

TEMPAT SAMPAH OTOMATIS MENGGUNAKAN *FINGERPRINT* BERBASIS ESP32

Dwi Indraswari, Heru Supriyono

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap sampah membuat lingkungan menjadi kotor dan tidak sehat, ada juga masyarakat yang membuang sampah tetapi di tempat sampah orang lain sehingga pemilik tempat sampah tersebut bingung untuk membuang sampah karena tempat sampah yang dimiliki sudah terisi penuh oleh sampah orang lain. Tujuan dari pembuatan tempat sampah otomatis berbasis ESP32 ini untuk menarik minat masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya agar lingkungan menjadi bersih. Tempat sampah otomatis berbasis ESP32 dengan menggunakan *Fingerprint* sebagai akses yang berguna untuk membuka dan menutup tempat sampah, menggunakan motor servo sebagai penggerak tutup tempat sampah secara otomatis. Serta dilengkapi dengan modul *SD card* untuk mengolah data hasil pembuangan sampah dan disimpan pada *memory card*. Dengan ini tempat sampah tersebut hanya bisa dibuka oleh orang yang memiliki akses. Terdapat beberapa sensor antara lain sensor *loadcell* yang berfungsi untuk menghitung beban sampah yang dihasilkan dan sensor RTC (*Real Time Clock*) yang berfungsi untuk menampilkan waktu pada saat sampah dibuang. Rata-rata nilai *error* pada sensor *loadcell* adalah 3,53% dan rata-rata nilai akurasi adalah 96,47%. Hasil yang didapatkan dari tempat sampah otomatis adalah jika sidik jari terdaftar pada *fingerprint* maka tampilan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) “MEMBUKA TEMPAT SAMPAH” dan jika sidik jari tidak terdaftar pada *fingerprint* maka tampilan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) “SIDIK JARI TIDAK TERDAFTAR”.

Kata Kunci : *fingerprint*, *loadcell*, mikrokontroler ESP32, tempat sampah

Abstract

Lack of public awareness of waste makes the environment dirty and unhealthy, there are also people who throw rubbish in other people's rubbish bins so that the owners of the rubbish bins are confused about how to dispose of the rubbish because their rubbish bins are already full of other people's rubbish. The aim of making this ESP32-based automatic trash can is to attract people's interest in throwing away their rubbish in the right place so that the environment is clean. The ESP32-based automatic trash can uses fingerprint as a useful access to open and close the trash can, using a servo motor to automatically move the trash can lid. And equipped with an SD card module to process data resulting from waste collection and stored on a memory card. With this, the trash can can only be opened by people who have access. There are several sensors, including a loadcell sensor which functions to calculate the load of waste produced and an RTC (*Real Time Clock*) sensor which functions to display the time when the waste is disposed of. The average error value on the loadcell sensor is 3.53% and the

average accuracy value is 96.47%. The results obtained from the automatic trash can are if the fingerprint is registered on the fingerprint then the display on the LCD (Liquid Crystal Display) is "OPEN TRASH CAN" and if the fingerprint is not registered on the fingerprint then the display on the LCD (Liquid Crystal Display) is "FINGERPRINT NOT REGISTERED".

Keywords : fingerprint, loadcell, ESP32 microcontroller, trash can

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi di lingkungan masyarakat. Permasalahan sampah ini juga bukan hanya sekedar menjadi masalah kebersihan lingkungan saja tetapi juga bisa menjadi sebuah konflik di dalam lingkungan masyarakat (Lestari et al., 2020). Berbagai permasalahan ini disebabkan dari masyarakat sendiri seperti membuang sampah tidak pada tempatnya sehingga menyebabkan lingkungan menjadi kotor dan tidak sehat. Adapun masyarakat yang membuang sampah pada tempatnya tetapi mereka membuang sampah di tempat sampah yang bukan miliknya sendiri sehingga pemilik tempat sampah kebingungan dalam membuang sampahnya sendiri. Selain itu juga diperlukan untuk mengetahui berapa jumlah timbulan sampah yang dihasilkan pada tiap harinya. Agar jika timbulan sampah melebihi batas maksimal, bisa mengetahui cara pengelolaan sampah seperti apa yang harus dilakukan untuk meminimalisir sampah yang dihasilkan (Alendra Yusiaka et al., 2021).

Dengan memanfaatkan teknologi yang ada, maka dibuatlah tempat sampah otomatis dengan menggunakan sensor *fingerprint* atau sensor sidik jari yang digunakan untuk mengakses hanya dengan menggunakan sidik jari tanpa menggunakan kartu atau akses lainnya (Dita et al., 2021).

Tempat sampah ini menggunakan mikrokontroler ESP32. ESP32 ini merupakan mikrokontroler sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul *WiFi* dalam *chip* (Imran & Rasul, 2020).

Kemudian terdapat motor servo yang berfungsi untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah yang dikendalikan oleh ESP32 agar bergerak secara otomatis. Terdapat sensor *loadcell* yang berfungsi untuk menghitung berat beban sampah yang dihasilkan pada tiap waktunya (Jawab et al., 2019). Terdapat perbandingan hasil akurasi dan hasil *error* pada sensor *loadcell* dan timbangan manual maka diperlukan pengkalibrasian pada sensor *loadcell* (WAHYUDI et al., 2018).

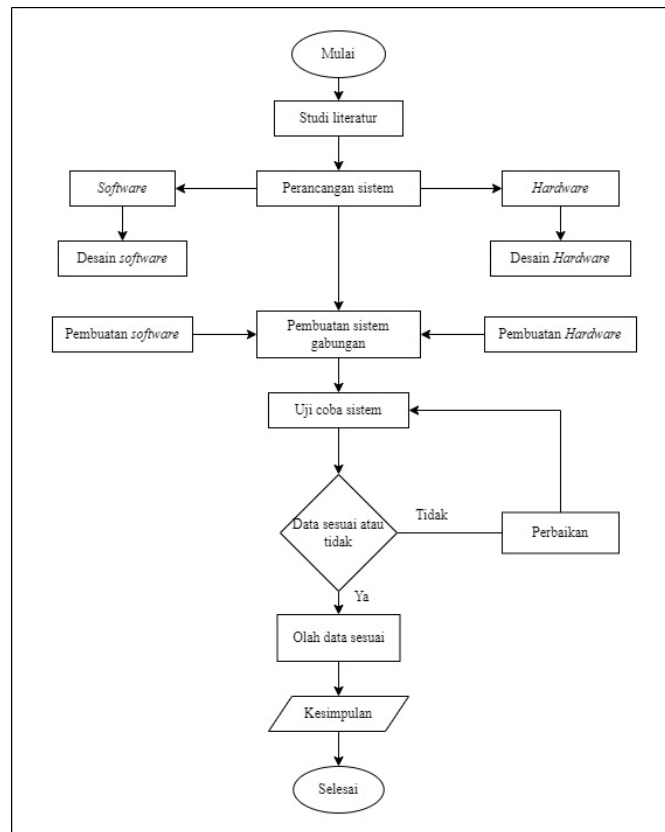
Terdapat juga Sensor RTC (*Real Time Clock*) yang akan menampilkan data waktu seperti tanggal dan jam yang dapat diprogram (Sanjaya et al., 2022). RTC (*Real Time Clock*) ini untuk menampilkan waktu pada saat ada yang membuang sampah dan akan di tampilkan pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*) yang ada pada tempat sampah (Vetricha Wulandari, 2020). Data yang dihasilkan akan di akses oleh modul *SD card* dan akan disimpan dalam sebuah *memory card*.

2. METODE

Pada pembuatan tempat sampah otomatis menggunakan *fingerprint* berbasis ESP32 ini membutuhkan beberapa perencanaan yang harus dipersiapkan dengan baik. Pada tempat sampah ini menggunakan sensor *fingerprint* sebagai akses untuk membuka tempat sampah agar orang yang tidak memiliki akses pada tempat sampah ini tidak bisa membuang sampah di tempat sampah yang bukan miliknya. Serta tempat sampah ini menghitung berapa jumlah sampah yang dihasilkan pemilik setiap harinya. Dilengkapi dengan *SD card* yang berguna untuk menyimpan data hasil sampah yang hasilkan perharinya. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap mulai dari studi literatur dengan mencari beberapa referensi yang ada pada buku maupun jurnal. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem, pembuatan sistem, dan uji coba sistem.

2.1 Flowchart Penelitian

Gambar 1 menunjukan flowchart penelitian pada alat tempat sampah otomatis menggunakan *fingerprint* berbasis ESP32.

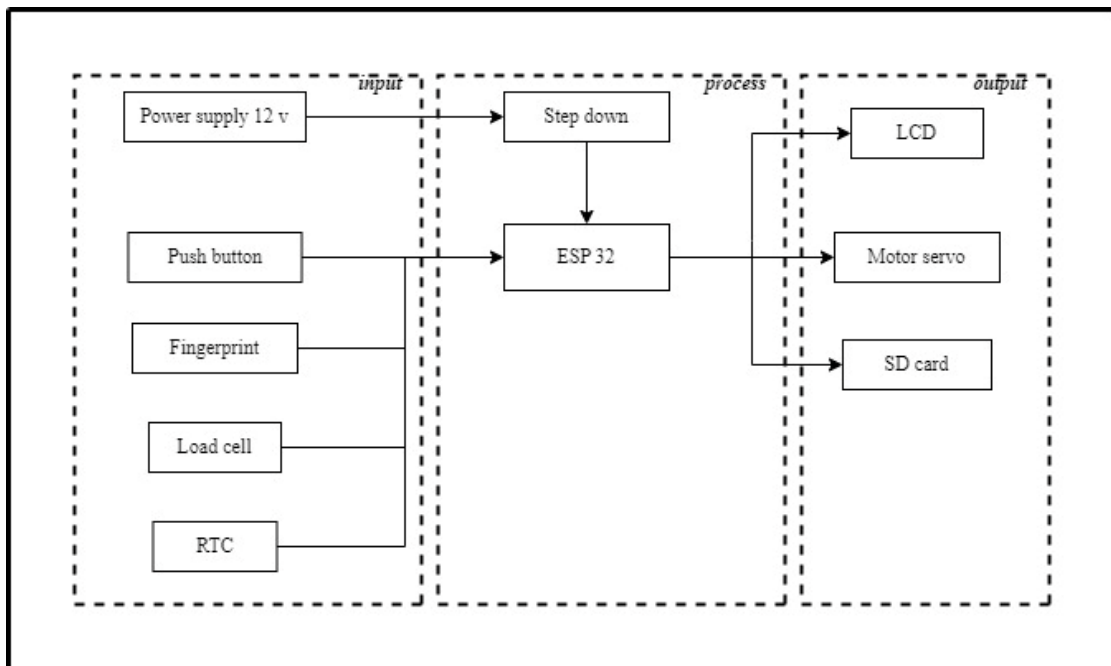


Gambar 1. Diagram Penelitian

Gambar 1 setelah studi literatur, langkah selanjutnya perancangan dan pembuatan sistem *hardware* dan *software* sekaligus pembuatan sistem dengan menggabungkan sistem *hardware* dan *software*. Kemudian dilakukan uji coba sistem, jika data tidak sesuai maka dilakukan perbaikan, jika data sistem alat sudah sesuai selanjutnya dilakukan olah data sistem dan menarik kesimpulan dari sistem alat tersebut serta pembuatan laporan.

2.2 Perancangan Sistem Blok Diagram

Gambar 2 menunjukkan perancangan sistem yang terdiri dari input, proses, dan output pada alat sistem.

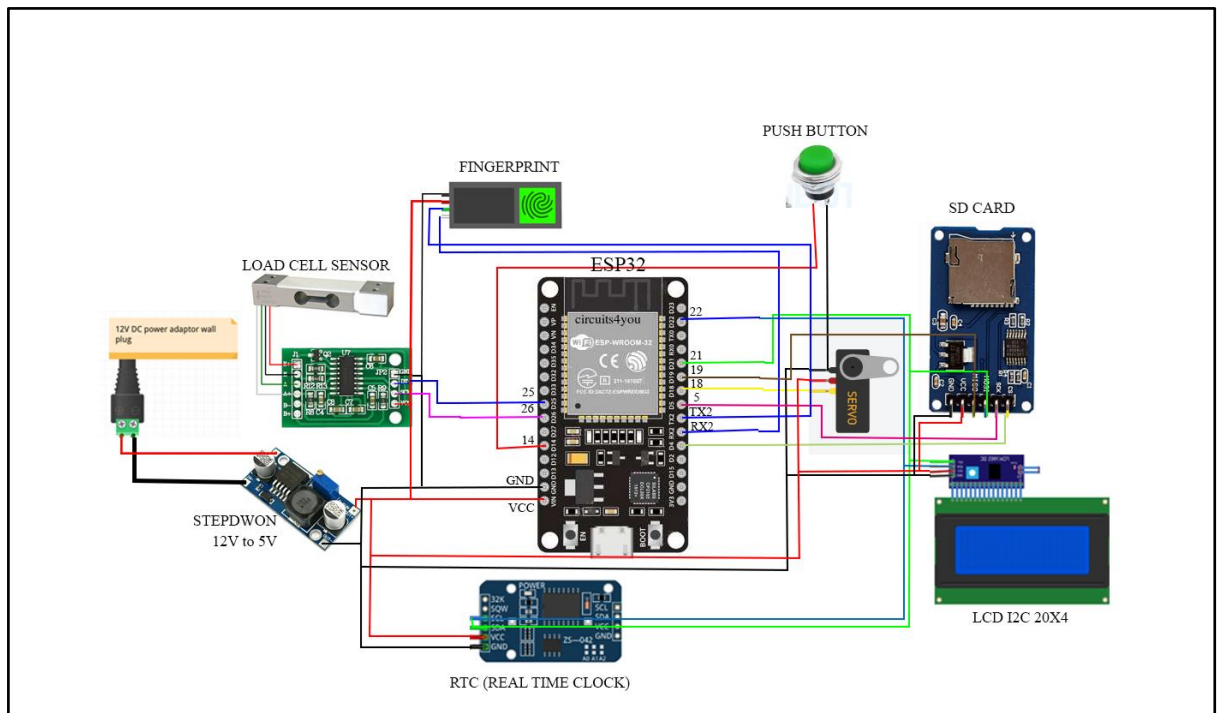


Gambar 2. Sistem Blok Diagram

Gambar 2 sistem tempat sampah menggunakan sumber utama *power supply* 12 V untuk memberikan tegangan pada mikrokontroler ESP32. Terdapat inputan berupa *push button*, *fingerprint*, dan *loadcell* yang akan masuk dan dikelola oleh ESP32. Setelah menerima inputan maka selanjutnya outputan berupa motor servo, LCD (*Liquid Crystal Display*) dan SD Card. Pembacaan hasil dari sensor *fingerprint* dan *loadcell* dapat dilihat secara langsung melalui LCD 20 x 4. Sensor yang digunakan pada perancangan alat ini merupakan sensor *fingerprint* yang digunakan untuk mengakses tempat sampah agar dapat terbuka. Sensor *loadcell* untuk menimbang beban sampah pada tempat sampah otomatis.

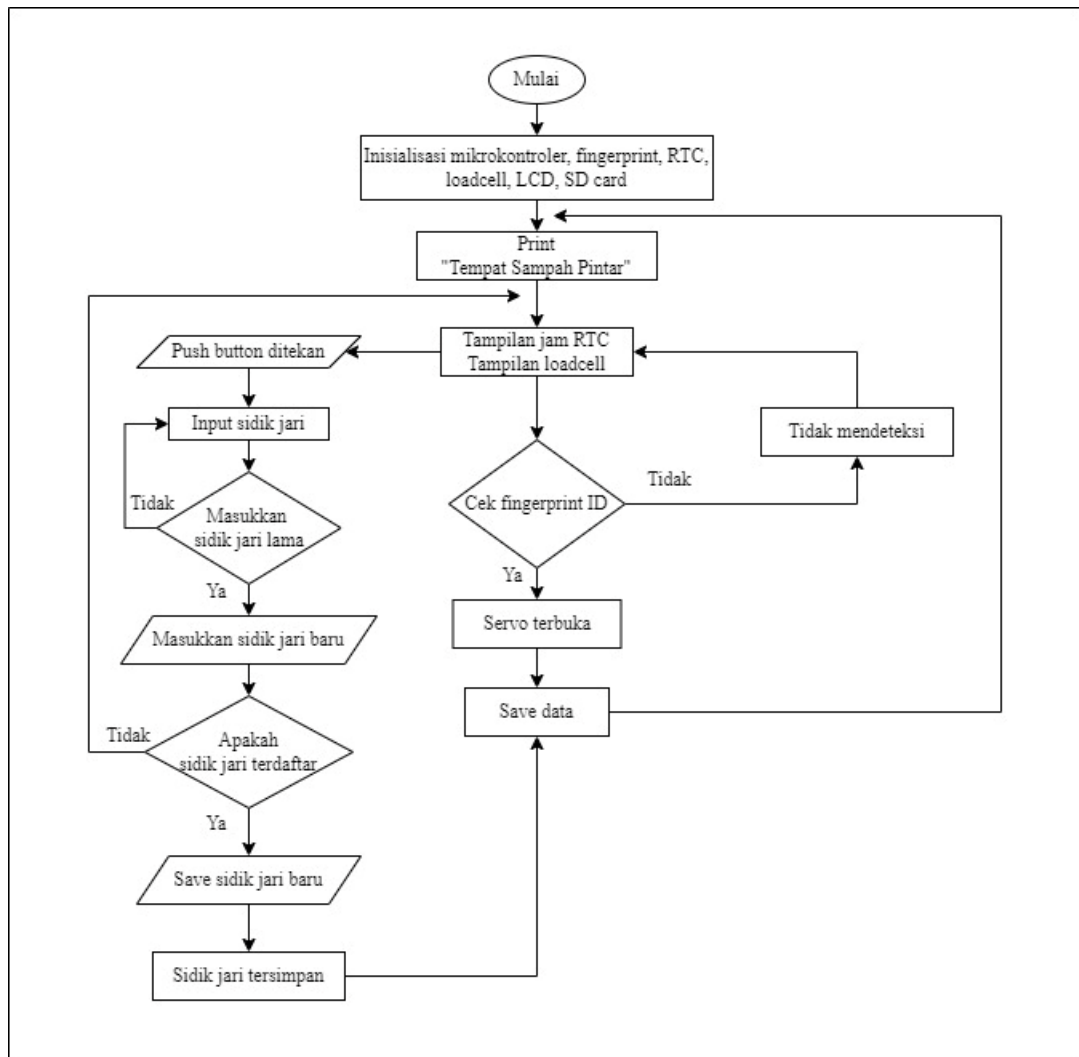
2.3 Perancangan Hardware

Gambar 3 menunjukkan rancangan hardware dari sistem alat dengan menggunakan beberapa komponen antara lain mikrokontroller ESP32, sensor *fingerprint*, sensor *loadcell*, sensor RTC (*Real Time Clock*), *push button*, motor sevo, modul SD card, *stepdown*, dan LCD (*Liquid Crystal Display*).

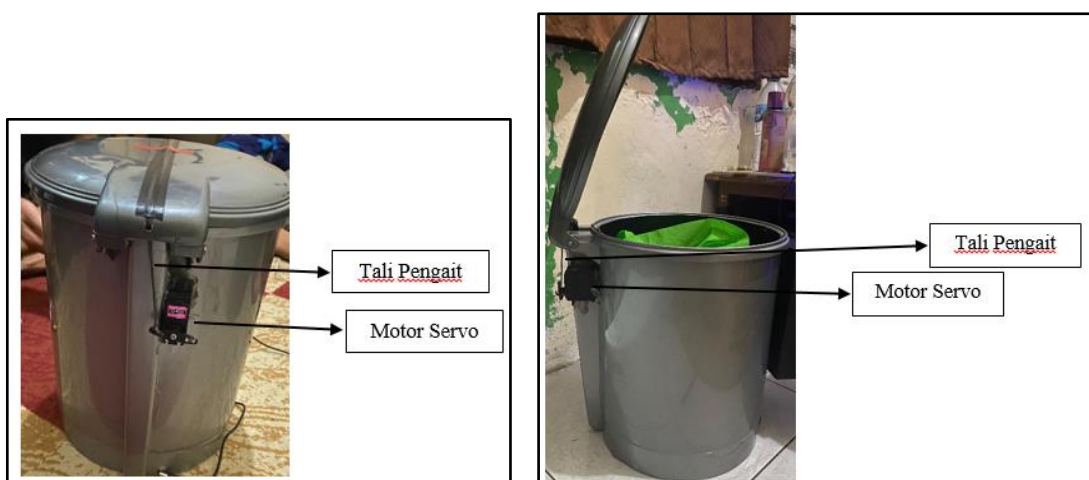


Gambar 3. Rancangan *Hardware*

Gambar 3 rancangan *hardware* pada tempat sampah otomatis ini menggunakan mikrokontroler ESP32. Rancangan *hardware* sistem tempat sampah otomatis ini menggunakan *power supply* 12 V sebagai sumber utama sistem yang dihubungkan dengan *stepdown*. *Push button* pada sistem ini berfungsi untuk menambahkan sidik jari akses pengguna yang baru. Pada sistem ini juga menggunakan beberapa sensor, seperti sensor *fingerprint* sebagai inputan untuk mengakses tempat sampah. Motor servo sebagai penggerak untuk membuka tutup tempat sampah saat mendapat inputan dari *fingerprint*. Sensor *loadcell* sebagai pendeteksi tekanan atau berat sampah yang dihasilkan. Sensor RTC (*Real Time Clock*) berfungsi untuk menampilkan data waktu jam, menit, dan detik. Terdapat LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi untuk menampilkan data *output* dari sensor *fingerprint*, *loadcell* dan RTC. Kemudian terdapat modul *SD card* yang akan menyimpan data pada *memory card*.



Gambar 4. Flowchart Sistem Alat

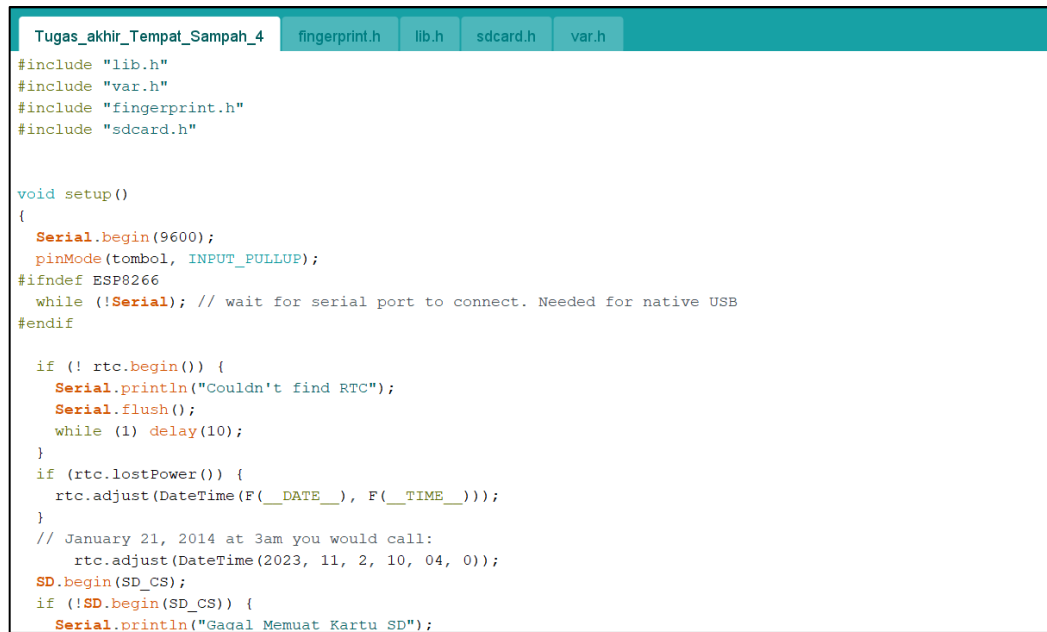


Gambar 5. Konstruksi membuka dan menutup tempat sampah

Gambar 5 merupakan konstruksi pada saat tempat sampah dalam keadaan terbuka dan tertutup. Ketika sensor *fingerprint* mendapat *input* maka motor servo akan bergerak dan menarik tali pengait yang berfungsi untuk membuka tempat sampah dan motor servo bergerak kembali untuk menutup tempat sampah.

2.4 Perancangan Software

Gambar 6 menunjukkan gambar program pada arduino.



```
Tugas_akhir_Tempat_Sampah_4  fingerprint.h  lib.h  sdcard.h  var.h
#include "lib.h"
#include "var.h"
#include "fingerprint.h"
#include "sdcard.h"

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(tombol, INPUT_PULLUP);
  #ifndef ESP8266
    while (!Serial); // wait for serial port to connect. Needed for native USB
  #endif

  if (!rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
    Serial.flush();
    while (1) delay(10);
  }
  if (rtc.lostPower()) {
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
  }
  // January 21, 2014 at 3am you would call:
  rtc.adjust(DateTime(2023, 11, 2, 10, 04, 0));
  SD.begin(SD_CS);
  if (!SD.begin(SD_CS)) {
    Serial.println("Gagal Memuat Kartu SD");
  }
}
```

Gambar 6. Script Program Tempat Sampah Otomatis

Gambar 6 pemrograman pada perancangan alat ini menggunakan *software* Arduino IDE yang berfungsi untuk menyisipkan program-program perintah pada mikrokontroler. Mikrokontroler ESP 32 disini digunakan sebagai kendali dari sensor dan *actuator* yang digunakan. Pada program diatas merupakan sebagian kecil program dari tempat sampah otomatis. Program *#include* di atas berfungsi sebagai *library* di mana *library* yang digunakan yaitu *LCD Liquid Crystal I2C*, *Hx7111*, *SD Card*, *Fingerprint*, *Real Time Clock* dan *Servo*. Program *void setup()* berfungsi sebagai lembar pengaktifan dan kendali awal pada pemrograman di mana di *void setup* biasanya untuk setting pin, pengaktifan *library* dan kendali logika awal pada *actuator* maupun sensor, *void loop* pada gambar di atas berfungsi sebagai program utama atau di mana cara kerja dari *void loop* adalah *looping* berulang ulang sampai dengan perintah terakhir. Untuk program sensor *HX7111* harus menggunakan kalibrasi awal terlebih dahulu dengan mencari *scale* atau berat awal diperhitungan dimana pada sensor

loadcell mencari berat awal dengan cara pengkalibrasian pada program dengan menggunakan acuan berat dari barang awal sehingga didapatkan nilai *scale* untuk acuan dari berat beban dan sensor diaktifkan pada void setup dengan perintah *scale.begin*. untuk program yang lainnya tidak menggunakan kalibrasi hanya saja untuk program fingerprint menggunakan scanning terlebih dahulu untuk menyimpan data sidik jari dari pengguna dengan menyimpannya di ID pada *memory fingerprint*. Batas maksimal ID dari *fingerprint* ini adalah 200 ID dengan ketentuan 2 kali proses scanning.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hardware Alat

Gambar 7 menunjukkan komponen utama yang digunakan pada tempat sampah.



Gambar 7. Konstruksi Tempat Sampah

Gambar 7 merupakan komponen dari alat sistem tempat sampah menggunakan mikrokontroler ESP32. Terdapat tempat sampah terdapat alat sistem pada bagian depan serta terdapat tampilan awal alat sistem yang ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Beberapa komponen alat sistem yang terdiri dari *stepdown* sebagai penurun tegangan, mikrokontroler ESP32, sensor *fingerprint* pada bagian samping, *push button* yang berfungsi untuk menambahkan sidik jari, sensor RTC (*Real Time Clock*) untuk menampilkan tanggal dan waktu, LCD (*Liquid Crystal Display*) untuk menampilkan outputan berat sampah, ID pengguna serta tanggal dan waktu. Terdapat modul *SD Card* untuk mengolah data dan disimpan pada *memory card*.

3.2 Hasil Pengujian

3.2.1 Pengujian Sidik Jari

Proses pengujian sidik jari menggunakan sidik jari jempol pada setiap ID pengguna. Pada pengujian sidik jari saat jari basah dan kotor sensor tidak dapat mendeteksi sidik jari pengguna. Pengujian dengan menggunakan jari selain jari jempol sensor tidak dapat mendeteksi kecuali pada saat menambahkan sidik jari pengguna menggunakan sidik jari pada jari yang lain.



(a)

Sidik jari terdaftar



(b)

sidik jari tidak terdaftar

Gambar 8. Pengujian Sidik Jari

Gambar 8 merupakan pengujian sidik jari sebagai akses untuk membuka tempat sampah. Pada gambar 8 (a) jika sidik jari terdaftar maka tutup tempat sampah akan terbuka dan tampilan pada LCD “MEMBUKA TEMPAT SAMPAH” sedangkan pada gambar 8 (b) jika sidik jari tidak terdaftar maka tutup tempat sampah tidak akan terbuka dan tampilan pada LCD “SIDIK JARI TIDAK DIKENAL”.

3.2.2 Pengujian Berat Sampah Pengguna

3.2.2.1 Pengujian Sensor Loadcell

Pengujian ini digunakan untuk membandingkan hasil dari sensor *loadcell* dengan hasil dari pembacaan alat ukur timbangan manual.



(a) Pengukuran timbangan manual

(b) Pengukuran sensor *loadcell*

Gambar 9. Pengujian sensor *loadcell* dan timbangan manual

Gambar 9 merupakan pengujian sensor *loadcell* dan timbangan manual. Pada gambar 9 (a) merupakan pengukuran timbangan manual yang menunjukkan nilai berat sebenarnya sedangkan gambar 9 (b) merupakan pengukuran sensor *loadcell* yang nilai beratnya masih belum akurat. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui keakuratan data pada sensor *loadcell* yang perbandingannya berbeda dengan alat ukur timbangan

manual. Tabel 1 menunjukkan rata-rata nilai akurasi dan nilai tingkat *error* pada sensor *loadcell*.

Rumus 1 menunjukkan nilai akurasi

$$Akurasi = 100\% - \text{nilai rata - rata error} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana nilai error diperoleh dari rumus 2 :

$$\text{Nilai rata - rata error} = \frac{\text{nilai sensor}-\text{nilai alat ukur}}{\text{nilai alat ukur}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 1. Rata-rata akurasi dan tingkat *error* pengukuran pada sensor *loadcell*

ID Pengguna	Nilai <i>Loadcell</i> (gram)	Nilai Timbangan (gram)	<i>Error</i> (%)	Nilai Akurasi (%)
1	396	410	3,4	96,6
2	607	630	3,6	96,4
3	612	635	3,6	96,4
Rata-rata			3,53	96,47

Tabel 1 merupakan pengujian rata-rata nilai akurasi dan tingkat *error* dari sensor *loadcell*. Pada ID pengguna 1 rata-rata nilai akurasi 96,6% dan *error* 3,4%. Pada ID pengguna 2 rata-rata nilai akurasi 96,4% dan *error* 3,6%. Pada ID pengguna 3 rata-rata nilai akurasi 96,4% dan *error* 3,6%. Rata-rata dari keseluruhan pada pengukuran sensor *loadcell* di dapatkan hasil rata-rata nilai akurasi sebesar 96,47% dan rata-rata nilai *error* sebesar 3,53%. Pada penelitian ini perlu pengkalibrasian sensor pada program sehingga pengukuran data dapat lebih akurat.

3.2.2.2 Pengujian Akses Pengguna

Gambar 9 menunjukkan tampilan pengujian akses ID pengguna pada LCD



(a)
Tampilan ID Pengguna 1



(b)
Tampilan ID Pengguna 2



(c)

Tampilan ID Pengguna 3

Gambar 9. Pengujian Akses ID Pengguna

Gambar 9 menggambarkan ID akses pengguna pada tempat sampah. Pada gambar 9 (a) merupakan ID pengguna 1 pada LCD menampilkan berat sampah yang dibuang sebanyak 122 gram. Pada gambar 9 (b) merupakan ID pengguna 2 pada LCD menampilkan berat sampah yang dibuang sebanyak 92 gram. Pada gambar 9 (c) merupakan ID pengguna 3 pada LCD menampilkan berat sampah yang dibuang sebanyak 71 gram.

Tabel 2. Pengujian Tempat Sampah Hari Pertama

No.	Tanggal	Waktu (WIB)	Berat Sampah (gr)	ID Pengguna
1	2023-11-02	10:04:44	46	3
2	2023-11-02	14:32:11	95	2
3	2023-11-02	17:20:20	54	1
4	2023-11-02	20:05:45	102	3

Tabel 2 merupakan hasil pengujian tempat sampah pada hari pertama. Tabel terdiri dari tanggal pengujian, waktu pengujian, berat sampah yang dihasilkan dalam bentuk satuan gram, dan terdapat ID akses pengguna. Pada pukul 10:04:44 berat sampah yang dihasilkan 46 gram oleh ID pengguna 3. Pada pukul 14:32:11 berat sampah yang dihasilkan 95 gram oleh ID pengguna 2. Pada pukul 17:20:20 berat sampah yang dihasilkan 54 gram oleh ID pengguna 1. Pada pukul 20:05:45 berat sampah yang dihasilkan 102 gram oleh ID pengguna 3.

Tabel 3. Pengujian Tempat Sampah Hari Kedua

No.	Tanggal	Waktu (WIB)	Berat Sampah (gr)	ID Pengguna
1	2023-11-03	08:15:35	79	1

2	2023-11-03	10:42:50	142	3
3	2023-11-03	11:15:32	50	2
4	2023-11-03	18:55:05	89	1
5	2023-11-03	19:30:20	125	2

Tabel 3 merupakan hasil pengujian tempat sampah hari kedua. Tabel terdapat tanggal pengujian, waktu pengujian, berat sampah yang dihasilkan dalam satuan gram, dan ID akses pengguna. Pada pukul 08:15:35 berat sampah yang dihasilkan 79 gram oleh ID pengguna 1. Pada pukul 10:42:50 berat sampah yang dihasilkan 142 gram oleh ID pengguna 3. Pada pukul 11:15:32 berat sampah yang dihasilkan 50 gram oleh ID pengguna 2. Pada pukul 18:55:05 berat sampah yang dihasilkan 89 gram oleh ID pengguna 1. Pada pukul 19:30:20 berat sampah yang dihasilkan 125 gram oleh ID pengguna 2.

Tabel 4. Pengujian Tempat Sampah Hari Ketiga

No.	Tanggal	Waktu (WIB)	Berat Sampah (gr)	ID Pengguna
1	2023-11-04	07:01:03	168	2
2	2023-11-04	07:20:46	130	1
3	2023-11-04	09:40:17	95	3

Tabel 4 merupakan hasil pengujian tempat sampah hari ketiga. Tabel terdapat tanggal pengujian, waktu pengujian, berat sampah yang dihasilkan dalam satuan gram, dan ID akses pengguna. Pada pukul 07:01:03 berat sampah yang dihasilkan 168 gram oleh ID pengguna 2. Pada pukul 07:20:46 berat sampah yang dihasilkan 130 gram oleh ID pengguna 1. Pada pukul 09:40:17 berat sampah yang dihasilkan 95 gram oleh ID pengguna 3.

Tabel 5. Pengujian Tempat Sampah Hari Keempat

No.	Tanggal	Waktu (WIB)	Berat Sampah (gr)	ID Pengguna
1	2023-11-05	10:30:11	175	3
2	2023-11-05	13:30:01	110	1
3	2023-11-05	15:37:15	196	2

4	2023-11-05	18:10:20	210	3
---	------------	----------	-----	---

Tabel 5 merupakan hasil pengujian tempat sampah hari keempat. Tabel terdiri dari tanggal pengujian, waktu pengujian, berat sampah yang dihasilkan dalam bentuk satuan gram, dan ID akses pengguna. Pada pukul 10:30:11 berat sampah yang dihasilkan 175 gram oleh ID pengguna 3. Pada pukul 13:30:01 berat sampah yang dihasilkan 110 gram oleh ID pengguna 1. Pada pukul 15:37:15 berat sampah yang dihasilkan 196 gram oleh ID pengguna 2. Pada pukul 18:10:20 berat sampah yang dihasilkan 210 gram oleh ID pengguna 3.

Tabel 6. Pengujian Tempat Sampah Hari Kelima

No.	Tanggal	Waktu (WIB)	Berat Sampah (gr)	ID Pengguna
1	2023-11-06	09:25:45	200	3
2	2023-11-06	12:28:46	78	2
3	2023-11-06	15:05:00	65	1
4	2023-11-06	18:10:20	150	3
5	2023-11-06	18:30:11	250	1

Tabel 6 merupakan hasil pengujian tempat sampah hari kelima. Tabel terdiri dari tanggal pengujian, waktu pengujian, berat sampah yang dihasilkan dalam bentuk satuan gram. Pada pukul 09:25:45 berat sampah yang dihasilkan 200 gram oleh ID pengguna 3. Pada pukul 12:28:46 berat sampah yang dihasilkan 78 gram oleh ID pengguna 2. Pada pukul 15:05:00 berat sampah yang dihasilkan 65 gram oleh ID pengguna 1. Pada pukul 18:10:20 berat sampah yang dihasilkan 150 gram oleh ID pengguna 3. Pada pukul 18:30:11 berat sampah yang dihasilkan 250 gram oleh ID pengguna 1.

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian pada tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa : Perancangan alat ini menggunakan *supply* daya berupa *power supply* 12 V yang digunakan sebagai pemberi tegangan pada mikrokontroler ESP32. Alat ini sudah berjalan dengan cukup baik meskipun pembacaan pada sensor *loadcell* memiliki akurasi yang kurang bagus. Pada akses membuka tempat sampah menggunakan sensor *fingerprint* apabila sidik jari tidak terdaftar maka tempat sampah tidak akan terbuka. Pengujian alat ini dilakukan pada 5 hari berturut – turut dengan ID pengguna dan berat yang berbeda-beda juga.

PERSANTUNAN

Puji syukur kehadiran Allat SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa juga penulis berterimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu dan mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir diantaranya :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta memberikan kesehatan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dwi Indraswari selaku penulis yang sudah mau dan mampu menyelesaikan tugas akhir ini meskipun banyak sekali masalah dan rintangan hidup yang dihadapi selama ini. Terimakasih untuk tetap kuat dalam menghadapi dan menjalani kehidupan yang mungkin tidak sesuai dengan rencana.
3. Kedua orang tua penulis bapak Mardiono dan ibu Ponisem yang selalu mendoakan, mendukung serta menyayangi dan selalu berusaha memberikan semua yang penulis butuhkan baik secara materi maupun nonmateri hingga bisa berada di titik ini. Terimakasih atas seluruh kepercayaan yang diberikan atas izin merantau dari kalian dan kepercayaan untuk menikmati kehidupan penulis tanpa adanya larangan-larangan yang mengekang lagi.
4. Bapak Heru Supriyono, S.T.,M.Sc.Ph.D selaku dosen pembimbing yang selalu meluangkan waktunya, memberi arahan serta kritik dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
5. Arum Rahmadani dan Tri Hastuti selaku saudara penulis yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis dan selalu memberikan semangat serta

membersamai penulis untuk tetap bisa menjalani kehidupan penulis meskipun tidak semua berjalan sesuai dengan rencana penulis.

6. Kepada teman-teman Teknik Elektro angkatan 2019 dan terkhusus Lubna, Farah, Azmi, dan sobat kontrakan yang telah menemani dan membantu penulis dari mahasiswa baru sampai semester akhir hingga penyelesaian tugas akhir ini.
7. Pihak yang tidak bisa penulis sebutkan, terimakasih karena telah menjadi semangat penulis meskipun pada akhirnya tidak membersamai penulis lagi di masa semester akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alendra Yusiyaka, R., Dwi Yanti, A., Masyarakat, P., Ibn Khaldun Bogor, U., & Soleh Iskandar Km, J. K. (2021). Ecobrick: Solusi Cerdas Dan Praktis Untuk Pengelolaan Sampah Plastik. *Learning Community : Jurnal Pendidikan Luar Sekolah*, 5(2), 68–74. <https://doi.org/10.19184/JLC.V5I2.30819>
- Dita, P. E. S., Fahrezi, A. Al, Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroller Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 121–135. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v2i1.111>
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32. 17(2), 2721–9100.
- Jawab, P., Sekolah Tinggi Elektronika, K., Penelitian -Sekolah Tinggi Elektronika, P., & Jl, K. (2019). ANALISIS PEMAKAIAN SENSOR LOADCELL DALAM PERHITUNGAN BERAT BENDA PADAT DAN CAIR BERBASIS MICROCONTROLLER. *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 12(1), 1–5. <https://doi.org/10.51903/ELKOM.V12I1.102>
- Lestari, M. A., Santoso, M. B., Mulyana, N., Studi, P., Sosial, K., Sosial, I., Politik, I., Padjadjaran, U., Csr, P. S., Sosial, K., & Masyarakat, P. (2020). PENERAPAN TEKNIK PARTICIPATORY RURAL APPRAISAL (PRA) DALAM MENANGANI PERMASALAHAN SAMPAH. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (JPPM)*, 1(1), 55–61. <https://doi.org/10.24198/JPPM.V1I1.30953>
- Sanjaya, H., Daulay, N. K., Trianto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(2), 451–455. <https://doi.org/10.30865/JURIKOM.V9I2.4058>
- Vetricha Wulandari, E. W. (2020). Automated Trash Sorting Design Based Microcontroller Arduino Mega 2560 with LCD Display and Sound Notification. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012054>

WAHYUDI, W., RAHMAN, A., & NAWAWI, M. (2018). Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 5(2), 207. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v5i2.207>