

**PABRIK KAPROLAKTAM DARI SIKLOHEKSANON OKSIM DAN
ASAM SULFAT DENGAN PROSES *REARRANGEMENT BECKMANN*
KAPASITAS 95.000 TON/TAHUN**

PRA RENCANA PABRIK



DISUSUN OLEH:

ASTRI SETIANI

18031010031

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**

**“PABRIK KAPROLAKTAM DARI SIKLOHEKSANON OKSIM DAN
ASAM SULFAT DENGAN PROSES *REARRANGEMENT BECKMANN*
KAPASITAS 95.000 TON/TAHUN”**

PRA RENCANA PABRIK

**Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia**



DISUSUN OLEH:

ASTRI SETIANI

18031010031

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

**"PABRIK KAPROLAKTAM DARI SIKLOHEKSANON OKSIM DAN
ASAM SULFAT DENGAN PROSES *REARRANGEMENT BECKMANN*"**

Disusun Oleh :

ASTRI SETIANI

(18031010031)

Telah dipertahankan dan diterima oleh Tim Dosen Penguji

Pada Tanggal : 20 Juni 2025

Tim Penguji :

Pembimbing :

1.

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT
NIP. 19570314 198603 2 001

Ir. Titi Susilowati, MT
NIP. 19600801 198703 2 008

2.

Ir. Ely Kurniati, MT
NIP. 19641018 199203 2 001

3.

Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D
NIP. 19800410 200501 1 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*
Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

**LEMBAR PENGESAHAN
PRA RENCANA PABRIK**

**“PABRIK KAPROLAKTAM DARI SIKLOHEKSANON OKSIM
DAN ASAM SULFAT DENGAN
PROSES *REARRANGEMENT BECKMANN*
KAPASITAS 95.000 TON/TAHUN”**

Disusun Oleh :

ASTRI SETIANI
NPM. 18031010031

**telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing sebagai persyaratan
untuk mengikuti ujian lisan,
Pada Tanggal : 16 Juni 2025**

**Surabaya, 20 Juni 2025
Mengetahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing**

Ir. Titi Susilowati, M.T.
NIP. 19600801 198703 2 008



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Astri Setiani
NPM : 18031010031
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi 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 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, 21 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan



Astri Setiani
NPM. 18031010031



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Astri Setiani
NPM : 18031010031
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 Juni, TA. 2024/2025.

Dengan Judul : **PRA RANCANGAN PABRIK KAPROLAKTAM DARI
SIKLOHEKSANON OKSIM DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES
REARRANGEMENT BECKMANN**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT.

2. Ir. Ely Kurniati, MT.

3. Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D

Surabaya, 19 Juni 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Titi Susilowati, MT
NIP. 19600801 198703 2 008



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*

Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, dengan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Pra Rencana Pabrik yang berjudul “**Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat dengan Proses *Rearrangement Beckmann* dengan Kapasitas 95.000 Ton/Tahun**”. Pra Rencana Pabrik ini dapat tersusun sedemikian rupa dengan adanya bimbingan, bantuan, serta dukungan baik dari sarana, prasarana, kritik dan saran. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Titi Susilowati, M.T., selaku Dosen Pembimbing pada Pra Rencana Pabrik ini.
4. Kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materil.
5. Adik saya Azarine Aurelia Putri Baskoro, yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat.
6. Farrel Aryanta Putra Baskoro, yang senantiasa memberikan semangat dan bantuan kepada saya.
7. Teman seperjuangan saya yaitu Lutfia Rima Safira, selaku partner Pra Rencana Pabrik, Penelitian, dan Praktek Kerja Lapangan.
8. Teman-teman saya, Rensa Arnas Yunarwan, Meldi Rahmadani I.P., dan Niken Nathania, yang senantiasa memberikan dukungan serta menemani saya selama masa perkuliahan.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Demikian penyusunan laporan ini, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki laporan hasil penelitian ini.



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*
Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

Surabaya, 19 Juni 2025

Penyusun



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*
Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
INTI SARI.....	v
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 PERUSAHAAN.....	IX - 1
BAB X ANALISA EKONOMI.....	X - 1
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN	XI - 1
DAFTAR PUSTAKA	XII - 1
APPENDIX A PERHITUNGAN NERACA MASSA	A - 1
APPENDIX B PERHITUNGAN NERACA PANAS	B - 1
APPENDIX C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	C - 1
APPENDIX D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	D - 1



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*
Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Pertumbuhan Impor Kaprolaktam di Indonesia Tahun 2019-2024.....	I-2
Tabel I.2	Data Impor Kaprolaktam di Indonesia Tahun 2019-2024	I-7
Tabel I.3	Data Kebutuhan Kaprolaktam di Indonesia Tahun 2019-2024.....	I-7
Tabel I.11	Hasil Pengujian Air Sungai Ciujung.....	I-11
Tabel II.1	Perbandingan Pada Proses Pembuatan Kaprolaktam.....	II-9
Tabel VI.1	Nama Alat dan Instrumentasi Peralatan.....	VI-3
Tabel VIII.1	Produsen Sikloheksanon Oksim di Luar Negeri.....	VIII-2
Tabel VIII.2	Produsen Asam Sulfat di Indonesia.....	VIII-3
Tabel VIII.2	Industri yang Membutuhkan Kaprolaktam dan Jarak Tempuhnya	VIII-4
Tabel VIII.3	Harga Tanah Pada Kawasan Industri Modern Cikande.....	VIII-6
Tabel VIII.4	Data Akses Transportasi pada Kawasan Industri Modern Cikande	VIII-7
Tabel VIII.5	Komposisi Gas Alam dari Perusahaan Umum Gas Negara (PGN)	VIII-10
Tabel VIII.6	Data Penduduk Bekerja dan Belum Bekerja Sesuai Tingkat Pendidikan	VIII-11
Tabel VIII.7	Spesifikasi dan Posisi Karyawan yang Dibutuhkan di Pabrik.	VIII-12
Tabel IX.1	Jadwal Kerja Karyawan Proses.....	IX-14
Tabel IX.2	Perincian Jumlah Tenaga Kerja dan Gaji.....	IX-16



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*

Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Reaksi pembentukan Nylon-6 dari Kaprolaktam.....	I-5
Gambar II.1 Blok Diagram Proses Rearrangement Beckmann.....	II-3
Gambar II.2 Blok Diagram SNIA Viscosa Process.....	II-6
Gambar II.3 Blok Diagram Proses Toray.....	II-7
Gambar II.4 Diagram Alir Pengembangan.....	II-16
Gambar VIII.1 Letak Lokasi Pabrik Kaprolaktam.....	VIII-1
Gambar IX.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	IX-12



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*

Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

INTISARI

Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat dengan Proses *Rearrangement Beckmann* Kapasitas 95.000 Ton/Tahun akan didirikan di Kawasan Industri *Modern* Cikande, Jl. Raya Jakarta-Serang KM. 68 Cikande, Nambo Ilir, Kec. Kibin, Kabupaten Serang, Banten 42186. Pabrik Kaprolaktam ini menggunakan sistem operasi kontinyu selama 24 jam dalam sehari dengan 330 hari kerja dan 220 karyawan. Pabrik ini menggunakan bahan baku Sikloheksanon Oksim yang diperoleh dari Tercents Enterprise LLP yang berada di Chaanxi, China, Asam Sulfat yang diperoleh dari PT. Indonesian Acid Industry berlokasi di Cakung, Ammonium Hidroksida yang diperoleh dari PT. Pupuk Kujang Cikampek berlokasi di Karawang, dan Toluene yang diperoleh dari PT. Stryrindo Mono Indonesia berlokasi di Serang. Kaprolaktam ini dapat digunakan menjadi bahan baku Nylon-6, Nylon filament yarn, nylon-6 resin, poliuretan, dan asam amino kaproat. Sedangkan dari proses ini, akan dihasilkan produk samping yaitu ammonium sulfat yang dapat digunakan sebagai pupuk pertanian (*fertilizer*), sebagai penyangga (*buffer*) dalam larutan kimia, pewarna tekstil, dan lain sebagainya.

Proses produksi yang digunakan pada pabrik ini yaitu proses *Rearrangement Beckmann*. Terdapat beberapa tahapan, yang pertama yaitu reaksi *Rearrangement Beckmann* antara sikloheksanon oksim dan katalis asam sulfat menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk pada suhu 115 °C dan tekanan 2 atm yang akan menghasilkan kaprolaktam. Setelah itu kaprolaktam yang masih mengandung asam sulfat akan dinetralkan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk pada suhu 80 °C dan tekanan 1 atm yang akan menghasilkan kaprolaktam dan produk samping ammonium sulfat.



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat
dengan Proses *Rearrangement Beckmann*

Kapasitas 95.000 Ton/Tahun

Ketentuan pendirian pabrik kaprolaktam yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Kapasitas : 95.000 Ton/Tahun
- 2) Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
- 3) Sistem Organisasi : Garis dan Staff
- 4) Lokasi Pabrik : Kawasan Industri *Modern* Cikande, Jl. Raya Jakarta-Serang KM. 68 Cikande, Nambo Ilir, Kec. Kibin, Kabupaten Serang, Banten 42186.
- 5) Luas Tanah : 36.690 m²
- 6) Sistem Operasi : Kontinyu
- 7) Waktu Operasi : 330 hari/tahun ; 24 jam/hari
- 8) Jumlah Karyawan : 220 orang

Analisa Ekonomi :

- 1) Masa Konstruksi : 3 tahun
- 2) Fixed Capital Investment (FCI) : Rp.541.742.832.602
- 3) Work Capital Investment (WCI) : Rp.1.459.452.756.139
- 4) Total Capital Investment (TCI) : Rp.2.001.195.588.741
- 5) Biaya Bahan Baku (1 tahun) : Rp.4.705.736.047.108
- 6) Biaya Utilitas : Rp.3.772.282.469
- 7) Biaya Produksi Total (TPC) : Rp.5.837.811.024.557
- 8) Hasil Penjualan Produk : Rp.6.664.630.000.000
- 9) Bunga Bank : 9,95%
- 10) ROI sebelum pajak : 36,83%
- 11) ROI setelah pajak : 27,62%
- 12) Pay Back Period (PBP) : 2 tahun + 1 bulan
- 13) Internal Rate Of Return (IRR) : 20,52%
- 14) Break Even Point (BEP) : 31,53%