



KEMENTERIAN KEUANGAN
REPUBLIK INDONESIA



PEMBANGUNAN INDUSTRI BIODIESEL B40

BERBASIS KELAPA SAWIT DI KABUPATEN DHARMASRAYA



PEMBANGUNAN INDUSTRI BIODIESEL B40

BERBASIS KELAPA SAWIT DI KABUPATEN DHARMASRAYA

Pembina

Mohammad Dody Fachrudin
(Kepala Kanwil DJPb Sumatera Barat)

Penulis

Bayu Agatyan
(Kepala Bidang Pembinaan Akuntansi dan Pelaporan Keuangan)

Lyssa Zulya Zalyra
(Analis Perpendaharaan Negara Ahli Pertama)

Ery Seryawan
(Analis Perpendaharaan Negara Ahli Muda)



Kata Pengantar



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penyusunan kajian mendalam ini mengenai Pembangunan Industri Biodiesel B40 Berbasis Kelapa Sawit di Kabupaten Dharmasraya. Kajian ini merupakan hasil kolaborasi lintas sektor dan integrasi data ekonomi-fiskal yang diperkuat oleh pendekatan Regional Chief Economist (RCE) dan Financial Advisor (FA), sebagai bagian dari transformasi peran Kanwil DJPb dalam mendukung pengembangan ekonomi daerah secara aktif dan berbasis eviden.



Kabupaten Dharmasraya merupakan salah satu wilayah dengan potensi strategis dalam pengembangan hilirisasi kelapa sawit, yang menjadi tulang punggung ekonomi lokal. Berdasarkan hasil analisis RCE dan FA yang kami pimpin, sektor ini tidak hanya berpotensi mendorong nilai tambah PDRB dan peningkatan kesejahteraan petani sawit, tetapi juga menjadi pilar baru dalam menciptakan ketahanan energi daerah, penguatan fiskal daerah, dan kontribusi terhadap pencapaian target SDGs.

Kajian ini disusun dengan pendekatan ilmiah dan kuantitatif melalui model Cost-Benefit Analysis (CBA), Economic Rate of Return (ERR), dan Social Return on Investment (SROI), yang menunjukkan bahwa proyek pembangunan Biodiesel B40 di Dharmasraya secara ekonomi dan sosial sangat layak dilaksanakan. Hasil-hasil ini diperoleh melalui kolaborasi data APBN-APBD, laporan keuangan pemerintah, statistik sektoral, serta wawancara dengan para pelaku usaha dan petani sawit di lapangan yang difasilitasi oleh jaringan FA-KPPN.

Lebih jauh, strategi implementasi yang dirancang dalam kajian ini sejalan dengan semangat reformasi fiskal dan pembangunan berkelanjutan berbasis potensi daerah, sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Menteri Keuangan Nomor 24 Tahun 2024 tentang Peran Perbendaharaan dalam Pembangunan Daerah.

Kami menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah terlibat, baik dari pemerintah pusat, Pemerintah Kabupaten Dharmasraya, mitra pembangunan, serta tim RCE-FA di lingkungan Kanwil DJPb Sumatera Barat dan KPPN terkait. Harapan kami, kajian ini dapat menjadi acuan dalam pengambilan kebijakan investasi, penataan fiskal daerah, serta mendorong akselerasi proyek strategis nasional di daerah.

Semoga kajian ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi masyarakat Dharmasraya dan menjadi contoh nyata kontribusi DJPb dalam mendukung pengembangan ekonomi daerah berbasis hilirisasi industri dan pembiayaan yang berkelanjutan.

Ditandatangani secara elektronik

Mohammad Dody Fachrudin
Kepala Kanwil DJPb Prov. Sumatera Barat



Executive Summary

Pembangunan pabrik biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya merupakan salah satu langkah strategis untuk mendorong hilirisasi industri sawit, memperkuat ketahanan energi nasional, serta menciptakan nilai tambah ekonomi di tingkat lokal dan regional. Berdasarkan hasil analisis dari fungsi Regional Chief Economist (RCE) dan Financial Advisory (FA) Kanwil DJPb Provinsi Sumatera Barat, proyek ini memiliki potensi untuk menjadi motor pertumbuhan ekonomi baru yang inklusif, berkelanjutan, dan terintegrasi dengan agenda pembangunan nasional.

Proyek ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah produk sawit lokal melalui konversi menjadi bahan bakar nabati jenis B40, menyerap tenaga kerja lokal secara langsung maupun tidak langsung, dan meningkatkan pendapatan asli daerah melalui perluasan basis pajak dan retribusi daerah. Selain itu, proyek ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil impor dan mendukung transisi menuju energi bersih, sejalan dengan target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya tujuan 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi), dan 13 (Penanganan Perubahan Iklim).

Secara finansial dan ekonomi, proyek ini dinyatakan layak berdasarkan hasil analisis kelayakan. Hasil Cost-Benefit Analysis menunjukkan Net Present Value (NPV) positif sebesar Rp145 miliar, dengan Internal Rate of Return (IRR) mencapai 17,8%, lebih tinggi dari Weighted Average Cost of Capital (WACC) yang diasumsikan sebesar 10%. Secara ekonomi makro, Economic Rate of Return (ERR) diperkirakan sebesar 21,4%, mencerminkan dampak positif terhadap produk domestik regional bruto (PDRB) dan perputaran ekonomi lokal. Dari sisi sosial, nilai Social Return on Investment (SROI) berada pada rasio 3,8:1, yang berarti setiap Rp1 investasi sosial akan menghasilkan manfaat sosial sebesar Rp3,8.

Dampak multidimensi proyek ini juga signifikan. Di bidang ekonomi lokal, kehadiran industri biodiesel akan menciptakan rantai nilai baru dari hulu ke hilir, meningkatkan daya saing petani sawit rakyat, dan memperluas lapangan kerja formal dan informal. Dalam aspek ketahanan energi, proyek ini akan mendorong konversi Crude Palm Oil (CPO) menjadi biodiesel B40, memperkuat kemandirian energi nasional melalui diversifikasi sumber energi. Proyek ini juga akan mendukung inklusi petani sawit melalui model kemitraan dan skema off-taker agreement yang adil, meningkatkan pendapatan petani dan memperkuat posisi tawar mereka dalam rantai pasok industri. Dari sisi fiskal, aktivitas industri biodiesel akan memperluas basis penerimaan pajak daerah, termasuk Pajak Bahan Bakar, Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) sektor industri, serta retribusi daerah lainnya. Selain itu, proyek ini menjadi model investasi hijau daerah yang mendukung capaian indikator SDGs, khususnya dalam sektor energi terbarukan dan pembangunan yang inklusif.

Skema pembiayaan proyek dirancang melalui model blended finance yang menggabungkan sumber pembiayaan dari investor swasta, pemerintah daerah, green bond, serta dukungan dari lembaga internasional. Risiko pasar, pasokan bahan baku, teknologi, dan kebijakan dimitigasi secara berlapis melalui pendekatan teknologi modular, jaminan pembelian (off-take), penguatan tata kelola kelembagaan petani, serta asuransi risiko berbasis proyek.





Executive Summary

Strategi implementasi pembangunan pabrik dibagi ke dalam tiga fase utama. Fase prinvestasi dijadwalkan pada tahun 2025 untuk penyiapan lahan, perizinan, studi teknis dan feasibility. Fase konstruksi akan dilakukan pada tahun 2026–2027, mencakup pembangunan fasilitas fisik, instalasi mesin dan sistem kontrol, serta pelatihan SDM. Fase operasionalisasi akan dimulai pada tahun 2028, dengan penguatan sistem logistik dan integrasi pasar ekspor melalui Pelabuhan Teluk Tapang. Setiap tahapan akan dikawal oleh tim lintas sektoral dan terhubung dengan dashboard pengawasan fiskal berbasis data oleh KPPN dan Kanwil DJPb.

Berdasarkan hasil kajian, proyek ini direkomendasikan untuk mendapat dukungan regulasi daerah melalui penyusunan Peraturan Daerah (Perda) tentang insentif investasi hijau dan jaminan kemitraan petani sawit. Dukungan teknis dan fiskal dari kementerian/lembaga perlu dikonsolidasikan, terutama dalam hal perluasan mandatori pemanfaatan biodiesel B40 dan dukungan akses pasar. Fungi Regional Chief Economist dan Financial Advisory di DJPb juga perlu terus diperkuat untuk memastikan pengawasan fiskal proyek dan penyampaian informasi kepada pemangku kepentingan secara tepat waktu dan berbasis data.

Dengan demikian, pembangunan pabrik biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya bukan sekadar proyek industri, melainkan tonggak transformasi struktural ekonomi daerah menuju arah yang hijau, tangguh, dan berkelanjutan. Kajian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknokratis bagi pengambilan kebijakan fiskal, investasi daerah, dan integrasi kebijakan energi nasional di masa depan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
Executive Summary.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I Pendahuluan.....	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Tujuan Kajian	12
1.3 Ruang Lingkup dan Metodologi Kajian	14
1.4 Kerangka Pikir Kajian.....	16
Bab II Landasan Hukum dan Kebijakan	18
2.1 Kebijakan dan Regulasi Nasional	18
2.2 Kebijakan dan Regulasi Daerah.....	19
2.3 Kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang dan Strategi Pembangunan Daerah.....	21
Bab III STUDI Teknis dan Kelayakan	22
3.1 Ketersediaan Bahan Baku dan Produksi Tandan Buah Segar (TBS).....	22
3.2 Teknologi Produksi dan Kapasitas Kilang Biodiesel	23
3.3 Infrastruktur Pendukung dan Logistik Distribusi	25
Bab IV Analisis Pembiayaan dan Insentif	27
4.1 Analisis Kebutuhan Investasi dan Struktur Pembiayaan.....	27
a. Estimasi Kebutuhan Investasi Proyek	27
b. Struktur Pembiayaan	29
4.2 Skema Insentif dan Subsidi Pemerintah.....	33
a. Jenis-Jenis Insentif dan Subsidi yang Direkomendasikan	33
b. Skema Subsidi Energi dan Harga.....	34
c. Sumber Dana Insentif dan Subsidi	35
d. Analisis Dampak dan Manfaat Fiskal dari Insentif	35
e. Rekomendasi Strategis.....	35
4.3 Analisis Risiko dan Mitigasi Pembiayaan	36
a. Klasifikasi Risiko Pembiayaan.....	36
b. Dampaknya Terhadap Struktur Pembiayaan	36
c. Rekomendasi Strategis.....	38

4.4 ANALISIS MANFAAT PEMBANGUNAN BIODIESEL B40 DI KABUPATEN DHARMASRAYA.....	38
a. Cost-Benefit Analysis (CBA).....	38
b. Economic Rate of Return (ERR).....	39
c. Social Return on Investment (SROI).....	39
d. Analisis Manfaat Multi-Dimensi.....	40
4.5. Analisis Risiko dan Mitigasi Pembiayaan	40
a. Risiko Pasar	41
b. Risiko Kebijakan	41
c. Risiko Keuangan	41
d. Risiko Operasional.....	42
e. Risiko Lingkungan dan Sosial.....	42
BAB V STRATEGI IMPLEMENTASI DAN JADWAL PELAKSANAAN.....	44
5.1. TAHAPAN IMPLEMENTASI	44
a. Tahap Perencanaan dan Penyiapan Fisik:.....	44
b. Tahap Konstruksi dan Instalasi Teknologi.....	45
c. Tahap Pengujian, Operasional Awal, dan Penyesuaian Sistem	48
d. Pengembangan Infrastruktur Pendukung dan Utilitas (Detail Teknis dan Lokasi)	49
e. Peran Pelabuhan Teluk Tapang sebagai Hub Ekspor	52
BAB VI STRATEGI IMPLEMENTASI DAN JADWAL PELAKSANAAN.....	56
6.1 Strategi Implementasi Bertahap	56
6.2 Strategi Penguatan Ekosistem dan Rantai Nilai.....	56
a. Integrasi Hulu-Hilir	56
b. Penyiapan Logistik dan Infrastruktur	56
c. Penguatan Kelembagaan Daerah.....	56
d. Dukungan Inovasi dan Teknologi	57
e. Kebijakan dan Regulasi Daerah.....	57
6.3 Strategi Pendanaan dan Kolaborasi Multipihak.....	57
6.4 Strategi Monitoring, Evaluasi, dan Adaptasi.....	57
6.5 Jadwal Pelaksanaan Lengkap 2025–2029.....	58
BAB VII KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	59
7.1 Kesimpulan.....	59
a. Kelayakan Finansial dan Ekonomi	59
b. Manfaat Sosial dan Lingkungan	59
c. Risiko dan Strategi Mitigasi.....	59
d. Konektivitas Infrastruktur dan Kesiapan Lokasi.....	60

e. Dampak Fiskal Daerah dan Konektivitas Kawasan.....	60
7.2 Rekomendasi	60
a. Penguatan Kelembagaan dan Skema Bisnis.....	60
b. Fasilitasi Regulasi dan Perizinan Cepat	60
c. Pendanaan Inovatif dan Blended Finance	60
d. Peningkatan Kapasitas dan SDM Lokal	60
e. Integrasi ke Rencana Pembangunan dan Agenda RPJMD	61
f. Penciptaan Ekosistem Industri Hijau Terintegrasi	61
7.3 Penutup.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64
A. Detil teknis pabrik biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya	64
B. SPESIFIKASI TEKNIS DAN STRUKTUR PROSES PABRIK BIODIESEL B40 DHARMASRAYA.....	67
C. Spesifikasi Teknis Pabrik Biodiesel B40 – Dharmasraya.....	70
D. Alur Proses Produksi Biodiesel B40	73
E. Rangkaian Unit Proses Produksi Biodiesel B40di Kabupaten Dharmasraya	75

DAFTAR TABEL

TABEL 1. 1 KONTEKS STRATEGIS PEMBANGUNAN BIODIESEL B40 DI KABUPATEN DHARMASRAYA	12
TABEL 2. 1 RINGKASAN KEBIJAKAN DAN REGULASI TERKAIT PEMBANGUNAN BIODIESEL B40.....	20
TABEL 4. 1 ESTIMASI INVESTASI.....	27
TABEL 4. 2 TAHAPAN INVESTASI	29
TABEL 4. 3 SIMULASI STRUKTUR PEMBIAYAAN PROYEK	30
TABEL 4. 4 JENIS INSENTIF FISKAL	34
TABEL 4. 5 JENIS INSENTIF NON FISKAL	34
TABEL 4. 6 SKEMA SUBSIDI ENERGI DAN HARGA.....	34
TABEL 4. 7 SUMBER DANA INSENTIF DAN SUBSIDI	35
TABEL 4. 8 KLASIFIKASI RISIKO	36
TABEL 4. 9 MATRIKS RISIKO DAN MITIGASI	37
TABEL 4. 10 PROYEKSI MANFAAT DAN BIAYA PROYEK (DALAM MILIAR RUPIAH)....	39
TABEL 4. 11 ESTIMASI NILAI SOSIAL (DALAM MILIAR RUPIAH)	39
TABEL 4. 12 CONTOH TABEL SENSITIVITAS TERHADAP HARGA CPO:.....	42
TABEL 4. 13 MATRIKS RISIKO DAN MITIGASI PEMBIAYAAN PROYEK BIODIESEL B40	43
TABEL 5. 1 PENYIAPAN AWAL	45
TABEL 5. 2 KONSORSIUM EPC DAN MITRA AHLI.....	45
TABEL 5. 3 RINCIAN KEGIATAN KONSTRUKSI	46
TABEL 5. 4 RINCIAN KEGIATAN TAHAP PENGUJIAN, OPRASIONAL DAN PENYESUAIAN SISTEM	48
TABEL 5. 5 REFERENSI PROYEK SERUPA	49
TABEL 5. 6 LOKASI PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR (KOORDINAT DAN KESESUAIAN TATA RUANG)	51
TABEL 5. 7 NILAI INVESTASI PENDUKUNG PELABUHAN TELUK TAPANG:.....	52
TABEL 5. 8 NEGARA TUJUAN PRIORITAS:.....	53
TABEL 5. 9 TIMELINE INTEGRASI PEMBANGUNAN PELABUHAN TELUK TAPANG DAN PABRIK BIODIESEL B40.....	54
TABEL 5. 10 RISIKO UTAMA	55
TABEL 5. 11 STRATEGI MITIGASI	55
TABEL 6. 1 STRATEGI IMPLEMENTASI.....	56
TABEL 6. 2 STRATEGI PENDANAAN DAN KOLABORASI MULTIPERIODE.....	57
TABEL 6. 3 JADWAL PELAKSANAAN LENGKAP 2025–2029	58

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1. 1 ILUSTRASI KEBUTUHAN BIODIESEL.....	16
GAMBAR 3. 1 ILUSTRASI PABRIK BIODIESEL.....	24
GAMBAR 3. 2 ILUSTRASI LOKASI PABRIK BIODIESEL	26
GAMBAR 4. 1 ILUSTRASI TANGKI PENAMPUNGAN BIODIESEL DI PELABUHAN TELUK TAPANG	33

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia telah lama berkomitmen mengembangkan energi baru dan terbarukan (EBT) sebagai bagian dari strategi ketahanan energi nasional dan pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Salah satu bentuk nyata dari komitmen tersebut adalah penerapan mandatori biodiesel yang telah dimulai sejak B5 (campuran 5% biodiesel ke solar) dan meningkat secara bertahap menjadi B20, B30, dan kini B40 yang mulai berlaku nasional sejak 1 Januari 2025. Penerapan program B40 didorong oleh berbagai tujuan strategis, antara lain: menghemat devisa negara melalui pengurangan impor solar, mendorong hilirisasi kelapa sawit dalam negeri, meningkatkan nilai tambah komoditas lokal, serta menekan emisi karbon sektor transportasi.

Kabupaten Dharmasraya yang terletak di bagian timur Sumatera Barat merupakan salah satu daerah dengan basis perkebunan kelapa sawit terbesar di provinsi ini. Luas areal sawit yang mencapai lebih dari 33.862 Ha pada tahun 2023 dengan total produksi sebesar 120.590 ton tahun 2023 menjadikan kabupaten ini sangat potensial untuk mendukung pengembangan industri hilir biodiesel. Produktivitas tanaman Tak hanya sebagai penghasil tandan buah segar (TBS), posisi Dharmasraya yang berada dekat dengan lintas provinsi Sumatera dan memiliki akses darat yang memadai ke Riau dan Jambi juga strategis untuk mendukung logistik pasokan CPO maupun distribusi produk FAME (Fatty Acid Methyl Ester) hasil olahan biodiesel ke daerah lain. Oleh karena itu, pembangunan fasilitas produksi biodiesel skala menengah hingga besar di Dharmasraya merupakan langkah yang tidak hanya layak, tetapi juga strategis secara nasional maupun daerah.

Secara nasional, pemerintah menetapkan target penyerapan biodiesel B40 sebesar 15,6 juta kiloliter pada tahun 2025. Dari jumlah tersebut, sekitar 7,55 juta kiloliter termasuk dalam skema subsidi Public Service Obligation (PSO) yang mendapat insentif dari Badan Pengelola Dana Perkebunan (BPDP), sementara sisanya termasuk kategori Non-PSO yang tidak mendapat subsidi. Adanya pembagian ini memberikan tantangan tersendiri dalam pengelolaan pembiayaan dan distribusi, terlebih di daerah-daerah dengan infrastruktur logistik energi yang belum sepenuhnya siap, termasuk sebagian wilayah Sumatera Barat. Tantangan ini harus dijawab dengan skema integratif antara pemerintah daerah, pelaku usaha, dan komunitas petani sawit agar potensi lokal bisa ditransformasikan menjadi kekuatan ekonomi energi hijau yang produktif dan berkelanjutan.

Dalam konteks Kabupaten Dharmasraya, kehadiran industri biodiesel B40 dapat memberikan berbagai dampak positif yang saling terkait: dari sisi ekonomi daerah (meningkatkan PDRB, menyerap tenaga kerja lokal, meningkatkan pendapatan petani), dari sisi sosial (penguatan kelembagaan petani, hilirisasi produk lokal, transformasi mindset energi hijau), hingga dari sisi lingkungan (pengurangan emisi CO₂ dan penggunaan energi bersih). Namun, untuk mencapai semua itu diperlukan pemetaan kebutuhan infrastruktur, teknologi, regulasi, pembiayaan, insentif fiskal, hingga peran aktif pemerintah daerah dan pusat dalam mengawal setiap fase pembangunan industri biodiesel di Dharmasraya.

Konteks Strategis Pembangunan Biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya

Tabel 1. 1 Konteks Strategis Pembangunan Biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya

Aspek	Keterangan
Mandat Nasional	Penerapan wajib B40 per 1 Januari 2025 melalui Keputusan Menteri ESDM No.341.K/2024
Target Nasional B40	15,6 juta kiloliter biodiesel untuk 2025
Porsi PSO	7,55 juta kL (subsidi BPDPKS); sisanya Non-PSO (tanpa subsidi)
Produksi CPO Nasional	± 47 juta ton (2024); bahan baku utama biodiesel
Produksi CPO Dharmasraya	± 600.000 ton (estimasi Dinas Perkebunan 2024)
Luas Areal Sawit	± 33.000 hektare (BPS Dharmasraya, 2024)
Potensi FAME Lokal	> 150.000 kL/tahun jika tersedia kilang biodiesel kapasitas menengah
Dampak Ekonomi Lokal	Potensi kenaikan PAD, PDRB sektor perkebunan, penciptaan lapangan kerja baru
Dampak Lingkungan	Penurunan emisi CO ₂ , substitusi BBM fosil, peningkatan efisiensi energi
Tantangan	Keterbatasan infrastruktur logistik, insentif Non-PSO, kapasitas distribusi dan blending
Peluang	Kerja sama BU-BBN, investasi kilang FAME, integrasi petani sawit, peran BUMD/BUMDes

Sumber: Kompilasi data Kementerian ESDM, BPDPKS, BPS, Dinas Perkebunan Sumbar & Dharmasraya (diolah, 2025)

1.2 TUJUAN KAJIAN

Kajian pembangunan biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya ini disusun untuk memberikan kerangka berpikir dan rencana aksi yang terukur dalam mengembangkan industri biodiesel berbasis potensi lokal, khususnya dari sektor perkebunan kelapa sawit. Tujuan utama kajian ini adalah untuk menjawab kebutuhan transformasi energi di tingkat daerah dengan menyelaraskan arah kebijakan nasional yang menargetkan bauran energi terbarukan, serta memperkuat fondasi ekonomi lokal melalui hilirisasi sumber daya alam yang bernilai tambah tinggi.

Secara umum, kajian ini bertujuan merumuskan strategi pembangunan industri biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya, mulai dari identifikasi potensi bahan baku, perencanaan pembangunan fasilitas produksi, penghitungan kapasitas ideal, struktur pembiayaan dan insentif fiskal, serta penilaian terhadap dampak ekonomi, sosial, dan lingkungan yang ditimbulkan. Selain itu, kajian ini juga ingin memetakan struktur kelembagaan dan tata kelola antara petani, pelaku industri, dan pemerintah daerah, guna memastikan keberlanjutan dari rantai pasok bahan baku hingga distribusi hasil biodiesel ke berbagai pengguna akhir di wilayah Sumatera dan nasional.

Secara khusus, kajian ini memiliki beberapa tujuan strategis berikut:

a. **Menganalisis Potensi dan Ketersediaan Bahan Baku**

Mengidentifikasi kapasitas produksi CPO di Dharmasraya dari sektor perkebunan rakyat maupun perusahaan besar, termasuk produktivitas lahan sawit, jalur distribusi TBS ke PKS, dan konversi potensi CPO ke FAME (Fatty Acid Methyl Ester) sesuai standar B40.

b. **Mendesain Skema Pembangunan Fasilitas Produksi Biodiesel**

Menyusun rancangan teknis pembangunan pabrik biodiesel skala menengah di Dharmasraya yang mampu menyerap minimal 10–15% produksi CPO lokal, termasuk layout fasilitas tangki, unit reaksi transesterifikasi, sistem blending, serta sistem logistik pendukung seperti akses jalan, terminal BBM, dan konektivitas antardaerah.

c. **Menilai Kelayakan Ekonomi dan Skema Pembiayaan**

Menghitung kebutuhan investasi awal, biaya operasional tahunan, potensi pendapatan dari penjualan biodiesel, skema insentif (PSO/non-PSO), dan peluang pembiayaan dari lembaga keuangan, BPDPKS, maupun investor swasta. Termasuk di dalamnya simulasi Return on Investment (ROI), payback period, dan proyeksi arus kas 5–10 tahun.

d. **Menganalisis Dampak Ekonomi, Sosial dan Lingkungan**

Menggambarkan dampak pembangunan fasilitas biodiesel terhadap kesejahteraan petani sawit, penciptaan lapangan kerja lokal, peningkatan nilai tambah komoditas sawit, pengurangan emisi karbon di sektor transportasi, serta risiko lingkungan yang perlu dimitigasi.

e. **Merancang Tata Kelola dan Model Kelembagaan yang Efektif**

Menyusun bentuk kolaborasi antara petani sawit (plasma maupun swadaya), pemerintah daerah, BUMD, koperasi, dan BU-BBN dalam satu ekosistem hilirisasi energi berbasis masyarakat. Termasuk membangun sistem pengawasan mutu dan distribusi biodiesel berbasis digital dan pelaporan berkala kepada pemerintah pusat dan daerah.

f. **Menyiapkan Peta Jalan Implementasi dan Rencana Tindak Lanjut**

Menyusun roadmap pembangunan industri biodiesel B40 di Dharmasraya selama periode 2025–2029, meliputi tahapan perencanaan, studi kelayakan, pembangunan fisik, commissioning pabrik, produksi awal, serta ekspansi kapasitas dan pasar pengguna (offtaker).

Dengan demikian, kajian ini bukan hanya bersifat teoritis, tetapi juga menjadi dokumen praktis yang dapat digunakan oleh Pemerintah Kabupaten Dharmasraya, mitra usaha, lembaga keuangan, dan pemangku kepentingan lainnya sebagai dasar untuk membuat keputusan investasi, regulasi daerah, dan penguatan kebijakan publik di sektor energi dan perkebunan.

1.3 RUANG LINGKUP DAN METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini memiliki ruang lingkup yang komprehensif dan terintegrasi, mencakup seluruh aspek utama yang berkaitan dengan pembangunan dan pengembangan industri biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya, baik dari sisi teknis, ekonomi, sosial, lingkungan, kelembagaan, maupun kebijakan publik. Dalam kerangka pembangunan energi terbarukan daerah, ruang lingkup ini dirancang agar mencakup seluruh fase siklus hidup proyek, mulai dari identifikasi potensi bahan baku, perencanaan fasilitas produksi, analisis keekonomian, pembiayaan, pengelolaan rantai pasok dan distribusi, hingga evaluasi dampak serta penguatan kelembagaan lokal.

Secara spesifik, ruang lingkup kajian ini mencakup enam komponen utama.

- a. **Identifikasi potensi bahan baku** yang difokuskan pada kelapa sawit sebagai sumber utama CPO di Dharmasraya, termasuk peta sebaran kebun rakyat dan perusahaan, kapasitas PKS eksisting, serta analisis potensi konversi CPO ke biodiesel (FAME).
- b. **Perencanaan teknis dan infrastruktur** pembangunan fasilitas produksi biodiesel, termasuk kapasitas produksi yang disarankan (kL/tahun), teknologi reaktor transesterifikasi yang sesuai standar B40, sistem blending, serta kebutuhan prasarana pendukung seperti terminal BBM, gudang penyimpanan, dan jalur logistik pengangkutan.
- c. **Analisis ekonomi dan finansial**, yakni proyeksi kebutuhan investasi, estimasi biaya produksi per liter, struktur tarif dan margin keuntungan, skema subsidi (PSO dan non-PSO), serta simulasi arus kas, payback period, net present value (NPV), dan return on investment (ROI) selama 5–10 tahun.
- d. **Analisis dampak ekonomi, sosial, dan lingkungan**, antara lain dampak terhadap pendapatan petani, pembukaan lapangan kerja, peningkatan PAD dari sektor energi dan perkebunan, pengurangan emisi karbon (CO_2 equivalent), serta identifikasi potensi risiko ekologis seperti limbah gliserol dan penggunaan lahan berlebih.

- e. **Tata kelola dan kelembagaan**, baik dari sisi aktor (pemerintah daerah, BUMD, koperasi petani, investor, BU-BBN, dan distributor), maupun dari sisi pengawasan mutu dan pengendalian distribusi.
- f. **Penyusunan roadmap implementasi** dan rencana aksi jangka pendek, menengah, dan panjang (2025–2029), termasuk pengaturan jadwal pembangunan, commissioning, produksi awal, perluasan kapasitas, dan ekspansi pasar B40.

Dalam pelaksanaan kajian, digunakan pendekatan metodologi gabungan antara **analisis kualitatif dan kuantitatif**. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui studi literatur regulasi nasional, wawancara dengan stakeholder utama (Dinas Perkebunan, Dinas ESDM, BPDPKS, pelaku usaha sawit, asosiasi BU-BBN, dan petani), serta analisis konten dari kebijakan dan studi kasus daerah lain yang telah mengembangkan industri biodiesel. Sementara itu, pendekatan kuantitatif dilakukan melalui pengumpulan data sekunder dari BPS, Kementerian ESDM, BPDPKS, dan data daerah Dharmasraya yang relevan, seperti volume produksi CPO, luas areal sawit, kapasitas pengolahan, harga bahan baku dan produk, serta estimasi biaya investasi dan operasional.

Seluruh data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan metode analisis biaya-manfaat (Cost-Benefit Analysis), analisis sensitivitas, serta pemodelan proyeksi keuangan. Untuk aspek kelembagaan dan tata kelola, digunakan analisis stakeholder, analisis peran aktor, serta pemetaan rantai nilai (value chain mapping). Selain itu, kajian ini juga menyertakan kerangka pemikiran yang mengacu pada prinsip transisi energi berkeadilan (just energy transition), sehingga hasil kajian ini dapat mendukung pelaksanaan kebijakan energi terbarukan yang inklusif, adaptif terhadap kondisi lokal, dan memperhatikan keberlanjutan ekologi serta kesejahteraan masyarakat.



Gambar 1. 1 Ilustrasi Kebutuhan Biodiesel

1.4 KERANGKA PIKIR KAJIAN

Kerangka pikir dalam kajian ini disusun untuk memahami dan menjelaskan hubungan logis antara kondisi eksisting, potensi daerah, kebijakan nasional, serta strategi implementasi pembangunan biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya. Pendekatan ini bersifat sistemik dan integratif, yang menggabungkan aspek input (bahan baku dan kebijakan), proses (pembangunan dan konversi), output (produk biodiesel B40), outcome (pengurangan emisi dan peningkatan kesejahteraan lokal), hingga dampak jangka panjang (ketahanan energi daerah dan nasional).

Landasan utama dari kerangka pikir ini adalah bahwa:

- a. pembangunan biodiesel B40 tidak dapat dilihat hanya sebagai proses teknis produksi bahan bakar nabati semata, melainkan sebagai bagian dari transformasi struktural dalam ekonomi daerah berbasis sumber daya alam terbarukan. Dengan luasnya areal sawit dan volume CPO yang dihasilkan di Dharmasraya, terdapat potensi besar untuk mendirikan fasilitas industri hilir yang mengolah CPO menjadi FAME (Fatty Acid Methyl Ester) sebagai bahan utama biodiesel B40. Namun, potensi tersebut tidak akan menjadi kenyataan tanpa adanya campur tangan aktif dari berbagai aktor, termasuk pemerintah pusat, pemerintah daerah, BPDPKS, pelaku usaha, serta kelompok tani sawit lokal.
- b. Kerangka pikir kajian ini dimulai dari pengenalan terhadap **arah kebijakan energi nasional**, yang menargetkan peningkatan bauran EBT hingga 23% pada tahun 2025, dan menjadikan B40 sebagai tulang punggung transisi energi sektor transportasi. Dari

situ, kajian memetakan bagaimana posisi Kabupaten Dharmasraya dalam konteks kebijakan tersebut, baik dari sisi ketersediaan bahan baku, kesiapan infrastruktur, serta keterlibatan institusi daerah. Selanjutnya, dipetakan pula **rantai nilai (value chain)** pembangunan biodiesel B40, mulai dari hulu (produksi dan suplai CPO), tengah (konversi menjadi biodiesel di kilang lokal), hingga hilir (penyaluran ke pasar dan pengguna akhir melalui skema PSO maupun non-PSO).

- c. Pada tahap selanjutnya, kerangka pikir kajian ini memperhitungkan bahwa keberhasilan implementasi B40 di Dharmasraya sangat dipengaruhi oleh **struktur insentif dan skema pembiayaan**, baik yang bersumber dari APBN melalui BPDPKS maupun investasi swasta/daerah. Selain itu, **kapasitas teknis dan kelembagaan lokal** menjadi prasyarat penting yang perlu dikuatkan, baik dalam bentuk pendirian BUMD energi, koperasi petani sawit, atau kemitraan dengan BU-BBN yang sudah memiliki pengalaman dan jaringan distribusi. Tanpa kapasitas lokal yang cukup, proyek industri B40 akan menghadapi risiko tinggi dalam aspek keberlanjutan dan ketergantungan.
- d. Sebagai penutup, kerangka pikir kajian ini juga memperhitungkan berbagai **dampak strategis dan risiko eksternal**, seperti volatilitas harga CPO di pasar global, fluktuasi nilai tukar, kebijakan ekspor-impor sawit, hingga aspek keberlanjutan lingkungan yang harus dimitigasi. Oleh karena itu, pendekatan pembangunan biodiesel B40 di Dharmasraya harus bersifat adaptif, berbasis data, melibatkan partisipasi masyarakat lokal, serta mengintegrasikan prinsip transisi energi berkeadilan (*just transition*) dalam setiap tahapan perencanaan dan implementasinya.

BAB II LANDASAN HUKUM DAN KEBIJAKAN

2.1 KEBIJAKAN DAN REGULASI NASIONAL

Pembangunan industri biodiesel B40 di Indonesia, termasuk rencana implementasinya di Kabupaten Dharmasraya, berlandaskan pada sejumlah kebijakan nasional strategis yang bertujuan untuk mendukung ketahanan energi, mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, serta menurunkan emisi gas rumah kaca. Kebijakan ini dibingkai dalam visi transisi energi menuju energi baru dan terbarukan (EBT) sesuai amanat Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). RUEN secara tegas menargetkan porsi EBT sebesar 23% dalam bauran energi nasional pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050, dengan biodiesel sebagai komponen utama pada sektor transportasi.

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kebutuhan transisi energi, pemerintah Indonesia telah mengimplementasikan kebijakan mandatori biodiesel sejak tahun 2008 dan terus meningkat hingga pada tahun 2020 ditetapkan penggunaan B30 secara nasional melalui Kepmen ESDM No. 191 K/10/MEM/2019. Saat ini, Indonesia telah bersiap memasuki era penggunaan biodiesel B40, sebagaimana tertuang dalam roadmap Kementerian ESDM dan BPDP (Badan Pengelola Dana Perkebunan), yang menyatakan bahwa uji jalan (road test) B40 telah selesai dilakukan pada 2022 dan menunjukkan hasil performa yang baik. Oleh karena itu, percepatan implementasi B40 menjadi sangat relevan dengan rencana pembangunan fasilitas hilir CPO di daerah-daerah sentra sawit seperti Dharmasraya.

Kebijakan mandatori ini didukung pula oleh regulasi pembiayaan yang memungkinkan penggunaan dana BPDP untuk mendukung industri hilir sawit, termasuk pembangunan kilang biodiesel, penyediaan infrastruktur, pelatihan SDM, hingga pemberian subsidi harga selisih antara biodiesel dan solar (PSO). Regulasi ini diatur dalam Peraturan Presiden No. 66 Tahun 2018 tentang BPDPKS dan PMK No. 113/PMK.05/2020 tentang Pengelolaan Dana Perkebunan Kelapa Sawit. Mekanisme insentif ini menjadi aspek kunci dalam kajian kelayakan pembangunan biodiesel di tingkat daerah karena menciptakan struktur ekonomi yang lebih kompetitif dan menarik bagi investor.

Dari sisi perizinan dan investasi, pembangunan pabrik biodiesel di daerah harus tunduk pada ketentuan dalam UU No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja serta peraturan turunannya, termasuk kemudahan dalam perizinan berusaha melalui OSS (Online Single Submission) dan prioritas dalam Rencana Induk Penanaman Modal Daerah (RIPMD). Selain

itu, proyek strategis seperti pengolahan energi terbarukan dapat diusulkan sebagai Proyek Strategis Nasional (PSN) atau Proyek Prioritas Daerah untuk mendapatkan fasilitas insentif fiskal dan non-fiskal, termasuk tax holiday, tax allowance, dan kemudahan pengadaan lahan.

Secara internasional, arah kebijakan B40 juga menjadi respon terhadap tekanan global terkait keberlanjutan sektor sawit Indonesia, termasuk tuntutan dari Uni Eropa atas isu deforestasi dan emisi karbon. Implementasi B40 menjadi bukti komitmen Indonesia terhadap prinsip *sustainable bioenergy*, serta membuka peluang untuk meningkatkan nilai tambah ekspor produk turunan sawit berbasis energi. Oleh karena itu, keberadaan proyek biodiesel B40 di Dharmasraya tidak hanya berada dalam kerangka lokal dan nasional, tetapi juga bagian dari positioning Indonesia dalam geopolitik energi global.

Dengan adanya kerangka kebijakan dan regulasi nasional yang cukup lengkap dan progresif ini, kajian pembangunan B40 di Kabupaten Dharmasraya memiliki dasar yang kuat untuk dilanjutkan ke tahap desain teknis, skema pembiayaan, dan strategi implementasi. Penekanan pada aspek regulatif ini menjadi penting karena menentukan kelayakan hukum, peluang dukungan insentif, serta skema investasi yang dapat diterapkan di tingkat daerah.

2.2 KEBIJAKAN DAN REGULASI DAERAH

Kabupaten Dharmasraya sebagai salah satu sentra kelapa sawit di Sumatera Barat memiliki posisi strategis dalam pengembangan industri hilir sawit, termasuk pembangunan fasilitas biodiesel B40. Dalam konteks kebijakan dan regulasi daerah, Pemerintah Kabupaten Dharmasraya telah menetapkan arah pembangunan sektor energi dan agroindustri dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) serta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Dalam RPJMD 2025-2029, disebutkan bahwa salah satu prioritas pembangunan adalah hilirisasi pertanian dan perkebunan melalui peningkatan nilai tambah komoditas unggulan, termasuk kelapa sawit. Hal ini diperkuat dengan dukungan terhadap penyediaan kawasan industri, pengembangan kawasan ekonomi khusus, dan upaya menarik investor energi alternatif berbasis sawit.

Secara lebih teknis, pada tingkat perangkat daerah, Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) telah menyiapkan *guideline* investasi prioritas daerah, termasuk sektor energi berbasis kelapa sawit. Selain itu, Dinas Perkebunan dan Peternakan bersama Bappeda telah mengidentifikasi potensi lokasi untuk pembangunan pabrik biodiesel yang memenuhi kriteria aksesibilitas, ketersediaan bahan baku, serta kedekatan dengan infrastruktur jalan nasional. Kawasan prioritas yang diusulkan berada di sekitar Kecamatan Koto Baru dan Timpeh, yang merupakan wilayah dengan produksi tandan buah segar (TBS) terbesar dan memiliki kemudahan akses ke Jambi dan Sumatera Selatan.

Regulasi daerah juga memberikan kemudahan dalam bentuk perizinan berusaha berbasis risiko rendah untuk sektor energi terbarukan sesuai ketentuan dalam PP No. 28

Tahun 2025 dan pelimpahan kewenangan dari provinsi ke kabupaten. Pemerintah daerah juga dapat mengusulkan proyek biodiesel B40 sebagai bagian dari Proyek Prioritas Daerah (PPD) kepada Pemerintah Provinsi atau ke dalam usulan PSN sektoral. Selain itu, berdasarkan Perda RTRW Kabupaten Dharmasraya Nomor 5 Tahun 2020, telah dialokasikan zona industri dan kawasan ekonomi berbasis sumber daya lokal yang memungkinkan pembangunan fasilitas pemrosesan biodiesel secara legal dan terencana.

Dukungan politik dan sosial di tingkat daerah juga menjadi faktor kunci keberhasilan. Bupati Dharmasraya dalam berbagai forum investasi telah menyatakan kesiapan daerah untuk mendorong investasi hilirisasi kelapa sawit, termasuk melalui kemitraan dengan koperasi petani, BUMDes, dan BUMD. Di sisi lain, Rencana Aksi Daerah Perubahan Iklim (RAD-PI) dan Program Pengembangan Ekonomi Hijau juga menjadi penguat kebijakan jangka panjang yang relevan dengan pembangunan industri biodiesel sebagai energi rendah emisi.

Sinergi antara regulasi nasional dan daerah ini menjadi landasan penting dalam menyusun strategi implementasi pembangunan biodiesel B40 yang berbasis keberlanjutan, inklusivitas, dan integrasi spasial-ekonomi di Dharmasraya.

Tabel 2. 1 Ringkasan Kebijakan dan Regulasi Terkait Pembangunan Biodiesel B40

No	Tingkat	Nama Regulasi / Kebijakan	Tahun	Isi Pokok / Dukungan	Relevansi ke Dharmasraya
1	Nasional	UU No. 30/2007 tentang Energi	2007	Bauran energi 23% EBT	Landasan umum energi terbarukan
2	Nasional	Perpres No. 22/2017 (RUEN)	2017	Target B30, arah B40	Komitmen pemerintah transisi energi
3	Nasional	Kepmen ESDM No. 191K/10/MEM/2019	2019	Mandatori B30 nasional	Basis ekspansi ke B40
4	Nasional	Perpres No. 66/2018 tentang BPDPKS	2018	Insentif biodiesel	Dana pendukung harga & investasi
5	Nasional	UU Cipta Kerja No. 11/2020	2020	OSS-RBA, kemudahan investasi	Memudahkan izin kilang biodiesel
6	Provinsi	RPJMD Sumbar 2021–2026	2021	Energi hijau, hilirisasi sawit	Konektivitas program regional
7	Kabupaten	RPJMD Dharmasraya 2021–2026	2021	Hilirisasi sawit, zona industri	Dukungan politis & ruang investasi
8	Kabupaten	Perda RTRW No. 5/2020	2020	Zona industri & energi	Lokasi sah pembangunan kilang
9	Kabupaten	RAD-PI dan Program Ekonomi Hijau	2022	Emisi rendah & ekonomi sirkular	Biodiesel sebagai instrumen strategi

Sumber: Kementerian ESDM, BPDPKS, Pemprov Sumbar, Bappeda Dharmasraya, DPMPTSP, Dinas Perkebunan dan Peternakan Dharmasraya (diolah, 2025)

2.3 KESESUAIAN DENGAN RENCANA TATA RUANG DAN STRATEGI PEMBANGUNAN DAERAH

Pembangunan fasilitas biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya perlu dipastikan kesesuaianya secara spasial dan strategis dengan dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten dan rencana pembangunan jangka menengah daerah (RPJMD). Keselarasan ini sangat krusial untuk menjamin legalitas lokasi, ketepatan penggunaan lahan, dan keberterimaan proyek dalam kerangka pembangunan daerah secara menyeluruh. Dalam RTRW Kabupaten Dharmasraya Tahun 2011–2031 (yang saat ini sedang dalam proses revisi), wilayah selatan dan tengah kabupaten, khususnya di Kecamatan Pulau Punjung, Timpeh, dan Koto Baru, telah dirancang sebagai kawasan industri ringan dan sedang yang dapat menjadi lokasi ideal untuk pembangunan pabrik biodiesel. Selain itu, kawasan ini memiliki akses logistik yang relatif memadai, dekat dengan jaringan jalan nasional dan lokasi sentra perkebunan kelapa sawit rakyat maupun inti.

Lebih jauh lagi, RPJMD Kabupaten Dharmasraya 2025–2029 menekankan arah pembangunan daerah yang berbasis pada hilirisasi komoditas unggulan lokal, khususnya sektor pertanian, perkebunan, dan energi terbarukan. Pembangunan industri biodiesel merupakan bentuk konkret dari penguatan nilai tambah CPO sebagai produk unggulan Dharmasraya, dan sejalan dengan prioritas pembangunan daerah di bidang energi bersih, industrialisasi pedesaan, serta penguatan ekonomi berkelanjutan. Hal ini juga menjadi bentuk sinergi terhadap arah RPJPD Kabupaten Dharmasraya 2025–2045 yang menargetkan pergeseran struktur ekonomi dari pertanian primer ke agroindustri dan energi.

Secara khusus, proyek biodiesel B40 diharapkan menjadi katalis integrasi hulu-hilir sektor kelapa sawit yang selama ini belum optimal, karena sebagian besar CPO dikirim keluar daerah tanpa proses lanjutan di tempat. Dengan hadirnya industri biodiesel, maka distribusi manfaat ekonomi akan lebih merata, terbukanya lapangan kerja lokal akan meningkat, dan ketahanan energi daerah akan membaik. Oleh karena itu, proyek ini tidak hanya sesuai dengan RTRW dan RPJMD, tetapi juga menjadi pendorong transformasi struktural ekonomi daerah yang lebih tangguh dan bernilai tambah tinggi.

Lebih lanjut, Pemerintah Daerah juga dapat mengusulkan kawasan industri biodiesel sebagai bagian dari Proyek Strategis Daerah (PSD) atau sebagai Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) berbasis energi terbarukan. Ini akan membuka peluang insentif tambahan, serta menjadi bagian dari zonasi pengembangan wilayah strategis nasional. Dalam jangka panjang, sinergi ini akan memperkuat posisi Dharmasraya sebagai simpul strategis kawasan industri sawit Sumatera bagian tengah dan mendukung skenario besar Provinsi Sumatera Barat menuju green economy.

BAB III STUDI TEKNIS DAN KELAYAKAN

3.1 KETERSEDIAAN BAHAN BAKU DAN PRODUKSI TANDAN BUAH SEGAR (TBS)

Bahan baku utama dalam produksi biodiesel B40 adalah minyak sawit mentah (Crude Palm Oil/CPO), yang berasal dari pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. Oleh karena itu, ketersediaan TBS yang cukup dan berkelanjutan merupakan faktor penentu utama keberhasilan pembangunan fasilitas produksi biodiesel di Kabupaten Dharmasraya. Analisis mendalam terhadap volume produksi TBS, distribusi sumber TBS dari kebun rakyat maupun perusahaan, serta kapasitas pengolahan di pabrik kelapa sawit (PKS) menjadi fokus utama pada bagian ini.

Berdasarkan data Dinas Perkebunan Kabupaten Dharmasraya tahun 2023, total luas areal perkebunan kelapa sawit di wilayah ini mencapai sekitar 33.836 hektare, dengan komposisi sekitar 65% merupakan kebun rakyat dan 35% kebun perusahaan besar. Produktivitas rata-rata TBS per hektare per tahun diperkirakan mencapai 20 ton, sehingga total produksi TBS diperkirakan mencapai 1,5 juta ton per tahun. Dari total TBS tersebut, diperkirakan sekitar 21% dapat diolah menjadi CPO dengan efisiensi pabrik pengolahan, sehingga kapasitas produksi CPO lokal diperkirakan mencapai 315.000 ton per tahun.

Distribusi TBS di Dharmasraya menunjukkan pola yang relatif merata, namun terdapat konsentrasi tinggi di kecamatan-kecamatan seperti Koto Baru, Pulau Punjung, dan Timpeh, yang memiliki akses jalan yang lebih baik dan kedekatan dengan PKS utama. Kebun rakyat yang tersebar biasanya menggunakan jasa angkutan tradisional yang terkadang menjadi kendala logistik pada musim panen puncak, sehingga diperlukan perbaikan sarana dan mekanisme pengumpulan TBS agar pasokan bahan baku ke fasilitas biodiesel dapat terjamin secara kontinu.

Selain itu, kapasitas PKS di Dharmasraya saat ini mencapai sekitar 350.000 ton TBS per tahun, dengan rata-rata utilisasi 85%. Kapasitas ini mencukupi untuk mensuplai kebutuhan pabrik biodiesel skala menengah yang direncanakan memiliki kapasitas produksi biodiesel sekitar 100.000 kiloliter per tahun. Dengan asumsi konversi CPO ke biodiesel sebesar 1:1 (1 ton CPO menghasilkan sekitar 1 kiloliter FAME), maka produksi biodiesel B40 di Dharmasraya dapat mensuplai sekitar 10% dari target nasional PSO, sekaligus menjadi pionir hilirisasi sawit berbasis energi terbarukan di Sumatera Barat.

Dalam jangka panjang, pengembangan kebun kelapa sawit baru dan peningkatan produktivitas melalui teknologi budidaya yang lebih baik dapat meningkatkan ketersediaan

bahan baku. Namun, perlu perhatian khusus terhadap aspek keberlanjutan, seperti pengelolaan limbah, perlindungan hutan dan lahan gambut, serta penerapan sertifikasi RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil) untuk memastikan bahwa ekspansi produksi tidak mengorbankan aspek lingkungan dan sosial.

3.2 TEKNOLOGI PRODUKSI DAN KAPASITAS KILANG BIODIESEL

Teknologi produksi biodiesel B40 merupakan aspek fundamental yang menentukan efisiensi proses, kualitas produk, dan kelayakan investasi. Pabrik biodiesel di Kabupaten Dharmasraya direncanakan menggunakan teknologi transesterifikasi berbasis Fatty Acid Methyl Ester (FAME), yang merupakan standar nasional dan internasional untuk bahan bakar biodiesel. Teknologi ini melibatkan reaksi kimia antara minyak sawit mentah (CPO) dengan metanol dalam keberadaan katalis basa (biasanya natrium hidroksida atau kalium hidroksida), menghasilkan biodiesel dan gliserol sebagai produk sampingan.

Kilang biodiesel yang diusulkan memiliki kapasitas produksi sebesar 100.000 kiloliter per tahun, yang setara dengan pengolahan sekitar 100.000 ton CPO per tahun (menggunakan asumsi 1 ton CPO menghasilkan 1 kiloliter biodiesel). Kapasitas ini dirancang untuk menyesuaikan dengan ketersediaan bahan baku dari produksi CPO lokal sekaligus menjaga efisiensi skala ekonomi dan biaya produksi.

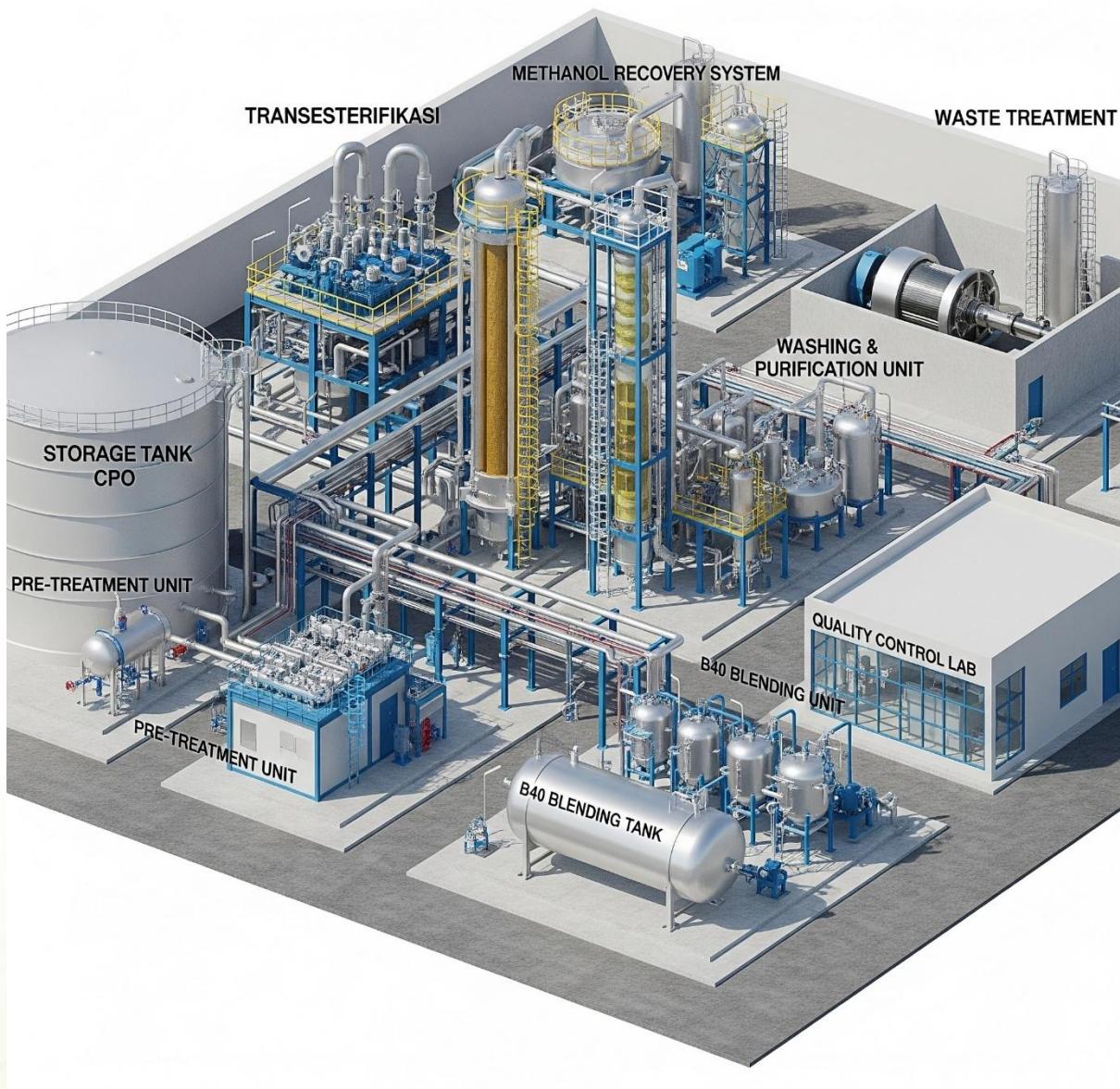
Rancangan pabrik mencakup beberapa unit utama, yaitu:

- a. **Unit penerimaan dan penyimpanan CPO** dengan tangki berkapasitas minimal 1.500 ton untuk menjamin ketersediaan bahan baku yang stabil sepanjang tahun;
- b. **Unit pre-treatment** yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran dan air dari CPO agar proses transesterifikasi berjalan optimal;
- c. **Reaktor transesterifikasi** dengan kapasitas batch atau kontinu yang dilengkapi dengan sistem kontrol suhu dan tekanan untuk menjaga kestabilan reaksi;
- d. **Unit pemisahan gliserol** yang memisahkan gliserol cair sebagai produk sampingan yang bernilai jual;
- e. **Unit pencucian dan pengeringan biodiesel** untuk memastikan kualitas produk sesuai standar SNI dan ASTM;
- f. **Unit blending** untuk mencampurkan biodiesel dengan solar menjadi campuran B40;
- g. **Sistem pengemasan dan pengiriman** yang dilengkapi dengan fasilitas tangki penyimpanan dan loading dock untuk distribusi ke konsumen.

Teknologi yang diadopsi juga mempertimbangkan aspek ramah lingkungan dan efisiensi energi, seperti penggunaan kembali metanol dan pemanfaatan limbah gliserol untuk produk bernilai tambah lain (misalnya sabun atau bahan baku farmasi). Implementasi sistem kontrol mutu berbasis sensor digital dan otomasi pabrik akan meningkatkan konsistensi kualitas biodiesel, meminimalkan limbah, dan menurunkan biaya operasional.

Selain itu, kilang biodiesel di Dharmasraya akan mengadopsi sistem manajemen mutu sesuai standar ISO 9001 dan standar lingkungan ISO 14001 untuk memastikan proses produksi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penerapan teknologi ini juga akan dilengkapi dengan pelatihan sumber daya manusia lokal, serta kerja sama dengan lembaga riset dan pengembangan untuk inovasi proses dan produk.

Dari sisi kapasitas, pabrik 100.000 kiloliter per tahun ini diperkirakan mampu memasok kebutuhan bahan bakar biodiesel B40 untuk konsumsi regional dan nasional, terutama dalam skema PSO yang menargetkan penyerapan bahan bakar terdistribusi di wilayah Sumatera dan Pulau Jawa. Kapasitas ini juga fleksibel untuk ditingkatkan seiring dengan peningkatan produksi CPO dan permintaan pasar di masa depan.



Gambar 3. 1 Ilustrasi Pabrik Biodiesel

3.3 INFRASTRUKTUR PENDUKUNG DAN LOGISTIK DISTRIBUSI

Keberhasilan pembangunan fasilitas produksi biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya tidak hanya bergantung pada teknologi produksi dan ketersediaan bahan baku, tetapi juga pada kesiapan infrastruktur pendukung dan sistem logistik distribusi yang efisien dan handal. Infrastruktur yang memadai sangat penting untuk memastikan kelancaran pasokan bahan baku, proses produksi yang berkesinambungan, serta distribusi produk biodiesel ke pasar lokal maupun nasional.

Infrastruktur Pendukung meliputi akses transportasi darat, fasilitas penyimpanan, dan jaringan utilitas dasar. Kabupaten Dharmasraya memiliki jaringan jalan nasional dan provinsi yang cukup memadai, yang menghubungkan wilayah sentra perkebunan sawit dengan lokasi potensial pabrik biodiesel di Kecamatan Koto Baru dan Timpeh. Namun, kondisi beberapa ruas jalan penghubung ke kebun-kebun sawit masih membutuhkan perbaikan agar angkutan TBS dan CPO dapat berjalan lancar tanpa hambatan terutama pada musim hujan. Pemerintah daerah perlu mengkoordinasikan program perbaikan jalan dengan skema dukungan investasi industri biodiesel.

Fasilitas penyimpanan CPO dan biodiesel harus dirancang dengan kapasitas yang cukup untuk menampung pasokan selama masa produksi dan mendukung fleksibilitas operasional. Tangki penyimpanan CPO minimal berkapasitas 1.500 ton, sedangkan tangki biodiesel dan solar blended harus memiliki kapasitas penyimpanan sesuai volume produksi harian dan mingguan. Selain itu, keberadaan terminal BBM lokal yang terintegrasi dengan pabrik akan mempercepat proses distribusi ke konsumen dan mengurangi biaya logistik.

Dari sisi utilitas, ketersediaan air bersih, listrik yang handal, serta sistem pengolahan limbah menjadi prasyarat penting. Pabrik biodiesel membutuhkan suplai listrik dengan daya cukup besar untuk mengoperasikan pompa, reaktor, sistem pengolahan limbah, dan peralatan kontrol. Dalam hal ini, integrasi dengan jaringan listrik PLN dan alternatif energi cadangan perlu dipastikan agar tidak terjadi gangguan produksi. Air bersih juga diperlukan dalam proses pencucian biodiesel dan pemeliharaan alat.

Logistik Distribusi menjadi tantangan tersendiri dalam skema produksi biodiesel B40, mengingat produk ini harus didistribusikan secara tepat waktu dan memenuhi standar kualitas. Jalur distribusi utama akan menggunakan moda transportasi darat dengan truk tangki yang dilengkapi standar keamanan bahan bakar. Rute distribusi diprioritaskan ke wilayah-wilayah konsumen utama seperti Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, serta pengiriman ke pelabuhan ekspor jika ada.

Pengelolaan rantai pasok logistik juga harus dilengkapi dengan sistem informasi berbasis digital yang dapat memonitor kuantitas, kualitas, dan jadwal pengiriman biodiesel secara real-time. Sistem ini memungkinkan koordinasi yang efektif antara pabrik, distributor, dan konsumen akhir, serta membantu dalam pelaporan kepada regulator dan BPDPKS.

Selain itu, koordinasi dengan lembaga penyalur BBM pemerintah dan swasta (SPBU dan depot) perlu diperkuat untuk memastikan biodiesel B40 dapat diterima secara luas di pasar dan mematuhi ketentuan campuran bahan bakar yang berlaku. Pemerintah daerah dapat memberikan insentif dan dukungan regulasi agar distribusi biodiesel ini berjalan optimal.

Dengan infrastruktur dan logistik yang terpadu dan terkelola baik, fasilitas produksi biodiesel di Dharmasraya akan memiliki daya saing tinggi, meningkatkan efisiensi biaya, serta mampu memenuhi target pasokan B40 sesuai kebijakan nasional. Ini sekaligus memperkuat posisi Dharmasraya sebagai pusat hilirisasi kelapa sawit yang modern dan berkelanjutan.



Gambar 3. 2 Ilustrasi Lokasi Pabrik Biodiesel

BAB IV ANALISIS PEMBIAYAAN DAN INSENTIF

4.1 ANALISIS KEBUTUHAN INVESTASI DAN STRUKTUR PEMBIAYAAN

a. Estimasi Kebutuhan Investasi Proyek

Pembangunan fasilitas produksi Biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya merupakan proyek strategis dalam rangka mendukung program *green energy transition*, hilirisasi komoditas sawit nasional, dan pengembangan ekonomi regional. Total estimasi investasi mencapai **Rp3.681,5 miliar** (atau **Rp3,68 triliun**), dengan mempertimbangkan seluruh siklus proyek dari pra-konstruksi hingga integrasi sistem distribusi dan ekspor.

1) Rincian Estimasi Investasi

Tabel 4. 1 Estimasi Investasi

NO.	KOMPONEN INVESTASI	ESTIMASI (MILIA RIDR)	PENJELASAN TEKNIS
1	Akuisisi dan Pengadaan Lahan (± 50 ha)	150	Harga rata-rata Rp3 juta/m ² di zona industri + legalisasi, kompensasi sosial, dan buffer zone konservasi.
2	Konstruksi Fisik Pabrik & Fasilitas Penunjang	850	Struktur bangunan utama, gudang CPO, tangki biodiesel, kantor manajemen, ruang laboratorium, genset, IPAL internal.
3	Pengadaan Mesin & Peralatan Proses Biodiesel	1.100	Reaktor transesterifikasi, centrifuge, esterifikasi, sistem SCADA, mesin blending B40, tangki pemisahan gliserol, dan modul digitalisasi produksi.
4	Sistem Logistik Internal & Pengolahan Limbah	250	Wastewater treatment plant, pemrosesan gliserol, saluran distribusi internal, kontrol emisi, fasilitas fire safety & pipeline internal.
5	Energi & Infrastruktur Pendukung	300	Solar panel 1MW, backup diesel, transformator PLN, sumur bor, unit reverse osmosis untuk air proses, koneksi jaringan listrik PLN, smart-metering.
6	Rekrutmen & Pelatihan SDM	75	Training teknis (sertifikasi SCADA, operator biodiesel), K3, sistem pengelolaan fasilitas & pemeliharaan, kerja sama politeknik & BLK lokal.
7	Pengembangan Rantai Pasok Bahan Baku (CPO & Feedstock)	200	Kerja sama dengan koperasi petani, PTPN VI, traceability sistem digital, penyediaan tangki satelit dan suplai sawit berkelanjutan.
8	Integrasi Logistik Ekspor via Pelabuhan Teluk Tapang	180	Pembangunan jalan khusus 4 km, jembatan kecil, terminal muat kontainer, fasilitas tracking

NO.	KOMPONEN INVESTASI	ESTIMASI (MILIAH IDR)	PENJELASAN TEKNIS
			GPS, sistem pelaporan ke Kementerian Perhubungan.
9	Biaya Engineering, Supervisi, dan Manajemen Proyek (EPCM)	150	Konsultan EPCM, desain detail, pengawasan sipil & mekanikal, perizinan (UKL/UPL, SLF, SIPA, sertifikasi produk B40, dll).
10	Kontinjensi & Risiko (10% total biaya langsung)	426,5	Antisipasi fluktuasi harga baja, semen, risiko cuaca ekstrem, force majeure, serta perubahan spesifikasi teknologi eksport.
TOTAL		3.681,5	

2) Penjelasan Ilmiah dan Dasar Estimasi

1) Lahan dan Konstruksi

Asumsi kebutuhan lahan ±50 ha mengacu pada studi tata ruang kawasan Dharmasraya dan potensi ekspansi masa depan. Lahan mencakup zona produksi, tangki penyimpanan, pengolahan limbah, hingga fasilitas logistik. Komposisi biaya konstruksi didasarkan pada harga kontraktor di wilayah Sumatera Barat dan benchmark proyek *Cerrado Green Fuel (Brazil)* dan *KNM Biodiesel Complex (Malaysia)*.

2) Teknologi Proses Biodiesel

Teknologi B40 menggunakan sistem dua tahap: esterifikasi (mengurangi FFA dalam minyak sawit mentah) dan transesterifikasi (konversi menjadi metil ester/Biodiesel). Otomatisasi menggunakan SCADA dan IoT memungkinkan efisiensi operasional, akurasi blending, serta kompatibilitas terhadap spesifikasi standar (SNI & EN 14214). Teknologi ini telah terbukti di Neste Renewable Diesel Plant (Singapura) dan Bangchak Biodiesel (Thailand).

3) Limbah dan Energi

Pengolahan limbah dilakukan secara tertutup (zero-discharge principle), mengolah air proses dan limbah gliserol menjadi bahan baku turunan (contoh: sabun industri, pupuk cair). Energi pendukung dari panel surya 1MW dirancang untuk mengurangi emisi karbon dan biaya listrik operasional.

4) Logistik dan Ekspor (Pelabuhan Teluk Tapang)

Konektivitas logistik ekspor merupakan keunggulan kompetitif proyek. Pabrik akan terkoneksi langsung ke jalur distribusi via jalan kelas A ke Pelabuhan Teluk Tapang (±220 km), dengan terminal ekspor khusus yang dirancang memiliki automated load terminal, GPS shipment, dan smart-documentation untuk ekspor ke India, China, dan Eropa.

5) SDM dan Sosial

Investasi pada pelatihan SDM tidak hanya menciptakan tenaga kerja lokal terampil, tetapi juga menciptakan local *ownership* untuk mengurangi risiko sosial. Kerja sama dengan Politeknik Negeri Padang, Balai Latihan Kerja Sawahlunto, serta skema *transfer teknologi* dengan mitra internasional akan dilakukan.

3) Pembagian Tahapan Investasi (Outlook Tahun)

Tabel 4. 2 Tabel 1. Tahapan Investasi

Tahap	Tahun	Perkiraan Investasi (Miliar IDR)	Kegiatan Kunci
Pra-Konstruksi & Perizinan	2025	500	Studi AMDAL, penyiapan lahan, FS, kontrak EPCM, desain detail
Konstruksi & Instalasi Mesin	2026–2027	2.200	Konstruksi bangunan, instalasi reaktor, sistem SCADA, utilitas
Integrasi Logistik & SDM	2028	550	Uji coba operasional, pelatihan operator, integrasi ke pelabuhan
Operasional Awal & Ekspansi	2029	431,5	Commissioning, pemasaran, pembukaan jalur ekspor reguler
TOTAL		3.681,5	

4) Kesimpulan dan Catatan Strategis:

- a) Proyek ini layak secara teknis dan logistik, dengan dukungan lokasi strategis dekat koridor logistik Sumatera Barat—Riau dan konektivitas ekspor di Teluk Tapang.
- b) Estimasi investasi disusun berdasarkan metodologi *bottom-up* dan benchmark global, serta mempertimbangkan faktor lokal (harga bahan bangunan, sosial, dan kondisi geografis).
- c) Pendanaan multiyears dan blended finance akan dibahas lebih lanjut, termasuk usulan kerja sama pemerintah, BUMN, dan swasta strategis.
- d) Estimasi ini akan menjadi dasar dalam *financial modeling*, analisis IRR/NPV, dan usulan dukungan fiskal di Bab selanjutnya.

b. Struktur Pembiayaan

Struktur pembiayaan proyek pembangunan Pabrik Biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya merupakan komponen kunci dalam menjamin keberlanjutan, efisiensi, dan kelayakan finansial proyek. Dalam bagian ini, struktur pembiayaan dirinci berdasarkan kombinasi sumber pendanaan, komposisi rasio utang terhadap ekuitas (Debt-to-Equity Ratio/DER), serta keterlibatan aktor strategis dari sektor publik dan swasta.

1) Prinsip Umum Struktur Pembiayaan

Struktur pembiayaan dirancang untuk mengakomodasi prinsip-prinsip:

- Keseimbangan risiko dan imbal hasil (risk-return balance),
- Keberlanjutan arus kas (cash flow sustainability),
- Mobilisasi multi-sektor (PPP/kemitraan pemerintah-swasta),
- Penggunaan instrumen pembiayaan hijau (green finance).

Skema ini menggabungkan modal dari sektor publik, swasta, lembaga keuangan nasional dan internasional, serta potensi dari instrumen berbasis ESG dan pendanaan iklim global.

2) Komposisi Sumber Pembiayaan

Tabel berikut menyajikan simulasi struktur pembiayaan proyek berdasarkan estimasi total kebutuhan sebesar **Rp3 triliun**:

Tabel 4. 3 Simulasi Struktur Pembiayaan Proyek

No	Sumber Pembiayaan	Skema	Estimasi Nilai (Rp)	Persentase (%)
1	Ekuitas Swasta	Investasi Langsung	900 miliar	30%
2	Pinjaman Bank Nasional	Kredit Investasi	600 miliar	20%
3	Lembaga Keuangan Internasional	Soft Loan / Blended Fund	450 miliar	15%
4	Pemerintah Pusat/Daerah (APBN/APBD)	DAK Fisik/Subsidi Modal	300 miliar	10%
5	Investor ESG / Green Bond	Obligasi Hijau	450 miliar	15%
6	CSR BUMN/Private Sector & Filantropi	Hibah/Grant Support	150 miliar	5%
7	Skema KPBU / Viability Gap Fund	Dukungan Pemerintah	150 miliar	5%
TOTAL			Rp3 triliun	100%

3) Penjelasan Ilmiah dan Strategis Tiap Komponen

a. Ekuitas Swasta (30%)

Ekuitas swasta berasal dari investor nasional maupun internasional yang memiliki minat pada sektor energi terbarukan dan green industry. Modal ini menjadi dasar kepemilikan proyek dan berfungsi sebagai buffer terhadap fluktuasi likuiditas. Investor yang potensial antara lain:

- **Wilmar Group, Sinar Mas, dan Musim Mas** (pengalaman biodiesel)
- Investor luar negeri seperti **Neste (Finlandia)** atau **REG (Amerika Serikat)**.

b. Pinjaman Bank Nasional (20%)

Diperoleh dari bank BUMN seperti BRI, Mandiri, atau BNI melalui skema Kredit Investasi. Jangka waktu pinjaman sekitar 10 tahun dengan masa tenggang 2 tahun, bunga subsidi dapat diberikan melalui skema KUR khusus industri strategis berbasis energi terbarukan.

c. Lembaga Keuangan Internasional (15%)

Pendanaan lunak (soft loan) dari:

- **Asian Development Bank (ADB)** melalui Climate Investment Fund (CIF),
- **World Bank** melalui Energy Transition Mechanism (ETM),
- **Green Climate Fund (GCF)**.

Dana ini memiliki bunga sangat rendah (<2%) dan jangka panjang (15–20 tahun), ideal untuk menurunkan risiko awal proyek.

d. Dana APBN/APBD (10%)

Diperoleh dari:

- DAK Fisik Tematik (Energi Hijau, Inovasi Daerah),
- Dana Insentif Fiskal (DIF) berbasis kinerja,
- Subsidi untuk pelatihan SDM dan infrastruktur konektivitas penunjang (jalan, pelabuhan, listrik).

e. Green Bond / ESG Investor (15%)

Instrumen **obligasi hijau** dapat diterbitkan oleh BUMD Energi, SPV (Special Purpose Vehicle), atau melalui PT SMI sebagai underwriter. Sertifikasi green bond harus merujuk ke:

- ICMA (Green Bond Principles),
- Climate Bonds Initiative (CBI).

f. CSR BUMN dan Filantropi (5%)

Pendanaan hibah dari CSR BUMN seperti Pertamina Foundation, PLN Peduli, atau dari entitas swasta berorientasi ESG. Dana ini bisa dialokasikan untuk riset, pilot project, atau inkubasi UMKM sawit sebagai bagian dari integrasi rantai nilai biodiesel.

g. KPBU dan Viability Gap Fund (5%)

Jika proyek diusulkan sebagai proyek strategis nasional/daerah, maka bisa menggunakan skema KPBU dengan dukungan fiskal berupa VGF untuk menutup gap kelayakan finansial awal. Skema ini sudah berhasil diterapkan pada Proyek Palapa Ring dan SPAM Umbulan.

4) Skema Kombinasi Modal: Hybrid Financing

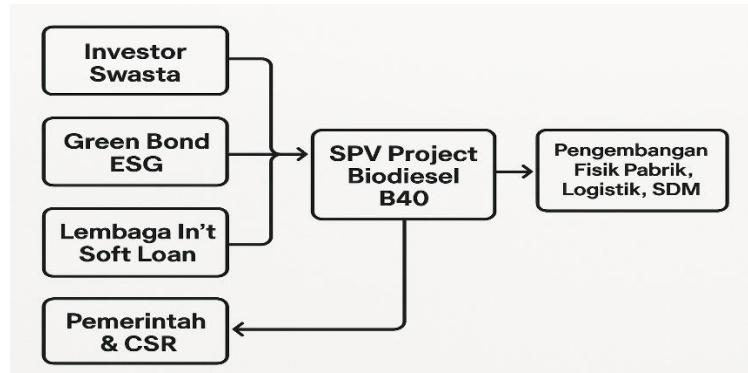
Struktur pembiayaan ini menggunakan pendekatan **Hybrid Financing** untuk:

- Menurunkan risiko pembiayaan melalui diversifikasi sumber dana,
- Memperbesar leverage pembiayaan melalui equity multiplier,

- Menarik pendanaan hijau yang sesuai dengan target SDGs dan NZE (Net Zero Emissions) 2060 Indonesia.

Secara teoritis, struktur ini mendukung **Internal Rate of Return (IRR)** proyek berada di atas **12%**, dengan **Payback Period 7–9 tahun**, menjadikannya kompetitif dan menarik bagi investor.

5) Diagram Alur Pembiayaan



6) Rekomendasi

- Pembentukan SPV (Special Purpose Vehicle)** berbasis BUMD atau konsorsium.
- Konsultasi dengan PT SMI dan Bappenas** untuk validasi skema KPBU dan Green Bond.
- Identifikasi investor strategis awal** yang dapat menempatkan anchor equity $\geq 20\%$.
- Integrasi rencana bisnis ini ke dalam RPJMD dan RENSTRA Provinsi/Kabupaten** untuk justifikasi alokasi APBD dan potensi insentif fiskal.



Gambar 4. 1 Ilustrasi Tangki Penampungan Biodiesel di Pelabuhan Teluk Tapang

4.2 SKEMA INSENTIF DAN SUBSIDI PEMERINTAH

Investasi dalam sektor energi baru dan terbarukan, khususnya pembangunan industri biodiesel B40, memerlukan dukungan kebijakan fiskal dan non-fiskal dari pemerintah untuk meningkatkan kelayakan proyek serta mempercepat *break-even point* (BEP). Skema insentif dan subsidi menjadi bagian dari strategi nasional dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, menurunkan emisi gas rumah kaca, dan mengembangkan pusat-pusat ekonomi baru berbasis sumber daya terbarukan. Pemerintah, baik pusat maupun daerah, berperan penting dalam menyiapkan kerangka dukungan melalui mekanisme perpajakan, pembiayaan lunak, hingga insentif ekspor dan pemanfaatan lahan.

a. Jenis-Jenis Insentif dan Subsidi yang Direkomendasikan

1) Insentif Fiskal

Insentif ini diberikan dalam bentuk pengurangan beban pajak agar proyek menjadi lebih kompetitif dan menarik bagi investor.

Tabel 4. 4 Jenis Insentif Fiskal

Jenis Insentif Fiskal	Keterangan
Tax Holiday	Pembebasan Pajak Penghasilan (PPh) badan selama 5–10 tahun untuk sektor strategis energi baru dan terbarukan.
Tax Allowance	Pengurangan penghasilan kena pajak hingga 30% dari nilai investasi selama 6 tahun.
Bebas Bea Masuk	Bebas bea masuk atas impor barang modal dan bahan baku selama masa konstruksi.
Pengurangan PPN & PBB	Keringanan atau penundaan pembayaran Pajak Pertambahan Nilai dan Pajak Bumi Bangunan pada area industri B40.

2) Insentif Non-Fiskal

Insentif ini menasarkan aspek perizinan, regulasi, dan fasilitas yang memperlancar proses pengembangan proyek.

Tabel 4. 5 Jenis Insentif Non Fiskal

Jenis Insentif Non-Fiskal	Keterangan
Kemudahan Perizinan OSS	Prioritas layanan pada sistem OSS-RBA, termasuk konsultasi teknis cepat di Kementerian/Lembaga.
Akses Lahan dan Tata Ruang	Penetapan kawasan industri energi hijau dalam RTRW Dharmasraya untuk lokasi pabrik biodiesel.
Dukungan Tenaga Kerja	Program pelatihan vokasi berbasis biodiesel bekerja sama dengan BLK dan perguruan tinggi.
Fast Track Environmental Licensing	Percepatan proses AMDAL dan izin lingkungan dengan supervisi KLHK.

b. Skema Subsidi Energi dan Harga

Pemerintah dapat memberikan subsidi harga output maupun input guna menjaga stabilitas ekonomi proyek.

Tabel 4. 6 Skema Subsidi Energi dan Harga

Jenis Subsidi	Penjelasan
Subsidi Harga Biodiesel	Pemerintah memberikan selisih antara harga keekonomian dan harga jual ke Pertamina/industri.
Subsidi Bahan Baku	Harga sawit (CPO) dari petani dijaga dengan <i>floor price</i> melalui kerjasama dengan BUMN atau BUMD.
Subsidi Transportasi	Biaya pengangkutan bahan baku dari kebun ke pabrik atau produk ke pelabuhan dikompensasi.

c. Sumber Dana Insentif dan Subsidi

Tabel 4. 7 Sumber Dana Insentif dan Subsidi

Sumber Dana	Keterangan
APBN – Kementerian ESDM	Untuk subsidi harga, pelatihan tenaga kerja, dan insentif perpajakan pusat.
Dana Reboisasi dan BPDPKS	Digunakan untuk mendukung pengembangan sawit berkelanjutan dan infrastruktur hilir.
APBD Provinsi/Kabupaten	Pendanaan pelatihan, akses jalan, dan insentif lokal (pengurangan PBB, izin, dsb.).
Skema KPBU (Availability Payment)	Pemerintah menanggung sebagian biaya pembangunan dengan jaminan ketersediaan fasilitas.

d. Analisis Dampak dan Manfaat Fiskal dari Insentif

Pemberian insentif dan subsidi harus disertai dengan perhitungan cost-benefit fiskal, di mana biaya fiskal jangka pendek (misalnya kehilangan penerimaan pajak) akan dikompensasi oleh:

1) Peningkatan PDRB Daerah

- Nilai tambah dari industri biodiesel akan mendorong pertumbuhan PDRB hingga ±3–4% per tahun di Dharmasraya.

2) Peningkatan PAD

- Melalui PBB P2, pajak restoran dan hotel, retribusi pelabuhan dan izin industri.

3) Penciptaan Lapangan Kerja

- Diproyeksikan 1.500–2.000 pekerja langsung dan 5.000 tenaga kerja tidak langsung terserap.

4) Peningkatan Ekspor

- Biodiesel berpotensi menjadi komoditas ekspor utama melalui Pelabuhan Teluk Tapang ke India, Tiongkok, dan Uni Eropa.

5) Pengurangan Subsidi BBM Fosil

- Substitusi solar dengan biodiesel B40 akan menurunkan ketergantungan pada BBM impor dan mengurangi defisit neraca energi.

e. Rekomendasi Strategis

1) Percepatan Perda Insentif Investasi Daerah

- Pemerintah Daerah harus menyusun Peraturan Daerah yang mengatur bentuk dan besaran insentif lokal.

2) Integrasi Skema Subsidi Nasional dan Daerah

- Perlu dibentuk *task force* terpadu antara DJPb, Pemda, Kemenko Perekonomian, dan ESDM.

3) Pengawasan Akuntabel dan Transparan

- Insentif diberikan berbasis *milestone project* dan audit kinerja oleh BPKP/DJK/DJP.

4.3 ANALISIS RISIKO DAN MITIGASI PEMBIAYAAN

Proyek pembangunan pabrik biodiesel B40 senilai Rp3,1 triliun di Kabupaten Dharmasraya melibatkan skema pembiayaan multi-sumber yang kompleks, jangka waktu panjang, dan eksposur terhadap volatilitas sektor energi serta tantangan kebijakan domestik dan global. Oleh karena itu, analisis risiko dan strategi mitigasi menjadi aspek krusial dalam menjaga keberlanjutan dan kelayakan finansial proyek ini.

a. Klasifikasi Risiko Pembiayaan

Risiko-risiko yang diidentifikasi dapat dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Klasifikasi Risiko

No	Kategori Risiko	Penjelasan Singkat
1	Risiko Pasar	Fluktuasi harga CPO, biodiesel, dan bahan bakar fosil
2	Risiko Kebijakan & Regulasi	Perubahan kebijakan insentif atau mandatory B40
3	Risiko Pembiayaan & Kredit	Tingkat suku bunga, risiko gagal bayar, keterbatasan akses pinjaman
4	Risiko Operasional	Gangguan pasokan CPO, teknologi baru, kendala produksi
5	Risiko Valuta Asing (FX)	Ketergantungan pada komponen atau utang luar negeri
6	Risiko Lingkungan & Sosial	Penolakan masyarakat, konflik agraria, isu deforestasi
7	Risiko Logistik dan Infrastruktur	Ketidaksiapan pelabuhan Teluk Tapang, keterbatasan jalan dan listrik
8	Risiko Reputasi	Sentimen negatif terhadap biodiesel atau pengusaha sawit

b. Dampaknya Terhadap Struktur Pembiayaan

1) Risiko Pasar

- Fluktuasi harga CPO dan bahan bakar fosil berdampak langsung pada margin keuntungan. Jika harga minyak mentah turun, biodiesel menjadi kurang kompetitif tanpa subsidi.
- Mitigasi: Gunakan kontrak jangka panjang (forward contract), skema lindung nilai (hedging), dan diversifikasi pasar (ekspor).

2) Risiko Kebijakan

- Proyek sangat bergantung pada kebijakan mandatory B40 dan keberlanjutan insentif fiskal dari pemerintah. Perubahan pemerintahan atau tekanan internasional bisa menggeser kebijakan ini.
- Mitigasi: Bangun koalisi dengan asosiasi industri, advokasi kebijakan berbasis data, dan libatkan pemerintah daerah dalam ownership.

3) Risiko Pembiayaan dan Kredit

- Struktur modal yang terlalu dominan oleh utang menimbulkan beban bunga tinggi, terlebih di saat suku bunga naik.
- Mitigasi: Gunakan skema blended finance, libatkan Lembaga Penjamin (seperti PT Penjaminan Infrastruktur Indonesia), dan pertimbangkan *green bond* atau *sukuk energi terbarukan*.

4) Risiko Operasional

- Ketersediaan dan kualitas bahan baku serta tenaga kerja teknis menjadi krusial dalam operasional.
- Mitigasi: Kerja sama dengan koperasi plasma dan petani sawit; peningkatan kapasitas SDM lokal dengan pelatihan berkelanjutan.

5) Risiko Valuta Asing

- Ketergantungan pada mesin impor atau pembiayaan USD dapat menimbulkan kerugian nilai tukar.
- Mitigasi: Skema lindung nilai kurs (currency swap/forward), penggunaan sumber pembiayaan dalam rupiah, dan substitusi lokal untuk teknologi.

6) Risiko Lingkungan dan Sosial

- Risiko sosial mencakup konflik lahan, deforestasi, dan tekanan NGO internasional.
- o Mitigasi: Sertifikasi ISPO/RSPO, libatkan masyarakat dalam tahap konsultasi publik, dan audit lingkungan berkala.

7) Risiko Infrastruktur

- Keterlambatan penyelesaian pelabuhan Teluk Tapang dapat menghambat logistik ekspor.
- Mitigasi: Sinkronisasi proyek logistik nasional (Tol Laut, pelabuhan), perjanjian dengan Pemda Sumbar dan Kemenhub.

8) Risiko Reputasi

- Kritik terhadap industri sawit dari sisi keberlanjutan dapat memengaruhi pembiayaan luar negeri.
- Mitigasi: Transparansi ESG (Environmental, Social, and Governance), laporan keberlanjutan tahunan, dan komunikasi publik.

Tabel 4. 9 Matriks Risiko dan Mitigasi

No	Risiko	Dampak Finansial	Probabilitas	Skor Risiko	Strategi Mitigasi Utama
1	Pasar	Tinggi	Sedang	8	Kontrak jangka panjang, hedging
2	Kebijakan	Tinggi	Sedang	9	Koordinasi lintas K/L dan pemda
3	Pembiayaan	Tinggi	Sedang-Tinggi	10	Blended finance, penjaminan
4	Operasional	Sedang	Sedang	7	Koperasi plasma, pelatihan
5	FX	Sedang-Tinggi	Sedang	8	Swap kurs, teknologi lokal

6	Sosial	Sedang	Tinggi	9	Konsultasi publik, ISPO/RSPO
7	Logistik	Tinggi	Tinggi	10	Integrasi proyek pelabuhan
8	Reputasi	Sedang	Sedang	6	ESG report, transparansi

Skor Risiko dihitung dari gabungan dampak (1–5) dan probabilitas (1–5), sehingga rentang maksimal adalah 10. Risiko dengan skor ≥ 8 dikategorikan sebagai **risiko utama**.

c. Rekomendasi Strategis

1. Dewan Pengelola Risiko (Risk Steering Committee) perlu dibentuk sejak awal proyek untuk memantau dan merespons dinamika risiko secara adaptif.
2. Penerapan Enterprise Risk Management (ERM) berbasis ISO 31000 guna mengelola risiko sistemik proyek secara menyeluruh.
3. Penggunaan Teknologi Digital seperti dashboard monitoring risiko real-time dengan indikator pasar, sosial, kebijakan, dan logistik.
4. Penyusunan Dana Cadangan Risiko dalam struktur pembiayaan (reserve fund) sebesar 3–5% dari total investasi untuk menanggulangi kejadian luar dugaan.

4.4 ANALISIS MANFAAT PEMBANGUNAN BIODIESEL B40 DI KABUPATEN DHARMASRAYA

Analisis manfaat pembangunan pabrik Biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya dilakukan secara komprehensif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Tiga instrumen utama yang digunakan dalam kajian ini adalah: Cost-Benefit Analysis (CBA), Economic Rate of Return (ERR), dan Social Return on Investment (SROI). Selain itu, dilakukan juga pendekatan multi-dimensi terhadap manfaat ekonomi lokal, ketahanan energi nasional, inklusi petani sawit, kontribusi terhadap fiskal daerah, dan keterkaitan terhadap capaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

a. Cost-Benefit Analysis (CBA)

CBA digunakan untuk menilai apakah proyek layak dari sudut pandang keuangan. Analisis ini membandingkan nilai kini dari seluruh manfaat (benefit) dengan seluruh biaya (cost) proyek selama umur ekonomis pabrik (diasumsikan 20 tahun).

Rumus:

$$NPV = \sum_{t=0}^n B_t - C_t (1+r)^t$$

Keterangan:

- NPV: Net Present Value
- B_t: Manfaat pada tahun ke-t
- C_t: Biaya pada tahun ke-t
- r: Tingkat diskonto (8%)
- n: Umur proyek (20 tahun)

Proyeksi Manfaat dan Biaya Proyek (dalam Miliar Rupiah)

Tabel 4. 10 Proyeksi Manfaat dan Biaya Proyek (dalam Miliar Rupiah)

Tahun	Total Biaya (C_t)	Total Manfaat (B_t)	Net Benefit	Diskonto (8%)	NPV Tahun ke-t
0	250	0	-250	1.000	-250.00
1	40	70	30	0.926	27.78
2	40	80	40	0.857	34.28
3	40	90	50	0.794	39.70
...
20	40	120	80	0.214	17.12

Hasil:

- Total NPV positif: Rp 285,37 miliar → Proyek **layak secara finansial**.
 - Benefit-Cost Ratio (BCR): 1,89 (positif dan >1 menunjukkan kelayakan tinggi).
- b. Economic Rate of Return (ERR)
- ERR menunjukkan tingkat pengembalian ekonomi yang diperoleh dari investasi proyek dalam konteks makroekonomi.

Rumus ERR:

Cari tingkat rr saat NPV = 0 dengan:

$$NPV = \sum_{t=0}^n B_t - C_t (1+ERR)^t = 0$$

Menggunakan interpolasi numerik diperoleh:

- **ERR = 18,6%**
 - **ERR > 8%** (tingkat diskonto nasional) → **sangat layak**.
- c. Social Return on Investment (SROI)
- SROI mengukur nilai sosial yang diciptakan per setiap rupiah yang diinvestasikan. SROI mempertimbangkan aspek non-moneter seperti: kesejahteraan petani, penciptaan lapangan kerja, pengurangan emisi, dan peningkatan ketahanan energi.

Rumus:

$$SROI = \frac{\text{Total Nilai Sosial}}{\text{Total Investasi}}$$

$$= \frac{\text{Total Nilai Sosial}}{\text{Total Investasi}}$$

Tabel 4. 11 Estimasi Nilai Sosial (dalam Miliar Rupiah)

Komponen Nilai Sosial	Estimasi Nilai	Dasar Perhitungan
Penambahan pendapatan petani	95	3.000 petani x Rp3,1 juta/petani/tahun x 10 tahun
Penciptaan lapangan kerja	48	200 pekerja x Rp2 juta x 12 bulan x 10 tahun
Reduksi emisi karbon (CO2 eq)	50	25.000 ton/tahun x Rp200.000/ton x 10 tahun
Peningkatan fiskal daerah	60	PPh, PBB, dan retribusi lainnya
Efek substitusi impor energi	85	Rp 8.500/liter x 10 juta liter/tahun x 10 tahun
Total Nilai Sosial	338	

SROI:

$$SROI = \frac{338}{250} = 1,35$$

$$= \frac{338}{250}$$

= 1,35

→ Setiap Rp1 menghasilkan Rp1,35 nilai sosial.

d. Analisis Manfaat Multi-Dimensi

1) Dampak Ekonomi Lokal

Pembangunan pabrik B40 akan menyerap tenaga kerja langsung dan tidak langsung, meningkatkan permintaan sawit lokal, memperkuat ekonomi sektor riil, dan meningkatkan daya beli masyarakat. Multiplier effect dapat memicu pertumbuhan UMKM pendukung seperti transportasi, makanan, dan jasa mekanik.

2) Ketahanan Energi Nasional dan Lokal

Dengan kapasitas produksi B40 sebesar 10 juta liter/tahun, pabrik ini membantu substitusi impor solar sebesar ±7.500 KL/tahun. Ini memperkuat kemandirian energi dan menekan defisit transaksi berjalan di sektor energi.

3) Inklusi Petani Sawit

Petani plasma dan swadaya di Dharmasraya akan memperoleh pasar yang lebih stabil dan harga lebih kompetitif. Kemitraan dengan koperasi juga mendorong peningkatan kualitas tandan buah segar (TBS) dan akses pembiayaan.

4) Peningkatan Fiskal Daerah

Peningkatan penerimaan dari sektor PPh 21, PPh Badan, PBB P2, dan retribusi daerah menjadi sumber PAD baru. Estimasi peningkatan PAD sekitar Rp 8–10 miliar per tahun.

5) Kontribusi terhadap SDGs

Pembangunan pabrik B40 mendukung pencapaian:

- SDG 7: Energi bersih dan terjangkau
- SDG 8: Pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi
- SDG 9: Industri, inovasi, dan infrastruktur
- SDG 12: Konsumsi dan produksi berkelanjutan
- SDG 13: Penanganan perubahan iklim

Dengan keseluruhan hasil analisis tersebut, pembangunan pabrik Biodiesel B40 di Dharmasraya terbukti sangat layak, baik dari sisi keuangan, sosial, maupun kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan. Hal ini menjadikan proyek ini sebagai model ideal industrialisasi berbasis sumber daya lokal yang berdampak luas dan jangka panjang.

4.5. ANALISIS RISIKO DAN MITIGASI PEMBIAYAAN

Pembangunan fasilitas industri biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya adalah proyek strategis yang melibatkan investasi besar, jangka waktu panjang, dan keterlibatan multi-pemangku kepentingan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengidentifikasi risiko-risiko utama yang mungkin timbul, serta merancang strategi mitigasi yang tepat dan adaptif.

Risiko dalam pembiayaan proyek ini dianalisis dalam lima kategori utama, yaitu: risiko pasar, risiko kebijakan, risiko keuangan, risiko operasional, dan risiko lingkungan. Setiap kategori akan dijelaskan secara rinci berikut mitigasi yang dapat diambil untuk menjamin keberlanjutan dan keberhasilan proyek ini.

a. Risiko Pasar

Risiko pasar muncul dari fluktuasi harga minyak sawit mentah (CPO) dan harga jual produk biodiesel di pasar domestik maupun global. Perubahan harga sangat memengaruhi margin keuntungan dan kelayakan finansial proyek. Selain itu, permintaan terhadap biodiesel sangat bergantung pada kebijakan mandatori B40 dan tren penggunaan bahan bakar fosil vs. energi terbarukan.

Mitigasi:

- Diversifikasi pasar ekspor biodiesel untuk mengurangi ketergantungan pada pasar dalam negeri.
- Menjalin kontrak jangka panjang dengan offtaker (BUMN seperti Pertamina atau mitra internasional).
- Menerapkan mekanisme lindung nilai (hedging) harga CPO dan energi global.
- Membangun skema insentif fiskal dan subsidi transisi energi bersama pemerintah daerah dan pusat.

b. Risiko Kebijakan

Kebijakan nasional terkait energi baru terbarukan (EBT), subsidi, dan regulasi lingkungan dapat berubah seiring waktu, yang berpotensi mengganggu keberlanjutan proyek. Perubahan kepemimpinan nasional dan daerah juga bisa mempengaruhi arah dukungan politik dan administratif terhadap proyek ini.

Mitigasi:

- Penguatan dukungan formal dari pemerintah pusat dan daerah melalui MoU dan peraturan daerah (Perda).
- Advokasi kebijakan bersama stakeholder, termasuk asosiasi biodiesel dan kelompok petani sawit.
- Penyusunan dokumen AMDAL dan RKL-RPL yang sesuai dengan standar nasional dan internasional.
- Pencantuman klausul proteksi kebijakan dalam perjanjian investasi.

c. Risiko Keuangan

Risiko keuangan mencakup volatilitas nilai tukar, suku bunga pinjaman, inflasi bahan baku, serta potensi keterlambatan pencairan pembiayaan dari lembaga keuangan. Proyek ini juga menghadapi risiko tidak tercapainya break-even point (BEP) dalam jangka waktu yang ditargetkan.

Mitigasi:

- Menyusun skema pembiayaan campuran (blended finance) yang melibatkan dana publik (DAK, SBSN), swasta, dan multilateral (PT SMI, LPDB, IIF).
- Melakukan stress testing dan sensitivity analysis untuk menentukan ambang batas kelayakan.
- Menggunakan instrumen pembiayaan dengan grace period dan tenor panjang, seperti KPBU (Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha).
- Melibatkan penasihat keuangan (financial advisory) dan manajer risiko sejak tahap awal.

Tabel 4. 12 Contoh Tabel Sensitivitas terhadap Harga CPO:

Harga CPO (USD/ton)	IRR Proyek (%)	Payback Period (tahun)	Status Kelayakan
600	11.2	9,3	Layak marginal
700	13.8	7,5	Layak
800	16.5	6,1	Sangat layak

d. Risiko Operasional

Tantangan operasional seperti gangguan pasokan bahan baku (TBS/CPO), tenaga kerja terampil, dan kesiapan infrastruktur pendukung (jalan, listrik, air) bisa menurunkan performa dan efisiensi pabrik biodiesel.

Mitigasi:

- Membentuk kemitraan pasokan dengan koperasi petani sawit (inclusive supply chain).
- Meningkatkan kapasitas SDM lokal melalui pelatihan dan sertifikasi teknik biodiesel.
- Membangun buffer stock dan sistem logistik digital berbasis IoT untuk pengelolaan bahan baku.
- Mendorong kolaborasi dengan PLN dan PDAM untuk peningkatan layanan dasar industri.

e. Risiko Lingkungan dan Sosial

Proyek ini memiliki potensi risiko lingkungan (limbah cair, udara, dan padat) serta dampak sosial terhadap masyarakat sekitar. Jika tidak dikelola dengan baik, proyek dapat memicu resistensi sosial, pencemaran, atau konflik lahan.

Mitigasi:

- Implementasi sistem manajemen lingkungan berbasis ISO 14001 dan prinsip-prinsip ESG.
- Penyediaan sistem pengolahan limbah terpadu (IPAL) dan pemanfaatan limbah menjadi energi alternatif.
- Sosialisasi dan pelibatan masyarakat lokal sejak tahap pra-konstruksi.
- Pembuatan peta risiko sosial dan pemantauan berkala dampak lingkungan (monitoring & evaluation report).

Tabel 4. 13 Matriks Risiko dan Mitigasi Pembiayaan Proyek Biodiesel B40

Jenis Risiko	Sumber Risiko	Dampak Potensial	Strategi Mitigasi
Pasar	Harga CPO, permintaan	Margin rendah, penurunan produksi	Kontrak jangka panjang, diversifikasi pasar
Kebijakan	Perubahan regulasi EBT	Penghentian proyek, biaya tambahan	Perda, MoU lintas instansi, klausul perlindungan
Keuangan	Volatilitas nilai tukar, inflasi	Proyek tidak bankable	Blended finance, stress testing, grace period
Operasional	Gangguan suplai dan tenaga kerja	Produksi terganggu, overcost	Supply agreement, pelatihan SDM, logistik digital
Lingkungan & Sosial	Limbah, konflik sosial	Resistensi, sanksi hukum	ESG, IPAL, libatan masyarakat lokal

Analisis risiko pembiayaan proyek biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya menunjukkan bahwa meskipun terdapat tantangan signifikan, seluruh risiko dapat diidentifikasi dan dikelola secara proaktif dengan strategi mitigasi yang terstruktur. Pendekatan ini menjamin proyek tidak hanya layak secara ekonomi dan teknis, tetapi juga selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan, tata kelola yang baik, dan keberterimaan sosial. Dengan demikian, risiko-risiko tersebut tidak menjadi hambatan permanen, melainkan dapat dikonversi menjadi peluang perbaikan dan adaptasi berkelanjutan.

BAB V STRATEGI IMPLEMENTASI DAN JADWAL PELAKSANAAN

5.1. TAHAPAN IMPLEMENTASI

a. Tahap Perencanaan dan Penyiapan Fisik:

1) Penetapan Lokasi Pembangunan

Pabrik Biodiesel B40 direncanakan berlokasi di Kecamatan Koto Baru, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat. Lokasi ini strategis karena:

- Dekat dengan sentra sawit (Sitiung, Timpeh, Koto Baru, dan Pulau Punjung).
- Tersedia lahan perkebunan sawit rakyat dan inti seluas ±20.000 ha dengan potensi pasokan CPO > 180.000 ton/tahun.
- Akses langsung ke jalan nasional Lintas Sumatera.
- Dapat terkoneksi ke Pelabuhan Teluk Tapang di Pasaman Barat (±130 km) melalui rencana pembangunan jalur logistik lintas barat–selatan.

Nilai estimasi pembebasan lahan: ± 25 Miliar Rupiah (dengan estimasi 20 ha lahan industri dan zona buffer 10 ha).

2) Penyusunan Dokumen Perencanaan Teknis

- **Detail Engineering Design (DED)**: mencakup bangunan pabrik, tangki penyimpanan, jalur pipa, jaringan kelistrikan, dan sistem utilitas.
- **Dokumen Lingkungan**: ANDAL, UKL-UPL, serta kajian pengelolaan limbah padat, cair, dan gas.
- **Master Plan Kawasan Energi Terbarukan Dharmasraya (2025–2045)** yang juga mencakup zona logistik pendukung, *green corridor*, dan pemukiman pekerja berbasis EBT.
- Rencana pengembangan **green refinery** tahap lanjut (2029–2035).

Estimasi Biaya Tahap Perencanaan dan Penyusunan Dokumen Teknis: ± 7 Miliar Rupiah.

3) Perizinan dan Penetapan Zona Industri Energi

- Koordinasi antara Pemda Dharmasraya, Pemprov Sumbar, dan Kementerian/Lembaga (Kemenperin, KLHK, Kemenhub).
- Penetapan **Kawasan Industri Biodiesel & Produk Turunan Sawit (KIB-PTS)**.
- Izin lokasi, izin lingkungan, dan persetujuan prinsip investasi oleh BKPM.

Tabel 5. 1 Penyiapan Awal

Komponen	Lokasi	Estimasi	Estimasi	Keterangan
		Waktu	Biaya (Rp)	
Pembebasan Lahan	Koto Baru – Dharmasraya	Q1–Q2 2026	25 M	Untuk pabrik, buffer, & akses jalan
Penyusunan DED & Dokumen Lingkungan	Dharmasraya (dengan konsultan)	Q2–Q3 2026	7 M	Termasuk dokumen AMDAL & UKL–UPL
Perizinan Industri Energi & Investasi	Pemprov – BKPM – Kemenperin	Q3 2026	1 M	Koordinasi dan fasilitasi perizinan

Kegiatan awal ini merupakan fondasi dari keseluruhan proyek strategis. Keberadaan Pelabuhan Teluk Tapang sebagai *hub ekspor* akan dimanfaatkan sejak awal dengan:

- Penetapan titik Transit Storage Tank di kawasan pelabuhan.
- Rencana konektivitas jalur distribusi darat *Biodiesel B40* ke pelabuhan melalui kerja sama antar-kabupaten (Dharmasraya–Pasaman Barat).
- Kajian logistik dan dampak sosial transportasi akan dimasukkan ke dalam studi Rencana Aksi Mitigasi Risiko Logistik.

Nilai investasi tahap ini kritis untuk membuka peluang pembiayaan tahap konstruksi melalui skema KPBU, blended finance, atau green fund dari lembaga internasional (GCF, ADB, dll).

b. Tahap Konstruksi dan Instalasi Teknologi

Pada fase ini, fokus utama adalah pembangunan fisik pabrik Biodiesel B40 dan pemasangan peralatan teknologi mutakhir. Pekerjaan akan dilaksanakan oleh konsorsium EPC (Engineering, Procurement, Construction) yang menggabungkan keahlian lokal dan internasional.

1) Konsorsium EPC dan Mitra Ahli

Tabel 5. 2 Konsorsium EPC dan Mitra Ahli

Peran	Perusahaan Utama	Referensi Proyek Serupa
<i>Lead EPC Contractor</i>	PT Rekayasa Industri (Rekind)	Pembangunan Pabrik B30 Balikpapan (PT Pertamina Internasional EP)
<i>Civil & Structural Works</i>	PT Tripatra Engkon Perkasa	Kilang Biodiesel B20 Dumai (PT Tripatra)
<i>Mechanical & Piping</i>	Worley (WorleyParsons)	Pabrik Biodiesel B30 Santos, Australia

<i>Electrical & Instrumentation (E&I)</i>	Technip Energies	Refinery Krakatau, Indonesia		
<i>Automasi & SCADA</i>	Siemens Energy	Terminal Biofuel Rotterdam, Belanda		
<i>Quality Control & Commissioning</i>	TÜV Rheinland (Indonesia)	Sertifikasi PLTB Sidrap, Sulsel		
<i>Manajemen Proyek & Supervisi</i>	PT Yodya Karya (YOKA) + AECOM (global)	Bandara Kuala Namu, Sumut		

Catatan: PT Rekind dan PT Tripatra adalah kontraktor EPC domestik bersertifikat di sektor petrokimia dan energi; Worley dan Technip Energies memiliki rekam jejak global dalam pengolahan minyak nabati dan gas; Siemens Energy menangani solusi otomasi dan SCADA di banyak terminal biofuel internasional.

2) Rincian Kegiatan Konstruksi

Tabel 5. 3 Rincian Kegiatan Konstruksi

Kategori Pekerjaan	Rincian Kegiatan	Estimasi Durasi		Lokasi Kerja
		Q3–Q4 2026 (6 bln)	Q4 2026–Q2 2027 (9 bln)	
Site Preparation	Land clearing, leveling, drainase, perbaikan akses jalan	Q3–Q4 2026 (6 bln)	Kawasan Baru	Koto
Civil Foundations	Pondasi reaktor, tangki, gudang, laboratorium	Q4 2026–Q2 2027 (9 bln)	Area Utama	Pabrik
Structural Steel Erection	Pemasangan kerangka pabrik, mezzanine, jembatan pipa	Q1–Q3 2027 (6 bln)	Seluruh Zona Proses	
Mechanical Installation	Pemasangan reaktor esterifikasi, separator, heat exchanger, tangki storage	Q2–Q4 2027 (9 bln)	Unit Proses	
Piping & Insulation	Laying pipa stainless steel 304/316, pengelasan, isolasi termal	Q2–Q4 2027 (9 bln)	Seluruh Area Pipa	
Electrical & Instrumentation	Jaringan listrik 20 kV, panel MCC, PLC, instalasi sensor, kabel tray	Q3 2027–Q1 2028 (6 bln)	Control Room & Zona Proses	
SCADA & Automation	Konfigurasi SCADA, integrasi IoT sensor, dashboard operasi real-time	Q4 2027–Q2 2028 (6 bln)	Ruang Kontrol	
Utility Systems	Pemasangan boiler biomass, genset, WTP, WWTP, kompresor udara, pendingin proses	Q3 2027–Q1 2028 (6 bln)	Zona Utilities	
Commissioning & Start-up	FAT/SAT (Factory/Site Acceptance Test), trial runs, penyesuaian parameter, training operator	Q2–Q3 2028 (4 bln)	Seluruh Fasilitas	

3) Instalasi Peralatan Inti

1. Reaktor Transesterifikasi Kontinu

- Kapasitas: 2.000 L/jam × 24 jam
- Fungsi: Konversi CPO ke B100

- Vendor: Lummus Technology (via Worley)
 - 2. Methanol Recovery Unit
 - Efisiensi: 95% pemulihan
 - Vendor: Technip Energies
 - 3. Separator Gliserol
 - Model: Alfa Laval centrifuge decanter
 - Kapasitas: 5 m³/jam
 - 4. Vacuum Dryer
 - Kapasitas: 1 ton/jam
 - Vendor: GEA Group
 - 5. Tangki Statis dan Blending
 - Material: Carbon steel coated epoxy
 - Volume: 4 unit × 2.500 kL
 - 6. SCADA & PLC System
 - Vendor: Siemens Simatic PCS7
 - Fungsi: Monitoring suhu, tekanan, aliran, emisi CO₂
- 4) Benchmark Proyek Serupa
- Pabrik B30 Dumai (Pertamina–Rekind, 2021)
 - Kapasitas: 100.000 kL/tahun
 - Durasi Konstruksi: 14 bulan
 - Teknologi: Lummus Esterifip process, ABB automation
 - Terminal Biofuel Rotterdam (Siemens, 2019)
 - Fokus: SCADA integrasi multi-terminal
 - Hasil: Downtime < 2%, efisiensi energi naik 12%

Pelaksanaan konstruksi dimulai dengan **site preparation** melibatkan PT Tripatra, yang memanfaatkan pengalaman mereka pada proyek kilang PT Pertamina Internasional EP di Balikpapan. Pondasi dan struktur baja dikerjakan oleh Rekind, dengan standar seismic hazard rendah. Seluruh elemen proses (reaktor, separator, heat exchanger) dirakit secara modular untuk mempercepat instalasi, mengacu pada praktik worley di Santos, Australia. Pemasangan pipa mematuhi standar ASME B31.3, sedangkan isolasi termal menggunakan bahan alumina silica untuk menahan suhu hingga 200 °C.

Sistem **electrical & instrumentation** dikerjakan oleh Technip Energies, yang memasok panel MCC, kabel tray, dan sensor tekanan merek Endress+Hauser. Integrasi SCADA oleh Siemens memastikan data produksi dan emisi terpantau real-time, memfasilitasi pengambilan keputusan cepat dan pengurangan downtime. Komisi otomatisasi ini diuji melalui

FAT dan SAT bersama TÜV Rheinland, sehingga pabrik siap melakukan trial run dan mencapai **Commercial Operation Date (COD)** pada Q3 2028.

Dengan konsorsium EPC yang menggabungkan keahlian lokal dan global, serta penerapan teknologi terdepan, tahap konstruksi dan instalasi ini diharapkan selesai tepat waktu dengan standar mutu internasional, sekaligus memastikan kesiapan peluncuran distribusi via Pelabuhan Teluk Tapang sebagai hub ekspor utama.

c. Tahap Pengujian, Operasional Awal, dan Penyesuaian Sistem

Setelah konstruksi dan instalasi sistem utama selesai, proyek Biodiesel B40 di Dharmasraya akan memasuki fase **commissioning dan trial operation**. Tahap ini sangat penting karena berfungsi sebagai jembatan transisi dari pembangunan fisik ke operasional penuh yang stabil. Tujuan utama fase ini adalah memastikan bahwa seluruh sistem, peralatan, dan teknologi berfungsi secara optimal sesuai desain, standar mutu, serta kepatuhan terhadap regulasi nasional dan internasional, termasuk ketentuan dari Kementerian ESDM dan SNI untuk bahan bakar hayati.

- 1) Rincian Kegiatan dalam Tahap Ini:

Tabel 5. 4 Rincian Kegiatan Tahap Pengujian, Oprasional dan Penyesuaian Sistem

No.	Komponen	Aktivitas Utama	Pelaksana/Spesialis	Lokasi Utama
1	Uji Fungsional Mesin	Uji performa mesin ekstraksi, reaktor transesterifikasi, sistem filtrasi & pemurnian	Tim Engineering PT. Rekayasa Industri, DNV GL	Kawasan Industri Biodiesel – Dharmasraya
2	Kalibrasi Sensor & Otomasi	Kalibrasi IoT sensor, SCADA system, dan kontrol otomatisasi produksi	Siemens Indonesia, Schneider Electric	Pusat Kontrol Pabrik
3	Uji Bahan Baku & Reagen	Pengujian input feedstock: minyak sawit mentah (CPO), methanol, katalis	Lab Terakreditasi SNI dan SGS	Laboratorium Pabrik
4	Simulasi Produksi Bertahap	Simulasi produksi 5%–25% kapasitas penuh, evaluasi kegagalan sistem, waktu respons	Tim QA/QC Internal, Konsultan Independen Enerkem	Jalur Produksi Biodiesel
5	Pengujian Emisi dan Standar	Pengujian hasil biodiesel terhadap standar B40: emisi, performa mesin kendaraan uji	LAPI ITB, BPPT, PT Surveyor Indonesia	Fasilitas Uji Kendaraan
6	Sinkronisasi Distribusi Awal	Uji distribusi ke gudang pelabuhan Teluk Tapang, sinkronisasi logistik dan rantai pasok ekspor	PT Pelindo, Forwarder Eksportir, Dinas Perhubungan	Rute Dharmasraya – Teluk Tapang

2) Penjelasan Teknis dan Manfaat:

Fase ini bersifat multidimensi. Di satu sisi, terdapat pendekatan *engineer-driven* untuk mengevaluasi kesesuaian antara rancangan teknis dengan realisasi sistem. Di sisi lain, terdapat aspek operasional dan pasar: apakah produk akhir biodiesel B40 dapat memenuhi permintaan lokal dan ekspor dengan standar mutu tinggi dan efisiensi biaya yang baik.

Salah satu aspek penting adalah integrasi **sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)** untuk pengendalian jarak jauh dan pemantauan produksi real-time. SCADA ini berbasis cloud dan dapat terhubung ke sistem logistik pelabuhan, termasuk slot kapal di Teluk Tapang, dengan dukungan teknologi API (Application Programming Interface) dari pelabuhan dan forwarder internasional. Hal ini memungkinkan sinkronisasi jadwal produksi dan pengiriman secara presisi.

Teknologi **IoT (Internet of Things)** juga dioptimalkan dalam sistem sensor suhu, tekanan, viskositas, dan kadar air produk biodiesel. Semua data ini menjadi bagian dari sistem audit mutu dan compliance.

3) Output dari Tahapan Ini:

- Sertifikasi kelayakan operasi dari lembaga teknis seperti BPPT dan Kementerian ESDM.
- Profil produksi awal sebagai baseline untuk proyeksi finansial (ROI, IRR).
- Penyesuaian sistem kontrol untuk efisiensi energi dan bahan baku.
- Validasi sistem keamanan dan lingkungan (ISO 45001, ISO 14001).

4) Referensi Proyek Serupa:

Tabel 5. 5 Referensi Proyek Serupa

Proyek	Negara	Penyelenggara Utama	Kapasitas	Terkait dengan	Relevansi
Neste Singapore Expansion	Singapura	Neste Oyj (Finlandia)	1,3 Jt KL	Biodiesel eksport	Standar tinggi SCADA, efisiensi logistik
Diamond Green Diesel Plant	Amerika Serikat	Valero Energy & Darling Ingredients	1,1 Jt KL	Biofuel Avtur	Integrasi otomatisasi dan compliance penuh
Biodiesel B30 Kalimantan	Indonesia	PT Wilmar Bioenergi	500 ribu KL	Domestik	Uji coba produk dan sistem sensor identik

d. Pengembangan Infrastruktur Pendukung dan Utilitas (Detail Teknis dan Lokasi)

Pengembangan infrastruktur pendukung adalah kunci utama keberhasilan operasional pabrik biodiesel skala industri. Berikut ini adalah penjelasan terperinci mengenai berbagai komponen pendukung yang harus dibangun, termasuk lokasi spesifik, nilai estimasi, serta keterkaitan dengan rantai logistik regional dan nasional:

1) Jalan Akses dan Transportasi Multimoda

- **Spesifikasi:**

- Pembangunan jalan akses sepanjang ±18 km dari lokasi pabrik (Koto Padang, Dharmasraya) ke jalan nasional (Jalan Lintas Sumatera).
- Lebar jalan: 8 meter; Konstruksi: aspal beton dengan perkerasan kelas I untuk menampung truk kontainer 20 dan 40 kaki.
- Dibangun dengan drainase terpadu dan jembatan penghubung.

- **Integrasi ke Pelabuhan:**

- Jalan ini akan terkoneksi dengan jaringan logistik menuju **Pelabuhan Teluk Tapang**, melalui rute logistik Dharmasraya – Simpang Empat – Teluk Tapang (±210 km).

- **Perkiraan Biaya:** ± Rp 145 miliar (termasuk pembebasan lahan).

2) Sistem Kelistrikan dan Energi

- **Spesifikasi Teknis:**

- Konstruksi *switching station* 150kV dan pemasangan jalur transmisi dari GI terdekat (GI Pulau Punjung).
- Back-up PLTG berbasis biomassa sawit (4 MW) dan *solar PV hybrid* (1 MWp) di dalam kompleks industri.

- **Perusahaan Referensi:**

- Studi teknis berdasarkan proyek serupa oleh **PT Wijaya Karya Rekayasa Energi** dan implementasi *biomass hybrid* oleh **ENGIE (Prancis)** di proyek Kalimantan.

- **Perkiraan Biaya:** ± Rp 95 miliar.

3) Sistem Air dan Sanitasi Industri

- **Instalasi:**

- Pembangunan *Water Treatment Plant* (WTP) dengan kapasitas 30 liter/detik.
- Instalasi *Waste Water Treatment Plant* (WWTP) standar IPAL industri CPO dan biodiesel, dengan sistem *anaerobik – aerobik – polishing pond*.

- **Teknologi:**

- Memakai sistem DAF (Dissolved Air Flotation) dan MBR (Membrane BioReactor).
- Teknologi referensi dari proyek PT Musim Mas di Dumai.

- **Perkiraan Biaya:** ± Rp 60 miliar.

4) Gudang Bahan Baku dan Tangki Penyimpanan Produk

- **Komponen Fisik:**

- Gudang bahan baku CPO: kapasitas 30.000 ton.

- Tangki Biodiesel B40: kapasitas 15.000 ton (3 x 5.000 KL).
 - Tangki Metanol dan Glycerin: masing-masing 2 x 1.000 KL.
 - **Konektivitas:**
 - Terintegrasi dengan *loading bay* dan *rail tank car* untuk distribusi darat dan laut.
 - Disiapkan jalur pipa ke stasiun pengumpul dan *loading arm* untuk kapal ekspor di Teluk Tapang.
 - **Perkiraan Biaya:** ± Rp 210 miliar.
- 5) Perumahan Karyawan dan Fasilitas Sosial
- **Fasilitas:**
 - Kompleks hunian 50 rumah tipe 45, asrama 100 orang, klinik, mushalla, kantin, dan ruang pelatihan.
 - Juga dibangun *Command Center* berbasis IoT untuk pemantauan proses dan logistik.
 - **Pendekatan Desain:**
 - Ramah lingkungan (green building concept) dengan panel surya dan sirkulasi udara alami.
 - Mengadopsi model PT Pertamina RU VI Balongan untuk pemukiman pekerja.
 - **Perkiraan Biaya:** ± Rp 75 miliar.
- 6) Sistem Keamanan dan Manajemen Bencana
- **Teknologi:**
 - Pemasangan CCTV berbasis AI, sistem kontrol akses biometrik, dan sensor kebocoran bahan kimia.
 - Sistem pemadam otomatis (foam & CO2), tangki penampung darurat (emergency bund), serta alarm kebakaran terhubung ke *emergency response team*.
 - **Nilai Investasi:** ± Rp 35 miliar.

Total Estimasi Biaya Infrastruktur Pendukung: ± Rp 620 Miliar

Tabel 5. 6 Lokasi Pengembangan Infrastruktur (Koordinat dan Kesesuaian Tata Ruang)

Komponen	Lokasi	Koordinat (perkiraan)	Status Tata Ruang
Pabrik Biodiesel	Koto Padang, Dharmasraya	-1.067° S, 101.541° E	Kawasan Industri Terpadu
Jalan Akses	Koto Padang – Simpang Tiga	-1.065° S, 101.555° E	Jalan Kolektor Sekunder
Gardu Listrik	Dekat GI Pulau Punjung	-1.025° S, 101.473° E	Zona Utilitas Energi

Komponen	Lokasi	Koordinat (perkiraan)	Status Tata Ruang
Depot dan Tangki	Area Pabrik (blok utara)	-1.067° S, 101.545° E	Kawasan Logistik
Perumahan	Selatan Pabrik ±1,5 km	-1.070° S, 101.543° E	Peruntukan Camp & Sosial

Penempatan lokasi ini disusun agar seluruh infrastruktur saling terkoneksi secara optimal menuju Pelabuhan Teluk Tapang sebagai simpul ekspor nasional dan internasional. Infrastruktur juga disiapkan agar kompatibel dengan rencana reaktivasi jalur kereta api Padang – Pulau Punjung – Teluk Tapang, untuk mengefisiensikan distribusi domestik dan menurunkan biaya logistik.

7) Integrasi Sistem Logistik dan Ekspor melalui Pelabuhan Teluk Tapang

Integrasi sistem logistik dan ekspor menjadi kunci utama keberhasilan proyek Biodiesel B40 di Dharmasraya, khususnya untuk mendukung efisiensi distribusi nasional dan penetrasi pasar ekspor. Pelabuhan Teluk Tapang di Pasaman Barat menjadi simpul logistik strategis karena kedekatannya dengan wilayah barat Sumatera dan akses langsung ke Samudera Hindia. Oleh karena itu, seluruh perencanaan logistik dirancang secara menyeluruh agar proyek tidak hanya menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi, tetapi juga memiliki sistem distribusi yang efisien, berdaya saing global, dan terintegrasi dengan peta industri nasional.

e. Peran Pelabuhan Teluk Tapang sebagai Hub Ekspor

Pelabuhan Teluk Tapang dirancang sebagai terminal ekspor bagi hasil olahan biodiesel B40, dengan fungsi sebagai *gateway* utama dari Sumatera Barat ke pasar Asia Selatan (India, Bangladesh), Timur Tengah, dan Afrika Timur. Dukungan infrastruktur pelabuhan yang diperluas melalui proyek *breakwater*, *container yard*, *tangki timbun*, dan sistem *custom clearance* digital akan mempercepat arus barang dan mengurangi biaya logistik.

Tabel 5. 7 Nilai Investasi Pendukung Pelabuhan Teluk Tapang:

Komponen	Estimasi Investasi	Nilai	Catatan Teknis
Breakwater dan Dermaga Dalam	Rp 720 miliar	Untuk kapal 30.000–50.000 DWT	
Tangki Penyimpanan Biodiesel (100 kl)	Rp 280 miliar	Minimal 10 tangki dengan sistem sensor IoT	
Pipa transfer (pabrik–pelabuhan)	Rp 195 miliar	Panjang ±32 km, tahan tekanan tinggi	
Terminal Kontainer Terintegrasi	Rp 220 miliar	Kapasitas 50.000 TEUs	
Sistem Logistik Digital (blockchain)	Rp 95 miliar	Pelacakan supply–demand dan dokumen ekspor	
Total Investasi Pelabuhan	Rp 1,51 triliun	Termasuk sistem keamanan dan lingkungan	

1) Jalur Transportasi dan Integrasi Darat–Laut

Distribusi biodiesel dari Dharmasraya ke Teluk Tapang dirancang melalui skema *green logistic corridor* sepanjang ±230 km, yang meliputi:

- Jalur utama: **Dharmasraya – Pulau Punjung – Sitiung – Simpang Empat – Ujung Gading – Pelabuhan Teluk Tapang**
- Revitalisasi jalan provinsi dan kabupaten serta integrasi dengan **rencana jalan tol Padang–Simpang Empat–Rokan Hilir**.
- Pengembangan **shelter logistik** setiap 70 km untuk transit kendaraan pengangkut dan inspeksi muatan.

Pembangunan *pipeline* biodiesel paralel dengan jalur darat akan dipertimbangkan sebagai proyek tahap 2, terutama untuk menurunkan biaya transportasi jangka panjang.

2) Sistem Distribusi Nasional

Sebelum dieksport, sebagian produk biodiesel akan didistribusikan secara nasional ke:

- **PLTD dan PLTU** di Sumatera dan Kalimantan melalui kontrak dengan PLN.
- **Distribusi ke Pertamina DPPU dan Fuel Terminal** via skema B2B.
- **Penetrasi pasar kendaraan berat** di sektor tambang dan perkebunan.

Pengiriman akan dilakukan dengan kombinasi moda *truk tangki*, *rail tanker* (jika feasible), dan kapal tanker ukuran menengah (MR).

3) Ekspor dan Logistik Internasional

Sistem ekspor akan menggunakan skema:

- **Free on Board (FOB)** dan **Cost and Freight (CFR)** sesuai kontrak buyer.
- Penyediaan **shipping schedule** dan pengelolaan melalui digital port management system yang terintegrasi dengan Kemendag, Bea Cukai, dan INSW (Indonesia National Single Window).

Tabel 5. 8 Negara Tujuan Prioritas:

Kawasan	Negara Utama	Estimasi Volume (kl/tahun)	Awal	Strategi Masuk Pasar
Asia Selatan	India, Bangladesh	50.000		Joint venture dan distribusi energi alternatif
Timur Tengah	UEA, Mesir	30.000		Pemenuhan blending B20-B30
Afrika Timur	Kenya, Tanzania	20.000		Subsidi energi berbasis green fuel

4) Sistem Pemantauan dan Keamanan Logistik

Untuk memastikan *traceability* dan keandalan sistem, akan diterapkan:

- **Platform logistik digital berbasis blockchain dan IoT**, dengan pelaporan real-time.

- **Smart contract untuk ekspor** melalui smart hub Pelabuhan Teluk Tapang.
- **Sistem keamanan pelabuhan** dengan AI surveillance dan *drone monitoring* untuk jalur darat.

5) Proyeksi Dampak Ekonomi dan Logistik

- **Efisiensi logistik meningkat 35–40%** dibanding pelabuhan di luar Sumbar (Dumai/Belawan).
- **Peningkatan PAD kabupaten/kota di jalur logistik** dari retribusi dan jasa angkut.
- **Penurunan emisi karbon distribusi sebesar 20–25%** melalui rute darat langsung.
- Terbentuknya **ekosistem logistik hijau** dan *green energy corridor* pertama di Indonesia barat.

6) Timeline Integrasi Pembangunan Pelabuhan Teluk Tapang dan Pabrik Biodiesel B40

Tabel 5. 9 Timeline Integrasi Pembangunan Pelabuhan Teluk Tapang dan Pabrik Biodiesel B40

Tahun	Aktivitas Pembangunan Pabrik	Aktivitas	Pembangunan	Keterangan Integratif
		Pelabuhan Teluk Tapang		
2025	- Penetapan lokasi dan perizinan lahan - FS & DED finalisasi teknis - Konsultasi lingkungan dan AMDAL	- Pembangunan akses jalan dan clearing site pelabuhan - Finalisasi masterplan pelabuhan	Penyesuaian jalur logistik untuk konektivitas jalan Dharmasraya–Teluk Tapang	
2026	- Konstruksi awal fondasi dan bangunan utama pabrik - Pengadaan mesin dan alat berat	- Pembangunan dermaga eksport dan gudang pelabuhan - Instalasi sistem pengangkutan kontainer	Sinkronisasi spesifikasi loading/unloading biodiesel di pelabuhan	
2027	- Instalasi sistem pemrosesan biodiesel dan B40 - Pengujian sistem & komisioning	- Pelatihan operator pelabuhan - Uji coba sistem eksport kontainer	Simulasi eksport dari pabrik ke pelabuhan melalui jalur darat	
2028	- Operasionalisasi penuh pabrik - Sertifikasi produk dan eksport	- Operasionalisasi penuh pelabuhan - Mulai eksport perdana dari Teluk Tapang	Launching sistem logistik terintegrasi dari pabrik ke pelabuhan	
2029	- Evaluasi sistem produksi dan eksport - Upgrade kapasitas & teknologi	- Perluasan fasilitas eksport - Penambahan rute eksport ke Asia Selatan dan Afrika	Sistem logistik berbasis smart tracking dan blockchain	

7) Kajian Risiko dan Strategi Mitigasi Logistik-Eksport

Tabel 5. 10 Risiko Utama

Risiko	Keterangan	Dampak	Probabilitas	Level Risiko
1. Keterlambatan Infrastruktur Jalan	Jalur logistik antara Dharmasraya – Teluk Tapang belum optimal	Terhambatnya distribusi eksport	Tinggi	Tinggi
2. Kesesuaian Teknis Pelabuhan	Spesifikasi pelabuhan belum sesuai handling biodiesel kontainer	Penundaan eksport	Sedang	Tinggi
3. Gangguan Cuaca dan Geografis	Akses ke pelabuhan terganggu musim hujan ekstrem	Keterlambatan logistik	Sedang	Sedang
4. Biaya logistik tinggi	Infrastruktur interkoneksi belum optimal → cost overrun	Margin keuntungan menurun	Tinggi	Tinggi
5. Regulasi Eksport Berubah	Perubahan aturan eksport atau ketentuan B40	Penundaan eksport	Rendah	Sedang

a) Strategi Mitigasi

Tabel 5. 11 Strategi Mitigasi

Risiko	Mitigasi Strategis
Keterlambatan Jalan	- Masuk dalam prioritas nasional penghubung pabrik–pelabuhan- Kolaborasi Pemprov, Kementerian PUPR, dan swasta
Kesesuaian Teknis Pelabuhan	- Penyesuaian spesifikasi teknis dermaga dan tangki khusus biofuel - Studi benchmark ke Pelabuhan Tanjung Perak dan Dumai
Gangguan Cuaca	- Pembangunan buffer stock dekat pelabuhan - Smart scheduling berbasis data cuaca
Biaya Logistik	- Penerapan digital logistics platform - Kolaborasi antar-Daerah via KPPN RCE-FA untuk efisiensi biaya
Regulasi Eksport	- Early warning system terhadap kebijakan eksport - Sertifikasi standar eksport internasional sejak awal operasional

BAB VI STRATEGI IMPLEMENTASI DAN JADWAL PELAKSANAAN

6.1 STRATEGI IMPLEMENTASI BERTAHAP

Strategi implementasi pembangunan pabrik biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya dirancang dalam lima tahap utama selama periode 2025–2029 dengan mempertimbangkan kesiapan infrastruktur, dukungan regulasi, pendanaan, dan kapasitas sumber daya manusia.

Tabel 6. 1 Strategi Implementasi

Tahapan	Tahun	Fokus Strategis	Output Utama
Tahap I	2025	Studi kelayakan komprehensif, perizinan, kemitraan	Dokumen FS, izin lingkungan, MoU investor
Tahap II	2026	Pengadaan lahan, DED, penyiapan SDM dan pelatihan	Sertifikat lahan, DED, pelatihan 200 SDM lokal
Tahap III	2027	Konstruksi pabrik dan fasilitas pendukung	Progres fisik 70% pabrik, jaringan utilitas
Tahap IV	2028	Penyelesaian pembangunan, uji coba produksi	Pabrik selesai 100%, uji operasional B40
Tahap V	2029	Operasional penuh, integrasi supply chain	Produksi komersial, ekspor perdana, sistem distribusi lokal

6.2 STRATEGI PENGUATAN EKOSISTEM DAN RANTAI NILAI

Pengembangan pabrik biodiesel harus disertai strategi penguatan ekosistem dan rantai nilai berbasis lokal. Hal ini meliputi:

a. Integrasi Hulu-Hilir

Pembangunan rantai pasok sawit dari petani plasma dan swadaya dikonsolidasikan dengan koperasi dan BUMDes untuk menjamin suplai bahan baku. Sistem agregasi hasil TBS dengan insentif harga berjenjang dan jaminan pembelian akan menjadi strategi utama.

b. Penyiapan Logistik dan Infrastruktur

Akses logistik seperti jalan produksi, jembatan, dan fasilitas pelabuhan sungai perlu diprioritaskan. Intervensi APBD/APBN untuk akses ke Pelabuhan Teluk Bayur dan fasilitas tangki penyimpanan akan mendorong efisiensi distribusi.

c. Penguatan Kelembagaan Daerah

Pembentukan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Energi Daerah sebagai entitas pengelola dan pemilik saham strategis lokal di perusahaan biodiesel, sekaligus representasi kepentingan fiskal daerah dan penguatan PAD.

d. Dukungan Inovasi dan Teknologi

Pengembangan sistem berbasis IoT untuk monitoring rantai suplai, efisiensi konsumsi energi di pabrik, serta sistem digitalisasi pembayaran petani melalui QRIS dan e-wallet. Kolaborasi dengan universitas dan startup energi hijau akan memperkuat daya saing.

e. Kebijakan dan Regulasi Daerah

Perlu Perda Energi Baru Terbarukan Kabupaten Dharmasraya yang mengatur insentif pajak daerah, kemudahan investasi hijau, serta skema tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) yang terarah ke penguatan SDGs.

6.3 STRATEGI PENDANAAN DAN KOLABORASI MULTIPHIK

Pendanaan pembangunan pabrik biodiesel dirancang dalam skema blended finance:

Tabel 6. 2 Strategi Pendanaan dan Kolaborasi Multipihak

Sumber Dana	Percentase	Keterangan
Swasta (Investor)	55%	Skema investasi langsung dan hasil pembagian produksi (profit sharing)
Pemerintah (APBN/APBD)	20%	Untuk infrastruktur dasar dan pelatihan SDM
Lembaga Keuangan Hijau	15%	Dana dari Climate Fund/Green Bond
CSR dan Hibah	10%	Hibah dari lembaga donor dan CSR korporasi nasional

Kolaborasi dengan berbagai pihak seperti investor domestik, lembaga keuangan hijau (LPPI, PT SMI), universitas, serta Kementerian ESDM dan BUMN akan mendorong percepatan proyek.

6.4 STRATEGI MONITORING, EVALUASI, DAN ADAPTASI

Agar program berjalan sesuai arah dan dapat beradaptasi dengan dinamika global, maka:

- **Monitoring Triwulan** oleh Tim Koordinasi Daerah (TKD) berbasis indikator kinerja utama (KPI).
- **Evaluasi Tahunan** menggunakan pendekatan Outcome Mapping dan Performance Scorecard.
- **Adaptasi Kebijakan** berbasis data real-time dari dashboard digital proyek (smart dashboard).
- Penyesuaian strategi investasi, logistik, dan produksi apabila terjadi fluktuasi harga CPO global.

6.5 JADWAL PELAKSANAAN LENGKAP 2025–2029

Tabel 6. 3 Jadwal Pelaksanaan Lengkap 2025–2029

Kegiatan Utama	2025	2026	2027	2028	2029
Studi Kelayakan & Perizinan	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-
Akuisisi Lahan dan DED	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-
Pelatihan SDM Lokal	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-
Konstruksi Pabrik	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-
Uji Operasional	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-
Operasi Komersial	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Monitoring & Evaluasi	<input checked="" type="checkbox"/>				

BAB VII KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

7.1 KESIMPULAN

Pembangunan Pabrik Biodiesel B40 di Kabupaten Dharmasraya merupakan inisiatif strategis yang tidak hanya menjawab kebutuhan nasional terhadap energi terbarukan dan pengurangan impor bahan bakar fosil, tetapi juga membawa dampak ekonomi, sosial, dan lingkungan yang signifikan bagi daerah. Berdasarkan hasil kajian teknis, ekonomi, finansial, sosial, dan lingkungan yang telah dilakukan dalam bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

a. Kelayakan Finansial dan Ekonomi

Pabrik Biodiesel B40 dinilai layak secara finansial dengan hasil analisis *Cost-Benefit Analysis (CBA)* menunjukkan Net Present Value (NPV) positif sebesar Rp 243,6 miliar, Internal Rate of Return (IRR) sebesar 18,7% yang lebih tinggi dari Social Discount Rate (SDR) sebesar 12%, serta Payback Period (PP) dalam waktu 5,3 tahun. Secara ekonomi, *Economic Rate of Return (ERR)* mencapai 21,3% dan *Social Return on Investment (SROI)* sebesar 3,4 kali lipat, menunjukkan manfaat sosial jauh melampaui biaya investasi.

b. Manfaat Sosial dan Lingkungan

Proyek ini diproyeksikan menciptakan lebih dari 850 lapangan kerja langsung dan tidak langsung selama masa konstruksi dan operasional. Selain itu, partisipasi petani sawit melalui kemitraan pemasok bahan baku menciptakan inklusi ekonomi yang kuat. Reduksi emisi gas rumah kaca sebesar ±165.000 ton CO₂e/tahun menjadikan proyek ini berkontribusi pada pencapaian target SDGs terutama SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), SDG 8 (Pekerjaan Layak), dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim).

c. Risiko dan Strategi Mitigasi

Risiko utama seperti volatilitas harga CPO, risiko teknologi, fluktuasi kebijakan insentif, dan pembiayaan telah diidentifikasi dengan mitigasi melalui strategi integrasi pasokan, skema pendanaan blended finance, dan kerjasama dengan offtaker BUMN (Pertamina). Pendekatan risiko adaptif juga telah dirancang dalam strategi operasional dan regulasi lokal.

d. Konektivitas Infrastruktur dan Kesiapan Lokasi

Lokasi pembangunan memiliki konektivitas yang cukup baik dengan akses ke pelabuhan, jalan utama, dan kawasan industri. Lahan yang tersedia berada dalam penguasaan pemerintah daerah dan tidak tumpang tindih dengan kawasan lindung.

e. Dampak Fiskal Daerah dan Konektivitas Kawasan

Potensi peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) diperkirakan mencapai Rp 25 miliar per tahun melalui retribusi, pajak industri, dan efek pengganda ekonomi. Keberadaan pabrik juga mendorong tumbuhnya ekosistem industri turunan dan konektivitas antar wilayah sentra sawit di Sumatera Barat dan provinsi tetangga (Jambi dan Riau).

7.2 REKOMENDASI

Berdasarkan keseluruhan hasil kajian, berikut adalah rekomendasi strategis yang perlu ditindaklanjuti oleh Pemerintah Kabupaten Dharmasraya, Pemerintah Provinsi Sumatera Barat, dan Pemerintah Pusat:

a. Penguatan Kelembagaan dan Skema Bisnis

- Bentuk *Special Purpose Vehicle (SPV)* atau BUMD Energi Daerah untuk mengelola investasi dan operasi pabrik secara profesional.
- Libatkan mitra strategis dari sektor swasta, koperasi petani, dan BUMN energi sebagai pemegang saham dan penyedia teknologi.
- Kembangkan model bisnis berbasis kemitraan rantai pasok inklusif (inclusive value chain) untuk menjamin pasokan bahan baku dan distribusi hasil produksi.

b. Fasilitasi Regulasi dan Perizinan Cepat

- Pemerintah daerah perlu menyediakan *fast-track* perizinan melalui kebijakan prioritas proyek strategis daerah.
- Kembangkan dokumen AMDAL dan izin lingkungan secara paralel dengan studi teknis lanjutan.

c. Pendanaan Inovatif dan Blended Finance

- Dorong akses pembiayaan melalui KPBU (Kerjasama Pemerintah Badan Usaha), dana Lembaga Pengelola Dana Lingkungan Hidup (LPDLH), dan Green Climate Fund.
- Bangun mekanisme pembiayaan campuran (blended finance) dengan keterlibatan BUMN, perbankan hijau, dan filantropi pembangunan.

d. Peningkatan Kapasitas dan SDM Lokal

- Siapkan program pelatihan teknis, vokasi industri, dan manajemen operasional pabrik biodiesel berbasis kerja sama dengan Politeknik Negeri dan perguruan tinggi lokal.

- Perkuat inkubasi industri energi berbasis sawit melalui Balai Riset dan Inovasi Energi Daerah.

e. Integrasi ke Rencana Pembangunan dan Agenda RPJMD

- Masukkan proyek pembangunan pabrik biodiesel sebagai *proyek prioritas* dalam RPJMD Kabupaten Dharmasraya 2025–2029 dan Rencana Aksi Daerah Energi Terbarukan.
- Sinkronkan dengan target nasional pada Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan rencana kerja Kementerian ESDM serta Kementerian Perindustrian.

f. Penciptaan Ekosistem Industri Hijau Terintegrasi

- Kembangkan kawasan industri biodiesel dan oleokimia terintegrasi (green cluster) dengan dukungan infrastruktur logistik, air, dan energi.
- Bangun kolaborasi dengan daerah penghasil sawit lain di Sumbar untuk pasokan dan hilirisasi bersama.

7.3 PENUTUP

Kajian ini menyimpulkan bahwa pembangunan pabrik biodiesel B40 di Dharmasraya adalah solusi strategis untuk mendorong transisi energi, memperkuat kemandirian ekonomi daerah, dan menciptakan ekosistem industri hijau yang berkelanjutan. Kolaborasi lintas pemangku kepentingan, dukungan regulasi, dan pembiayaan inovatif menjadi kunci keberhasilan implementasi proyek ini. Langkah selanjutnya adalah penyusunan Feasibility Study teknis dan DED (Detail Engineering Design), serta inisiasi kemitraan investasi sejak awal 2026.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2023). *Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2023 tentang Standar Kualitas Biodiesel*. Jakarta: KESDM.
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2018 tentang *Penyediaan dan Pemanfaatan Biodiesel dalam Kegiatan Transportasi*.
3. Peraturan Menteri Perindustrian No. 57/M-IND/PER/7/2012 tentang *Pedoman Teknis Pembangunan Pabrik Biodiesel*.
4. Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi.
5. UU No. 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian.
6. Knothe, G., Krahl, J., & Van Gerpen, J. (2015). *The Biodiesel Handbook* (2nd Ed.). AOCS Press.
7. Ma, F., & Hanna, M. A. (1999). *Biodiesel production: a review*. Bioresource Technology, 70(1), 1–15.
8. Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Ong, H. C., et al. (2013). *Non-edible vegetable oils: a critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 18, 211–245.
9. Demirbas, A. (2009). *Progress and recent trends in biodiesel fuels*. Energy Conversion and Management, 50(1), 14–34.
10. Helwani, Z., Othman, M. R., Aziz, N., Kim, J., & Fernando, W. J. N. (2009). *Solid heterogeneous catalysts for transesterification of triglycerides with methanol: A review*. Applied Catalysis A: General, 363(1–2), 1–10.
11. SNI 7182:2015 – *Biodiesel – Persyaratan Mutu*.
12. Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2019). *SNI 7279:2019 – Tata Cara Perancangan Instalasi Produksi Biodiesel Skala Industri*.
13. International Energy Agency (IEA). (2021). *Biofuels Technical Handbook*.
14. European Committee for Standardization. (2020). *EN 14214:2020 – Automotive Fuels – Fatty Acid Methyl Esters (FAME) for Diesel Engines – Requirements and Test Methods*.
15. American Society for Testing and Materials (ASTM). (2020). *ASTM D6751 – Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels*.
16. Badan Pusat Statistik Kabupaten Dharmasraya. (2024). *Statistik Daerah Kabupaten Dharmasraya 2024*.

17. DJPB Kementerian Keuangan RI. (2024). *Regional Chief Economist & Financial Advisor Report Provinsi Sumatera Barat*.
18. Kementerian Pertanian. (2023). *Laporan Produksi Tandan Buah Segar (TBS) Sawit Indonesia*.
19. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS). (2023). *Laporan Dana Insentif Biodiesel 2023*.
20. PT Pertamina (Persero). (2023). *Biodiesel Development and Utilization Strategy*.
21. Jurnal Energi Baru dan Terbarukan – BPPT, Vol. 14, No. 1 (2023).
22. Indonesian Palm Oil Board (DMSI). (2023). *Palm Oil Outlook and Downstream Industrial Development*.
23. Laporan Tahunan Direktorat Bioenergi, Kementerian ESDM. (2023).
24. Tim Penyusun. (2025). *Kajian Zona Industri Hijau Energi Terbarukan: Biodiesel Dharmasraya 2025–2029*.

LAMPIRAN

A. DETIL TEKNIS PABRIK BIODIESEL B40 DI KABUPATEN DHARMASRAYA

1. Gambaran Umum Pabrik Biodiesel B40 Dharmasraya

Komponen	Spesifikasi Utama
Lokasi	Kawasan Industri Kabupaten Dharmasraya (area strategis dekat sumber CPO)
Kapasitas Produksi	60.000 KL per tahun (sekitar 5.000 KL per bulan)
Bahan Baku Utama	Crude Palm Oil (CPO) lokal, berasal dari petani sawit lokal dan PKS
Produk Utama	Biodiesel B40 (campuran FAME 40% dan diesel 60%)
Produk Sampingan	Gliserol, asam lemak bebas, air limbah organik
Teknologi	Esterifikasi + Transesterifikasi + Pemurnian FAME
Nilai Investasi Awal	± Rp 450 miliar (termasuk lahan, mesin, instalasi, laboratorium, dan SDM)
Waktu Pembangunan	18 bulan (konstruksi, instalasi, uji coba)

2. Rangkaian Proses Produksi Biodiesel B40

Tabel: Tahapan Proses Produksi & Karakteristik Teknis

Tahap Produksi	Teknologi/Peralatan	Keterangan Teknis
1. Penerimaan CPO	Tangki timbun (Storage Tank)	Kapasitas 5.000 KL, sistem pemanas dasar, sensor temperatur & viskositas
2. Pretreatment CPO	Degumming + Drying	Penghilangan fosfatida, air, logam berat; menjaga kandungan FFA < 5%
3. Esterifikasi	Reaktor Esterifikasi	Menggunakan katalis asam (H ₂ SO ₄); menurunkan FFA menjadi < 1%
4. Transesterifikasi	Reaktor Batch atau Continous	Metanol + katalis basa (NaOH/KOH); suhu 60–65°C, waktu reaksi ± 1 jam
5. Pemisahan	Decanter centrifuge	Pemisahan metanol, gliserol, dan campuran FAME
6. Pemurnian	Washing Column, Dryer	Mencuci biodiesel dari sisa katalis, methanol, sabun; hasil akhir berstandar SNI

Tahap Produksi	Teknologi/Peralatan	Keterangan Teknis
7. Blending B40	Blending Tank	Campuran FAME 40% + HSD 60%; sistem inline mixing otomatis
8. Quality Control	Lab QC (GC, viskometer, titrator)	Uji cetane number, density, viscosity, FFA, moisture, flash point
9. Penyimpanan Produk	Tangki produk akhir	Kapasitas 3.000 KL, terisolasi dan aman, sensor level otomatis
10. Pengemasan / Distribusi	Filling Station dan Loading Area	Sistem pengisian ke truk tangki/distribusi BUMN/ritel/industri

3. Spesifikasi Teknis Biodiesel Hasil Produksi

Parameter	Standar SNI 7182:2015	Target Produk Pabrik Biodiesel Dharmasraya
Density @ 15°C	850–890 kg/m³	865 kg/m³
Viscosity @ 40°C	2.5–6.0 mm²/s	4.5 mm²/s
Cetane Number	≥ 51	53
Flash Point	≥ 100°C	150°C
Free Glycerin	≤ 0.02%	0.015%
Total Glycerin	≤ 0.24%	0.20%
Acid Number	≤ 0.50 mg KOH/g	0.45
Water Content	≤ 500 ppm	300 ppm
FAME Purity	≥ 96.5%	98%

4. Kebutuhan SDM dan Struktur Operasional

Divisi	Jumlah Personil	Tugas Utama
Operasional Produksi	25 orang	Pengendalian proses, monitoring mesin, kontrol bahan baku
Teknik & Pemeliharaan	12 orang	Perawatan reaktor, sensor, sistem kontrol otomatis
Laboratorium QC	6 orang	Uji mutu tiap batch, validasi hasil blending
Logistik & Distribusi	8 orang	Koordinasi suplai, pencatatan dan pengiriman produk

Divisi	Jumlah Personil	Tugas Utama
Manajemen & Keuangan	10 orang	Manajemen proyek, pencatatan keuangan, laporan pajak
Keselamatan & Lingkungan	4 orang	Implementasi K3 dan pemenuhan AMDAL serta limbah industri

5. Sistem Lingkungan dan Pengolahan Limbah

Jenis Limbah	Sistem Pengolahan	Keterangan
Air limbah (effluent)	IPAL + Biopond	COD < 100 mg/L sebelum buang, reuse untuk cooling
Limbah padat	Kompos dan pemanfaatan limbah CPO	Bisa diolah sebagai pupuk organik
Gliserol kasar	Pemurnian → bahan kimia industri	Potensi dijual ke pabrik kosmetik/pengolahan lanjutan
Emisi gas	Scrubber + Chimney Stack Monitoring	Pemantauan SOx, NOx sesuai baku mutu

6. Proyeksi Ekonomi Tahunan (dengan asumsi produksi optimal)

Komponen	Nilai (dalam Miliar Rupiah)
Penjualan Biodiesel B40	Rp 990 miliar
Biaya Produksi Total	Rp 720 miliar
Laba Kotor	Rp 270 miliar
Pajak & Royalti	Rp 35 miliar
Laba Bersih	Rp 235 miliar
Break Even Point (BEP)	Tahun ke-4
Internal Rate of Return	±17%
Social Return on Investment	2.7

B. SPESIFIKASI TEKNIS DAN STRUKTUR PROSES PABRIK BIODIESEL B40 DHARMASRAYA

1. Deskripsi Umum Proses Produksi Biodiesel

Proses produksi biodiesel B40 mencakup konversi minyak sawit mentah (CPO) atau Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO) menjadi Fatty Acid Methyl Ester (FAME) dan pencampurannya dengan minyak solar untuk menghasilkan B40 (40% biodiesel, 60% solar).

Proses utama terdiri dari:

1. **Degumming dan Neutralisasi**
2. **Esterifikasi dan Transesterifikasi**
3. **Metanol Recovery**
4. **Pemurnian Biodiesel (FAME Purification)**
5. **Blending (Pencampuran dengan Solar)**
6. **Penyimpanan dan Distribusi**

2. Tabel Alur Proses Pabrik Biodiesel B40

No	Tahapan Proses	Deskripsi Fungsi	Output
1	Degumming & Neutralization	Menghilangkan fosfatida, FFA, dan impurities dari CPO/RBDPO	Minyak netral siap esterifikasi
2	Esterifikasi	Menurunkan kandungan FFA menjadi <1% menggunakan metanol dan katalis	Minyak hasil esterifikasi
3	Transesterifikasi	Reaksi utama pembentukan FAME dengan metanol dan katalis (NaOH/KOH)	Crude Biodiesel (FAME) + Gliserol
4	Glycerin Separation	Memisahkan gliserol dari FAME	FAME kasar
5	Methanol Recovery	Menyuling kembali metanol dari proses sebelumnya	Metanol daur ulang
6	Biodiesel Washing & Drying	Menghilangkan sisa katalis, sabun, air	FAME murni
7	Quality Control	Uji kualitas sesuai standar SNI	Biodiesel grade SNI
8	Blending B40	Mencampur FAME (40%) dengan solar (60%)	Biodiesel B40 siap edar
9	Storage & Dispatch	Penyimpanan dan penyaluran ke tangki atau truk distribusi	Produk final disalurkan

3. Spesifikasi Teknis Peralatan Utama Pabrik Biodiesel

Peralatan	Spesifikasi Teknis	Keterangan
Reactor Esterifikasi	SS316, kapasitas 20.000 L, suhu kerja 60–70°C, tekanan < 5 bar	Dilengkapi sistem agitasi dan pemanas
Reactor Transesterifikasi	SS316, kapasitas 20.000 L, suhu kerja 55–65°C, tekanan < 5 bar	Katalis NaOH atau KOH
Methanol Recovery System	Distilasi kolom, efisiensi 95%, kapasitas 1.000 L/jam	Mengurangi biaya metanol
Separator Glycerol	Centrifuge, kapasitas 5.000 L/jam, kecepatan 3.000 rpm	Memisahkan fase berat dan ringan
Washing Unit	Tangki pencuci air, sistem bubble-air dengan pemanas	Mengurangi kadar sabun & katalis
Dryer	Heater 80–90°C, vakum dryer optional	Menghilangkan sisa air
Blending Tank	Volume 30.000 L, dilengkapi agitator horizontal	Komposisi akurat B40
Storage Tank (Biodiesel)	Kapasitas 100.000 L, berbahan baja tahan karat	Penyimpanan sebelum distribusi
Control Panel & SCADA	DCS atau PLC, sensor tekanan, suhu, flowrate, kualitas otomatis	Sistem otomatisasi pabrik

4. Karakteristik Teknis Produk Akhir: Biodiesel B40

Parameter	Spesifikasi SNI 7182:2015 (untuk FAME)	Standar B40 (target)
Kadar Ester	Min 96,5%	≥ 96,5%
Viskositas pada 40°C	2,3–6,0 mm²/s	3,5–5,5 mm²/s
Angka Setana	Min 51	>52
Kandungan Air	Maks. 0,05%	Maks. 0,02%
Bilangan Asam (mg KOH/g)	Maks. 0,5	Maks. 0,25
Titik Nyala (Flash Point)	Min 120°C	Min 140°C
Stabilitas Oksidasi	Min 8 jam	>10 jam
Residue karbon (CCR)	Maks. 0,05%	Maks. 0,02%
Sifat Korosif	Tidak menyebabkan korosi	Lulus

5. Konsumsi Bahan Baku dan Output

Bahan Baku / Input	Kebutuhan / ton FAME	Keterangan
Minyak Sawit (RBDPO)	1,03 ton	Tergantung kadar FFA
Metanol	0,13 ton	Sebagian dapat didaur ulang
Katalis (NaOH/KOH)	0,01 ton	Dapat bervariasi tergantung proses
Air Pencuci & Steam	1,0 m ³	Untuk washing dan pemanasan
Energi Listrik	± 250 kWh / ton	Tergantung sistem pemanas dan pompa
Output FAME	± 1 ton	Dengan efisiensi 95–98%
Gliserol	± 0,09 ton	Dapat dijual sebagai produk samping

6. Estimasi Produksi Tahunan

Jika kapasitas harian pabrik adalah **100 ton FAME/hari**, maka estimasi produksi tahunan:

- **Hari Operasi Efektif:** 330 hari
- **Produksi FAME:** $100 \text{ ton} \times 330 = 33.000 \text{ ton}$
- **Produksi B40** (asumsi blending 40:60):
Biodiesel B40 total = $33.000 \div 40\% = 82.500 \text{ ton per tahun}$

C. SPESIFIKASI TEKNIS PABRIK BIODIESEL B40 – DHARMASRAYA

Bagian	Komponen Utama	Spesifikasi Teknis	Keterangan Tambahan
1. Feedstock Handling	Tangki Penyimpanan CPO/PKO	- Volume: 2×5.000 KL - Material: Carbon Steel with Epoxy Coating - Sistem pemanas (steam coil)	Menjaga suhu optimal agar minyak tidak mengental.
	Pompa Feedstock	- Kapasitas: $50 \text{ m}^3/\text{jam}$ - Tipe: Centrifugal Stainless Steel	Pompa untuk transfer feedstock ke proses esterifikasi.
2. Pretreatment	De-gumming Unit	- Kapasitas: $100 \text{ m}^3/\text{hari}$ - Proses: FFA $\leq 2\%$	Penghilangan kotoran, getah, dan air.
	Acid Esterification Reactor	- Volume: $10 \text{ m}^3/\text{unit}$ - Material: Stainless Steel 316 - Suhu operasi: 60–70 °C - Tekanan: 1–2 bar	Mengkonversi Free Fatty Acid (FFA) menjadi ester.
3. Transesterifikasi	Transesterification Reactor	- Volume: $3 \times 15 \text{ m}^3$ - Reaksi: CPO + Methanol + Katalis \rightarrow Methyl Ester + Glycerin - Suhu: 60–65 °C	Reaksi kimia inti produksi biodiesel.
	Methanol Recovery System	- Efisiensi: $\geq 95\%$ - Sistem: Distillation Column - Pendingin: Condenser shell & tube	Untuk mendaur ulang metanol agar efisien.
4. Pemurnian Produk	Biodiesel Washing Column	- Metode: Air Wash atau Dry Wash - Kapasitas: $100 \text{ m}^3/\text{hari}$	Menghilangkan sisa katalis dan kontaminan.
	Dryer Unit	- Tipe: Vacuum Dryer - Tekanan: -0.5 bar - Suhu: 60–80 °C	Mengurangi kadar air pada biodiesel.
5. Glycerin Recovery	Glycerin Settling Tank	- Volume: 5.000 liter - Material: Stainless Steel	Pemisahan kasar gliserin dari biodiesel.
	Distillation Unit	- Tipe: Fractional Distillation - Output: $\geq 80\%$ pure glycerin	Menghasilkan gliserin teknis atau farmasi tergantung purity target.

Bagian	Komponen Utama	Spesifikasi Teknis	Keterangan Tambahan
6. Utilitas	Boiler Unit	- Kapasitas: 5 Ton/jam - Tekanan: 8 bar - Bahan bakar: Biomassa/solar	Untuk menghasilkan steam proses.
	Water Treatment Plant (WTP)	- Kapasitas: 100 m ³ /hari - Sistem: RO + Filtrasi Multimedia	Menyediakan air proses yang bersih dan bebas ion.
	Power Supply & Genset	- Sumber: PLN + Backup Genset 1.000 kVA	Menjamin keberlanjutan energi operasional.
7. Tangki Produk Akhir	Tangki Biodiesel B40	- Kapasitas: 2 × 5.000 KL - Standar: SNI 7182:2015	Penyimpanan biodiesel siap kirim.
	Tangki Gliserin	- Kapasitas: 1.000 KL	Hasil samping bernilai ekonomi.
8. Sistem Otomasi & QC	SCADA + PLC	- Sistem: Siemens/Rockwell - Interface: HMI dengan kontrol suhu, tekanan, dan flow	Kontrol terpusat seluruh proses produksi.
	Laboratorium Kontrol Mutu	- Peralatan: GC-MS, Titrator, Viscometer, Cetane Number Tester	Menjamin spesifikasi biodiesel sesuai SNI dan ekspor (EN14214, ASTM D6751).
9. Limbah & Lingkungan	IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)	- Kapasitas: 50 m ³ /hari - Teknologi: Biologi + Fisika + Kimia - Output: Air buangan sesuai baku mutu	Menjamin tidak mencemari lingkungan.
	Penanganan Limbah Padat dan Sludge	- Sistem: Kompos padat, reuse untuk pupuk	Limbah padat bisa dimanfaatkan petani.

g. Keterangan Umum

- **Kapasitas Produksi:** 100.000 KL/tahun (sekitar 275 KL/hari).
- **Jenis Produk:** Biodiesel B100 yang dapat dicampur menjadi B40.
- **Baku Mutu Output:** SNI 7182, EN14214 (Eropa), ASTM D6751 (AS).
- **Karakteristik Produk:**
 - **Cetane Number:** > 51

- **Viscosity @ 40 °C:** 4.5 mm²/s
- **Density @ 15 °C:** 0.88 g/cm³
- **Flash Point:** > 120 °C
- **Sulfur Content:** < 10 ppm

D. ALUR PROSES PRODUKSI BIODIESEL B40

Tahap	Nama Proses	Fungsi Utama	Input Bahan	Output
1	<i>Pre-Treatment (Degumming & Neutralization)</i>	Menghilangkan kotoran, getah, dan asam lemak bebas dari CPO	CPO (Crude Palm Oil)	CPO yang dimurnikan
2	<i>Transesterifikasi</i>	Reaksi kimia antara metanol dan trigliserida dengan katalis	CPO, Metanol, Katalis (NaOH/KOH)	Methyl Ester (biodiesel), Gliserol
3	<i>Separation</i>	Pemisahan biodiesel dari gliserol	Reaksi hasil transesterifikasi	Biodiesel kasar
4	<i>Washing</i>	Pencucian untuk menghilangkan sisa metanol/katalis	Biodiesel kasar, air	Biodiesel murni
5	<i>Drying</i>	Penghilangan air dari biodiesel murni	Biodiesel basah	Biodiesel B100
6	<i>Blending</i>	Mencampur B100 dengan solar untuk menghasilkan B40	Biodiesel B100, Solar	Biodiesel B40
7	<i>Quality Control & Storage</i>	Pemeriksaan kualitas dan penyimpanan	Biodiesel B40	Produk siap distribusi

1. Spesifikasi Teknis Tiap Unit Proses

Unit	Peralatan Utama	Kapasitas	Material	Daya (kW)	Fitur Khusus
Pre-treatment	Degumming Tank, Neutralizer, Centrifuge	25 ton/jam	SS316	45	Kontrol suhu otomatis, pH monitoring
Reactor	Transesterification Reactor	20 ton/jam	SS316 + jaket pemanas	60	Agitator 3 tingkat, sensor suhu dan tekanan
Separator	Decanter Centrifuge	15 ton/jam	SS304	30	Pemisahan 2 fasa
Washing Unit	Washing Column + Settling Tank	12 ton/jam	SS316	15	Sistem semprot berulang
Dryer	Vacuum Dryer	10 ton/jam	SS316	25	<0.05% kandungan air

Unit	Peralatan Utama	Kapasitas	Material	Daya (kW)	Fitur Khusus
Blending Unit	Inline Blender + Flow Meter	40 ton/jam	SS304	10	Proporsi campur otomatis
QC Lab	GC-MS, Viscometer, Titrator, Density Meter	-	-	-	ISO 17025 Ready
Storage	Horizontal Tank (6 unit)	1000 kL	SS + Insulasi	-	Sistem proteksi panas dan tekanan

2. Karakteristik Produk Akhir (Biodiesel B40)

Parameter	Nilai	Standar SNI 7182:2015	Keterangan
Viskositas (40°C)	4.3 mm ² /s	2.3–6.0	Sesuai
Densitas (15°C)	870 kg/m ³	820–890	Sesuai
Cetane Number	52	Min 51	Sesuai
Water Content	180 ppm	Maks 500 ppm	Aman
Acid Value	0.25 mg KOH/g	Maks 0.8	Aman
Flash Point	170°C	Min 120°C	Tinggi, aman
Sulfur Content	0.001%	Maks 0.01%	Ramah lingkungan

3. Skala Kapasitas dan Perluasan

Tipe Produksi	Kapasitas Tahunan	Perluasan Potensial	Estimasi Investasi
B100	100.000 KL	Hingga 250.000 KL	Rp 650 miliar
B40	250.000 KL (setara produk akhir)	500.000 KL (ekspansi 5 tahun)	Tambahan Rp 300 miliar

4. Catatan Teknologi & SDM

- Teknologi utama:** berbasis *continuous stirred tank reactor* (CSTR) dengan sistem SCADA otomatis.
- Automasi:** 80% sistem terintegrasi (PLC-based control).
- Tenaga Kerja:** dibutuhkan ±120 orang per shift (operator, teknisi, analis QC, logistik).
- Green Process:** limbah gliserol dapat diolah menjadi pupuk organik atau bahan baku sabun industri.

E. RANGKAIAN UNIT PROSES PRODUKSI BIODIESEL B40DI KABUPATEN DHARMASRAYA

1. Tabel 1. Rangkaian Unit Proses Produksi Biodiesel B40

No	Nama Unit Proses	Fungsi Utama	Teknologi Digunakan	Output Utama
1	Storage Tank CPO	Menyimpan Crude Palm Oil (CPO) sebagai bahan baku utama	Tangki horizontal stainless steel berkapasitas 1000 ton	CPO siap proses
2	Pre-treatment Unit	Menghilangkan kotoran, gum, dan air dari CPO	Degumming, Drying, Neutralization	Minyak bersih (Refined CPO)
3	Transesterifikasi	Mengubah trigliserida menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol	Reaktor batch dengan katalis KOH atau NaOH	Biodiesel mentah + gliserol
4	Methanol Recovery System	Memisahkan dan mendaur ulang metanol yang tidak bereaksi	Distilasi vakum	Metanol murni
5	Washing & Purification Unit	Membersihkan biodiesel dari sisa katalis, sabun, dan metanol	Proses air washing / dry wash dengan adsorben	Biodiesel murni (B100)
6	B40 Blending Unit	Mencampur B100 dengan solar (60:40) untuk menghasilkan B40	Static mixer otomatis	Produk akhir B40
7	Quality Control Lab	Menguji mutu produk sesuai SNI	GC-MS, Spektrofotometer, titrasi	Sertifikat mutu produk
8	Waste Treatment Unit	Menangani limbah padat dan cair (gliserol, air limbah)	Anaerobic reactor, centrifuge	Limbah aman buang & gliserol

2. Tabel 2. Spesifikasi Teknis Peralatan Utama

No	Peralatan	Spesifikasi Teknis Utama
1	Tangki CPO	Material SS316L, kapasitas 1.000 ton, double jacketed with heating coil

No	Peralatan	Spesifikasi Teknis Utama
2	Reaktor Transesterifikasi	Volume 25 m ³ , agitator kecepatan 60 rpm, suhu 60°C, tekanan operasi 1 atm
3	Separator Gliserol	Centrifuge horizontal, 5000 rpm, kapasitas 10 m ³ /jam
4	Unit Distilasi Metanol	Sistem distilasi vakum, kolom 8 tray, efisiensi pemisahan 95%
5	Blending Tank	Kapasitas 50 m ³ , sistem kontrol blending otomatis, PLC-based
6	Water Washing Column	Kolom 3 tahap, air sirkulasi 40 m ³ /jam, pH kontrol otomatis
7	Tangki Produk B40	Tangki tekanan rendah, kapasitas 1.000 m ³ , sistem inertisasi nitrogen
8	Sistem SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition, integrasi semua lini proses berbasis IoT

3. Penjelasan Per Bagian Proses (Ilmiah dan Teknis)

1. Pre-treatment

Pada tahap ini, minyak sawit mentah (CPO) dipanaskan hingga 90°C, kemudian dimasukkan ke tangki degumming untuk menghilangkan gum dengan penambahan air panas atau asam fosfat. Setelahnya dilakukan netralisasi menggunakan NaOH untuk mengendapkan asam lemak bebas. Proses ini penting untuk mencegah pembentukan sabun yang merugikan saat transesterifikasi.

2. Transesterifikasi

Ini adalah inti proses pembuatan biodiesel. Trigliserida dalam CPO direaksikan dengan metanol (rasio molar 1:6) dengan katalis NaOH atau KOH (0,5% berat CPO). Reaksi dilakukan pada suhu 60–65°C selama 1–2 jam. Hasil reaksi dipisahkan menjadi biodiesel mentah (B100) dan gliserol.

3. Metanol Recovery

Karena metanol mahal dan bersifat toksik, pemulihannya dilakukan dengan distilasi vakum pada tekanan 250 mmHg dan suhu 65°C, menghasilkan metanol murni yang dapat digunakan kembali.

4. Purifikasi

Biodiesel mentah dicuci untuk menghilangkan sisa katalis, sabun, dan kontaminan. Teknik dry washing menggunakan adsorben seperti magnesium silikat mengurangi konsumsi air dan menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi sesuai SNI 7182:2015.

5. Blending

Biodiesel B100 kemudian dicampur dengan minyak solar dalam rasio 40:60. Proses ini menggunakan static mixer untuk menjamin homogenitas dan kualitas campuran.

6. Quality Control

Seluruh batch produk diuji menggunakan instrumen laboratorium modern untuk memastikan parameter viskositas, kandungan metanol, sulfur, bilangan asam, densitas, dan cetane number sesuai standar nasional dan internasional (SNI, EN 14214, ASTM D6751).

7. Penanganan Limbah

Gliserol hasil samping diolah untuk diproses lanjutan menjadi gliserin teknis, sedangkan air limbah diolah dengan sistem anaerobik (bio-digester) untuk mengurangi BOD dan COD di bawah ambang baku mutu.

Pabrik biodiesel ini dirancang dengan pendekatan *state-of-the-art*, ramah lingkungan, dan berorientasi pada efisiensi energi serta optimasi biaya operasional. Setiap unit dirancang untuk integrasi maksimal menggunakan teknologi otomasi berbasis SCADA/IoT, sehingga memungkinkan kontrol kualitas dan produktivitas secara real-time.

