Pemilihan Teknologi Dan Analisis Tekno-Ekonomi Produksi Sustainable Aviation Fuel Dari Used Cooking
Oil Di Indonesia
Febriandi, Prof. Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng., IPU.; Dr. Nugroho Dewayanto, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR SINGKATAN xi
ABSTRAK 12
ABSTRACT 13
BAB I PENDAHULUAN 14
1.1 Latar Belakang 14
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah 20
1.3 Keaslian / Kebaruan Penelitian 21
1.4 Tujuan Penelitian 23
1.5 Manfaat Penelitian 24
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI 27
2.1 Tinjauan Pustaka 27
2.1.1 Konsep Bahan Bakar Alternatif Penerbangan 27
2.1.2 Sustainable Aviation Fuel (SAF) dan Tantangan Dekarbonisasi Penerbangan 28
2.1.3 Potensi *Used Cooking Oil* (UCO) sebagai Bahan Baku Berkelanjutan 29
2.1.4 Pembentukan Harga dan Volatilitas UCO sebagai Bahan Baku SAF 33
2.1.5 Teknologi Proses Produksi Bioavtur 34
2.2 Landasan Teori 36
2.2.1 Pemilihan Teknologi dengan AHP 36
2.2.2 Analisis Ekonomi 38
BAB III METODE PENELITIAN 42
3.1 Jenis Penelitian 42
3.2 Lokasi Penelitian 42
3.3 Sumber Data 42
3.4 Metode Analisis Data 42
3.5 Kerangka Penelitian 44
3.6 Metode Pengumpulan Data 46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 48
4.1 Pemilihan Teknologi SAF dengan Analytical Hierarchy Process 48
4.1.1 Perhitungan Bobot 49
a. Perhitungan Bobot Kriteria 49
b. Perhitungan Bobot Alternatif 51

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemilihan Teknologi Dan Analisis Tekno-Ekonomi Produksi Sustainable Aviation Fuel Dari Used Cooking Oil Di Indonesia
Febriandi, Prof. Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng., IPU.; Dr. Nugroho Dewayanto, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1. Perhitungan Kompatibilitas 51
2. Perhitungan Kesiapan Teknologi (TRL) 52
3. Perhitungan *Yield* 54
4. Perhitungan Portofolio 56

4.1.2 Evaluasi Nilai Akhir 57
4.2 Analisis Tekno-Ekonomi HEFA-SPK 59
4.2.1 Analisis Proses HEFA-SPK 59
a. Diagram Alir Proses (*Process Flow Diagram*) 59
b. Neraca Massa 61
c. Yield Produk 62
d. Konsumsi Hidrogen dan Utilitas 63
4.2.2 Analisis Ekonomi HEFA-SPK 64
a. *Capital Expenditure* (CAPEX) 64
b. *Operational Expenditure* (OPEX) 67
c. Proyeksi *Revenue* 70
d. Asumsi Finansial dan Penentuan Discount Rate (WACC) 72
e. Proyeksi *Cash Flow* 73
f. Indikator Keekonomian 74
g. Analisis Sensitivitas 76
h. Implikasi Kebijakan: Kebutuhan Insentif dan Regulasi Feedstock UCO 81

BAB V KESIMPULAN 83
5. 1 Kesimpulan 83
5.2 Saran 84
DAFTAR PUSTAKA 86
LAMPIRAN A 91
Equipment List Pabrik Produksi SAF dari UCO 91

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemilihan Teknologi Dan Analisis Tekno-Ekonomi Produksi Sustainable Aviation Fuel Dari Used Cooking Oil Di Indonesia
Febriandi, Prof. Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng., IPU.; Dr. Nugroho Dewayanto, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Langkah-langkah proses utama dan kategori bahan baku untuk jalur lima teknologi SAF yang disertifikasi ASTM. Jalur teknologi dibedakan berdasarkan warna. HC-HEFA-SPK dan FT-SPK/A dihilangkan karena memiliki langkah proses utama yang sama dengan HEFA dan FT (Dahal et al., 2021) (Goh et al., 2022).....36

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 45

Gambar 4. 1 *Process Flow Diagram* Produksi SAF dari UCO Berbasis Teknologi HEFA-SPK pada Aspen HYSYS.....59
Gambar 4. 2 *Material Stream Summary* Hasil Simulasi Aspen HYSYS 62
Gambar 4. 3 Tornado Chart Dampak Perubahan Variabel terhadap NPV 79
Gambar 4. 4 Tornado Chart Dampak Perubahan Variabel terhadap IRR.....80
Gambar 4. 5 Tornado Chart Dampak Perubahan Variabel terhadap MSP SAF 80

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemilihan Teknologi Dan Analisis Tekno-Ekonomi Produksi Sustainable Aviation Fuel Dari Used Cooking Oil Di Indonesia
Febriandi, Prof. Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng., IPU.; Dr. Nugroho Dewayanto, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rangkuman Penelitian Terkait Tekno-Ekonomi Produksi SAF 21

Tabel 2. 1 Perbandingan Default Life Cycle Emissions Jalur HEFA Berbahan Baku UCO dan Palm Oil 30
Tabel 2. 2 Perbandingan Teknologi Produksi SAF dengan berbagai jenis bahan baku 35
Tabel 2. 3 Nilai *Comparative Judgement* (Walangare et al., 2012) 37

Tabel 4.1 Matriks Perbandingan Berpasangan Antarkriteria.....49
Tabel 4.2 Bobot Masing-Masing Kriteria.....51
Tabel 4.3 Matriks Perbandingan Berpasangan antara Kriteria dan Alternatif Kompatibilitas 51
Tabel 4.4 Nilai Masing-masing Alternatif pada Kriteria Kompatibilitas 52
Tabel 4.5 Matriks Perbandingan Berpasangan antara Kriteria dan Alternatif TRL 53
Tabel 4.6 Nilai Masing-masing Alternatif pada Kriteria TRL 53
Tabel 4. 7 Matriks Perbandingan Berpasangan antara Kriteria dan Alternatif *Yield*.....55
Tabel 4.8 Nilai Masing-masing Alternatif pada Kriteria *Yield*.....55
Tabel 4.9 Matriks Perbandingan Berpasangan antara Kriteria dan Alternatif Portofolio.....56
Tabel 4.10 Nilai Masing-masing Alternatif pada Kriteria Portofolio.....57
Tabel 4.11 Evaluasi Akhir Alternatif.....58
Tabel 4. 12 Neraca Massa Aliran Utama Hasil Simulasi Aspen HYSYS 61
Tabel 4. 13 *Yield* Produk Hasil Simulasi dan Perbandingan dengan Benchmark Literatur 62
Tabel 4. 14 Konsumsi Hidrogen dan Utilitas Hasil Simulasi pada Kapasitas 100%.....63
Tabel 4. 15 Estimasi Capital Expenditure (CAPEX).....64
Tabel 4. 16 Asumsi Utama CAPEX dan Pemodelan Proyek beserta Justifikasi 66
Tabel 4. 17 Estimasi *Operational Expenditure* (OPEX) pada Kapasitas 100% Tahun Basis .68
Tabel 4. 18 Build-up Harga UCO Domestik yang Diadopsi dalam Studi (Base Case).....69
Tabel 4. 19 Volume Produksi dan Harga Jual Produk pada Tahun Basis 71
Tabel 4. 20 Proyeksi *Revenue* pada *Steady State* (*Operating Year* 3, Utilisasi 90%) 72
Tabel 4. 21 Build-Up WACC sebagai Discount Rate Proyek 72
Tabel 4. 22 Ringkasan *Cash Flow* Proyek pada Tahun Operasi Terpilih.....74
Tabel 4. 23 Indikator Keekonomian Proyek Produksi SAF dari UCO (*Base Case*) 75
Tabel 4. 24 Kondisi *Base Case* Analisis Sensitivitas 76
Tabel 4. 25 Hasil Sensitivitas Kurs USD/IDR.....76
Tabel 4. 26 Hasil Sensitivitas CAPEX 77
Tabel 4. 27 Hasil Sensitivitas Harga UCO 77
Tabel 4. 28 Hasil Sensitivitas Konsumsi Hidrogen 78

Tabel A. 1 Daftar Peralatan Pabrik Produksi SAF dari UCO.....91