

**PRA-RANCANG PABRIK METIL METAKRILAT (MMA) DENGAN
METODE *REACTIVE DIVIDING WALL DISTILLATION COLUMN*
(RDWDC) MENGGUNAKAN KATALIS NKC-9 KAPASITAS 49.000
TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar
Tugas Akhir pada Jurusan S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Disusun oleh:

Amalia Nur Azziza

40040122650088

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2026



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

Jalan Gubernur Moestika
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon Faksimile (024) 7471379
Email: vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANG PABRIK METIL METAKRILAT (MMA) DENGAN METODE
REACTIVE DIVIDING WALL DISTILLATION COLUMN (RDWDC) MENGGUNAKAN
KATALIS NKC-9 KAPASITAS 49.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar
Tugas Akhir pada Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah**

Vokasi,

Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

AMALIA NUR AZZIZA

NIM. 40040122650088

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir

Semarang, 08 Juli 2026

Dosen Pembimbing


Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng.
NIP. 198102152005012002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amalia Nur Azziza
NIM : 40040122650088
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Pra-Rancang Pabrik Metil Metakrilat (MMA) Dengan Metode *Reactive Dividing Wall Distillation Column* (RDWDC) Menggunakan Katalis NKC-9 Kapasitas 49.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya Amalia Nur Azziza dan partner saya atas nama Nilna Husnin Nida didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 08 Juli 2026

Amalia Nur Azziza

NIM 40040122650088

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga atas izin Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul Pra-Rancang Pabrik Metil Metakrilat (MMA) dengan Metode *Reactive Dividing Wall Distillation Column* Menggunakan Katalis NKC-9 Kapasitas 49.000 Ton/Tahun. Penyusunan laporan ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari semua pihak. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan ilmu, arahan, dan bimbingan selama masa perkuliahan. Terima kasih atas segala perhatian, dukungan, dan dedikasi yang telah diberikan dalam mendampingi penulis selama menempuh pendidikan, yang tidak hanya bermakna bagi perjalanan akademik, tetapi juga menjadi bagian dari proses penulis untuk terus berkembang.
2. Ibu Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan arahan, masukan, dan bimbingan dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu, perhatian, dan dukungan yang telah diberikan, serta kesediaan untuk terus membimbing penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Tenaga Pendidik Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas ilmu, bantuan, dan dukungan yang tidak pernah putus selama masa studi berlangsung.
4. Fresceed, teman-teman Angkatan 2022, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan empat tahun ini. Terima kasih atas kebersamaan, cerita, dan berbagai warna yang telah kita lalui bersama. Kini, kita mulai melangkah ke jalan masing-masing untuk mengejar tujuan dan mimpi yang berbeda. Semoga di mana pun langkah kita berakhir, kita tetap mengingat bahwa pernah ada satu masa ketika kita tumbuh dan berjuang bersama sebagai Angkatan 2022. Semoga kita semua sampai pada tempat yang kita tuju.

5. Ibu, Bapak, dan Kakak, yang cintanya tidak pernah bersyarat dan doanya tidak pernah berhenti, selalu menjadi alasan terbesar untuk terus melangkah. Terima kasih atas segala doa, kepercayaan, dukungan, kesabaran, dan pelukan yang selalu menjadi tempat untuk pulang. Terima kasih karena selalu percaya bahkan ketika aku sendiri sempat meragukan kemampuanku, dan karena tidak pernah lelah menguatkan di setiap langkah yang aku jalani. Pencapaian ini mungkin tertulis atas namaku, tetapi ada begitu banyak doa, pengorbanan, dan kasih sayang kalian di dalamnya. Bungsu yang dahulu masih terlihat kecil di mata kalian, kini perlahan mulai menggapai mimpinya satu per satu. Terima kasih telah menjadi rumah, tempat bertumbuh, dan alasan untuk terus berusaha menjadi lebih baik. Salah satu pencapaian ini kupersembahkan untuk kalian, dengan segala rasa terima kasih dan sayang yang tidak akan pernah cukup untuk dituliskan.
6. Afifah & Shofiana, yang telah kebersamai penulis selama empat tahun perjalanan perkuliahan ini. Terima kasih telah hadir dalam setiap suka dan duka, menjadi tempat berbagi cerita, bertumbuh, dan berproses bersama. Terima kasih karena selalu mengajak penulis untuk terus berkembang, tanpa pernah menjadikan perbedaan langkah sebagai alasan untuk berjalan sendiri-sendiri. Setiap orang memiliki jalannya masing-masing, dan penulis bersyukur pernah berjalan bersama kalian di sepanjang perjalanan ini. Terima kasih atas segala waktu, dukungan, dan kebersamaan yang telah diberikan. Apresiasi sebesar-besarnya untuk kalian yang telah menjadi bagian dari perjalanan empat tahun ini.
7. Eryka, eman sebangku yang telah menemani penulis selama perjalanan perkuliahan. Terima kasih untuk begitu banyak cerita yang telah kita bagi, dari hal-hal sederhana hingga cerita yang mungkin hanya kita yang mengerti. Empat tahun ini rasanya tidak akan sama tanpa obrolan, tawa, keluh kesah, dan wacana yang selalu muncul setiap awal semester untuk duduk di bangku paling depan—yang entah berapa kali benar-benar terwujud. Terima kasih telah menjadi teman yang selalu ada untuk berbagi cerita dan melewati banyak hal bersama. Semoga setelah ini, kita tetap menjadi dua orang yang bisa saling bercerita, meskipun tidak lagi duduk di bangku yang sama.

8. Sultan Keren Kelas B, keluarga pertama yang penulis temui ketika datang ke UNDIP. Terima kasih telah menjadi bagian dari empat tahun yang penuh cerita, tawa, suka, dan duka. Terima kasih karena selalu solid, kompak, dan saling menguatkan dalam berbagai keadaan. Bersama kalian, masa perkuliahan terasa lebih berwarna dan tempat yang awalnya terasa asing perlahan menjadi rumah. Kini, satu per satu dari kita mulai kembali ke tempat asal dan melanjutkan perjalanan masing-masing. Ke mana pun langkah kita membawa kita nanti, semoga rasa kebersamaan dan cerita yang telah kita bangun bersama tetap menjadi bagian yang selalu kita ingat. Terima kasih telah menjadi keluarga pertama di tanah rantau.
9. Bunga, Amanda, Aya, Nur, yang hingga hari ini masih menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Terima kasih karena meskipun waktu telah membawa kita ke banyak tempat dan fase yang berbeda, kedekatan kita tetap terjaga. Dari masa SMP hingga sekarang, begitu banyak cerita, tawa, dan perubahan yang telah kita lewati bersama. Rasanya menyenangkan mengetahui bahwa setelah sekian lama, kita masih bisa kembali menjadi diri sendiri ketika bersama. Terima kasih telah tetap hadir dan menjaga persahabatan ini hingga sejauh ini. Semoga, sejauh apa pun langkah kita nanti, selalu ada ruang untuk kembali bercerita dan tertawa bersama seperti dulu.
10. Nilna Husnin Nida, *partner* skripsi yang telah menemani penulis melewati salah satu fase—yang katanya—paling melelahkan dalam perjalanan perkuliahan. Terima kasih karena di tengah perjuangan dan masalah kita masing-masing, kita tetap memilih untuk saling ada dan saling mendukung. Terima kasih atas setiap diskusi, bantuan, dan semangat yang membuat perjalanan ini terasa lebih ringan. Penulis mengapresiasi segala usaha dan perjuanganmu untuk sampai di titik ini. Semoga setelah ini, langkahmu selalu dipenuhi hal-hal baik dan segala yang kamu perjuangkan perlahan menemukan jalannya.
11. Untuk diriku sendiri. Terima kasih sudah bertahan sampai di titik ini. Empat tahun lalu, Teknik Kimia bukanlah jurusan yang pernah ada dalam daftar impianku. Namun, perjalanan ini membawaku melewati banyak hal—tantangan, kegagalan, keraguan, dan hari-hari yang tidak selalu mudah. Ketika menengok ke belakang, aku menyadari bahwa ternyata satu per satu semuanya berhasil kulewati. Aku mungkin tidak selalu

merasa kuat saat menjalaninya, tetapi aku selalu memilih untuk terus melangkah, bahkan ketika langkahku terasa tertatih dan kecil. Terima kasih karena tidak menyerah pada diri sendiri. Terima kasih sudah bertahan, berusaha, dan menyelesaikan apa yang telah dimulai. Selamat atas pencapaian ini. Aku bangga pada diriku sendiri.

12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, doa, dan kebaikan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas setiap bentuk bantuan, sekecil apa pun, yang telah menjadi bagian dari perjalanan hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan terbaik.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya laporan ini.

Semarang, 08 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Sejarah	2
1.1.2 Alasan Pendirian Pabrik.....	3
1.2 Kapasitas Rancangan.....	4
1.2.1 Kebutuhan.....	4
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	8
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	9
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	14
1.3.2 Keadaan Geografis	15
1.3.3 Transportasi	15
1.3.4 Pemasaran.....	15
1.3.5 Tenaga Kerja.....	15
1.3.6 Utilitas	16
1.4 Tinjauan Proses.....	16
BAB II DESKRIPSI PROSES	21
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	21
2.1.1 Bahan Baku Utama.....	21
2.2.2 Bahan Baku Pendukung	22
2.2.3 Produk Utama	22
2.2.3 Produk Samping	22
2.2 Konsep Proses	23
2.2.1 Pemilihan Proses	23

2.2.2 Mekanisme Reaksi.....	23
2.2.3 Kondisi Operasi	23
2.2.4 Tinjauan Termodinamika	23
2.2.5 Tinjauan Kinetika Reaksi	26
2.3 Langkah Proses.....	27
2.3.1 Persiapan Bahan Baku	27
2.3.2 Reaksi Pembuatan Metil Metakrilat (MMA) dengan Metode <i>Reactive Dividing-Wall Distillation Column</i> (RDWDC).....	28
2.3.3 Pemurnian Produk Metil Metakrilat (MMA)	29
2.4 Diagram Alir	30
2.5 Neraca Massa (cek stream & tag alat)	30
2.6 Neraca Panas.....	34
2.7 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	37
2.7.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	37
2.7.2 Utilitas	37
2.7.3 Pemasaran Hasil Produksi	38
2.7.4 Tenaga Kerja.....	38
2.7.5 Letak Geografis	38
2.7.6 Pertimbangan Keselamatan Kerja	38
2.7.7 Letak Fasilitas Penunjang.....	39
2.7.8 Perluasan Pabrik	39
2.7.9 Daerah-daerah Utama Pabrik.....	39
2.7.10 Tata Letak Peralatan Proses	43
BAB III SPESIFIKASI ALAT.....	45
3.1 Unit Persiapan Bahan Baku.....	45
3.1.1 Tangki Penyimpanan Asam Metakrilat (T-101)	45
3.1.2 Pompa Asam Metakrilat (P-101)	46
3.2 Unit Reaksi	47
3.2.1 Kolom <i>Reactive Distillation</i> (RD-201).....	47
3.3 Unit Pemurnian.....	48

3.3.1 Kolom Distilasi (DC-301)	48
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	50
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	50
4.1.1 Pengadaan Air	50
4.1.2 Pengolahan Air	59
4.2 Unit Pembangkit Listrik	63
4.2.1 Listrik untuk Kebutuhan Peralatan	63
4.2.2 Listrik untuk Kebutuhan Penerangan	64
4.3 Unit Pengadaan <i>Steam</i>	66
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	66
4.4.1 Bahan bakar <i>boiler</i> untuk <i>steam</i> pemanas	66
4.4.2 Bahan bakar keperluan generator	68
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan	68
4.6 Unit Pengolahan Limbah	69
4.6.1 Limbah padat	69
4.6.2 Limbah cair	69
4.6.3 Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)	70
4.7 Laboratorium	71
4.7.1 Program Laboratorium	72
4.7.2 Alat-alat Laboratorium	73
4.8 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	74
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	77
5.1 Bentuk Perusahaan	77
5.2 Struktur Organisasi	80
5.3 Tugas dan Wewenang	81
5.3.1 Dewan Komisaris	81
5.3.2 Direktur	81
5.3.3 Direktur Operasi	81
5.3.4 Direktur Keuangan dan Pemasaran	82

5.3.5 Direktur SDM & Administrasi	83
5.3.6 Kepala Divisi	84
5.3.7 Sekretaris	85
5.3.8 Operator/Karyawan	85
5.4 Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	86
5.4.1 Waktu Kerja	87
5.4.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	88
5.4.3 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	94
5.4.3 Kesejahteraan Karyawan	95
5.4.4 Corporate Social Responsibility (CSR).....	101
BAB VI TROUBLESHOOTING	105
6.1 Analisis HAZOP pada Unit Persediaan Bahan Baku	105
6.2 Analisis HAZOP pada Unit Reaksi.....	108
6.3 Analisis HAZOP pada Unit Pemurnian Produk.....	111
BAB VII ANALISA EKONOMI	114
7.1 Penaksiran Harga Peralatan	114
7.2 Dasar Perhitungan	117
7.2.1 Kapasitas Produksi	117
7.2.2 Kebutuhan Bahan Baku	118
7.2.3 Harga Bahan Baku dan Produk Harga.....	118
7.3 Perhitungan Biaya	118
7.3.1 Capital Investment.....	118
7.3.2 Production Cost	120
7.4 Analisa Kelayakan	123
7.4.1 Percent Profit on Sales (POS).....	123
7.4.2 Return of Investment (ROI).....	123
7.4.3 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	123
7.4.4 Break Event Point (BEP).....	123
7.4.5 Shut Down Point (SDP).....	124

7.4.6 Internal Rate of Return (IRR).....	124
7.5 Hasil Perhitungan	125
7.5.1 Capital Investment.....	125
7.5.2 Production Cost	127
7.5.3 Analisa Kelayakan	129
DAFTAR PUSTAKA	132
LAMPIRAN	134
Lampiran 1 : Perhitungan Neraca Massa.....	134
1. Mixer Asam Metakrilat.....	135
2. Mixer Metanol	136
3. Kolom Distilasi Reaktif.....	137
4. Mixer	141
5. Decanter.....	142
6. Kolom Distilasi.....	145
Lampiran 2: Perhitungan Neraca Panas.....	148
1. Heater (E-201)	150
2. Heater (E-201)	153
3. Kolom Distilasi Reaktif (RD-201)	155
4. Reboiler (E-204).....	160
5. Reboiler (E-205)	165
6. Kondensor RD-201 (E-201)	169
7. Cooler (E-301).....	171
8. Kondensor DC-301 (E-302)	173
9. Kolom Distilasi (DC-301)	175
10. Reboiler (E-303).....	179
Lampiran 3: Perhitungan Spesifikasi Alat.....	185
1. Tangki Asam Metakrilat	185
2. Pompa Asam Metakrilat	189
3. Kolom Distilasi Reaktif.....	203

4. Kolom Distilasi.....	218
Lampiran 4: Perhitungan Evaluasi Ekonomi.....	250

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Metil Metakrilat di Dalam Negeri	5
Gambar 1.2 Peta Lokasi Pabrik	10
Gambar 2.1 Layout Pabrik.....	42
Gambar 2.2 Layout Equipment	44
Gambar 4.1 Induced Draft Cooling Tower	52
Gambar 4.2 Diagram Pengolahan Air Pabrik Metil Metakrilat (MMA)	60
Gambar 5.1 Struktur Organisasi	86
Gambar 7.1 Grafik CEPCI tahun 2001 - 2026	117
Gambar 7.2 Grafik Analisis Ekonomi	130

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Metil Metakrilat Tahun 2020 - 2025	4
Tabel 1.2 Pabrik Berbahan Baku Metil Metakrilat di Indonesia	6
Tabel 1.3 Kapasitas Industri Metil Metakrilat	7
Tabel 1.4 Matriks Pemilihan Lokasi Pabrik	11
Tabel 1.5 Perbandingan Proses	19
Tabel 2.1 Panas Pembentukan Standar Senyawa.....	24
Tabel 2.2 Energi Bebas Gibbs Senyawa	25
Tabel 2.3 Neraca Massa Mixer 01	30
Tabel 2.4 Neraca Massa Mixer 02	31
Tabel 2.5 Neraca Massa Reactive Dividing Wall Distillation Column (Reactive Section)..	31
Tabel 2.6 Neraca Massa Reactive Dividing Wall Distillation Column (Distillation Section)	32
Tabel 2.7 Neraca Massa Mixer 03	32
Tabel 2.8 Neraca Massa Decanter	33
Tabel 2.9 Neraca Massa Distillation Column	33
Tabel 2.10 Neraca Panas Heater-01	34
Tabel 2.11 Neraca Panas Heater-02	34
Tabel 2.12 Neraca Panas Kolom Distilasi Reaktif (RD-201).....	34
Tabel 2.13 Neraca Panas Reboiler E-04	35
Tabel 2.14 Neraca Panas Reboiler E-05	35
Tabel 2.15 Neraca Panas Kondensor RD-201 (E-03).....	35
Tabel 2.16 Neraca Panas Cooler E-06	36
Tabel 2.17 Neraca Panas Kondensor DC-301 (E-07).....	36
Tabel 2.18 Neraca Panas Kolom Distilasi DC-301	36
Tabel 2.19 Rincian Luas Bangunan	41
Tabel 4.1 Parameter Air Pendingin	51
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Pendingin	53
Tabel 4.3 Persyaratan Mutu Air Umpan Boiler	56

Tabel 4.4 Kebutuhan Air Umpan Boiler	57
Tabel 4.5 Kebutuhan Air Domestik	58
Tabel 4.6 Jumlah kebutuhan air di pabrik metil metakrilat	59
Tabel 4.7 Listrik untuk Kebutuhan Peralatan	64
Tabel 4.8 Total Kebutuhan Listrik Pabrik Metil Metakrilat	65
Tabel 4.9 Kebutuhan Steam 150°C.....	66
Tabel 4.10 Data Cp dalam fase liquid.....	67
Tabel 4.11 Kebutuhan Bahan Bakar	68
Tabel 5.1 Jadwal Pembagian Shift Kerja.....	87
Tabel 5.2 Jabatan dan Pendidikan Pegawai	88
Tabel 5.3 Perincian Jumlah Karyawan	93
Tabel 5.4 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	94
Tabel 6.1 Analisis HAZOP Tangki Penyimpanan	105
Tabel 6.2 Analisa HAZOP Pompa	107
Tabel 6.3 Analisa HAZOP Kolom Distilasi Reaktif.....	108
Tabel 6.4 Analisa HAZOP Kolom Distilasi.....	111
Tabel 7.1 Indeks CEPCI dari tahun 2001 hingga 2026	115
Tabel 7.2 Total Biaya Physical Plant Cost (PPC).....	125
Tabel 7.3 Biaya Engineering and Construction	125
Tabel 7.4 Fixed Capital Investment.....	126
Tabel 7.5 Working Capital Investment	126
Tabel 7.6 Total Capital Investment	127
Tabel 7.7 Direct Manufacturing Cost	127
Tabel 7.8 Fixed Manufacturing Cost	128
Tabel 7.9 Total Manufacturing Cost	128
Tabel 7.10 General Expense	129
Tabel 7.11 Total Production Cost.....	129
Tabel 7.12 Analisa Kelayakan Pabrik.....	131
Tabel 7.13 Berat Molekul Komponen	135