

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Sistem daur ulang limbah merupakan proses yang bertujuan untuk mengolah kembali material yang tidak terpakai menjadi produk baru yang berguna. Daur ulang limbah merupakan salah satu upaya penting dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Pengurangan pencemaran, penghematan biaya, dan terciptanya lapangan kerja baru dalam industri daur ulang membuktikan bahwasanya manfaat daur ulang sangat signifikan .

Limbah yang dapat didaur ulang mencakup berbagai jenis material yang dapat diolah kembali menjadi produk baru. Ini termasuk limbah organik seperti sisa makanan, limbah anorganik seperti plastik dan logam, serta limbah berbahaya. Untuk merancang metode daur ulang yang efisien, pemahaman terhadap karakteristik limbah menjadi aspek yang sangat penting, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian oleh *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (2025). Limbah yang memiliki nilai ekonomi tinggi, seperti kertas dan kaca, dapat dimanfaatkan kembali dalam industri, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Limbah rumah tangga sering kali terdiri dari campuran limbah organik dan anorganik. Salah satu jenis limbah yang perlu mendapat perhatian khusus adalah limbah minyak goreng bekas atau minyak jelantah, terutama yang berasal dari minyak kelapa sawit yang merupakan jenis minyak goreng yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia. Menurut data dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit Indonesia (2022), konsumsi minyak goreng berbasis kelapa sawit di Indonesia mencapai 12,5 juta ton per tahun, dengan estimasi 30% berakhir sebagai minyak jelantah. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan. Perilaku masyarakat membuang minyak jelantah melalui saluran air dapat menyebabkan tersumbatnya saluran tersebut serta mencemari lingkungan, karena berpotensi merusak ekosistem perairan (Hesti et al., 2022). Menurut Chandra et al. (2019), satu liter minyak jelantah yang dibuang ke saluran air dapat mencemari

hingga satu juta liter air dan membentuk lapisan pada permukaan air yang mengganggu proses fotosintesis organisme akuatik.

Namun, limbah minyak goreng memiliki potensi untuk didaur ulang menjadi biodiesel, yang merupakan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Hossain et al. (2021) menjelaskan bahwa proses transesterifikasi dapat digunakan untuk mengubah minyak goreng bekas menjadi biodiesel, yang melibatkan reaksi dengan metanol dan katalis. Biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah memiliki kelebihan dalam hal pengurangan emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Penelitian dari Setiawati dan Edwar (2020) menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> hingga 78% dibandingkan dengan penggunaan solar biasa.

Proses daur ulang minyak goreng menjadi biodiesel tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan. Proses ini melibatkan beberapa langkah, termasuk pemurnian minyak goreng bekas, pencampuran dengan metanol, dan penggunaan katalis untuk memfasilitasi reaksi kimia. Menurut Aziz et al. (2021), proses pemurnian minyak jelantah adalah tahap kritis yang meliputi filtrasi, degumming, dan netralisasi untuk menghilangkan kotoran dan asam lemak bebas yang dapat menghambat proses transesterifikasi.

Kualitas biodiesel yang dihasilkan ditentukan oleh beberapa parameter kimiawi penting seperti viskositas, densitas, angka asam, dan kadar ester. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015 tentang Biodiesel, viskositas kinematik pada suhu 40°C harus berada pada rentang 2,3-6,0 mm<sup>2</sup>/s, densitas pada suhu 40°C antara 850-890 kg/m<sup>3</sup>, angka asam maksimum 0,5 mg KOH/g, dan (Badan Standardisasi Nasional, 2020). Prasetyo et al. (2019) menekankan bahwa pengujian parameter ini sangat penting untuk memastikan bahwa biodiesel yang dihasilkan aman digunakan dan tidak merusak mesin.

Saat ini, sebagian besar pengolahan biodiesel di Indonesia dilakukan dalam skala industri dengan biaya investasi yang tinggi, sehingga sulit dijangkau oleh masyarakat umum atau usaha kecil dan menengah. Menurut survei yang dilakukan oleh Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (2021), biaya investasi untuk mendirikan pabrik biodiesel skala menengah mencapai miliaran rupiah, menjadikannya tidak

terjangkau bagi pelaku usaha kecil. Handoko dan Sutrisno (2022) menyatakan bahwa pengembangan teknologi pengolahan biodiesel skala kecil dengan biaya terjangkau sangat dibutuhkan untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah minyak jelantah.

Sistem otomatisasi memainkan peran penting dalam proses daur ulang minyak goreng menjadi biodiesel. Dengan menggunakan teknologi seperti Arduino Mega 2560, proses ini dapat dilakukan secara efisien dan terkontrol. Sistem otomatisasi ini dapat mengatur suhu, waktu reaksi, dan pengadukan, sehingga meningkatkan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Menurut penelitian oleh Rahman et al. (2022), penggunaan sistem otomatisasi dalam proses transesterifikasi dapat mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan produktivitas. Studi yang dilakukan oleh Susanto et al. (2022) menunjukkan bahwa implementasi sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler dapat meningkatkan efisiensi konversi minyak jelantah menjadi biodiesel hingga 15% dibandingkan dengan metode konvensional.

Arduino Mega 2560 menawarkan platform yang ideal untuk sistem otomatisasi karena kemampuannya dalam mengelola beberapa sensor dan aktuator secara bersamaan. Penelitian Hariyanto dan Kurniawan (2020) menunjukkan bahwa sistem berbasis Arduino dapat diprogram untuk memantau parameter kritis seperti suhu reaksi, dan waktu pengadukan, yang merupakan faktor penentu keberhasilan reaksi transesterifikasi. Sementara itu, Widyanto et al. (2021) berhasil mengembangkan prototipe sistem produksi biodiesel dari minyak jelantah menggunakan Arduino dengan tingkat keberhasilan 92% dalam mengontrol parameter proses. Keunggulan lain dari penggunaan Arduino adalah biaya yang relatif terjangkau dan kemudahan dalam pengoperasian, sehingga dapat diadopsi oleh skala rumah tangga atau usaha kecil menengah (Nugroho dan Widjajanti, 2021).

Dengan demikian, rancang bangun alat daur ulang minyak jelantah berbasis Arduino Mega 2560 tidak hanya memberikan solusi untuk pengelolaan limbah, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan energi terbarukan yang sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals) khususnya tujuan ke-7 tentang energi bersih dan terjangkau serta tujuan ke-12



tentang produksi dan konsumsi yang bertanggung jawab. Hal ini juga mendukung program pemerintah Indonesia dalam mencapai target energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 sebagaimana dinyatakan dalam Kebijakan Energi Nasional (Kementerian ESDM RI, 2020).

Berdasarkan argumentasi pada latar belakang masalah, peneliti tertarik untuk meneliti topik dengan judul “DAUR ULANG PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK JELANTAH MENJADI BIODIESEL BERBASIS MIKROKONTROL ARDUINO MEGA 2560”.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tingginya konsumsi minyak goreng berakibat meningkatnya produksi minyak jelantah yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan di Indonesia jika limbah minyak jelantah tidak dikelola dengan baik.
2. Minimnya kesadaran dan pengetahuan masyarakat tentang potensi pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel, menyebabkan limbah ini lebih banyak dibuang daripada didaur ulang.
3. Kebiasaan masyarakat membuang minyak jelantah ke saluran air menyebabkan pencemaran lingkungan dan berpotensi menyumbat sistem drainase.
4. Sebagian besar pengolahan biodiesel dilakukan dalam skala industri dengan biaya tinggi, sehingga sulit diadopsi oleh masyarakat atau usaha kecil dan menengah.
5. Belum banyak tersedia otomasi yang terjangkau dan mudah dioperasikan untuk daur ulang minyak jelantah menjadi biodiesel

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Pada Penelitian ini dibuat suatu batasan masalah agar pembahasan yang akan dilakukan tidak menyimpang dari topik pembahasan. Pembatasan masalah tersebut adalah :

1. Bahan baku yang digunakan adalah limbah minyak goreng dari minyak kelapa sawit.
2. Sampel minyak jelantah yang digunakan merupakan minyak jelantah yang telah digunakan sebanyak 3 - 4 kali proses penggorengan dan tidak berasal dari penggorengan bahan yang menimbulkan bau.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada pembuatan alat daur ulang minyak jelantah secara otomatis menjadi sumber energi alternatif berupa biodiesel.
4. Pengujian hasil olahan daur ulang biodiesel dilakukan di laboratorium untuk mengukur parameter kimiawi seperti angka asam, angka iodium, asam lemak bebas, berat jenis, kadar air, viskositas. Hasil pengujian ini akan dibandingkan dengan spesifikasi standar biodiesel murni.
5. Penelitian tidak mencakup analisis performa biodiesel pada mesin kendaraan atau pengujian emisi gas buang secara langsung.

#### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun sistem otomasi daur ulang yang konsisten dan efesiensi dalam pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel?
2. Bagaiamana menguji sistem otomasi daur ulang minyak jelantah menjadi biodiesel?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Umum  
Untuk merancang bangun sistem pengolahan limbah minyak goreng menjadi biodiesel menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai alat kontrol otomatis
2. Khusus
  - 1) Menerapkan dan mengaplikasikan prinsip-prinsip teknik dan teknologi dalam pengolahan limbah minyak goreng menjadi biodiesel.
  - 2) Merancang sistem otomatisasi yang efisien untuk proses transesterifikasi minyak goreng menjadi biodiesel.

- 3) Menguji dan menganalisis kinerja sistem yang telah dirancang untuk memastikan efisiensi dan efektivitas dalam menghasilkan biodiesel dari limbah minyak goreng.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Penelitian tentang rancang bangun pengolahan limbah minyak goreng menjadi biodiesel menggunakan Arduino Mega 2560 diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

### **1. Secara Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang energi terbarukan, khususnya dalam pengolahan limbah menjadi sumber energi alternatif. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan teori mengenai efisiensi proses daur ulang limbah minyak goreng menjadi biodiesel.

### **2. Secara Praktis**

#### **a. Bagi Peneliti**

Penelitian ini merancang bangun alat menghasilkan sistem pengolahan yang inovatif dan efisien, yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam penelitian lebih lanjut mengenai energi terbarukan dan pengelolaan limbah. Sistem ini juga dapat menjadi dasar untuk pengembangan teknologi yang lebih lanjut dalam bidang daur ulang limbah.

#### **b. Bagi Masyarakat/Pengguna**

Penelitian ini akan membantu masyarakat dalam memahami pentingnya pengelolaan limbah minyak goreng dan potensi pemanfaatannya sebagai sumber energi alternatif. Dengan adanya sistem yang dirancang, masyarakat dapat lebih mudah melakukan daur ulang limbah minyak goreng menjadi biodiesel, yang dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan memberikan manfaat ekonomi.

**c. Bagi Mahasiswa/Pengguna**

Penelitian ini akan memberikan pengalaman praktis bagi mahasiswa dalam merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi berbasis Arduino. Mahasiswa dapat meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman mereka tentang proses pengolahan limbah menjadi energi terbarukan, sehingga mempersiapkan mereka untuk tantangan di dunia industri.

