BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan aktivitas masyarakat menyebabkan kebutuhan terhadap berbagai produk konsumsi semakin meningkat. Salah satu dampak dari kondisi tersebut adalah meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan, terutama limbah plastik. Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat ringan, kuat, tahan air, serta mudah dibentuk. Namun, sifat plastik yang sulit terurai secara alami menyebabkan limbah plastik menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang perlu mendapatkan perhatian serius karena dapat bertahan dalam waktu yang sangat lama dan berpotensi mencemari tanah, air, serta lingkungan sekitar.

Permasalahan limbah plastik juga terjadi di Kota Tanjung Balai, Sumatera Utara. Peningkatan aktivitas rumah tangga, perdagangan, dan kegiatan masyarakat menyebabkan jumlah timbulan sampah terus meningkat. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Tanjung Balai dalam Laporan Kinerja Tahun 2024, jumlah timbulan sampah Kota Tanjung Balai mencapai sekitar 130,30 ton/hari atau setara dengan 47.560 ton/tahun. Data tersebut menunjukkan bahwa Kota Tanjung Balai memiliki potensi limbah yang cukup besar sehingga diperlukan teknologi pengolahan yang mampu mengurangi volume sampah dan meningkatkan nilai guna limbah tersebut.

Dari total timbulan sampah tersebut, sampah plastik menjadi salah satu komponen utama sampah anorganik yang sulit dikelola. Berdasarkan data

komposisi sampah nasional, sampah plastik memiliki persentase sekitar 17% dari total timbulan sampah. Dengan jumlah timbulan sampah Kota Tanjung Balai tersebut, potensi limbah plastik yang tersedia diperkirakan mencapai sekitar 8.085 ton/tahun. Jumlah ini menunjukkan bahwa limbah plastik memiliki peluang besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku energi alternatif.

Pengelolaan limbah plastik yang masih dilakukan dengan cara pembuangan ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) menyebabkan terjadinya penumpukan karena plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai. Selain itu, pembakaran sampah plastik secara langsung dapat menghasilkan emisi yang berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi pengolahan yang tidak hanya mampu mengurangi jumlah limbah plastik, tetapi juga menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomi.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah teknologi pirolisis. Pirolisis merupakan proses penguraian material melalui pemanasan pada temperatur tinggi dalam kondisi tanpa oksigen atau oksigen yang sangat terbatas. Melalui proses ini, kandungan hidrokarbon pada plastik dapat dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga berpotensi menghasilkan produk berupa bahan bakar minyak, *bio-oil*, gas, dan karbon aktif.

Selain limbah plastik, penggunaan sumber energi panas pada proses pirolisis juga menjadi aspek penting dalam desain mesin. Beberapa penelitian terdahulu masih menggunakan LPG dan energi listrik sebagai sumber panas utama. Penggunaan sumber energi tersebut masih memiliki keterbatasan karena bergantung pada energi fosil dan memiliki biaya operasional yang lebih tinggi. Oleh

karena itu, diperlukan alternatif sumber panas yang berasal dari energi terbarukan dan tersedia di lingkungan sekitar.

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan adalah biomassa tempurung kelapa. Tempurung kelapa merupakan limbah pertanian yang memiliki kandungan karbon tinggi serta nilai kalor sekitar 18–20 MJ/kg, sehingga dapat menghasilkan energi panas yang cukup stabil. Berdasarkan potensi ketersediaan limbah biomassa di wilayah Tanjung Balai, limbah tempurung kelapa diperkirakan mencapai sekitar 1.350 ton/tahun. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa tempurung kelapa memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar biomassa dalam sistem pemanasan mesin pirolisis.

Penelitian mengenai pengembangan mesin pirolisis telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian Pah dkk. (2023) melakukan perancangan alat pirolisis sampah plastik dengan sistem pemanasan menggunakan LPG. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah plastik dapat dikonversi menjadi produk hidrokarbon, tetapi masih memiliki keterbatasan karena sumber panas yang digunakan masih berasal dari bahan bakar fosil.

Penelitian Adoe dkk. (2022) melakukan pengembangan reaktor pirolisis untuk meningkatkan proses perpindahan panas pada pengolahan limbah plastik. Namun, desain yang digunakan memiliki konstruksi yang lebih kompleks sehingga membutuhkan proses pembuatan dan perawatan yang lebih sulit.

Selanjutnya, penelitian Batutah dkk. (2024) melakukan redesain mesin pirolisis dengan sistem *condensor* untuk meningkatkan proses pendinginan uap hasil pirolisis. Akan tetapi, penelitian tersebut masih berfokus pada peningkatan

sistem kondensasi dan belum mengintegrasikan penggunaan biomassa lokal sebagai sumber energi panas utama.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, terdapat research gap yaitu masih terbatasnya desain mesin pirolisis yang menggabungkan pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku dan tempurung kelapa sebagai sumber energi panas biomassa dalam satu sistem mesin. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada pengujian hasil produk, sedangkan pengembangan desain mesin yang sederhana, ekonomis, serta memanfaatkan sumber energi lokal masih perlu dikembangkan.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada desain mesin pirolisis sampah plastik menggunakan energi biomassa tempurung kelapa untuk menghasilkan bahan bakar minyak, *bio-oil*, gas, dan karbon aktif. Mesin yang dirancang menggunakan sistem pemanasan tidak langsung, dimana panas dari pembakaran tempurung kelapa digunakan untuk memanaskan reaktor sehingga proses dekomposisi plastik dapat berlangsung tanpa kontak langsung dengan api.

Tujuan dari desain mesin ini adalah menghasilkan rancangan mesin pirolisis yang mampu mengolah limbah plastik dengan memanfaatkan energi biomassa tempurung kelapa sebagai sumber panas alternatif. Perbedaan utama desain mesin ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada integrasi sistem pembakaran biomassa dengan reaktor pirolisis, penggunaan sumber energi lokal, serta konsep desain mesin yang diarahkan agar sederhana dan mudah dikembangkan.

Dengan adanya desain mesin ini diharapkan dapat menjadi solusi teknologi pengolahan limbah plastik di Kota Tanjung Balai, meningkatkan pemanfaatan

limbah tempurung kelapa, serta mendukung pengembangan energi alternatif berbasis limbah..

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, terdapat beberapa masalah yang perlu ditangani dalam penelitian ini, yaitu:

1. Volume sampah plastik yang terus meningkat menimbulkan masalah lingkungan karena sulit terurai secara alami.
2. Pengelolaan sampah plastik di masyarakat masih terbatas pada metode konvensional seperti pembakaran terbuka atau pembuangan ke tempat pembuangan akhir (TPA).
3. Pemanfaatan limbah plastik sebagai sumber energi alternatif melalui teknologi pirolisis masih belum banyak diterapkan di tingkat masyarakat.
4. Ketersediaan limbah biomassa seperti tempurung kelapa yang melimpah belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber energi dalam proses pengolahan limbah.
5. Belum banyak tersedia desain mesin pirolisis yang sederhana, efisien, dan sesuai untuk pengolahan sampah plastik pada skala kecil hingga menengah.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini fokus dan terarah, pembatasan masalah ditetapkan sebagai berikut.

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan desain mesin pirolisis untuk mengolah sampah plastic dan limbah Tempurung kelapa menjadi produk energi.

2. Sumber panas yang digunakan dalam proses pirolisis berasal dari biomassa tempurung kelapa sebagai bahan bakar utama.
3. Mesin dirancang untuk menghasilkan beberapa produk utama, yaitu bahan bakar minyak, *bio-oil*, gas, dan karbon aktif.
4. Penelitian ini hanya membahas aspek perancangan mesin secara teknis dan konseptual tanpa melakukan pengujian kinerja secara eksperimen.
5. Proses yang dibahas hanya mencakup tahapan pirolisis dan sistem kerja mesin, tanpa membahas proses pemurnian lanjutan terhadap produk yang dihasilkan.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang mesin pirolisis sampah plastik berbasis energi biomassa tempurung kelapa untuk menghasilkan rancangan mesin yang dapat digunakan dalam proses konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak, *bio-oil*, gas, dan karbon aktif?
2. Komponen dan sistem apa saja yang dibutuhkan dalam desain mesin pirolisis agar dapat beroperasi secara optimal dan aman?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang mesin pirolisis sampah plastik berbasis energi biomassa yang mampu mengolah sampah plastik menjadi produk bernilai tambah.
    2. Menentukan rancangan komponen utama dan sistem kerja mesin pirolisis yang meliputi ruang pembakaran biomassa, reaktor

pirolisis, sistem kondensasi, dan penampungan produk agar sesuai dengan kebutuhan proses pirolisis.

1.6 Tujuan Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Membantu pengelolaan sampah plastik di Tanjung Balai menjadi lebih ramah lingkungan dan efisien.
2. Menghasilkan berbagai produk bernilai tambah dari limbah plastik: bahan bakar minyak, gas, *bio-oil*, dan karbon aktif. Menjadi alternatif sumber energi terbarukan berbasis limbah.
3. Memberikan referensi dalam perancangan kapasitas mesin pirolisis yang efektif, hemat energi, dan aman bagi lingkungan serta masyarakat.

UNIMED
THE Character Building UNIVERSITY