

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR CURAH HUJAN DAN LEVEL KETINGGIAN AIR BERBASIS THINGER

Putra Alex Arbendi Hutahaean¹, Nurul Aini Perangin-angin², Aldi Leonard Hutagaol³, Bakti Viyata Sundawa⁴

Teknik Telekomunikasi^{1,2}, Teknik Rekayasa Jaringan Telekomunikasi^{3,4}, Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Medan

putraalexarbendihutahaean@students.polmed.ac.id¹,
nurulainiperanginangin@students.polmed.ac.id², aldileonardhutagaol@students.polmed.ac.id³,
baktisundawa@polmed.ac.id⁴

ABSTRAK

Perubahan iklim baru-baru ini berdampak signifikan pada lingkungan, terutama cuaca dan distribusi sumber daya udara. Ini menyebabkan curah hujan tak terduga dan fluktuasi permukaan air, menantang manajemen sumber daya air dan penanggulangan bencana banjir. Pemantauan secara IoT dengan sensor terbukti efektif dalam mengatasi masalah ini. Dengan memanfaatkan konsep IoT, alat pengukur curah hujan dan tingkat ketinggian permukaan air yang dapat dikombinasikan dengan jaringan yang luas, yang memungkinkan pengukuran secara otomatis, akurat, dan dapat diakses secara *realtime*. Dalam prototipe ini alat pengukur curah hujan dan tingkat ketinggian permukaan air berbasis IoT dikombinasikan dengan jaringan sensor luas, memungkinkan pengukuran secara otomatis dan *realtime*. Alat berbasis IoT ini menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi pengumpulan data dan mempermudah akses informasi bagi masyarakat luas.

Kata Kunci : volume air hujan, ketinggian air, *internet of things*, prototipe.

PENDAHULUAN

Curah hujan yang tidak terduga dan fluktuasi tingkat ketinggian permukaan air menjadi tantangan serius dalam manajemen sumber daya air dan penanggulangan bencana banjir. Pemantauan dan pengukuran curah hujan serta tingkat ketinggian permukaan air menjadi sangat penting untuk mendapatkan data yang akurat dan dapat diandalkan dalam menghadapi perubahan iklim dan mengatasi resiko banjir. Karena itu, perlu adanya rancang bangun alat pengukur curah hujan dan tingkat ketinggian permukaan air berbasis IoT yang lebih terjangkau, efisien, dan dapat diakses secara luas. Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah menunjukkan potensinya dalam memberikan solusi untuk pemantauan lingkungan dan perangkat berbasis sensor. Salah satu jenis alat penakar curah hujan otomatis yaitu *tipping bucket*. *Tipping bucket* menggunakan prinsip menimbang berat air hujan yang tertampung menggunakan *bucket* atau ember yang kemudian disalurkan dengan sebuah skala ukur yang telah ditetapkan. Dengan menggabungkan konsep IoT dengan alat penakar curah hujan otomatis pada sebuah *Microcontroller* dan melalui sebuah platform *monitoring*. Penelitian ini menghasilkan prototipe yang menggunakan konsep *internet of thing* (IoT) yaitu *Thinger.IO* sebagai penampil data hasil pengukuran hujan dan level ketinggian air. Yang dimana saat terjadinya hujan *tipping bucket* akan menghitung curah hujan dan air yang keluar dari *tipping bucket* akan dimasukkan ke gelas ukur kemudian sensor ultrasonik akan mengukur ketinggian air yang tertampung pada gelas ukur. Kemudian semua data curah hujan dan ketinggian air akan ditampilkan pada *dashboard* *thinger*.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat prototype alat pengukur curah hujan otomatis dan level ketinggian permukaan air?
2. Bagaimana menggabungkan konsep IoT dengan alat pengukur curah hujan otomatis *Tipping Bucket* dan sensor ultrasonik?

TINJAUAN PUSTAKA

Kajian pustaka ini akan menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penulis mengangkat beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian yang dilakukan penulis.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Satrio (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Sistem Pengukur Curah Hujan Sebagai Deteksi Dini Kekeringan Pada Pertanian Berbasis *Internet of Things*” bertujuan membuat sistem pengukuran curah hujan yang dihubungkan dengan mikrokontroler *Raspberry Pi 3* dan menggunakan *platform* monitoring aplikasi *chatting* telegram yang dapat dilihat melalui laptop dan *smartphone*.

Setelah melihat penelitian sebelumnya maka penulis ingin menggunakan beberapa komponen dari penelitian tersebut untuk di implementasikan pada pengukur curah hujan. Penelitian yang akan penulis lakukan adalah Rancang bangun alat penghitung Alat pengukur curah hujan dan level ketinggian air berbasis *Internet of Things* (IoT). Alat ini akan mempermudah dalam meminimalisir potensi bencana banjir.

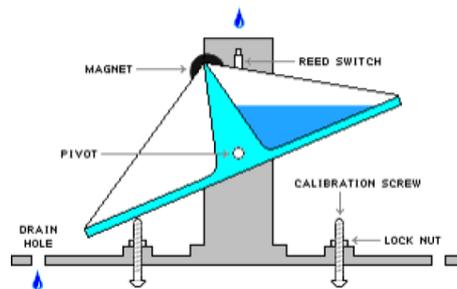
URAIAN TEORI

Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul pada tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inch, namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah satuan milimeter (mm). curah hujan dalam 1 (satu) milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu tertentu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/tahun, dan sebagainya yang berturut-turut sering disebut hujan jam-jaman, hujan harian, hujan tahunan, dan sebagainya. Biasanya data yang sering digunakan untuk analisis adalah nilai maksimum, minimum dan nilai rata-ratanya (Hermawan 2010).

Tipping Bucket

Penakar hujan adalah instrument yang digunakan untuk mendapatkan dan mengukur jumlah curah hujan pada satuan waktu tertentu. Penakar hujan mengukur tinggi hujan seolah-olah air hujan yang jatuh ke tanah menumpuk ke atas merupakan kolom air. Air yang tertampung volumenya dibagi dengan luas corong penampung, hasilnya adalah tinggi atau tebal, satuan yang dipakai adalah milimeter (Novianta 2011). Prinsip alat ini, saat air hujan ditampung pada bejana yang berjungkat-jungkit akan menghasilkan tip. Saat air mengisi bejana penampung setara dengan tinggi hujan 0,7 mm akan berjungkit dan air dikeluarkan.

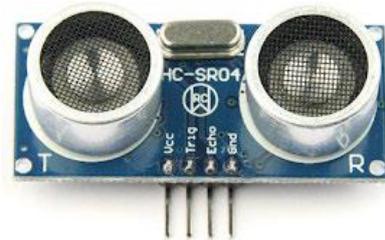


Gambar 1. Prinsip kerja *Tipping Bucket*

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi jarak, gerakan, atau keberadaan objek menggunakan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonic bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat. Sensor Ultrasonik HC-SR04 memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40.000 Hz yang merambat melalui udara

dan jika ada suatu benda atau halangan pada range pancaran gelombang, gelombang ultrasonik tersebut akan memantul kembali ke modul (Yudha and Sani 2019).



Gambar 2. Sensor ultrasonik HC-SR04

a. NodeMCU ESP8266

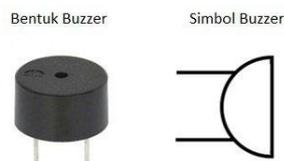
NodeMCU ESP8266 adalah platform pengembangan perangkat Internet of Things (IoT) yang menggunakan modul WiFi ESP8266. ESP8266 sendiri adalah sebuah mikrokontroler berbasis sistem-chip (SoC) yang terintegrasi dengan modul WiFi, sehingga memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi IoT yang terhubung ke internet melalui jaringan WiFi. NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu board pengembangan yang populer untuk pemrograman IoT. Board ini menggunakan bahasa pemrograman Lua, yang mudah dipahami dan digunakan untuk membuat aplikasi IoT dengan cepat. Selain itu, NodeMCU ESP8266 juga kompatibel dengan Arduino IDE, yang memungkinkan pengguna untuk menggunakan bahasa pemrograman Arduino (C/C++) dalam pengembangan aplikasi (Manullang, Saragih et al. 2021).



Gambar 3. NodeMCU ESP8266

b. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran arus menjadi getaran suara. Buzzer memiliki kumparan elektromagnetik yang terpasang pada diafragma. Cara kerja buzzer, Ketika kumparan tersebut dialiri arus listrik maka akan menghasilkan medan magnet. Kemudian kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.



Gambar 4. Buzzer

c. Thinger

Thinger.IO adalah platform Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memudahkan pengembangan, pengujian, dan penerapan solusi IoT. Thinger.IO menyediakan berbagai alat dan fitur untuk menghubungkan perangkat fisik ke internet, mengumpulkan data sensor, menganalisis data, dan mengendalikan perangkat secara jarak jauh. Dengan Thinger.IO, pengguna dapat membuat aplikasi IoT yang kompleks dengan mudah menggunakan antarmuka yang intuitif, platform ini mendukung berbagai macam perangkat IoT, seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP 8266,

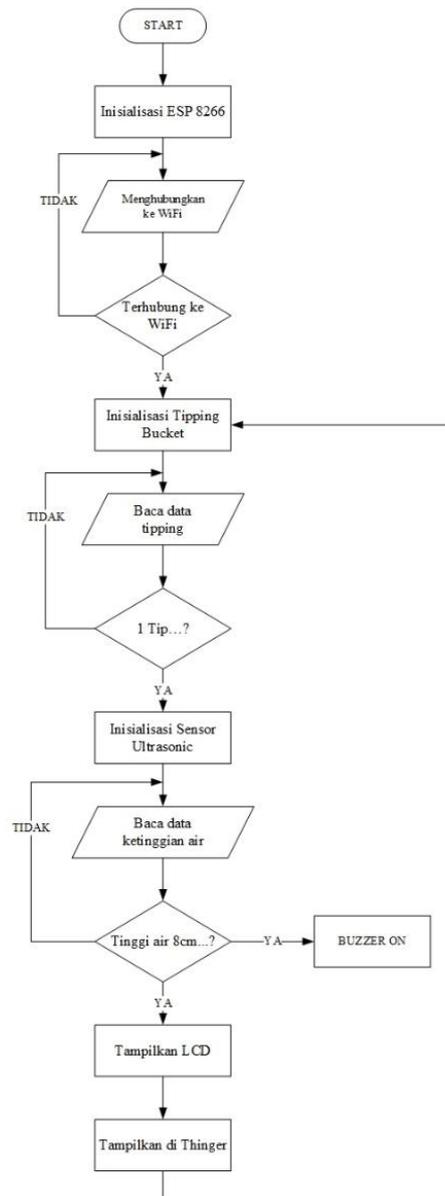
dan banyak lagi. Pengguna dapat menghubungkan perangkat mereka ke platform Thingier.IO melalui protocol seperti MQTT (Message Queue Telemetry Transport) atau HTTP (Hypertext Transfer Protocol Secure), sehingga dapat mengakses data dan kontrol melalui antarmuka website atau API yang disediakan. (Sawidin, Putung et al.)



Gambar 5. Logo Thingier.IO

METODE PENELITIAN

Flowchart penelitian



Gambar 6. Flowchart

Lokasi Penelitian

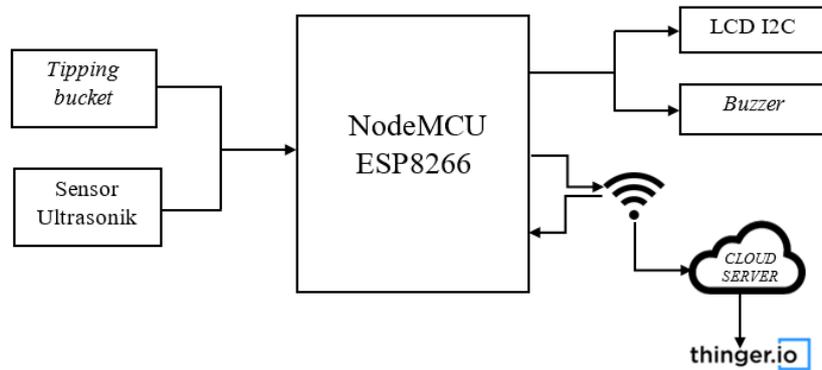
Lokasi penelitian dan perancangan dilakukan di laboratorium teknik telekomunikasi Politeknik Negeri Medan.

Teknik Pengumpulan dan Analisa Data

Curah hujan dapat dilihat dari seberapa deras rintikan air yang jatuh. Rintikan air hujan yang jatuh itu dihitung dengan menggunakan *tipping bucket*. Air hujan dihitung dengan menghitung banyaknya jumlah tip yang terjadi pada *tipping bucket* selama rentang waktu tertentu dan dikalikan 0,47 mm (sesuai dengan data BMKG). Sedangkan ketinggian air dapat dilihat dari seberapa tinggi air yang tertampung dan menggunakan sensor ultrasonic, sensor ini akan mengukur ketinggian air dengan mengukur seberapa tinggi resistansi yang terjadi pada sensor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan

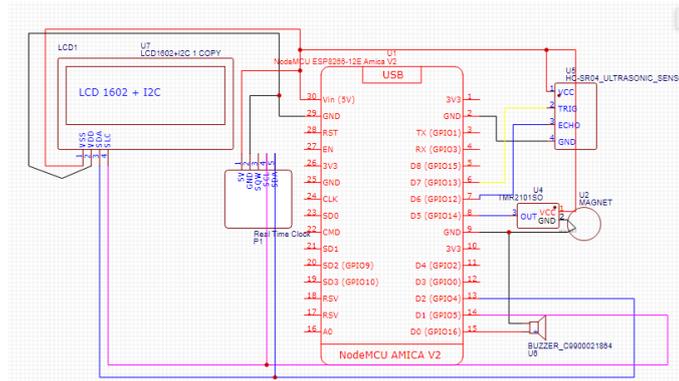


Gambar 7. Diagram Blok

Berdasarkan diagram blok diatas, dapat dilihat bahwa perancangan alat ini dimulai dari NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler pengolah data *input* dan *output* untuk memproses kerja sistem alat. Untuk memulai proses kerja sistem ketika NodeMCU ESP 8266 dihubungkan dengan adaptor tegangan 5V. selanjutnya seluruh komponen yang terhubung pada NodeMCU ESP8266 akan dapat bekerja sesuai dengan program yang dirancang penulis.

Rangkaian keseluruhan ini merupakan rangkaian alat yang sudah dirancang, untuk menghidupkan rangkaian ini menggunakan kabel mini USB yang dihubungkan ke NodeMCU ESP8266. Selanjutnya NodeMCU dihubungkan ke sensor pengukur curah hujan *tipping bucket*, kemudian dihubungkan ke sensor ultrasonic, kemudian dihubungkan ke LCD I2C, kemudian dihubungkan ke buzzer.

thinger.io
NodeMCU



Selanjutnya
dihubungkan ke
ESP8266.



Gambar 8. Rancangan Keseluruhan

Gambar 9. Penampakan Alat

Pengujian Sensor Curah Hujan

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian pada sensor curah hujan atau *tipping bucket* untuk mengukur banyaknya jumlah tip dan curah hujan sesuai jumlah yang telah ditentukan oleh penulis. Berdasarkan perhitungan *tipping bucket* setiap dituangkan 100ml melalui corong *Tipping bucket* menghasilkan 70 kali tip yang kemudian dikalikan dengan 0.47 mm.

No.	Banyak Air	Waktu	Jumlah Tip	Curah Hujan	Keterangan	Rata-rata error
1	100 ml	3 menit	70 kali	32.9 mm	Hujan sedang	0.7%
2	200 ml	3 menit	140 kali	65.33 mm	Hujan lebat	1.3%
3	300 ml	3 menit	209 kali	94 mm	Hujan lebat	2%
4	400 ml	3 menit	280 kali	131.6 mm	Hujan sangat lebat	2.7%
5	500 ml	3 menit	348 kali	163.56 mm	Hujan ekstrem	3.3%
Rata-rata error keseluruhan						0.02%

Tabel 1. Hasil pengujian sensor curah hujan

Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian pada sensor ultrasonik untuk mengukur jarak pengukuran dari sensor terhadap benda yang dilakukan penulis dengan cara membandingkan pengukuran jarak dengan menggunakan alat bantu ukur mistar.

Tabel 2. Hasil ultrasonik

No.	Jarak yang diukur	Jarak yang terukur	Rata-rata error
1	30 mm	31 mm	3.33%
2	35 mm	35 mm	0.00%
3	45 mm	45 mm	0.00%
4	50 mm	49 mm	2.00%
5	55 mm	55 mm	0.00%
6	60 mm	60 mm	0.00%
Rata-rata error keseluruhan			0.22%

pengujian sensor

Pengujian Jarak WiFi

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian pada jarak WiFi untuk mengetahui jarak efektif koneksi alat ke *hotspot mobile*. Dilakukan dengan cara menjauhkan *mobile* dari alat dan dilihat apakah alat masih terhubung dengan mengirim pesan dari alat dan dilihat melalui *serial monitor*.

Tabel 3.

Hasil

No.	Jarak	Status	Pesan dikirim	Pesan diterima	Delay
1	2 meter	Terhubung	Hello	Hello	1 detik
2	4 meter	Terhubung	Hello	Hello	1 detik
3	6 meter	Terhubung	Hello	Hello	1 detik
4	8 meter	Terhubung	Hello	Hello	1 detik
5	10 meter	Terhubung	Hello	Hello	1 detik
6	12 meter	Terhubung	Hello	Hello	2 detik
7	14 meter	Terhubung	Hello	Hello	2 detik
8	16 meter	Terhubung	Hello	Hello	2.5 detik
9	18 meter	Tidak terhubung	Hello	-	-
10	20 meter	Tidak terhubung	Hello	-	-

pengujian jarak WiFi

Pengujian bunyi *buzzer*

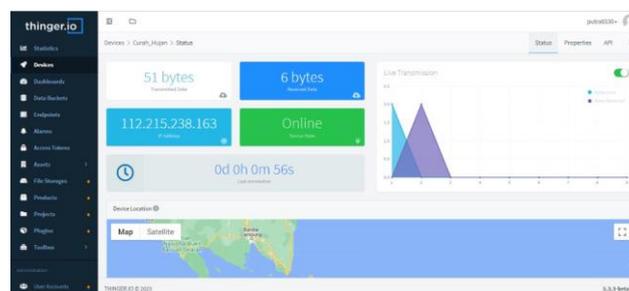
Pada pengujian ini, dilakukan pengujian bunyi pada *buzzer* dengan memberikan tegangan keluaran dari NodeMCU ESP8266 dan mendengar kualitas suara *buzzer*.

Tabel 4. Hasil pengujian *buzzer*

No.	Tegangan keluaran	Status	Kualitas suara
1	2 V	Mati	-
2	2.5 V	Mati	-
3	3 V	Hidup	Suara tidak bagus
4	3.5 V	Hidup	Suara tidak bagus
5	4 V	Hidup	Suara tidak bagus
6	4.5 V	Hidup	Suara bagus
7	5 V	Hidup	Suara bagus

Pengujian konektivitas Thingier.IO

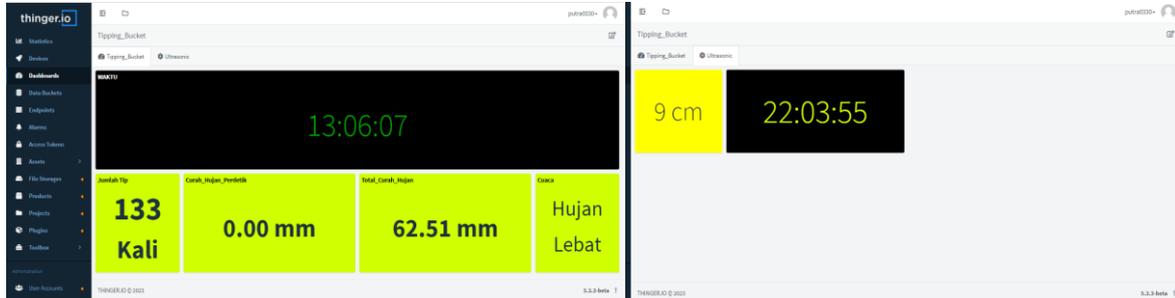
Pada pengujian ini, dilakukan pengujian dengan mengecek apakah alat sudah terhubung ke thingier. Dengan melihat pada menu *device*, jika alat sudah terhubung maka status *device* akan *online* dan juga apabila alat belum terhubung maka status *device* akan *offline*.



Gambar 10. Hasil pengujian konektivitas thingier

Pengujian tampilan *dashboard* thinger

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian untuk melihat data-data yang tampil pada *dashboard* platform thinger. Data yang tampil berupa data waktu, jumlah tip, curah hujan, dan level ketinggian air.



Gambar 11. Tampilan dashboard thinger

Pengujian sistem secara keseluruhan

Setelah pengujian pada setiap komponen berhasil dan bekerja, tahap selanjutnya adalah menguji sistem secara keseluruhan. Langkah awal adalah mengoneksikan alat ke WiFi dan menghubungkan alat ke platform thinger. Setelah alat terhubung ke WiFi dan thinger, kemudian amati kerja sistem dari awal hingga selesai.

Tabel 5. Hasil pengujian keseluruhan sistem

No.	Banyak Air	Curah Hujan	Ketinggian Air	Status Buzzer
1	100 ml	33.37 mm	2 cm	Mati
2	200 ml	64.86 mm	5 cm	Mati
3	300 ml	94 mm	7 cm	Mati
4	400 ml	129.55 mm	10 cm	Hidup
5	500 ml	164.5 mm	12 cm	Hidup

Pembahasan

Berdasarkan dari hasil pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan dari tiap-tiap bagian dapat dilihat bahwa *tipping bucket* akan memulai menghasilkan tip apabila ada air tertampung penuh didalam kolektor, *tipping bucket* dapat menghitung seberapa banyak air hujan yang masuk kedalam kolektor selama 3 menit dengan mengalikan banyaknya jumlah tip dengan 0.47 mm dan dapat dilihat bahwa persentase rata-rata *error* yaitu 0.02%. Hasil dari pengukuran dan pengujian pada sensor ultrasonik dapat dilihat sensor mengukur jarak tidak sepenuhnya benar dapat dilihat dari persentase rata-rata *error* yaitu 0.22%.

Jernihnya suara *buzzer* yang dikeluarkan tergantung dari seberapa besar tegangan yang diberikan kepada *buzzer*, contohnya tegangan 1 – 2 V suara *buzzer* masih tidak ada, pada tegangan 3 – 4 V suara *buzzer* sedikit tidak jernih, pada tegangan 5 V suara *buzzer* keluar sangat jernih.

Jarak antara *hotspot* dengan alat agar terhubung adalah kurang dari 18 meter dan semakin jauh jarak dari *hotspot* dengan alat dapat mempengaruhi lamanya *delay* pesan yang dikirim dan diterima.

Data yang didapat dari *tipping bucket* dan sensor ultrasonik dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 ke thinger melalui *cloud* dengan jaringan WiFi yang kemudian data tersebut ditampilkan pada *dashboard* agar dapat dimonitoring. Kemudian pada saat ketinggian permukaan melebihi 8 cm maka NodeMCU ESP8266 menghidupkan *buzzer* sebagai peringatan bahaya. Dan semua data yang didapat juga akan ditampilkan pada LCD untuk dapat dimonitoring jika jaringan WiFi sedang tidak stabil.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan dan pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan jika *tipping bucket* dapat melakukan pengukuran curah hujan dengan persentase *error* sebesar 0.02%, sensor ultrasonik dapat melakukan pengukuran ketinggian permukaan air dimulai dari 1 cm hingga sampai batas tinggi akuarium yaitu 13 cm. serta dengan adanya *Internet of Things* dapat membantu kehidupan sehari-hari manusia, dan NodeMCU ESP8266 berperan penting dalam mengelola data dari *tipping bucket* dan sensor ultrasonik yang kemudian data itu akan dikirimkan ke platform *thinger* dengan menggunakan jaringan internet sehingga dapat dimonitoring darimana saja dan kapan saja selama masih terkena jangkauan jaringan internet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini dan kepada instansi BMKG Wilayah I Medan yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hermawan, E. (2010). "Pengelompokan Pola Curah Hujan yang terjadi di beberapa kawasan P. Sumatera berbasis hasil analisis teknik spektral." Jurnal meteorologi dan geofisika **11**(2).
- Manullang, A. B. P., et al. (2021). "Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot." Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik **4**(2): 163-170.
- Novianta, M. A. (2011). "Sistem Data Logger Curah Hujan Dengan Model Tipping Bucket Berbasis Mikrokontroler." Jurnal Teknologi **4**(2): 160-166.
- Sawidin, S., et al. Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan Web Thinger. io Berbasis IoT.
- Yudha, P. S. F. and R. A. Sani (2019). "Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino." EINSTEIN (e-Journal) **5**(3).