

## **Pengujian Nilai LHV Bahan Bakar Bio Ethanol Tebu dan Peralite Dengan Menggunakan Data Aquisisi Micro Kontroller Admel 2560**

**Yogie Amanda<sup>1</sup>, Din Aswan<sup>2</sup>, Fadly Ahmad Kurniawan<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Komputer, Universitas Harapan Medan

Email : yogieamanda29@gmail.com

### **ABSTRACT**

Heat is defined as the heat energy possessed by a substance. In general, to detect the presence of heat possessed by an object that is by measuring the temperature of the object. Measurement of the amount of heat of reaction absorbed or released in a chemical reaction by experiment is called calorimetry. While the tool used to measure the amount of heat or calorific value released is a calorimeter. There are two types of calorimeters, namely bomb calorimeters and solution calorimeters. Bomb calorimeter serves as a tool to measure the number of calories or the calorific value of fuels such as bio ethanol and pertalite. The bomb calorimeter was then developed in a simple manner while still showing the function of the device. The stages carried out are defining, designing and developing using the admei 2560 micro controller. The research was carried out at the machine testing laboratory, Universitas Harapan Medan. In testing the calorific value of the fuel, the results of the LHV value for pertalite fuel are higher than for bio ethanol fuel. Meanwhile, the test results of the micro controller on the bomb calorimeter showed that the micro controller was effectively used in testing the calorific value calculation. The LHV value of each specimen of pertalite fuel and sugarcane bio ethanol fuel that the LHV value of pertalite fuel got the highest value compared to sugarcane bio ethanol fuel with a value of 8,501 Cal/kg, and for the LHV value of sugarcane bio ethanol got a value of 7, 33 Cal/kg.

**Kata Kunci:** *Bomb Calorimeter, Data acquisition, Micro controller*

### **1. PENDAHULUAN**

Kehidupan manusia tidak bisa dipisahkan dari lingkungan sekitarnya, baik itu lingkungan alam maupun lingkungan sosial. Seiring dengan perkembangan zaman, jumlah penduduk dunia juga terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, sehingga peningkatan kebutuhan energy tidak dapat dihindarkan lagi. Saat ini, hampir semua kebutuhan energi yang manusia gunakan diperoleh dari konversi sumber energy fosil, misalnya energy untuk pembangkit listrik, industry dan berbagai macam alat-alat transportasi.

Dunia memiliki cadangan minyak yang tidak mencukupi, yang akan menipis di masa depan. Analis Rystad memberi kesimpulan mengerikan terkait masa depan minyak bumi. Lembaga ini menyebut dengan kecepatan produksi saat ini maka cadangan minyak dunia hanya akan bertahan selama 70 tahun [1].

Di Indonesia, pada tahun 2030 diperkirakan ketersediaan energi fosil di Indonesia tidak bisa mencukupi kebutuhan nasional. Apalagi, saat ini pemerintah menargetkan pertumbuhan ekonomi di atas 5% yang membutuhkan banyak pasokan energi di Tanah Air. Permasalahan tersebut semakin menegaskan bahwa Indonesia belum mandiri di sector energi. Oleh sebab itu pengembangan energy baru dan terbaharukan merupakan hal yang mendesak untuk dilakukan saat ini [1].

Bioethanol tampak sebuah pilihan yang baik untuk penyediaan bahan bakar. Bioethanol atau etil alkohol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan juga terbarukan menjadi perhatian dunia dewasa ini. Hal ini dibuktikan dengan semakin meningkatnya produksi bioethanol dari tahun ketahun yakni 17,3 juta liter pada tahun

2000, meningkat menjadi 46 juta liter di tahun 2007 dan diestimasi akan meningkat secara drastis pada tahun 2020 yakni sebanyak 125 juta liter.

Bioetanol merupakan salah satu bioenergi yang digunakan sebagai substitusi bensin dan bersifat ramah lingkungan. Bahan baku bioetanol yang bersumber dari tanaman budidaya membutuhkan biaya tinggi dan bersaing dengan penyediaan pangan. Limbah pertanian dan sampah organik mempunyai kandungan kimia yang potensial digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bio etanol. Bahan baku utama pembuatan bio etanol dengan proses fermentasi pada dasarnya berasal dari glukosa, pati dan lignoselulosa. Bio etanol dapat diproduksi dari berbagai jenis bio massa seperti jagung, gandum, selulosa, alga dan ampas tebu yang mana bahan baku ini berwujud padatan [1]. Adapun bahan baku cair yang pernah digunakan sebagai bahan baku pembuatan bio etanol adalah nira kelapa, nira nipah (*Nypafructicans*), dan nira aren (*Arengapinnata Merr*). Kelebihan bahan baku cairan (nira) adalah karena nira merupakan larutan gula yang dapat langsung memulai proses fermentasi sehingga dapat mempersingkat tahapan produksi etanol.

Torsi terbaik sebesar 9,120 Nm pada putaran mesin 5500 rpm, daya efektif terbaik sebesar 7,909 PS pada putaran mesin 7000 rpm dan konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,051 kg/PS.jam pada putaran mesin 5500 rpm. Bahan bakar biopremium E15 mempunyai emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar E0 (premium), berikut merupakan hasilnya, emisi gas CO terendah E15 sebanyak 2,30% pada 8000 rpm, emisi gas CO<sub>2</sub> tertinggi 11% pada 9000 rpm, emisi gas HC E15 mengandung gas HC terendah sebanyak 85 ppm pada 8000 rpm. Emisi O<sub>2</sub> terendah E15 3,33% pada 9000 rpm. Karena bioetanol menambah senyawa O<sub>2</sub>, maka kandungan O<sub>2</sub> E15 lebih banyak [2].

Torsi terbaik sebesar 9,120 Nm pada putaran mesin 5500 rpm, daya efektif terbaik sebesar 7,909 PS pada putaran mesin 7000 rpm dan konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,051 kg/PS.jam pada putaran mesin 5500 rpm. Bahan bakar biopremium E15 mempunyai emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar E0 (premium), berikut merupakan hasilnya. Emisi gas CO terendah E15 sebanyak 2,30% pada 8000 rpm Emisi gas CO<sub>2</sub> tertinggi 11% pada 9000 rpm. Emisi gas HC E15 mengandung gas HC terendah sebanyak 85 ppm pada 8000 rpm. Emisi O<sub>2</sub> terendah E15 3,33% pada 9000 rpm. Karena bioetanol menambah senyawa O<sub>2</sub>, maka kandungan O<sub>2</sub> E15 lebih banyak [3]. Hal ini berbeda jika bahan baku berasal dari pati dan selulosa, dimana pati harus melalui proses hidrolisis untuk masuk ke tahapan fermentasi gula sedang kan selulosa harus dikonversi terlebih dahulu untuk mendapatkan gula dengan bantuan mineral asam. Pembuatan bio etanol berbahan baku gula dan pati melalui proses fermentasi dengan bantuan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* adalah metode yang paling umum dan sering digunakan di industri. *Saccharomyces cerevisiae* digunakan untuk memecah glukosa dalam proses fermentasi untuk menghasilkan kadar etanol yang tinggi.[1].

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini akan berfokus pada perbandingan bahan bakar fosil dan bioethanol dengan menggunakan mikrokontroler yang akan diaplikasikan pada bomb kalorimeter. Tidak menyertakan oktan pada bahan bakar pertalite dan bio ethanol tebu. Hanya sebatas perhitungan nilai LHV dan HHV bahan bakar pertalite dan bio ethanol tebu dan penelitian ini bertujuan untuk mendesain alat, data aqusisi mikro controler berbasis arduino admega 328p, melakukan pengujian data aqusisi pada bomb kalorimeter, melakukan konfirmasi data pengujian pada bahan bakar bio etanol tebu dan pertalite.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertempat di LAB Penomena Dasar Mesin dan LAB Pengujian Mesin, Universitas Harapan Medan. Yang berlokasi di jalan HM. JONI. No 70C Lokasi tersebut dipilih karena semua aspek pendukung agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Waktu Pelaksanaan Penelitian ini dilaksanakan pada September 2019 sampai dengan Februari 2020.

### 2.1. Alat dan Bahan

Pengujian Bom kalorimeter yang dilaksanakan di lab pengujian mesin yang terlihat pada gambar 1 adalah alat yang digunakan untuk mengukur (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O<sub>2</sub> berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar. Sejumlah sampel ditetapkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter) dan sampel akan terbakar oleh api listrik dari kawat logam terpasang dalam tabung. Bom kalorimeter terdiri dari tabung baja tebal dengan tutup kedap udara, dengan keterangan sebagai berikut.

- Termometer berguna untuk mengukur suhu
- Pengaduk berguna untuk mengaduk air pendingin
- Katup oksigen untuk memasukan oksigen dari tabung
- Cawan untuk meletakkan bahan/sampel yang akan di bakar
- Kawat penyala untuk membakar
- Bomb yaitu tempat terjadinya pembakaran
- Jacket air yaitu jacket untuk peletakan bomb

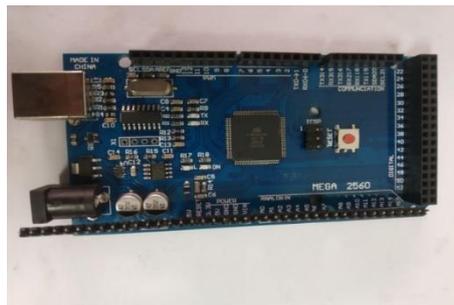
Cara kerja bomb kalorimeter

- Sejumlah zat tertentu yang akan diuji ditempatkan dalam cawan platina dan sebuah “kumparan besi” yang diketahui beratnya (yang juga akan dibakar) ditempatkan pula pada cawan platina sedemikian sehingga menempel pada zat yang akan diuji.
- Bomb kalorimeter kemudian ditutup kemudian tutupnya dikencangkan.
- Selain itu “Bomb” di isi dengan O<sub>2</sub>.
- Kemudian “Bomb” dimasukan kedalam kalorimeter yang berisi air.
- Setelah semuanya tersusun, sejumlah aliran listrik tertentu dialirkan ke kawat besi dan setelah terjadi pembakaran, kenaikan suhu diukur.
- Kapasitas panas (atau harga air) “Bomb” kalorimeter, pengaduk, dan termometer di tentukan.
- Dengan percobaan terpisah dengan menggunakan zat yang diketahui panas pembakarannya dengan tepat.



**Gambar 1.** Bomb Kalori Meter

Arduino mega berfungsi sebagai pengendali mikro, sebagai pengatur dan pembaca program dalam micro controller. Arduino Mega 2560 adalah board mikrokontroler yang berbasis pada Atmega 2560. Memiliki 54 pin input / output digital (15 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset [4]. Berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai. Board Mega 2560 kompatibel dengan shields yang dirancang untuk Uno dan bekas board Duemilanove atau Diecimila. Mega 2560 adalah update ke Arduino Mega, yang digantikannya.



**Gambar 2.** Arduino Mega

Pada pengujian ini thermometer sebagai alat yang di gunakan untuk mengukur suhu suatu benda panas maupun dingin di antaranya :

- Mengukur suhu uap masuk yang menuju ke tabung kondensasi
- Mengukur suhu uap keluar yang sudah terkondensasi yang sudah menjadi bioetanol tebu.
- Mengukur suhu air masuk keruang kondensasi yang mendinginkan uap masuk dari tabung reaktor.

Mengukur suhu air keluar dari tabung kondensasi yang telah mendinginkan uap masuk.



**Gambar 3.** Thermocouple

Modul max 6675 berfungsi mengubah tegangan menjadi data digital dengan konversi ADC sebesar 12 bit. Data yang dikirim dari max 6675 adalah berupa data digital dengan komunikasi mirip dengan komunikasi SPI. Dengan begitu, perlu adanya konversi data digital yang ditangkap oleh Arduino melalui komunikasi SPI.



**Gambar 4.** Modul MAX 6675

Relay adalah saklar (switch) yang dioperasikan menggunakan listrik dan merupakan komponen Electro mechanical yang terdiri dari dua bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal saklar (switch).



**Gambar 5.** Rellay

Bahan pengujian yang digunakan ialah bahan bakar type bio etanol tebu dan bahan bakar type pertalite. Peneliti menggunakan bahan bahan bakar tersebut karena bahan bakar pertalite masih tergolong type baru di bahan bakar, dan bio etanol tebu memiliki kadar kalori yang cukup tinggi.

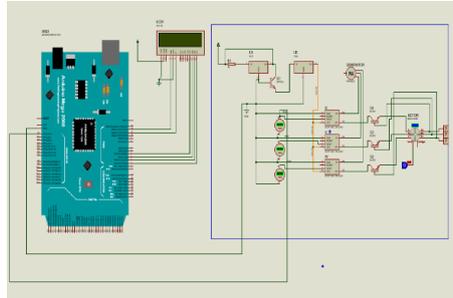


**Gambar 6.** Bio Etanol Tebu dan Pertalite

## **2.2. Prosedur Kerja dan Pengujian**

Pada rangkaian dibawah ini sensor yang digunakan adalah max6675 dengan pembacaan thermocouple type K, operasi tegangan sensor 5 volt dengan range pembacaan suhu 0.25 derajat pada kecepatan 1 milli detik, data dari sensor max 6675 di

transfer ke mikro control dengan bantuan program arduino, pembacaan yang diterima mikro control adalah nilai voltase. Nilai tersebut diubah dalam bentuk angka dengan bantuan program c++ dan disimpan ke database ms.excel dengan PLX DAQ. Bahasa program yang dimasukkan ke dalam mikro control ditampilkan pada sub-bab. setelah ini.



**Gambar 7.** Skema Arduino

- Merakit bomb kalorimeter
- Menghubungkan port usb dari arduino ke pc
- Menyambungkan sensor suhu pada bom kalorimeter ke mikro kontroler
- Menyinkronkan arduino dengan pc yang akan digunakan
- Menimbang bahan bakar yang akan diuji dengan kapasitas 1 gram untuk masing-masing bahan bakar.
- Meletakkan keterminal knot
- Memotong kawat chrome sepanjang 5 cm, lalu memasang kawat ke terminal knot
- Menyiapkan silinder boom dan memasukkan air ke bucket
- Memasukkan spesimen bahan bakar kedalam silinder boom
- Menutup silinder boom dengan cara diputar
- Memasukkan oksigen kedalam silinder boom sebanyak 30 bar.
- Menghubungkan kabel listrik kesaluran terminal knot
- Tutup boom kalorimeter.
- Membuka software PLX-DAQ dan menekan 'ok' pada tampilan pada display PLX-DAQ
- Memilih serial port pada software PLX-DAQ.
- Menyalakan alat boom kalorimeter
- Saat boom kalorimeter bekerja pengaduk mulai bekerja untuk penstabilan suhu pada bom kalorimeter
- Selanjutnya melakukan rekord data saat suhu pada bom kalorimeter mencapai yang diinginkan

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah melakukan lima kali pengujian pada bahan bakar bio etanol tebu dengan alat bomb kalorimeter. berikut perhitungan nilai rata-rata HHV dan LHV kalor bahan bakar bio etanol tebu: Data Hasil Pengujian Nilai Kalor Bahan Bakar Bio Etanol Tebu dapat di lihat pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Nilai Kalor Bio Etanol Tebu

Jenis Bahan Bakar	Massa (g)	$\Delta T$ (°C)	HHV (kKal/g)	LHV (kKal/kg)	
Pengujian 1	1	33,25	28,75	10.462,5	7,22
Pengujian 2	1	33,25	29	9.881,2	6,64
Pengujian 3 Bio Etanol Tebu	1	33,5	28,5	11.625	8,38
Pengujian 4	1	32,5	27,75	11.043,7	7,80
Pengujian 5	1	33	28,75	9.881,2	6,64
Nilai Rata-Rata	1	33,1	28,55	10.578,7	7,33

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai HHV tertinggi didapatkan pada pengujian 3 dengan nilai 11.625 kKal/kg, dan untuk nilai terendah HHV didapatkan pada pengujian 2 dan pengujian 5 dengan nilai yang sama yaitu 9.881,2 kKal/g. Untuk nilai LHV tertinggi pada setiap pengujian mendapatkan nilai tertinggi 8,38 kKal/kg pada pengujian 3, dan untuk nilai LHV terendah didapatkan pada pengujian 2 dan pengujian 5 dengan nilai 6,64 kKal/kg. Dari tabel 1 bisa terlihat bahwa telah dilakukan 5 kali pengujian pada spesimen bahan bakar pertalite. Maka dari 5 pengujian didapatkan nilai rata-rata dari massa bahan bakar pertalite yaitu 1 gram dan suhu akhir dan suhu awal pada saat pengujian dengan suhu 33,1<sup>0</sup>C dan 28,55<sup>0</sup>C, Untuk nilai rata-rata HHV dan LHV mendapatkan nilai rata-rata 10.578,7 kKal/g dan 7,33 kKal/kg.

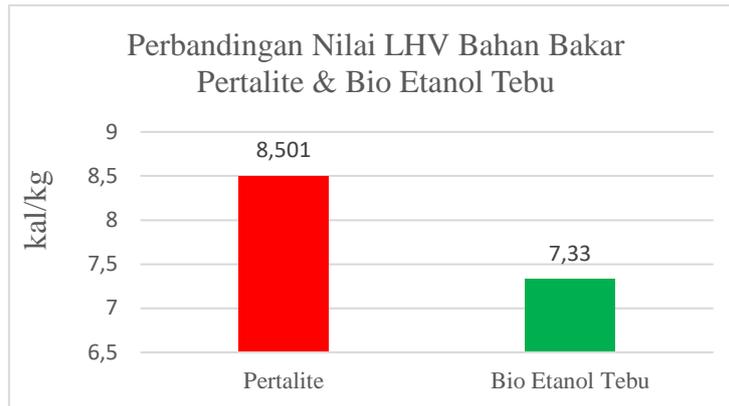
Setelah melakukan lima kali pengujian pada bahan bakar pertalite dengan alat bomb kalorimeter. berikut perhitungan nilai rata-rata HHV dan LHV kalor bahan bakar pertalite. Tabel Hasil Data Pengujian Nilai Kalor Bahan Bakar Pertalite di lihat pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Nilai Kalor Pertalite

Jenis Bahan Bakar	Massa (g)	$\Delta T$ (°C)	HHV (kKal/g)	LHV (kKal/kg)	
Pengujian 1	1	33,75	29,25	15.112,5	11,8
Pengujian 2	1	36,5	33,75	6.393,7	3,15
Pengujian 3 Pertalite	1	36	30,75	12.206,2	8,96
Pengujian 4	1	36,5	29,75	15.693,7	12,4
Pengujian 5	1	34,25	30,25	9.300	6,06
Nilai Rata-Rata	1	35,8	30,75	11.741,2	8,501

Pada tabel 2 bisa dilihat nilai HHV tertinggi didapatkan pada pengujian 4 dengan nilai 15.693,7 kKal/g dan untuk nilai terendah HHV mendapatkan di pengujian 2 dengan nilai 6.393,7 kKal/g. Dan untuk nilai LHV terendah didapatkan pada pengujian 2 dengan nilai 3,15 kKal/kg, dan nilai pada pengujian 1 mendapatkan nilai LHV tertinggi yaitu 11,8 kKal/kg.

Dari tabel 2 bisa terlihat bahwa telah dilakukan 5 kali pengujian pada spesimen bahan bakar pertalite. Maka dari 5 pengujian didapatkan nilai rata-rata dari massa bahan bakar pertalite yaitu 1 gram dan suhu akhir dan suhu awal pada saat pengujian dengan suhu 35,8<sup>0</sup>C dan 30,75<sup>0</sup>C, Untuk nilai rata-rata HHV dan LHV mendapatkan nilai rata-rata 11.741,2 kKal/g dan 8,501 kKal/kg. Dari hasil data perhitungan nilai kalor bahan bakar pertalite dan bio etnaol tebu maka penulis akan menerangkan lebih lanjut melalui grafik yang bersumber dari tabel 1 dan tabel 2 berikut grafik nilai kalor bahan bakar.



**Gambar 8.** Grafik Perbandingan Nilai LHV Spesimen Bahan Bakar

Pada gambar 8 dapat dilihat grafik nilai LHV dari setiap spesimen bahan bakar pertalite dan bahan bakar bio etanol tebu bahwa nilai LHV pada grafik bahan bakar pertalite mendapatkan nilai tertinggi dibandingkan dengan bahan bakar bio etanol tebu dengan nilai 8,501 kKal/kg, dan untuk nilai LHV pada bio etanol tebu mendapatkan nilai 7,33 kKal/kg. Pada grafik tersebut menjelaskan bahwa balok dengan warna merah menandakan balok dengan bahan bakar pertalite dan balok dengan warna hijau bahan bakar bio etanol tebu dengan satuan pada nilai LHV kKal/kg.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian maka didapat kesimpulan sebagai berikut.

- Pengembangan dari perangkat bomb kalorimeter berbasis arduino admega 328p mendapatkan efisiensi waktu pengujian dan meminimalisir alat yang biasa digunakan pada pengujian bomb kalori meter umumnya.
- Pengujian bomb kalori meter dengan menggunakan data aquisisi memudahkan sipenguji mendapatkan akurasi data yang lebih spesifik.
- Setelah dilakukan 5 kali pengujian pada setiap spesimen bahan bakar pertalite dan bahan bakar bio etanol tebu maka didapatkan nilai pada setiap pengujian bahan bakar pertalite dan bahan bakar bio etanol tebu dengan nilai rata-rata bahan bakar pertalite 11.741,2 kKal/g untuk nilai HHV , dan nilai LHV dari bahan bakar pertalite mendapatkan 8,501 kKal/kg. Untuk Nilai HHV pada bahan bakar bio etanol tebu ada diangka 10.578,7 kKal/g, dan nilai LHV pada bahan bakar bio etanol tebu 7,33 kKal/kg. Dari nilai tersebut bisa dilihat bahwa bahan bakar pertalite lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar bio etanol tebu.

Adapun saran dari penelitian ini yaitu.

- Pada bomb kalorimeter perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk pengisian air pada bomb kalorimeter agar mempercepat proses pengujian.
- Pada penelitian selanjutnya bagi yang ingin meneruskan penelitian ini diharapkan bisa memvariasikan bahan bakar untuk mencari nilai HHV dan LHV.
- Pada penelitian selanjutnya penggunaan kawat pada kawat bisa diganti dengan kawat chrome yang berukuran (diameter) lebih kecil

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. O. and M. A. Wahid, "No Title," *Pemanfaat. Bio-Ethanol Sebagai Bahan Prem.*, pp. 63–74, 1982.

- [1] and A. A. Z. Ma, M. Arsana, F. Malik, W. Priyono, "No Title," Dan Radiasi Pada Penukar Panas Jenis Pipa Dan Kawat Anal. Heat Transf. By Free Convect. Radiat. Type Heat Exch. Pipe Wire, vol. 7, pp. 1–7, 2012.
- [2] J. Winarno, "Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Bioetanol Pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin," J. Tek., vol. 1 No 1, pp. 33–39, 2011.
- [3] A. R. Maulana, "Perancangan dan Pembuatan Drone dengan menggunakan Microcontroller berbasis Android," 2018.
- [4] "Mengenal Arduino Software (IDE) – SinauArduino." <https://www.sinuarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/> (accessed Jan. 20, 2022).
- [5] J. Fisika, "secara akurat dari suatu reaksi [ 1 ]. Reaksi yang menghasilkan panas diantaranya adalah reaksi diketahui . Kandungan energi biomassa dapat ditentukan nilainya dengan alat kalorimeter bomb . Proses pembakaran sampel biomassa dipengaruhi oleh jumlah oksige," vol. 01, no. 02, pp. 1–6, 2017.
- [6] "Oksigen - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." <https://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen> (accessed Jan. 20, 2022).