

Perancangan *Prototype* Tempat Sampah Pintar Berbasis *Internet of Things*

Heni Jusuf^{1*}, Moch. Lazuardi Ichsan Ma'ruf², Idris Kusuma³
 Teknik Elektro, Universitas Nasional
 Jl. Sawo Manila No.61, Pejaten Bar. Jakarta Selatan, Indonesia
 *Email Corresponding Author: heni.jusuf@civitas.unas.ac.id

Abstract

Every day the campus environment always produces waste, both garbage in the yard, in the canteen and even garbage in office buildings and lectures. Trash cans are also available in various places. for outdoor locations such as courtyards and canteens, there are trash bins with different colors to distinguish the types of waste that enter, namely organic waste and non-organic waste, while for office spaces and lecture halls, only one trash can is available for various types of waste. Under these conditions, there are difficulties when disposing of waste, because the types of waste are not separated between organic and non-organic waste. The purpose of this research is to support the automatic sorting of organic and non-organic waste using the Internet of Things (IoT). The design of an IoT-based smart trash can prototype is carried out using Arduino Uno as a microcontroller that retrieves data from sensors that detect each type of waste. The test results using three sensors were successful and can be used with a sensor reading deviation of 3.33%.

Keywords: *Internet Of Things; Sensors; organic waste; Non-organic waste*

Abstrak

Setiap hari di lingkungan kampus selalu memproduksi sampah, baik sampah di halaman, di kantin bahkan sampah di dalam gedung perkantoran dan perkuliahan. Tempat sampah pun tersedia di berbagai tempat. untuk lokasi *outdoor* seperti halaman dan kantin, tersedia tempat sampah dengan warna berbeda untuk membedakan jenis sampah yang masuk yaitu sampah organik dan sampah non-organik, sedangkan untuk ruang perkantoran dan ruang kuliah, tempat sampah yang tersedia hanya satu untuk berbagai jenis sampah. Dengan kondisi tersebut, terdapat kesulitan saat akan membuang sampah, karena jenis sampahnya tidak terpisah antara sampah organik dan sampah non-organik. Tujuan dari penelitian ini, untuk mendukung pemilahan sampah organik dan non-organik secara otomatis menggunakan *Internet of Things* (IoT). Perancangan *prototype* tempat sampah pintar berbasis IoT dilakukan menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler yang melakukan pengambilan data dari sensor-sensor yang mendeteksi setiap jenis sampah. Hasil pengujian menggunakan tiga sensor berhasil baik dan dapat digunakan dengan penyimpangan pembacaan sensor sebesar 3,33%.

Kata Kunci: *Internet Of Things, Sensor, Sampah organik, Sampah non-organik*

1. Pendahuluan

Setiap hari di lingkungan kampus selalu memproduksi sampah, berupa daun-daun dari berbagai jenis pohon yang berada di area taman, berbagai lokasi tempat parkir, eco park di halaman kampus dan depan gedung-gedung, ditambah lagi jumlah mahasiswa lebih dari 13.000.000 setiap hari, tentunya akan memproduksi banyak sampah plastik dari air kemasan, sampah produksi kantin bahkan sampah di dalam gedung perkantoran dan perkuliahan berupa kertas-kertas, benda-benda lain ataupun plastik. Tempat sampah pun tersedia di berbagai tempat. untuk lokasi *outdoor* seperti halaman dan kantin, tersedia tempat sampah dengan warna berbeda untuk membedakan jenis sampah yang masuk yaitu sampah organik dan sampah non-organik, sedangkan untuk ruang perkantoran dan ruang kuliah, tempat sampah yang tersedia hanya satu untuk berbagai jenis sampah. Pengelolaan sampah sangat penting di lingkungan kampus, mengingat banyak sekali sumber sampah yang berbeda-beda dari berbagai jenis sampah, seperti banyak mahasiswa, dosen dan karyawan yang membuang

sampah organik berupa sisa makanan yang bercampur dengan sampah kering dan sampah anorganik lainnya.

Dengan kondisi tersebut, terdapat kesulitan saat akan membuang sampah dari gedung perkantoran dan ruang perkuliahan, karena jenis sampahnya tidak terpisah antara sampah organik dan sampah non-organik, kesulitan tersebut adalah disaat menyatukan sampah, untuk sampah organik, petugas kampus mengumpulkan di tempat yang telah tersedia untuk diolah dan dijadikan kompos, sementara untuk sampah non-organik, sampah-sampah tersebut disatukan dan diangkut menggunakan mobil sampah untuk dibawa ketempat pembuangan sampah, untuk sampah plastik dikumpulkan untuk disumbangkan kepada yang membutuhkan. Jika sampah tidak dikelola dengan baik, maka akan menjadi permasalahan tersendiri di lingkungan kampus dengan jumlah mahasiswa yang banyak ditambah dosen dan karyawan, maka produksi sampah setiap harinya perlu dicarikan solusinya.

Dengan adanya perkembangan teknologi yang semakin hari semakin berkembang, penelitian-penelitian tentang tempat sampah pintar pun mulai bermunculan seperti perancangan tempat sampah pintar menggunakan esp 32 [1], yang menggunakan sensor [2], [3], menggunakan multimedia sebagai pemisah warna [4], menggunakan *Internet of Things* atau yang bisa disingkat dengan IoT [5], [6], penelitian lainnya adalah membedakan sampah kering dan sampah basah [7]. Untuk memonitor tempat sampah Ketika penuh [8] [9].

Tujuan dari penelitian ini, adalah untuk mendukung pemilahan sampah organik dan non-organik secara otomatis menggunakan IoT, agar memudahkan proses daur ulang sampah, metode yang digunakan adalah perancangan *prototype* tempat sampah pintar berbasis IoT dengan menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler yang melakukan pengambilan data dari sensor-sensor yang mendeteksi setiap jenis sampah. Sensor IR untuk mendeteksi sampah yang masuk, Sensor *proximity* induktif untuk mendeteksi sampah non-organik dan sampah organik, lalu setelah sampah dipilah oleh sensor *proximity* induktif, sampah dipilah kembali menggunakan Sensor *proximity* kapasitif untuk mendeteksi sampah metal, sensor FC-51 untuk mendeteksi volume sampah.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang tempat sampah pintar, sudah banyak yang meneliti, artinya sampah bukan hal yang sederhana untuk dikelola, sampah ada dimana-mana, disemua tempat, bahkan dalam sehari produksi sampah yang masuk ke tempat pembuangan sampah akhir berjumlah sangat besar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), volume sampah yang terangkut di DKI Jakarta mencapai 7.233,82 ton per hari pada 2021. Produksi sampah di lingkungan kampus setiap hari juga banyak, hasil penelitian [4] tentang tempat sampah pintar menggunakan IoT, memungkinkan kontrol data *real-time* dari mana saja sementara penggunaan *Bluetooth* dalam perancangan, membantu pemantauan data jarak pendek melalui aplikasi android untuk mengetahui apakah tempat sampah sudah penuh atau belum. Untuk menguji kehandalan model yang dikembangkan. pengelolaan sampah berbasis deep learning dan IoT [6] menggunakan Metode konektivitas IoT dan Bluetooth untuk pemantauan data.

Penelitian [3] menggunakan mikrokontroler yang terdiri dari sensor *inductive* dan *capacitive proximity* yang digunakan untuk mendeteksi jenis bahan sampah, servo untuk mengendalikan pintu tempat sampah, sensor ultrasonik untuk mendeteksi isi tempat sampah, buzzer dan LED untuk alarm pemberitahuan tempat sampah jika sudah penuh, dan semuanya terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno R3. Prototipe tempat sampah pintar memiliki dua ruang untuk sampah organik dan anorganik serta memiliki satu pintu masuk untuk mendeteksi sampah. dari penelitian ini, pada penelitian ini, peneliti mengadopsi rancangannya.

Penelitian [2] menggunakan metode eksperimen dan perancangan dimana pengujian dilakukan terhadap jarak sensor, ketinggian sampah dan respon data terhadap web server. Tempat sampah ini menggunakan teknologi *raspberry pi* dan *internet of things* (IoT) yang berbasis website. Sistem dibuat dari rangkaian pendukung yaitu, sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi objek dan data sampah. Sementara itu, pada *output* digunakan motor servo sebagai penggerak penutup tong sampah, Web server sebagai pengecekan data sampah dari jarak jauh. dari penelitian ini, peneliti mempelajari cara kerja sensor.

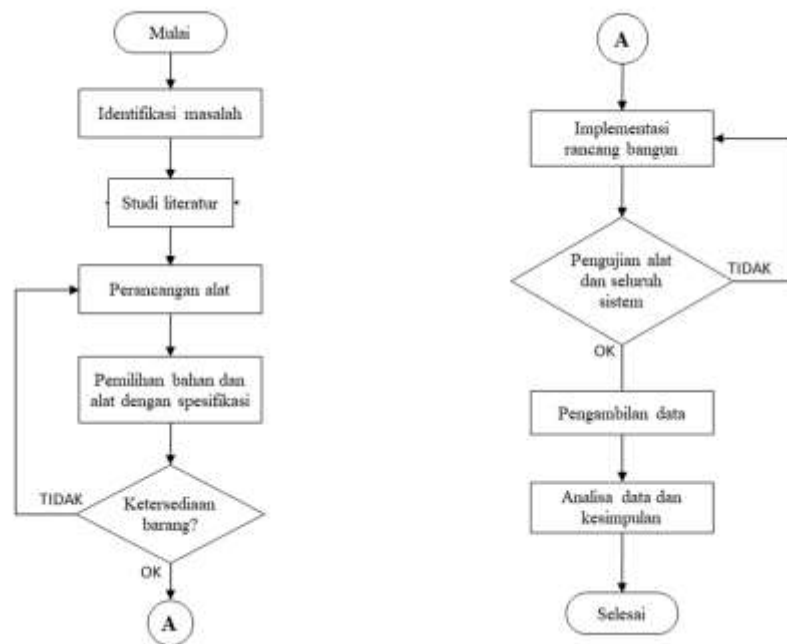
Untuk mengatur volume sampah, menggunakan menggunakan [10] Tempat sampah pintar yang penutupnya dapat terbuka dan tertutup secara otomatis, dapat mendeteksi ketinggian sampah dan dapat mengirim data serta memonitoring ke petugas sampah.

Sebagai referensi ide pemilah sampah berdasarkan jenisnya [11] merancang notifikasi otomatis kepada petugas kebersihan [12]. Penelitian ini menggunakan sensor *Inductive Proximity* yang berfungsi untuk mendeteksi objek logam. Prinsip kerja dari *proximity inductive* adalah apabila ada tegangan sumber maka osilator yang ada pada *proximity* akan membangkitkan medan magnet dengan frekuensi tinggi. Jika sebuah benda logam di dekatkan pada permukaan sensor maka medan magnet akan berubah. *Capacitive Proximity* Sensor adalah sensor jarak yang dapat mendeteksi gerakan, komposisi kimia, tingkat dan komposisi cairan maupun tekanan. Sensor Jarak Kapasitif dapat mendeteksi bahan-bahan dielektrik rendah seperti plastik atau kaca dan bahan-bahan dielektrik yang lebih tinggi seperti cairan sehingga memungkinkan sensor jenis ini untuk mendeteksi tingkat banyak bahan melalui kaca, plastik maupun komposisi kontainer lainnya. *Infrared Proximity* Sensor merupakan sensor inframerah yang dapat digunakan untuk pendeteksi halangan, pendeteksi warna (hitam atau putih) pendeteksi gerakan dan lainnya.

3. Metodologi

Metodologi yang digunakan adalah *prototype*, dimana metode *prototype* adalah membuat *prototype* dari sebuah desain perancangan. *Prototype* adalah rupa awal dari sistem yang menggambarkan rupa akhir dari sebuah sistem.

Pada proses pengembangan rancang bangun tempat sampah pintar dengan pemilah otomatis dan sistem notifikasi ini penulis menentukan tahapan-tahapan seperti pada Gambar 1.



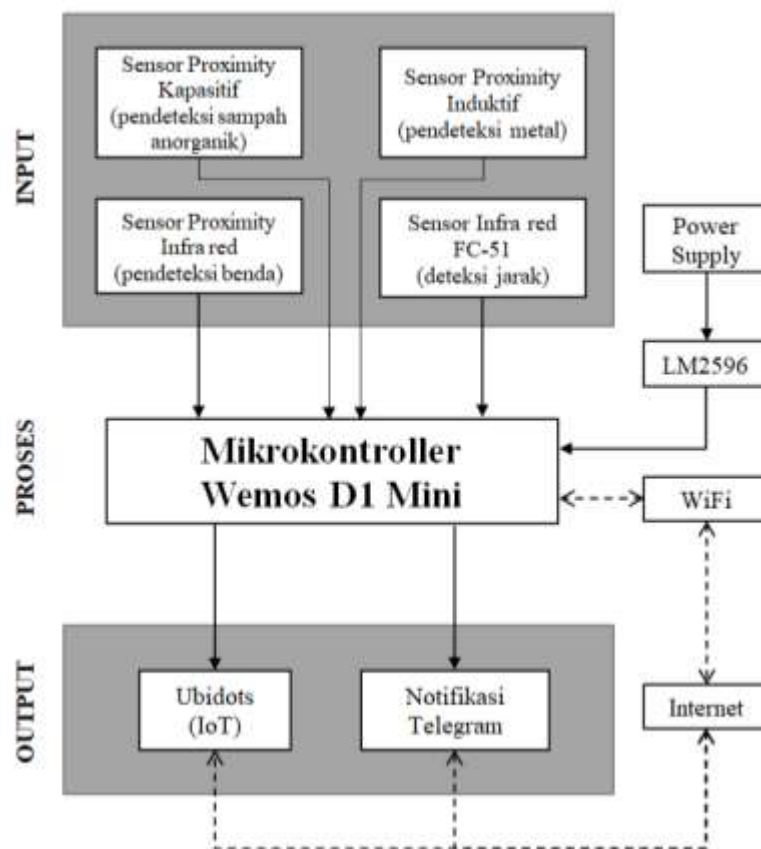
Gambar 1. Diagram Alir Proses Perancangan Alat

Pada Gambar 1 dapat dijelaskan:

1. Tahap pertama: memulai penelitian dengan melakukan identifikasi masalah terhadap kondisi aktual di lapangan. Dalam penelitian ini, peneliti mengangkat tema seringkali ditemukan sampah yang menumpuk di lingkungan kampus.
2. Tahap kedua: mengumpulkan literatur sebagai dasar teori, data-data dan juga referensi yang berkaitan dengan rancang bangun yang akan dibuat. Tahapan ini dilakukan sebagai dasar peneliti untuk mempermudah dalam proses perancangan tempat sampah pintar dengan pemilah otomatis dan sistem notifikasi.
3. Tahap ketiga: melakukan perancangan desain tempat sampah yang akan dimodifikasi dengan menambahkan rangkaian alat untuk memberikan fungsi tambahan agar rancang bangun tempat sampah pintar ini nantinya dapat bekerja dengan optimal. Perancangan dibuat dalam 2 jenis, yaitu:

- a. Perancangan sistem, seperti blok diagram sistem dan diagram alir pengujian.
 - b. Perancangan perangkat keras, membuat desain rancang bangun tempat sampah pintar baik mekanik dan elektrikalnya.
4. Tahap keempat: melakukan pemilihan bahan dan alat dengan spesifikasi tertentu.
 5. Tahap kelima: implementasi rancang bangun alat beserta setting parameter pada sensor-sensor.
 6. Tahap keenam: melakukan pengujian pada seluruh komponen yang sudah dirakit. Memastikan semua komponen berfungsi normal sesuai dengan tujuan penelitian. Jika rancang bangun belum dapat bekerja dengan baik, maka harus dicari permasalahannya atau proses perakitan harus diulang kembali.
 7. Tahap ketujuh: melakukan pengambilan data dari alat tersebut untuk menganalisa sejauh mana tingkat akurasi.

Blok diagram merupakan gambaran dasar mengenai sistem yang akan dirancang. Setiap bagian blok sistem memiliki fungsi masing-masing, Adapun blok diagram yang akan dirancang seperti pada Gambar 2.



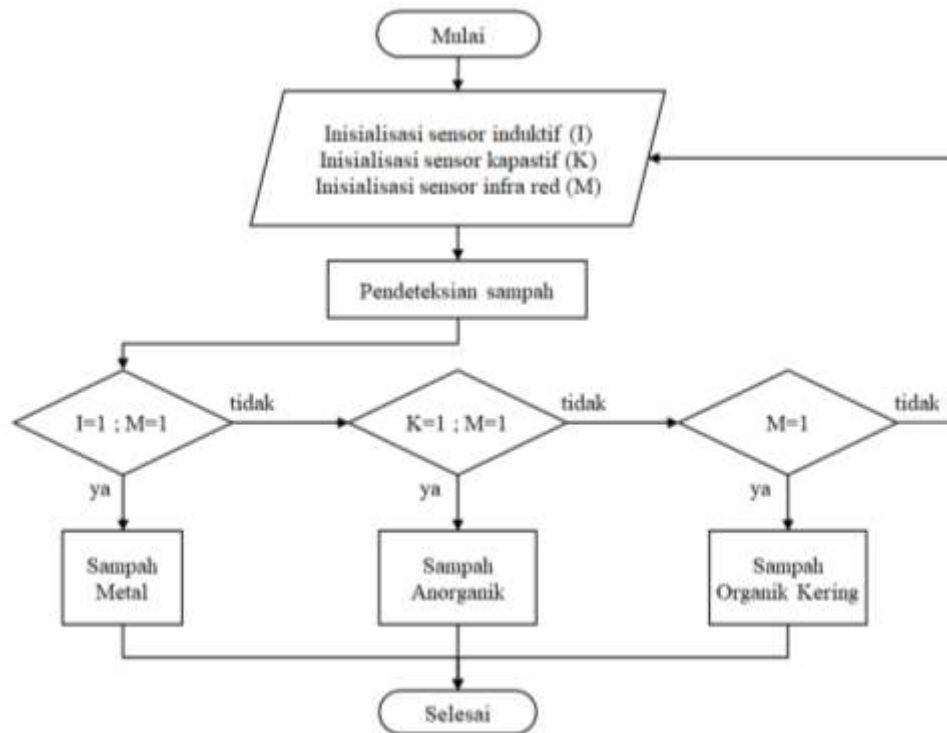
Gambar 2. Blok Diagram Perancangan

Pada gambar 2, rancang bangun memiliki 4 sensor sebagai input yaitu sensor proximity induktif, sensor proximity kapasitif, proximity infrared, dan infra-red FC-51. Pembacaan sensor proximity induktif, sensor proximity kapasitif dan proximity infrared sebagai alat pemilah sampah,

1. Sensor proximity kapasitif berfungsi untuk mendeteksi sampah dari bahan metal.
2. Sensor proximity induktif berfungsi untuk mendeteksi sampah non-organik (plastik, kaca, mika, dll).
3. Sensor proximity infrared sebagai pendeteksi adanya benda yang masuk dalam rancangan ini digunakan untuk memilah sampah jenis organik kering seperti kertas, kardus, tisu dan sejenisnya.
4. sensor infrared FC-51 merupakan sensor infrared yang berfungsi untuk mendeteksi volume sampah pada tempat sampah berdasarkan pembacaan jarak dengan objek. Hasil

pembacaan sensor tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler Wemos D1 Mini untuk diolah dan kemudian menghasilkan output berupa database pada Ubidots dan notifikasi telegram kepada petugas kebersihan sebagai perintah membuang sampah. Notifikasi tersebut akan terus-menerus dikirimkan secara berkala sampai tempat sampah kembali kosong.

Tahapan pemilah sampah bertujuan untuk mengidentifikasi sampah berdasarkan jenisnya untuk kemudian dipisah secara otomatis oleh alat yang dirancang, sehingga setiap sampah yang dibuang sudah terkelompok sesuai dengan jenis sampahnya. Flowchart pada gambar 3 merupakan bagian yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu perancangan.



Gambar 3. Algoritma Proses Pemilahan Sampah

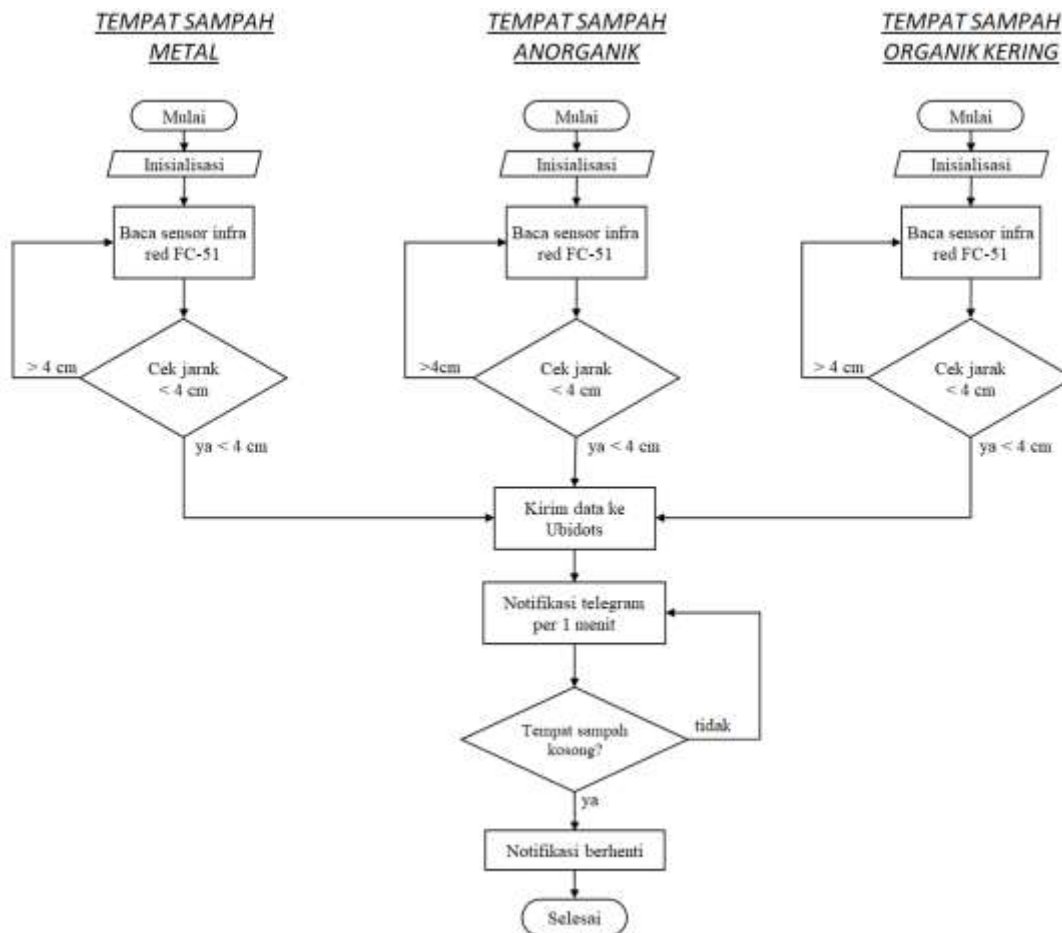
Tahapan sistem notifikasi bertujuan menjadi sistem pemanggil petugas kebersihan saat sampah di masing-masing tempat sampah volumenya sudah penuh. Notifikasi dalam bentuk pesan yang menggunakan aplikasi Telegram. Pesan Telegram akan dirancang terkirim otomatis secara berkala sampai sampah tersebut dibuang.

Penjelasan dari gambar 3 adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi.
2. Sensor induktif (I), sensor kapasitif (K), sensor infra red (M) akan membaca jenis sampah yang masuk ke pintu selector.
3. Jika sampah terbaca oleh sensor infrared atau $M=1$ dan juga terbaca oleh sensor induktif atau $I=1$, maka pintu selector akan berputar 68° ke arah kanan. Atau artinya sampah dibuang ke tempat sampah khusus sampah metal.
4. Jika sampah terbaca oleh sensor infrared atau $M=1$ dan juga terbaca oleh sensor induktif atau $K=1$, maka pintu selector akan berputar 112° ke arah kiri. Atau artinya sampah dibuang ke tempat sampah khusus sampah anorganik.
5. Jika sampah terbaca oleh sensor infrared atau $M=1$ saja, maka pintu selector akan berputar 62° ke arah kiri. Atau artinya sampah dibuang ke tempat sampah khusus sampah organik kering.

Pada *Flowchart* gambar 4, masing-masing tempat sampah dipasang sensor untuk mendeteksi apakah tempat sampah sudah penuh, jika tempat sampah penuh, maka akan mengirim notifikasi melalui aplikasi telegram yang memberikan informasi kalau tempat sampah penuh. Secara detail dapat dijelaskan:

1. Sensor infra red FC-51 membaca objek yang ada di masing-masing tempat sampah.
2. Jika jarak sampah terdeteksi ≤ 4 cm maka sensor akan aktif dan mengirim data/informasi ke ubidots bahwa volume sampah sudah penuh. Dan juga menjadi trigger mengirimkan notifikasi ke petugas kebersihan via akun telegramnya secara berkala setiap 1 menit sebagai perintah untuk segera membuang sampah.
3. Saat tempat sampah sudah kosong atau artinya sudah dibuang oleh petugas kebersihan, notifikasi telegram akan berhenti.



Gambar 4. Diagram Alir Monitoring dan Notifikasi Pesan

4. Hasil dan Pembahasan

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan mekanik dan perancangan elektronik, serta satu bagian pembuatan software pemilah otomatis dan notifikasi tempat sampah penuh. Perancangan mekanik menggambarkan bentuk dari alat, sedangkan perancangan elektronik menggambarkan *wiring* diagram dari komponen-komponen yang digunakan dan perancangan software untuk membuat program pemilah otomatis.

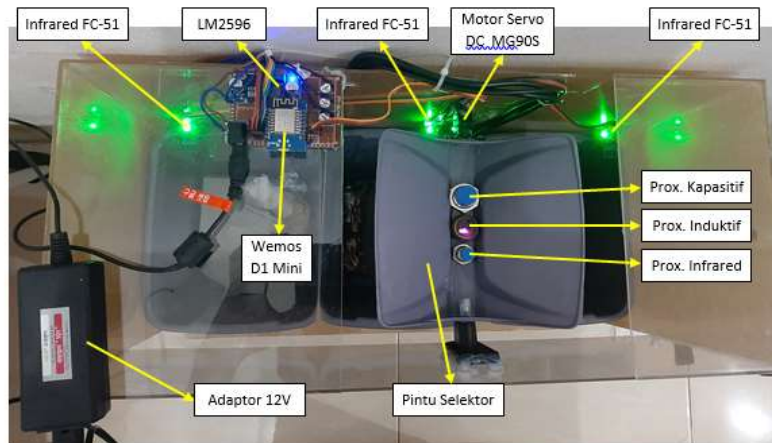
1) Perancangan mekanik

Tempat sampah pintar dirancang dengan dimensi 48 x 21 x 42 cm, seperti Gambar 5 berikut ini:



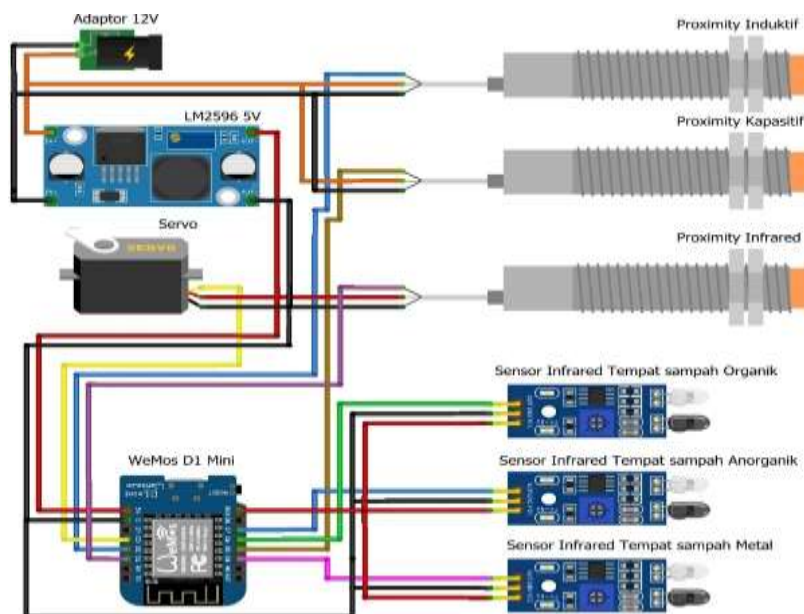
Gambar 5. Perancangan Mekanik Tempat Sampah Pintar

Pada gambar 6 memperlihatkan jenis-jenis sensor yang terpasang dan tampak dari atas.



Gambar 6. Rancangan Tampak Dari Atas

2) Perancangan Elektronik



Gambar 7. Wiring Diagram Total

Menggunakan mikrokontroller Wemos D1 Mini [13], LM2596, sensor proximity induktif [14], sensor proximity kapasitif, sensor proximity infrared, sensor infrared FC-51 [15], motor servo dan adaptor 12V yang dirangkai seperti pada gambar 7.

Pengujian akurasi sensor pemilah sampah terdapat 3 sensor yang akan diuji. Ketiganya akan diuji masing-masing sebanyak 30 kali dengan bentuk sampah yang berbeda-beda, hasil pengujian pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

| NO | Sensor | Jumlah Sampel | Tingkat kesalahan pengujian – e (%) |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------------------|
| 1 | Proximity Kapasitif | 30 | 6,67% |
| 2 | Proximity Induktif | 30 | 3,33% |
| 3 | Proximity Infrared | 30 | 0% |
| Rata-rata tingkat kesalahan (\bar{e}) | | | 3,33% |

3) Perancangan software

a. Membuat program untuk pemilah otomatis.

```

program_lengkap
// lalu scan sensor lagi
sensor_promity_infrared = digitalRead(D1);
sensor_promity_induktif = digitalRead(D2);
sensor_promity_kapasitif = digitalRead(D5);

delay(1500); // kasih delay unntuk proses stabilisasi

if (sensor_promity_induktif == 0)
{
  Serial.print("Sampah Metal");
  ISR_Servo.setPosition(myServo, 0);
  delay(1000);
  ISR_Servo.setPosition(myServo, 60); // kembali ke posisi awal
}
else if (sensor_promity_kapasitif == 1)
{
  Serial.print("Sampah Anorganik");
  ISR_Servo.setPosition(myServo, 100);
  delay(1000);
  ISR_Servo.setPosition(myServo, 60); // kembali ke posisi awal
}
else if ( sensor_promity_infrared == 0)
{
  Serial.print("Sampah Organik");
  ISR_Servo.setPosition(myServo, 130);
  delay(1000);
  ISR_Servo.setPosition(myServo, 60); // kembali ke posisi awal
}
}
else // tidak terdeteksi ada obyek sampah.
{
  //Serial.print("Tak ada sampah");
  ISR_Servo.setPosition(myServo, 60); // berada di posisi awal
}
digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);

```

Gambar 8 Pembuatan Program Pemilah Otomatis

Dalam program ini dirancang mulai dengan menentukan pin masing-masing sensor terhadap mikrokontroler sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat, yaitu proximity infrared ke pin D1, proximity induktif ke pin D2, proximity kapasitif ke pin D5.

Program dibuat untuk penentuan sudut pergerakan motor servo pada setiap posisi yang dibaca oleh ketiga sensor tersebut di atas untuk menentukan arah pintu selektor melakukan pembuangan sampah berdasarkan jenisnya, kode program pada gambar 8 berikut ini.

b. Membuat akun pada Ubidots.

Program untuk koneksi antara alat yang dibuat dengan platform Ubidots. Koneksi yang dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Membuat nama device
2. Input token Ubidots pada program
3. Membuat program pendeteksi level sampah pada masing-masing tempat sampah, seperti pada Gambar 9.

```

program_lengkap | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

program_lengkap

const unsigned long time_update_ubidots = 1000;

// (millis() - last_millis) > time_update_ubidots)
{
  const String DEVICE_NAME = "Monitoring_Sampah";
  const String UBIDOTS_TOKEN = "40ff-608a6b3b3a80184918a007";

  String request_ubidots = "https://api.v2.ubidots.com/api/v1.0/devices?device=DEVICE_NAME&token=UBIDOTS_TOKEN";
  // + "?level=" + String(sensor_proximity_infrared) + "&id=1" + "?level=" + String(sensor_proximity_induktif) + "&id=2" + "?level=" + String(sensor_proximity_kapasitif)
  // + "&id=3" + "?level=" + String(sensor_level_sampah_organik) + "&id=4" + "?level=" + String(sensor_level_sampah_sorganiak) + "&id=5" + "?level=" + String(sensor_level_sampah_metal);

  Serial.print("Update ubidots: ");
  Serial.println();

  sendRequest(request_ubidots); // http://ubidots.com/api/v1.0/devices?device=DEVICE_NAME&token=UBIDOTS_TOKEN&level=1&id=1?level=2&id=2?level=3&id=3?level=4&id=4?level=5&id=5
  Serial.println();

  last_millis = millis();
}
    
```

Gambar 9. Pembuatan Program Koneksi Dengan Ubidots

C. Pembuatan Program Sistem Notifikasi dan Koneksi Dengan Telegram

```

program_lengkap | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

program_lengkap

if ((sensor_level_sampah_organik == 0 || sensor_level_sampah_sorganiak == 0 || sensor_level_sampah_metal == 0) && flag_update_telegram == 0)
{
  String isi_pesan_telegram = "Beratukan! Tempat Sampah ";

  if(sensor_level_sampah_organik == 0)
  {
    isi_pesan_telegram = isi_pesan_telegram + "(Organik) ";
  }
  if(sensor_level_sampah_sorganiak == 0)
  {
    isi_pesan_telegram = isi_pesan_telegram + "(Sorganiak) ";
  }
  if(sensor_level_sampah_metal == 0)
  {
    isi_pesan_telegram = isi_pesan_telegram + "(Metal) ";
  }

  isi_pesan_telegram = isi_pesan_telegram + "Penuhi! Nihun Dengan Segera Penuhi!";

  const String BOT_TOKEN = "45600432021AAAF_875_84159a4d32a7e9a4k-8ec48127a";
  const String CHAT_ID = "1831243715";

  String request_telegram = "https://api.telegram.org/bot" + BOT_TOKEN + "/sendMessage?chat_id=" + CHAT_ID + "&text=" + isi_pesan_telegram;

  Serial.print("Update Telegram: ");
  Serial.println();

  sendRequest(request_telegram);
  // https://api.telegram.org/bot45600432021AAAF_875_84159a4d32a7e9a4k-8ec48127a/sendMessage?chat_id=1831243715&text=Beratukan!
  Serial.println();

  flag_update_telegram = 1;
  last_millis = millis();
}

const unsigned long time_update_telegram = 4000;
    
```

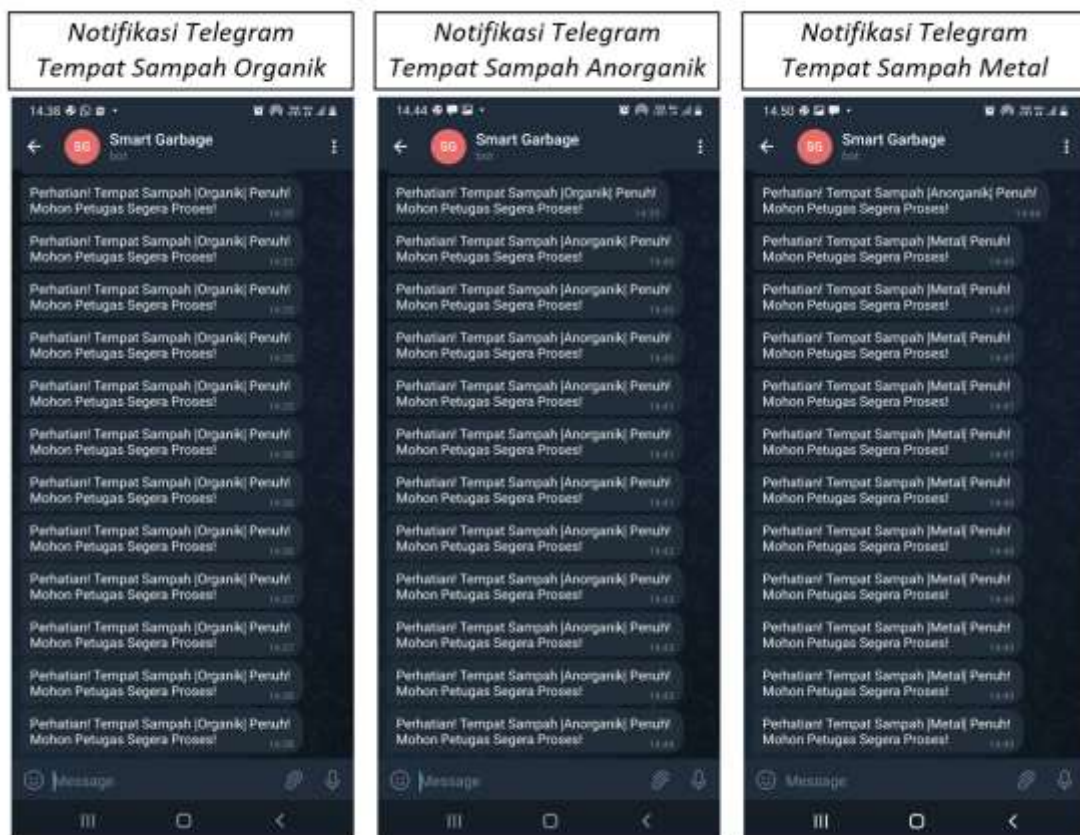
Gambar 10. Pembuatan Program Sistem Notifikasi dan Koneksi Dengan Telegram

Membuat program untuk sistem notifikasi dan koneksi dengan aplikasi Telegram [16]. Pada tahap awal sudah dilakukan penentuan pin sensor infrared FC-51 terhadap mikrokontroller sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat yaitu infrared FC-51 (pada tempat sampah organik) ke pin D6, infrared FC-51 (pada tempat sampah anorganik) ke pin D7 dan infrared FC-51 (pada tempat sampah metal) ke pin D0.

Kemudian melakukan pengaturan koneksi terhadap aplikasi Telegram sebagai berikut:

1. Membuat chatbot pada Telegram
2. Membuat nama device pada Telegram
3. Input bot token Telegram pada program
4. Input chat ID Telegram pada program
5. Menentukan waktu pengulangan notifikasi pada Telegram saat volume sampah sudah penuh. Pada program ini telah ditentukan notifikasi berkala setiap 60.000 milisecond atau 1 menit, seperti pada gambar 10.

Antarmuka hasil tampilan notifikasi Telegram dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11 Tampilan Notifikasi Telegram

Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing jenis tempat sampah pada kondisi sampah penuh dan juga pada kondisi sampah kembali kosong, seperti pada table 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Waktu Transfer Data ke Ubidots

| Saat Tempat Sampah Penuh | | | Saat Tempat Sampah Kembali Kosong | | |
|--------------------------|---------------|---------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Pengujian | Tempat Sampah | Waktu (detik) | Pengujian | Tempat Sampah | Waktu (detik) |
| 1 | Organik | 99 | 1 | Organik | 189 |
| 2 | Organik | 32 | 2 | Organik | 139 |
| 3 | Organik | 109 | 3 | Organik | 120 |

| Saat Tempat Sampah Penuh | | | Saat Tempat Sampah Kembali Kosong | | |
|--------------------------|---------------|---------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Pengujian | Tempat Sampah | Waktu (detik) | Pengujian | Tempat Sampah | Waktu (detik) |
| 4 | Organik | 55 | 4 | Organik | 155 |
| 5 | Organik | 78 | 5 | Organik | 99 |
| 6 | Anorganik | 129 | 6 | Anorganik | 15 |
| 7 | Anorganik | 138 | 7 | Anorganik | 613 |
| 8 | Anorganik | 14 | 8 | Anorganik | 310 |
| 9 | Anorganik | 312 | 9 | Anorganik | 62 |
| 10 | Anorganik | 257 | 10 | Anorganik | 50 |
| 11 | Metal | 39 | 11 | Metal | 24 |
| 12 | Metal | 58 | 12 | Metal | 220 |
| 13 | Metal | 140 | 13 | Metal | 18 |
| 14 | Metal | 50 | 14 | Metal | 100 |
| 15 | Metal | 18 | 15 | Metal | 101 |

Berdasarkan hasil pengujian waktu transfer data ke Ubidots, menunjukkan hasil yang cukup variatif. Untuk mempermudah analisa dibuatkan tabel sebaran waktu transfer pada pengujian, seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Sebaran Waktu Transfer Data ke Ubidots

| No | Rentang Waktu Transfer Data | Frekuensi | Persentase |
|----|-----------------------------|-----------|------------|
| 1 | < 1 menit | 11 | 36,7 % |
| 2 | 1 – 2 menit | 8 | 26,7 % |
| 3 | 2 – 3 menit | 5 | 16,7 % |
| 4 | 3 – 5 menit | 3 | 10 % |
| 5 | > 5 menit | 3 | 10 % |

Pada pengujian ini, secara keseluruhan transfer data dari alat ke Ubidots berfungsi dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dengan tidak terjadinya kegagalan transfer data pada pengujian yang dilakukan. Hanya terjadi perbedaan waktu saat transfer yang cukup variatif. Hal tersebut seperti yang terlihat pada tabel 3. Terjadi 3 kali waktu transfer pada rentang 3 – 5 menit dan juga 3 kali waktu transfer pada rentang di atas 5 menit. Hal ini terjadi kemungkinan karena koneksi jaringan Wifi yang kurang stabil.

Perancangan tempat sampah pintar telah selesai dilakukan dan hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu pengujian mekanik, pengujian elektronik dan pengujian software notifikasi hasilnya semua berfungsi dengan baik, sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Dengan selesainya pembuatan tempat sampah pintar ini, dapat menyelesaikan permasalahan yaitu memilah sampah berdasarkan jenis sampah yang masuk ke dalam tempat sampah.

5. Simpulan

Tempat sampah pintar yang bisa difungsikan sebagai pemilah sampah secara otomatis dan juga memiliki sistem monitoring serta notifikasi otomatis sebagai perintah kepada petugas kebersihan. Dengan tempat sampah pintar ini dapat menghindari kondisi penumpukan sampah di area kampus dan juga dapat membuat pekerjaan petugas kebersihan lebih efektif dan efisien.

Rancang bangun tempat sampah pintar dengan pemilah otomatis dan sistem notifikasi telah berhasil dibuat dan dapat berfungsi sesuai dengan perancangan yaitu perancangan mekanik, perancangan elektronik dan perancangan software.

Hasil pengujian ketiga sensor pada perancangan elektronik yaitu sensor proximity kapasitif, sensor proximity induktif dan sensor proximity infrared sebagai sistem pemilah sampah dapat dikatakan baik dan dapat digunakan dengan penyimpangan pembacaan sensor sebesar 3,33%.

Hasil pengujian sensor infrared FC-51 sebagai sistem pendeteksi volume sampah sebagai input informasi kepada mikrokontroler untuk diteruskan menjadi informasi ke Ubidots dan Telegram telah berfungsi dengan baik dengan penyimpangan sensor sebesar 0%. Hasil pengujian pengiriman data ke Ubidots dan notifikasi ke Telegram juga telah berhasil dilakukan tanpa terjadi kegagalan saat proses

Rekomendasi disampaikan agar desain tempat sampah hasil penelitian ini dapat digunakan sebagaimana mestinya agar masalah pemilahan sampah dapat dilakukan secara otomatis, sebab dengan adanya notifikasi pada petugas kebersihan kampus, dapat mempermudah petugas untuk memonitoring tempat sampah yang penuh untuk segera dikosongkan.

Daftar Referensi

- [1] A. Imran and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32," *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- [2] L. Harmaji, K. Khairullah, "Rancang Bangun Tempat Pemilah Sampah Logam Dan Nonlogam Otomatis Berbasis Mikrokontroler". *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 15, no. 2, pp. 73-82, 2020.
- [3] M. Yunus, "Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino," *Proceeding STIMA*, vol. 1, no. 1, pp. 340–343, 2018.
- [4] A. Torres-García, O. Rodea-Aragón, O. Longoria-Gandara, F. Sánchez-García, and L. E. González-Jiménez, "Intelligent waste separator," *Comput. y Sist.*, vol. 19, no. 3, pp. 487–500, 2015, doi: 10.13053/CyS-19-3-2254.
- [5] M. W. Rahman, R. Islam, A. Hasan, N. I. Bithi, M. M. Hasan, and M. M. Rahman, "Intelligent waste management system using deep learning with IoT," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 5, pp. 2072–2087, 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2020.08.016.
- [6] C. Bircanoglu, M. Atay, F. Beser, O. Genc, and M. A. Kizrak, "RecycleNet: Intelligent Waste Sorting Using Deep Neural Networks," *2018 IEEE Int. Conf. Innov. Intell. Syst. Appl. INISTA 2018*, no. September, 2018, doi: 10.1109/INISTA.2018.8466276.
- [7] R. Gusniarti, "Kotak sampah Pintar berbasis IOT," Palembang, 2020. [Online]. Available: https://repository.unsri.ac.id/33268/3/RAMA_56041_09030581721018_0216068101_0025058403_01_front_ref.pdf
- [8] R. Trie Ananda and D. Sujana, "Sistem Tempat Sampah Pintar Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk Iot-Based Smart Waste System Using Blynk Application," vol. 8, no. 2, pp. 1027–1038, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.25124/jett.v8i2.4073>
- [9] Y. B. Widodo, T. Sutabri, and L. Faturahman, "Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Berbasis IOT," *J. Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 50–57, 2019, doi: 10.37012/jtik.v5i2.175.
- [10] M. Safitri and M. R. Zulfian, "Aplikasi Smart Trash Bin Monitoring System Berbasis Internet Of Things (IOT)", *Jika: Jurnal Informatika*, vol. 5, no. 3, pp. 391–399, 2021.
- [11] Y. A. Bahtiar, D. Ariyanto, M. Taufik, and T. Handayani, "Pemilah Organik dengan Sensor Inframerah Terintegrasi Sensor Induktif dan Kapasitif," *J. EECCIS*, vol. 13, no. 3, pp. 109–113, 2019.
- [12] A. S. D. Saputra and B. Badaruddin, "Touchless and Automatic Notification Smart Trashbin," *J. Teknol. Elektro*, vol. 11, no. 1, p. 11, 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i1.002.
- [13] Admin_AlfStudio, "Wemos D1 Mini," *teknik elektro*. <https://www.teknikelektro.com/2021/08/wemos-d1-mini-adalah.html>
- [14] U. faris Hadi, "Pengertian Sensor Proximity Induktif Dan Kapasitif," *kelas PLC*. <https://www.kelasplc.com/pengertian-sensor-proximity-induktif-dan-kapasitif/>
- [15] P. A. Elga, "Sensor Infrared (IR) Proximity FC-51," *edukasi elektronika*, 2020. <https://www.edukasielektronika.com/2020/09/sensor-infrared-ir-proximity-fc-51.html>
- [16] A. A. Arsadi and E. Haryatmi, "Pemanfaatan Aplikasi Telegram dan Internet of Things Pada Pemantauan Tempat Sampah," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 5, no. 2, pp. 370–377, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/3639>