

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KONSUMSI BAHAN BAKAR
BIOSOLAR, DEXLITE DAN PERTAMINA DEX SECARA PORTABLE
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER**

(Skripsi)

Oleh

Andika Putradana

2054071010



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KONSUMSI BAHAN BAKAR BIOSOLAR, DEXLITE DAN PERTAMINA DEX SECARA PORTABLE MENGUNAKAN MIKROKONTROLER

Oleh

Andika Putradana

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengukur konsumsi bahan bakar secara portable menggunakan mikrokontroler, dengan fokus pada tiga jenis bahan bakar diesel, yaitu Biosolar, Dexlite, dan Pertamina Dex. Alat ini dirancang menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur konsumsi bahan bakar pada mesin genset dengan variasi beban daya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi masing-masing jenis bahan bakar serta pengaruhnya terhadap performa mesin genset. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap jenis bahan bakar memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal konsumsi bahan bakar, suhu ruang bakar, dan tingkat kebisingan. Pertamina Dex memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan Biosolar dan Dexlite, ditunjukkan oleh tingkat konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dan performa mesin yang lebih optimal. Selain itu, alat yang dirancang terbukti mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat dan dapat digunakan secara portable.

Kata kunci: Mikrokontroller, Biosolar, Dexlite, Pertamina Dex, Mesin diesel, Alat pengukur konsumsi bahan bakar, Ultrasonik HC-SR04

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PORTABLE BIOSOLAR, DEXLITE AND PERTAMINA DEX FUEL CONSUMPTION MEASURING INSTRUMENT USING A MICROCONTROLLER

By

Andika Putradana

This research aimed to design and develop a portable fuel consumption measurement device using a microcontroller, focusing on three types of diesel fuel: Biodiesel, Dexlite, and Pertamina Dex. The device was designed to utilize an ultrasonic sensor to measure fuel consumption in a genset engine under varying load conditions. The study sought to determine the efficiency of each fuel type and its impact on genset performance. The results demonstrated that each fuel type exhibited distinct characteristics in terms of fuel consumption, combustion chamber temperature, and noise level. Pertamina Dex exhibited superior efficiency compared to Biodiesel and Dexlite, as evidenced by lower fuel consumption rates and optimal engine performance. Additionally, the developed device proved to provide accurate measurement results and was suitable for portable applications.

Keywords; Microcontroller, Biodiesel, Dexlite, Pertamina Dex, Diesel engine, Fuel consumption measurement device, HC-SR04 ultrasonic sensor

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KONSUMSI BAHAN BAKAR
BIOSOLAR, DEXLITE DAN PERTAMINA DEX SECARA PORTABLE
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER**

Oleh

Andika Putradana

Skripsi

Sebagai salah satu syarat mencapai gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul skripsi

**: RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR
KONSUMSI BAHAN BAKAR BIOSOLAR,
DEXLITE DAN PERTAMINA DEX
SECARA PORTABLE MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER**

Nama Mahasiswa

: Andika Putradana

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2054071010

Program Studi

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mareli'.

Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.

NIP. 198803252015041001

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Febryan'.

Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.

NIP. 199002262019031012

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Waril'.

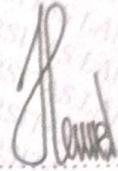
Dr. Ir. Waril, S.T.P., M.Si., IPM.

NIP. 197801022003121001

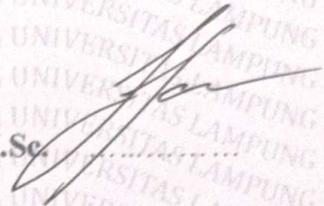
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

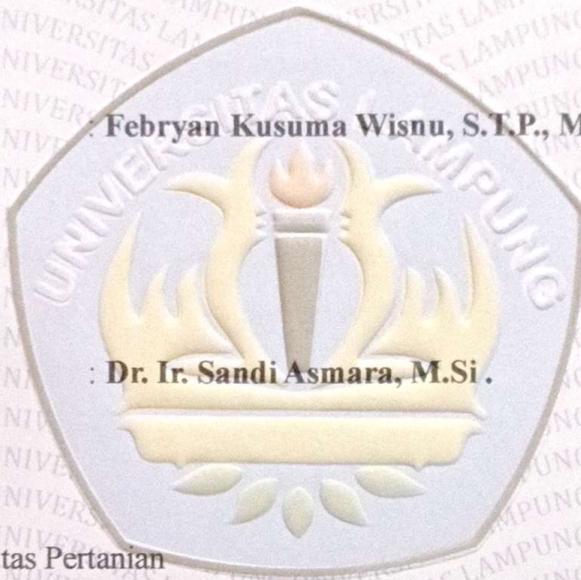
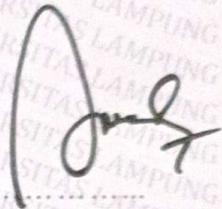
Ketua : Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.



Sekretaris : Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.



Penguji : Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.

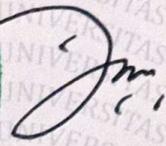


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

1964/1181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 20 Februari 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Andika Putradana dengan NPM 2014071040 dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah karya hasil saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, 1) **Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.** dan 2) **Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat dari karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



Andika Putradana
NPM: 2054071010

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 23 Mei 2002. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Charmaidi Saleh dan Ibu Eka Wati. Penulis telah menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Sindang Sari dan lulus pada tahun 2014. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP

Negeri 1 Tanjung Sari dan lulus pada tahun 2017, Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMK SMTI Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2020.

Tahun 2020, penulis terdaftar menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN Barat). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi di Organisasi Kemahasiswaan, tingkat Fakultas Pertanian sebagai staf ahli Departemen Internal Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung periode 2022, sebagai anggota bidang Pengabdian Masyarakat Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian periode 2022 serta menjabat sebagai Wakil Ketua Umum Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian Universitas Lampung periode 2023.

Penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode I tahun 2023 di Desa Sukanegara, Kecamatan Ngambur, Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung selama 40 hari terhitung pada bulan Januari sampai Februari 2023. Penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) pada bulan Juni sampai Agustus 2023 di PT Ghaly Roelies Indonesia (GHALKOFF) dengan judul laporan Praktik Umum (PU) “Uji Kinerja Alat Roasting Kopi Type Sgr-15 Kopi Di PT. Ghaly Roelies Indonesia Bandar Lampung”.

Persembahkan

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam setiap langkah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Karya ini ku persembahkan untuk :

Kedua Orang Tua

Ayahku Charmaidi Saleh dan Ibuku Eka Wati yang selalu mengupayakan segala yang dimiliki baik berupa materi, tenaga, pikiran serta do'a demi keberhasilanku.

MOTTO

“Hidup bukan untuk saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri”

“Berjuang untukku dalam dunia yang berubah”

Baskara Putra *aka* Hindia

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”

Teknik Pertanian Universitas Lampung 2020

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengukur Konsumsi Bahan Bakar Biosolar, Dexlite Dan Pertamina Dex Secara Portable Menggunakan Mikrokontroler”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam menyusun skripsi ini Penulis telah melewati banyak rintangan dan tantangan, suka maupun duka serta pembelajaran yang didapat. Berkat ketulusan doa, semangat, motivasi, bantuan, dan dukungan dari orang tua serta berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dengan kerendahan hati dan rasa hormat Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Warji., S.TP., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Bapak Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus pembimbing kedua Penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Pertanian, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, menyemangati dan memberikan saran selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P.,M.Sc., selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini, dan motivasi serta dorongannya selama penulis menempuh pendidikan ini;
5. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran serta masukannya sebagai perbaikan selama penulis menyusun skripsi ini;

6. Seluruh Dosen dan Staf jurusan Teknik Pertanian, Fakultas pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis;
7. Kedua orang tuaku Bapak Charmaidi Saleh dan Ibu Eka Wati, serta adikku Evan Ferdinand dan Oki Ilham Juliansyah serta seluruh keluarga besar atas semua doa, kasih sayang, dukungan dan nasihat yang telah diberikan. Terima kasih banyak;
8. NPM 2054051016 yang telah kebersamai penulis pada hari-hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan Tugas Akhir. Terima Kasih telah menjadi rumah yang tidak hanya berupa tanah dan bangunan. Tetap kebersamai dan tidak tunduk pada apa-apa. Tabah sampai akhir.
9. Teman- temanku Flameboys yang telah kebersamai, memberikan bantuan, canda tawa dan kenangan masa muda yang asik dan lucu selama masa perkuliahan;
10. Teman-teman seperjuangan skripsi Intan, Desi, Oci, Raihan, Ridho, dan Faza atas kerjasamanya selama penelitian;
11. Keluarga Besar Teknik Pertanian angkatan 2020 yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuannya selama menempuh pendidikan;
12. Serta semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, Januari 2025

Penulis,

Andika Putradana

DAFTAR ISI

SANWACANA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Rancang Bangun.....	5
2.2 Bahan Bakar	6
2.3 Biosolar	8
2.4 Pertamina Dex	10
2.5 Dexlite	11
2.6 Mesin Genset.....	12
2.7 Spesifikasi Mesin Genset Diesel	14
2.8 <i>Cetane Number</i>	14
2.9 Arduino	15
3.0 Sensor Jarak.....	16
3.1 Mikrokontroler	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18

3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan	19
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.5 Parameter Penelitian.....	21
3.5.1 Konsumsi Bahan Bakar	21
3.5.2 Suhu Ruang Bakar	22
3.5.3 Tingkat Kebisingan.....	22
3.5.4 Sensor Jarak	23
3.5.5. Perancangan Ultrasonik	24
3.5.6 Pengambilan Data	25
3.5.7 Skematik Rangkaian	26
3.5.8 Desain Rangkaian Ultrasonik	27
3.5.9 Pemograman Arduino	28
3.5.10 Kalibrasi.....	29
3.6 Analisis Data.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Rancang Bangun Pengukur Konsumsi Bahan Bakar.....	31
4.2 Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	33
4.3 Validasi Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	35
4.4 Pembacaan Sensor Basis Waktu	36
4.5 Konsumsi Bahan Bakar	37
4.6 Suhu Permukaan Ruang Bakar.....	45
4.7 Kebisingan.....	51
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia Biosolar.....	9
Tabel 2. Sifat fisik dan kimia Pertamina Dex	11
Tabel 3. Sifat fisik dan kimia Dexlite.....	12
Tabel 4. Nilai kalibrasi sensor ultrasonik.....	33
Tabel 5. ANOVA Konsumsi Bahan Bakar	44
Tabel 6. Uji BNT terhadap perlakuan	45
Tabel 7. Uji BNT terhadap Bahan Bakar	45
Tabel 8. ANOVA Suhu Ruang Bakar	50
Tabel 9. Uji BNT terhadap perlakuan	50
Tabel 10. Uji BNT terhadap Bahan Bakarmpok	51
Tabel 11. ANOVA Tingkat Kebisingan	55
Tabel 12. Uji BNT terhadap perlakuan	56
Tabel 13. Uji BNT terhadap bahan bakar.....	56
Tabel 14. Data Kalibrasi Sensor Ultrasonik Ulangan 1	64
Tabel 15. Data Kalibrasi Sensor Ultrasonik Ulangan 2	65
Tabel 16. Data Kalibrasi Sensor Ultrasonik Ulangan 3	66
Tabel 17. Data Grafik Validasi Sensor Ultrasonik	67
Tabel 18. Data Validasi Sensor Ultrasonik Ulangan 1	68
Tabel 19. Data Validasi Sensor Ultrasonik Ulangan 2	71
Tabel 20. Data Validasi Sensor Ultrasonik Ulangan 3	74
Tabel 21. Data Kalibrasi Basis Waktu.....	77
Tabel 22. Data Konsumsi Bahan Bakar Daya 300 watt	77
Tabel 23. Data Konsumsi Bahan Bakar Daya 600 watt	78
Tabel 24. Data Konsumsi Bahan Bakar Daya 900 watt	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin Diesel.....	14
Gambar 2. Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 3. Diagram alir prosedur penelitian.....	21
Gambar 4. <i>Thermogun</i>	22
Gambar 5. Alat Ukur <i>Sound Level Meter</i>	23
Gambar 6. Sensor Ultrasonik HC-SR04	24
Gambar 7. Skematik Rangkaian.....	26
Gambar 8. Desain Rangkaian Ultrasonik.....	27
Gambar 9. Diagram Alir Cara Kerja Arduino	28
Gambar 12. Rangkaian sensor ultrasonik	32
Gambar 13. Grafik kalibrasi sensor ultrasonik dengan pendekatan regresi linier .	34
Gambar 14. Validasi sensor ultrasonik HC-SR04	35
Gambar 15. Pembacaan sensor berbasis waktu.....	36
Gambar 16. Grafik pembacaan sensor basis waktu	37
Gambar 17. Pengukuran bahan bakar Biosolar.....	38
Gambar 18. Pengukuran Bahan Bakar Dextrite	39
Gambar 19. Pengukuran Bahan Bakar Pertamina Dex	40
Gambar 20. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar	42
Gambar 22. Suhu Permukaan Ruang Bakar Bioslar pada Setiap Perlakuan.....	46
Gambar 23. Suhu Permukaan Ruang Bakar Dextrite pada Setiap Perlakuan	47
Gambar 24. Suhu Permukaan Ruang Bakar Pertamina Dex pada Setiap Perlakuan	48
Gambar 25. Perbandingan Suhu Permukaan Ruang Bakar pada Berbagai Jenis Bahan Bakar	49
Gambar 26. Tingkat Kebisingan Terhadap Biosolar pada Setiap Perlakuan.....	52
Gambar 27. Tingkat Kebisingan Terhadap Dextrite pada Setiap Perlakuan	53

Gambar 28. Tingkat Kebisingan Terhadap Pertamina Dex pada Setiap Perlakuan	54
Gambar 29. Perbandingan Tingkat Kebisingan Pada Berbagai Jenis Bahan Bakar	55
Gambar 30. Mesin Diesel.....	79
Gambar 31. Proses Pengambilan Data	79
Gambar 32. Pengukuran Kebisingan Menggunakan <i>Sound Level Meter</i>	80
Gambar 33. Pengukuran Suhu Permukaan Ruang Bakar Menggunakan <i>Thermogun</i>	80
Gambar 34. Pengujian Mesin Diesel Menggunakan Beban 300 watt.....	81
Gambar 35. Pengujian Mesin Diesel Menggunakan Beban 600 watt.....	81
Gambar 36. Pengujian Mesin Diesel Menggunakan Beban 900 watt.....	82
Gambar 37. Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar.....	82
Gambar 38. Alat Pengukur Konsumsi Bahan Bakar	83
Gambar 39. Desain Alat Pengukur Konsumsi Bahan Bakar	83
Gambar 40. Dimensi Alat.....	84

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi motor diesel saat ini semakin pesat karena didukung tingkat kemajuan teknologi dan kualitas sumber daya manusia yang semakin meningkat. Pengguna kendaraan bermesin diesel semakin meluas karena pemakaian serta harga bahan bakar solar yang lebih murah apabila dibandingkan dengan motor bensin. Namun, pada proses pembakaran motor diesel selalu menghasilkan gas buang yang merupakan gas sisa pembakaran atau emisi, besarnya emisi dalam bentuk opasitas (ketebalan asap) tergantung pada banyaknya bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder, karena pada motor diesel yang dikompresikan adalah udara murni. Bahan bakar diesel dikenal lebih efisien dibandingkan dengan bensin, dengan mesin diesel yang mampu memberikan konsumsi bahan bakar yang lebih hemat. Hal ini disebabkan oleh efisiensi termal yang lebih tinggi pada mesin diesel, yang dapat mencapai sekitar 30-40% dibandingkan dengan mesin bensin yang hanya sekitar 20-25%. Upaya untuk meningkatkan kualitas bahan bakar dan mengembangkan alternatif ramah lingkungan harus terus didorong demi keberlanjutan energi di masa depan (Kurniawan, 2018). Salah satu faktor terbesar dalam mempengaruhi *performance* dari suatu mesin Diesel ialah kualitas bahan bakar itu sendiri. Di Indonesia, bahan bakar mesin Diesel yang sering digunakan adalah Biosolar, Pertamina Dex, dan Dexlite yang memiliki properties yang berbeda. Ketiga bahan bakar ini sekilas nampak sama, namun memiliki karakteristik yang berbeda salah satunya *cetane number*. Pertamina Dex memiliki *cetane number* yang lebih tinggi daripada Biosolar dan Dexlite disamping berbagai properties bahan bakar lainnya. *Cetane*

number Biosolar sebesar 48, sedangkan Pertamina Dex sebesar 53 dan Dexlite sebesar 51 (Elfiano *et al*, 2017)

Cetane number merupakan indikator yang menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin Diesel yang diinjeksikan ke ruang bakar bisa terbakar secara spontan. Semakin cepat suatu bahan bakar mesin Diesel terbakar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar, semakin baik cetane number bahan bakar tersebut.

Perkembangan bahan bakar pada mesin sangat berpengaruh pada performansi mesin diesel sehingga perbaikan terhadap kualitas bahan bakar pastinya terjadi dari waktu ke waktu. Mesin diesel pada mulanya hanya menggunakan bahan bakar solar. Namun, saat ini sudah berkembang dan kini tersedia jenis bahan bakar lainnya

Biosolar merupakan campuran solar dengan minyak nabati yang diperoleh dari minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO). Sedangkan Dexlite merupakan bahan bakar minyak terbaru Pertamina untuk kendaraan bermesin diesel di Indonesia merupakan varian baru bagi konsumen yang menginginkan BBM dengan kualitas di atas solar biasa (bersubsidi). Kedua bahan bakar ini memiliki karakteristik yang berbeda. Hal ini dapat diketahui dari spesifikasi bahan bakar, khususnya dilihat dari cetane number dan nilai kalor bahan bakar tersebut. (Tambunan *et al*, 2023)

Perancangan alat pengukur bahan bakar menggunakan sensor ultrasonik perlu dilakukan karena sensor ultrasonik menawarkan pengukuran ketinggian bahan bakar yang lebih akurat dibandingkan metode tradisional seperti tongkat ukur atau indikator mekanis. Hal ini karena sensor ultrasonik tidak terpengaruh oleh getaran, kemiringan, atau kondisi tangki yang tidak rata, terlepas dari itu alat pengukur bahan bakar ultrasonik lebih aman dibandingkan metode lain karena tidak memerlukan kontak langsung dengan bahan bakar. Hal ini membantu mengurangi risiko kebakaran dan ledakan, alat ini juga lebih hemat biaya dalam

jangka panjang karena membutuhkan lebih sedikit perawatan dan kalibrasi dibandingkan metode lain.

Penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh penggunaan bahan bakar pada mesin genset terhadap unjuk kerja dari mesin genset yang menggunakan sensor ultrasonik sebagai alat pengukur bahan bakar, dimana beban yang akan di uji menggunakan variasi lampu dengan jumlah daya yang berbeda, maka berapa besar bahan bakar yang dihabiskan jika menggunakan bahan bakar jenis Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite.

Penelitian pengukuran dengan variasi bahan bakar sangat penting untuk memahami karakteristik bahan bakar yang berbeda, meningkatkan performa mesin, dan menjamin transparansi. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan untuk mengetahui efisiensi dalam penggunaan bahan bakar penelitian pengukur bahan bakar dan variasi bahan bakar memiliki banyak manfaat bagi masyarakat. Penelitian ini dapat membantu meningkatkan efisiensi, dan kinerja mesin dalam penggunaan bahan bakar, serta berkontribusi pada masa depan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan unjuk kerja generator set antara menggunakan bahan bakar Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite.
2. Bagaimana perbandingan konsumsi bahan bakar pada genset antara menggunakan bahan bakar Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Merancang alat pengukur konsumsi bahan bakar menggunakan Arduino
2. Mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar pada generator set antara menggunakan bahan bakar Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite.

3. Menganalisis perbandingan unjuk kerja generator set antara menggunakan bahan bakar Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi serta pengetahuan kepada masyarakat tentang perbandingan penggunaan bahan bakar yang berbeda yaitu Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite terhadap kinerja mesin generator set.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dirancang dapat mengukur konsumsi bahan bakar terhadap perbedaan antara penggunaan tiga variasi bahan bakar yaitu Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite menggunakan mikrokontroller arduino secara akurat dan *real time*.

1.6 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Bahan bakar yang diujikan dalam penelitian ini adalah Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite.
2. Mengamati dan memeriksa bagaimana mesin generator berfungsi dengan bahan bakar tersebut, seperti seberapa efisien mesin, berapa daya yang dihasilkan, seberapa banyak bahan bakar yang digunakan.
3. Penelitian ini akan fokus pada menguji mesin generator dengan bahan bakar Biosolar, Pertamina Dex dan Dexlite.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rancang Bangun

Rancang menurut Pressman (2007) adalah serangkaian proses penerjemahan hasil analisis sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk menggambarkan secara rinci bagaimana komponen sistem diimplementasikan, sedangkan konstruksi adalah bagian aktif dari pembuatan sistem baru atau keseluruhan atau penggantian atau perbaikan sistem yang sudah ada. Rancang Bangun adalah istilah yang mengacu pada proses perancangan dan pembangunan suatu sistem, perangkat, atau produk dengan mempertimbangkan aspek teknis, fungsional, dan implementasinya.

"Rancang" adalah tahap perencanaan dan desain sebelum pembangunan dilakukan. Ini mencakup analisis kebutuhan, pemilihan komponen, dan penyusunan konsep kerja. Sedangkan kata "Bangun" adalah tahap implementasi atau pembuatan berdasarkan rencana yang telah disusun sebelumnya, termasuk perakitan, pengujian, dan penyempurnaan.

Merancang adalah tahap awal yang berfokus pada pembuatan konsep atau desain sebelum suatu objek dibuat. Merakit merupakan proses menyusun dan menggabungkan komponen yang sudah tersedia agar berfungsi sebagai suatu kesatuan. Membangun mencakup seluruh proses dari perencanaan hingga penyelesaian suatu konstruksi atau sistem. Sementara itu, menyusun lebih berfokus pada pengorganisasian atau penataan elemen dalam pola atau urutan tertentu. Dengan demikian, keempat istilah ini memiliki perbedaan dalam cakupan dan tahapan proses, tetapi dapat saling berkaitan dalam suatu proyek atau pekerjaan.

2.2 Bahan Bakar

Menurut Elfiano *et al* (2018), bahan bakar merupakan sesuatu yang dapat diubah ke dalam bentuk energi. Bahan bakar yang digunakan manusia melalui proses pembakaran dimana bahan bakar tersebut nantinya melepas panas setelah bereaksi dengan oksigen di udara. Beberapa karakteristik bahan bakar yang perlu diketahui untuk menilai kinerja bahan bakar diantaranya yaitu:

- a) *Density, Specific Gravity, dan API Gravity*. *Density* didefinisikan sebagai perbandingan antara massa bahan bakar terhadap volume bahan bakar pada suhu acuan. *Specific Gravity* (SG) merupakan perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Sedangkan *API Gravity* merupakan satuan yang digunakan untuk menyatakan berat jenis minyak dan digunakan sebagai dasar klasifikasi minyak bumi yang paling sederhana
- b) *Viskositas*. Viskositas atau kekentalan dari suatu cairan merupakan salah satu sifat cairan yang menentukan besarnya perlawanan terhadap gaya geser.
- c) *Shulpur Content*. *Shulpur content* atau kandungan belerang dalam bahan bakar diesel. Keberadaan belerang tersebut tidak diharapkan karena sifatnya yang dapat merusak yaitu apabila oksida belerang bereaksi dengan air merupakan bahan yang korosif terhadap logam di ruang bakar.
- d) *Cetane Number/ Cetane number* atau angka setana merupakan indikator kualitas suatu bahan bakar bila ditinjau dari kecepatan terbakarnya bahan bakar motor diesel.
- e) *Calorific Value*. *Calorific value* atau nilai kalor merupakan suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran dari bahan bakar dengan udara atau oksigen.

Menurut (Sukamto *et al*, 2023), jenis-jenis bahan bakar dapat dibedakan berdasarkan wujudnya, yaitu padat, cair, dan gas. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai jenis-jenis bahan bakar tersebut:

1. Bahan bakar padat adalah bahan bakar yang mempunyai bentuk yang tetap. Bahan bakar padat biasanya digunakan sebagai energi pembangkit listrik, industri,

dan roket luar angkasa. Contoh bahan bakar padat yang dapat ditemui adalah batubara, arang kayu, dan propelan padat.

2. Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang bersifat seperti air, namun volumenya relatif tetap. Bahan bakar cair biasanya digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, pesawat terbang, dan kapal laut. Contoh bahan bakar cair yang umum digunakan adalah bensin, minyak solar, minyak tanah, dan kerosin

3. Bahan bakar gas adalah bahan bakar yang berwujud gas. Bahan bakar gas biasanya digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga, kendaraan bermotor, dan industry. Contoh bahan bakar gas yang umum digunakan adalah gas alam dan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*).

Pemilihan jenis bahan bakar yang tepat sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. (Arisandi, Darmanto and Priangkoso, 2012)

Bentuk bahan bakar yang digunakan sering tergantung pada kebutuhan energi, ketersediaan sumber daya, dan pertimbangan lingkungan. Terus-menerus terdapat penelitian dan pengembangan untuk mencari bentuk-bentuk bahan bakar yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Bahan bakar pada umumnya merupakan suatu senyawa yang mengandung unsur hidrokarbon. Hampir semua jenis bahan bakar yang beredar di pasaran berasal dari minyak bumi beserta turunannya yang kemudian diolah menjadi berbagai macam dan jenis bahan bakar. Bahan itu sendiri sangat diperlukan dalam proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Bahan bakar yang digunakan motor bakar, diusahakan harus memenuhi kriteria sifat fisik dan sifat kimia, antara lain yaitu nilai bakar bahan bakar itu sendiri, densitas energi yang tinggi, tidak beracun, stabilitas panas, rendah polusi, mudah dipakai dan disimpan. Sedangkan sifat alamiah dari bahan bakar itu sendiri. *Volatility* (Penguapan) adalah kemampuan menguap dari bahan bakar pada temperatur tertentu dalam proses

destilasi, titik nyala adalah temperatur tertentu dimana bahan bakar dapat terbakar dengan sendirinya tanpa bantuan percikan api, gravitasi spesifik merupakan perbandingan berat jenis bahan bakar terhadap acuan tertentu (terhadap berat jenis udara ataupun air), dan nilai bakar, merupakan jumlah energi yang terkandung dalam bahan bakar. (Tumilar *et al*, 2015).

2.3 Biosolar

Menurut Tambunan *et al* (2023), biosolar merupakan campuran solar dengan minyak nabati yang diperoleh dari minyak kelapa sawit (*crude palm oil* / CPO). Sebelum dicampurkan dengan minyak kelapa sawit direaksikan terlebih dahulu dengan metanol dan etanol dengan menggunakan katalisator NaOH atau KOH yang bertujuan untuk menghasilkan *fatty acid methyl ester* (FAME) merupakan jenis bahan bakar yang cukup baik sebagai pengganti solar. Biosolar merupakan sumber energi yang dapat dibaharui karena berasal dari minyak nabati dan hewan. Secara kimia, biosolar dihasilkan dari pencampuran monoalkyl ester, yang merupakan rantai panjang asam lemak. Transesterifikasi lipid digunakan untuk mengubah minyak dasar menjadi ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas yang tidak digunakan. (Merupakan fermentasi dari tumbuhan).

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia Biosolar

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode
			Min	Max	ASTM
1.	Bilangan Cetana	-	48	-	D 613
2.	Berat Jenis (15°C)	kg/m ³	815	860	D 1298 / D 4052
3.	Viskositas (40°C)	mm ² /s	2,0	4,5	D 445
4.	Sulfur	% m/m	-	0,35 0,30 0,25 0,05 0,005	D 2622 / D 5453 / D 4294 / D 7039
5.	Destilasi T90	°C	-	370	D 86
6.	Residu Karbon	%m/m	-	0,1	D4530/ D 189
7.	Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304
8.	Titik nyala	°C	52	-	D 93
9.	Titik tuang	°C	-	18	D 97
10.	Partikulat	mg/L	-	-	D 2276
11.	Warna	-	-	3,0	D 1500

Sumber : Peraturan Menteri ESDM No. 25 tahun 2013

Biosolar mempunyai sifat pembakaran yang hampir sama dengan bahan bakar solar. Tidak mengandung nitrogen atau senyawa aromatik dan hanya mengandung kurang lebih 15 ppm sulfur. Mengandung ± 11% oksigen dalam persen berat yang mengakibatkan berkurangnya kandungan energi (LHV lebih rendah bila dibanding dengan solar), namun menurunkan kadar emisi gas buang yang berupa CO, H, PM dan jelaga. Mempunyai bilangan setana 48. Selain dapat digunakan langsung, biosolar dapat dicampur dengan solar atau minyak diesel.

Keunggulan Biosolar adalah menjadikan BBM menjadi lebih ramah lingkungan. Biosolar memiliki angka *cetane* 51 hingga 55 atau lebih tinggi dari pada solar standar yang sekitar 48. Makin tinggi angka *cetane*, makin sempurna pembakaran sehingga polusi dapat ditekan. Kerapatan energi per volume yang diperoleh juga makin besar. Selain itu, campuran FAME menurunkan sulfur sehingga tidak lebih dari 500 ppm. Kelemahan biodiesel yaitu tidak cocok dipakai untuk kendaraan

bermotor yang memerlukan kecepatan dan daya, karena biodiesel menghasilkan tenaga yang lebih rendah dibandingkan solar murni (Pertamina, 2005).

2.4 Pertamina Dex

Pertamina Dex merupakan bahan bakar diesel berkualitas tinggi dengan kadar sulfur yang rendah (dibawah 300 ppm), yang berfungsi untuk menghindari penyumbatan injektor, kandungan partikular (PM) sangat sedikit dan bersihdan menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan, menghasilkan tenaga yang besar dan irit bahan bakar, suara mesin halus. Bilangan cetana 53 dan telah memenuhi standar Euro 4. Pertamina Dex, adalah bahan bakar minyak non subsidi jenis diesel yang dirancang untuk merespon berkembangnya kendaraan diesel yang membutuhkan performa mesin lebih baik serta ramah lingkungan. Dengan Pertamina Dex, pembakaran jadi lebih sempurna sehingga menghasilkan suara mesin yang jauh lebih halus sekaligus kinerja mesin yang lebih bertenaga (Jaelani, *et al* 2021).

Angka setana merupakan indikator kualitas suatu bahan bakar bila ditinjau dari kecepatan terbakarnya bahan bakar motor diesel. Semakin tinggi angka cetane bahan bakar, maka akan mengurangi waktu tunda pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan cepat. Perbedaan angka cetane pada timing injeksi yang sama, maka pembakaran yang dihasilkan akan berbeda, sebab periode pembakaran terjadi berbeda. Dengan demikian efisiensi bahan bakar untuk Solar, Dexlite dan Pertamina Dex akan berbeda pada kondisi timing injeksi yang sama (Cappenberg, 2017).

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia Pertamina Dex

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode
			Min	Max	ASTM
1.	Bilangan Cetana	-	53	-	D 613-95
2.	Berat Jenis (15°C)	kg/m^3	820	860	D 4737-96a
3.	Viskositas (40°C)	mm^2/s	2	4,5	D 445-97
4.	Sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622-98
5.	Destilasi T90	°C	-	340	
6.	Destilasi T95	°C	-	360	
7.	Titik didih akhir	°C	-	370	
8.	Titik nyala	°C	55	-	D 93-99c
9.	Titik tuang	°C	-	18	D 97
10.	Kandungan air	mg/kg	-	500	D 1744-92
11.	Partikulat	mg/L	-	10	D 2276-99
12.	Warna	-		1	D 1500

Sumber : MSDS PT. Pertamina, 2007

2.5 Dexlite

Dexlite merupakan bahan bakar minyak keluaran Pertamina Indonesia yang cukup mutakhir yang peruntukannya bagi kendaraan dengan mesin diesel. Dexlite juga dapat dianggap menjadi alternatif baru untuk para konsumen yang menghendaki bahan bakar yang lebih berkualitas daripada solar bersubsidi yang biasa ditemui. Selain itu, secara lebih defintif, Dexlite adalah komposisi atas campuran biodiesel atau Fatty Acid Methyl Ester (FAME) sebesar 20% dengan adanya tambahan zat adiktif untuk membuat tingkat sulfur content menjadi 1.000 - 1.200, yang ketika dibandingkan dengan solar biasa 48 yang memuat *sulfur content* di angka 3.500.

Tabel 3. Sifat fisik dan kimia Dexlite

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode
			Min	Max	ASTM
1.	Bilangan Cetana	-	51	-	D 613
2.	Berat Jenis (15°C)	kg/m^3	815	880	D 4052 / D 1298
3.	Viskositas (40°C)	mm^2/s	2,0	5,0	D 445
4.	Sulfur	% m/m	-	0,12	D 4298 / D 5453
5.	Destilasi T90	°C	-	370	D 86
6.	Titik nyala	°C	52	-	D 93
7.	Titik tuang	°C	-	18	D 97
8.	Kandungan air	mg/kg	-	425	D 6304
9.	Warna	-		3,0	D 1500

Sumber : Memorandum VP Retail Marketing No.304/Q10100/2019-S0

Adapun hal ini telah disesuaikan kebijakan dari pemerintah mengenai tingkat rasio pencampuran bahan bakar nabati pada solar. Muatan *Cetane Number* (CN) dalam Dexlite adalah dalam kisaran 51 dengan sulfur maksimal yang terkandung 1.200 part permillion (PPM), hal ini berarti bahwa Dexlite merupakan sejenis bahan bakar diesel yang lebih irit pemakaiannya dan dapat membuat emisi yang lebih ramah lingkungan (Andrianto *et all*, 2022). Dexlite ditambah zat aditif yang akan menghilangkan dampak negatif dari FAME. Adanya penambahan aditif bertujuan untuk menghilangkan sifat mudah membeku FAME dan menaikkan angka cetane (Tambunan *et al*, 2023).

2.6 Mesin Genset

Genset (*generator set*) adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator. *Engine* sebagai perangkat pemutar sedangkan generator sebagai perangkat pembangkit. Pada sebuah generator set, biasanya menggunakan bermacam mesin sesuai dengan kebutuhan. Baik mesin bensin, mesin diesel, mesin gas, maupun mesin turbin. Pada hakikatnya, sebuah mesin digunakan untuk memutar sebuah generator pembangkit

yang terbuat dari sekumpulan kawat tembaga. Hasil putaran tersebut menghasilkan medan magnet yang diputar terus menerus dalam suatu kecepatan yang konstan dan berkelanjutan sehingga akan menghasilkan arus listrik (Sebayang dan Tarigan, 2013).

Kegunaan generator set yang paling utama yaitu menyediakan sumber listrik cadangan ketika sumber listrik utama dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) tiba-tiba padam. Ketika berbicara mengenai Genset, maka hal yang terlintas dalam Pikiran adalah Alat untuk menghidupkan lampu ketika Listrik Padam, meskipun tujuannya tak hanya berfokuskan hanya pada lampu atau penerangan saja, melainkan banyak hal lainnya yang membutuhkan daya listrik, seperti misalnya untuk Pengerjaan Luar Ruang yang jauh dari sumber daya listrik. Genset sangat dikenal dikalangan umum karena kegunaannya sebagai Tenaga Listrik yang bisa diandalkan, cukup dengan menggunakan bahan bakar bensin maupun solar (Saputro 2017).

Cara kerja generator set adalah dengan menyalakan diesel engine dari generator set. Penggerak mula (*Prime mover*) merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Pada mesin diesel terjadi penyalan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan di dalam silinder padatekanan yang tinggi. Ketika bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bertemperatur dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar maka bahan bakar (dalam penelitian ini adalah bahan bakar cair, bensin atau premium) akan menyala secara otomatis (Tumilaar *et al*, 2015).

2.7 Spesifikasi Mesin Genset Diesel



Gambar 1. Mesin Diesel

Spesifikasi Mesin Diesel adalah sebagai berikut:

- A. Model Mesin: Isuzu C190
- B. Jenis: Diesel, 4 silinder segaris, OHV
- C. Kapasitas: 1.951 cc (1.95L)
- D. Tenaga Maksimum: 62 HP (46 kW) @ 4.000 RPM
- E. Torsi Maksimum: 113 Nm @ 2.200 RPM
- F. Sistem Bahan Bakar: Indirect Injection (IDI)
- G. Sistem Pendingin: Radiator (berpendingin air)
- H. Bore x Stroke: 83 mm x 92 mm
- I. Rasio Kompresi: 18.4:1
- J. Sistem Starter: Elektrik

2.8 Cetane Number

Cetane number atau angka setana adalah sebuah ukuran yang menunjukkan seberapa cepat bahan bakar diesel menyala saat dikompresi dalam mesin. Angka ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja dan efisiensi mesin diesel.

Semakin tinggi angka setana, semakin mudah bahan bakar menyala, sehingga pembakaran lebih lengkap dan menghasilkan tenaga yang lebih besar.

Berikut beberapa peran penting dari *Cetane Number*:

1. Pembakaran Optimal: Bahan bakar dengan *cetane number* tinggi akan terbakar lebih cepat dan lebih lengkap, sehingga mengurangi emisi gas buang dan meningkatkan efisiensi bahan bakar.
2. Kinerja Mesin: *Cetane number* yang tinggi akan memberikan akselerasi yang lebih baik, suara mesin yang lebih halus, dan mengurangi ketukan mesin (*knocking*).
3. Kualitas Udara: Pembakaran yang lebih baik akan mengurangi emisi partikulat dan oksida nitrogen yang berbahaya bagi lingkungan.

2.9 Arduino

Arduino Uno adalah papan pengendali mikro dengan sumber terbuka yang berbasis mikrokontroler Microchip ATmega328P. Pengembangnya ialah Arduino.cc dan awalnya dirilis pada tahun 2010. Papan pengendali ini dilengkapi dengan set digital dan analog input/output (I/O) yang dapat dihubungkan dengan berbagai papan ekspansi (*shields*) dan sirkuit lainnya. Papan pengendali ini dapat dihidupkan menggunakan kabel USB atau koneksi barrel yang dapat menerima tegangan antara 7 dan 20 volt, seperti baterai persegi panjang 9-volt. Papan pengendali ini memiliki mikrokontroler yang sama dengan papan Arduino Nano dan memiliki header yang sama dengan papan Leonardo.

Desain referensi keras dan file produksi untuk beberapa versi perangkat keras juga tersedia di situs web Arduino dengan lisensi *Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5*. Nama "Uno" berarti "satu" dalam bahasa Italia dan dipilih untuk menandai perbaikan besar pada perangkat keras dan perangkat lunak Arduino. Papan pengendali ini adalah pengganti dari rilis Duemilanove dan adalah versi ke-9 dalam seri papan pengendali Arduino yang menggunakan USB. Versi 1.0 dari IDE Arduino untuk papan pengendali Arduino Uno telah berkembang menjadi rilis yang lebih baru. Mikrokontroler ATmega328 pada papan pengendali ini

datang dengan bootloader yang memungkinkan mengupload kode baru tanpa menggunakan programmer eksternal (Chrismondari, 2020).

3.0 Sensor Jarak

Sensor jarak adalah sebuah sensor yang mampu mendeteksi keberadaan benda di dekatnya tanpa adanya kontak fisik. Sensor jarak sering memancarkan elektromagnetik atau berkas radiasi elektromagnetik (inframerah, misalnya), dan mencari perubahan dalam bidang atau sinyal kembali. Objek yang sedang merasakan sering disebut sebagai target sensor jarak. Jarak target berbeda permintaan sensor yang berbeda. Beberapa sensor memiliki penyesuaian dari berbagai nominal atau sarana untuk melaporkan jarak deteksi lulus. Sensor jarak dapat memiliki kehandalan yang tinggi dan panjang kehidupan fungsional karena tidak adanya bagian-bagian mekanis dan kurangnya kontak fisik antara sensor dan merasakan objek. Sensor jarak juga digunakan dalam aplikasi seperti pemantauan getaran mesin untuk mengukur variasi dalam jarak antara poros dan bantalan dukungan, serta dalam penggunaan sebagai saklar sentuh dengan rentang yang sangat singkat (Pambudi, 2015).

Fungsi sensor jarak meliputi mendeteksi perubahan jarak pada suatu objek, mengukur jarak antara robot dengan objek di sekitarnya, dan menghindari penghalang. Jenis sensor jarak yang umum digunakan meliputi:

1. **Sensor Jarak Induktif:** Menggunakan medan elektromagnetik untuk mendeteksi objek dan memiliki fitur seperti output analog dan digital, osilator, koil, detektor, kabel, dan konektor.
2. **Sensor Jarak Kapasitif:** Menghasilkan medan elektrostatik dengan menggunakan dua elektroda logam yang setara dengan kapasitor terbuka dan diletakkan pada osilator.
3. **Sensor Jarak Ultrasonik:** Menggunakan gelombang suara untuk mengukur jarak dan memantulkan gelombang dengan benda di sekitarnya.

4. **Sensor Jarak Fotolistrik:** Menggunakan komponen foto atau cahaya untuk mendeteksi suatu objek dan memiliki tiga jenis, yaitu direct reflection, refleksi dengan reflektor, dan thru beam.
5. **Sensor Jarak Laser:** Menggunakan sinar laser untuk mengukur jarak dan memiliki seri IL yang dapat membedakan berbagai jenis permukaan, memberikan deteksi yang akurat dan stabil.

3.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah perangkat elektronik kecil yang berfungsi sebagai otak dari sistem otomatisasi dan kontrol, biasanya digunakan untuk mengontrol perangkat lain. Dalam satu chip, mikrokontroler menggabungkan unit pengolah pusat (CPU), memori, dan *input/output* (I/O) sehingga dapat mengolah data dan memberikan perintah kepada perangkat yang dikendalikannya.

Mikrokontroler biasanya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kontrol otomatis atau respons real-time, seperti perangkat rumah tangga (mesin cuci, kulkas), alat kesehatan, sistem kontrol industri, mainan elektronik, dan robot. Karena berukuran kecil dan hemat energi, mikrokontroler sangat efisien untuk menjalankan tugas spesifik yang tidak memerlukan daya komputasi besar.

Keuntungan penggunaan mikrokontroler yaitu:

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih sederhana.
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
3. Pencarian gangguan akan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya kompak. (Saputra, 2019).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Agustus 2024 sampai November 2024.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada praktikum ini adalah sebagai berikut :

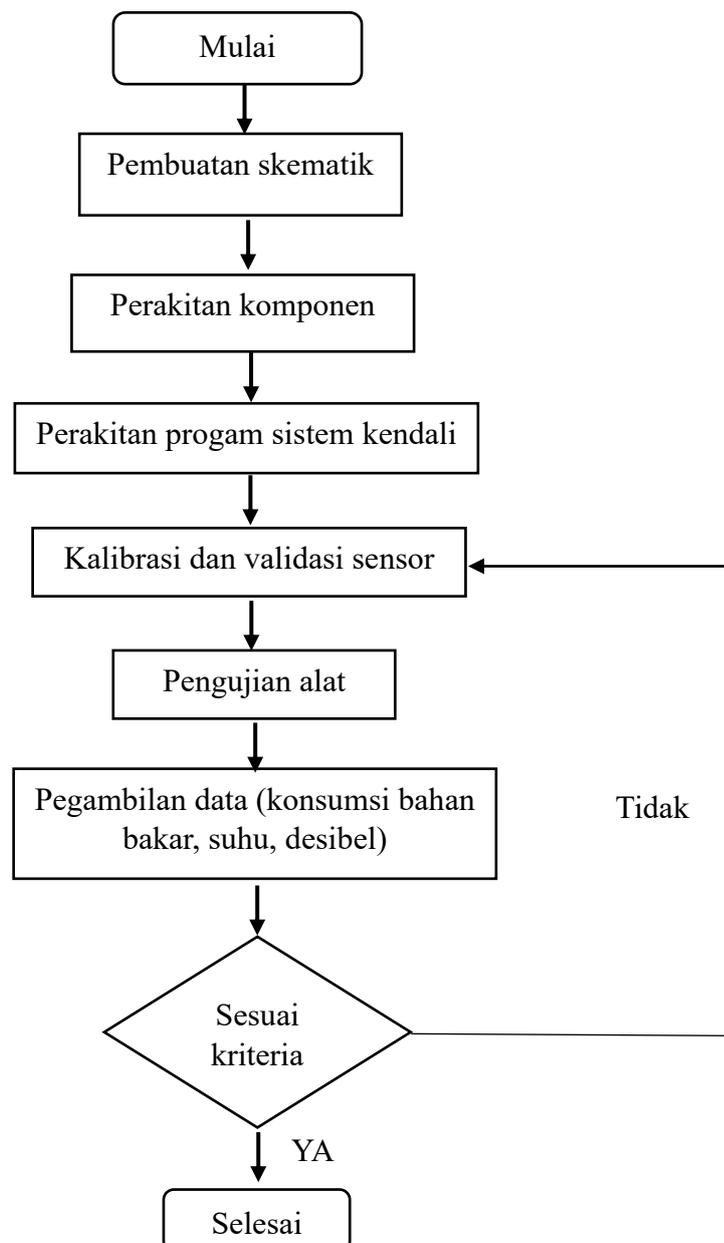
1. Mesin genset, digunakan sebagai media penggunaan bahan bakar yang akan diuji.
2. Arduino Uno, digunakan sebagai komponen penting pada rangkaian.
3. Sensor ultrasonik, digunakan sebagai indikator ketinggian untuk menghitung volume bahan bakar yang tersisa di dalam tangki.
4. Lampu LED, digunakan sebagai beban untuk mesin genset yang berjumlah 3 buah dengan daya yang berbeda.
5. Kabel, digunakan sebagai menghubungkan genset dengan beban.
6. *Thermogun*, digunakan sebagai alat pengukur suhu permukaan ruang bakar mesin genset
7. *Sound meter level*, digunakan sebagai alat pengukur tingkat kebisingan.
8. Selang, digunakan sebagai alur masuknya bahan bakar minyak
9. *Fitting* lampu, digunakan sebagai penghubung lampu dengan sumber listrik.
10. *Real time clock*, berfungsi untuk menjaga dan menghitung waktu secara akurat

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan yaitu bahan bakar minyak jenis Biosolar, Dexlite dan Pertamina dex

3.3 Metode Penelitian

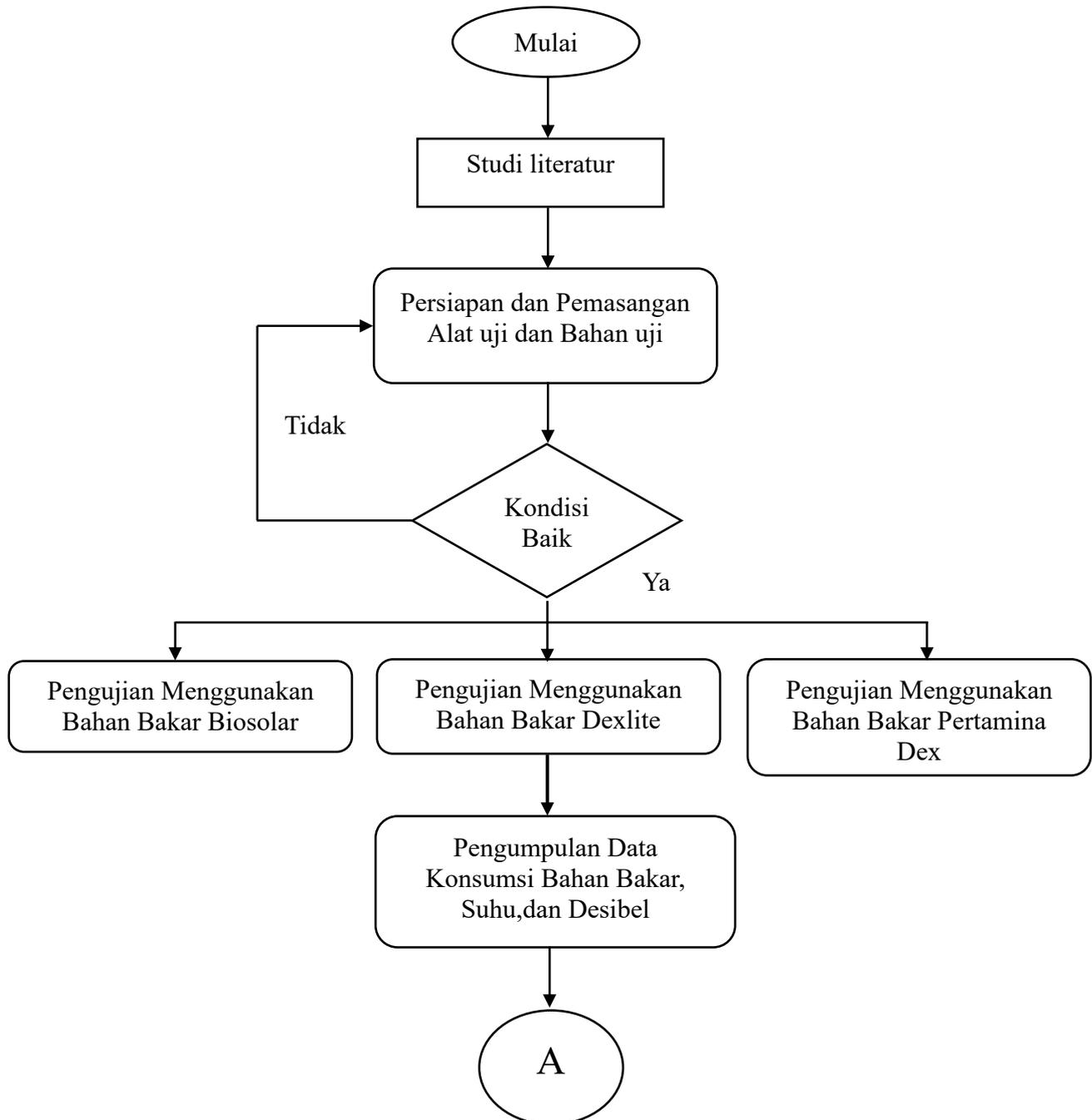
Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap antara lain perancangan alat, pembuatan dan perakitan alat, pengujian hasil rancangan, pengamatan dan analisis data. Tahapan-tahapan penelitian bisa dilihat pada Gambar 1.

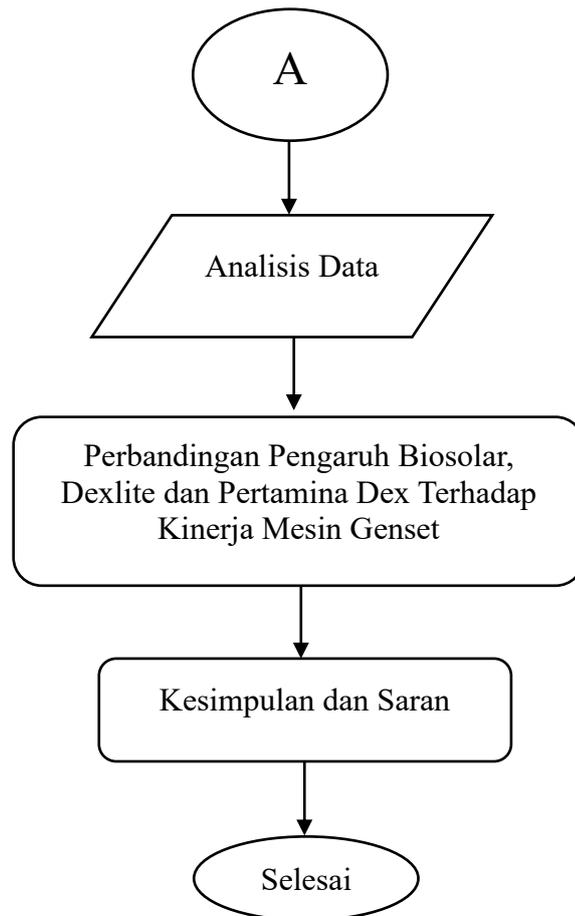


Gambar 2. Diagram alir penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:





Gambar 3. Diagram alir prosedur penelitian

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar dengan pembacaan sensor ultrasonik mengacu pada metode pengukuran volume bahan bakar yang tersisa dalam tangki menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan mengukur jarak antara permukaan bahan bakar dan bagian atas tangki. Berdasarkan data jarak tersebut, sistem dapat menghitung volume bahan bakar yang terpakai atau tersisa. Metode ini sering dikombinasikan dengan mikrokontroler, seperti Arduino, untuk mengolah dan menampilkan hasil pembacaan, sehingga memungkinkan pemantauan konsumsi bahan bakar secara real-time dengan akurasi tinggi.

3.5.2 Suhu Ruang Bakar

Pengukuran suhu ruang mesin diesel merupakan aspek penting dalam pengoperasian dan pemeliharaan mesin tersebut. Suhu yang tepat dalam ruang bakar mempengaruhi efisiensi pembakaran, performa mesin, dan konsumsi bahan bakar. Salah satu cara untuk mengukur suhu pada ruang bakar yaitu menggunakan *Thermogun*. *Thermogun* adalah alat pengukur suhu yang menggunakan teknologi inframerah untuk melakukan pengukuran tanpa kontak langsung dengan objek yang diukur. Alat ini sering disebut juga sebagai termometer tembak atau *infrared thermometer*.



Gambar 4. *Thermogun*

3.5.3 Tingkat Kebisingan

Desibel (dB) adalah satuan logaritmik yang digunakan untuk mengukur rasio intensitas suara atau daya akustik. Satuan ini tidak memiliki nilai absolut, melainkan menunjukkan perbandingan antara dua tingkat intensitas. Pengukuran desibel atau kebisingan terhadap penggunaan bahan bakar pada kinerja mesin genset dapat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kebisingan mesin genset dengan konsumsi bahan bakar. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur desibel dan alat pengukur konsumsi bahan bakar.



Gambar 5. Alat Ukur *Sound Level Meter*

Tingkat desibel dapat diukur dengan alat yang disebut *sound level meter*. Alat ini tersedia dalam berbagai bentuk dan harga, dan dapat digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan di berbagai lingkungan. Untuk mengukur kebisingan mesin genset, letakkan alat pengukur desibel pada jarak satu meter dari mesin genset. Arahkan sensor alat pengukur desibel ke arah mesin genset. Pastikan bahwa sensor alat pengukur desibel tidak terhalang oleh benda lain.

Relevansi desibel dalam penelitian ini yaitu mengukur tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh generator set dengan bahan bakar yang berbeda. Membandingkan tingkat kebisingan generator set dengan standar emisi suara yang ditetapkan oleh pemerintah. Menilai dampak kebisingan generator set terhadap kesehatan dan kenyamanan manusia di sekitar area pengoperasian.

3.5.4 Sensor Jarak

Sensor jarak adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor itu sendiri dengan suatu objek atau permukaan. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang tertentu (seperti ultrasonik, inframerah, atau gelombang radio) dan kemudian mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk memantul kembali ke sensor setelah mengenai objek atau permukaan tersebut (Jalaludin dan Laksmiati, 2023).



Gambar 6. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor jarak, baik ultrasonik maupun radar, digunakan untuk mengukur ketinggian bahan bakar di dalam tangki. Informasi ini penting untuk mengetahui seberapa penuh atau kosongnya tangki tersebut. Ketinggian bahan bakar yang diukur oleh sensor dikonversi menjadi volume menggunakan data geometri tangka, hal ini memungkinkan pengguna mengetahui berapa liter bahan bakar yang tersisa, dengan informasi volume yang akurat, pengelola dapat memantau stok bahan bakar secara real-time dan merencanakan pengisian ulang dengan lebih efisien.

3.5.5. Perancangan Ultrasonik

Siapkan komponen sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino, kabel jumper, dan tangki bahan bakar. Hubungkan sensor ultrasonik, modul LCD, dan catu daya ke Arduino. Buka Arduino IDE, unggah kode, dan kalibrasi sensor dengan ketinggian bahan bakar yang diketahui. Isi tangki dengan ketinggian yang diketahui, jalankan program, catat nilai jarak dan volume, lalu kalibrasi *calculateVolume()* dengan data pengujian. Pengulangan dilakukan dengan beban massa 3 lampu, 6 lampu, dan 9 lampu masing masing beban massa diulang sebanyak 3 kali untuk meningkatkan akurasi.

Perancangan menggunakan Arduino yang terdiri dari perangkat keras berupa board mikrokontroler yang bisa diprogram, dan perangkat lunak (Arduino IDE) yang digunakan untuk menulis dan mengunggah kode ke board mikrokontroler tersebut, dan sensor jarak, sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik untuk

menentukan jarak. Prinsip kerjanya mirip dengan sonar pada kapal selam, di mana sensor mengirimkan gelombang suara dan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk gelombang tersebut dipantulkan kembali oleh objek yang dikenainya. Mikrokontroler yang digunakan adalah bagian dari board Arduino. Proyek ini membutuhkan alat-alat seperti: Arduino uno, sensor jarak, kabel jumper, breadboard, kabel USB dan komputer.

3.5.6 Pengambilan Data

1. Persiapan Alat dan Bahan

Langkah pertama pada pengambilan data adalah tahapan persiapan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meliputi mesin genset, Arduino, sensor jarak, lampu LED, *thermogun*, *sound meter level*, karburator, fitting lampu. Sedangkan bahan yang digunakan adalah 3 jenis bahan bakar minyak Biosolar, Dexlite dan Pertamina Dex

2. Pengujian Mesin Genset

Pastikan bahan bakar sudah terisi pada tangki yang sudah dimodifikasi dengan tambahan sensor jarak pada bagian atas tutup tangki. Pastikan bahan bakar masuk ke karburator. Hidupkan mesin dengan cara start kan kunci kontak pada instalasi genset. Setelah mesin hidup biarkan 2-5 menit bentuk pemanasan.

3. Pengambilan Data

Setelah melakukan pemanasan pada mesin kurang lebih 2-5 menit, selanjutnya pengujian dilakukan dengan menaikkan beban lampu dari daya bertegangan 3 lampu dengan beban 300 watt, 6 lampu dengan beban 600 watt, hingga 9 lampu dengan beban 900 watt selama 15 menit untuk setiap perlakuan di masing-masing jenis bahan bakar. Penggunaan parameter 300 W, 600 W, dan 900 W dalam penelitian bertujuan untuk menganalisis performa generator set secara lebih komprehensif. Variasi beban ini memungkinkan evaluasi terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar, peningkatan suhu mesin, dan tingkat kebisingan pada berbagai tingkat daya. Pemilihan daya ini memungkinkan analisis performa generator pada beban ringan (300 W), beban menengah (600 W), dan beban tinggi (900 W). Dengan membandingkan konsumsi bahan bakar pada ketiga tingkat

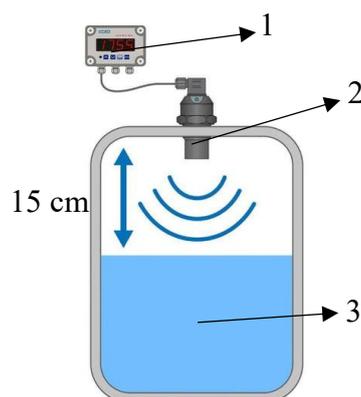
beban ini, dapat diketahui bagaimana efisiensi bahan bakar berubah saat daya yang dibutuhkan meningkat. Beban 300 W dapat mewakili penggunaan peralatan rumah tangga kecil, 600 W untuk perangkat menengah, dan 900 W untuk aplikasi lebih besar seperti industri kecil atau bisnis. Dengan demikian, pemilihan daya 300 W, 600 W, dan 900 W bertujuan untuk mendapatkan hasil yang representatif dalam analisis konsumsi bahan bakar dan kinerja generator dalam berbagai tingkat beban.

Konsep kerja alat yaitu, sensor ultrasonik akan mendeteksi ketinggian bahan bakar yang ada di tangka bahan bakar, setelah mendapat hasil datanya akan di kirimkan ke Arduino, setelah dibaca di Arduino maka Arduino akan memberi perintah kepada LCD untuk menampilkan hasil dari sensor ultrasonik, di LCD akan di tampilkan jumlah bahan bakar dalam bentuk persen,

Pengamatan hasil akan mulai melihat hasil pengukuran volume aktual yang dikirim oleh Arduino pada monitor komputer, hasil pengukuran akan ditampilkan dalam bentuk teks dimana jarak yang akan diukur tersebut berbentuk ml. Secara otomatis hasil pengukuran jarak yang diperbarui terlihat pada layer monitor yang dikirim Arduino.

3.5.7 Skematik Rangkaian

Berikut adalah skematik rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino:



Keterangan:

1. Arduino
2. Sensor ultrasonik HC-SR04
3. Sampel bahan bakar

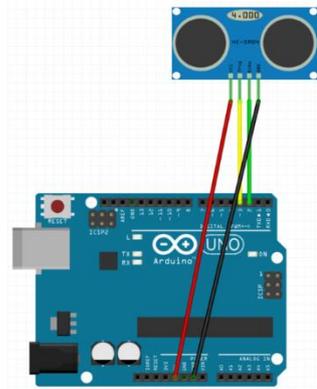
Gambar 7. Skematik Rangkaian

Arduino uno akan mengirimkan arus dengan waktu singkat ke pin Trig sensor ultrasonik lalu sensor ultrasonik akan memancarkan gelombang ultrasonik,

gelombang ultrasonik akan dipantulkan kembali oleh objek lalu diterima kembali oleh sensor, sensor kemudian akan mengirimkan pulsa ke pin Echo Arduino uno. Arduino uno akan menghitung waktu antara pulsa yang dikirim dan diterima dari sensor setelah itu Arduino uno akan menghitung jarak ke objek, jika objek berada dalam jarak yang ditentukan, LED akan menyala sebagai indikator.

3.5.8 Desain Rangkaian Ultrasonik

Pada skematik rangkaian sensor ultrasonic memiliki beberapa tahap, yaitu untuk yang pertama kita perlu menyiapkan beberapa komponen seperti Arduino uno, sensor ultrasonik hc-sr04, dan kabel *jumper*.

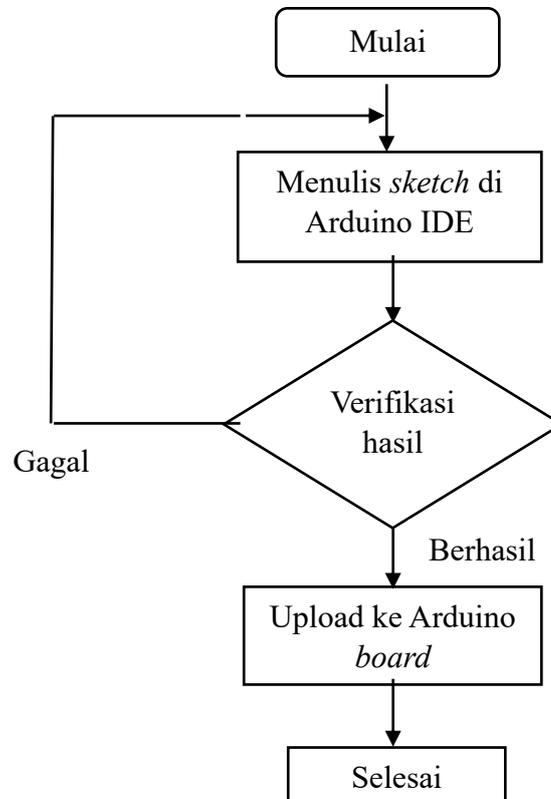


Gambar 8. Desain Rangkaian Ultrasonik

Setelah itu koneksikan kabel jumper dari VCC sensor ultrasonik hubungkan ke pin V5 Arduino, GND sensor ultrasonik hubungkan ke pin GND Arduino, Pin Trig sensor ultrasonik hubungkan ke pin 10 Arduino, Pin Echo sensor ultrasonik hubungkan ke pin 11 Arduino, lalu hubungkan katoda LED ke pin 13 Arduino Uno melalui resistor 10K Ω dan Hubungkan anoda LED ke pin GND Arduino Uno. Pastikan pin VCC dan GND terhubung dengan benar, karena kesalahan polaritas dapat merusak sensor (Arsada dan Suprianto, 2017).

3.5.9 Pemograman Arduino

Diagram alir cara kerja Arduino uno



Gambar 9. Diagram Alir Cara Kerja Arduino

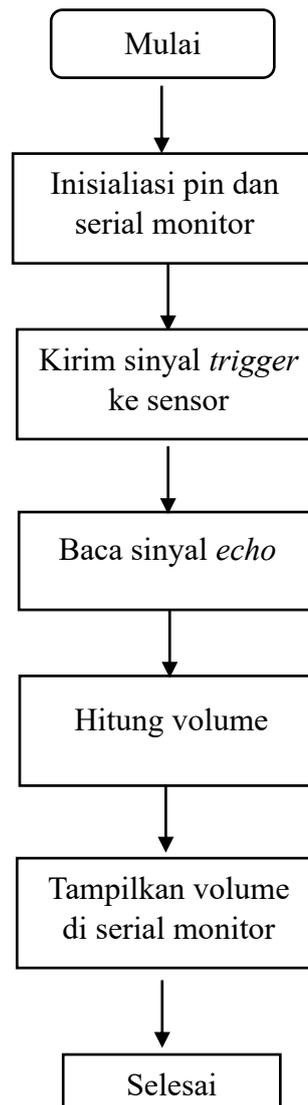
3.5.10 Kalibrasi

Metode ini melibatkan penggunaan referensi yang diketahui jaraknya, seperti pita pengukur atau meteran. Sensor diposisikan pada jarak yang diketahui dari referensi, dan nilai outputnya dicatat. Data ini digunakan untuk membuat kurva kalibrasi yang dapat digunakan untuk mengkonversi nilai output sensor menjadi jarak yang sebenarnya. Berikut adalah program awal untuk melakukan kalibrasi pada sensor ultrasonik.

```
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  float distance = duration * 0.034 / 2; // Konversi ke cm
  Serial.print("Jarak: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");

  delay(500);
}
```

Berikut adalah diagram alir cara kerja pemograman



Gambar 10. Diagram Alir Cara Pemograman

3.6 Analisis Data

Data dari hasil pengamatan akan dianalisis dengan pembacaan grafik. Analisis pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software Microsoft Excel dengan metode uji ANOVA dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil analisis atau pengolahan data akan disajikan dalam bentuk tabel dan atau grafik serta diuraikan secara deskriptif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Berdasarkan data hasil rancangan alat pengukur konsumsi bahan bakar dengan sistem berbasis Arduino berfungsi cukup baik untuk mengukur konsumsi bahan bakar pada generator set, memberikan data *real-time* yang akurat tentang jumlah bahan bakar yang digunakan.
2. Bahan bakar Pertamina Dex dan Dexlite menunjukkan konsumsi yang cenderung memberikan konsumsi yang lebih sedikit dibandingkan dengan Biosolar yaitu sebesar 406,46 ml pada beban 300 watt, 461,5 pada beban 600 watt, dan 543,11 pada beban 900 watt dan Dexlite 441,83 ml pada beban 300 watt, 524,53 ml pada beban 600 watt, dan 554,13 ml pada beban 900 watt, dibandingkan dengan Biosolar yang sebesar 560 ml pada beban 300 watt, 586,03 pada beban 600 watt, dan 595,71 pada beban 900 watt. Suhu permukaan ruang bakar tertinggi tercatat pada penggunaan bahan bakar Biosolar dengan rata-rata suhu 48,97 °C, dan pada bahan bakar Dexlite dengan rata-rata suhu 42,77 °C, sedangkan bahan bakar Pertamina Dex menghasilkan suhu ruang bakar terendah dengan rata-rata 39,70 °C. Desibel atau Tingkat kebisingan paling tinggi dihasilkan oleh bahan bakar Biosolar dengan nilai rata-rata 106,83 dB dan pada bahan bakar Dexlite dengan rata-rata 105,60 dB sedangkan pada bahan bakar Pertamina Dex menghasilkan tingkat kebisingan terendah dengan nilai rata-rata 103,23 dB.
3. Berdasarkan hasil analisis dengan uji ANOVA, terdapat perbedaan yang signifikan dalam konsumsi bahan bakar pada ketiga jenis bahan bakar yang

diuji, hasil uji BNT menunjukkan bahwa Pertamina Dex memiliki efisiensi bahan bakar terbaik, dengan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dibandingkan Dexlite dan Biosolar. Biosolar memiliki konsumsi bahan bakar tertinggi, yang menunjukkan efisiensi lebih rendah dibandingkan bahan bakar lainnya. menunjukkan bahwa suhu operasi mesin berbeda secara signifikan antara bahan bakar yang digunakan. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa Biosolar menghasilkan suhu operasi tertinggi, sedangkan Pertamina Dex memiliki suhu operasi terendah, yang mengindikasikan pembakaran yang lebih optimal dan efisiensi mesin yang lebih baik. Biosolar menghasilkan kebisingan tertinggi (106,833), sementara Pertamina Dex memiliki kebisingan paling rendah (105,600).

5.2 Saran

Saran yang diajukan adalah perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengembangkan alat pengukur konsumsi bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Apsari, G. H. I., Promono. S., Zen. N. A. 2022. Implementasi Regresi Linier Menggunakan Sensor JSN-SR04T Untuk Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Air Melalui Antares. *Journal of Electronic and Electrical Power Application*. 2(2): 123-129.
- Ariawan, I. W. B., Kusuma, I. G. B., & Adnyana, I. B. 2016. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi, Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *J. METTEK*, 2(1), 51-58.
- Andrianto, F. E., Kurniawan, I., Wahid, I. 2022. *Analisis Pengaruh Campuran Pertamina Turbo Pada Bahan Bakar Bio Solar, Solar B50 Dan Dexlite Terhadap Prestasi Mesin Diesel Silinder Tunggal (Analysis of the Effect of Pertamina Turbo Mixture on Bio Solar, Solar B50, and Dexlite Fuel on the Performance of Single-Cylinder Diesel Engine)*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Arisandi, M., Darmanto, D., & Priangkoso, T. 2012. Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Pelumas Dan Konsumsi Bahan Bakar. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 8(1), 114-585.
- Arsada, B., & Suprianto, B. (2017). Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 1-8.
- Cappenberg, A. D. 2017. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biosolar Dan Pertamina Dex Terhadap Prestasi Motor Diesel Silinder Tunggal. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 4(2), 70-74.

- Chrismondari, C., A. D. Kurniawan, D. Irfan, dan A. Ambiyar. 2020. Dispenser Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Arduino Uno. *INTECOMS Journal of Information Technology and Computer Science*. (3), 227-233.
- Elfiano, E., Darin, M. N., & Panjaitan, R. H. 2017. Analisa penggunaan bahan bakar pertamina dex, dexlite dan campuran pertamina dex dengan dexlite terhadap performance mesin diesel 4 silinder. In Prosiding Seminar nasional Lembaga Penelitian Universitas Islam Riau (pp. 235-240).
- Jaelani, M. A. K., Fatkhurrozak, F., & Sanjayawa, F. L. 2021. *Uji Konsumsi Bahan Bakar Mesin Pencacah Plastik*. Politeknik Harapan Bangsa, Tegal.
- Jalaludin, R dan Laksmiati, D. 2023. Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung dengan Menggunakan Sensor PR. *Jurnal Ilmiah TELSINAS*. Vol 6 (2).
- Isaac. (2017). *Getting Started with the HC-SR04 Ultrasonic sensor*. (online) <https://projecthub.arduino.cc/Isaac100/getting-started-with-the-hc-sr04-ultrasonic-sensor-7cabe1>. Diakses pada 00.03 4 Juni 2024.
- Kurniawan, D. 2018. Analisis Perbandingan Jenis Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Isuzu 4eci 1500cc Terhadap Opasitas Gas Buang. *Doctoral dissertation*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pambudi, W. S., dan I. Suhendra. 2015. Aplikasi Load Cell Untuk Otomasi Pada Depot Air Minum Isi Ulang. (1), 12-19.
- Parende, F., Gunawan, H., & Gede, I. N. 2012. Analisis Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin Yang Terpasang Pada Sepeda Motor Suzuki Smash 110cc. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*. Vol 1(1): 1-6.
- Pertamina. 2005. *Penggunaan Biosolar untuk Bahan Bakar Minyak di Indonesia*. (online) www.pertamina.com/11-11-2013. Diakses pada 21.07 30 Januari 2024
- Saputra, C. 2019. Perancangan PLTS Dengan Sistem *Real Time* Berbasis Mikrokontroler Atmega32. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Saputro, B. 2017. Analisis Keandalan Generator Set Sebagai Power Supply Darurat Apabila Power Supply dari PLN Mendadak Padam Di Morodadi Poultry Shop Blitar. *Jurnal Qua Teknika*, (7), 17-25.

- Sebayang, M. D., & Tarigan, B. M. 2013. *Pengoperasian dan Perawatan Generator Set 500 KVA*. Seminar Nasional Inovasi dan Rekayasa Teknologi (SNIRT) ke-II, 1-12.
- Supriyadi, B., & Wibowo, T. 2021. "Pengaruh Suhu Ruang Bakar terhadap Kinerja Mesin." *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 14(2), 150–159.
- Sukanto, K., Asnawi, I., Kusnanto, A., Ningsih, E., Azharman, Z., Kusumasari, F. C., & Muliawati, E. C. 2023. *Kimia Dalam Industri*. CV. Gita Lentera. Sumatera Barat.
- Tambunan, C. N., Gantina, T., & Manunggal, B. 2023. Analisis Perbandingan Bahan Bakar Biosolar dan Dexlite terhadap Performansi Generator Set Tipe Cummins 60 kVA. *Jurnal Teknik Energi*, 12(2), 27-32.
- Tumilaar, G. P., Lisi, F., & Pakiding, M. 2015. Optimalisasi penggunaan bahan bakar pada generator set dengan menggunakan proses elektrolisis. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(2), 77-88.