

PEMANFAATAN GOOGLE FIREBASE PADA SISTEM TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS INTERNET OF THINGS

UTILIZATION OF GOOGLE FIREBASE ON SMART TRASH BIN SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS

Armanda Suryaningrat¹, Danny Kurnianto*², Fikra Titan Syifa³

*Email: dannykurnianto@ittelkom-pwt.ac.id

^{1,2,3}Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto

Abstrak— Sampah merupakan sisa hasil kegiatan manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Direktur Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan Bahan Beracun Berbahaya (B3) mengatakan proyeksi volume sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga pada 2018 mencapai 66,5 juta ton. Pengelolaan sampah yang masih kurang baik di masyarakat menjadi salah satu problematika klasik. Tempat sampah pintar menjadi salah satu alternatif solusi bagi permasalahan sampah di masyarakat. Tempat sampah pintar dirancang untuk dapat mengetahui ketinggian sampah dan mengirimkan notifikasi kepada petugas melalui teknologi *Internet of Things*. Hasil pembacaan ketinggian sampah disimpan secara langsung melalui *Google Firebase*. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pusat pengolahan data dan menghubungkan perangkat tempat sampah ke *Google Firebase* melalui akses internet, sedangkan sensor HC SR04 digunakan untuk mendeteksi ketinggian sampah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data dapat terkirim dengan baik ke *Google Firebase* tanpa ada data yang hilang. Tingkat kesalahan pengukuran ketinggian sampah yang dihasilkan dari pengujian sebesar 0%, ini berarti bahwa nilai ketinggian sampah yang dipantau dari jarak jauh sama dengan ketinggian sampah sebenarnya di tempat sampah pintar dengan kecepatan *ping internet* 30-60ms.

Kata kunci — Google firebase, NodeMCU ESP8266, sampah, sensor ultrasonic, tempat sampah pintar,

Abstract— Trash is the result of human activities and natural processes that are solid. Director-General of Trash, Waste, and Hazardous Toxic (B3) Management said that the projected volume of household trash and similar types of household trash in 2018 reached 66.5 million tons. Poor trash management in society is one of the classic problems. Smart bin can be an alternative solution to the problem of trash in the society. Smart bin are designed to find out the height of trash and send notifications to officers through the Internet of Things technology. The height of the trash can be saved directly through Google Firebase. NodeMCU ESP8266 is used as a data processing center and connects the bin device to Google Firebase through internet, while the HC SR04 sensor is used to detect the height of trash. The results of testing can indicate that all data can be sent to Google Firebase properly, and no data is lost. Error on the measurement of the height of the trash generated from the test at 0%, this means that the height of the trash monitored remotely is the same as the actual trash height in a smart bin with internet speeds of 30-60ms.

Keywords — Google Firebase, NodeMCU ESP8266, smart bin, trash, ultrasonic sensor

I. PENDAHULUAN

Sampah dapat dikatakan sebagai limbah kegiatan rumah tangga yang berbentuk padat [1]. Direktur Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan Bahan Beracun Berbahaya (B3) Rosa Vivien Ratnawati mengatakan bahwa kapasitas sampah rumah tangga atau sejenisnya mencapai 66,5 juta ton pada tahun 2018 [2]. Pengelolaan sampah di banyak daerah

sampai saat ini dinilai masih kurang baik, hal ini menjadi salah satu masalah klasik di masyarakat yang terjadi setiap tahun.

Pemanfaatan teknologi untuk memecahkan masalah sampah sudah mulai dikedepankan, salah satunya adalah memanfaatkan teknologi *Global System for Mobile Communication* (GSM) pada sistem tempat sampah untuk mengirimkan notifikasi berupa sms kepada petugas. Informasi yang

dikirimkan ke petugas melalui sms berupa lokasi tempat sampah dan kondisi tabung tempat sampah (penuh atau tidak) [3]-[5].

Pengembangan selanjutnya pada sistem tempat sampah adalah memanfaatkan teknologi komunikasi Wireless berupa perangkat XBee. Informasi dikirimkan ke petugas melalui perangkat XBee untuk memantau kondisi tempat sampah [6]. Pada penggunaan teknologi GSM, kartu *Simcard* diperlukan untuk dapat melakukan komunikasi melalui operator seluler tertentu serta diperlukan biaya tambahan berupa pulsa komunikasi. Selain itu, kinerja sistem akan sangat tergantung pada konektivitas dari operator seluler. Pada penggunaan teknologi XBee, sistem tidak memerlukan biaya tambahan berupa pulsa komunikasi, akan tetapi jarak komunikasi menjadi terbatas yaitu sekitar 30 meter jika di dalam ruangan dan 80 meter jika di luar ruangan.

Dari hasil pengembangan sistem tempat sampah yang telah dijelaskan sebelumnya, belum terdapat penggunaan teknologi yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Konsep dasar dari IoT adalah menghubungkan benda-benda sekitarnya menggunakan koneksi internet. Infrastruktur internet yang semakin berkembang menyebabkan internet dapat terkoneksi bukan hanya dengan komputer atau *smartphone* namun juga dengan berbagai benda nyata lainnya [7].

Pada penelitian ini dijelaskan mengenai pemanfaatan *Google Firebase* berbasis *Internet of Things*. Pemanfaatan teknologi *Google Firebase* dapat menjadi salah satu jawaban untuk mengatasi permasalahan sampah. *Firebase* merupakan salah satu *platform* yang dikembangkan oleh *Google* dengan menggunakan konsep BaaS (*backend as a service*) yang mendukung aplikasi-aplikasi dengan data *real time* [8]. Dengan adanya *Firebase*, ketinggian tempat sampah dapat dipantau secara jarak jauh melalui jaringan internet. Sensor ultrasonik HC SR04 digunakan sebagai sensor untuk mengukur ketinggian tempat sampah, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, dan *Google Firebase* sebagai *database*. Cara kerja sensor ultrasonik yaitu mengubah sinyal suara atau bunyi menjadi sinyal elektrik [9]. NodeMCU ESP8266 merupakan *platform* berbasis IoT dengan lisensi terbuka, dengan perangkat keras berupa *system on chip* ESP8266 buatan *esperessif system* [10]. Pembacaan sensor akan diolah oleh mikrokontroler NodeMCU yang sudah memiliki modul ESP8266, lalu data tersebut akan dikirim ke *database* menggunakan komunikasi Wi-Fi dan koneksi

internet. Hasil pembacaan ketinggian sampah nantinya dapat dipantau secara langsung pada *Google Firebase*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Prototipe sistem tempat sampah pintar yang dapat memilah sampah organik dan anorganik telah dikembangkan oleh Yunus [11]. Sensor yang digunakan pada sistem ini yaitu sensor proximity kapasitif dan induktif untuk mendeteksi jenis bahan, sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian sampah apabila sudah penuh. Prototipe tempat sampah pintar memiliki dua ruang untuk sampah organik dan anorganik serta memiliki satu pintu masuk untuk mendeteksi sampah. Jika sampah terdeteksi mengandung bahan logam, kaca, dan plastik, maka servo akan bergerak ke tempat sampah anorganik. Sebaliknya jika yang terdeteksi organik maka servo akan bergerak ke tempat sampah organik. Kelemahan sistem ini adalah tidak memiliki fungsi untuk memantau kondisi penampungan tempat sampah jika sudah penuh.

Pengembangan sistem pemantauan kondisi penampungan tempat sampah dilakukan dengan menambahkan data tentang berat sampah dan lokasi tempat sampah [3]. Data lokasi tempat sampah didapatkan dari perangkat modul GPS yaitu koordinat garis lintang dan bujur tempat sampah tersebut. Informasi mengenai berat dan lokasi tempat sampah dikirimkan ke web server menggunakan modul GSM SIM 900. Selain itu, sistem ini dapat memberikan notifikasi berupa sms kepada petugas kebersihan apabila tempat sampah sudah penuh dan mengirimkan map lokasi tempat sampah tersebut.

Sistem tempat sampah pintar dikembangkan dengan pengaturan pembuangan sampah pada tabung tempat sampah menggunakan motor servo, ketinggian sampah dapat diketahui melalui sensor ultrasonik yang kemudian diolah oleh mikropengendali ATMega 328 [5]. Notifikasi kondisi tempat sampah akan ditampilkan melalui layer LCD dan jika kondisi tempat sampah penuh maka buzzer akan berbunyi dan kondisi ini akan dikirimkan melalui sms ke petugas. Pemantauan kondisi sampah masih dilakukan melalui media sms.

Sistem pemantauan tempat sampah dikembangkan menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network*. Tempat sampah yang dipantau tidak hanya satu tapi dapat lebih dari satu tempat sampah. Perangkat yang digunakan untuk mengirimkan data ke petugas kebersihan adalah

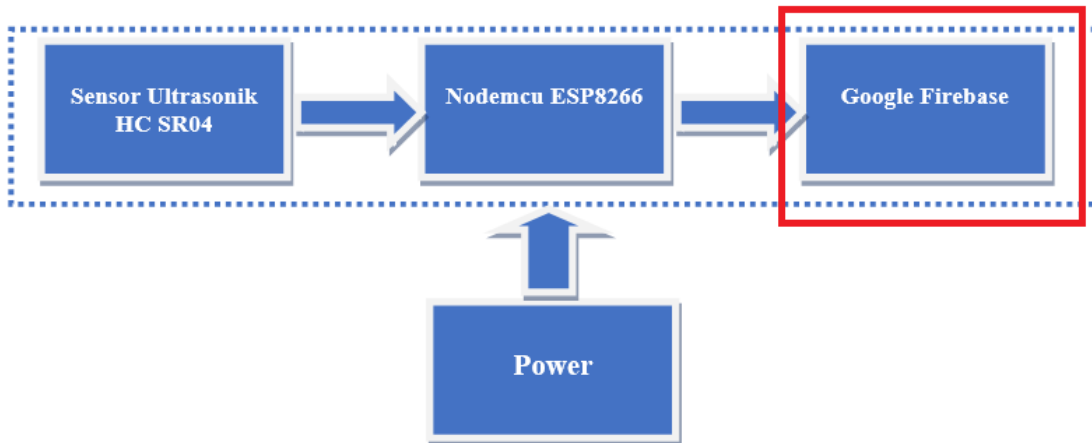
perangkat XBee. Sistem ini dapat bekerja hanya dalam cakupan jarak 80 meter di ruang terbuka [6].

Sistem pemantauan kondisi penampungan tempat sampah telah dikembangkan dengan menggunakan teknologi *Internet of Thing* (IoT) [12]. Sistem yang dikembangkan menggunakan Arduino Uno R3 sebagai pengolah data dan NodeMCU yang berfungsi untuk mengirimkan data yg telah diolah di Arduino ke server yaitu menggunakan *Google Firebase*. Data yang tersimpan di *Firebase* ditampilkan melalui aplikasi Android. Perangkat sensor yang digunakan adalah sensor laser untuk mendeteksi volume sampah, sensor *load cell* untuk mendeteksi berat sampah, dan sensor MQ135 untuk mendeteksi gas NH3 (ammonia). Perbedaan dengan studi ini adalah bahwa sistem tempat sampah pintar yang dirancang mampu memilah sampah basah dan

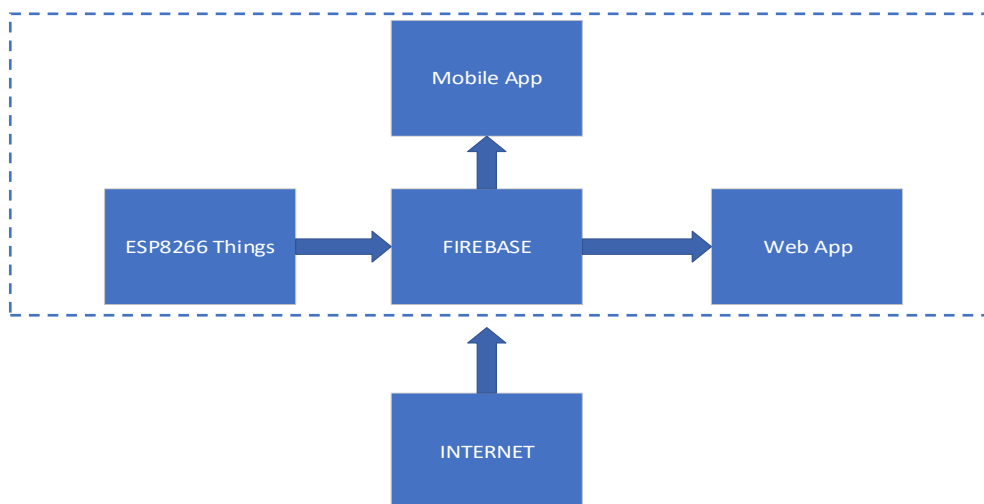
sampah kering. Sehingga dengan adanya kemampuan ini akan membantu petugas untuk memilah sampah.

III. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Alat dan bahan yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik HC SR04 untuk mendeteksi ketinggian sampah, dan *Google Firebase* sebagai *database* dengan kemampuan ping internet 30-60ms. Untuk perangkat keras yaitu membuat rangkaian *interface* NodeMCU dengan sensor ultrasonik HC SR04. Perangkat lunak yaitu membuat *database* menggunakan *Google Firebase*. Diagram blok sistem untuk tempat sampah pintar ditunjukkan pada Gambar-1.



Gambar -1. Diagram Blok Sistem Tempat Sampah Pintar

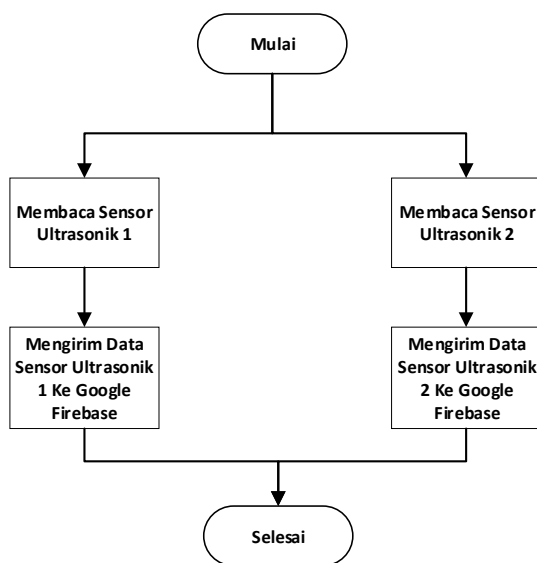


Gambar-2. Diagram Blok Sistem *Google Firebase*

Pada Gambar-1 tersebut, sensor ultrasonik memiliki fungsi sebagai input sedangkan *Google Firebase* sebagai output. Sensor ultrasonik membaca ketinggian sampah yang ada pada tempat sampah, kemudian data tersebut akan dikirim ke mikrokontroler NodeMCU. Data yang diterima nantinya akan diolah dan dikirimkan pada *Firebase*, kemudian dipantau menggunakan *Google Firebase*. *Flowchart* sistem dari *Google Firebase* ditunjukkan pada Gambar-2. Dalam blok tersebut, ESP8266 *things* berfungsi sebagai input yang akan mengirimkan data ke *Firebase*, sedangkan *mobile app* dan *web app* berfungsi sebagai output. Data yang dikirim oleh ESP8266 akan diolah oleh *Firebase* dan data tersebut diteruskan ke web ataupun *smartphone* untuk dapat dimonitor. Semua data pada sistem yang dikirim ataupun diterima harus terkoneksi dengan jaringan internet.

A. Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar

Pada Gambar-3 ditunjukkan *flowchart* program sistem tempat sampah pintar. Proses awal dimulai dengan membaca nilai pada sensor ultrasonik 1 dan sensor ultrasonik 2. Data yang diperoleh dari setiap sensor akan dikirim ke *Google Firebase*. Gambar-4 merupakan dimensi fisik dari tempat sampah pintar yang dirancang, pada setiap tempat sampah memiliki sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian sampah yang masuk. Sensor ultrasonik 1 digunakan untuk memantau ketinggian sampah basah dan sensor ultrasonik 2 untuk memantau ketinggian tempat sampah kering.

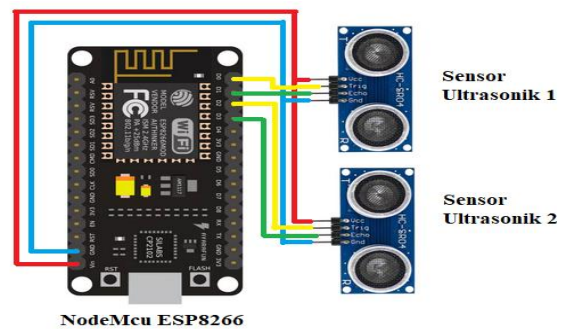


Gambar-3. *Flowchart* Program Sistem Tempat Sampah Pintar



Gambar-4. Dimensi Fisik Tempat Sampah Pintar

Pada Gambar-5 ditunjukkan rangkaian *interface* NodeMCU ESP8266 dengan sensor ultrasonik. Pada Gambar 5 tersebut, kedua sensor menggunakan tegangan 5 V. Untuk koneksi setiap pin dapat dilihat pada Tabel-1.



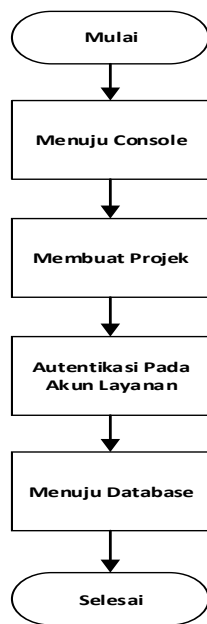
Gambar-5. Rangkaian *Interface* NodeMcu ESP8266 dengan Sensor Ultrasonik

Tabel-1. Koneksi Pin NodeMcu ESP8266 dengan Sensor Ultrasonik

No	PIN	Fungsi
1	D0	Pembacaan <i>Trigger</i> Sensor Ultrasonik 1 di Pin D0
2	D1	Pembacaan <i>Echo</i> Sensor Ultrasonik 1 di Pin D1
3	D2	Pembacaan <i>Trigger</i> Sensor Ultrasonik 2 di Pin D2
4	D3	Pembacaan <i>Echo</i> Sensor Ultrasonik 2 di Pin D3
5	VCC	Catu Daya 5V
6	GND	<i>Grounding</i>

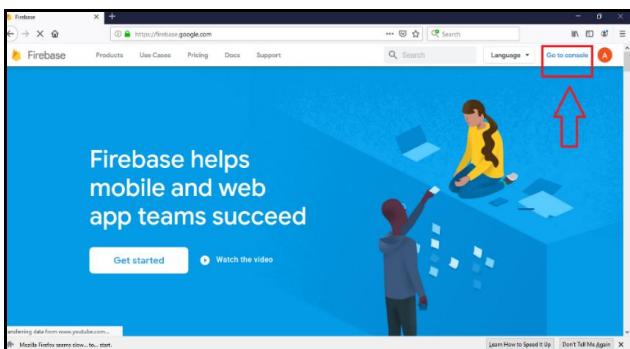
B. Perancangan Database Menggunakan *Google Firebase*

Perancangan *database* pada *Google Firebase* digunakan sebagai media untuk memonitoring ketinggian tempat sampah menggunakan *web* secara *realtime*. Untuk *flowchart* perancangan *database* menggunakan *Google Firebase* ditunjukkan pada Gambar-6.



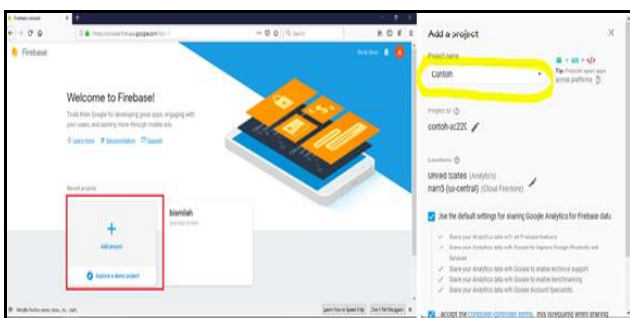
Gambar-6. Flowchart Sistem Perancangan Database pada Google Firebase

Langkah awal adalah menuju *console* seperti yang ditunjukkan pada Gambar-7.



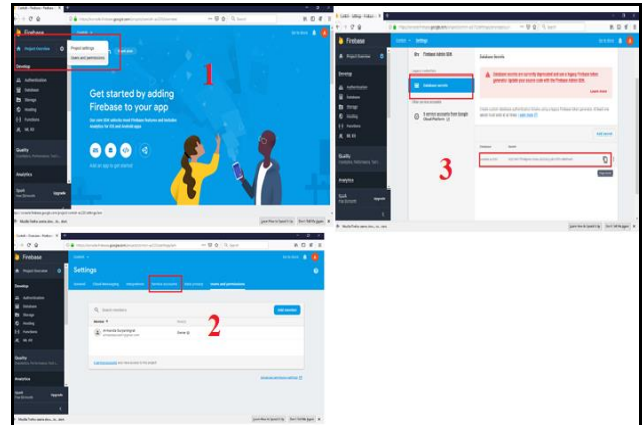
Gambar-7. Console Google Firebase

Setelah membuka *console*, langkah selanjutnya adalah membuat *project* seperti yang ditunjukkan pada Gambar-8.



Gambar-8. Membuat Project pada Google Firebase

Setelah membuat *project*, pengaturan *authentication* yang akan digunakan pada *listing program* dapat dilihat pada Gambar-9.



Gambar-9. Pengaturan Authentication

Setiap *project* memiliki data rahasia atau autentikasi yang digunakan pada *listing program*. Untuk penempatan autentikasi tersebut pada *listing program* dapat dilihat pada Gambar-11. Pengisian autentikasi atau data rahasia *project* pada *listing program* berfungsi agar NodeMCU melakukan komunikasi dengan *Firebase* menggunakan koneksi *internet*. Pengisian autentikasi tersebut digunakan untuk mengirim data yang terbaca oleh NodeMCU ke *Firebase* yang dibuat agar dapat dimonitor secara *realtime*. Untuk memasukkan data ketinggian sampah secara *realtime* ke *database* dapat dilihat pada Gambar-10.



Gambar-10. Memasukkan Data Ketinggian Sampah

Listing program pada Gambar-10 tersebut berfungsi sebagai kode bagi NodeMCU untuk

berkomunikasi dengan *Firebase* agar data yang diperoleh dapat dilihat pada *database* secara *realtime*.

Pada Gambar-12 ditunjukkan *database* yang digunakan untuk memantau ketinggian sampah yang dikirim NodeMCU ke *Google Firebase*. Alamat *Firebase* yang didapat setelah membuat *database* berfungsi sebagai alamat pengiriman data dari NodeMCU ke *database* pada *project* yang dibuat.

Untuk dapat berkomunikasi dengan *mobile app*, aturan pada *database* harus diubah sesuai dengan Gambar-13. Nilai *False* pada aturan tersebut berarti bahwa nilai yang diterima dari NodeMCU hanya dapat dibaca atau dipantau melalui *database* pada *Google Firebase*. Nilai *True* berarti bahwa nilai yang diterima dari NodeMCU dapat terbaca melalui *mobile app* seperti *MIT App Inventor* atau *Android Studio*.

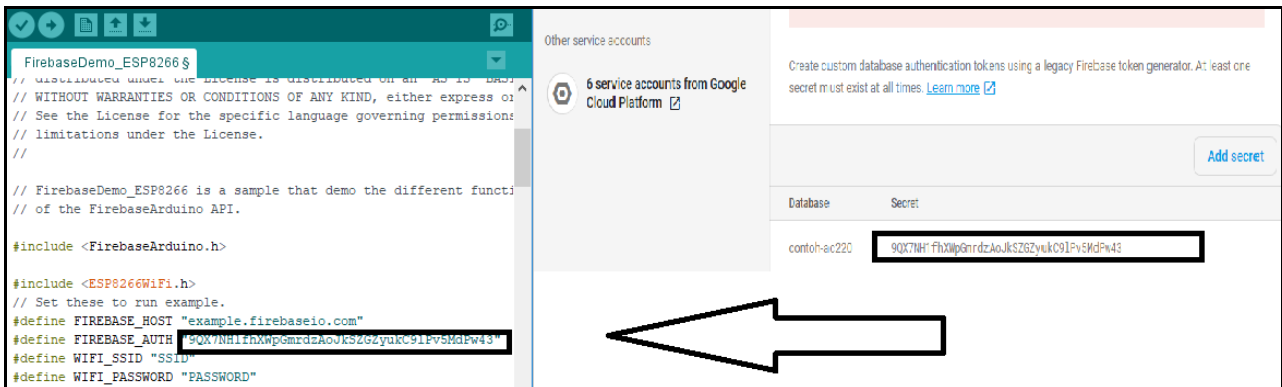
C. Pengujian Komunikasi Data antara NodeMCU dengan Database Firebase

Pengujian komunikasi data antara NodeMCU dengan *database Firebase* dimaksudkan untuk

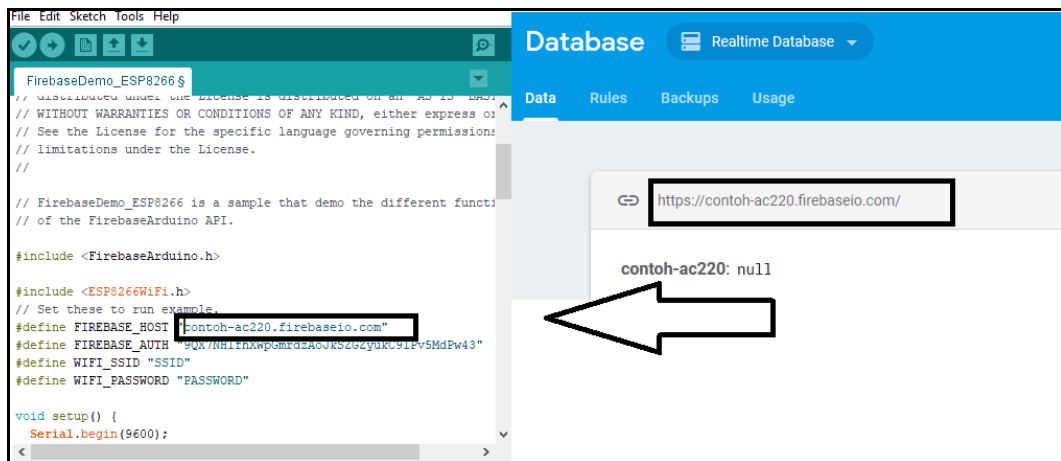
mengetahui validitas data yang diterima di *database Firebase*. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data teks yang berbeda-beda dengan pengujian sebanyak 10 kali. Data yang diterima oleh *database Firebase* harus sama data yang dikirimkan oleh NodeMCU.

D. Pengujian Ketinggian Sampah

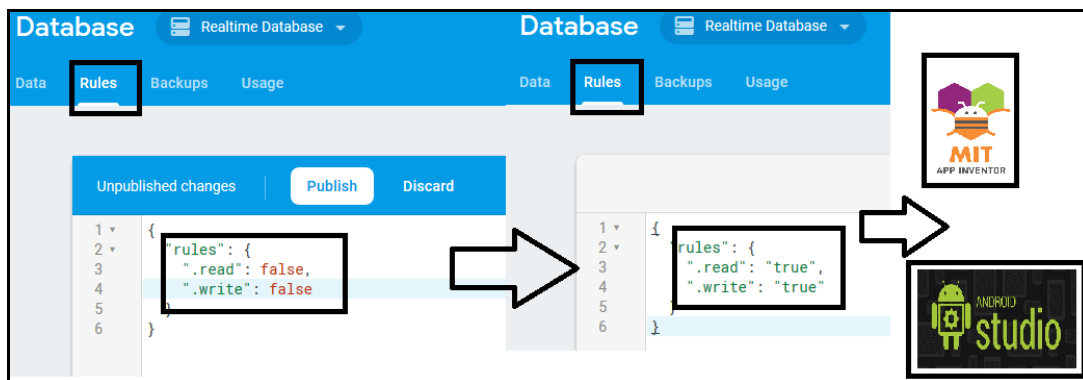
Pengujian ketinggian sampah dilakukan sebanyak 10 kali pengujian menggunakan sensor ultrasonik. Jarak pengujian antara ketinggian sampah dan sensor diatur mulai dari jarak 2 cm sampai dengan jarak 20 cm. Untuk melakukan kalibrasi hasil pengujian ketinggian sampah, maka hasil pembacaan sensor ultrasonik akan dibandingkan dengan hasil pembacaan ketinggian menggunakan penggaris. Selisih pembacaan antara keduanya merupakan *error* pengujian.



Gambar-11. Autentikasi *Firebase* pada Listing Program



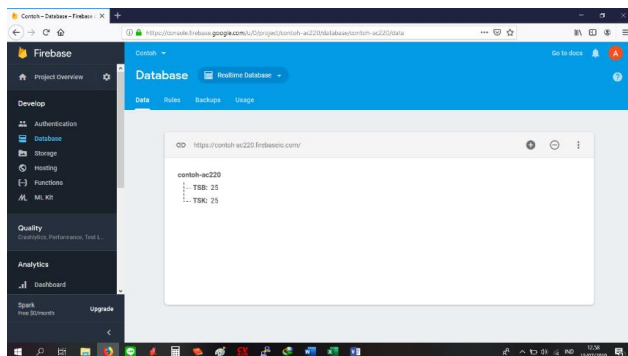
Gambar-12. Database pada *Firebase*



Gambar-13. Pengaturan Rule pada Database

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dan pembahasan yang akan dibahas meliputi hasil perancangan *database* menggunakan *Google Firebase* dan persentase *error* dari ketinggian sampah yang diukur menggunakan penggaris atau meteran dengan nilai yang ditampilkan pada *database*. Pada Gambar-14 ditunjukkan hasil perancangan *database* yang telah dibuat.

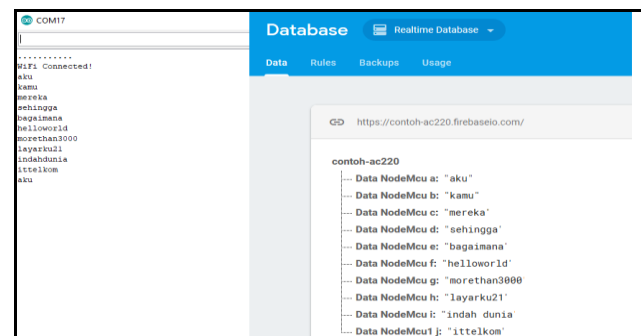


Gambar-14. Hasil Perancangan Database

Pada *database* tersebut TSK merupakan data ketinggian tempat sampah kering, sedangkan TSB merupakan data ketinggian tempat sampah basah. Data tersebut diperoleh dari pembacaan sensor ultrasonik yang ada pada perancangan sistem tempat sampah pintar. Data ketinggian tempat sampah akan terus *update* secara *realtime* dengan menggunakan komunikasi *Wi-Fi* dan koneksi *internet*. Cepat lambat data terbaharui tergantung pada koneksi *internet* yang tersambung pada ESP8266. Untuk pengujian koneksi NodeMCU dengan *Firebase* dapat dilihat pada Gambar-15.

Pada pengujian tersebut, NodeMCU mengirimkan sejumlah kata untuk diterima di *Firebase*, yaitu mengirimkan kata “aku” sampai “ittelkom” dari NodeMCU ke *Firebase* dengan 10 kali

pengujian. Tabel pengujian koneksi NodeMCU dengan *Firebase* ditunjukkan pada Tabel-2.

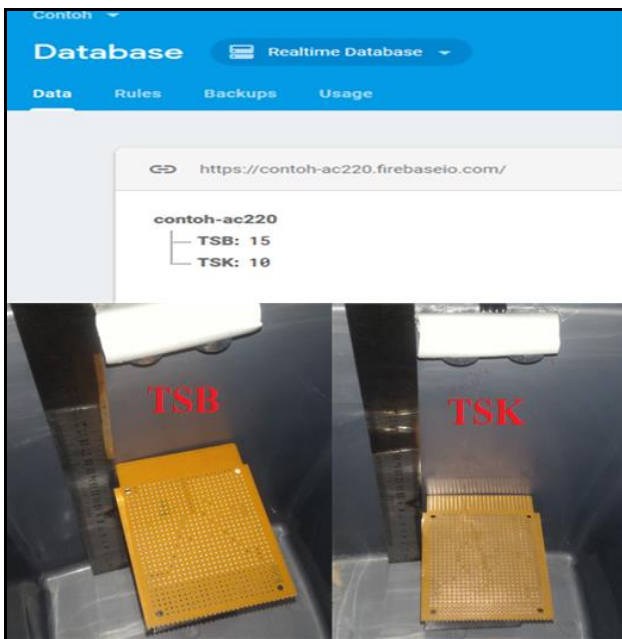


Gambar-15. Pengujian Koneksi NodeMCU dengan Firebase

Tabel 2. Pengujian Koneksi NodeMCU dengan Firebase

No	Data Input di NodeMCU	Data Output di Firebase	Keterangan
1	aku	aku	Data terkirim
2	kamu	kamu	Data terkirim
3	mereka	mereka	Data terkirim
4	sehingga	sehingga	Data terkirim
5	bagaimana	bagaimana	Data terkirim
6	helloworld	helloworld	Data terkirim
7	morethan3000	morethan3000	Data terkirim
8	layarku21	layarku21	Data terkirim
9	indah dunia	indahdunia	Data terkirim
10	ittelkom	ittelkom	Data terkirim

Dari seluruh pengujian, semua data dapat terkirim dan tidak ada data hilang yang berarti bahwa koneksi antara NodeMCU dengan *Firebase* dapat dikatakan berhasil atau berjalan dengan baik dengan akurasi pengiriman data sebesar 100%.



Gambar-16. Percobaan Pengukuran Ketinggian Sampah

Pada Gambar-16 ditunjukkan percobaan pengukuran ketinggian sampah menggunakan penggaris dan *database* pada *Google Firebase*. Pada *database*, nilai TSB merupakan ketinggian dari tempat sampah basah yang terbaca oleh sensor ultrasonik 1. Sedangkan TSK merupakan ketinggian dari tempat sampah kering yang terbaca oleh sensor ultrasonik 2. Percobaan yang diambil pada ketinggian 10 cm dan 15 cm. Data ketinggian tempat sampah akan terus *update* secara *realtime* dengan menggunakan komunikasi *Wi-Fi* dan koneksi *internet*.

Persentase *error* pada pengujian ketinggian sampah dapat dilihat pada Tabel-3 dengan ketinggian 2 cm sampai 20 cm. Nilai tersebut merupakan uji coba untuk melihat apakah nilai yang ada pada *database* sama dengan nilai saat pengukuran. Dari hasil uji coba, persentase *error* pengukuran ketinggian sampah dengan 10 kali pengujian memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 0% berarti nilai yang dikirim sangat akurat dan baik dengan kecepatan ping *internet* yang digunakan 30-60 ms.

Tabel-3. Persentase *Error* Pengujian Ketinggian Sampah

No	Hasil Pengukuran Tinggi Sampah Kering Sebenarnya (a)	Hasil Pengukuran Tinggi Sampah Basah Sebenarnya (a)	Hasil Pembacaan Nilai <i>Database</i> (b)	Persentase <i>Error</i> (%) $(\frac{a-b}{a} \times 100\%)$
1	2 cm	2 cm	2 cm	0
2	4 cm	4 cm	4 cm	0
3	6 cm	6 cm	6 cm	0
4	8 cm	8 cm	8 cm	0
5	10 cm	10 cm	10 cm	0
6	12 cm	12 cm	12 cm	0
7	15 cm	15 cm	15 cm	0
8	17 cm	17 cm	17 cm	0
9	19 cm	19 cm	19 cm	0
10	20 cm	20 cm	20 cm	0

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian mengenai pemanfaatan *Google Firebase* pada tempat sampah pintar berbasis IoT dapat disimpulkan bahwa pembacaan ketinggian sampah yang dilakukan menggunakan *Google Firebase* dapat membantu memudahkan untuk memantau ketinggian tempat sampah secara jarak jauh. Dari seluruh pengujian yang dilakukan semua data dapat terkirim dan tidak ada data hilang yang berarti bahwa koneksi antara NodeMCU dengan *Firestore*

dapat dikatakan berhasil atau berjalan baik dengan tingkat akurasi 100%. Data ketinggian tempat sampah akan terus *update* secara *realtime* dengan menggunakan komunikasi *Wi-Fi* dan koneksi *internet*. Dari hasil uji coba, persentase *error* pengukuran ketinggian sampah dengan 10 kali pengujian memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 0% berarti nilai yang dikirim sangat akurat dan baik dengan kecepatan ping *internet* yang digunakan 30-60 ms.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak Institut Teknologi Telkom Purwokerto yang telah memberikan dukungan baik material maupun non-material dalam proses penelitian ini.

- [12] Putra ASI, Ahmad H. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Manajemen Sampah Di Kawasan Perkotaan Menggunakan Internet Of Things. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta; 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Damanhuri E, Padmi T. Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 2010.
- [2] Malia I. Volume Sampah 2018 Diprediksi Mencapai 66,5 Juta Ton!, 2018. [Online]. Available: <https://www.idntimes.com/news/indonesia/indianamalia/volume-sampah-2018-diprediksi-mencapai-665-juta-ton-1>. [Accessed: 10-Jul-2019].
- [3] Mabur MMAL. Rancang Bangun Sistem Smart Trash Can Berbasis Android. Skripsi. Makasar: Universitas Islam Negeri Alauddin; 2016.
- [4] Setyawan A. Rancang Bangun Simulasi Smart Trash Bin Dengan Pemilah Sampah Otomatis Disertai Notifikasi Sms Menggunakan Mikrokontroler. Skripsi. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945; 2018.
- [5] Elasya Y, Notosudjono D, Wismiana E. Aplikasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Untuk Merancang Tempat Sampah Pintar. J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro. 2016; 1(1): 1-11.
- [6] Syaifudin M, Rofii F, Qustoniah A. Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Dan Penerangan Jalan Berbasis Wireles Sensor Network (Wsn). Transmisi. 2018; 20(4): 158-166.
- [7] Arafat. Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan ESP8266. Technol. J. Ilm. 2016; 7(4) : 262-268.
- [8] Mahali MI. Smart Door Locks Based on Internet of Things Concept with mobile Backend as a Service. Elinvo. 2016; 1(3): 171-181.
- [9] Arief UM. Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air. Edu Elektr. J. 2012; 9(2): 72-77.
- [10] Romoadhon AS, Anamisa DR. Sistem Kontrol Peralatan Listrik pada Smart Home Menggunakan Android. ReKayasa. 2017; 10(2): 116-122.
- [11] Yunus M. Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino. in Seminar Teknologi Majalengka 3.0. Majalengka. 2018