

**PRARANCANGAN PABRIK TRITOLYL PHOSPHATE DARI
CRESOL DAN PHOSPHORUS PENTACHLORIDE DENGAN
REAKSI HIDROLISIS DENGAN KAPASITAS 10.000
TON/TAHUN**

***PRELIMINARY DESIGN OF A TRITOLYL PHOSPHATE PLANT
FROM CRESOL AND PHOSPHORUS PENTACHLORIDE WITH
HYDROLYSIS REACTION WITH A CAPACITY OF 10,000
TONS/YEAR***



Oleh:

MUHAMMAD AMIN

2110814310003

PEMBIMBING:

Prof. Ir. IRYANTI FATYASARI NATA S.T., M.T., Ph. D.

NIP.19750113 200003 2 003

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

**PRARANCANGAN PABRIK TRITOLYL PHOSPHATE DARI CRESOL DAN
PHOSPHORUS PENTACHLORIDE DENGAN REAKSI HIDROLISIS DENGAN
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

Oleh:

Muhammad Amin

(2110814310003)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 02 Juli 2026 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Rinny Jelita, S.T., M.Eng.
NIP. 199002112019032019

Anggota : Prof. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 197608192003121001

Pembimbing : Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197501132000032003

Banjarbaru, 22 Juli 2026

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia,

Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001



Ir. Hesti Wijavanti, S.T., M.Eng. Ph.D
NIP. 198005292005012003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	NIM
Muhammad Amin	2110814310003

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun. Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, Juli 2026

Muhammad Amin
NIM. 2110814310003

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul *Prarancangan Pabrik Tritolyl Phosphate dari Cresol dan Phosphorus Pentachloride dengan Reaksi Hidrolisis dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun*. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir dan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia, Universitas Lambung Mangkurat.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta bapak Heriansyah dan ibu Herinawati, adik tercinta Nurlela dan Muhammad Akmal, dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta semangat yang tiada henti selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir dan Penelitian, yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan saran yang sangat berharga, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia, yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama perkuliahan dan membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia, yang telah memberikan bantuan dalam urusan administrasi selama masa studi di Universitas Lambung Mangkurat.
5. Pasangan dan Teman yang membantu menyelesaikan penulisan yaitu Nurul Afifah dan Malla Firma Erlisya.
6. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Kimia ULM angkatan 2021, yang selalu memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca pada umumnya.

Banjarbaru, Juni 2026

Pengusul

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-2
1.1.1 Cresol	I-2
1.1.2 Phosphorus Pentachloride	I-3
1.1.3 Tricresyl Phosphate	I-3
1.3 Pemilihan Kapasitas Pabrik	I-4
1.1.4 Ketersediaan Bahan Baku	I-4
1.1.5 Perkiraan Kebutuhan Tritolyl Phosphate di Indonesia	I-4
1.1.6 Kapasitas Pabrik yang sudah ada	I-5
1.1.7 Penentuan Kapasitas Pabrik	I-6
1.1 Spesifikasi Bahan.....	I-8
1.3.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Pendukung.....	I-8
1.3.6 Spesifikasi Produk	I-9
BAB II URAIAN PROSES.....	II-11
2.1 Jenis Proses	II-11
2.1.1 Proses dengan Bahan Baku Cresol (C_7H_8O) dan Phosphorus Pentachloride (PCl_5)	II-11
2.1.2 Proses dengan Bahan Baku Cresol (C_7H_8O) dan Phosphorus Pentachloride (PCl_5).....	II-11
2.2 Uraian Proses	II-14
2.1.3 Tahap Persiapan Bahan Baku	II-14
2.1.4 Tahap Pembentukan Produk.....	II-14
2.1.5 Tahap Pemurnian Produk	II-15
2.3 Tinjauan Termodinamika.....	II-15

2.4	Tinjauan Kinetika.....	II-21
2.5	Diagram Alir Kualitatif.....	II-21
2.5	Diagram Alir Kualitatif.....	II-21
BAB III NERACA MASSA		II-11
3.1	Reaktor (R-210).....	II-21
3.1	Reaktor (R-220).....	II-21
3.3	Mix Point.....	II-21
3.4	Mixer (M-214).....	II-21
3.5	Dekanter (H-310).....	II-21
3.6	Evaporator (V-313).....	II-21
3.7	Menara Distilasi (D-320).....	II-21
BAB IV NERACA PANAS		IVII-11
4.1	Heater (E-112).....	IVII-21
4.2	Heater (E-122).....	IVII-21
4.3	Reaktor Tangki Berpengaduk (R-210).....	IVII-21
4.4	Reaktor Tangki Berpengaduk (R-220).....	IVII-21
4.5	Cooler (E-213).....	IVII-21
4.6	Mixer (M-215).....	IVII-21
4.7	Cooler (E-222_.....	II-21
4.8	Dekanter (H-310).....	II-21
4.9	Heater (E-312).....	II-21
4.10	Evaporator (V-313).....	II-21
4.11	Menara Distilasi (D-320).....	II-21
4.12	Cooler (E-323).....	II-21
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN		II-11
5.1	Tangki Penyimpanan Cresol (F-110).....	VII-21
5.2	Pompa C ₇ H ₈ O (L-111).....	VII-21
5.3	Heater (E-112).....	II-21
5.4	Tangki Penyimpanan PCl ₅ (F-120).....	VII-21
5.5	Pompa PCl ₅ (L-121).....	VII-21
5.6	Heater (E-122).....	II-21

5.7	Reaktor (R-210)	II-21
5.8	Pompa Reaktor 1 (L-211)	VII-21
5.9	Reaktor (R-220)	II-21
5.10	Pompa Reaktor 2 (L-221)	VII-21
5.11	Cooler 1 (E-222)	II-21
5.12	Dekanter (H-310)	VII-21
5.13	Pompa (L-111)	II-21
5.14	Heater (E-312)	VII-21
5.15	Evaporator (V-313)	II-21
5.16	Menara Distilasi (D-320)	VII-21
5.17	Kondensor MD 1 (E-324)	II-21
5.18	Tangki Accumulator (G-325)	VII-21
5.19	Reboiler MD 1 (E-323)	II-21
5.20	Pompa Produk (L-322)	VII-21
5.21	Cooler 1 (E-323)	II-21
5.22	Tangki Penyimpanan Produk (F-330)	VII-21
5.23	Pompa HCl (L-214)	II-21
5.24	Cooler 2 (E-213)	II-21
5.25	Mixer (M-215)	VII-21
5.26	Tangki Penyimpanan HCl (F-331)	II-21
BAB VI INSTRUMENTASI		VIII-11
6.1	Instrumentasi	VII-21
6.2	Keselamatan Kerja	VII-21
BAB VII KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA		VII-11
7.1	Pendahuluan	VII-21
7.2	Deskripsi HAZOP	VII-214
7.3	Potensi Bahaya Sistem	VII-215
7.4	Analisis Risiko	VII-2146
7.5	Rekomendasi Mitigasi	VII-2148
BAB VIII TATA LETAK PABRIK		VII-11
8.1	Lokasi Pabrik	VII-211

8.2	Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik.....	VII-218
8.3	Tata Letak Peralatan Proses.....	VII-21
BAB IX ORGANISASI PERUSAHAAN.....		II-11
9.1	Organisasi Perusahaan.....	IXII-211
9.2	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	III-2117
9.3	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	II-2119
9.4	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	II-2120
9.5	Proses Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai.....	IXII-2123
BAB X UTILITAS		XII-11
BAB XI ANALISA EKONOMI		XII-11
11.1	Penaksir Harga Peralatan.....	XII-211
11.2	Penentuan Total Modal Investasi (TCI)	XII-212
11.3	Penentuan Total Biaya Produksi.....	XII-216
11.4	Total Penjualan	XII-219
11.5	Perkiraan Rugi/Laba Usaha	XII-219
11.6	Analisa Kelayakan	XII-219
BAB XII KESIMPULAN.....		XII-11
DAFTAR PUSTAKA		DP-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Senyawa Cresol.....	3
Gambar 1. 2 Struktur Molekul Phosphorus Pentachloride (PCl_5).....	3
Gambar 1. 3 Struktur Molekul Tritolyl Phosphate ($\text{C}_{21}\text{H}_{21}\text{O}_4\text{P}$).....	4
Gambar 1. 4 Perhitungan dengan Metode Linear untuk Impor Tritolyl Phosphate di Indonesia	6
Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif Pra Rancangan Pabrik $\text{C}_{21}\text{H}_{21}\text{O}_4\text{P}$ dari $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ dan PCl_5 dengan Kapasitas 10.000 ton/tahun.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebutuhan Impor Tritolyl Phosphate di Indonesia	5
Tabel 1. 2 Data Pabrik Tritolyl Phosphate yang Telah Berdiri.....	7
Tabel 2. 1 Macam-macam Proses Pembuatan Tritolyl Phosphate ($C_{21}H_{21}O_4P$).....	12
Tabel 2. 2 Daftar ΔH_{298} Setiap Komponen	15
Tabel 2. 3 Daftar ΔG_{298} Setiap Komponen	16

INTISARI

Tritolyl phosphate ((C₂₁H₂₁O₄P)) merupakan bahan penting dalam industri polimer, karena berfungsi sebagai *plasticizers*, *flame retardant*, pelarut bahan selulosa asetat, *cable coating*, *gasoline additive* dan *lubricant*. Pabrik tritolyl phosphate dirancang dengan kapasitas 10.000 ton/tahun dan rencana dibangun pada tahun 2030. Bahan baku utama yang digunakan adalah cresol (C₇H₈O) dan Phosphorus pentachloride (PCl₅). Proses produksi dalam reaktor tangki berpengaduk (RTB) pada suhu masuk 90 °C dan tekanan 1 atm selama 4 jam. Reaksi berlangsung eksotermis sehingga reaktor dilengkapi dengan sistem pendingin untuk mempertahankan kondisi isothermal. Produk samping berupa gas hidrogen klorida (HCL) disimpan sebagai produk samping, sedangkan campuran hasil reaksi dipisahkan menggunakan dekanter, evaporator, dan menara distilasi hingga diperoleh produk tritolyl phosphate dengan kemurnian 98%.

Pabrik tritolyl phosphate beroperasi 330 hari kerja pertahunnya dan akan beroperasi mulai 2030. Lokasi yang di pilih yaitu desa Umbul Tanjung, Kecamatan Cinangka, Kabupaten Serang dengan luas lahan 36.640 m² dan dengan jumlah pekerja sebanyak 120 orang. Nilai ROI perusahaan sesudah pajak yaitu 22%, POT sesudah pajak yaitu 3,10 tahun, sedangkan kapasitas *break event point* (BEP) adalah 46%, kapasitas dan *shut down point* (SDP) adalah 31,92%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa prarancangan pabrik ini layak untuk berdiri.

Kata Kunci : Tritolyl phosphate, cresol, phosphorus pentachloride