

PRA RANCANGAN PABRIK
FORMALDEHYDE (CH₂O) DARI METANOL DAN OKSIGEN
DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-MOLYBDENUM*)
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN



Disusun Oleh:
ARYA WIDIRA ADI NUGRAHA
21031010269

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2025

**PRA RANCANGAN PABRIK
FORMALDEHYDE (CH_2O) DARI METANOL DAN OKSIGEN
DENGAN DUAL CATALYST Fe-Mo (IRON-MOLYBDENUM)
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia



Disusun Oleh:
ARYA WIDIRA ADI NUGRAHA
21031010269

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2025



**PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-
MOLYBDENUM*)**

**LEMBAR PENGESAHAN
PRA RANCANGAN PABRIK**

**"*FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN OKSIGEN
DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-MOLYBDENUM*)"**

Disusun Oleh:

ARYA WIDIRAADI NUGRAHA (21031010269)

Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Pembimbing dan Penguji
Pada tanggal : 04 Desember 2025

Dosen Penguji:

Dosen Pembimbing:

1.

Prof. Dr. Ir. Sri Muljani, M.T.

NIP. 19611112 198903 2 001

1.

Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP. 19620118 198803 1 001

2.

Ir. Nurul Widji Triana, M.T.

NIP. 19610301 198903 2 001

3.

Nove Karrika Erliyanti, S.T., M.T.

NIP. 19861123 202421 2030

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Bra. Jarivah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001



**-PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-
MOLYBDENUM*)**

LEMBAR PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK
“*FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN OKSIGEN
DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-MOLYBDENUM*)
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN”**

Disusun Oleh:

ARYA WIDIRA ADI NUGRAHA

NPM. 21031010269

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing sebagai persyaratan

**Untuk mengikuti Ujian Lisan
Pada Tanggal: 17 November 2025**

Surabaya, 17 November 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP. 19620118 198803 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295 Telp. (031) 872179 Fax. (031)872257

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa dibawah ini :

Nama : Arya Widira Adi Nugraha
NPM : 21031010269
Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan /
~~Teknik Lingkungan / Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) PRA RENCANA (DESAIN) / SKRIPSI / TUGAS
AKHIR Ujian Lisan Periode II, Semester Gasal TA. 2025/2026

Dengan Judul : PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN OKSIGEN
DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-MOLYBDENUM*)

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.
NIP. 19611112 198903 2 001
2. Ir. Nurul Widji Triana, M.T.
NIP. 19610301 198903 2 001
3. Nove Kartika Erliyanti, S.T.,M.T.
NIP. 19861123 202421 2030

Surabaya, 26 Oktober 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

(Ir. Ketut Sumada, M.S.)

NIP. 19620118 198803 1 001

*) Coret yang tidak perlu



PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-*
MOLYBDENUM)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arya Widira Adi Nugraha
NPM : 21031010269
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain 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/Desertasi 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, 05 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan



Arya Widira Adi Nugraha

21031010269



**PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-
MOLYBDENUM*)**

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, sehingga dapat diselesaikan Pra Rancangan Pabrik dengan judul “**Pabrik *Formaldehyde* (CH_2O) dari Metanol dan Oksigen dengan *Dual Catalyst* Fe-Mo (*Iron-Molybdenum*)**”.

Dalam melaksanakan Penulisan Pra Rancangan Pabrik ini, tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ir. Ketut Sumada, M.S. selaku dosen pembimbing pra rancangan pabrik yang telah membimbing selama proses Penulisan pra rancangan pabrik
4. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T. dan Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T. selaku dosen penguji seminar proposal pra rancangan pabrik
5. Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T., Ir. Nurul Widji Triana, M.T., dan Nove Kartika Erliyanti, S.T., M.T. selaku dosen penguji sidang komprehensif
6. Kedua orang tua Penulis, Bapak Nugroho Widi Antyo dan Ibu Ratnasari Linda Sulistijorini yang senantiasa memberikan dukungan tanpa syarat, tanpa pernah membebani dengan tuntutan atas hasil, melainkan hanya dengan ketulusan doa dan kepercayaan yang tak tergoyahkan
7. Kedua Saudara Laki-Laki Penulis, Rahadian Satya Adi Nugraha dan Wildan Roihan Adi Nugraha yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi
8. Secara khusus, penulis menyampaikan terima kasih kepada Octavia Marsha Pakpahan sebagai partner dalam PKL, Penelitian, dan Tugas Akhir, yang melalui dukungan dan kebersamaannya telah menjadi sumber semangat serta membantu terselesaikannya laporan ini dengan baik.



**PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-
MOLYBDENUM*)**

9. Rekan-rekan penulis, Mahasiswa Teknik Kimia Angkatan 2021, Teman-teman Hunter, dan Kawula Muda yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan motivasi selama penulis menyelesaikan laporan ini.

Akhir kata semoga Pra Rancangan Pabrik ini dapat memberi manfaat kepada semua pihak yang berkepentingan dan Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan kepada semua pihak yang telah memberi bantuan dalam Penulisan Pra Rancangan Pabrik ini.

Surabaya, 04 Desember 2025

Penulis



PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-*
***MOLYBDENUM*)**

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	viiv
INTISARI.....	ix
BAB I	I-1
PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	I-1
I.2 Kegunaan Produk	I-2
I.3 Ketersediaan Bahan Baku	I-3
I.4 Perencanaan Pabrik	I-3
I.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	I-7
I.4.1 Bahan Baku	I-7
I.4.1.1 Metanol	I-7
I.4.1.2 Udara	I-7
I.4.2 Produk	I-8
I.4.2.1 Formaldehid	I-8
I.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik.....	I-8
I.5.1 Pemilihan Lokasi	I-8
I.5.1.1 Faktor Utama	I-9
I.5.1.2 Faktor Khusus.....	I-9
BAB II.....	I-10
URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES.....	II-10
II.1 Macam macam proses.....	II-10
II.1.1 Proses katalis perak	II-10
II.1.2 Proses Katalis Oksida (Oxide Catalyst)	II-12
II.3 Uraian Proses	II-15
II.3.1 Persiapan Bahan Baku.....	II-15
II.3.2 Tahap Pembuatan Produk.....	II-15



PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-*
***MOLYBDENUM*)**

II.3.3 Tahap Pemurnian Produk	II-16
BAB III.....	III-18
NERACA MASSA.....	III-18
BAB IV	IV-22
NERACA PANAS.....	IV-22
BAB V.....	V-30
SPESIFIKASI ALAT.....	V-30
BAB VI.....	VI-40
INSTRUMEN DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-40
VI.1 Instrumentasi.....	VI-40
VI.1.1 Jenis Alat Instrumentasi.....	VI-40
VI.1.2 Pemilihan Alat Instrumentasi.....	VI-41
VI.2 Keselamatan Kerja.....	VI-43
VI.2.1 Bahaya Kebakaran.....	VI-44
VI.2.2 Bahaya Kecelakaan.....	VI-45
VI.2.3 Bahaya Terhadap Zat Kimia.....	VI-49
BAB VII.....	VII-51
UTILITAS.....	VII-51
VII.1 Unit Penyediaan Steam.....	VII-51
VII.2 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	VII-55
VII.3 Unit Penyediaan Listrik.....	VII-153
VII.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	VII-158
VII.5 Unit Penyediaan Molten Salt.....	VII-164
BAB VIII.....	VIII-175
LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	VIII-175
VIII.1 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	VIII-175
VIII.2 Tata Letak Pabrik.....	VIII-179
VIII.2.1 Daerah Proses.....	VIII-180



PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-*
***MOLYBDENUM*)**

VIII.2.2 Daerah Penyimpanan.....	VIII-180
VIII.2.3 Daerah Pemeliharaan Pabrik dan Bangunan.....	VIII-180
VIII.2.4 Daerah Utilitas.....	VIII-180
VIII.2.5 Daerah Administrasi.....	VIII-180
VIII.2.6 Daerah Perluasan.....	VIII-180
VIII.2.7 Plant Service.....	VIII-181
VIII.2.8 Jalan Raya.....	VIII-181
VIII.3 Lay Out / Perincian Luas Daerah Pabrik (m^2).....	VIII-181
BAB IX.....	IX-182
STRUKTUR ORGANISASI.....	IX-182
IX.1 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	IX-182
IX.2 Bentuk Perusahaan.....	IX-182
IX.3 Struktur Organisasi.....	IX-182
IX.3.1 Struktur Organisasi : Garis dan Staff.....	IX-182
IX.3.2 Pembagian Jam Kerja Pabrik.....	IX-188
IX.3.3 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	IX-189
IX.3.4 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	IX-189
BAB X.....	X-192
ANALISA EKONOMI.....	X-192
X.1 Modal (<i>Total Capital Investment</i>).....	X-192
X.2 Perhitungan Modal (<i>Total Capital Investment</i>).....	X-195
X.2.1 Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investmeni</i>).....	X-195
X.2.2 Depresiasi.....	X-195
X.3 Analisa Ekonomi.....	X-197
X.3.1 Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Investment</i>).....	X-199
X.3.2 Laju Pengembalian Modal (<i>Internal Rate of Return</i>).....	X-200
X.3.3 Lama Pengembalian Modal (<i>Pay Back Period</i>).....	X-201
X.3.4 Titik Impas (<i>Break Event Point</i>).....	X-201



**PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-
MOLYBDENUM*)**

BAB XI.....	XI-203
KESIMPULAN DAN SARAN.....	XI-203
XI.1 Kesimpulan.....	XI-203
XI.2 Saran.....	XI-204
DAFTAR PUSTAKA.....	XII-205
APPENDIX A.....	A-207
APPENDIX B.....	B-218
APPENDIX C.....	C-253
APPENDIX D.....	D-349



PRA RANCANGAN PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON- MOLYBDENUM*)

INTISARI

Pabrik Formaldehid ini dirancang untuk memiliki kapasitas produksi sebesar 65.000 ton per tahun dan akan didirikan di Kelurahan Guntung, Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur. Bahan baku utama yang digunakan adalah metanol, yang dipasok oleh PT Kaltim Methanol Industri (KMI) yang berlokasi berdekatan, dan oksigen dari udara bebas. Formaldehid (37%) yang dihasilkan memiliki aplikasi yang luas di berbagai industri, antara lain sebagai bahan baku untuk resin pada industri kayu lapis dan konstruksi, bahan pembantu dalam industri tekstil dan otomotif, serta sebagai disinfektan dan pengawet dalam industri farmasi. Pendirian pabrik ini bertujuan untuk memenuhi permintaan domestik yang terus tumbuh dan mengurangi ketergantungan terhadap impor.

Proses pembuatan formaldehid yang dipilih adalah proses Haldor Topsoe menggunakan *Dual Catalyst Iron-Molybdenum (Fe-Mo)*. Proses ini dipilih karena memiliki konversi metanol yang tinggi (98,4%) dan yield formaldehid yang optimal (94,4%), serta beroperasi pada suhu yang relatif lebih rendah (280-380°C) dan tekanan 1 atm, sehingga lebih aman dan efisien. Secara ringkas, metanol diuapkan dan dicampur dengan udara yang telah dipanaskan, kemudian campuran gas ini direaksikan dalam *Reaktor Fixed Bed Multitube*. Produk reaksi kemudian didinginkan dan dimurnikan dalam *Absorber* menggunakan air sebagai pelarut, diikuti proses pendinginan dan penghilangan ion formiat menggunakan *Ion Exchanger* sebelum produk akhir formaldehid 37% disimpan.

Adapun rincian dari Pra Rancangan Pabrik Formaldehida adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas Produksi : 65.000 ton/tahun
2. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
3. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
4. Jumlah Karyawan : 189 Orang
5. Waktu Operasi : 330 hari/tahun; 24 jam/hari
6. Lokasi Pabrik : Kaltim Industrial Estate Area, Bontang Utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur



PRA RANCANGAN
PABRIK *FORMALDEHYDE* (CH_2O) DARI METANOL DAN
OKSIGEN DENGAN *DUAL CATALYST* Fe-Mo (*IRON-*
***MOLYBDENUM*)**

7. Bahan Baku : Metanol
8. Utilitas
- a. Kebutuhan Steam : 2.884,46 kg/jam
 - b. Kebutuhan Listrik : 595 kWh
 - c. Kebutuhan Air : 258,43 m³/hari
 - d. Kebutuhan Bahan Bakar : 6.385,5162 L/hari
 - e. Luas Pabrik : 21.647,60 m³
9. Analisa Ekonomi
- a. Modal Tetap (FCI) : Rp. 869.912.920.710
 - b. Modal Kerja (WCI) : Rp. 212.321.783.637
 - c. Investasi Total (TCI) : Rp. 1.082.234.704.346
 - d. Bunga Bank : 8%
 - e. Keuntungan Sebelum Pajak : 21,80%
 - f. Keuntungan Setelah Pajak : 16,35%
 - g. Internal of Return : 17,036%
 - h. Waktu Pengembalian Modal (PBP) : 4 tahun, 10 bulan
 - i. Break Event Point : 29,645%