

CAPSTONE DESIGN
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
2022



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

**PANDUAN CAPSTONE DESIGN
PROGRAM STUDI JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Capstone Design
Edisi 1

TIM PENYUSUN:

Rinjani Ratih Rakasiwi, S.T., M.T. (Ketua)
Syahrul Khairi, S. Si., M. Eng. (Sekertaris)
Sri Rezeki, S.Si., M.Sc. (Anggota)
Marcelina S.T., M. Sc. (Anggota)
Wivina Diah Ivontianti S. Si, M. Eng. (Anggota)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
2022**



| | | |
|--|------------------------------------|--------------------------|
| | UNIVERSITAS TANJUNGPURA | |
| | PENGAJUAN DAN PENERIMAAN BARANG | Revisi ke Halaman |

PERUMUSAN STADAR OPERASIONAL PROSEDUR

| Proses | Penanggung Jawab | | | Tanggal |
|--------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|---------|
| | Nama | Jabatan | Tanda Tangan | |
| Perumusan | Rinjani Ratih Rakasiwi, S.T., M.T. | Ketua Program Studi Teknik Kimia | | |
| Pemeriksaan | Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T | Ketua Gugus Jaminan Mutu FT UNTAN | | |
| Persetujuan | Dr. –Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM | Wakil Dekan I FT UNTAN | | |
| Penetapan | Dr.rer. nat. Ir. R. M. Rustamaji, M.T. | Dekan FT UNTAN | | |
| Pengendalian | Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T | Ketua Gugus Jaminan Mutu FT UNTAN | | |

KATA PENGANTAR



Buku panduan *Capstone Design* ini merupakan panduan untuk pelaksanaan *capstone* didalam mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia I dan II, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Penyusunan buku panduan ini diterbitkan bertujuan agar dosen dan mahasiswa mendapatkan penjelasan perihal prosedur dan aturan dari *capstone design*, buku ini juga dibuat agar terdapat kesamaan mengenai prosedur pelaksanaan *capstone design*. Selanjutnya koordinator Program Studi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi hingga diterbitkannya buku panduan ini, khususnya kepada tim penyusun yang terlibat. Dokumen ini akan selalu dapat diperbaiki, dikoreksi, diubah secara signifikan bila diperlukan, dan dokumen versi terakhir akan dijadikan acuan. Buku ini masih terdapat kekurangan dan akan terus dilakukan perbaikan sehingga diharapkan kepada pembaca untuk memberikan saran positif konstruktif untuk pengembangan buku ini kedepannya.

Pontianak, Februari 2022

Rinjani Ratih Rakasiwi, ST., MT
Ketua Program Studi Teknik Kimia Untan

DAFTAR ISI



| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| A. PENDAHULUAN | 1 |
| A.1 Latar Belakang | 1 |
| A.2 Tujuan | 1 |
| A.3 Luaran..... | 1 |
| B. KETENTUAN UMUM | 5 |
| B.1 Persyaratan Peserta..... | 5 |
| B.2 Pelaksanaan Bimbingan..... | 6 |
| B.3 Kegiatan <i>Capstone Design</i> | 6 |
| B.4 Pihak-Pihak dalam Pelaksanaan <i>Capstone Design</i> | 6 |
| B.5 Dokumen Luaran Lainnya..... | 7 |
| B.6 Indikator Penilaian..... | 8 |
| C. TAHAPAN DAN DETAIL PELAKSANAAN CAPSTONE PROJECT | 8 |
| C.1 Topik yang Ditawarkan | 8 |
| C.2 Pembentukan Kelompok | 9 |
| C.3 Pembuatan Draf | 9 |
| C.4 Analisa dan Laporan Akhir | 9 |



A. PENDAHULUAN

A.1 Latar Belakang

Saat ini mata kuliah *capstone design* telah ada dalam kurikulum semua program studi di Fakultas Teknik. Pengembangan kurikulum mengacu kepada UUD 1945, UU No. 12 Tahun 2012, Standar Nasional Pendidikan Tinggi yang dituangkan dalam 4 Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Permendikbud No. 3 Tahun 2020, serta ketentuan lainnya yang sesuai dengan kurikulum terbaru. Mahasiswa diharapkan terlibat dalam proyek desain dengan cara yang bijaksana dan logis, terlepas dari disiplin teknik. Buku ini disusun untuk menjelaskan urutan Desain *Capstone* dalam dua semester. *Capstone design* merupakan penerapan yang aplikatif bagi mahasiswa di Program Studi Teknik Kimia berdasarkan pengalaman serta pemahaman dalam pembelajaran. Artinya pada saat perancangan *capstone design*, mahasiswa dapat menggunakan seluruh ilmu yang telah dipelajarinya untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang nyata. Sebagai lulusan Program Studi Teknik Kimia tentunya sangat penting bagi mahasiswa memahami *capstone design* karena terkait dengan kemampuan lulusan yang dapat melakukan perencanaan, pelaksanaan atau perancangan, implementasi, pengujian serta evaluasi suatu produk atau proses dalam bidang keteknikan. Realisasi *capstone design* yang diharapkan mampu menjadi pembentuk karakter mahasiswa yang profesional, dapat bekerjasama dalam tim serta kemampuan dalam menemukan solusi terhadap permasalahan-permasalahan yang ada.

A.2 Tujuan

Capstone design bertujuan untuk implementasi ilmu pengetahuan keprofesionalan yang telah dimiliki mahasiswa dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan Teknik Kimia terutama dalam Perancangan Pabrik Kimia.

A.3 Luaran

Capstone design memiliki luaran yang diharapkan dapat dimiliki oleh mahasiswa lulusan Program Studi Teknik Kimia yaitu:



1. Mampu menerapkan prinsip-prinsip dasar Teknik Kimia dan diintegrasikan dengan kemampuan merancang alat proses, aspek ekonomi proses, keselamatan kerja, penentuan tata letak pabrik, merancang manajemen industri, pengendalian proses, menghitung kebutuhan utilitas hingga pengolahan limbah;
2. Mampu membuat diagram alir proses lengkap dari suatu proses;
3. Mampu melakukan perhitungan perancangan unit operasi teknik kimia, dengan pertimbangan dan asumsi yang diambil serta melakukan rujukan standar hingga mampu melakukan evaluasi kelayakan ekonomi suatu proyek investasi;
4. Mampu menginterpretasi data yang tersedia untuk keperluan perancangan;
5. Mampu mengkomunikasikan laporan tugas prarancangan dengan benar secara tertulis dan lisan serta mampu bekerjasama dalam tim.

B. KETETNTUAN UMUM

Capston Design merupakan puncak dari pengalaman mahasiswa sarjana, menciptakan cetak biru untuk inovasi dalam desain rekayasa. Tujuan capstone design adalah untuk mendapatkan pengalaman dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan Teknik Kimia terutama dalam Perancangan Pabrik Kimia berdasarkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dalam perkuliahan sebelumnya. Selain itu, perlunya pengembangan kompetensi mahasiswa dalam penerapan keterampilan teknik praktis, menggabungkan teori dan pengalaman bersama dengan penggunaan pengetahuan dan keterampilan.

Mata kuliah *Capston Design* dibagi dalam dua tahap, yaitu Perancangan Pabrik Kimia I (2 SKS di semester 6), dilanjutkan pada semester berikutnya dengan Perancangan Pabrik Kimia II (2 SKS di semester 7). Luaran utama “Perancangan Pabrik Kimia I” ini adalah dokumen perancangan yang dapat digunakan untuk mendesain Pabrik Kimia, draf ini dikerjakan dalam bentuk mandiri maupun berkelompok yang terdiri dari 1 – 2 mahasiswa serta



dibimbing oleh seorang dosen Pembimbing. Kegiatan tugas perancangan ini meliputi:

1. Melakukan identifikasi kebutuhan atau masalah
2. Menguraikan detail proses
3. Melakukan perhitungan neraca massa dan energi
4. Semua tahapan kegiatan dibuat dalam bentuk draf sebagai bahan evaluasi draf yang dikumpulkan akan dipresentasikan, sistematis isi dari draf ialah sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar belakang diuraikan dalam bentuk paragraf, yang berisi:

- 1) Permasalahan umum dalam negeri
- 2) Kebutuhan pasar akan produk
- 3) Metode produksi
- 4) Manfaat produk

1.2 Tujuan Perancangan

1.3 Spesifikasi dan Kegunaan Bahan Baku dan Produk

1.4 Kapasitas Prarancangan dan Daya Saing Pasar

1.4.1 Kapasitas Pra-rancangan Pabrik

1.4.2 Daya Saing Pasar

1.5 *Gross Profit Margin* (GPM)

1.6 Pemilihan Lokasi: menguraikan alasan pemilihan lokasi dan gambar peta lokasi

- **BAB II DESKRIPSI PROSES**

2.1 Perancangan Proses

2.2 Pemilihan Proses

2.3 Uraian Proses

2.4 Basis Perancangan

2.4.1 Kapasitas Pabrik

2.4.2 Mode Operasi

2.4.3 Diagram alir dalam bentuk blok diagram kualitatif dan kuantitatif

* *Proces Flow Diagram* (PFD)



* Tinjauan proses diuraikan dalam paragraf

* Pemilihan proses dibandingkan dalam bentuk tabel

- **BAB III NERACA MASSA DAN ENERGI**

Pendahuluan yang berisikan kapasitas prarancangan (kapasitas produksi, tahun operasi, jam operasi, basis perhitungan, kapasitas produk dalam 1 jam operasi).

3.1 Neraca Massa

3.2 Neraca Energi

3.3 Utilitas

* Neraca massa dan energi dibuat dalam bentuk table

Pada semester berikutnya, mahasiswa mengikuti mata kuliah “Perancangan Pabrik Kimia II” yang merupakan lanjutan dari “Perancangan Pabrik Kimia I”. Luaran dan tujuan akhirnya adalah melanjutkan draf hasil Perancangan Pabrik Kimia I menjadi menjadi lebih detail dan kegiatan ini meliputi yaitu:

1. Mengidentifikasi pertimbangan keselamatan dan lingkungan
2. Pemilihan peralatan Perancangan Pabrik Kimia
3. Manajemen dan struktur organisasi
4. Identifikasi kebutuhan jumlah dan biaya (analisis ekonomi)
5. Semua tahapan kegiatan dibuat dalam bentuk draf sebagai bahan evaluasi

Draf yang dikumpulkan akan dipresentasikan, sistematis isi dari draf ialah sebagai berikut:

- **BAB IV PERTIMBANGAN KESELAMATAN DAN LINGKUNGAN**

4.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

4.2 Kecelakaan Kerja

4.3 Peralatan Perlindungan Diri

4.4 Pengolahan Limbah

- **BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES**

- **BAB VI LOKASI TATA LETAK PABRIK**

6.1 Lokasi Pabrik

6.2 Tata Letak Pabrik



- 6.3 Tata Letak Alat Proses
- **BAB VII INSTRUMENTASI PENGENDALIAN PROSES**
 - 7.1 Instrumentasi Pengendalian Proses
 - 7.2 Tujuan dan Alat Pengendalian
 - 7.3 Variabel Pengendalian
 - 7.4 Instrumentasi Pengendalian Pabrik
- **BAB VIII MANAJEMEN DAN STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN**
 - 8.1 Organisasi Perusahaan
 - 8.2 Struktur Organisasi
 - 8.3 Tugas dan Wewenang
 - 8.4 Pembagian Jam Kerja
 - 8.5 Penggolongan Jabatan dan Sistem Gaji
 - 8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan
 - 8.7 Manajemen Produksi
- **BAB IX ANALISA EKONOMI**
 - Pendahuluan (analisa asumsi-asumsi dan dasar perhitungan yang digunakan)
 - 9.1 Penaksiran Harga Peralatan
 - 9.2 Biaya Modal Keseluruhan (*Total Capital Investment*)
 - 9.3 *Total Production Cost*
 - 9.4 Analisis Kelayakan (*Profitability Analysis*)
- **BAB X PENUTUP**
- **DAFTAR PUSTAKA**
- **LAMPIRAN A NERACA MASSA**
- **LAMPIRAN B NERACA ENERGI**
- **LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT**
- **LAMPIRAN D PERHITUNGAN SPESIFIKASI UTILITAS**
- **LAMPIRAN E PERHITUNGAN EVALUASI EKONOMI PABRIK**

B.1 Persyaratan Peserta



Persyaratan untuk mahasiswa dalam mengikuti pelaksanaan *capstone design* disesuaikan dengan ketentuan pada Program Studi Teknik Kimia dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Mahasiswa yang mengambil mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia I harus sudah lulus mata kuliah Azas Teknik Kimia I & II, Proses Industri Kimia, Termodinamika I & II, dan Teknik Reaksi Kimia I & II. Sedangkan mahasiswa yang mengambil mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia II harus sudah lulus mata kuliah Alat Industri Kimia, Operasi Teknik Kimia I, II, III, Utilitas, Pengendalian Proses, Reaktor Kimia, dan Ekonomi Teknik.
2. Mahasiswa telah mengisi Lembar Isian Rencana Studi (LIRS) untuk mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia I atau Perancangan Pabrik Kimia II yang diambil.
3. Lamanya waktu yang diberikan kepada mahasiswa untuk dapat menyelesaikan Perancangan Pabrik Kimia I dan II ini adalah masing-masing selama 1 (satu) semester
 - Pemeriksaan syarat-syarat tersebut akan dilakukan oleh pihak akademik, apabila semua syarat diatas terpenuhi, maka mahasiswa/i yang bersangkutan diperbolehkan untuk mengikuti mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia I ataupun II.

B.2 Pelaksanaan Bimbingan

Dalam pelaksanaan *Capstone Project* mahasiswa harus selalu berkonsultasi dengan dosen pembimbing. Sangat tidak diharapkan mahasiswa menemui dosen *Capstone Project* hanya pada saat memerlukan tanda tangan untuk dokumen yang diperlukan. Diharapkan untuk setiap dokumen yang dihasilkan (draf Pra-Rancangan Pabrik Kimia), mahasiswa setidaknya bertemu dengan dosen pembimbing paling tidak (minimal) sebanyak 20 kali.

B.3 Kegiatan *Capstone Design*

Dalam pelaksanaan kelas *Capstone Design*, adapun kegiatan yang dilakukan mahasiswa ialah berupa mengumpulkan data, menganalisis data, persentasi dan diskusi kelompok.

B.4 Pihak-Pihak dalam Pelaksanaan *Capstone Design*



a. Peserta *Capstone Design*

Peserta *Capstone Project* merupakan mahasiswa yang mengambil kuliah Perancangan Pabrik Kimia I (TKM 601) dan Perancangan Pabrik Kimia II (TKM 701). Peserta kuliah ini akan mengerjakan topik terkait Perancangan Pabrik Kimia yang dikerjakan secara mandiri maupun berkelompok maksimal 2 orang.

b. Pembimbing *Capstone Design*

Pada dasarnya pembimbing *Capstone Design* merupakan dosen yang bertanggung jawab dalam mengusulkan topik. Pembimbing *project* ini dilakukan oleh dua orang dosen pembimbing untuk setiap kelompok dan dosen ini harus ditentukan di tahap awal *project*. Dosen pembimbing selain berperan sebagai pembimbing juga ikut menentukan dalam kelulusan dan penilaian terutama dalam sidang skripsi (ujian pendadaran).

c. Tim *Capstone Design* dan Dosen Pembimbing

Tim *Capstone Design* adalah tim yang bertugas untuk memastikan pelaksanaan *project* sesuai dengan konsep dan tujuan perkuliahan. Pada dasarnya tim ini mengelola setiap proses *Capstone Design* mulai dari pengumpulan usul topik, pelaksanaan tiap tahap, evaluasi, penilaian, sampai dengan kelulusan. Ketua tim akan membagi dosen pembimbing dengan judul *Capstone design* sesuai bidang keahlian dosen. Ketua tim memastikan dan mengawal semua yang terlibat mengikuti tahap dan metode yang berlaku. Sedangkan dosen kelas akan bertanggung jawab secara administratif dalam perkuliahan serta penilaian dan pada dasarnya personel dosen kelas akan sama dengan tim *Capstone Design*.

B.5 Dokumen Luaran Lainnya

Selain draf Pra-Rancangan Pabrik Kimia, peserta dan kelompok *Capstone Design* juga harus menghasilkan *item* lain yang harus disiapkan menurut jadwal yang telah ditentukan. *Item* ini sangat menunjang proses pencapaian *learning outcome* dari kuliah, dimana *item* ini ialah sebagai berikut:

a. Persentasi

Bahan persentasi berfungsi untuk menyampaikan hasil dari pelaksanaan *capstone design* dengan efektif dan efisien. Presentasi ini bertujuan untuk

menjelaskan setiap proses perancangan mulai menurut masalah, perhitungan perancangan (neraca massa, energi, utilitas), pertimbangan keselamatan dan lingkungan, spesifikasi alat, instrumentasi, manajemen perusahaan dan struktur organisasi, serta analisa ekonomi. Total saat presentasi 15-20 menit untuk masing-masing mahasiswa.

b. Tugas Akhir (TA)

Program Studi menerapkan pelaksanaan *capstone design* pada tugas akhir, laporan tugas akhir ini biasa juga disebut dengan skripsi. Isi dari skripsi ini ialah sama dengan draf Pra-Rancangan Pabrik Kimia hanya saja lebih disempurnakan karena telah diperbaiki dan dikonsultasikan kepada dosen pembimbing. Format penulisan skripsi disesuaikan dengan program studi masing-masing.

B.6 Indikator Penilaian

Penilaian (*assessment*) dosen pembimbing untuk mahasiswa dibuat sesuai dengan ketentuan Program Studi Teknik Kimia yang memuat kriteria sebagai berikut:

- a. Keaktifan, *progress report*, dan *logbook*
- b. *Detailed design*
- c. Draf Pra-Rancangan Pabrik Kimia
- d. Presentasi
- e. Kerjasama dalam tim
- f. Kemampuan berkomunikasi
- g. Kemampuan dalam menjawab pertanyaan

C. TAHAPAN DAN DETAIL PELAKSANAAN CAPSTONE PROJECT

C.1 Topik yang Ditawarkan

Tahap pertama dalam proses pelaksanaan *capstone design* adalah pemilihan topik. Pada tahap ini, mahasiswa mengajukan permasalahan dengan berbagai penjelasannya kepada dosen pembimbing. Topik yang akan diajukan harus disertai dengan data-data yang relevan dan mendukung adanya masalah tersebut. Setelah topik diajukan, dosen pembimbing akan berdiskusi dengan tim *capstone design* apakah topik yang diajukan dapat dilaksanakan atau tidak.



Penawaran topik bisa lebih dari satu sehingga nantinya memudahkan dosen pembimbing untuk memberikan keputusan untuk topik yang akan dibahas. Jika mahasiswa tidak atau belum memiliki topik yang akan dibahas maka program studi akan menawarkan topik-topik yang dapat dipilih sebelum semester dimulai. Tim pelaksana akan menawarkan daftar topik *Capstone Design* yang sifatnya aplikatif dan dilaksanakan menggunakan konsep *Capstone Design*. Dosen juga harus mempertimbangkan bahwa topik yang diusulkan memang *feasible* untuk diselesaikan dalam 1 semester dengan pengerjaan secara mandiri maupun berkelompok.

C.2 Pembentukan Kelompok

Capstone Design dilaksanakan secara berkelompok dengan tujuan ialah agar mahasiswa dapat belajar untuk bekerja sama dan mengembangkan *softskills* yang diperlukan dalam pekerjaan setelah lulus. Pembentukan kelompok dilakukan oleh mahasiswa yang akan mengikuti mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia I dan II. Pemilihan kelompok akan dipercayakan langsung kepada mahasiswa demi kenyamanan dan kemudahan dalam mengerjakan *project*. Dalam mengerjakan *project* dapat dilakukan secara mandiri ataupun berkelompok yang terdiri dari 2 mahasiswa dan penetapan kelompok juga dilakukan sebelum semester dimulai sehingga setelah semester dimulai semua mahasiswa sudah siap dalam mengikuti kelas *Capstone Design*.

C.3 Pembuatan Draft

Pembuatan draft dilakukan setelah memasuki semester baru, mahasiswa yang telah mendapatkan topik dan kelompok dapat langsung berdiskusi dengan tim untuk membuat draft sesuai dengan topik dalam kelompok. Draft ini berisi BAB I sampai dengan BAB III pada mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia I dan pada mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia II draft ini berisikan BAB I sampai dengan BAB IX serta lampirannya.

C.4 Analisa dan Laporan Akhir

Pada tahap ini akan dilakukan analisa oleh dosen dari keseluruhan draft yang telah dikerjakan oleh mahasiswa. Analisa dilakukan melalui pengumpulan draft dan presentasi hasil akhir. Berikut adalah hal-hal yang harus dianalisa pada



laporan akhir pada Perancangan Pabrik I dan Perancangan Pabrik II beserta pembobotan nilai.

Tabel 1. Materi Analisa Perancangan Pabrik I dan Perancangan Pabrik II

| | Materi | Nilai (%) |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Perancangan Pabrik I | Kapasitas perancangan, analisis pasar, lokasi pendirian, pemilihan bahan baku dan alasan berdirinya pabrik | 20 |
| | Uraian proses | 20 |
| | Perhitungan neraca massa, neraca energi, utilitas | 60 |
| Perancangan Pabrik II | Pemilihan dan perhitungan alat | 50 |
| | Keselamatan dan kesehatan lingkungan | 10 |
| | Tata letak pabrik | 5 |
| | Manajemen dan struktru organisasi | 5 |
| | Instrumentasi pengendali proses | 10 |
| | Kelayakan pendirian pabrik melalui analisis ekonomi | 20 |