

# Rancang Bangun Teko Minum Pintar dan Sehat Berbasis Arduino dan Blynk Menggunakan Sensor Ultrasonik

M. Yonggi Puriza<sup>1</sup>, Yandi Anzari<sup>2</sup>, Welly Yandi<sup>3</sup>, Habib Satria<sup>4</sup>, Ghiri Basuki Putra<sup>5</sup>, Fardhan Arkan<sup>6</sup>, Almeera A R<sup>7</sup>

<sup>1,3,5,6</sup> Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung; email: [myonggipuriza@ubb.ac.id](mailto:myonggipuriza@ubb.ac.id)

<sup>2</sup> Program Studi Teknologi Informasi Universitas Nurdin Hamzah

<sup>4</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Medan Area

[Dikirimkan: 25 Maret 2024, Direvisi: 13 Mei 2024, Diterima: 28 Mei 2024]

Corresponding Author: M. Yonggi Puriza

**INTISARI** — Minum merupakan proses manusia memenuhi kebutuhan tubuh dalam hal cairan karena 70% tubuh manusia terdiri dari kandungan air. Kebanyakan manusia tidak mengetahui jumlah air yang harus diminum dalam sehari sesuai dengan umur dan berat badan atau sesuai dengan jumlah yang dianjurkan untuk kesehatan tubuh manusia. Oleh karena itu, pembuatan sebuah alat untuk membantu manusia dalam mengatur pola minum yang tergantung dengan aktivitas dan fisik manusia tersebut sangat perlu dilakukan sehingga alat tersebut dapat membantu manusia dalam mengetahui jumlah cairan yang diperlukan serta untuk mencegah penyakit terutama dehidrasi akibat kurangnya minum air. Hal ini memberi gambaran bagi penulis untuk membuat sebuah teko minum cerdas yang dapat membantu kesehatan manusia. Teko minum ini akan terintegrasi dengan perangkat elektronik dengan beberapa sensor sebagai pengukurannya. Seperti sensor pH untuk mengukur pH air karena memengaruhi kesehatan manusia, sensor ultrasonik untuk mengukur jumlah air yang telah diminum oleh manusia, dengan mikrokontroler untuk mengatur pola minum dan mengukur kebutuhan cairan yang dibutuhkan oleh manusia secara spesifik. Banyak di pasaran produk teko air minum cerdas atau *smart water jug*, tetapi hanya sebatas menghitung mundur pola minum dan kapasitas air di dalam wadah. Teko air minum cerdas yang di bangun merupakan sebuah terobosan pengaturan kebutuhan cairan seseorang dengan postur fisik dan aktivitas yang spesifik serta pengaturan secara otomatis kadar cairan dalam tubuhnya dan diharapkan dapat menjaga kesehatan tubuh dalam mengatasi kekurangan cairan serta mencegah dehidrasi dan mungkin penyakit ginjal akibat sering kurangnya minum air.

**KATA KUNCI** — Arduino, Blynk, Teko Minum, Sensor

## I. PENDAHULUAN

Makan dan minum adalah suatu proses rutin yang dilakukan manusia secara terus menerus. Selain menjadi kebutuhan hidup, makan dan minum sangat memengaruhi tingkat kesehatan tubuh manusia tersebut [1]. Pola makan dan minum sangat memengaruhi kesehatan karena tubuh manusia harus mendapatkan asupan makan dan minum beberapa kali dalam sehari terutama untuk minum, dimana baik makan dan minum manusia tidak boleh berlebihan ataupun kekurangan. Minum merupakan proses manusia memenuhi kebutuhan tubuh dalam hal cairan karena sebagian besar tubuh manusia atau kurang lebih 70% mengandung air. Karena itu pola minum dan banyaknya air yang harus diminum menjadi penting terutama untuk mencegah dehidrasi dan penyakit ginjal akibat kurang cairan. Minum memungkinkan manusia untuk mengisi kembali cairan tubuh yang hilang karena melakukan berbagai macam aktivitas. Berbeda dengan proses makan yang cenderung memiliki waktu sama setiap manusia, minum memiliki waktu yang berbeda setiap manusia karena perbedaan aktivitasnya, dimensi tubuh, dan kondisi geografis tempat tinggal manusia tersebut. Oleh sebab itu, perlu diketahui kebutuhan seseorang terhadap asupan mineral yang seharusnya diterima oleh tubuh selama beraktivitas. Aktivitas manusia yang begitu padat mengakibatkan pengabaian terhadap pola minumannya. Hal ini berimbas pada kesehatan manusia tersebut yang cenderung menurun.

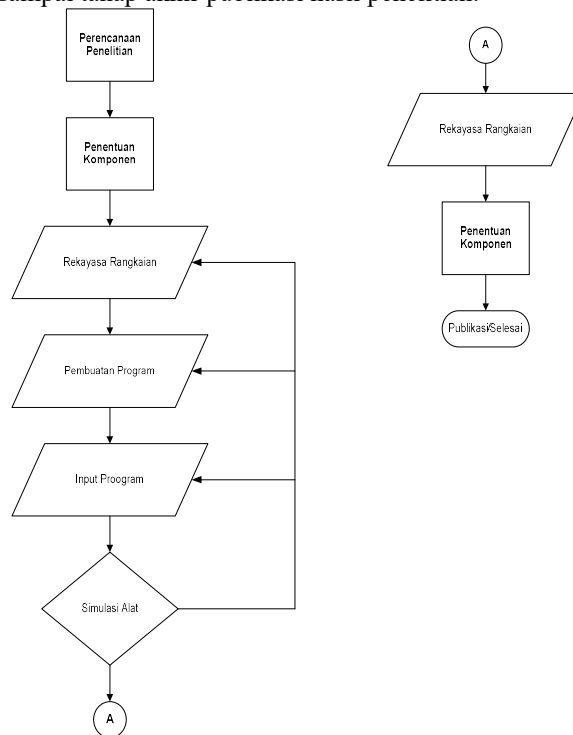
Kebanyakan manusia tidak mengetahui jumlah air yang harus diminum dalam sehari sesuai dengan umur dan berat badan atau sesuai dengan dianjurkan untuk kesehatan tubuh manusia. Karena itu, pembuatan sebuah alat untuk membantu manusia dalam mengatur pola minum tergantung dengan aktivitas dan fisik manusia tersebut sangat perlu dilakukan sehingga alat ini dapat membantu manusia dalam mengetahui jumlah cairan yang diperlukan serta untuk mencegah penyakit terutama dehidrasi akibat kurangnya minum air.

Hal ini memberi ide bagi penulis untuk membuat sebuah teko minum yang cerdas dan dapat membantu kesehatan manusia, dimana teko minum ini akan terintegrasi dengan beberapa perangkat elektronik sebagai sensor terutama sensor pH untuk mengukur pH air karena memengaruhi kesehatan manusia juga [2][3], serta sensor yang dapat mengukur jumlah air yang telah diminum oleh manusia [4] dan mikrokontroler agar dapat mengatur pola minum dan mengukur kebutuhan cairan yang dibutuhkan oleh seorang manusia secara spesifik[5]. Produk semacam ini masih jarang tersedia di pasaran sehingga memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut. Meskipun penelitian tentang analisis tinggi dan aliran fluida dengan menggunakan sensor yang terhubung ke Arduino telah banyak dilakukan [6][7][8][9], namun penerapannya dalam industri air minum, terutama yang berkaitan dengan kesehatan, masih belum umum. Beberapa topik penelitian yang bisa di kembangkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut : 1. *Development of a Smart Water Bottle for Hydration Monitoring*, penelitian ini fokus pada pengembangan botol air pintar yang dilengkapi dengan sensor untuk memantau tingkat hidrasi pengguna. Data yang dikumpulkan oleh botol ini kemudian dapat diakses melalui aplikasi seluler untuk memberikan penggunaan informasi tentang konsumsi air mereka. 2. *Smart Water Bottle Design for Health Monitoring*, penelitian ini bertujuan untuk merancang botol air pintar yang mampu memantau kualitas air dan memberikan informasi tentang kelembapan lingkungan sekitarnya. Selain itu, botol ini juga dapat mengukur suhu air dan

memberikan peringatan jika air terlalu panas atau terlalu dingin untuk dikonsumsi. 3. *Wireless Smart Water Bottle for Fitness Tracking*, penelitian ini fokus pada pengembangan botol air pintar yang terhubung secara nirkabel dengan perangkat pelacak kebugaran seperti jam tangan pintar atau ponsel. Botol ini dapat secara otomatis mencatat jumlah air yang dikonsumsi oleh pengguna dan menyinkronkannya dengan data kebugaran mereka untuk memberikan informasi yang lebih lengkap tentang kesehatan dan kebugaran mereka. 4. *Smart Water Bottle with Integrated Nutrient Analysis*, penelitian ini menggabungkan teknologi sensorik untuk memantau komposisi nutrisi air minum dalam botol pintar. Botol ini dapat mengidentifikasi kandungan nutrisi dalam air, seperti mineral dan elektrolit, dan memberikan informasi kepada pengguna tentang manfaat kesehatan dari konsumsi air tertentu. 5. *IoT-Enabled Smart Water Bottle for Sustainable Consumption*, Penelitian ini berfokus pada pengembangan botol air pintar yang terhubung dengan Internet of Things (IoT) untuk memantau pola konsumsi air pengguna. Dengan memanfaatkan data yang dikumpulkan, botol ini dapat membantu pengguna untuk mengurangi pemborosan air dan mendorong konsumsi yang lebih berkelanjutan[10], [11],[12],[13], [14],[15], [16], [17], [18], [19], [20] .

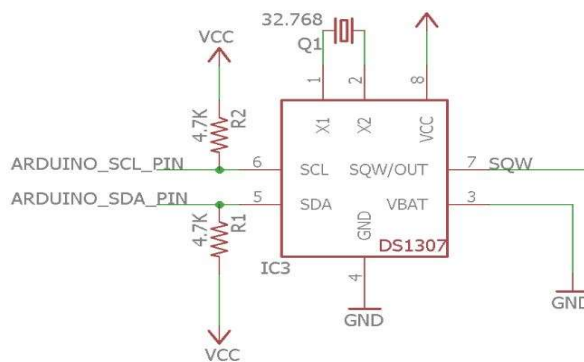
## II. METODE PENELITIAN

Pada Gambar 1, dapat dilihat bagaimana diagram alir proses pembuatan teko air pintar dan sehat ini, mulai dari perancangan penelitian, penentuan komponen, rekayasa rangkaian, pembuatan program, input, simulasi alat, rekayasa rangkaian, penentuan komponen, uji coba teko airnya, dan sampai tahap akhir publikasi hasil penelitian.



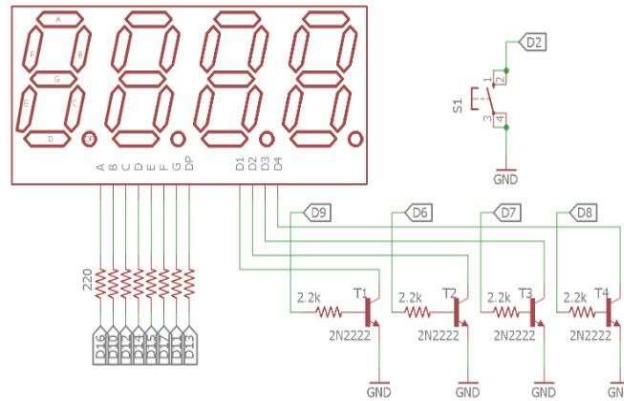
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 2 merupakan rangkaian kontrol terhadap kualitas dan kapasitas air yang tersedia dan dihubungkan dengan kebutuhan dari pengguna dengan melakukan pengukuran kandungan ion air dalam tubuh pengguna.



Gambar 2. Rangkaian Kontrol

Gambar 3 merupakan rangkaian *display* pelengkap dalam memberikan notifikasi tentang kekurangan cairan dalam tubuh pengguna sehingga dapat menentukan jumlah air yang harus diminum oleh pengguna. Gambar rangkaiannya dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3. Rangkaian Display

Gambar 4 merupakan koding *smart water jug* yang terdapat pada Arduino. Pada koding ini dimaksudkan membagi kondisi air menjadi tiga bagian dengan indikasi LED. Pada saat sensor ultrasonik mendeteksi air di dalam teko penuh, maka perintah dari koding yang terdapat pada Arduino akan menyalakan LED berwarna hijau. Saat air yang terdeteksi sensor ultrasonik di dalam teko masih tersisa setengah, maka Arduino akan menjalankan perintah untuk menyalakan LED berwarna kuning. Dan pada saat sensor ultrasonik mendeteksi kondisi air di dalam teko telah habis, maka koding Arduino akan menjalankan perintah untuk menyalakan LED berwarna merah.

```
Program_Arduino | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

Program_Arduino

#define triggerPin 3 // Jumper pin trigger sensor ke pin D0 NodeMCU
#define echoPin 4 // Jumper pin echo sensor ke pin D1 NodeMCU
#define led1 8
#define led2 9
#define led3 10

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(triggerPin, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
}

void loop() {
  //baca permintaan dari nodemcu
  String minta = "";
  //baca permintaan nodemcu
  while (Serial.available() > 0) {
    minta += char(Serial.read());
  }

  //buang spasi yang diterima
  minta.trim();
  //uji variabel minta
  if (minta == "1a") {
    //kirim datanya
  }
}

Done compiling
Sketch uses 7412 bytes (24%) of program storage space. Maximum is 263962 bytes.
Global variables use 202 bytes (24%) of dynamic memory, leaving 7990 bytes for local variables. Maximum is 8192 bytes.
```

Gambar 4. Koding *Smart Water Jug* pada Arduino

Gambar 5 merupakan koding *smart water jug* yang terdapat pada nodeMCU. Pada koding ini dibuat perintah untuk mengirimkan data dari Arduino ke aplikasi Blynk yang terdapat pada Android melalui nodeMCU dengan metode serial komunikasi dengan menghubungkan pin RX yang terdapat pada Arduino ke pin D6 yang terdapat pada nodeMCU dan menghubungkan pin TX yang terdapat pada Arduino dan juga menghubungkannya ke pin D7 yang terdapat pada nodeMCU.

```
Program_NodeMCU | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

Program_NodeMCU

#include <SoftwareSerial.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char auth[] = "YSHjKy3LsepZv0Hx4tLS_ILyhb3OH6Gk";
char ssid[] = "rumahhantu";
char pass[] = "pe tu la";

//buat variabel untuk software serial (Rx =D6, Tx=D7)
SoftwareSerial DataSerial(D6, D7);

//millis sebagai ganti delay
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 1000;

//variabel array untuk data parsing
String arrData[2];

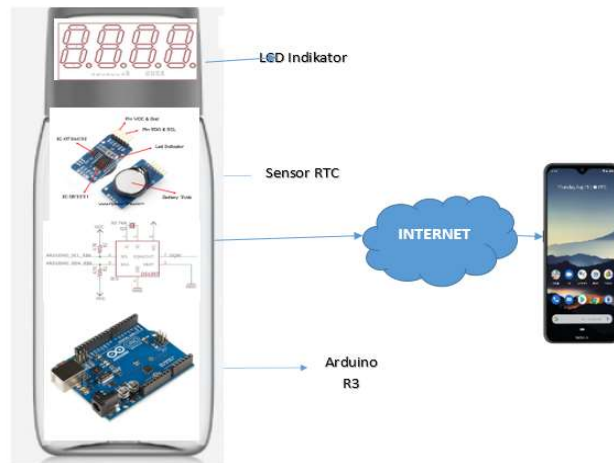
float tinggi, air;
WidgetLCD lcd(W0);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  DataSerial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  lcd.clear();
}

}
```

Gambar 5. Koding *Smart Water Jug* pada NodeMCU

Pada rancangan Gambar 6 dapat dilihat bagaimana kerja dari teko pintar dan komponen yang digunakan agar dapat berfungsi. Teko minum ini dapat diakses menggunakan *smartphone* untuk melihat data berapa banyak air yang kita minum dan kebutuhan air minum bagi kita sesuai dengan data yang dimasukkan. Diharapkan dengan teko air minum ini dapat membantu dalam mencegah dehidrasi dan mengetahui kebutuhan air minum manusia setiap hari.

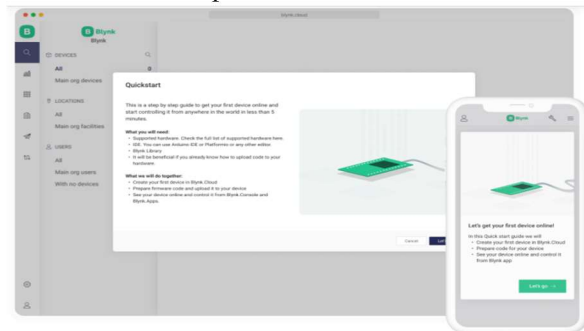


Gambar 6. Rancangan Teko Air Pintar dan Sehat

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada mulanya alat yang akan dirancang menggunakan botol air minum seperti Gambar 6. Prinsip kerja secara sederhananya adalah alat ini dapat memberitahukan dan memperingatkan pengguna jika belum memenuhi standar kebutuhan air minum untuk berbagai usia. Pengguna hanya perlu memasukkan usia mereka. Perhitungan penggunaan air didasarkan pada level ketinggian air yang dipantau oleh sensor ultrasonik melalui rangkaian kontrol yang dikirim ke Arduino. Oleh Arduino informasi ini diproses dan ditampilkan ke *display* juga dikirimkan ke pengguna melalui aplikasi Blynk.

Aplikasi Blynk ini adalah aplikasi gratis yang tersedia untuk *mobile operating system* seperti Android dan IOS untuk keperluan pemantauan dan pengendalian modul Arduino, Raspberry Pi, WEMOS D1, dan lainnya melalui internet. Aplikasi ini termasuk dalam konsep IoT (*Internet of Things*), yaitu *device* atau peralatan yang dapat bekerja mengirimkan dan menerima data melalui jaringan internet tanpa campur tangan manusia. Unsur-unsur yang terkandung dalam IoT, diantaranya adalah *Artificial Intelligence* – AI (kecerdasan buatan), konektivitas tanpa campur tangan manusia, melibatkan sensor dan ukuran perangkat yang cenderung kecil. Aplikasi Blynk dan IoT ini telah banyak digunakan dibidang kesehatan yang dapat membantu pekerjaan tenaga kesehatan seperti dokter untuk bekerja secara lebih mudah dan lebih presisi untuk meminimalisasi risiko kesalahan.



Gambar 7. Petunjuk Penggunaan Aplikasi Blynk yang Dapat Diunduh Secara Gratis di *Website*-nya: <https://Blynk.io/>

Pembuatan alat menggunakan teko air minum ternyata terkendala sensor ultrasonik yang tidak kedap air dan tidak memenuhi standar *food grade* dan belum ada lem khusus yang memenuhi standar *food grade* sehingga aman untuk bersentuhan langsung dengan air minum didalam teko nantinya. Sensor ultrasonik kedap air ini penting karena sensor ini nanti akan terkena air langsung karena berada di mulut teko. Sensor ultrasonik ini juga ukurannya cukup besar sehingga akan menyulitkan jika diletakkan di atas mulut teko yang sempit. Peletakan sensor ultrasonik di bagian atas teko penting dilakukan karena sensor inilah nanti yang akan mengukur ketinggian air untuk diproses oleh Arduino sehingga datanya bisa dikirimkan ke pengguna.

Standar *food grade* juga penting untuk dipenuhi oleh sensor ultrasonik dan lem yang digunakan untuk merekatkan sensor ini di mulut teko setelah melubangi teko untuk keperluan jalur perkabelan. *Food grade* bermakna seluruh material dan alat yang bersentuhan langsung dengan makanan terbukti aman dikonsumsi dan juga aman serta tahan terhadap suhu tinggi. Jika masih menggunakan teko, maka kedua persyaratan di atas tidak bisa penulis penuhi sehingga tim memutuskan untuk menggunakan teko air minum.



Gambar 8. Teko Air yang Sudah Terpasang Mikrokontroler

Prinsip kerja teko air minum pada Gambar 8 sama persis dengan teko yaitu mendeteksi jumlah air yang telah diminum oleh pengguna dan memberitahukan pengguna jika belum memenuhi standar air minum yang dianjurkan berdasarkan usia pengguna. Perbedaan hanya terdapat pada penggunaan alat saja. Kalau teko airnya langsung diminum sedangkan teko air tidak langsung diminum di teko tersebut.



Gambar 9. LED Indikator Hijau Kondisi Air di Teko Masih Penuh

Setelah dilakukan uji coba dari penelitian, didapatkan hasil bahwa alat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat seperti pada Gambar 9 air teko pada kondisi penuh dan LED memberikan indikasi warna hijau.



Gambar 10. LED Indikator Kuning Kondisi Air di Teko Tinggal Separuh

Setelah dilakukan uji coba dari penelitian, didapatkan hasil bahwa alat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat seperti pada Gambar 10 air teko pada kondisi setengah dan LED memberikan indikasi warna kuning.



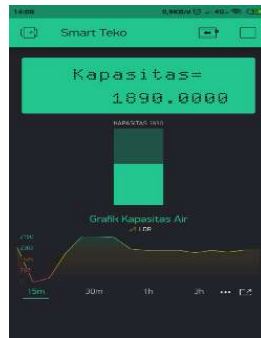
Gambar 11. LED Indikator Merah Kondisi Air di Teko Sudah Habis

Setelah dilakukan uji coba dari penelitian didapatkan hasil bahwa alat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat seperti pada Gambar 11 air teko pada kondisi habis dan LED memberikan indikasi warna merah.



Gambar 12. Tampilan Antarmuka Aplikasi Blynk yang Menampilkan Kondisi Air di Teko Habis

Gambar 12 merupakan tampilan dari antarmuka aplikasi Blynk yang terpasang di Android yang menampilkan pada saat kondisi air didalam teko kosong yang memiliki kapasitas penyimpanan penuh.



Gambar 13. Tampilan Antarmuka Aplikasi Blynk yang Menampilkan Kondisi Air di Teko Setengah

Gambar 13 merupakan tampilan dari antarmuka aplikasi Blynk yang terpasang di Android yang menampilkan pada saat kondisi air setengah didalam teko yang memiliki kapasitas penyimpanan setengah.



Gambar 14. Tampilan Antarmuka Aplikasi Blynk yang Menampilkan Kondisi Air di Teko Penuh

Gambar 14 merupakan tampilan dari antarmuka aplikasi Blynk yang terpasang di Android yang menampilkan pada saat kondisi air penuh didalam teko yang memiliki kapasitas penyimpanan nol.

#### IV. KESIMPULAN

Alat sudah berhasil dirancang dan dirangkai serta menunjukkan performa yang cukup baik. Arduino dan sensor berkerja dengan baik. Penulisan program perintah Arduino juga sudah bekerja dengan baik. Konektivitas aplikasi Blynk dan *smartphone* Android juga terlihat bekerja dengan baik.

#### KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis Mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung yang Telah Membiayai penelitian ini melalui Skema PDTJ Sesuai DIPA Universitas Bangka Belitung dengan Nomor DIPA- 023.17.2.677533/2021

#### REFERENSI

- [1] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum," *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones.*, pp. 1-20, 2017.
- [2] E. Ihsanto and S. Hidayat, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno," *J.*

- Tekno. Elektro*, vol. 5, no. 3, 2014, doi: 10.22441/jte.v5i3.769.
- [3] Amrullah, A. Karim, and H. Hardyanto, "Alat Pengisian Air di Botol Menggunakan Arduino," *Din. Inform.* 2021, vol. 1, no. 2, pp. 128–131, 2021.
- [4] F. Cahyo P, M. Rosmiati, and A. Sularsa, "Dispenser Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Arduino (DISTIS)," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 267–272, 2020.
- [5] A. Arfandi and Y. Supit, "Pengisian Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Arduino Uno," *J. Sist. Inf. Dan Tek. Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 91–99, 2019.
- [6] U. M. Arief, "Penguujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air," *J. Ilm. "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, vol. 09, no. 02, pp. 72–77, 2011.
- [7] D. Hartanti, W. H. Martono, and S. P. Sihombing, "Perangkat Pencatat Pintar Aliran Tangki Bensin Menggunakan Sensor Rfid," *J. Ilm. FIFO*, vol. 9, no. 2, p. 163, 2017, doi: 10.22441/fifo.2017.v9i2.010.
- [8] I. Gani, M. Jamil, and A. Sardju, "Sistem Monitoring Tinggi Permukaan Air Panci Penguapan Berbasis Node MCU Dengan Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT)," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 53–58, 2019, doi: 10.33387/protek.v6i2.1202.
- [9] B. Muslim, A. Dinata, and Y. I. Mukti, "Prototype Pengukur Tinggi Rendah Permukaan & Arus Air Sungai Memprediksi Kemungkinan Banjir," *J. FASILKOM*, vol. 11, no. 2, pp. 112–118, 2021.
- [10] E. Jovanov, V. R. Nallathimmarreddygari, and J. E. Pryor, "SmartStuff: A case study of a smart water bottle," *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS*, vol. 2016-October, no. March, pp. 6307–6310, 2016, doi: 10.1109/EMBC.2016.7592170.
- [11] E. Jovanov, "Wearables Meet IoT: Synergistic Personal Area Networks (SPANs)," *Sensors*, vol. 19, no. 19, p. 4295, Oct. 2019, doi: 10.3390/s19194295.
- [12] Y. Chen and F. Castleman, "Effects of Smart Bottles on Water Consumption and Health Status of College Students," *Int. J. Phys. Educ. Fit. Sport.*, vol. 12, no. 3, pp. 84–91, 2023, doi: 10.54392/ijpefs2338.
- [13] J. Mendes, A. Curralo, A. Curado, and S. I. Lopes, "Fostering Sustainability on Campus: Design of an IoT-Enabled Smartbottle for Plastic Reduction in the Academic Environment," *Lect. Notes Networks Syst.*, vol. 277, no. June, pp. 18–25, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-80415-2\_3.
- [14] R. Cohen, G. Fernie, and A. Roshan Fekr, "Monitoring fluid intake by commercially available smart water bottles," *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.1038/s41598-022-08335-5.
- [15] N. E. Lee, T. H. Lee, D. H. Seo, and S. Y. Kim, "A smart water bottle for new seniors: Internet of Things (IoT) and health care services," *Int. J. Bio-Science Bio-Technology*, vol. 7, no. 4, pp. 305–314, 2015, doi: 10.14257/ijbsbt.2015.7.4.30.
- [16] M. K. M S, "IoT Based Smart Water Bottle," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 12, pp. 322–327, 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.57315.
- [17] L. L. Jalagam, "IoT Based Smart Water Bottle," *SSRN Electron. J.*, pp. 2–7, 2021, doi: 10.2139/ssrn.3919060.
- [18] A. F. Curralo, S. I. Lopes, J. Mendes, and A. Curado, "Joining Sustainable Design and Internet of Things Technologies on Campus: The IPVC Smartbottle Practical Case," *Sustain.*, vol. 14, no. 10, pp. 1–19, 2022, doi: 10.3390/su14105922.
- [19] N. J. Okoli and B. Kabaso, "Building a Smart Water City: IoT Smart Water Technologies, Applications, and Future Directions," *Water (Switzerland)*, vol. 16, no. 4, 2024, doi: 10.3390/w16040557.
- [20] M. J. Mudumbe and A. M. Abu-Mahfouz, "Smart water meter system for user-centric consumption measurement," *Proceeding - 2015 IEEE Int. Conf. Ind. Informatics, INDIN 2015*, no. July 2015, pp. 993–998, 2015, doi: 10.1109/INDIN.2015.7281870.