

**PURWARUPA SISTEM PEMILAHAN DAN PENGHITUNG BERAT
SAMPAH LOGAM DAN NON LOGAM MENGGUNAKAN
ARDUINO DENGAN ANTAR MUKA WEBSITE**

^[1]Rezza Fahlevi, ^[2]Dedi Triyanto, ^[3]Irma Nirmala

^[1]^[2]^[3]Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail: ^[1]rezzafahlev@gmail.com, ^[2]deditriyanto@siskom.untan.ac.id,

^[3]irma.nirmala@siskom.untan.ac.id

Banyaknya sampah yang diproduksi oleh makhluk hidup khususnya manusia akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan, maka dari itu perlu adanya proses daur ulang sampah untuk dimanfaatkan kembali. Dalam industri daur ulang perlu dilakukan pemilahan sampah berdasarkan jenis logam dan non logam, namun proses ini masih dilakukan dengan proses manual. Oleh karena itu telah dibuat sebuah purwarupa pemilahan dan penghitung sampah logam dan non logam dengan antar muka website dan liquid crystal display. Sistem yang dibuat ini menggunakan Arduino sebagai modul pengendali utama, sensor proximity inductive sebagai pendeteksi logam yang dibantu dengan motor servo sebagai pemilah sampah dan sensor load cell untuk menghitung berat sampah yang telah dipilah menjadi 2 bagian logam maupun non logam. Hasil perhitungan berat dari sensor load cell akan muncul pada liquid crystal display dan disimpan ke database untuk siap ditampilkan ke antarmuka website, sehingga bisa diakses oleh pengguna melalui jaringan local host. Setelah dilakukan pengujian purwarupa yang dibuat dengan berat sampah sebagai indikator maka diperoleh rata-rata selisih perhitungan sampah logam dan non logam yaitu sebesar 4.5 gram dari hasil 5 kali pengujian dengan berat yang berbeda dan error sebesar 2.62% dari hasil 5 kali pengujian dengan jumlah banyaknya sampah.
Kata Kunci : Pemilahan, Penghitung, Sampah, Arduino, Website

1. PENDAHULUAN

Sampah ialah suatu bahan yang terbuang atau dibuang hasil dari aktivitas manusia maupun alam yang sudah tidak digunakan lagi karena sudah diambil unsur maupun fungsi utamanya. Setiap aktivitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah, sampah bisa berasal dari rumah tangga, pertanian, perkantoran, perusahaan, pasar, dan sebagainya [1].

Sampah sendiri merupakan salah satu bentuk konsekuensi dari adanya aktivitas manusia dan volumenya akan berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Memang alam memiliki andil besar dalam pengolahan sampah, namun kerja keras alam dalam mengurai sampah secara natural sangat tidak berimbang dibanding volume sampah yang di produksi, bagaimanapun peran manusia dalam penanganan dan pengolahan sampah sangat penting [2].

Salah satu cara penanganan dan pengolahan sampah yaitu dengan proses daur

ulang. Dalam industri daur ulang sampah biasanya terdapat permasalahan yaitu bercampurnya sampah logam dengan material sampah lainnya, cara yang digunakan dalam pemilahan sendiri masih dilakukan dengan cara manual dan proses pencatatan hasil pemilahan sampah juga masih dilakukan secara manual. Jadi berdasarkan masalah yang dipaparkan perlu dibuat suatu sistem untuk mempermudah pemilahan dan perhitungan berat sampah logam dan non logam.

Dewanti pada tahun 2015 membuat "Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam Dengan Memanfaatkan Elektromagnet"[3], Pranata pada tahun 2016 membuat "Rancang Bangun Alat Pemilahan Dan Penghitung Barang Dengan Menggunakan Laser Berbasis Mikrokontroler" [4], Irawan 2016 membuat "Prototipe Pemilahan Dan Perajang Sampah Organik Berbasis Arduino Uno Pada Dinas Kebersihan Dan Pertanahan Kab. Tanggerang"[5]

Sistem pemilahan dan penghitung berat sampah dibangun menggunakan sensor *proximity inductive*, sampah logam dan non logam akan terdeteksi dan dipilah menggunakan servo untuk diarahkan kepada wadah yang telah dipasang sensor *load cell* untuk menghitung berat secara otomatis. Arduino mengirim data pembacaan sensor *load cell* berupa hasil berat sampah logam dan non logam ke *website*, data ini yang digunakan sebagai informasi untuk pengguna sebagai hasil dari penghitungan berat sampah logam dan non logam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Besi dan Logam Alumunium

Besi adalah logam yang berasal dari biji besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari dari yang bermanfaat sampai dengan yang merusak. Dalam tabel *periodic*, besi mempunyai simbol Fe [6].

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik Kekuatan aluminium yang berkisar 83-310 Mpa dapat melalui pengerjaan dingin atau pengerjaan panas [7]

2.2 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah sebuah modul Arduino yang menggunakan IC (*Integrated Circuit*) mikrokontroler At mega 2560 [8]. Gambar *board* Arduino mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Arduino Mega 2560

Arduino berfungsi sebagai komponen pengendali utama purwarupa untuk memberi perintah kepada perangkat keras lain

2.3 Sensor Proximity

Sensor *proximity* merupakan sensor atau skalar yang dapat mendeteksi adanya target jenis logam dengan tanpa adanya kontak fisik, *proximity* sensor merupakan perangkat yang mendeteksi keberadaan dan kedekatan objek baik berupa logam maupun non logam [9]. Gambar Sensor *proximity* dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Sensor Proximity

Sensor *proximity* berfungsi sebagai pendeteksi sampah logam pada sampah.

2.4 Modul IC XL6009E1

Modul IC XL6009E1 adalah salah satu *switching* regulator yang termasuk jenis operasi *boost converter*, yaitu memberikan tegangan *output* yang lebih tinggi dari *input* [10]. Gambar Modul IC XL6009E1 dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Modul IC XL6009E1

Modul IC XL6009E1 berfungsi sebagai *step-up* atau menaikkan tegangan 5 volt menjadi 30 volt yang akan digunakan sensor *proximity*.

2.5 Sensor Load Cell

Load cell merupakan peralatan elektro-mekanik yang bisa disebut *transducer*, dengan kemampuannya mengubah gaya mekanik menjadi *signal* listrik [11]. Gambar Sensor *load cell* dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



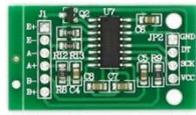
Gambar 4. Sensor Load Cell

Sensor *load cell* berfungsi sebagai penghitung dari berat sampah logam dan non logam.

2.6 Modul HX711

Modul HX711 merupakan modul *amplifier* yang biasa digunakan dalam rangkaian timbangan digital sebagai modul konversi sinyal analog ke digital pada *load cell*. Memiliki presisi tinggi 24 ADC *high gain* input yang didesain untuk berbagai sensor berjenis *bridge*. Dengan dua channel A dan B (fix gain 32) yang berkomunikasi secara *multiplex*, modul ini dapat di program untuk *gain* (20mV atau 40mV) 128 atau 64 [12]. Gambar Modul

HX711 dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Modul HX711

Modul HX711 digunakan untuk penguat sinyal sebuah sensor *load cell*.

2.7 Motor Servo

Servo adalah suatu *device* yang digunakan untuk memberikan kontrol mekanik pada jarak. Servo motor mempunyai keluaran *shaft* (poros). Poros ini dapat ditempatkan pada posisi sudut spesifik dengan mengirimkan sinyal kode pada saluran kontrol servomotor [13]. Gambar servo motor dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Motor Servo

Motor servo berfungsi sebagai penggerak atau tuas dari pemilahan sampah logam.

2.8 Motor Power Window

Motor *power window* adalah motor penggerak regulator berputar searah jarum jam atau arah sebaliknya. Secara sederhana dikatakan bahwa motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan [14]. Gambar motor *power window* dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Motor Power Window

Motor *power window* berfungsi sebagai conveyor pembawa material sampah logam dan logam yang akan di pilah dan di hitung.

2.7 Motor DC

Motor DC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan searah (DC) yang secara otomatis akan berputar terus menerus

selama motor ini mendapatkan masukan tegangan [15]. Gambar motor DC dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Motor DC

Motor DC berfungsi sebagai mesin penggetar di wadah penampungan sampah.

2.8 Relay

Relay adalah komponen berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) didekatinya [16]. Gambar *relay* dapat dilihat pada Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 9. Relay

Relay berfungsi sebagai skalar *on-off* untuk perangkat keras lain nya.

2.9 LCD (liquid crystal display)

LCD berfungsi sebagai penampil data, baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik [17]. Gambar *liquid crystal display* dapat dilihat pada Gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 10. LCD (*liquid crystal display*)

Liquid crystal display berfungsi sebagai komponen antar muka pada sistem perangkat keras.

2.10 (I2C) Inter integrated circuit

Inter integrated circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data [18]. Gambar *Inter integrated circuit* dapat dilihat pada Gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 11. *Inter integrated circuit*

Inter integrated circuit digunakan membantu penggunaan *liquid crystal display* sehingga dapat menampilkan data yang diinginkan

2.11 Ethernet Shield

Ethernet shield berfungsi untuk pengendalian dan monitoring melalui internet. Modul *Ethernet shield* dihubungkan pada board Arduino melalui port SPI Arduino [19]. Gambar *ethernet shield* dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut.



Gambar 12. *Ethernet shield*

Ethernet shield berfungsi sebagai menambah kemampuan Arduino agar dapat terhubung ke jaringan internet.

3 METODOLOGI PENELITIAN

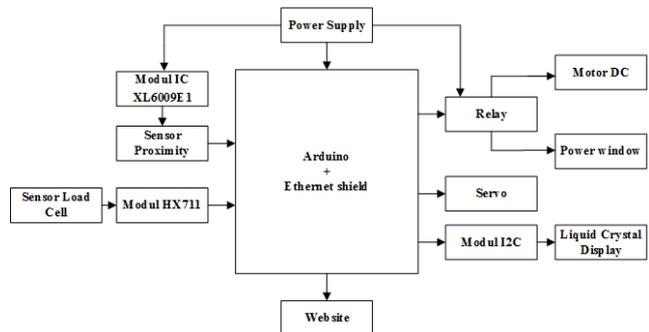
Metode penelitian dimulai dari studi literatur dengan mengkaji sumber teori pendukung terpercaya yang berkaitan dengan penelitian ini. Selanjutnya melakukan pengumpulan data. Kemudian menganalisa kebutuhan sistem mulai dari perangkat keras dan perangkat lunak. Berdasarkan hasil Analisa kebutuhan sistem, selanjutnya dilakukan perancangan sistem terhadap perangkat keras dan perangkat lunak. Setelah selesai, dilakukan implementasi diantara keduanya. Tahap terakhir yaitu pengujian sistem, yang mencakup pengujian perangkat keras, pengujian perangkat lunak, dan pengujian keseluruhan sistem.

4 PERANCANGAN

4.1 Rancangan Sistem

Tahap perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tahap perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Langkah pertama dalam membangun sistem pemilahan dan penghitung berat sampah logam dan non logam ini adalah dengan mendesain diagram blok perangkat-perangkat tersebut, melalui desain diagram blok ini kita

dapat mengidentifikasi komponen-komponen yang akan digunakan pada sistem, sehingga proses pembuatan alat dapat berjalan dengan cepat dan tepat.



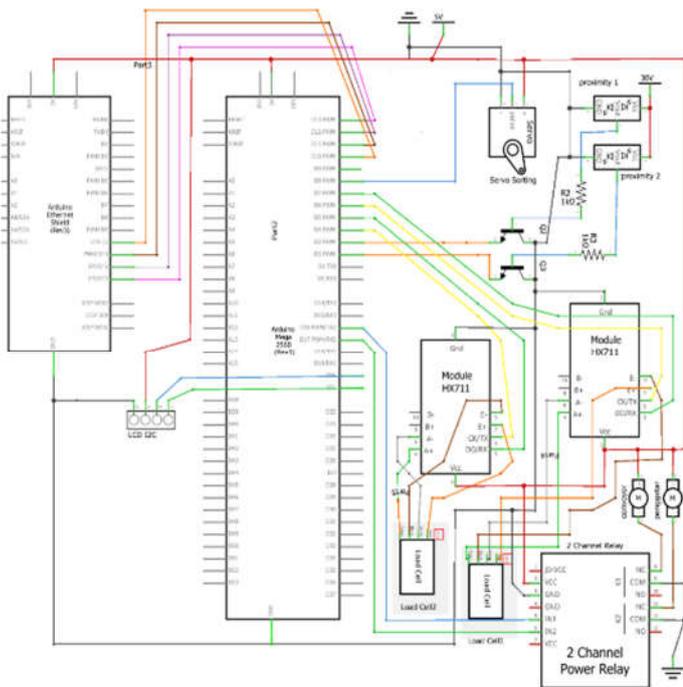
Gambar 13. Diagram Blok Sistem

Untuk mempermudah pemahaman fungsi dari setiap bagian-bagian blok pada Gambar 13 maka akan dijabarkan diagram blok tersebut sebagai berikut:

1. Arduino: berfungsi sebagai pengendali dan mengolah data-data dari komponen pendukung lainnya.
2. Sensor *proximity*: berfungsi sebagai pendeteksi sampah logam pada sampah.
3. Modul IC XL6009E1 berfungsi sebagai *step-up* atau menaikkan tegangan 5 volt menjadi 30 volt yang akan digunakan sensor *proximity*.
4. Sensor *load cell*: berfungsi sebagai penghitung dari berat sampah logam dan non logam.
5. Servo: berfungsi sebagai penggerak atau tuas dari pemilahan sampah logam.
6. *Conveyor*: berfungsi sebagai pembawa material sampah logam dan logam yang akan di pilah dan di hitung.
7. Motor DC: berfungsi sebagai mesin penggetar di wadah penampungan sampah
8. *Liquid crystal display*: berfungsi sebagai komponen antar muka pada sistem perangkat keras.
9. Modul I2C digunakan membantu penggunaan *liquid crystal display* sehingga dapat menampilkan data yang diinginkan.
10. *Ethernet shield*: berfungsi sebagai menambah kemampuan Arduino agar dapat terhubung ke jaringan internet.
11. *Website*: berfungsi sebagai komponen antar muka yang digunakan pada penelitian ini sebagai sistem pada perangkat lunak.

4.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini merupakan perancangan perangkat keras dalam membangun sistem pemilahan dan penghitung berat sampah logam dan non logam menggunakan arduino dengan antarmuka *website*. Adapun langkah di dalam perangkat keras ini menggunakan acuan pada diagram blok sistem. Perancangan perangkat keras dimulai dengan merancang rangkaian alat dan beberapa komponen menjadi sebuah sistem kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan sistem. Pada Gambar 14 berikut akan memperjelas bagaimana rancangan secara keseluruhan. Setelah semua komponen terhubung dan menyala dengan baik, kemudian semua komponen diprogram menjadi satu agar bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan dengan menyesuaikan *flow chart*.



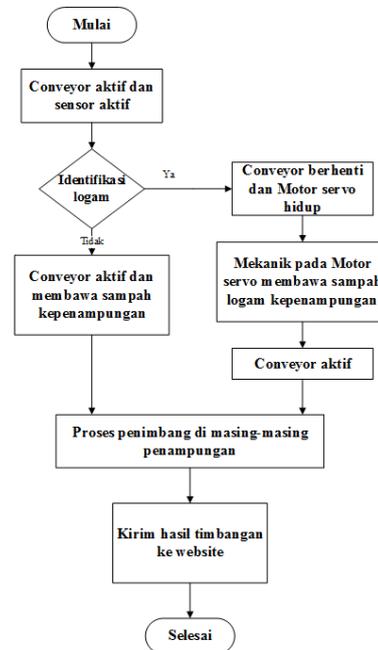
Gambar 14. Diagram Blok Sistem

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini dibutuhkan sebagai penghubung antara Arduino dengan komponen-komponen perangkat keras lainnya. Pada penelitian ini perancangan perangkat lunak dibagi menjadi dua, yaitu perancangan perangkat lunak Arduino mega 2560 menggunakan *software* Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C, dan perancangan perangkat lunak pada aplikasi antarmuka (*website*) akan menggunakan bahasa

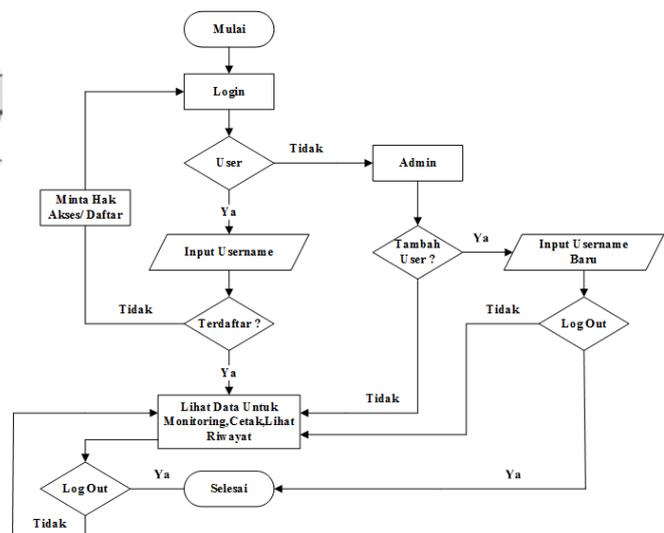
pemrograman HTML, CSS, PHP, *JavaScript*, dan SQL sebagai bahasa pemrograman untuk menyimpan data di *database* lokal.

Diagram alir pada Gambar 15 menunjukkan alur kerja Arduino disesuaikan dengan perangkat lunak yang akan dirancang.



Gambar 15. Flowchart program arduino

Sedangkan perancangan Aplikasi Antarmuka *website* digunakan untuk menampilkan penghitungan yang dilakukan oleh arduino. Dibuat diagram alir pada Gambar 16 yang menggambarkan bahwa *website* menampilkan penghitungan sampah logam dan non logam.



Gambar 16. Flowchart aplikasi antarmuka *website*

5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

5.1 Implementasi dan Pengujian Perangkat Keras

A. Implementasi dan Pengujian Sensor Proximity Inductive

Implementasi ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat keberhasilan kerja dari sensor *proximity inductive*, implementasi kinerja sensor *proximity inductive* dilakukan dengan melewati material sampah logam diatas atau di permukaan deteksi sensor. Jika serial monitor dapat membaca logam aktif, maka secara otomatis sensor akan memberikan perintah kepada komponen alat yang lain sehingga proses dari pemilahan sampah logam bisa terlaksana.

```
proximity 1 aktif
proximity 2 aktif
 Autoscroll
```

Gambar 17. Serial monitor *proximity 1* dan sensor *proximity 2*

Hasilnya sensor dapat mendeteksi adanya logam yang dapat dilihat dari serial monitor pada Gambar 17.

B. Implementasi dan Pengujian Sensor Load Cell

Implementasi ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat keberhasilan kerja dari sensor *load cell*, implementasi kinerja sensor *load cell* dilakukan dengan cara meletakkan beban diatas atau di permukaan deteksi sensor, jika ada beban maka secara otomatis keluaran di serial monitor menunjukkan berat dari material tersebut dengan satuan gram.

```
cell 2: 0.03
cell 1: 997.03
cell 2: -0.04
cell 1: 996.91
cell 2: -0.13
cell 1: 996.95
cell 2: -0.20
cell 1: 996.83
 Autoscroll
```

Gambar 18. Serial monitor *load cell 1* diberi beban 1000 gram

Respons sensor *load cell 1* akan terlihat di serial monitor pada Gambar 18 untuk mengetahui sensor tersambung dengan Arduino setelah diberi beban diatas mekanik sensor.

```
cell 2: 0.03
cell 1: 997.03
cell 2: -0.04
cell 1: 996.91
cell 2: -0.13
cell 1: 996.95
cell 2: -0.20
cell 1: 996.83
 Autoscroll
```

Gambar 19. Serial monitor *load cell 2* diberi beban 1000 gram

Respons sensor *load cell 2* akan terlihat di serial monitor pada Gambar 19 untuk mengetahui sensor tersambung dengan Arduino setelah diberi beban diatas mekanik sensor.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor *load cell* dan timbangan digital

No	Sampah Logam				Sampah Non Logam				
	Manual	Sensor	Selisih	Error	Manual	Sensor	Selisih	Error	
1	250 gram	247 gram	3 gram	1,2%	250 gram	248 gram	2 gram	0,8%	
2	500 gram	498 gram	2 gram	0,4%	500 gram	498 gram	2 gram	0,4%	
3	1000 gram	997 gram	3 gram	0,3%	1000 gram	997 gram	3 gram	0,3%	
4	1500 gram	1497 gram	3 gram	0,2%	1500 gram	1497 gram	3 gram	0,2%	
5	2000 gram	1996 gram	4 gram	0,2%	2000 gram	1998 gram	2 gram	0,1%	
6	3000 gram	2995 gram	5 gram	0,16%	3000 gram	2996 gram	4 gram	0,13%	
7	4000 gram	3997 gram	3 gram	0,07%	4000 gram	3996 gram	4 gram	0,1%	
8	5000 gram	4995 gram	5 gram	0,1%	5000 gram	4990 gram	10 gram	0,2%	
Jumlah		28 gram	2,63%	Jumlah		30 gram	2,23%		
Rata-rata		3,5 gram	0,3%	Rata-rata		3,75 gram	0,27%		
Rata-rata selisih keseluruhan			3,6 gram						
Rata-rata error keseluruhan			0,28%						

Pada Tabel 1 hasil dari perhitungan sampah logam didapat rata-rata selisih sebesar 3,5 gram atau dengan *error* 0,3% dari berat aslinya dan sampah non logam dengan rata-rata selisih sebesar 3,8 gram atau dengan *error* 0,27% dari berat aslinya. Rata-rata selisih keseluruhan pengujian penghitungan pada sistem ini adalah sebesar 3,8 gram atau dengan *error* 0,28% dari berat aslinya. Nilai tersebut rendah untuk 8 kali pengujian dengan berat sampah yang berbeda-beda dan jumlah sampah yang banyak, ini dikarenakan sensor cukup baik dalam menghitung berat logam maupun non logam.

5.2 Implementasi Perangkat Lunak

A. Implementasi dan Pengujian Perangkat Lunak Arduino

Perangkat lunak arduino dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi program arduino

IDE (*Integrated Development Environment*) dapat menjalankan fungsi *verify/compile* terhadap kode program yang telah dibuat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa aplikasi program arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang diupload ke arduino mega sudah benar.



Gambar 20. *Compiling Program Arduino*

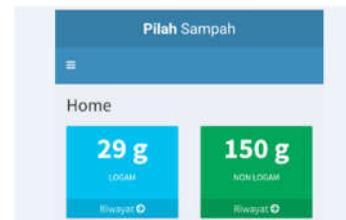
Berdasarkan pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa program dapat berjalan dengan baik saat di *compile* dan menampilkan pesan “*Done Compiling*” seperti pada Gambar 20, bila tidak dapat berjalan maka menampilkan pesan *error* saat di *compile*.

B. Implementasi dan Pengujian Perangkat Lunak Antarmuka Website.

Implementasi perangkat lunak antarmuka *website* dilakukan untuk melihat, melaksanakan, eksekusi tampilan dan fungsi pada *website* dapat berjalan. Tahap ini dilakukan dengan membangun perangkat lunak berdasarkan analisis dan pemodelan yang telah dilakukan dengan hasil data dan *source code* perangkat lunak sesuai dengan perancangan dan MySQL digunakan sebagai perangkat lunak pengembang dalam pembuatan database.

Website ini terdapat 2 level yaitu admin dan user, pada level admin *website* terdapat form “login”, halaman “home”, halaman “Riwayat”, halaman “User” dan tombol “logout”. Sedangkan pada level user *website* terdapat form “login”, halaman “home”, halaman “Riwayat”, dan tombol “logout”. Yang membedakan antara admin dan user adalah tidak terdapat halaman “user” pada level user, sedangkan di level admin terdapat halaman

“user”. Pada halaman *login* masukkan form *username* dengan “admin@admin.com” dan *password* “12345678”, kemudian klik tombol “masuk” agar bisa masuk ke halaman beranda untuk melihat informasi data sampah logam dan non logam yang telah dihitung. Pada halaman beranda menampilkan hasil perhitungan sampah logam dan non logam yang sedang dilakukan secara *real time* seperti Gambar 21.



Gambar 21. Halaman beranda

Pada halaman riwayat menampilkan data hasil perhitungan sampah logam dan non logam. Terdapat 2 fitur pada halaman *riwayat* yang pertama fitur untuk mencari atau melihat dan mencetak data-data sampah sesuai dengan bulan dan tahun yang dimasukkan seperti Gambar 22.

No	Tanggal	Logam	Non Logam
1	2018-09-13	399	602
	17:09:11	199	301
	17:28:18	200	301
2	2018-09-14	400	599
	17:28:14	200	300
	17:28:14	200	299

Gambar 22. Halaman riwayat

5.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian pemilahan dan penghitung berat sampah bertujuan untuk melihat apakah sensor dapat mendeteksi sampah logam atau non logam sehingga dapat memberikan perintah kepada perangkat lain (servo dan *relay*) dan sampah yang telah terpisah bisa dihitung beratnya oleh sensor *load cell* yang ada pada mekanik timbangan. Pada saat sensor mendeteksi logam maka secara otomatis *conveyor* berhenti karena *relay* memutuskan tegangan dan servo bergerak memilah sampah ke tempat wadah logam. Sedangkan pada saat sensor tidak mendeteksi adanya logam maka *conveyor* akan terus berjalan dan servo tetap dalam keadaan diam sehingga sampah akan

menuju ke tempat wadah non logam. Pada saat sampah berada pada wadah logam dan non logam secara otomatis hasil perhitungan sampah akan segera tampil di layar LCD dan antarmuka *website*.

Tabel 2. Data pengujian pemilahan berdasarkan berat sampah

Pengujian ke	Sampah	Berat sampah sebelum pemilahan	Berat sampah sesudah pemilahan	Selisih
1	Logam	300 gram	295 gram	5 gram
	Non logam	0 gram	5 gram	
2	Logam	300 gram	296 gram	4 gram
	Non logam	0 gram	4 gram	
3	Logam	300 gram	300 gram	0 gram
	Non logam	0 gram	0 gram	
Jumlah				9 gram
Rata – rata				3 gram

Tabel 2 merupakan perbandingan pemilahan berdasarkan berat sebelum dan sesudah pemilahan. Didapat total selisih sebesar 9 gram, dimana pada pengujian ke 1 didapat selisih sebesar 5 gram dan pengujian ke 2 sebesar 4 gram sedangkan pengujian ke 3 tidak memiliki selisih.

Tabel 3. Data pengujian pemilahan berdasarkan banyaknya jumlah sampah

Pengujian ke	Total sampah	Pengujian benar	Pengujian salah	error
1	27 sampah	26 sampah	1 sampah	3,7%
2	27 sampah	26 sampah	1 sampah	3,7%
3	27 sampah	27 sampah	0 sampah	0%
Jumlah				7,2%
Rata-rata error				2,4%

Tabel 3 merupakan perbandingan benar maupun salah keluaran dari hasil sistem pemilahan berdasarkan banyaknya jumlah sampah. Didapat total *error* sebesar 7,2%, dimana pada pengujian 1 dan 2 didapat *error* sebesar 3,7% sedangkan pada pengujian ke 3 tidak memiliki *error*.



Gambar 23. Hasil *website* pengujian ke 1 pada Tabel 2

Rata- rata selisih sampah logam dan non logam didapat seberat 3 gram dan 2,4% *error* dari total banyaknya sampah. Faktor yang menyebabkan 2 kali selisih berat dan *error* pada pengujian 1 dan 2 dikarenakan posisi sampah tidak berada pada titik deteksi sensor *proximity*

dan terlalu dekat jarak deteksi antara sampah logam maupun non logam, sehingga membuat sistem tidak dapat memilah dan menghitung berat sampah secara akurat.

Tabel 4. Data pengujian pemilahan berdasarkan berat sampah

Pengujian ke	Sampah	Berat sampah sebelum pemilahan	Berat sampah sesudah pemilahan	Selisih
1	Logam	0 gram	0 gram	0 gram
	Non logam	300 gram	300 gram	
2	Logam	0 gram	0 gram	0 gram
	Non logam	300 gram	300 gram	
3	Logam	0 gram	0 gram	0 gram
	Non logam	300 gram	300 gram	
Jumlah				0 gram
Rata – rata				0 gram

Tabel 4 merupakan perbandingan pemilahan berdasarkan berat sebelum dan sesudah pemilahan, dari 3 kali pengujian diatas tidak memiliki selisih berat.

Tabel 5. Data pengujian pemilahan berdasarkan banyaknya jumlah sampah

Pengujian ke	Total sampah	Pengujian benar	Pengujian salah	error
1	30 sampah	30 sampah	0 sampah	0%
2	30 sampah	30 sampah	0sampah	0%
3	30 sampah	30 sampah	0 sampah	0%
Jumlah				0%
Rata-rata error				0%

Tabel 5 merupakan perbandingan benar maupun salah keluaran dari hasil sistem pemilahan berdasarkan banyaknya jumlah sampah, dari 3 kali pengujian diatas tidak memiliki *error*.



Gambar 24. Hasil *website* pengujian ke 1 pada Tabel 4

Faktor yang menyebabkan tidak adanya selisih antara berat sampah logam dan non logam maupun *error* dari total banyaknya sampah sebelum dan sesudah dikarenakan sensor *proximity* hanya akan mendeteksi sampah yang memiliki kandungan logam, sementara pada sampah non logam sensor tidak akan bereaksi sehingga servo tidak akan memilah sampah ke wadah logam yang mengakibatkan semua sampah masuk ke wadah non logam.

Tabel 6. Data pengujian pemilahan berdasarkan berat sampah

Pengujian ke	Sampah	Berat sampah sebelum pemilahan	Berat sampah sesudah pemilahan	Selisih
1	Logam	250 gram	240 gram	10 gram
	Non logam	250 gram	260 gram	
2	Logam	250 gram	241 gram	9 gram
	Non logam	250 gram	259 gram	
3	Logam	250 gram	240 gram	10 gram
	Non logam	250 gram	260 gram	
Jumlah selisih				19 gram
Rata – rata selisih				6,3 gram

Tabel 6 merupakan perbandingan pemilahan berdasarkan berat sebelum dan sesudah pemilahan. Didapat total selisih sebesar 19 gram dimana pada pengujian ke 1 didapat selisih sebesar 10 gram, pengujian ke 2 sebesar 9 gram dan pengujian ke 3 sebesar 10 gram.

Tabel 7. Data pengujian pemilahan berdasarkan banyaknya jumlah sampah

Pengujian ke	Total sampah	Pengujian benar	Pengujian salah	error
1	46 sampah	44 sampah	2 sampah	4,3%
2	46 sampah	44 sampah	2 sampah	4,3%
3	46 sampah	44 sampah	2 sampah	4,3%
Jumlah				12,9%
Rata-rata error				4,3%

Tabel 7 merupakan perbandingan benar maupun salah keluaran dari hasil sistem pemilahan berdasarkan banyaknya jumlah sampah. Didapat total *error* sebesar 12,9% dimana pada pengujian 1,2, dan 3 didapat *error* sebesar 4,3%.



Gambar 25 Hasil *website* pengujian ke 2 pada Tabel 6

Rata- rata selisih sampah logam dan non logam yang didapat sebesar 6,3 gram dan 4,3% *error* dari total banyaknya sampah. Faktor yang menyebabkan 3 kali selisih berat dan *error* pada pengujian 1, 2, 3 dikarenakan posisi sampah yang tidak berada pada titik deteksi sensor *proximity* dan terlalu dekat jarak deteksi antara sampah logam maupun non logam, sehingga membuat sistem tidak dapat memilah dan menghitung berat sampah secara akurat.

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali, rata-rata selisih yang di dapat dari pengujian

dengan berat yang berbeda yaitu 3 gram (300 gram logam dan 0 gram non logam), 0 gram (0 gram logam dan 300 gram non logam), 7,67 (300 gram logam dan 200 non logam), 6 gram (200 logam dan 300 non logam) dan 6,3 gram (250 gram logam dan 250 non logam) adalah sebesar 4,5 gram.

Dari rata-rata *error* yang di dapat dari 5 kali pengujian dengan banyaknya jumlah sampah yang berbeda yaitu 2,4% (300 gram logam dan 0 gram non logam), 0% (0 gram logam dan 300 gram non logam), 3,56% (300 gram logam dan 200 non logam), 2,88% (200 logam dan 300 non logam) dan 4,3% (250 gram logam dan 250 non logam) adalah sebesar 2.62%

6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, pengujian dan penerapan sistem pemilahan dan penghitung berat sampah logam dan non logam berbasis Arduino dengan antarmuka *website*, maka diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Dengan adanya sistem pemilahan dan penghitung berat sampah logam dan non logam berbasis Arduino dengan antarmuka *website*, proses pemilahan dan perhitungan sampah tidak perlu lagi dilakukan secara manual, karena purwarupa sudah bisa merangkap kedua proses tersebut dalam satu sistem secara otomatis.
2. Hasil perhitungan sistem telah berfungsi secara otomatis dengan cara Arduino mengirim data pembacaan sensor *load cell* berupa hasil berat sampah logam dan non logam ke *website*, sehingga *website* berhasil menampilkan data yang digunakan sebagai informasi untuk pengguna sebagai hasil dari penghitungan berat sampah logam dan non logam.
3. Sistem pemilahan dan penghitung berat sampah yang dibangun dapat berfungsi secara cukup akurat. Dengan menggunakan sensor *proximity inductive* sampah logam dan non logam akan terdeteksi dan dipilah menggunakan servo untuk diarahkan kepada wadah yang telah dipasang sensor *load cell* untuk menghitung berat secara otomatis.
4. Dalam sistem pemilahan dan penghitung berat sampah logam maupun non logam rata-rata selisih yang didapat sebesar 4,5 gram dari hasil 5 kali pengujian dengan

tolak ukur menggunakan berat yang masing-masing berbeda.

5. Dalam sistem pemilahan dan penghitung berat sampah logam maupun non logam rata-rata *error* yang didapat sebesar 2,62% gram dari hasil 5 kali pengujian dengan tolak ukur menggunakan jumlah banyaknya sampah yang masing-masing berbeda.

6.2 Saran

Adapun saran untuk perbaikan dan pengembangan dari tugas akhir ini adalah:

1. Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan sistem pemilahan sampah ini tidak hanya terbatas untuk sampah logam dan non logam tetapi ditambahkan dengan jenis sampah organik dan anorganik.
2. Diharapkan sistem ini bukan hanya dibuat skala prototipe, tetapi bisa dikembangkan untuk skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sejati, Kuncoro. 2009. Pengolahan sampah terpadu. yogyakarta: kanisius.
- [2] Hartono, Rudi. 2008. Penanganan dan Pengolahan Sampah. Penebar Swadaya.
- [3] Dewanti, Ferdika Putri. 2015. "Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam Dengan Memanfaatkan Elektromagnet." Digital Repository Universitas Jember.
- [4] Pranata, Indra Hadi. 2016. "Rancang Bangun Alat Pemilah Dan Penghitung Barang Dengan Menggunakan Laser Berbasis Mikrokontroler." UNESA.
- [5] Irawan, Umaedi. 2016. "Prototype Pemilah Dan Perajang Sampah Organik Berbasis Arduino Uno Pada Dinas Kebersihan Dan Pertanaman Kab. Tangerang." WIDURI.
- [6] Priyambodo, Antuni Wiyarsi dan Erfan. 2009. "Pengaruh Kosentrasi Kitosan dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat." UNY.
- [7] Sundari, Ella. 2011. "Rancang Bangun Dapur Peleburan Alumunium." Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [8] Arduino.cc. 2015. Arduino MEGA 2560 & Genuino MEGA 2560. april 17. <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>.
- [9] Jatmiko, Priyo. 2015. Training Basic PLC. Kartanagari.
- [10] Raban, R. (2014). Desain Dan Implementasi Charger Baterai Portable Menggunakan Modul Ic Xl6009e1 Sebagai Boost Converter Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya. *Telkom*.
- [11] Sumantri, Gandhi. 2015. "Aplikasi Mikrokontroller ATMega 16 Dengan Load Cell Pada Lift 3 Lantai." Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [12] Wahyudi, A. R. (2017). Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual. ELKOMIKA.
- [13] Pancadani, Meydianto. 2012. "Aplikasi Power Window dan Central Door Lock." UNY.
- [14] Syahrul. 2011. "Karakteristik Dan Pengontrolan Servo Motor." Unikom.
- [15] Kadir, Abdul. 2016. Simulasi Arduino. Jakarta: PT Alex Media Komputindo.
- [16] Pancadani, Meydianto. 2012. "Aplikasi Power Window dan Center Door Lock." UNY.
- [17] Bawotong, Vike Tiffani. 2015. "Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply." UNSRAT.
- [18] Arduino.cc. (2018, 5 17). Master Writer/Slave Receiver. Retrieved from <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/MasterWriter>
- [19] Andrianto, Heri, and Aan Darmawan. 2016. Arduino Belajar Cepat Dan Pemograman. Bandung: Informatika.