

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN MANAJEMEN SAMPAH DI KAWASAN PERKOTAAN MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS

Agam Sanjaya I.P, M.S. Hendriyawan A.

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi Dan Elektro
Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta
E-mail : agamsanjaya98@gmail.com*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan tingkat populasi yang cukup tinggi terbukti Indonesia masuk dalam 4 besar sebagai negara dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia. Dengan padatnya jumlah penduduk tentu Indonesia memiliki sejumlah masalah, salah satu contoh adalah pengelolaan sampah. Pengolahan sampah khususnya di daerah perkotaan dinilai masih kurang baik dikarenakan kurang efisiennya petugas kebersihan dalam memanejem sampah, berdasarkan masalah tersebut maka diciptakanlah sistem informasi kondisi penampungan sampah di perkotaan secara terpadu berbasis Internet of Things. Penelitian ini dirancang menggunakan berbagai sensor seperti sensor laser untuk mendeteksi volume tempat sampah, sensor load cell untuk mendeteksi berat, dan sensor MQ135 untuk mendeteksi gas NH₃ (ammonia). Hasil pengukuran dari sensor-sensor yang ada selanjutnya dikonversi oleh board Arduino UNO R3, setelah dikonversi data tersebut dikirimkan ke board Node MCU melalui komunikasi serial, data yang telah diterima selanjutnya di upload ke real time database Firebase dan nantinya hasil pengukuran-pengukuran berujung pada sebuah aplikasi Android yang bisa memantau status tempat sampah kapanpun dan dimanapun selama ada koneksi internet sehingga membuat petugas sampah lebih efisien dalam memajemen sampah di perkotaan. Setelah dilakukan pengujian-pengujian, alat ini mampu memberikan status tempat sampah pada aplikasi Android secara realtime dan cukup akurat .

Kata kunci : *Sampah, Sensor, Internet of Things, Node MCU, Android*

1. PENDAHULUAN

Pertemuan penduduk yang sangat pesat memicu masalah baru pada aspek lingkungan di suatu tempat atau wilayah khususnya di wilayah perkotaan, salah satu masalah yang paling besar pada lingkungan perkotaan adalah sampah. Hal itu dikarenakan masih kurangnya manajemen sampah yang kurang baik seperti dibiarkan tempat sampah yang sudah penuh terlalu lama dan tidak segera dilakukan tindakan pembuangan ke tempat pembuangan akhir. Hal ini tentu menjadi masalah karena sampah yang sudah terlalu menumpuk terlalu lama akan menimbulkan bau tak sedap dan menimbulkan polusi udara yang berdampak pada kesehatan lingkungan, selain itu tempat sampah yang telah penuh juga memicu warga untuk membuang sampah sembarang karena tidak adanya wadah yang disediakan untuk membuang sampah tersebut.

Demi meningkatkan kualitas hidup khususnya di daerah perkotaan yang padat penduduk dan mengatasi permasalahan yang telah dijabarkan di paragraf sebelumnya penulis merancang sebuah alat pengendali kebersihan berupa tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT). Dimana tempat sampah ini dapat

memantau volume dan berat muatan pada tempat sampah selain itu terdapat juga sensor polusi udara yang dihasilkan dan semua data-data tersebut dapat ditampilkan melalui aplikasi android untuk dipantau oleh petugas sampah, jadi diharapkan tidak ada lagi sampah yang sudah terlalu lama menumpuk dan penuh yang akan mencemari lingkungan dan membuat pekerjaan tukang sampah lebih efisien karena tidak perlu menunggu laporan dari warga selain itu tukang sampah tidak perlu berpatroli untuk memantau tempat sampah mana yang sudah layak untuk dibuang ke tempat pembuangan .

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang memiliki bidang dan tema yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian oleh Tholib, R., (2017) dengan judul Automatic Warning System Smarttrash (Awassh) Berbasis Arduino Nano. Penelitian tersebut membahas bagaimana membuat alat alat yang diharapkan dapat memudahkan manusia saat membuang sampah tanpa harus menyentuh tempat sampah secara langsung, sehingga memberikan kenyamanan, kemudahan bagi semua orang yang ingin membuang sampah dan membantu para petugas

kebersihan di tempat-tempat umum seperti rumah sakit, hotel, bank dan tempat umum lainnya. Pembuatan Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano melalui beberapa tahap yaitu identifikasi kebutuhan, perancangan perangkat keras (Hardware), perancangan perangkat lunak (Software), perancangan rangkaian, pembuatan alat dan pengujian alat. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan diperoleh hasil bahwa Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano bekerja seperti yang diharapkan, yaitu rangkaian catu daya yang stabil sebesar 12 volt dan 5 volt, sensor HC-SR04 dapat mendeteksi manusia pada jarak 25 cm dan dapat mendeteksi jika sampah penuh. Tempat sampah pintar dapat membuka dan menutup secara otomatis dan mengirim pemberitahuan berupa short message service (SMS) saat kondisi tempat sampah penuh, secara keseluruhan alat ini bekerja 100% seperti yang diharapkan.[1]

Penelitian oleh Muhamad Syaifudin, Faqih Rofli, A. Q., (2018) dengan judul Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Dan Penerangan Jalan Berbasis Wireles Sensor Network (WSN). Penelitian tersebut membahas bagaimana merancang sistem pemantauan volume tempat sampah dan lampu penerangan jalan dengan menggunakan sensor ultrasonik pada tempat sampah dan photodiode pada lampu penerangan jalan, sehingga saat kondisi volume tempat sampah dan lampu penerangan jalan mengalami perubahan maka Xbee akan mengirimkan informasi ke ruang petugas. Sistem pemantauan menghasilkan output RW1,11,0# menunjukkan bahwa alamat yang dikirim adalah dari RW 1. Kondisi jarak sensor volume adalah 11 cm, ketika jarak volume sampah sudah mencapai 5 cm atau di bawahnya maka progres bar akan berwarna biru hampir penuh sehingga buzzer di ruang petugas akan berbunyi. Hasil pengujian menunjukkan kondisi keadaan lampu penerangan jalan ketika dalam kondisi mati maka alamat yang dikirimkan adalah 0 dan indikator lampu berwarna putih, sedangkan ketika lampu penerangan jalan dalam kondisi menyala maka alamat yang akan dikirimkan adalah 1 serta indikator lampu pada sistem monitoring akan menyala. Diperoleh kesimpulan jarak aman jangkauan Xbee dari tempat sampah ke ruang petugas sejauh 30 meter (dalam ruang) dan 80 meter (luar ruang).[2]

Penelitian oleh Yustanti, M. I., (2017) dengan judul Rancang Bangun Sistem Informasi Bank Sampah Berbasis Web. Penelitian tersebut membahas bagaimana merancang suatu sistem berbasis web yang dapat membantu proses transaksi sampah pada bank sampah. Dalam proses pembuatan

sistem tersebut dilakukan penelitian di Bank Sampah Asri Raharjo Kecamatan Pati Kabupaten Pati. Penelitian ini menggunakan metode waterfall sebagai metode pengembangan sistem. Sedangkan dalam pengumpulan data penulis menggunakan metode survey, wawancara, studi pustaka, dokumentasi dan arsip. Hasil penelitian berupa sebuah sistem informasi berbasis web yang membantu petugas dalam melayani transaksi dan nasabah mengecek saldo secara mandiri.[3]

Penelitian oleh Fauziah, N. Sultan Salahudin, T. S., (2018) dengan judul Perancangan Prototype Sistem Pemantau Dan Lokasi Tempat Sampah Kota Depok Via SMS. Penelitian tersebut membahas bagaimana memberikan informasi mengenai kondisi tempat sampah diberbagai titik yang belum terjangkau. alat berfungsi untuk memantau kondisi tempat sampah yang penuh dengan menggunakan GPS dan SMS sebagai pendukung apabila kondisi tempat sampah tersebut dalam keadaan penuh sehingga dapat membantu menginformasikan pada petugas kebersihan kota agar cepat mengangkut sampah tersebut. Alat ini diproses dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai komponen pengendali (controller) dan bahasa pemrograman yang digunakan yaitu bahasa C. Beberapa komponen elektronika yang digunakan diantaranya sensor ultrasonik, RFID, GPS Ublox Neo 6MV2, GSM/GPRS Shield, Arduino Mega 2560 dan Solenoid. Pada alat ini, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur tinggi sampah pada jarak 5 cm didalam tempat sampah sehingga solenoid akan mengunci tempat sampah dan modul GPS dan GSM/GPRS Shield akan aktif sebagai media pengirim koordinat lokasi dan pesan singkat yang berisi informasi bahwa tempat sampah telah penuh dengan alamat URL lokasi tempat sampah, smartphone digunakan untuk menampilkan sms dan lokasi dengan aplikasi google map. Pada saat petugas kebersihan menempelkan RFID card pada RFID maka solenoid akan membuka pengunci tempat sampah yang penuh agar terangkut.[4]

Penelitian oleh Raya, G., (2018) dengan judul Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler AT Mega 328. Penelitian tersebut membahas bagaimana merancang tempat sampah otomatis menggunakan mikrokontroler AT Mega 328, sensor HC-SR04, LED dan LCD. Sensor HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia dan mendeteksi kapasitas tempat sampah menggunakan gelombang ultrasonic, Buzzer digunakan untuk pemberitahuan suara jika tempat sampah telah penuh dan LCD untuk menampilkan data. Hasil yang diperoleh dari pengujian sistem adalah tempat sampah berhasil dalam membuka dan

menutup secara otomatis serta mendeteksi kapasitas tempat sampah dan menampilkan ke LED sesuai dengan fungsi sistem.[5]

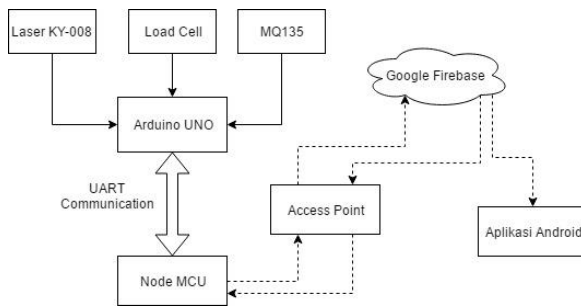
Perbedaan dari kelima referensi dengan judul yang diangkat oleh penulis terletak pada metode dan konsep yang digunakan, alat yang dibuat oleh penulis berdasarkan Internet of Thing (IoT). Dimana penulis memanfaatkan internet dan aplikasi android untuk memonitoring tempat sampah di perkotaan, alat ini dapat memonitor berat, volume, dan tingkat polusi bau yang dihasilkan dari tempat sampah.

Penulis menggunakan modul pemancar laser KY008 untuk mengetahui tingkat volume pada tempat sampah, Sensor kualitas udara MQ135 untuk mengetahui tingkat polusi, dan sensor Load Cell yang berfungsi untuk mendeteksi berat dari tempat sampah. Hasil pengukuran tersebut di proses oleh board kontroler NODE MCU untuk di proses dan di upload datanya ke database, lalu dari database dilanjutkan pada aplikasi android sehingga dapat dipantau langsung oleh petugas kebersihan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah melalui studi literatur, studi diskusi, perancangan mekanik dan elektrik, pengujian sistem kemudian melakukan analisis terhadap hasil pengujian sistem tersebut.

2.1. Diagram Blok Sistem



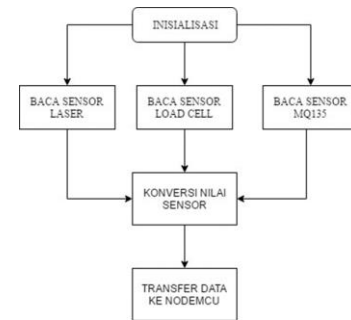
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa sistem pemantauan dan manajemen sampah di kawasan perkotaan menggunakan internet of things diawali pembacaan sensor Load Cell, MQ135, dan Laser oleh Arduino UNO R3 lalu dikonversi nilai pembacaan sesuai dengan satuan yang diinginkan. Setelah proses selesai, data selanjutnya ditransfer ke NodeMCU V3 melalui komunikasi serial (UART). Setelah data diterima oleh NodeMCU, data tersebut selanjutnya diupload ke Google Firebase yang

nantinya data tersebut juga akan diteruskan ke aplikasi Android.

2.2. Flowchart Pada Arduino

Flowchart pada arduino memiliki beberapa tahap proses, dimulai dengan inisialisasi. Setelah inisialisasi, dilakukan pembacaan nilai sensor Laser, Load Cell, dan MQ135 yang kemudian nilai tersebut dikonversi ke satuan yang diinginkan, apabila proses konversi selesai data ditransfer ke NodeMCU V3 via komunikasi serial. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar flowchart pada arduino pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Pada Arduino

2.3. Flowchart Pada Node MCU

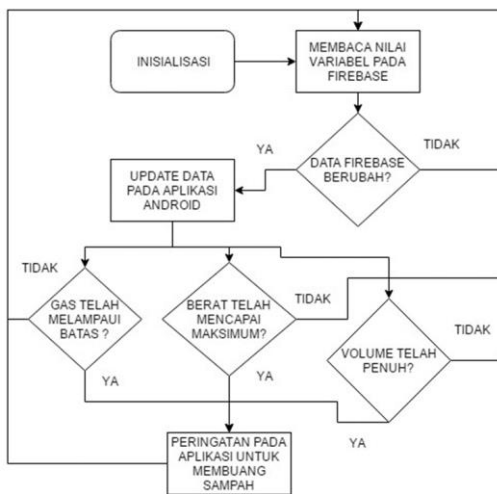
Dalam flowchart pada Node MCU terdapat beberapa langkah proses, langkah ini dimulai dengan inisialisasi. Setelah inisialisasi, dilakukan autentikasi antara Node MCU dengan access point, setelah terkoneksi selanjutnya Node MCU akan menerima data dari Arduino, data yang telah diterima dari Arduino selanjutnya diupload ke Google Firebase, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Pada Node MCU

2.4. Flowchart Pada Aplikasi Android

Flowchart pada Aplikasi Android terdapat beberapa langkah proses kerja, langkah ini dimulai dengan inisialisasi. Setelah inisialisasi, dilakukan membaca nilai variabel pada Firebase berupa “berat”, “volume”, dan “polusi” dan apabila variabel tersebut berubah nilainya maka akan muncul peringatan untuk membuang sampah, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.

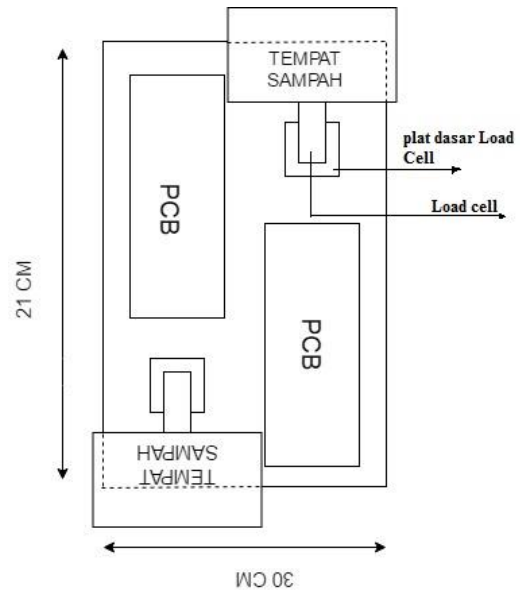


Gambar 4. Flowchart Pada Aplikasi Android

3. ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Mekanik

Dalam proyek ini penulis menggunakan sebuah papan kayu berukuran P 21 cm x L 30 cm x T 1 cm, papan tersebut juga dilapisi akrilik bening dengan ukuran P 21 cm x L 30 cm x T 0.2 cm nantinya papan yang sudah dilapisi akrilik tersebut digunakan untuk meletakkan PCB dan tempat sampah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 5. Gambar papan dasar untuk semua komponen

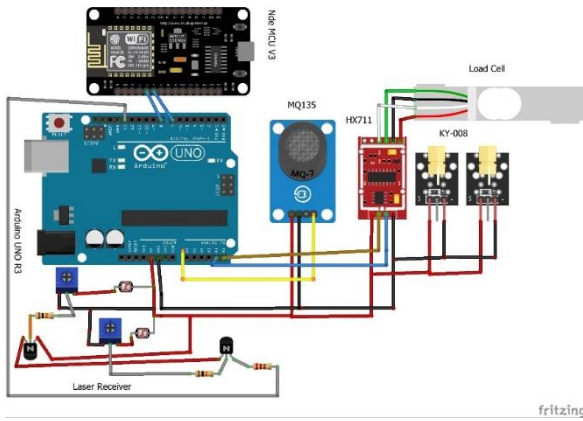
Pada Gambar 5 dijelaskan terdapat komponen-komponen yang diletakkan pada papan dasar, untuk mengetahui ukuran dari tiap-tiap komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Ukuran Komponen

Nama Komponen	Ukuran
Load Cell	P 8 cm x L 1,25 cm T 1,25 cm
Plat Dasar Load Cell	P 3 cm x L 3 cm x T 0,4 cm
Tempat Sampah	P 15 cm x L 9,5 cm x T 4,5 cm
PCB	P 18 cm x L 7 cm

3.2 Perancangan sistem elektronik

Dalam perancangan elektronik, digunakan software Fritzing untuk membuat diagram pengkabelan bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam merakit komponen-komponen agar mengurangi kesalahan koneksi antar komponen, dalam proyek ini digunakan dua buah papan pengembangan elektronik yaitu Arduino UNO R3 yang berbasis mikrokontroler AT-mega328 dan Node MCU V3 yang berbasis mikrokontroler ESP-8266. Selain itu digunakan juga komponen lain seperti Load cell (sensor berat), MQ135 (sensor gas), dan laser transmitter KY-008 (sensor volume). Untuk Gambar diagram pengkabelan komponen bisa dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Diagram Pengkabelan Komponen

3.3 Perancangan perangkat lunak

Dalam perancangan Perangkat lunak digunakan software Arduino IDE untuk membenamkan program pada board Arduino UNO dan Node MCU V3, Arduino IDE sendiri menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang berbasis pada bahasa pemrograman C++ yang lebih disederhanakan, selain itu dalam membuat perangkat lunak untuk Android penulis menggunakan software MIT APP INVENTOR 2, APP INVENTOR sendiri menggunakan pemrograman berbasis blok blok grafis dimana nantinya user hanya perlu melakukan “drag and drop” seperti halnya menyusun puzzle.

3.3.1 Deklarasi Variabel Dan Pemanggilan Library

Hal pertama yang dilakukan dalam membuat baris program adalah mendefinisikan variabel yang akan kita gunakan untuk digunakan didalam program utama, selain itu dilakukan juga pemanggilan library yang sudah diinputkan pada Arduino IDE dan hal ini dilakukan baik pada Arduino UNO maupun Node MCU V3, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada baris program di bawah ini:

- a. Deklarasi variabel pada arduino UNO R3

```
1.#include
<SoftwareSerial.h>
2.#include
<ArduinoJson.h>
3.SoftwareSerial
arduino(8,7);
4.#include "HX711.h"
5.#define DOUT A4
6.#define CLK A5
7.HX711 scale(DOUT, CLK);
8.float
calibration_factor = 400;
9.int GRAM;
10.const int statuslaser
= 11;
11.char datakirim;
```

- b. Deklarasi variabel pada Node MCU V3

```
1.#include
<SoftwareSerial.h>
2.SoftwareSerial s(D7,D8);
3.#include <ArduinoJson.h>
4.#include <ESP8266WiFi.h>
5.#include
<FirebaseArduino.h>
6.#define FIREBASE_HOST
"tugasakhir5150711174.firebe
io.com"
7.#define WIFI_SSID "anonim"
8.#define WIFI_PASSWORD
"justice123"
```

3.3.2 Baris program Arduino UNO R3

Dalam projek ini Arduino UNO digunakan sebagai pembaca nilai sensor dan mengkonversinya ke satuan yang diinginkan, nantinya hasil pembacaan sensor berat akan di konversi ke satuan gram lalu untuk sensor gas akan dikonversi ke satuan PPM dan untuk pembacaan sensor laser akan di konversi ke pernyataan “normal” atau “penuh” setelah itu data yang telah di konversi ditransfer ke Node MCU V3 melalui komunikasi serial, untuk lebih jelasnya dapat baris program berikut ini:

```

1. void setup() {
2.  arduino.begin(115200);
3.  pinMode(A0, INPUT);
4.  pinMode(statuslaser, INPUT);
5.  scale.set_scale();
6.  scale.tare();
7. }
8. StaticJsonBuffer<1000>
  jsonBuffer;
9. JsonObject& root =
  jsonBuffer.createObject();
10. void loop() {
11.  int gas=
  map(analogRead(A0), 0, 1024, 0, 100);
12.  int
  sinyallaser=digitalRead(statuslas
  er);
13.  if (sinyallaser == HIGH)
14.  {
15.    datakirim = "normal";
16.  }
17.  else if (sinyallaser == LOW)
18.  {
19.    datakirim = "penuh";
20.  }
21.  root["laserv"]=datakirim;
22.  root["gasv"]= gas;
23.  root["beratv"]= GRAM;
24.  if(arduino.available()>0)
25.  {
26.    root.printTo(arduino);
27.  }
28.  scale.set_scale(calibration_fa
  ctor);
29.  GRAM=scale.get_units(), 2;
30. }

```

3.3.3 Baris program Node MCU V3

Dalam proyek ini Node MCU V3 difungsikan sebagai penerima data yang telah di olah pada Arduino UNO lalu selain itu Node MCU V3 juga akan melakukan upload data ke Firebase secara realtime dengan membuat TAG dan VALUES yang nantinya TAG dan VALUES tersebut akan diunduh oleh aplikasi Android, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada baris program berikut ini:

```

1. void setup() {
2.  WiFi.begin(WIFI_SSID,
  WIFI_PASSWORD);
3.  Firebase.begin(FIREBASE_
  HOST);
4.  Serial.begin(115200);
5.  s.begin(115200);
6.  while (!Serial)
  continue;
7. }
8. void loop() {
9.  StaticJsonBuffer<1000>
  jsonBuffer;
10. JsonObject& root =
  jsonBuffer.parseObject(s);
11. if (root==JsonObject::inv
  alid())
12. {
13.  return;
14. }
15. Serial.println("JSON
  received and parsed");
16. root.prettyPrintTo(Seria
  l);
17. Serial.print("gas sensor
  ");
18. int data4=root["gasv"];

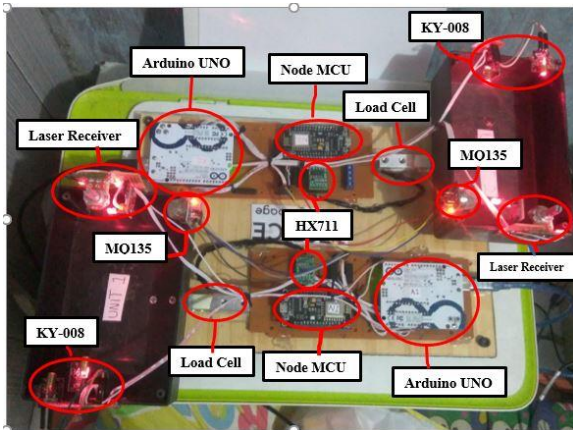
```

3.3.4 Pembuatan Aplikasi Android

Dalam proyek ini aplikasi yang telah dibuat nantinya akan bekerja untuk device dengan platform Android, fungsi dari aplikasi ini adalah untuk menampilkan data yang telah di upload pada Firebase dimana data tersebut digunakan oleh petugas sampah sebagai acuan akankah sampah harus dibuang atau tidak, pembuatan aplikasi Android pada APP INVENTOR akan dibagi menjadi 3 tahap yaitu pembuatan layar screen1 sebagai menu utama, pembuatan layar unit1 sebagai penampil data pada sistem pertama, dan pembuatan layer unit2 sebagai penampil data pada sistem kedua.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Purwarupa



Gambar 7. Rangkaian lengkap purwarupa tampak atas

Pada proyek ini dibuat dua buah sistem yang bekerja secara independen yang artinya kinerja setiap unit tidak mempengaruhi satu sama lain, pada Gambar 2 dijelaskan bahwa setiap unit memiliki masing-masing satu buah Arduino UNO R3 dan satu buah Node MCU V3 sebagai otak pemrosesan data, satu buah Load Cell sebagai sensor berat, satu buah MQ-135 sebagai sensor gas NH₃ (ammonia), dan dua buah laser transmitter KY-008 dengan receivernya sebagai pendeteksi volume. Receiver laser dirangkai sehingga membentuk logika “AND” dimana nantinya apabila kedua laser receiver memberikan sinyal LOW maka status volume tempat sampah adalah penuh.

4.2. Pengujian Purwarupa

pembuatan rancang bangun sistem pemantauan dan manajemen sampah di kawasan perkotaan menggunakan internet of things ini diawali dengan melakukan pengkabelan sesuai dengan rancangan elektronik yang telah di buat, dilanjutkan dengan membenamkan program kedalam board Arduino UNO R3 dan Node MCU V3 dengan menggunakan Arduino IDE dalam proyek ini penulis membuat dua buah purwarupa dengan komponen dan rangkaian yang sama persis. Terhadap dua purwarupa tersebut akan dilakukan pengujian dengan berbagai fokus pengujian sesuai dengan fungsi dari komponen-komponen yang ada dalam sistem, adapun fokus dari pengujian purwarupa dari sistem ini adalah sebagai berikut:

- Pengujian pembacaan sensor
- Pengujian update data firebase
- Pengujian update data aplikasi android Pengujian Pembacaan Sensor

4.2.1. Pengujian Pembacaan Sensor

pengujian pembacaan sensor dilakukan untuk memastikan apakah data dari sensor terbaca dengan baik oleh Arduino UNO R3 dan apakah data tersebut ditransfer dengan baik ke Node MCU V3, Apabila data yang ditampilkan oleh Node MCU V3 di serial monitor sudah tepat atau mendekati tepat maka pengujian di nyatakan berhasil, pengujian sensor ini dilakukan lima kali dalam kondisi pembacaan sensor yang berbeda-beda dan untuk detail pengujian unit1 bisa dilihat pada penjelasan sebagai berikut:

a. Pengujian load cell

Pengujian load cell dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil ukur berat suatu benda yang terbaca pada sensor alat dengan timbangan digital. Untuk hasil pengujian bisa dilihat pada Gambar 8 dan tabel 2-3



Gambar 8. Hasil ukur benda pada timbangan

Tabel 2

Percobaan ke-	Objek inputan load cell	Hasil pembacaan berat timbangan digital	Hasil pembacaan berat load cell (serial monitor)	error
1	Arduino UNO	27 gram	24 gram	3 g
2	Xiaomi Redmi Note 3 Pro	176 gram	169 gram	7 g
3	Mouse Logitech M185	70 gram	66 gram	3 g
4	Node MCU V3	10 gram	5 gram	5 g
5	Motor Servo SG90	11 gram	7 gram	4 g
rata-rata error				4.4

Tabel 3

Percobaan ke-	Objek inputan load cell	pembacaan berat timbangan digital	Hasil pembacaan load cell (serial monitor)	error
1	Arduino UNO	27 gram	24 gram	3 gr
2	Xiaomi Redmi Note 3 Pro	176 gram	170 gram	6 gr
3	Mouse Logitech M185	70 gram	67 gram	3 gr
4	Node MCU V3	10 gram	7 gram	3 gr
5	Motor Servo SG90	11 gram	8 gram	3 gr
rata-rata error				3.6 g

- b. Pengujian sensor laser
 Pengujian sensor laser dilakukan dengan cara menaruh objek yang dapat menghalangi sorot sinyal laser yang dipancarkan modul laser KY-008 menuju laser receiver. Untuk hasil pengujian bisa lihat pada tabel 4 dan tabel 5

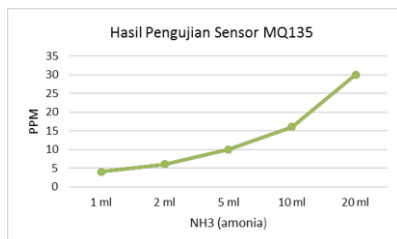
Tabel 4

Percobaan ke-	Objek inputan Laser Receiver	Hasil pembacaan Laser Receiver (serial monitor)	error
1	tidak terhalangi	HIGH	0
2	tidak terhalangi	HIGH	0
3	tidak terhalangi	HIGH	0
4	terhalangi	LOW	0
5	terhalangi	LOW	0

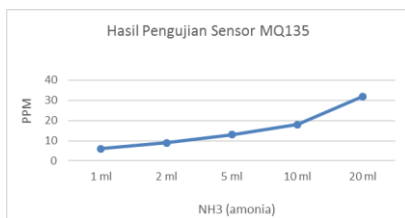
Tabel 5

Percobaan ke-	Objek inputan Laser Receiver	Hasil pembacaan Laser Receiver (serial monitor)	error
1	tidak terhalangi	HIGH	0
2	tidak terhalangi	HIGH	0
3	tidak terhalangi	HIGH	0
4	terhalangi	LOW	0
5	terhalangi	LOW	0

- c. Pengujian sensor MQ135
 Pengujian sensor MQ135 dilakukan dengan cara mendekati cairan kimia NH3 (ammonia) dengan jumlah yang berbeda. Untuk hasil pengujian bisa dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10



Gambar 9. Hasil pengujian MQ135 unit1



Gambar 10. Hasil pengujian MQ135 unit2

4.2.2. Pengujian Update Data Firebase

pengujian update data firebase dilakukan untuk memastikan bahwa data yang telah diterima Node MCU V3 dari Arduino UNO R3 telah terunggah ke server firebase dengan tepat dan realtime. Untuk pengujian update data firebase dilakukan sebanyak

lima kali dengan mencocokkan TAG dan VALUE dari sketch program dengan TAG dan VALUE yang terupdate pada firebase, apabila TAG dan VALUE bernilai sama maka pengujian dikatakan berhasil, untuk hasil pengujian update data pada firebase dapat dilihat pada Gambar 9 sampai dengan Gambar 13.

```

22 Firebase.setInt("berat",25);
23 Firebase.setInt("berat2",29);
24 Firebase.setInt("gas",0);
25 Firebase.setInt("gas",0);
26 Firebase.setString("statusberat", "stand_by");
27 Firebase.setString("statusberat2", "stand_by");
28 Firebase.setString("statusgas", "stand_by");
29 Firebase.setString("statusgas2", "stand_by");
30 Firebase.setString("volume", "normal");
31 Firebase.setString("volume2", "normal");
  
```

Gambar 9. Hasil pengujian update data pada firebase pertama

```

22 Firebase.setInt("berat",164);
23 Firebase.setInt("berat2",29);
24 Firebase.setInt("gas",0);
25 Firebase.setInt("gas",0);
26 Firebase.setString("statusberat", "stand_by");
27 Firebase.setString("statusberat2", "stand_by");
28 Firebase.setString("statusgas", "stand_by");
29 Firebase.setString("statusgas2", "stand_by");
30 Firebase.setString("volume", "normal");
31 Firebase.setString("volume2", "normal");
  
```

Gambar 10. Hasil pengujian update data pada firebase kedua

```

22 Firebase.setInt("berat",11);
23 Firebase.setInt("berat2",142);
24 Firebase.setInt("gas",0);
25 Firebase.setInt("gas",0);
26 Firebase.setString("statusberat", "stand_by");
27 Firebase.setString("statusberat2", "stand_by");
28 Firebase.setString("statusgas", "stand_by");
29 Firebase.setString("statusgas2", "stand_by");
30 Firebase.setString("volume", "penuh");
31 Firebase.setString("volume2", "normal");
  
```

Gambar 11. Hasil pengujian update data pada firebase ketiga

```

22 Firebase.setInt("berat",10);
23 Firebase.setInt("berat2",28);
24 Firebase.setInt("gas",0);
25 Firebase.setInt("gas",0);
26 Firebase.setString("statusberat", "stand_by");
27 Firebase.setString("statusberat2", "stand_by");
28 Firebase.setString("statusgas", "stand_by");
29 Firebase.setString("statusgas2", "stand_by");
30 Firebase.setString("volume", "penuh");
31 Firebase.setString("volume2", "normal");
  
```

Gambar 12. Hasil pengujian update data pada firebase keempat

```

22 Firebase.setInt("berat",11);
23 Firebase.setInt("berat2",7);
24 Firebase.setInt("gas",0);
25 Firebase.setInt("gas",0);
26 Firebase.setString("statusberat", "stand_by");
27 Firebase.setString("statusberat2", "stand_by");
28 Firebase.setString("statusgas", "stand_by");
29 Firebase.setString("statusgas2", "stand_by");
30 Firebase.setString("volume", "penuh");
31 Firebase.setString("volume2", "penuh");
  
```

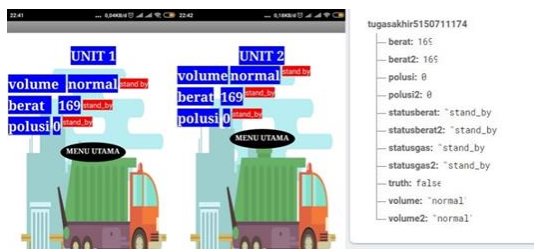
Gambar 13. Hasil pengujian update data pada firebase kelima

4.2.3. Pengujian Update Data Aplikasi Android

pengujian update data aplikasi Android dilakukan untuk memastikan bahwa data yang telah di unggah oleh Node MCU V3 dapat terunduh dengan baik pada aplikasi Android. Untuk pengujian update data aplikasi Android dilakukan sebanyak lima kali dengan cara mencocokkan apakah data pada firebase bernilai sama pada aplikasi Android, untuk hasil pengujian bisa dilihat pada Gambar 14 sampai dengan Gambar 18



Gambar 14. Hasil pengujian update data pada aplikasi android pertama



Gambar 15. Hasil pengujian update data pada aplikasi android kedua



Gambar 16. Hasil pengujian update data pada aplikasi android ketiga



Gambar 17. Hasil pengujian update data pada aplikasi android keempat



Gambar 18. Hasil pengujian update data pada aplikasi android kelima

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pengujian pada rancang bangun sistem pemantauan dan manajemen sampah di kawasan perkotaan menggunakan internet of things, peneliti dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

- Bahwa merancang sistem informasi kondisi penampungan sampah di perkotaan secara terpadu menggunakan teknologi internet sangat bisa dilakukan dengan menggunakan komponen elektronik berupa Arduino UNO R3, Node MCU V3, sensor laser, sensor load cell, dan sensor MQ135.
- Sensor load cell cukup akurat dalam mengukur berat dengan memiliki rata-rata eror 4.4 gram untuk unit1 dan 3.6 gram untuk unit 2
- Sensor laser bekerja dengan sangat baik dalam memberikan sinyal apakah tempat sampah penuh atau tidak dan dalam pengukuran tidak terjadi eror sama sekali pada kedua unit
- Sensor gas MQ135 bekerja dengan baik dalam membaca gas NH₃ (ammonia) dimana terjadi kenaikan nilai pembacaan secara linear sesuai dengan keadaan udara sekitar

5.2. Saran

Berdasarkan hasil implementasi yang diperoleh, untuk pengembangan lebih lanjut ada beberapa saran agar alat ini dapat bekerja lebih baik, dalam perancangan alat ini digunakan database realtime dari firebase yang dimana firebase menggunakan protokol transfer data HTTP yang memakan sumber daya bandwidth yang cukup besar untuk perangkat mobile, peneliti menyarankan untuk perancang alat berbasis IoT untuk menggunakan protokol transfer data yang dapat bekerja dengan baik walaupun keterbatasan pada bandwidth yang kecil. Contoh dari protokol transfer data yang ringan adalah MQTT, MQTT mempunyai kelebihan dari HTTP karena memiliki ukuran pesan yang kecil dan tingkat

kerumitan yang sederhana selain itu MQTT dapat bekerja dengan baik walaupun dalam keadaan keterbatasan bandwidth (koneksi lambat).

UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari segala bantuan, bimbingan, dorongan dan doa dari berbagai pihak, yang pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Bambang Moertono Setiawan, MM., Akt. CA. selaku Rektor, Universitas Teknologi Yogyakarta.
2. Bapak Sutarman, M.kom., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta.
3. Bapak M.S. Hendriawan Achmad.,S.T, M.Eng selaku pembimbing penulis sekaligus Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro
4. Segenap Dosen Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta yang telah membekali Ilmu pengetahuan pada penulis.
5. Para staf dan karyawan Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta.
6. Kedua Orang tua saya yang telah membesarkanku hingga saat ini dengan penuh kasih sayang dan telah memberi semangat dan motivasi.
7. Teman-teman game saya yang telah menghibur saya saat penat
8. Teknik Elektro D, Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro UTY yang telah memberikan dukungan, semangat, serta edukasi membangun kepribadian yang baik selama menjadi mahasiswa di UTY
9. Serta berbagai pihak yang serta-merta ikut membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Sampah Rumah Tangga Dan Penerangan Jalan Berbasis Wireless Sensor Network (WSN), TRANSMISI, Vol 20(4), 158-166.

- [3] Yustanti, M.I., (2017), Rancang Bangun Sistem Informasi Bank Sampah Berbasis Web, Skripsi, S.T., Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [4] Fauziah , Salahuddin, N.S, Saptariani, T., (2018), Perancangan Prototype Sistem Pemantau Dan Lokasi Tempat Sampah Kota Depok Via Sms, Konferensi Nasional Sistem Informasi, Vol 1(1), 1-6.
- [5] Raya, G., (2018), Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis ATmega 328, Skripsi, S.Si., Universitas Sumatera Utara, Medan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tholib, R., (2017), Automatic Warning Sistem Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano, E-Jurnal Prodi Teknik Elektronika dan Informatika Edisi Proyek Akhir D3, Vol 1(1), 1-8.
- [2] Syaifudin, A., Rofli, F., Qustoniah, A., (2018), Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat

