

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Beberapa penelitian dan observasi ilmiah yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan dan pengembangan serta perbedaan sistem yang dirancang sebagai berikut:

##### **2.1.1 Pengaruh Aktivasi (Kimia-Fisika) Pada Arang Kayu Laban Terhadap Efektivitas Pemurnian Biogas dan Unjuk Kinerja *Generator Set***

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh aktivasi (kimia - fisika) pada arang kayu laban terhadap efektivitas pemurnian biogas dan kinerja *generator set*. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan sebagai media *adsorben* adalah arang kayu bubuk laban 40-mesh dengan variasi: tidak ada perawatan dan aktivasi (kimia - fisika) dalam bentuk arang kayu arang bubuk 40-jala menggunakan *NaOH* 48% sebagai aktivator untuk 24 jam kemudian dikeringkan menggunakan tungku pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, arang kering dipanaskan menggunakan tungku pada suhu (550°C, 650°C dan 750°C) selama 1 jam. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *gas analyzer*, *tachometer* dan *infrared thermometer*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi dengan aktivasi (kimia - fisika) pada 750°C memberikan pengaruh terbaik terhadap efektivitas pemurnian biogas dengan nilai 21% untuk efektivitas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan 42,77% untuk efektivitas metana (CH<sub>4</sub>), serta kinerja *genset* menunjukkan stabilitas tegangan yang buruk di mana tegangan tetap stabil tanpa beban tetapi tidak stabil saat diberi beban<sup>[3]</sup>.

### 2.1.2 Karakteristik Unjuk Kerja Mesin *Diesel* Menggunakan Bahan Bakar B100 dan B20 Dalam Jangka Panjang

Penelitian ini menjelaskan penggunaan bahan bakar alternatif selalu berkaitan dengan dua masalah global, yaitu meningkatnya penggunaan minyak mentah dan cadangan minyak yang semakin menurun. Disamping itu, sumber energi alternatif menjadi topik yang menarik untuk terus dikaji. Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia dengan nilai produksi mencapai 51,8 juta ton pada tahun 2019. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat diolah dari minyak sawit adalah *biodiesel*. *Biodiesel* dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar untuk mesin *diesel*. Tetapi *biodiesel* memiliki karakteristik yang berbeda dengan solar sehingga akan mempengaruhi unjuk kerja dan hal lainnya pada mesin. Oleh karena itu, penelitian ini akan menentukan pengaruh penggunaan *biodiesel* terhadap unjuk kerja mesin yang mencakup daya mesin, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), dan efisiensi *thermal*. Bahan bakar yang digunakan adalah B100 (100% *biodiesel* minyak sawit) dan bahan bakar B20 (20% *biodiesel* minyak sawit + 80% solar) sebagai pembandingnya. Pengujian dilakukan selama 300 jam operasi, dengan beban konstan berupa lampu halogen sebesar 4 kW. Menurut hasil penelitian, mesin berbahan bakar B100 menghasilkan daya, torsi, dan efisiensi *thermal* yang lebih rendah masing-masing sebesar 2,17%; 0,76%; dan 1,25% serta menghasilkan SFC yang lebih tinggi sebesar 14,61% bila dibandingkan dengan mesin berbahan bakar B20. Hal tersebut dikarenakan karakteristik bahan bakar B100 yang memiliki nilai kalori lebih rendah dan *viskositas* serta *densitas* lebih tinggi dibandingkan bahan bakar B20<sup>[4]</sup>.

### **2.1.3 Unjuk Kerja Mesin *Diesel Generator Set* Satu Silinder Menggunakan Bahan Bakar *Pertadex*-Minyak Nabati**

Penelitian ini menjelaskan setiap tahunnya kebutuhan dunia akan energi terus bertambah tetapi ketersediaan akan energi fosil terus mengalami penurunan. Hal ini yang mendorong perlunya energi baru dan terbarukan untuk mensubstitusikan energi fosil tersebut agar dapat mengurangi penggunaannya. Salah satu alternatif yaitu dengan penggunaan minyak nabati dari *crude palm oil* yang dimana minyak nabati tersebut dibuat melalui proses *transesterifikasi* terlebih dahulu agar *viskositas* pada minyak nabati mendekati nilai *viskositas* pada minyak *diesel* yang terbuat dari fosil tersebut. Pada penelitian tugas akhir ini akan membahas tentang analisa perbandingan unjuk kerja mesin *diesel* satu silinder dengan putaran mesin sebesar 1000 rpm hingga 2000 rpm dengan interval setiap kenaikan 200 rpm dan daya konstan 1500 watt berbahan bakar *pertamina dex* murni dan campuran antara *pertamina dex* dengan minyak nabati yang telah diformulasikan yaitu MS10, MS20, MS30, dan MS40 melalui proses *transesterifikasi* menggunakan katalis basa *homogen*. Didapatkan hasil nilai unjuk kerja mesin terbaik pada variasi bahan bakar *pertamina dex* dengan nilai beruruturut 0,729 Hp; 32,500 kg.cm; 0,587 kg/Hp.jam; 0,029; dan 0,285 kPa. Yang disusul oleh bahan bakar MS40, sedangkan nilai unjuk kerja mesin terburuk pada variasi bahan bakar MS10<sup>[5]</sup>.

### **2.1.4 Analisis Pengaruh *Multi-Feedstock Biodiesel* Terhadap Performa *Diesel Engine* Dengan Modifikasi *Piston***

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Pra-eksperimen dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari motor *diesel* dengan bahan bakar solar.

Dari hasil evaluasi pada pra-eksperimen ditentukan bahwa beban yang dapat mewakili karakteristik motor *diesel* dicapai pada 2000 watt dengan putaran maksimum 1050 rpm. Spesifikasi motor *diesel* yang digunakan adalah motor *diesel* empat langkah dengan putaran maksimum 2600 rpm. Sedangkan untuk pembuatan *multi-feedstock biodiesel* dilakukan dengan proses *esterifikasi* masing-masing bahan baku yaitu minyak sawit, minyak jelantah dan lemak sapi. Kemudian dilakukan *transesterifikasi* yaitu mereaksikan *trigliserida* dari minyak dengan alkohol menggunakan *methanol* dan katalis basa menghasilkan *metil ester* dan *gliserol*. Beberapa tahap pembuatan dilakukan sehingga didapatkan *biodiesel*, kemudian dengan perbandingan 1:1:1 *biodiesel* yang dihasilkan dari masing-masing bahan baku akan dicampur menjadi *multi-feedstock biodiesel*. Pembuatan B20, B35 dan B100 merupakan komposisi dari perbandingan persentase antara *multi-feedstock biodiesel* dan solar<sup>[6]</sup>.

### **2.1.5 Pengaruh Variasi Penambahan *Etanol* Pada Bahan Bakar *Biodiesel* (B35) Terhadap Unjuk Kerja Mesin *Genset Diesel* 3000 Watt**

Pada penelitian ini menggunakan zat aditif *etanol* dikarenakan *etanol* merupakan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan. *Etanol* akan divariasikan dengan menambahkannya pada bahan bakar *biodiesel* (B35) mulai dari 5%, 10%, 20%, 30% dan diuji pada mesin *genset diesel* 3000 Watt. Penambahan *etanol* pada *biodiesel* (B35) memberikan dampak pada unjuk kerja yang dihasilkan. *Biodiesel* (B35) dengan variasi campuran *etanol* 20% menjadi bahan bakar yang menghasilkan daya paling besar, nilai konsumsi bahan bakar spesifik paling rendah serta nilai konsumsi bahan bakar yang paling hemat. Konsumsi bahan bakar, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik, *biodiesel* (B35) yang digunakan.

Di pasar saat ini masih bisa diperbaiki dengan memberikan penambahan *etanol* dengan batas maksimum 20% penambahan *etanol* untuk menghasilkan daya terbesar dengan kenaikan daya sebesar 16.29% pada beban tertinggi dan konsumsi bahan bakar spesifik mampu diturunkan sebesar 59.27%<sup>[7]</sup>.

Berdasarkan jurnal yang sudah disebutkan diatas, didapatkan perbedaan antara penelitian yang sudah ada sebelumnya dengan tugas akhir yang dibuat. Tabel 2.1 berikut menunjukkan perbandingan jurnal penelitian yang sudah ada sebelumnya dengan tugas akhir yang dibuat.

Tabel 2.1 Perbedaan Tinjauan Pustaka

No	Sumber	Judul Penelitian	Komponen Inti	Kesimpulan
1	Hadi Suwar no dkk, 2020	Pengaruh Aktivasi (Kimia-Fisika) Pada Arang Kayu Laban Terhadap Efektivitas Pemurnian Biogas dan Unjuk Kinerja <i>Generator Set</i>	<i>Gas analyzer, Chamber, Furnace, Blower, Generator set</i>	Variasi arang kayu laban teraktivasi (kimia – fisika) pada temperatur 750°C memberikan pengaruh terbaik terhadap efektivitas pemurnian biogas dengan nilai 21% untuk efektivitas karbon

				<p><i>dioksida</i> (<math>\text{CO}_2</math>) dan 42,77% untuk efektivitas <i>metana</i> (<math>\text{CH}_4</math>). Namun, unjuk kinerja <i>generator set</i> menunjukkan stabilitas tegangan yang kurang baik dimana tegangan tetap stabil saat tanpa beban tetapi tidak stabil saat diberikan beban.</p>
2	Saputro dkk, 2020	Karakteristik Unjuk Kerja Mesin <i>Diesel</i> Menggunakan Bahan Bakar B100 dan B20 Dalam	<i>Exhaust Gas Analyzer, Generator, Lampu Halogen</i>	Penggunaan bahan bakar B100 secara umum akan menghasilkan daya, torsi, dan efisiensi <i>thermal</i> yang lebih rendah walaupun tidak

		Jangka Panjang		signifikan, yaitu masing-masing sebesar 2,17%; 0,76%; dan 1,25%. Akan tetapi bila dibandingkan nilai SFC-nya, bahan bakar B100 menghasilkan SFC yang lebih tinggi sebesar 14,6% bila dibandingkan mesin berbahan bakar B20
3	Rani Mutia Sari dkk, 2021	Unjuk Kerja Mesin <i>Diesel Generator Set</i> Satu Silinder Menggunakan Bahan Bakar <i>Pertadex-</i>	<i>Transesterifikasi</i> , Katalis <i>KOH</i>	Nilai parameter unjuk kerja yang telah dihasilkan pada pengujian mesin <i>diesel</i> untuk putaran mesin yang divariasikan dari 1000,

		Minyak Nabati		1200, 1400, 1600, 1800, dan 2000 rpm dan beban daya dijaga konstan sebesar 1500 <i>watt</i> dapat diketahui jika formulasi bahan bakar terbaik adalah <i>pertamina dex</i> yang disusul oleh bahan bakar MS40, sedangkan formulasi bahan bakar terendah diperoleh pada bahan bakar MS10.
4	Lely Prames ti dkk, 2023	Analisis Pengaruh <i>Multi-Feedstock Biodiesel</i> Terhadap Performa <i>Diesel Engine</i>	<i>Multi-Feedstock Biodiesel</i> , Konfigurasi <i>LCSC Piston Chamber</i>	<i>Multi-feedstock biodiesel</i> yang dihasilkan dari proses kimia yang dilakukan memiliki

		Dengan Modifikasi <i>Piston</i>		karakteristik menyerupai <i>biodiesel</i> yang sesuai standar SNI sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam pengujian performa <i>motor diesel</i> empat langkah sesuai spesifikasinya
5	Andika Stefan do Nainggolan dkk, 2024	Pengaruh Variasi Penambahan <i>Etanol</i> Pada Bahan Bakar <i>Biodiesel</i> (B35) Terhadap Unjuk Kerja Mesin <i>Genset Diesel</i> 3000 Watt	<i>Genset, Etanol, Spuit, Stopwatch</i>	Konsumsi bahan bakar, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik, <i>biodiesel</i> (B35) yang digunakan di pasar saat ini masih bisa diperbaiki dengan memberikan penambahan

				<p><i>etanol</i> dengan batas maksimum 20% penambahan <i>etanol</i> untuk menghasilkan daya terbesar dengan kenaikan daya sebesar 16.29% pada beban tertinggi dan konsumsi bahan bakar spesifik mampu diturunkan sebesar 59.27%.</p>
6	Gagah Emawan Prasetyo, 2024	<p><i>Monitoring Generator Set</i> Kapasitas 6,8 kVA Berbahan Bakar <i>Biodiesel</i> B10 Dan B20 Dari Minyak Jelantah</p>	<p><i>Generator Set</i> Kapasitas 6,8 kVA, <i>Monitoring Real Time</i>, Beban <i>Resistif</i>, Beban <i>Kapasitif</i> dan Beban <i>Induktif</i>,</p>	<p>Berdasarkan hasil pembuatan alat dan pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa efektivitas <i>generator set</i> bergantung</p>

			<i>Voltmeter Analog</i>	pada bahan bakar yang dipakai dan beban penggunaan yang digunakan. Dimana bahan bakar ini akan mempengaruhi dari segi <i>monitoring</i> dengan hasil perhitungan secara matematis dan nilai yang dihasilkan cukup signifikan.
--	--	--	-------------------------	---

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 *Biodiesel*

*Biodiesel* adalah minyak dari tumbuhan atau hewan yang dipakai sebagai alternatif pengganti solar untuk armada dengan mesin diesel. *Biodiesel* berasal dari bahan baku minyak sawit mentah (*crude palm oil*), minyak jarak, minyak nyamplung, minyak kelapa, minyak ikan hingga *palm fatty acid distillate (PFAD)*. Karena sifat fisiknya sama dengan minyak solar, *biodiesel* dapat digunakan untuk menggantikan solar sebagai bahan bakar mesin *diesel*<sup>[8]</sup>.

### 2.2.2 Bioenergi

Bioenergi adalah energi terbarukan yang dihasilkan dari sumber biologis yakni bahan alami yang ada di alam. Dimana didapatkan paling banyak pada biomassa (limbah atau produk samping hasil pengolahan pertanian/perkebunan). Oleh karena itu, bioenergi yang tersedia saat ini sangatlah melimpah karena alam yang menyediakan<sup>[9]</sup>.

### 2.2.3 Generator Set

Sebuah *genset* (*generator set*) adalah mesin yang menggerakkan pembangkit listrik melalui motor bakar pembakaran dalam. *Genset* merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. *Genset* biasanya digunakan ketika ada kekurangan dalam pembangkitan energi listrik di suatu tempat, atau ketika sering terjadi pemadaman listrik. Demikian juga, undang-undang di berbagai negara mungkin memerlukan pemasangan *genset* di tempat-tempat di mana terdapat kepadatan orang yang tinggi, seperti rumah sakit, pusat data, pusat perbelanjaan, restoran, penjara, gedung pemerintah. Salah satu *utilitas* yang paling umum adalah untuk menghasilkan listrik di tempat-tempat dimana tidak ada pasokan listrik. Tempat-tempat tersebut umumnya daerah terpencil dengan sedikit infrastruktur dan sangat sedikit berpenghuni. Kasus lain adalah di tempat-tempat umum seperti rumah sakit, pabrik, tempat-tempat dimana energi listrik jaringan tidak mencukupi dan sumber energi alternatif lain diperlukan untuk memasok dirinya sendiri<sup>[10]</sup>.

### 2.2.4 Mesin Listrik

Mesin listrik adalah mesin konversi energi yang mengandalkan medan elektromagnetik dalam mengadakan transformasi energi terhadap energi listrik dan mekanis.

Mesin listrik juga digunakan dalam mesin-mesin pembangkitan dan konversi mekanik, karena kemudahan dalam aplikasinya<sup>[11]</sup>.

### 2.2.5 Efektivitas *Generator Set*

Efektivitas suatu *generator set* dilihat dari berbagai sudut pandang yakni teknis, ekonomi dan lingkungan. Dimana dalam pengujian efektivitas terhadap kelayakan dan performa yang akan mempengaruhi kinerja suatu *generator set*. Selain itu, bahan bakar yang digunakan dalam *generator set* sangat mempengaruhi efektivitasnya. Efektivitas juga dilihat dari berbagai data pembandingan yang dijadikan parameter pengukurannya. Perbandingan 2-3 bahan dapat menjadi tolak ukur keberhasilan efektivitas yang akan didapatkan<sup>[12]</sup>.

### 2.2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler sering digunakan pada aplikasi sistem dan perangkat yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan komputasi tinggi. Kegunaan dari mikrokontroler pada umumnya banyak digunakan untuk aplikasi sistem kendali atau monitoring, misalnya sebagai alat kontrol penampil tulisan, sistem pengukuran jarak jauh (*telemetry*), dan sistem elektronika lainnya. Spesifik pada modul mikrokontroler *real-time* adalah sebuah komponen elektronik *pre-built* yang mencakup mikrokontroler beserta komponen pendukung lainnya, dirancang khusus untuk aplikasi yang membutuhkan pemrosesan data cepat dan tepat waktu. Komponen utama modul mikrokontroler *real-time*.

- Mikrokontroler: Jantung dari modul, bertanggung jawab atas pengolahan data, kontrol perangkat keras, dan menjalankan sistem operasi *real-time*.
- Memori: Termasuk RAM untuk penyimpanan data sementara dan ROM atau *flash memory* untuk menyimpan program tetap.

- Perangkat *input/output (I/O)*: Antarmuka untuk berkomunikasi dengan sensor, aktuator, dan perangkat eksternal lainnya.
- *Timer/counter*: Komponen penting untuk menghasilkan sinyal waktu, mengukur interval waktu, dan mengatur tugas-tugas periodik.
- *Interrupt controller*: Mengelola interupsi dari berbagai sumber untuk merespon kejadian secara cepat.
- Konverter *analog-digital (ADC)*: Mengubah sinyal analog dari sensor menjadi format digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler.
- Konverter *digital-analog (DAC)*: Mengubah data digital menjadi sinyal analog untuk mengontrol aktuator.
- Osilator: Sumber frekuensi dasar untuk mengatur kecepatan operasi mikrokontroler.

Karakteristik modul mikrokontroler real-time;

- Waktu respon cepat: Modul ini dirancang untuk memiliki waktu respon yang sangat singkat terhadap perubahan kondisi.
- Deterministik: Perilaku modul dapat diprediksi dengan akurat, sehingga dapat digunakan dalam sistem kritis.
- Kemampuan *real-time*: Dapat menangani tugas-tugas periodik dan aperiodik dengan tepat waktu.
- Keandalan tinggi: Modul biasanya dirancang untuk beroperasi dalam lingkungan yang keras dan memiliki mekanisme perlindungan kesalahan.
- Konektivitas: Seringkali dilengkapi dengan antarmuka komunikasi atau *Ethernet* untuk integrasi dengan sistem yang lebih besar<sup>[13]</sup>.

### 2.2.7 Modul *Monitoring Real Time*

*Monitoring real time* adalah teknologi yang berkembang saat ini untuk memudahkan dalam segi efisiensi waktu dan energi yang dikeluarkan.

Dalam hal ini, keterkaitan dengan teknologi yang digunakan dengan sistem *monitoring* yang dipakai. Sangat berguna untuk meningkatkan konektivitas jarak jauh menjadi genggam tangan saja. Kaitannya adalah berfungsi *monitoring* jarak jauh dengan cara mengetahui kondisi *real time* satu atau beberapa parameter yang dipantau pada suatu alat rancang bangun. Umumnya pada *monitoring* digunakan untuk mengontrol dan memantau nilai tegangan, arus dan daya kelistrikan. Sistem *monitoring real-time* mengumpulkan data dari berbagai sumber (sensor, perangkat, aplikasi) dan memprosesnya dengan cepat. Data ini kemudian ditampilkan dalam bentuk yang mudah dipahami, seperti grafik, tabel, atau *dashboard*, sehingga pengguna dapat melihat kondisi terkini secara langsung. Manfaat *monitoring real time*:

- Pengambilan keputusan yang lebih cepat: Informasi terkini memungkinkan tindakan cepat untuk mengatasi masalah atau memanfaatkan peluang.
- Peningkatan efisiensi: Identifikasi masalah dan bottleneck secara dini untuk meningkatkan produktivitas.
- Pencegahan kerugian: Deteksi anomali atau kejadian tidak normal secara real-time dapat mencegah kerugian finansial atau kerusakan.
- Optimalisasi kinerja: Pengukuran dan analisis data secara kontinu membantu mencapai kinerja optimal<sup>[14]</sup>.

### 2.2.8 Beban Luaran Terpasang

Beban luaran terpasang adalah beban yang digunakan sebagai hasil dari kalkulasi daya yang dapat dipakai. Dimana beban ini bervariasi diantaranya, beban *resistif*, beban *kapasitif* dan beban *induktif*. Beban-beban tersebut dapat kita jumpai setiap hari di lingkungan karena kebanyakan memang peralatan listrik dan elektronik di rumah kita<sup>[15]</sup>.

*~Halaman ini sengaja dikosongkan~*