

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) akibat meningkatnya jumlah penduduk dan pesatnya perkembangan teknologi, terutama di sektor industri dan transportasi. Ketergantungan yang tinggi terhadap BBM menyebabkan permintaan energi terus meningkat, sementara ketersediaannya semakin menipis dari tahun ke tahun. Kondisi ini diperburuk oleh ketergantungan pada sumber daya tak terbarukan seperti gas alam dan bahan bakar fosil, serta meningkatnya volume impor BBM. Jika situasi ini terus berlanjut, Indonesia berisiko mengalami krisis energi di masa mendatang. Sebagai langkah antisipatif, berbagai upaya telah dilakukan untuk mengembangkan sumber energi yang berkelanjutan, salah satunya adalah biodiesel yang berasal dari sumber daya terbarukan dan lebih ramah lingkungan dibandingkan minyak bumi.

Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan minyak bumi di Indonesia diperkirakan hanya akan bertahan selama 9,5 tahun, sementara cadangan gas bumi diperkirakan cukup untuk 19,9 tahun, dengan asumsi tidak ada penemuan cadangan baru di masa mendatang. Selain itu, pencapaian produksi rata-rata minyak dan gas bumi dalam dua tahun terakhir menunjukkan tren penurunan. Hal ini disebabkan oleh menurunnya kinerja reservoir secara alami (*natural decline*) serta belum ditemukannya cadangan berskala besar yang mampu menggantikan sumber daya yang telah dieksploitasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa dari sisi kuantitas, ketersediaan minyak bumi terus mengalami penurunan dan berpotensi habis dalam jangka waktu tertentu apabila tidak diimbangi dengan pengembangan energi alternatif, termasuk melalui pengembangan pembuatan bahan bakar (Rahmayanti et al., 2021).

Selain keterbatasan cadangan minyak bumi dan gas alam di Indonesia yang diperkirakan hanya mampu bertahan dalam hitungan dekade, proyeksi kebutuhan biodiesel nasional juga terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan analisa permintaan, konsumsi biodiesel nasional tahun 2026 diperkirakan mencapai ± 11.120 ton/tahun. Sementara itu, kapasitas pabrik yang dirancang sebesar 6.000 ton/tahun hanya mampu memenuhi sekitar 54% dari kebutuhan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa peluang pasar biodiesel masih terbuka lebar, dan kapasitas produksi pabrik berpotensi untuk ditingkatkan di masa depan. Dengan demikian, pembangunan pabrik biodiesel tidak hanya menjawab tantangan keterbatasan energi fosil, tetapi juga memiliki prospek ekonomi yang signifikan dalam memenuhi permintaan energi nasional yang berkelanjutan (Dan et al., 2022).

Pengembangan pembuatan bahan bakar dari bahan-bahan yang terbarukan di era ini terus-menerus dilakukan untuk memperoleh bahan bakar yang ramah lingkungan sebagai pengganti bahan bakar konvensional, yang ketersediaannya semakin terbatas dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Bahan bakar konvensional, seperti minyak bumi dan gas alam, selain jumlahnya yang menurun, juga menghasilkan emisi gas rumah kaca dan limbah yang dapat mencemari udara, tanah, serta perairan. Oleh karena itu, transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan menjadi langkah penting dalam menghadapi krisis energi dan permasalahan lingkungan global. Salah satu solusi yang menonjol dalam pengembangan ini adalah bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berasal dari sumber daya terbarukan seperti minyak nabati dan limbah minyak jelantah, yaitu biodiesel (Jazuli & Wibowo, 2023).

Biodiesel merupakan bahan bakar minyak terbarukan yang berasal dari minyak nabati atau lemak hewani. Biodiesel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan petrodiesel, yaitu dapat diperbarui (*renewable*), ramah lingkungan (*biodegradable*), kadar sulfur rendah (*non toxic*), dan pembakaran yang relatif lebih bersih. Selain itu, biodiesel memiliki sifat biodegradabilitas yang tinggi sehingga lebih mudah terurai secara alami dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Biodiesel dapat langsung digunakan pada mesin diesel tanpa memerlukan modifikasi signifikan dan memiliki potensi mengurangi emisi gas rumah kaca, hal ini menjadikannya alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan serta berbagai jenis bahan baku dapat dimanfaatkan dalam produksi biodiesel (Maulidan et al., 2023).

Berbagai sumber dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel, termasuk minyak kedelai, minyak biji bunga matahari, minyak jelantah, dan limbah organik lainnya. Namun, crude palm oil (CPO) menjadi salah satu yang paling banyak digunakan. Oleh karena itu, pembahasan ini berfokus pada pemanfaatan CPO serta tantangan yang dihadapi dalam produksi biodiesel. CPO memiliki keunggulan berupa ketersediaan yang melimpah di Indonesia serta biaya produksi yang relatif lebih rendah dibandingkan bahan baku lainnya, sehingga menjadikannya pilihan yang menarik bagi industri biodiesel. Penggunaan CPO sebagai bahan baku memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan energi nasional sekaligus mendorong pengembangan industri biodiesel yang berkelanjutan (Saleh, 2022). Dengan penanganan yang tepat, biodiesel berbasis CPO dapat menjadi solusi strategis dalam diversifikasi energi dan pengurangan emisi karbon di Indonesia, mengingat sebanyak 95% per ton CPO dapat dikonversi menjadi biodiesel (Alexander & Pratama, 2022).

Industri biodiesel di Indonesia telah berkembang pesat dengan berdirinya sejumlah pabrik berskala besar di berbagai wilayah seperti Kalimantan, Sulawesi, dan Sumatra. Beberapa contoh di antaranya adalah pabrik milik

Golden Agri-Resources (GAR) di Kalimantan dengan kapasitas sekitar 300.000 ton/tahun, serta rencana pembangunan dua pabrik biodiesel oleh Sinar Mas dengan total kapasitas hingga 600.000 ton/tahun (Sinar Mas Bioenergi, 2022). Selain itu, di Sumatra juga terdapat proyek pengembangan bahan bakar terbarukan oleh Pertamina dengan kapasitas produksi dalam skala puluhan ribu barel per hari. Jika dibandingkan dengan kapasitas pabrik biodiesel yang dirancang sebesar 6.000 ton/tahun, memang terlihat adanya perbedaan skala produksi yang cukup signifikan. Sebagai gambaran, kapasitas pabrik kami hanya sekitar 2% dari kapasitas pabrik GAR di Kalimantan (6.000 : 300.000 ton/tahun), namun tetap berpotensi untuk memenuhi kebutuhan energi terbarukan dalam skala regional (GAR, 2019). Hal ini disebabkan oleh tingginya permintaan biodiesel nasional yang terus meningkat setiap tahunnya, sehingga bahkan pabrik berskala menengah pun masih memiliki peluang untuk berkontribusi dalam memenuhi kebutuhan pasar dan tidak kalah saing dengan pabrik berskala besar.

Sumber utama bahan baku yang digunakan dalam pabrik biodiesel ini berasal dari Crude Palm Oil (CPO). Ketersediaan bahan baku CPO didukung oleh keberadaan pabrik kelapa sawit di sekitar lokasi pendirian pabrik, yaitu PT Samboja Inti Perkasa dan PT SDK Batu Buil, yang memiliki kapasitas produksi CPO sekitar 45–60 ton per jam. Dengan kapasitas tersebut, kontinuitas suplai bahan baku untuk kebutuhan produksi biodiesel dapat terjamin. Menurut laporan dalam beberapa publikasi industri kelapa sawit, pabrik pengolahan CPO umumnya memang memiliki kapasitas produksi dalam kisaran puluhan ton per jam, sehingga mampu menyediakan bahan baku dalam jumlah besar dan berkesinambungan (Bisnis.com, 2025; Mubakab.go.id, 2025). Oleh karena itu, keberadaan pabrik kelapa sawit di sekitar lokasi menjadi faktor pendukung penting dalam perancangan pabrik biodiesel ini, baik dari segi ketersediaan bahan baku maupun efisiensi distribusi (Asrori, 2021).

Ada tiga metode yang biasa digunakan dalam pembuatan biodiesel, yaitu dekarboksilasi, esterifikasi, dan transesterifikasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, transesterifikasi merupakan metode paling efisien, dengan hasil biodiesel mencapai 90-98% menggunakan katalis asam atau basa. Sementara itu, metode esterifikasi hanya mampu menghasilkan biodiesel sekitar 70-90% dengan bantuan katalis asam (Suleman et al., 2019). Sedangkan dekarboksilasi memiliki hasil yang lebih rendah, sekitar 60-80%, dengan katalis logam (Sari et al., 2023). Esterifikasi-transesterifikasi menjadi pilihan utama dalam produksi biodiesel, proses esterifikasi adalah reaksi kimia antara asam lemak bebas dengan alkohol (biasanya metanol) yang menghasilkan ester dan air, yang bertujuan menurunkan kadar asam lemak bebas dalam bahan baku. Sedangkan proses transesterifikasi adalah reaksi antara trigliserida (minyak atau lemak) dengan alkohol, menghasilkan ester metil (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping. pemilihan metode ini didasarkan pada reaksi yang lebih

selektif dan efisien dalam mengonversi CPO menjadi biodiesel, terutama dalam mengatasi kandungan asam lemak bebas yang tinggi. (Rachmadona et al., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana menentukan kelayakan pendirian rancang bangun pabrik biodiesel dengan kapasitas produksi 6.000 ton/tahun secara ekonomi dan menghitung perancangan alat utama yang mampu memproduksi biodiesel 6.000 ton/tahun secara efisien?

1.3 Tujuan

Menentukan kelayakan ekonomi pabrik biodiesel dengan kapasitas produksi 6.000 ton/tahun secara ekonomi dan menentukan perancangan alat utama (reaktor) yang mampu memproduksi biodiesel 6.000 ton/tahun secara efisien.

1.4 Kegunaan Perancangan

Perancangan pabrik dan alat dalam pembuatan biodiesel memiliki kegunaan yaitu mampu memberikan efisiensi produksi, kualitas produk yang lebih baik, serta optimalisasi biaya dan energi. Dengan desain yang tepat, proses produksi dapat berjalan lebih stabil, serta meningkatkan keamanan dan keberlanjutan operasional.

