

# Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Di Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan Dan Kebun Raya-Lipi

Yuli Febryanti <sup>#1</sup>, Fahrudin Mukti Wibowo <sup>\*2</sup>, Anggi Zafia <sup>#3</sup>

# Teknik Informatika<sup>1,2,3</sup>, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
JL. D.I Panjaitan 128 Purwokerto, Jawa Tengah

<sup>1</sup> 17102168@ittelkom-pwt.ac.id

<sup>2</sup> fahrudin@ittelkom-pwt.ac.id

<sup>3</sup> zafia@ittelkom-pwt.ac.id

accepted on 30-01-2022

## Abstract

Kebun Raya Bogor sebagai sebuah kawasan konservasi tumbuhan dan juga dikenal sebagai salah satu tujuan wisata di Kota Bogor, tidak lepas dari masalah pengelolaan sampah. Saat ini, pengelolaan sampah dilakukan secara internal di dalam kawasan Kebun Raya Bogor. Namun, sistem pengelolaan sampah masih terdapat kekurangan yaitu belum adanya informasi kepada petugas kebersihan ketika tempat sampah sudah penuh sehingga sampah menjadi menumpuk. Dengan adanya penelitian ini, dibuatlah rancang bangun alat monitoring tempat sampah menggunakan NodeMcu di area Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - LIPI. Alat yang dibuat terdiri dari sensor *ultrasonic* dan sensor *Load Cell* untuk mendeteksi kapasitas dan berat pada sampah. Data sensing kemudian dikirim ke *Firebase* dan dimonitoring menggunakan aplikasi android. Dari hasil pengujian rancang bangun sistem ini menghasilkan nilai rata-rata *error* pada sensor jarak tempat sampah pertama sebesar 8.95% dengan tingkat akurasi 91,05% dan pada tempat sampah kedua dengan *error* 10.66% dan tingkat akurasi 89,34% serta pada *Load Cell* tempat sampah pertama didapat hasil nilai *error* 3.98% dengan tingkat akurasi sensor 96.02%, dan tempat sampah kedua didapat hasil nilai *error* 4.56% dengan tingkat akurasi sensor 95.44%.

**Keywords:** ESP8266, Kebun Raya, NodeMcu, Sampah

## I. INTRODUCTION

**S**ampah merupakan sisa dari hasil produksi industri maupun rumah tangga yang sudah tidak terpakai oleh makhluk hidup dan menjadi benda buangan. Sesuatu yang dihasilkan dari hewan, tumbuhan, bahkan manusia. Tidak sedikit sisa material tersebut membuat terjadinya pencemaran lingkungan.[1] Pencemaran lingkungan yang di timbulkan oleh sampah adalah pencemaran air, tanah dan sungai, pencemaran udara perkotaan, kontaminasi tanah oleh sampah, hujan asam, perubahan iklim global, penipisan lapisan ozon, kontaminasi zat radioaktif, dan sebagainya.[2]

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya LIPI-Bogor, merupakan kebun raya dengan luas 47 hektar, terletak pada tengah-tengah kota Bogor, dan menjadi paru-paru kota Bogor. Didirikan pada tanggal 18 Mei 1817 pelaksanaannya dipimpin oleh Reinwardt, dibantu oleh James Hooper dan W. Kent. Diresmikan

oleh Gubernur Jenderal G.A.G.P. van der Capellen.[3] Kebun Raya Bogor, sebagai sebuah kawasan konservasi tumbuhan dan juga dikenal sebagai salah satu tujuan wisata di Kota Bogor, tidak lepas dari masalah pengelolaan sampah. Saat ini, pengelolaan sampah yang dilakukan secara internal di dalam kawasan Kebun Raya Bogor. Kegiatan yang terkait dengan pelayanan publik dan kebersihan kawasan dikerjasamakan dengan pihak mitra yaitu PT. Mitra Natura Raya. Sampah yg dihasilkan oleh tumbuhan berupa sampah organik diolah menjadi kompos, sedangkan sampah nonorganik dipilah kemudian dibuang ke TPA bekerjasama dengan Dinas Kebersihan Kota Bogor. Pada hasil wawancara kepada pihak LIPI menyebutkan Kebun Raya LIPI Mempunyai 218 tempat sampah, berada di jalan utama dan berada di jalan setapak/ tersier.

Permasalahan yang dihadapi Kebun Raya saat ini yaitu sulitnya akses dalam memonitoring sampah pada area jalan setapak. Besarnya mobil truk pengangkut sampah yang menyebabkan tidak bisa masuk ke area jalan setapak, hanya motor rodadiga dengan bak terbuka yang bisa masuk ke area tersebut. Kurang efisiennya waktu dalam memonitor penuh tidaknya sampah pada tempat sampah.

Sehubungan dengan masalah tersebut penulis membuat rancangbangun alat *monitoring* tempat sampah dengan menggunakan *NodeMcu* di area Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - LIPI. *NodeMcu* sangat cocok digunakan, karena mendukung wifi dengan otentikasi password WPA/WPA2, mudah digunakan serta tidak perlu menggunakan modul tambahan. *NodeMcu* merupakan modul turunan pengembangan dari modul *platform* IoT (Internet of Things) keluarga *ESP8266* tipe *ESP-12*, bersifat *opensource* terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 buatan *Espressif System*, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting *Lua*.[4] sehingga data dapat terkirim dan dapat di akses melalui aplikasi pada *Smartphone android*.

Hal ini dapat membantu petugas kebersihan mengetahui lokasi tempat sampah yang penuh di Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI. Menggunakan aplikasi di *Smartphone android*, petugas kebersihan tidak perlu berpatroli mengelilingi untuk mengangkut sampah. Diharapkan dengan menggunakan sistem *monitoring* tempat sampah ini dapat mengatasi berbagai permasalahan persampahan serta meningkatkan kenyamanan tempat wisata umum dan memotivasi lebih banyak masyarakat untuk buang sampah pada tempatnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut beberapa dasar teori yang terkait dalam penelitian ini sebagai referensi ;

### 2.1 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit.[4]

Jantung dari NodeMCU adalah ESP8266 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur – fitur yang dimiliki NodeMCU akan kurang lebih sama ESP-12 (juga ESP-12E untuk NodeMCU v.2 dan v.3) kecuali NodeMCU telah dibungkus oleh API sendiri yang dibangun berdasarkan bahasa pemrograman eLua, yang kurang lebih cukup mirip dengan javascript.[4]

### 2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu.[5]

### 2.3 App Inventor

App Inventor adalah platform untuk membuat aplikasi Android tanpa bahasa pemrograman, awal mulanya di kembangkan oleh Google, namun sekarang telah di kelola oleh Massachusetts Institute of Technology atau yang di sebut juga MIT.[6]

#### 2.4 Sensor Berat (Load Cell)

Loadcell adalah sensor yang menghasilkan sinyal listrik dimana besarnya sinyal sebanding dengan berat yang diukur. untuk rangkaiannya tersedia dalam bentuk 4 jembatan (full bridge) dan 2 jembatan (half bridge). Ada beberapa jenis loadcell, yaitu :[7]

1. resistansi ketegangan bahan (strain gauge)
2. piezoelectric
3. hidrolis
4. pneumatic

Strain gauge adalah sensor yang mengukur berbagai tekanan yang diterima. Strain gauge merubah kekuatan tekanan, ketegangan, berat dan lain-lain, ke dalam bentuk tahanan elektrik yang dapat diukur.[8]

#### 2.5 RTC

RTC / Real-Time Clock adalah jam bertenaga baterai yang termasuk dalam sebuah microchip pada Motherboard komputer yang biasanya terpisah dari mikroprosesor serta chip lainnya, dan sering disebut sebagai “CMOS” (Complementary Metal-Oxide Semiconductor). CMOS merupakan memori kecil yang terdapat pada microchip RTC yang menyimpan deskripsi sebuah sistem atau nilai set (pengaturan), termasuk nilai current-time (waktu saat ini). [9]

#### 2.6 Smartphone Android

Telepon pintar (Smartphone) merupakan telepon genggam yang mempunyai kemampuan tingkat tinggi, terkadang juga mempunyai fungsi yang menyerupai komputer. Bagi beberapa orang, Smartphone merupakan telepon yang dapat bekerja dengan seluruh software sistem operasi yang menyediakan hubungan standar dan dasar bagi pengembang aplikasi. Bagi yang lainnya, telepon pintar hanyalah sebuah telepon yang memiliki fitur canggih seperti surat elektronik, internet dan kemampuan membaca buku elektronik (e-book) dan konektor VGA. Dengan makna, Smartphone merupakan komputer mini yang memiliki kapabilitas sebuah telepon. Pertumbuhan permintaan akan alat canggih yang mudah dibawa kemana-mana membuat kemajuan besar dalam sistem operasi, prosesor, memori, dan layar yang diluar dari jalur telepon genggam sejak beberapa tahun ini[10] dan untuk smartphone cukup mudah dalam melakukan uji penetrasi terhadap aplikasi seluler (android/iOS/windows) otomatis yang mampu melakukan analisis statis, dinamis, dan malware. MobSF digunakan untuk analisis keamanan yang efektif dan cepat dari aplikasi seluler dan mendukung kedua binari (Android Package Kit (APK), iPhone Application (IPA) & APPX yang merupakan format file windows store) dan kode sumber zip [15].

#### 2.7 Arduino IDE

Sebuah software untuk memprogram mikrokontroler. Arduino IDE terbentuk dalam dua kata : arduino dan IDE, IDE sendiri kepanjangan dari Integrated Development Environment dapat diartikan sebagai lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Didalam arduino terdapat IC mikrokontroler yang sudah ditanam program yang bernama Bootloader. Fungsi dari bootloader tersebut adalah untuk menjadi penengah antara compiler arduino dan mikrokontroler. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan library C/C++ (wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah[11]

#### 2.8 HX711

HX711 biasanya digunakan pada bidang aerospace, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan.[12]

#### 2.9 Perhitungan Kapasitas

Perhitungan kapasitas adalah nilai jarak sesungguhnya di kurang dengan pe, bacaan sensor di bagi dengan jarak sesungguhnya dikali 100%. [13]

Berdasarkan pernyataan tersebut, diketahui rumus perhitungannya sebagai berikut :

$$\frac{24 - \text{pembacaan sensor}}{24} \times 100\% \quad (1)$$

### 2.10 Perhitungan Kesalahan /Error

Persen kesalahan adalah perbedaan antara nilai terukur atau eksperimen dan nilai yang diterima atau diketahui, dibagi dengan nilai yang diketahui, dikalikan dengan 100%. [14]

Berdasarkan pernyataan tersebut, diketahui rumus error :

$$\frac{\text{Nilai diketahui} - \text{Nilai diterima}}{\text{Nilai di ketahui}} \times 100\% \quad (2)$$

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah sampah organik dan anorganik sebagai masukan, dan notifikasi berupa gambar dan teks sebagai keluaran. Notifikasi pada penelitian ini berupa teks yang dapat memberitahukan tentang keadaan tempat sampah pada saat itu, berisikan kapasitas dengan satuan persen dan berat dengan satuan gram.

### 3.2 Objek Penelitian

Objek yang dilakukan pada penelitian ini adalah sistem monitoring sampah, dengan menggunakan mikrokontroler NodeMcu, Sensor Ultrasonik, serta Sensor Berat/ Load Cell.

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa software dan hardware yang dilengkapi dengan perangkat keras dan perangkat lunak pendukung. Sedangkan bahan yang akan di teliti adalah hasil dari monitoring sampah yang diperoleh dari notifikasi pada aplikasi Smart trash.

#### 3.3.1 Hardware

1. NodeMcu8266
2. Sensor Ultrasonik HC-SR04
3. Sensor Berat / Load Cell 10kg
4. RTC
5. Laptop Asus X4551
6. Smartphone Android Realme 5 Pro
7. HX711

#### 3.3.2 Software

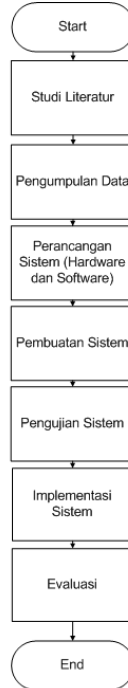
1. Arduino IDE
2. MIT App Inventor
3. Firebase

### 3.4 Diagram Alur Penelitian

Perancangan suatu penelitian dilakukan dalam berbagai tahap yaitu dimulai dari pencarian studi literatur, melakukan pengumpulan data, melakukan perancangan sistem, melakukan pembuatan sistem, melakukan pengujian sistem, implementasi sistem, dan yang terakhir adalah evaluasi. Dalam sebuah perancangan suatu penelitian diperlukan adanya alur penelitian agar dalam melakukan perancangan dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah disusun seperti diatas. Salah satu bentuk dari alur penelitian adalah flowchart, jika dilihat secara singkat flowchart dapat menjelaskan proses perancangan pada penelitian yang akan dibuat seperti pada gambar 1.

Sesuai dengan flow chart alur penelitian pada gambar 1 dimulai dari pencarian studi literatur yang dilakukan dengan mencari data dari buku, website, jurnal yang nantinya akan menjadi referensi penulis dalam melakukan penelitian serta melakukan observasi langsung di pusat penelitian konservasi tumbuhan dan kebun raya – LIPI Bogor. Pada blok diagram perancangan sistem merupakan proses pengumpulan alat dan bahan dan proses pembuatan sistem, pengumpulan alat dan bahan yang terdiri dari perangkat NodeMcu8266 yang akan menjadi pengolah data masukan dari sensor jarak HC-SR04 dan sensor berat/ Load Cell, sensor jarak HC-SR04 dan sensor berat/ Load Cell yang digunakan sekaligus sebagai data masukkan untuk

NodeMcu8266. Pada proses pembuatan sistem, aplikasi yang digunakan pada perancangan Tugas Akhir ini dengan menggunakan MIT App Inventor secara online yang menampilkan kondisi tempat sampah yang dikirim dari Firebase. Setelah perancangan hardware dan software untuk tiap-tiap perangkat maka selanjutnya adalah melakukan pengujian menggunakan parameter apabila pada pengujian tersebut sesuai dengan parameter maka akan langsung dibuat hasil data berdasarkan pada pengujian tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Studi Literatur

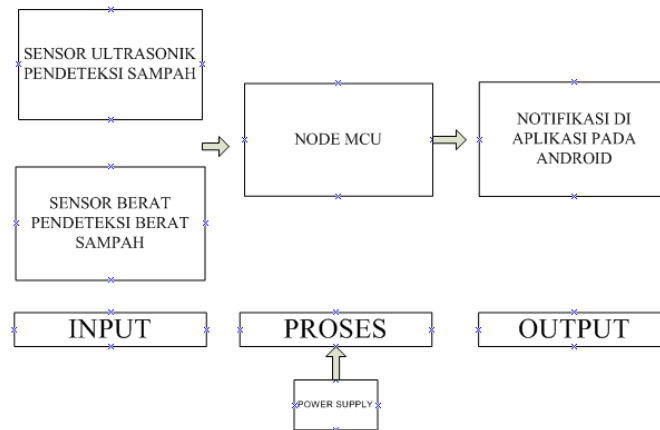
Pada penelitian ini di mulai dengan mencari data seperti buku, website, jurnal, dan melakukan observasi langsung di pusat penelitian konservasi tumbuhan dan kebun raya – LIPI Bogor yang nantinya akan menjadi referensi penulis dalam melakukan penelitian, selain itu penulis mengkaji teori dari perancangan sebelumnya.

### 3.6 Pengumpulan Data

Pada proses ini peneliti mengumpulkan data baik dari internet maupun bertanya langsung kepada pihak Kebun Raya - LIPI. Penulis mendapatkan data penjelasan profil Kebun Raya – LIPI melalui website Kebun Raya – LIPI Bogor, sedangkan data jadwal pengangkutan sampah, penyebaran tempat sampah dan persentase banyaknya hasil sampah pada tahun 2018 didapatkan secara bertanya langsung dengan pihak Kebun Raya – LIPI.

### 3.7 Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini perangkat yang digunakan meliputi peralatan perangkat keras untuk perancangan prototype dan perangkat lunak. Sesuai dengan diagram alur sistem pada gambar 2, sensor ultrasonic dan sensor berat berfungsi untuk mendeteksi kondisi tempat sampah, NodeMcu mengirim data dengan konektivitas WiFi yang digunakan. Firebase digunakan sebagai pengolah data masukkan dari NodeMcu yang nantinya akan mengirimkan notifikasi berupa kondisi tempat sampah pada aplikasi berbasis Android yang penulis rancang menggunakan MIT App Inventor. Aplikasi yang penulis rancang dapat menampilkan hasil pendeteksian sensor jarak dan sensor berat, data akan diterima pada platform database Firebase untuk diteruskan ke aplikasi android.



Gambar 2. Diagram alur sistem

### 3.7.1 Perancangan Rangkaian Input

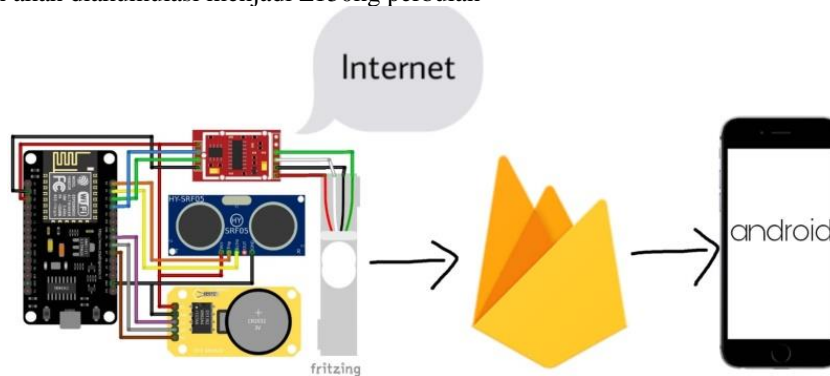
Rangkaian Input terdiri dari 2 buah sensor yaitu sensor ultrasonik yang diletakkan di dalam tempat sampah dan sensor berat yang di letakan di luar tempat sampah. Sensor berat digunakan untuk menghitung berat ketika ada sampah masuk, sensor ultrasonik digunakan untuk membaca kondisi didalam tempat sampah apakah penuh atau belum.

### 3.7.1 Perancangan Rangkaian Proses

Setelah input di proses dan masuk, NodeMcu akan mengolah input yang masuk, kemudian sistem akan mengirimkan notifikasi berupa tampilan gambar dan teks kepada petugas kebersihan menggunakan aplikasi pada Smartphone android bahwa sampah sudah terisi.

### 3.7.1 Perancangan Rangkaian Output

Output dari sistem ini adalah notifikasi berupa tampilan gambar dan teks pada aplikasi di Smartphone android yang akan di terima oleh petugas kebersihan, berisi hasil dari pembacaan sensor jarak dan sensor berat, sensor jarak akan mengirimkan notifikasi jika sampah telah di masukan ke tempat sampah. Berat per tempat sampah akan diakumulasi menjadi  $\pm 150\text{kg}$  perbulan

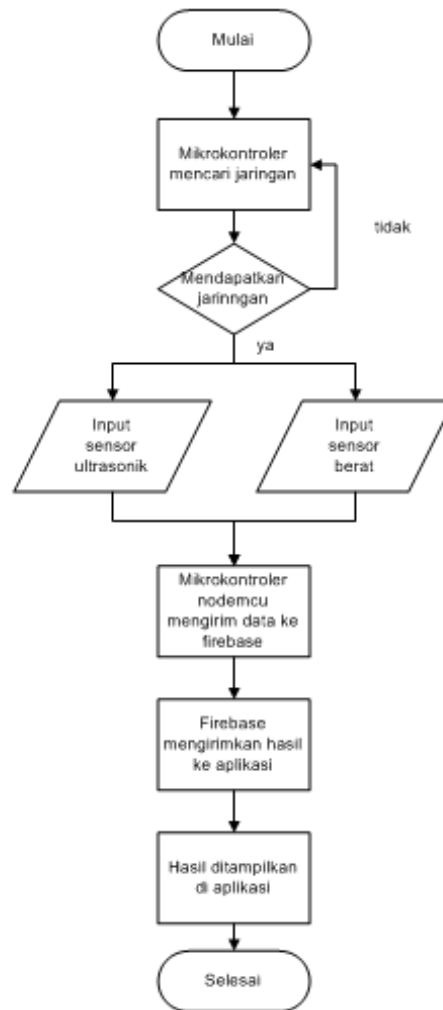


Gambar 3. Skema Rangkaian

### 3.8 Pembuatan Sistem

Pembuatan sistem merupakan suatu tahap lanjutan dari perancangan sistem yang sedang berjalan, di mana pada sub bab ini akan digambarkan mengenai pembuatan sistem yang akan dibangun.

Berikut flowchart yang digunakan pada sistem ini :



Gambar 4. Flowchart Sistem

Gambar 4 menunjukkan flowchart sistem, dimulai dengan mikrokontroler yang mencari jaringan, jika mikrokontroler belum terkoneksi pada jaringan, mikrokontroler akan mencari jaringan kembali sampai bertemu, kemudian sensor jarak dan sensor berat yang mendeteksi keadaan tempat sampah, lalu NodeMcu menjalankan program untuk memproses masukan yang nantinya akan dikirim ke firebase. Selanjutnya firebase mengirim data ke aplikasi, yang nantinya akan menjadi hasil akhir.

### 3.9 Pengujian Sistem

Pada proses ini bertujuan untuk melakukan pengujian sistem yang telah di buat, apakah alat ini berjalan dengan baik atau tidak. Penulis melakukan pengujian langsung pada tempat sampah. Pengujian pada penelitian ini dilakukan atas beberapa tahapan mulai dari membaca inputan dari sensor yang akan dibaca oleh pemroses. Lalu dari pemroses akan mengirimkan data kepada output, yang nantinya akan digunakan sebagai hasil, apakah hasil dari masing-masing inputan berjalan baik dan benar sesuai yang diharapkan.

Berikut beberapa scenario pengujian yang dilakukan :

#### 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini menggunakan jarak sementara yang akan diubah dari 2-24 cm dengan perbedaan tiap pengujian sebanyak 2 cm untuk mengetahui error yang terjadi, untuk mengetahui aplikasi berjalan atau tidak. pengujian ini dilakukan dengan 10 kali percobaan.

2. Pengujian Load Cell

Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan sampah yang akan menjadi beratnya, lalu jika tempat sampah telah terisi, Load Cell akan mengirimkan data berat ke aplikasi android yang telah dihubungkan.

3. Pengujian sistem keseluruhan

Pada pengujian ini, akan dicek secara satu persatu, sistem sudah berjalan atau tidak.

3.10 Implementasi sistem

Pada implementasi hasil rancangan ini penulis membuat Sistem monitoring tempat sampah menggunakan NodeMcu dan Firebase yang bisa di monitor melalui aplikasi pada smartphone android, melalui aplikasi pada smartphone android, user dapat mengetahui kapasitas serta berat sampah pada tempat sampah yang akan di monitor.

3.11 Evaluasi

Pada tahap ini penulis melakukan tahap evaluasi, yang dimana di tahap ini sistem akan dinilai kekurangan dan kelebihan berdasarkan data yang telah didapat dari pengujian sistem yang telah dibuat sebelumnya. Dari penilaian sistem yang telah dibuat nantinya, bisa menjadi dasar dalam pengembangan selanjutnya.

IV. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada pengujian ini akan dilakukan perbandingan secara hitungan teori dengan nilai aktual. Pada penelitian tersebut menggunakan dua tempat sampah yang mempunyai ketinggian 24 cm antara dasar tempat sampah dengan sensor jaraknya. Perhitungan kapasitas secara teori dengan menggunakan rumus pada bab 2 nomor 1, perhitungan error dapat di lihat di bab 2 nomor 2.

Berikut adalah tabel hasil konversi dari jarak ke dalam data kapasitas (%) :

Tabel 1. hasil pengujian tempat sampah 1 dan 2

Percobaan ke	Tempat sampah 1			Tempat sampah 2		
	selisih (%)	total perhitungan kapasitas (cm)	Error	selisih (%)	total perhitungan kapasitas (cm)	Error
1	32	550	5.82%	43	550	7.82%
2	38	550	6.91%	28	550	5.09%
3	33	550	6%	44	550	8.00%
4	25	550	4.55%	45	550	8.18%
5	99	550	18%	40	550	7.27%
6	22	550	4%	66	550	12.00%
7	66	550	12%	43	550	7.82%
8	21	550	3.82%	90	550	19.36%
9	111	550	20.18%	124	550	22.55%
10	48	550	8.83%	63	550	11.45%
Total error			8.95%			10.66%

Pada pengujian sensor ultrasonic ini yang dilakukan 10 kali percobaan tiap tempat sampah pada jarak aktual dengan jarak percobaan memiliki sedikit selisih perbedan, hal ini ditunjukan dari nilai rata-rata *error* tempat sampah 1 sebesar 8.95% dengan tingkat akurasi 91,05% dan pada tempat sampah 2 dengan *error* 10.66% dan tingkat akurasi 89,34%.



#### 4.2 Pengujian *Load Cell*

Pada pengujian ini akan dilakukan perbandingan menggunakan timbangan digital dengan sensor berat. Pada penelitian tersebut menggunakan dua tempat sampah yang menggunakan sensor berat ukuran 10kg dan melakukan 5 kali percobaan dengan berat 50 gr, 100 gr, 150 gr, 200 gr, 250 gr.

*Error* dari percobaan ini di dapat dari rumus bab 2 nomor 2

Berikut adalah tabel hasil dari berat digital timbangan dan berat *Load Cell* ke dalam satuan gram :

Tabel 2. Pengujian *Load Cell* tempat sampah 1 dan 2.

Percobaan ke	Tempat sampah 1			Tempat sampah 2		
	selisih (%)	total perhitungan kapasitas (cm)	Error	selisih (%)	total perhitungan kapasitas (cm)	Error
1	7	750	93.00 %	23	750	3.07 %
2	56	750	7.47%	21	750	2.80 %
3	31	750	4.13%	52	750	6.93 %
4	24	750	3.20%	35	750	4.67 %
5	45	750	6.00%	35	750	4.67 %
6	28	750	3.73%	24	750	3.20 %
7	25	750	3.33%	33	750	4.40 %
8	29	750	3.87%	25	750	3.33 %
9	28	750	3.73%	34	750	4.53 %
10	25	750	3.33%	60	750	8.00 %
Total error			3.98%			4.56 %

Pada pengujian sensor berat ini yang dilakukan 10 kali percobaan tiap tempat sampah pada tempat sampah 1 didapat hasil nilai *error* 3.98% dengan tingkat akurasi sensor 96.02%, dan tempat sampah 2 didapat hasil nilai *error* 4.56% dengan tingkat akurasi sensor 95.44%.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah didapatkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil dari pengujian perangkat keras maupun perangkat lunak yang digunakan pada sistem monitoring tempat sampah pintar ini berjalan dengan baik dan bisa menyelesaikan permasalahan Kebun raya – LIPI dengan akurat dengan tingkat akurasi 91.05% dan 89,34% untuk mendeteksi kapasitas sampah serta

96.02% dan 95.44% untuk mendeteksi berat sampah, menurut AOAC (2016) “nilai akurasi yang baik rentang 80-110%”.

2. Dari hasil pengujian Sensor jarak yang dilakukan 10 kali percobaan tiap tempat sampah pada jarak aktual dengan jarak percobaan memiliki sedikit selisih perbedaan, hal ini ditunjukkan dari nilai rata-rata error tempat sampah 1 sebesar 8.95% dengan tingkat akurasi 91,05% dan pada tempat sampah 2 dengan error 10.66% dan tingkat akurasi 89,34%.

3. Dari hasil pengujian Sensor berat yang dilakukan 10 kali percobaan tiap tempat sampah pada tempat sampah 1 didapat hasil nilai error 3.98% dengan tingkat akurasi sensor 96.02%, dan tempat sampah 2 didapat hasil nilai error 4.56% dengan tingkat akurasi sensor 95.44%.

4. Penulis dapat membuat sistem monitoring tempat sampah dengan tingkat akurasi 91.05% dan 89,34% untuk mendeteksi kapasitas sampah serta 96.02% dan 95.44% untuk mendeteksi berat sampah, yang dapat diakses melalui aplikasi pada Smartphone android agar dapat memantau penuh tidaknya tempat sampah sehingga tidak terjadinya penumpukan sampah di area Kebun raya –LIPI, karena tempat sampah yang sudah termonitor penuh dapat segera diambil oleh petugas kebersihan setempat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ananda Rizky Septyan, “Sampah: Pengertian, Jenis, Penyakit, Energi, dan Dampak Buruk,” *Forester act.com*, 2019. <https://foresteract.com/sampah/>.
- [2] A. Sutrisni, “Pengertian Pencemaran Lingkungan dan Jenis-Jenisnya,” *Kompos.com*, 2020. [https://www.kompas.com/skola/read/2020/01/14/100000469/pengertian-pencemaran-lingkungan-dan-jenis-jenisnya?page=all#:~:text=Pencemaran lingkungan adalah masuk atau,kegiatan manusia atau proses alam.KRC,](https://www.kompas.com/skola/read/2020/01/14/100000469/pengertian-pencemaran-lingkungan-dan-jenis-jenisnya?page=all#:~:text=Pencemaran%20lingkungan%20adalah%20masuk%20atau%20kegiatan%20manusia%20atau%20proses%20alam.KRC,) “Sejarah Kebun Raya Cibodas,” 2020. <https://krcibodas.lipi.go.id/>.
- [3] KRC, “Sejarah Kebun Raya Cibodas,” 2020. <https://krcibodas.lipi.go.id/>.
- [4] Tedy Tri Saputro, “Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama,” *Embeddednesia.Com*, 2017. [embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/](http://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/).
- [5] H. Santoso, “Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya,” 2015. <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>.
- [6] teraa, “Pengenalan Mit App Inventor untuk pemula,” [Online]. Available: <https://teraa.net/app-inventor/>.
- [7] A. Kurniawan, “Loadcell / Sensor Berat,” 2018. <https://www.semesin.com/project/2018/03/12/loadcell-sensor-berat/>.
- [8] D. Atmajaya, N. Kurniati, Y. Salim, and W. Astuti, “Sistem Kontrol Timbangan Sampah Non Organik Berbasis Load Cell dan ESP32,” vol. 32, no. 2006, 2018.
- [9] R. Mulyawan, “RTC.” <https://rifqimulyawan.com/blog/pengertian-rtc/>.
- [10] A. Pranindya, “Pendeteksi dan Pelacakan Keberadaan Manusia Menggunakan Global Positioning System (GPS) Berbasis Android Melalui Google Maps Server,” pp. 7–33, 2014.
- [11] A. W. Editor, “Arduino IDE 1.8.15,” pp. 7–10, 2021, [Online]. Available: <https://www.idebebas.com/arduino-ide/>.
- [12] indo-ware, “Timbangan 5kg HX711,” 2014, [Online]. Available: [http://www.indo-ware.com/blog-27-timbangan-5kg-hx711.html#:~:text=HX711 adalah modul timbangan%2C yang memiliki prinsip kerja,ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer%2Fmikrokontroller melalui TTL232](http://www.indo-ware.com/blog-27-timbangan-5kg-hx711.html#:~:text=HX711%20adalah%20modul%20timbangan%20yang%20memiliki%20prinsip%20kerja,ada.%20Modul%20melakukan%20komunikasi%20dengan%20computer%20melalui%20TTL232).
- [13] F. Setyawan and S. Nuryadi, “Perancangan Tempat Sampah Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Aplikasi Telegram,” *Int. J. Physiol.*, 2019.
- [14] “Rumus Error,” [Online]. Available: <https://www.greelane.com/id/sains-teknologi-matematika/ilmu/how-to-calculate-percent-error-609584/>.
- [15] B. Parga Zen and F. Nurindahsari, “ANALISIS STATIK KEAMANAN APLIKASI VIDEO STREAMING BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN MOBILE SECURITY FRAMEWORK (MOBSF)”, *csecurity*, vol. 4, no. 2, pp. 63–80, Apr. 2022.