PRA RANCANGAN PABRIK

N-BUTIRALDEHIDA DARI PROPILENA, CO DAN H_2 MENGGUNAKAN PROSES OXO RCH/RP BERBASIS KATALIS RH-TPPTS DENGAN KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH:

OKTAVIA EKA ARDYANTI

NPM. 22031010220

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

PRA RANCANGAN PABRIK

N-BUTIRALDEHIDA DARI PROPILENA, CO DAN H_2 MENGGUNAKAN PROSES OXO RCH/RP BERBASIS KATALIS RH-TPPTS DENGAN KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Kimia

DISUSUN OLEH:

OKTAVIA EKA ARDYANTI

NPM. 22031010220

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

"N-BUTIRALDEHIDA DARI PROPILENA, CO DAN H_2 MENGGUNAKAN PROSES OXO RCH/RP BERBASIS KATALIS RH-TPPTS DENGAN KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN"

DISUSUN OLEH:
OKTAVIA EKA ARDYANTI
NPM. 22031010220
Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji
Pada tanggal : 5 Oktober 2026
Menyetujui,

Dosen Penguji	Dosen Pembimbing
1.	1.
Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.	**Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.**
NIP. 19660621 199203 2 001	**NIP. 19570314 198603 2 001**
2.	
Dr. Ir. Susilowati, M.T.	
NIP. 19621120 199103 2 001	
3.	
Raka Selaksa Charisma M., S.T., M.T.	
NIP. 19960405 202406 1 001	

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Drs. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK
"N-BUTIRALDEHIDA DARI PROPILENA, CO DAN H_2
MENGGUNAKAN PROSES OXO RCH/RP BERBASIS KATALIS
RH-TPPTS DENGAN KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN"

DISUSUN OLEH:
OKTAVIA EKA ARDYANTI
NPM. 22031010220

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki M.T.
NIP. 19570314 198603 2 001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp (031) 8782179 Surabaya 60294

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Oktavia Eka Ardyanti

NPM : 22031010220

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi*)~~ PRA RENCANA (DESAIN) / ~~SKRIPSI~~ / ~~TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode II Oktober T.A 2026/2027

Dengan judul :

"PRA RANCANGAN PABRIK N-BUTIRALDEHIDA DARI PROPILENA, CO DAN H_2 MENGGUNAKAN PROSES OXO RCH/RP BERBASIS KATALIS RH-TPPTS DENGAN KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN"

Surabaya, 5 Oktober 2026

Dosen penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
   NIP. 19660621 199203 2 001
   (.....)

2. Dr. Ir. Susilowati, M.T.
   NIP. 19621120 199103 2 001
   (.....)

3. Raka Selaksa Charisma M., S.T., M.T.
   NIP. 19960405 202406 1 001
   (.....)

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki M.T.
NIP. 19570314 198603 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Oktavia Eka Ardyanti
NPM	: 22031010220
Program	: Sarjana (S1)/~~Magister (S2)~~/~~Doktor (S3)~~
Program Studi	: Teknik Kimia
Fakultas	: Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas akhir/Skripsi/~~Tesis/Disertasi~~* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 5 Oktober 2026

Yang membuat pernyataan,

Oktavia Eka Ardyanti

NPM. 22031010220

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir pra rancangan pabrik dengan judul "Pabrik N-Butiraldehida dari Propilena, CO, dan H_2 Menggunakan Proses OXO RCH/RP Bebasis Katalis RH-TPPTS dengan Kapasitas 55.000 Ton/Tahun".

Tugas akhir pra rancangan pabrik ini dapat disusun dengan baik berkat bimbingan, dukungan serta masukan yang diberikan. Sehingga, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN "Veteran" Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia UPN "Veteran" Jawa Timur.
3. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T. selaku dosen pembimbing pra rancangan pabrik.

Penyusun menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir pra rancangan pabrik ini. Sehubungan dengan hal tersebut, penyusun mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak guna menjadi bahan perbaikan selanjutnya. Demikian atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Surabaya, 5 Oktober 2026

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
LEMBAR PENGESAHAN ii
KETERANGAN REVISI..... iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL viii
INTISARI.....ix
BAB I PENDAHULUAN I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES II-1
BAB III NERACA MASSA..... III-1
BAB IV NERACA PANAS..... IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT..... V-1
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA VI-1
BAB VII UTILITAS……. VII-1
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK VIII-1
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI…….. X-1
BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN XI-1
DAFTAR PUSTAKA DP-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Proses Oxo Katalis Kobalt.....II-1
Gambar II. 2 Proses LP Oxo Katalis Rhodium-TPP.....II-2
Gambar II. 3 Proses Oxo Ruhrchemie/Rhône-Poulenc Katalis Rhodium-TPPTS....II-3
Gambar II. 4 Blok Diagram Proses Oxo RCH/RP II-6
Gambar VIII. 1 Peta Pendirian Pabrik N-Butiraldehida VIII-1
Gambar VIII. 2 Layout Pabrik N-butiraldehida..... VIII-7
Gambar VIII. 3 Layout Peralatan Pabrik VIII-8
Gambar IX. 1 Struktur Organisasi Perusahaan IX-9

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Ketersediaan Bahan Baku.....I-3
Tabel I. 2 Ketersediaan Katalis dan Ligan.....I-3
Tabel I. 3 Potensial Ekonomi.....I-3
Tabel I. 4 Data Impor N-Butiraldehida di Indonesia.....I-5
Tabel I. 5 Kebutuhan N-Butiraldehida di Asia-Pasific.....I-6
Tabel I. 6 Daftar Kapasitas Produksi Perusahaan Produsen N-Butiraldehida.....I-7
Tabel I. 7 Komposisi Propilena.....I-9
Tabel I. 8 Komposisi Hidrogen.....I-10
Tabel I. 9 Komposisi Karbon Monoksida.....I-11
Tabel I. 10 Komposisi Rhodium.....I-11
Tabel I. 11 Komposisi Tripenylphosphine Trisulfonated.....I-12
Tabel I. 12 Komposisi Air.....I-13
Tabel I. 13 Komposisi N-Butiraldehida.....I-14
Tabel I. 14 Komposisi Iso-Butiraldehida.....I-15
Tabel II. 1 Pemilihan Proses.....II-5
Tabel VI. 1 Instrumentasi pada Pra Rancangan n-Butiraldehid.....VI-4
Tabel VIII. 1 Alokasi Pembagian Luas Pabrik.....VIII-6
Tabel IX. 1 Jadwal Kerja Karyawan Proses.....IX-10
Tabel IX. 2 Jumlah Karyawan Bagian Produksi dan Proses.....IX-11
Tabel IX. 3 Jumlah Karyawan Bagian Utilitas dan Pembangkit Tenaga.....IX-12
Tabel IX. 4 Rincian Jumlah Tenaga Kerja dan Upah.....IX-13

INTISARI

N-Butiraldehida (*butyraldehyde*) merupakan senyawa organik salah satu produk turunan propilena yang berfungsi sebagai bahan antara (*chemical intermediate*) dalam produksi n-butanol, 2-*ethyl hexanol*, plasticizer, serta resin *polyvinyl butyral* (PVB) yang banyak digunakan pada industri plastik, pelapis, otomotif, dan konstruksi. Secara global, kawasan Asia-Pasifik merupakan pasar terbesar n-butiraldehida, didorong oleh pesatnya industrialisasi, ekspansi kapasitas manufaktur kimia, serta pertumbuhan signifikan pada sektor otomotif, konstruksi, dan pengemasan. Kondisi tersebut membuka peluang yang sangat baik untuk mendirikan pabrik N-butiraldehida pertama di Indonesia. Pabrik N-butiraldehida direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2030 dengan kapasitas produksi sebesar 55.000 ton per tahun dan berlokasi di Zona PT Kawasan Industri Kujang Cikampek, Karawang, Jawa Barat. Operasional pabrik dirancang berlangsung selama 330 hari setiap tahun dengan total kebutuhan tenaga kerja sebanyak 160 orang.

Proses sintesis n-butiraldehida dilakukan melalui reaksi hidroformilasi propilena dengan gas sintesis (karbon monoksida dan hidrogen dengan rasio volume 1:1) menggunakan sistem katalis larut air yang mengandung rhodium. Reaksi dijalankan pada suhu 125°C dan tekanan 5.000 kPa (50 atm). Katalis yang digunakan berupa kompleks rhodium larut air dengan konsentrasi logam rhodium dipertahankan 300 ppm berdasarkan berat larutan katalis. Ligan yang digunakan adalah sulfonated triaryl phosphine, yaitu triphenylphosphine trisulfonated (TPPTS) dengan rasio P/Rh dijaga sekitar 20:1 untuk memastikan rasio n/iso 95/5 dan konversi propilena 59,36%. Rasio volume fase air terhadap fase organik ditetapkan 10:1. Reaksi berlangsung menggunakan reaktor tangki berpengaduk yang dilengkapi *perforated pipe sparger* dan koil pendingin karena reaksi bersifat eksotermis dan dioperasikan pada kondisi steady-state dengan waktu tinggal selama 30,4 menit. Di dalam reaktor, rasio volume fase gas terhadap komponen cair dijaga sebesar 5%.

Produk keluaran reaktor dialirkan menuju knock-out drum untuk memisahkan fase gas dan fase cair. Fase gas hasil pemisahan kemudian dibagi menjadi dua aliran, yaitu sebagian di recycle ke reaktor, sedangkan sebagian disimpan pada tangki penyimpanan produk samping karbon monoksida pada tekanan 100 atm dan suhu 30°C. Fase cair selanjutnya diumpankan ke dekanter, di mana terjadi pemisahan gravitasi antara fase air yang mengandung katalis Rh-TPPTS dan fase organik yang mengandung campuran aldehida dan 0,4 kg propilena per kg aldehida terlarut akibat perbedaan densitas kedua fase. Fase air dipompa ke tangki akumulator sebelum dikembalikan ke reaktor dengan penambahan air *make-up* untuk menggantikan kehilangan air yang larut dalam aldehida sebesar 0,89% b/b. Fase organik dipompa menuju stripper, terjadi kontak *counter-current* dengan *syngas* sebagai agen stripping, sehingga propilena terlarut terpisah sebagai produk atas dan dikembalikan ke reaktor.

Produk bawah stripper berupa crude butiraldehida dialirkan melalui katup penurun tekanan hingga 5 atm sebelum diumpankan ke kolom distilasi. Kolom distilasi dioperasikan pada tekanan 5 atm dan suhu 126°C untuk memisahkan n-butiraldehida dan iso-butiraldehida berdasarkan perbedaan titik didih. Iso-butiraldehida diperoleh sebagai produk atas kolom, sedangkan n-butiraldehida sebagai produk bawah. Kedua produk dialirkan melalui katup penurun tekanan hingga 1 atm sebelum didinginkan hingga 30°C menggunakan cooler untuk disimpan di tangki penyimpanan dan dikemas dalam drum 200 liter untuk distribusikan.

Ketentuan pendirian pabrik N-butiraldehida yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kapasitas Produksi : 55.000 ton/tahun
2. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
3. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
4. Jumlah Karyawan : 160 orang
5. Waktu operasi : 330 hari/tahun; 24 jam/hari

6. Lokasi Pabrik : PT. Kawasan Industri Pupuk Kujang Cikampek (KIKC), Karawang
7. Luas Pabrik : 25.000 m²
8. Bahan Baku :
   a. Propilen : 4.287,38 kg/jam
   b. Karbon Monoksida : 3.694,73 kg/jam
   c. Hidrogen : 265,93 kg/jam
   d. Katalis Rh : 0,11 kg/jam
   e. Ligan TPPTS : 11,82 kg/jam
9. Produk :
   a. N-butiraldehida : 6.944,44 kg/jam
   b. Iso-butiraldehida : 365,47 kg/jam
   c. Karbon Monoksida : 890,77 kg/jam
10. Utilitas :
   a. Kebutuhan steam : 10.171,68 kg/jam
   b. Kebutuhan air : 39.809,77 m³/jam
   c. Kebutuhan listrik : 2.578,98 kWh
   d. Kebutuhan bahan bakar : 3,35 barrel/jam
11. Analisa Ekonomi :
   a. Masa Kontruksi : 2 Tahun
   b. Umur Pabrik : 10 Tahun
   c. *Fixed Capital Investment* (FCI) : Rp. 764.915.247.484
   d. *Working Capital Investment* (WCI) : Rp. 324.598.749.081
   e. *Total Capital Investment* (TCI) : Rp. 1.089.449.513.846
   f. Biaya Bahan Baku (per tahun) : Rp. 595.944.816.268
   g. Biaya Utilitas (per tahun) : Rp. 128.079.479.748
   h. Hasil Penjualan (per tahun) : Rp. 1.766.055.101.478
   i. Bunga Pinjaman Bank : 10%
   j. *Rate On Investment* (sebelum pajak) : 31,9%
   k. *Rate On Investment* (setelah pajak) : 23,8%

l. *Pay Back Period* (PBP) : 4 Tahun 5 Bulan

m. *Internal Rate of Return* (IRR) : 19,9%

n. *Break Even Point* (BEP) : 35%