pada Unit Penukar Panas .....</b>	<b>68</b>
<b>6.6.</b>	<b>Troubleshooting Emergency Shutdown .....</b>	<b>68</b>
<b>BAB VII ANALISA EKONOMI .....</b>		<b>71</b>
<b>7.1.</b>	<b>Penentuan Harga Peralatan.....</b>	<b>71</b>
<b>7.2.</b>	<b>Dasar Perhitungan.....</b>	<b>74</b>
<b>7.3.</b>	<b>Perhitungan Biaya Produksi.....</b>	<b>74</b>
<b>7.3.1.</b>	<b>Penaksiran Modal Industri (Total Capital Investment) .....</b>	<b>74</b>
<b>7.3.2.</b>	<b>Penentuan Biaya Pembuatan (Manufacturing Cost) .....</b>	<b>75</b>
<b>7.3.3.</b>	<b>General Expense .....</b>	<b>75</b>
<b>7.3.4.</b>	<b>Analisa Kelayakan .....</b>	<b>75</b>
<b>7.4.</b>	<b>Hasil Perhitungan .....</b>	<b>77</b>
<b>7.4.1.</b>	<b>Total Capital Investment .....</b>	<b>77</b>
<b>7.4.2.</b>	<b>Total Manufacturing Cost .....</b>	<b>78</b>
<b>7.4.3.</b>	<b>General Expense .....</b>	<b>79</b>
<b>7.5.</b>	<b>Analisa Kelayakan .....</b>	<b>79</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>80</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>		<b>82</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>		<b>93</b>
<b>LAMPIRAN C .....</b>		<b>123</b>
<b>LAMPIRAN D.....</b>		<b>178</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Impor Etilen Oksida Tahun 2018-2022.....</b>	<b>2</b>
<b>Gambar 2. 1 Diagram Alir Neraca Massa .....</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 2. 2 Blok Diagram Neraca Massa .....</b>	<b>17</b>
<b>Gambar 2. 3 Blok Diagram Neraca Panas .....</b>	<b>22</b>
<b>Gambar 2. 4 Layout Peralatan Proses.....</b>	<b>30</b>
<b>Gambar 2. 5 Layout Peralatan Proses.....</b>	<b>31</b>
<b>Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan.....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 7. 1 Grafik Index CEP tahun 2001-2022.....</b>	<b>73</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebutuhan Impor Etilen Oksida di Indonesia .....	1
Tabel 1. 2 Proyeksi Kebutuhan Etilen Oksida di Indonesia .....	2
Tabel 2. 1 Neraca Massa Reaktor (R-01) .....	17
Tabel 2. 2 Neraca Massa Etilen Oksida Absorber (A-01) .....	17
Tabel 2. 3 Neraca Massa Carbon Dioksida Absorber (A-02).....	18
Tabel 2. 4 Neraca Massa Carbon Dioksida Stripper (S-01) .....	18
Tabel 2. 5 Neraca Massa Menara Destilasi (D-01) .....	18
Tabel 2. 6 Neraca Massa Purgings .....	19
Tabel 2. 7 Neraca Mixing Point Etilen Feed dan Recycle.....	19
Tabel 2. 8 Neraca Massa Mixing Point Oksigen Feed dan Nitrogen Feed.....	19
Tabel 2. 9 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	22
Tabel 2. 10 Neraca Panas Ekspander (E-01) .....	22
Tabel 2. 11 Neraca Panas Etilen Oksida Absorber (A-01) .....	23
Tabel 2. 12 Neraca Panas Menara Destilasi (D-01).....	23
Tabel 2. 13 Neraca Panas Carbon Dioksida Absorber (A-02) .....	23
Tabel 2. 14 Neraca Panas Carbon Dioksida Stripper (S-01).....	24
Tabel 2. 15 Neraca Panas Bottom Stripper Cooler (Co-01) .....	24
Tabel 2. 16 Neraca Panas Purgings.....	24
Tabel 2. 17 Neraca Panas Kompresor (C-01) .....	25
Tabel 2. 18 Neraca Panas Etilen Vaporizer (V-01) .....	25
Tabel 2. 19 Neraca Panas Nitrogen Vaporizer (V-01) .....	25
Tabel 2. 20 Neraca Panas Oksigen Vaporizer (V-03) .....	25
Tabel 2. 21 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01) .....	26
Tabel 2. 22 Neraca Panas Mixing Point Etilen Feed dan Recycle .....	26
Tabel 2. 23 Neraca Panas Mixing Point Oksigen Feed dan Nitrogen Feed .....	26
Tabel 2. 24 Perincian Penggunaan Tanah .....	29
Tabel 3. 1 Tangki Penyimpanan .....	33
Tabel 3. 2 Pompa Etilen.....	34
Tabel 3. 3 Reaktor Etilen Oksida.....	35
Tabel 3. 4 Menara Destilasi .....	35

<b>Tabel 3. 5 Heat Exchanger .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabel 3. 6 Menara Absorber .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabel 4. 1 Kebutuhan Steam .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabel 4. 3 Keperluan Proses.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabel 4. 4 Keperluan Utilitas .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 4. 5 Kebutuhan Penerangan .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 4. 6 Kebutuhan Steam .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabel 5. 1 Pembagian Shift Karyawan.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabel 5. 2 Jadwal Kerja.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabel 5. 3 Jabatan dan Pendidikan .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabel 5. 4 Jumlah Karyawan .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabel 5. 5 Gaji Karyawan.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabel 6. 1 Troubleshooting Unit Penyimpanan.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabel 6. 2 Troubleshooting Unit Pemindahan.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabel 6. 3 Troubleshooting Unit Reaktor .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabel 6. 4 Troubleshooting Unit Pemisahan.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabel 6. 5 Troubleshooting Unit Penukar Panas .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabel 7. 1 Chemical Engineering Plant Index (CEP) .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabel 7. 2 Physical Plant Cost (PPC).....</b>	<b>77</b>
<b>Tabel 7. 3 Fixed Capital Investment (FCI) .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabel 7. 4 Working Capital Investment (WCI).....</b>	<b>78</b>
<b>Tabel 7. 5 Total Capital Investment .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabel 7. 6 Direct Manufacturing Cost (DMC) .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabel 7. 7 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....</b>	<b>78</b>
<b>Tabel 7. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabel 7. 9 Total Manufacturing Cost (TMC) .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabel 7. 10 Total Manufacturing Cost (TMC) .....</b>	<b>79</b>

## INTISARI

Dengan kapasitas produksi 130.000 ton per tahun, Etilen Oksida adalah perusahaan berbentuk PT (Perseroan Terbatas) dengan status perusahaan terbuka yang mengolah Oksigen, Nitrogen, dan Etilen menjadi Etilen Oksida. Pabrik Etilen Oksida didirikan pada tahun 2023, tepatnya didirikan pada kawasan industri Cilegon, yaitu Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC), yang terletak di Jalan Raya Anyer, Cilegon, Banten. Pemasaran yang dilakukan oleh pabrik Etilen Oksida ini bekerja sama dengan pabrik penyedia bahan baku diantaranya PT. Chandra Asri Petrochemical Center menyediakan bahan baku etilen, dan PT. Air Liquid Indonesia menyediakan bahan baku nitrogen dan oksigen. Pabrik Etilen Oksida ini membeli bahan pembantu seperti katalis dari perusahaan yang bekerja sama dengan pabrik tersebut. Pabrik etilen oksida ini menggunakan proses oksidasi langsung dengan oksigen teknis. Absorber, Reaktor, Heat Exchanger, Kolom Destilasi, dan Expander adalah alat utama yang digunakan dalam proses produksi. Beberapa unit utilitas yang digunakan sebagai fasilitas pendukung termasuk boiler untuk steam dan berbagai jenis air baku yang berasal dari Plant Treatment Water pihak pengelola KIEC dan dari sumber air tanah. Unit penanganan limbah menjadi tempat pengolahan limbah. Pabrik etilen oksida memiliki tiga fasilitas laboratorium yaitu Laboratorium Pengamatan, Laboratorium Penelitian dan Pengembangan, serta Laboratorium Analisa.