

PRARENCANA PABRIK

KARBON AKTIF DARI TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT DENGAN PROSES AKTIVASI
 FeCl_3

KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN



Diajukan oleh:

Stanley Tantoro

NRP: 5203018040

Natasya Nadia Poetri S.

NRP: 5203018045

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA

SURABAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

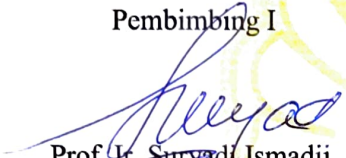
Nama : Stanley Tantoro

NRP : 5203018040

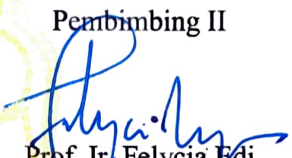
telah diselenggarakan pada tanggal 28 Juni 2022, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 7 Juli 2022

Pembimbing I


Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D., IPU.,
ASEAN Eng.
NIK. 521.93.0198

Pembimbing II


Prof. Ir. Felycia Edi
Soetarjo, S.T., M.Phil.
Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
NIK. 521.99.0391

Dewan Penguji

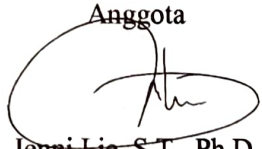
Ketua


Ir. Maria Yuliana, S.T.,
Ph.D., IPM.
NIK. 521.18.1010

Sekretaris


Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D., IPU.,
ASEAN Eng.
NIK. 521.93.0198

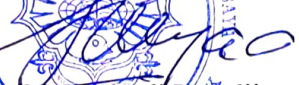
Anggota


Jenni Lic, S.T., Ph.D.
NIK. 521.17.0949

Anggota


Nathania Puspitasari, S.T.,
Ph.D.
NIK. 521.17.0952

Mengetahui


Fakultas Teknik
Dekan

Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D., IPU.,
ASEAN Eng.
NIK. 521.93.0198


Prodi Teknik Kimia
Ketua

Ir. Sandy Budi Hartono,
S.T., M.Phil. Ph.D., IPM.
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

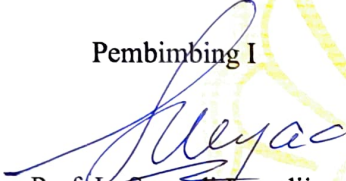
Nama : Natasya Nadia Poetri Setiawaty

NRP : 5203018045

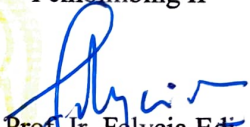
telah diselenggarakan pada tanggal 28 Juni 2022, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 7 Juli 2022

Pembimbing I

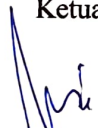

Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D., IPU.,
ASEAN Eng.
NIK. 521.93.0198

Pembimbing II

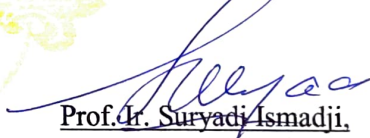

Prof. Ir. Felycia Edi
Soetarjo, S.T., M.Phil.
Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
NIK. 521.99.0391

Dewan Penguji

Ketua


Ir. Maria Yuliana, S.T.,
Ph.D., IPM.
NIK. 521.18.1010

Sekretaris


Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D., IPU.,
ASEAN Eng.
NIK. 521.93.0198

Anggota


Jenni Lie, S.T., Ph.D.
NIK. 521.17.0949

Anggota

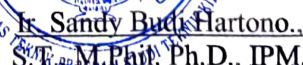
Anggota


Nathania Puspitasari, S.T.,
Ph.D.
NIK. 521.17.0952

Mengetahui


Fakultas Teknik
Dekan

Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D., IPU.,
ASEAN Eng.
NIK. 521.93.0198


Prodi Teknik Kimia
Ketua

Ir. Sandy Budi Hartono.,
S.T., M.Phil., Ph.D., IPM.
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama/NRP : Stanley Tantoro/5203018040

Natasya Nadia Poetri Setiawaty/5203018045

Menyetujui tugas akhir kami yang berjudul:

Prarencana Pabrik Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Aktivasi FeCl_3 : Kapasitas 12.000 ton/tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 7 Juli 2022

Yang menyatakan,

Mahasiswa I,



Stanley Tantoro
NRP. 5203018040

Mahasiswa II,



Natasya Nadia Poetri Setiawaty
NRP. 5203018045

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa saya tidak dapat melanjutkan penyusunan laporan ini.

Surabaya, 7 Juli 2022

Mahasiswa,



Stanley Tantoro

NRP. 5203018040

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa saya tidak dapat melanjutkan penyusunan laporan ini.

Surabaya, 7 Juli 2022

Mahasiswa,



Natasya Nadia Poetri Setiawaty

NRP. 5203018045

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Aktivasi FeCl_3 : Kapasitas 12.000 ton/tahun” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Tugas akhir prarencana pabrik ini dapat diselesaikan dengan baik dengan bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Suryadi Ismadji, M. T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan, pengarahan, dan masukan;
2. Prof. Ir. Felycia Edi Soetardjo, S. T., M.Phil. Ph.D., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan, pengarahan, dan masukan;
3. Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM.; Jenni Lie, S.T., Ph.D.; dan Nathania Puspitasari, S.T., Ph.D.; selaku Dewan Penguji yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran dalam penyusunan tugas akhir prarencana pabrik;
4. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir prarencana pabrik;
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi selama penyusunan tugas akhir prarencana pabrik;
6. Teman-teman dan sahabat yang tak bisa kami sebutkan satu per satu, yang selalu memberi dukungan selama penyusunan tugas akhir prarencana pabrik.

Akhir kata, kami berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat memberikan manfaat terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi para pembaca.

Surabaya, 21 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Karakteristik Bahan Baku	I-2
I.3 Kegunaan dan Keunggulan Produk.....	I-5
I.4 Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar.....	I-5
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES.....	II-1
II.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif	II-1
II.2 Pemilihan Proses	II-3
II.3 Uraian Proses	II-4
BAB III NERACA MASSA	III-1
III.1 <i>Rotary washer</i> (A-113)	III-2
III.2 <i>Rotary cutter</i> (C-110) dan <i>Screener I</i> (H-116).....	III-3
III.3 <i>Rotary dryer</i> (B-212).....	III-4
III.4 Reaktor pirolisis (R-210).....	III-5
III.5 <i>Cooler</i> (E-221)	III-6
III.6 <i>Desuperheater</i> -kondensor (E-220).....	III-6
III.7 <i>Flare</i> (A-222).....	III-7
III.8 Tangki pencampuran FeCl_3 (M-310)	III-8
III.9 Tangki impregnasi (M-320)	III-8
III.10 <i>Rotary Vacuum Filter</i> (H-412)	III-9
III.11 Reaktor Aktivasi (R-410)	III-9
III.12 <i>Scrubber</i> (D-415).....	III-10
III.13 <i>Screener II</i> (H-510)	III-11
III.14 <i>Vibratory mill</i> (C-520) dan <i>Screener III</i> (H-523).....	III-11
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
IV.1 <i>Rotary Dryer</i> (B-212).....	IV-1

IV.2	Reaktor Pirolisis (R-210)	IV-1
IV.3	Cooler (E-221)	IV-2
IV.4	Desuperheater-kondensor (E-220).....	IV-2
IV.5	Flare (A-222)	IV-3
IV.6	Tangki Pencampuran FeCl_3 (M-310)	IV-3
IV.7	Tangki Impregnasi (M-320)	IV-4
IV.8	Reaktor Aktivasi (R-410)	IV-4
IV.9	Scrubber (D-415)	IV-5
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN		V-1
V.1	Gudang TKKS.....	V-1
V.2	Belt conveyor I (J-112).....	V-2
V.3	Rotary washer (A-113)	V-3
V.4	Belt conveyor II (J-114)	V-4
V.5	Rotary cutter (C-110).....	V-5
V.6	Screw conveyor I (J-115)	V-6
V.7	Screenner I (H-116)	V-7
V.8	Bucket elevator I (J-117).....	V-8
V.9	Screw conveyor II (J-211)	V-9
V.10	Rotary dryer (B-212).....	V-10
V.11	Bucket elevator II (J-213).....	V-11
V.12	Reaktor pirolisis (R-210).....	V-12
V.13	Cooler (E-221)	V-13
V.14	Desuperheater-kondensor (E-220).....	V-14
V.15	Flare (A-222)	V-15
V.16	Bin $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (F-311).....	V-16
V.17	Screw conveyor III (J-312).....	V-17
V.18	Tangki pencampuran FeCl_3 (M-310)	V-18
V.19	Bucket elevator III (J-321)	V-19
V.20	Tangki impregnasi (M-320)	V-20
V.21	Screw conveyor IV (J-411).....	V-21
V.22	Rotary vacuum filter (H-412).....	V-22
V.23	Bucket elevator IV (J-413)	V-23
V.24	Reaktor aktivasi (R-410)	V-24
V.25	Blower (G-414)	V-25
V.26	Scrubber (D-415)	V-26
V.27	Pompa (L-416)	V-27

V.28	Tangki penyimpanan HCl (F-417)	V-28
V.29	<i>Screw conveyor</i> V (J-511)	V-29
V.30	<i>Screener</i> II (H-510)	V-30
V.31	<i>Screw conveyor</i> VI (J-512)	V-31
V.32	Bin karbon aktif granular (F-513)	V-32
V.33	<i>Screw conveyor</i> VII (J-514)	V-33
V.34	<i>Packaging machine</i> I (A-515)	V-34
V.35	<i>Belt conveyor</i> III (J-516)	V-35
V.36	Gudang karbon aktif (F-517)	V-36
V.37	<i>Screw conveyor</i> VIII (J-521)	V-37
V.38	<i>Vibratory mill</i> (C-520)	V-38
V.39	<i>Screw conveyor</i> IX (J-522)	V-39
V.40	<i>Screener</i> III (H-523)	V-40
V.41	<i>Screw conveyor</i> X (J-524)	V-41
V.42	<i>Screw conveyor</i> XI (J-525)	V-42
V.43	Bin karbon aktif bubuk (F-526)	V-43
V.44	<i>Screw conveyor</i> XII (J-527)	V-44
V.45	<i>Packaging machine</i> II (A-528)	V-45
V.46	<i>Belt conveyor</i> IV (J-529)	V-46
BAB VI LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY		VI-1
VI.1	Lokasi Pabrik	VI-1
VI.2	Tata Letak Pabrik, Alat Proses, dan Utilitas	VI-4
VI.3	Instrumentasi	VI-12
VI.4	Keamanan Kerja dan Lingkungan	VI-14
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH		VII-1
VII.1	Unit penyedia air	VII-1
VII.2	Unit penyedia refrijeran	VII-103
VII.3	Unit penyedia udara panas	VII-105
VII.4	Unit penyedia listrik	VII-108
VII.5	Unit pengolahan limbah	VII-114
BAB VIII DESAIN PRODUK DAN KEMASAN		VIII-1
VIII.1	Desain Logo	VIII-1
VIII.2	Desain Kemasan Produk	VIII-1
VIII.3	Desain Label Kemasan	VIII-3
BAB IX STRATEGI PEMASARAN		IX-1

BAB X STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN	X-1
X.1 Struktur Umum.....	X-1
X.2 Bentuk Perusahaan	X-1
X.3 Struktur Organisasi.....	X-2
X.4 Pembagian Tugas dan Wewenang	X-4
X.5 Jadwal Kerja.....	X-19
X.6 Kesejahteraan Karyawan.....	X-21
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1 Penentuan Modal Tetap atau <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-1
XI.2 Penentuan Biaya Produksi Total atau <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	XI-3
XI.3 Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-1
XI.4 Perhitungan <i>Return on Investment</i> (ROI).....	XI-6
XI.5 Perhitungan <i>Return on Equity</i> (ROE)	XI-7
XI.6 Waktu Pengembalian Modal atau <i>Pay Out Time</i> (POT).....	XI-9
XI.7 Penentuan Titik Impas atau <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-10
XI.8 Analisa Sensitivitas	XI-11
BAB XII DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII-1
XII.1 Diskusi.....	XII-1
XII.2 Kesimpulan	XII-2
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
LAMPIRAN A NERACA MASSA	A-1
LAMPIRAN B NERACA PANAS	B-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN.....	C-1
LAMPIRAN D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit	I-3
Gambar I.2 Impor Karbon Aktif Indonesia Tahun 2014-2018	I-7
Gambar I.3 Ekspor Karbon Aktif Indonesia Tahun 2014-2018	I-8
Gambar I.4 Produksi Karbon Aktif Indonesia Tahun 1998-2001	I-10
Gambar II.1 Diagram Aktivasi Kimia 1 Tahap dan 2 Tahap.....	II-2
Gambar II.2 Uraian Proses Pembuatan Karbon Aktif TKKS	II-8
Gambar VI.1 Lokasi pendirian Pabrik Karbon Aktif	VI-1
Gambar VI.2 Peta jarak lokasi pabrik ke PTPN V (a) Lubuk Dalam dan (b) Sei Buatan	VI-2
Gambar VI.3 Peta jarak lokasi pabrik ke Pelabuhan Tanjung Buton	VI-3
Gambar VI.4 Tata Letak Pabrik (1:10)	VI-7
Gambar VI.5 Tata Letak Alat Proses (1:10)	VI-10
Gambar VI.6 Tata Letak Unit Penyedia Air (1:10)	VI-12
Gambar VII.1 Blok Diagram Unit Pengolahan Air	VII-8
Gambar VII.2 <i>Flowsheet</i> Unit Pengolahan Air	VII-9
Gambar VII.3 Skema Aliran Pompa A	VII-12
Gambar VII.4 Skema Aliran Pompa B	VII-18
Gambar VII.5 Skema Aliran Pompa C	VII-34
Gambar VII.6 Skema Aliran Pompa D	VII-45
Gambar VII.7 Skema Aliran Pompa E	VII-55
Gambar VII.8 Skema Aliran Pompa F.....	VII-74
Gambar VII.9 Skema Aliran Pompa G	VII-85
Gambar VII.10 Skema Aliran Pompa H	VII-99
Gambar VII.11 Skema Proses Refrijerasi.....	VII-103
Gambar VIII.1 Desain Logo Pabrik Karbon Aktif	VIII-1
Gambar VIII.2 Desain kemasan karbon aktif; (a) granular dan (b) bubuk.....	VIII-2
Gambar VIII.3 Desain kemasan HCl 40% (w/w); (a) drum dan (b) truk tangki .	VIII-3
Gambar VIII.4 Desain label kemasan produk karbon aktif (a) granular dan (b) bubuk	VIII-3
Gambar X.1 Struktur Organisasi PT. Palm Carb Indonesia	X-4
Gambar XI.1 Hubungan antara Kapasitas Produksi dan Laba Sesudah Pajak	XI-11

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Kandungan Lignin dari Biomassa	I-2
Tabel I.2 Sifat Fisik TKKS (Eka, 2000)	I-3
Tabel I.3 Komposisi TKKS (Aini dkk., 2018)	I-4
Tabel I.4 Sifat Fisika dan Kimia $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Anonim, 2010)	I-4
Tabel I.5 Karakteristik Karbon Aktif (Ismadji dkk., 2021)	I-4
Tabel I.6 Pabrik Kelapa Sawit di Provinsi Riau (Riau, 2020)	I-6
Tabel I.7 Impor Karbon Aktif di Indonesia Tahun 2014-2018	I-7
Tabel I.8 Ekspor Karbon Aktif di Indonesia Tahun 2014-2018	I-7
Tabel I.9 Industri Pengguna Karbon Aktif (AdyWater, 2016)	I-9
Tabel I.10 Produksi Karbon Aktif di Indonesia Tahun 1998– 2001	I-9
Tabel I.11 Produksi Tahunan Pabrik Karbon Aktif di Dunia	I-11
Tabel II.1 Perbandingan Proses Aktivasi Karbon Aktif	II-4
Tabel III.1 Komposisi TKKS	III-1
Tabel III.2 Neraca Massa <i>Rotary Washer</i> (A-113)	III-2
Tabel III.3 Neraca Massa <i>Rotary cutter</i> (C-110)	III-3
Tabel III.4 Neraca Massa <i>Screener I</i> (H-116)	III-4
Tabel III.5 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (B-212)	III-5
Tabel III.6 Neraca Massa Reaktor Pirolisis (R-210)	III-5
Tabel III.7 Neraca Massa <i>Cooler</i> (E-214)	III-6
Tabel III.8 Neraca massa <i>Desuperheater</i> -kondensor (E-220)	III-7
Tabel III.9 Neraca Massa <i>Flare</i> (A-224)	III-7
Tabel III.10 Neraca Massa Tangki Pencampuran FeCl_3 (M-310)	III-8
Tabel III.11 Neraca Massa Tangki Impregnasi (M-320)	III-8
Tabel III.12 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Filter</i> (H-412)	III-9
Tabel III.13 Neraca Massa Reaktor Aktivasi (R-410)	III-10
Tabel III.14 Neraca Massa Scrubber (D-415)	III-10
Tabel III.15 Neraca Massa <i>Screener II</i> (H-510)	III-11
Tabel III.16 Neraca Massa <i>Vibratory Mill</i> (C-520)	III-12
Tabel III.17 Neraca Massa <i>Screener III</i> (H-523)	III-13
Tabel IV.1 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (B-212)	IV-1
Tabel IV.2 Neraca Panas Reaktor Pirolisis (R-210)	IV-1
Tabel IV.3 Neraca Panas <i>Cooler</i> (E-221)	IV-2
Tabel IV.4 Neraca Panas <i>Desuperheater</i> -kondensor (E-220)	IV-2
Tabel IV.5 Neraca Panas <i>Flare</i> (A-224)	IV-3
Tabel IV.6 Neraca Panas Tangki Pencampuran FeCl_3 (M-310)	IV-3
Tabel IV.7 Neraca Panas Tangki Impregnasi (M-320)	IV-4
Tabel IV.8 Neraca Panas Reaktor Aktivasi (R-410)	IV-4
Tabel IV.9 Neraca Panas Scrubber (D-415)	IV-5
Tabel V.1 Spesifikasi Gudang TKKS (F-111)	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi <i>Belt Conveyor I</i> (J-112)	V-2
Tabel V.3 Spesifikasi <i>Rotary Washer</i> (A-113)	V-3
Tabel V.4 Spesifikasi <i>Belt Conveyor II</i> (J-114)	V-4

Tabel V.5 Spesifikasi Rotary Cutter (C-110)	V-5
Tabel V.6 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> I (J-115).....	V-6
Tabel V.7 Spesifikasi Screener I (H-116).....	V-7
Tabel V.8 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> I (J-117)	V-8
Tabel V.9 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> II (J-211).....	V-9
Tabel V.10 Spesifikasi Rotary Dryer (B-212)	V-10
Tabel V.11 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> II (J-213).....	V-11
Tabel V.12 Spesifikasi Reaktor Pirolisis (R-210)	V-12
Tabel V.13 Spesifikasi Cooler (E-221).....	V-13
Tabel V.14 Spesifikasi Desuperheater-kondensor (E-220)	V-14
Tabel V.17 Spesifikasi Flare (A-224).....	V-15
Tabel V.18 Spesifikasi Bin $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (F-311).....	V-16
Tabel V.19 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> III (J-312).....	V-17
Tabel V.20 Spesifikasi Tangki Pencampuran FeCl_3 (M-310)	V-18
Tabel V.21 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> III (J-321).....	V-19
Tabel V.22 Spesifikasi Tangki Impregnasi (M-320)	V-20
Tabel V.23 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> IV (J-411)	V-21
Tabel V.24 Spesifikasi Rotary Vacuum Filter (H-412).....	V-22
Tabel V.25 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> IV (J-413)	V-23
Tabel V.26 Spesifikasi Reaktor Aktivasi (R-410)	V-24
Tabel V.27 Spesifikasi <i>Blower</i> (G-414)	V-25
Tabel V.28 Spesifikasi <i>Scrubber</i> (D-415)	V-26
Tabel V.29 Spesifikasi Pompa (L-416)	V-27
Tabel V.30 Spesifikasi Tangki Penyimpanan HCl (F-417).....	V-28
Tabel V.31 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> V (J-511).....	V-29
Tabel V.32 Spesifikasi Screener II (H-510)	V-30
Tabel V.33 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> VI (J-512)	V-31
Tabel V.34 Spesifikasi Bin Karbon Aktif Granular (F-513)	V-32
Tabel V.35 Spesifikasi <i>Screw conveyor</i> VII (J-514).....	V-33
Tabel V.36 Spesifikasi Packaging Machine I (A-515)	V-34
Tabel V.37 Spesifikasi Belt conveyor III (J-516).....	V-35
Tabel V.38 Spesifikasi Gudang Karbon Aktif (F-517).....	V-36
Tabel V.39 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> VIII (J-521)	V-37
Tabel V.40 Spesifikasi Vibratory Mill (C-520).....	V-38
Tabel V.41 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> IX (J-522)	V-39
Tabel V.42 Spesifikasi Screener III (H-523)	V-40
Tabel V.43 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> X (J-524)	V-41
Tabel V.44 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> XI (J-525).....	V-42
Tabel V.45 Spesifikasi Bin Karbon Aktif Bubuk (F-526).....	V-43
Tabel V.46 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> XII (J-527)	V-44
Tabel V.47 Spesifikasi Packaging machine II (A-528)	V-45
Tabel V.48 Spesifikasi Belt conveyor IV (J-529).....	V-46
Tabel VI.1 Keterangan Tata Letak Pabrik	VI-6
Tabel VI.2 Keterangan Tata Letak Alat Proses	VI-8
Tabel VI.3 Keterangan Tata Letak Unit Penyedia Air	VI-10

Tabel VI.4 Instrumentasi pada Alat Proses	VI-13
Tabel VI.5 MSDS Besi (III) Klorida Heksahidrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	VI-16
Tabel VII.1 Kebutuhan Air Sanitasi	VII-2
Tabel VII.2 Kebutuhan air proses	VII-3
Tabel VII.3 Kebutuhan air pendingin	VII-4
Tabel VII.4 Daftar Alat Unit Pengolahan Air	VII-10
Tabel VII.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	VII-108
Tabel VII.6 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	VII-109
Tabel VII.7 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Instrumentasi	VII-110
Tabel VII.8 Kebutuhan Lumen untuk Area Pabrik	VII-110
Tabel VII.9 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	VII-112
Tabel VII.10 Komposisi limbah produksi karbon aktif	VII-114
Tabel VIII.1 MSDS Produk Karbon Aktif Granular	VIII-4
Tabel VIII.2 MSDS Produk Karbon Aktif Bubuk	VIII-7
Tabel X.1 Perincian Jumlah Karyawan	X-18
Tabel X.2 Jadwal Kerja Karyawan Shift	X-20
Tabel XI.1 Penentuan Total Capital Investment (TCI)	XI-2
Tabel XI.2 Depresiasi Alat dan Bangunan	XI-4
Tabel XI.3 Penentuan Total Production Cost (TPC)	XI-1
Tabel XI.4 Keterangan Kolom Cash Flow	XI-2
Tabel XI.5 Cash Flow	XI-5
Tabel XI.6 Return on Investment (ROI) sebelum Pajak	XI-6
Tabel XI.7 Return on Investment (ROI) sesudah Pajak	XI-7
Tabel XI.8 Return on Equity (ROE) sebelum Pajak	XI-8
Tabel XI.9 Return on Equity (ROE) sesudah Pajak	XI-8
Tabel XI.10 Pay Out Time (POT) sebelum Pajak	XI-9
Tabel XI.11 Pay Out Time (POT) sesudah Pajak	XI-9
Tabel XI.12 Penentuan Break Even Point (BEP)	XI-10
Tabel XI.13 Hubungan Persentase Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap BEP, ROI, ROE, dan POT	XI-12

INTISARI

Kelapa sawit merupakan hasil tanaman perkebunan terbesar di Indonesia, yang mana jumlahnya mencapai 48,3 juta ton di tahun 2020. Lahan kelapa sawit pun terus mengalami peningkatan sebagai dampak dari kebutuhan minyak kelapa sawit (CPO/*crude palm oil*) untuk dijadikan bahan baku biodiesel. Peningkatan kebutuhan CPO terlihat dari jumlah pabrik yang mengolah kelapa sawit, yang menghasilkan sejumlah limbah salah satunya tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Jumlah limbah TKKS rata-rata mencapai 6,7 juta ton per tahun. Tingginya jumlah limbah serta kandungan lignin, membuat TKKS berpotensi dijadikan bahan baku pembuatan karbon aktif. Kebutuhan karbon aktif di Indonesia mencapai 300 ribu ton per tahunnya, dan kebutuhan ini dipenuhi lewat kegiatan impor sebanyak 11,8 ribu ton di tahun 2018. Dengan didirikannya pabrik karbon aktif dari TKKS ini, diharapkan mampu mengurangi jumlah limbah TKKS, memenuhi kebutuhan pasar, dan mengurangi nilai impor.

Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari *pretreatment*, karbonisasi, aktivasi, dan *post-treatment*. Karbonisasi dilakukan menggunakan reaktor pirolisis *batch* dengan *closure* dan *head* berbentuk konis. Reaktor pirolisis akan memanaskan TKKS pada suhu 850°C selama 1 jam sehingga TKKS akan berubah menjadi *charcoal* dengan melepaskan *condensable gas* dan *non-condensable gas* dalam jumlah besar. *Condensable gas* dan *non-condensable gas* yang keluar dari reaktor pirolisis dipisahkan dengan *cooler* dan *Desuperheater condenser*, dimana bio-oil akan didapat setelah *Condensable gas* diembunkan pada suhu 101,182°C dan *non-condensable gas* dapat digunakan sebagai pemanas di pabrik. Setelah karbon aktif di dalam reaktor pirolisis mencapai suhu 50°C, karbon aktif dimasukkan ke dalam tangki impregnasi agar FeCl₃ sebagai agen aktivasi dapat bercampur dengan karbon aktif. Sebelum masuk ke reaktor aktivasi, karbon aktif yang berasal dari tangka impregnasi dipisahkan dari larutan FeCl₃ menggunakan *rotary drum vacuum filter*. Adapun, aktivasi dilakukan bersama dengan agen aktivasi FeCl₃ yang mana agen aktivasi ini akan mewariskan sifat magnetik kepada karbon aktif yang terbentuk. Proses aktivasi juga akan membuka pori-pori *charcoal* sehingga *charcoal* berubah menjadi karbon aktif.

Prarencana pabrik karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan proses aktivasi FeCl₃ memiliki rincian sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Karbon aktif granular dan karbon aktif bubuk
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas Produksi	: 12.000 ton/tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari/tahun
Sistem Operasi	: Semikontinyu
Waktu Mulai Operasi	: Tahun 2025
Bahan Baku	: Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)
Kapasitas Bahan Baku	: 128.291,13 ton/hari
Utilitas	:
• Air	: Air sanitasi = 3,63 m ³ /hari : Air proses = 288,3488 m ³ /hari : Air pendingin = 5.846,9979 m ³ /hari
• Listrik	: 598,76 kW/hari

- Udara panas : 838.632 kg/hari
- Bahan Bakar : *Industrial Diesel Oil* = 10,1564 m³/tahun (generator)
: TKKS = 2.465,89 kg/tahun

Jumlah Tenaga Kerja : 115 orang

Lokasi Pabrik : Kelurahan Mengkapan, Kecamatan Sungai Apit,
Kabupaten Siak, Provinsi Riau

Luas Pabrik : 27.903 m²

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan diperoleh :

- *Fixed Capital Investment* (FCI) = Rp 119.557.222.125
- *Working Capital Investment* (WCI) = Rp 11.983.947.653
- *Total Production Cost* (TPC) = Rp 133.611.418.191
- Penjualan per tahun = Rp 195.796.830.858

Analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow* :

- *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak : 24,71%
- *Return on Investment* (ROI) setelah pajak : 17,71%
- *Return on Equity* (ROE) sebelum pajak : 65,98%
- *Return on Equity* (ROE) sesudah pajak : 48,55%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 3,3878
- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 4,1667
- *Break Even Point* (BEP) : 44,60%