

Sistem Monitoring Debit Air Berbasis Internet of Things pada Saluran Air

Tole Sutikno¹, Defri Rahmat Susanto², Hendril Satrian Purnama³

[Submission: 20-12-2022, Accepted: 24-01-2023]

Abstract— Manual measurement and recording of water debits has many drawbacks, including inaccuracies, time inefficiencies and requires a lot of human effort. Along with technological developments, the Internet of Things (IoT) is the right option to reduce human interaction with hardware in terms of continuous monitoring. This study aims to design a prototype of a water discharge monitoring system with precise accuracy and efficient use of electrical energy. The water discharge monitoring device system is designed based on IoT with NodeMCU as the main processor, while the water flow sensor is used as a transducer in charge of collecting data. Furthermore, the data collected by the hardware will be sent to the server with the IoT protocol via Blynk application. The results of the study show that the designed system works well, able to transmit data via IoT remotely, and has relatively high accuracy.

Intisari— Pengukuran dan pencatatan debit air yang dilakukan secara manual memiliki banyak kekurangan, diantaranya tidak akurat, tidak efisien waktu dan membutuhkan banyak tenaga manusia. Seiring dengan perkembangan teknologi, *Internet of Things* (IoT) menjadi opsi yang tepat untuk mengurangi interaksi manusia dengan perangkat keras dalam hal pemantauan yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem pemantauan debit air dengan nilai akurasi yang tepat dan penggunaan energi listrik yang efisien. Sistem perangkat monitoring debit air yang dirancang berbasis IoT dengan NodeMCU sebagai prosesor utamanya, sedangkan *water flow sensor* digunakan sebagai transduser yang bertugas mengumpulkan data. Selanjutnya, data yang dikumpulkan oleh perangkat keras akan dikirimkan ke server dengan protokol IoT melalui aplikasi Blynk. Hasil penelitian menunjukkan sistem yang dirancang telah bekerja dengan baik, dapat mengirimkan data via IoT dari jarak jauh, dan memiliki akurasi yang relatif tinggi.

Kata Kunci—Blynk, Internet of Things, NodeMCU, Water Discharge, Water flow Sensor.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini memberikan begitu banyak manfaat bagi kehidupan manusia, terutama dalam kehidupan sehari-hari. Kemajuan teknologi yang semakin pesat

menyebabkan banyak pekerjaan yang awalnya dilakukan secara manual kemudian dapat dikerjakan secara otomatis oleh mesin.

Hal ini dikarenakan semakin banyak peralatan otomatis mudah digunakan dan sangat diminati penggunaannya dalam kehidupan masyarakat. Perangkat teknologi yang dapat bekerja secara otomatis lebih efisien, dibandingkan dengan perangkat yang hanya dapat beroperasi secara manual [1].

Kemajuan teknologi yang memasuki revolusi industri 4.0 yang artinya sebuah teknologi yang memiliki konsep mengutamakan efisiensi dan memudahkan manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Maka revolusi industri ini akan meminimalisir interaksi antara manusia dengan perangkat ataupun manusia dengan manusia yang kemudian disebut dengan Internet of Things (IoT). Dengan memanfaatkan koneksi jaringan internet dan komputer yang dikembangkan terhadap suatu objek, sensor, dan perangkat yang digunakan sehari-hari (meskipun bukan komputer) melalui basis kemampuan membuat, tukar-menukar, dan penggunaan data dengan seminimal mungkin interaksi manusia merupakan bagian dari skenario dari IoT [2].

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, banyak penelitian lainnya yang telah dilakukan terkait dengan topik IoT yang bertujuan untuk manajemen sumber daya air, diantaranya adalah: pemantauan dan manajemen kualitas air [3–9], sistem irigasi cerdas [10–16], monitoring penggunaan air rumah tangga atau PDAM [17–20], monitoring ketinggian sungai dan mitigasi bencana [21–23], serta masih banyak lagi topik penelitian yang berkaitan lainnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahman, dkk. [16] dirancang sistem irigasi otomatis pada perkebunan Cabai dengan menggunakan Arduino dan sensor *water flow* sebagai pengukur debit air yang diberikan kepada cabai agar presisi sesuai dengan takaran. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni, dkk. [24], dikembangkan instrumen pengukuran aliran air berbasis IoT untuk PDAM, dimana penelitian tersebut menggunakan *Water Flow Sensor*, Arduino Pro Mini, Arduino Mega 2560, Modul GSM SIM900A, serta Modul Micro SD Card sebagai instrumen penunjang sistemnya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Prasetya, dkk. [25], dilakukan perancangan dan realisasi sistem pendeteksian kebocoran pada pipa air dengan menggunakan 7 sensor *water flow*. Data yang didapatkan dari sensor kemudian diolah dan dikirimkan ke jaringan internet menggunakan NodeMCU ESP8266. Pada penelitian yang dilakukan oleh Setiadi, dkk. [26], dikembangkan sistem smart monitoring irigasi yang bertujuan untuk memudahkan kerja manusia berbasis internet of things. Pada penelitian ini, Wemos D1 mini digunakan sebagai

¹Dosen, Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan 55191 INDONESIA (telp: (0274) 563515; fax: 0274-564604; e-mail: tole@te.uad.ac.id)

²Mahasiswa, Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan 55191 INDONESIA (telp: (0274) 563515; fax: 0274-564604)

³Peneliti, Embedded Systems and Power Electronics Research Group, Jl. Sukun Raya, Modalan 55198 (telp: (+62) 87839541893 e-mail: esperg@ee.uad.ac.id)



prosesor utama, selanjutnya didukung oleh beberapa sensor diantaranya: sensor water flow, sensor kelembaban tanah, dll.

Berdasarkan hasil pengamatan dari berbagai sumber yang telah dikumpulkan, saat ini sudah ada teknologi pengontrol debit air otomatis, namun belum dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis IoT. Selain itu, sistem telah banyak juga dikembangkan sistem monitoring debit air berbasis IoT, namun hanya bisa dipantau melalui web yang terhubung dengan komputer. Dari berbagai macam masalah dan keterbatasan tersebut, perlu dikembangkan sebuah perangkat yang mampu memonitoring debit air secara tepat dan dapat dikalibrasi dengan menggunakan aplikasi Android berbasis IoT, sehingga pemantauan secara *real-time* dapat dilakukan dengan mudah dan praktis.

II. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem dalam penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, tahap awal adalah tahap perancangan perangkat lunak dan tahap kedua yaitu tahap perancangan perangkat keras. Untuk memperoleh hasil yang optimal dan sesuai dengan yang diinginkan, maka dalam perancangan sistem ini mengacu pada teori-teori serta *data-sheet* yang sudah diperoleh dari berbagai sumber yang terpercaya. Pada perancangan tahap awal, yaitu tahap merancang serta pembuatan perangkat lunak/*software* seperti *flowchart*, kode program dan perancangan aplikasi Blynk. Pada tahap kedua merupakan tahap perancangan perangkat keras/*hardware* diantaranya adalah pembuatan blok diagram sistem, perancangan rangkaian elektronika, penempatan sensor dan pembuatan wadah penampung air.

A. Perancangan Perangkat Lunak

Proses perancangan perangkat lunak yang melibatkan pembuatan kode program yang akan diawali inisialisasi port pada komponen dan *library* program dari komponen yang digunakan agar dapat berfungsi dengan baik. Proses pembuatan kode program dilakukan menggunakan *software* Arduino IDE, kemudian akan dikompilasi ke dalam NodeMCU ESP8266. Mikrokontroler berfungsi sebagai sistem yang melakukan pembacaan sensor *water flow* dan data pembacaan sensor akan dikirim ke aplikasi Blynk via IoT. Diagram alir dari sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 1.

B. Desain Sistem dan Perangkat Keras

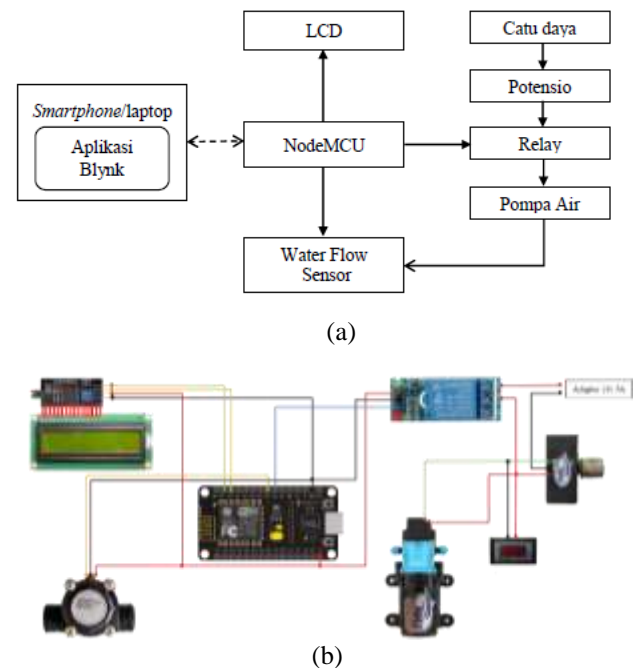
Diagram blok pada gambar 2.(a) menunjukkan rancangan model monitoring debit air yang mana menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali sistem dan pengirim data ke Blynk [27]. NodeMCU mendapatkan suplay catu daya 5V. NodeMCU mengaktifkan relay ON untuk menyambungkan daya 12V ke pompa air, kemudian air akan mengalir melalui selang melewati *water flow* sensor karena dorongan pompa air, debit air akan dicatat oleh *water flow* sensor dan dikirim ke NodeMCU dengan serial monitor dengan pin TX, RX, GND dari NodeMCU disalurkan data ke Blynk Untuk ditampilkan hasil data yang didapat.

Diagram pengkabelan pada gambar 2.(b) menampilkan rancangan koneksi jalur dari masing-masing perangkat. Dengan menggunakan NodeMCU sebagai Mikrokontroler, sensor *water flow* sebagai transduser, LCD sebagai penampil

data, pompa listrik DC sebagai pompa air, potensiometer sebagai pengatur tegangan, voltmeter sebagai penampil tegangan, dan relay sebagai pemutus tegangan ke pompa air.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 2. Perancangan Perangkat Keras: (a) Diagram Blok, (b) Diagram Pengkabelan

Blynk adalah perusahaan perangkat lunak yang menyediakan infrastruktur untuk IoT [28]. Blynk telah memelopori pendekatan tanpa kode untuk pembuatan aplikasi IoT dan mendapatkan popularitas global untuk editor aplikasi selulernya. Saat ini bisnis dari semua ukuran, mulai dari perusahaan rintisan baru hingga perusahaan besar menggunakan platform perangkat lunak Blynk untuk membangun dan mengelola produk IoT yang terhubung. Blynk dipilih untuk pembuatan proyek ini karena kemudahan dan fleksibilitas aksesnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 menunjukkan hasil rancangan perangkat keras yang digunakan untuk pengujian akhir terhadap sistem yang dibangun. Gambar 3.(a) menunjukkan perangkat pengujian secara keseluruhan, dimana terdiri dari box air, box kontroler, pompa air dan selang yang telah dilengkapi dengan sensor *water flow*. Sedangkan gambar 3.(b) menunjukkan detail rangkaian kontroler yang terdiri dari modul NodeMCU, modul relay, modul LCD beserta dengan port-port yang menghubungkan kontroler dengan motor DC dan sensor *water flow*.

Pengujian sistem dilakukan dalam dua (2) tahap, yang pertama adalah pengujian akurasi sensor debit air, dan yang kedua adalah pengujian sistem perangkat lunak yang dibangun dengan menggunakan platform Blynk.



(a)



(b)

Gambar 3. Rancangan Perangkat Keras: (a) Keseluruhan Sistem untuk Pengujian (b) Rangkaian Kontroler dan Sensor.

Tole Sutikno: Sistem Monitoring Debit Air...

A. Pengujian Sensor Debit Air

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana sensor *water flow* bekerja dan mengetahui apakah sensor tersebut tegangan potensiometer, nilai tegangan potensiometer dimulai dari percobaan 1 sampai percobaan 14 untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Hasil pengujian sensor *water flow* meter dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada tabel 1 terdapat hasil pengujian nilai debit air yang telah diuji menggunakan sensor *water flow*. Dengan perubahan putaran potensiometer pada *range* 1 sampai 14 maka didapat nilai hasil percobaan yang dapat dijadikan sampel data. Waktu dari masing-masing pengujian adalah berbeda, tergantung dari debit dan volume air yang akan diukur. Pada bagian pengukuran perbandingan dan perhitungan ralat, nilai ralat ditentukan dengan tujuan untuk mencapai nilai akurasi atau pendekatan. Persamaan (1) menunjukkan perhitungan nilai ralat/error dari 14 percobaan yang telah diambil. Dimana *Error* berlaku untuk pengukuran debit maupun volume air.

$$Error = \frac{Q_{flowmeter} - Q_{pengukuran lain}}{data sebenarnya} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil pengujian menggunakan tegangan terendah berada di 5V digunakan untuk mengukur 1000 mL air dengan debit yang dihasilkan 1,76 L/Min didapat nilai ralat sebesar 4% dan tegangan tertinggi 11V untuk mengukur 1000 mL air dengan debit air yang dihasilkan 4,41 L/Min didapat nilai ralat sebesar 4%. Akurasi terbaik didapat saat percobaan ke-7 dengan tegangan motor sebesar 8V untuk mengukur 1000 mL air dengan debit pengukuran yang didapatkan sebesar 3,23 L/Min didapatkan nilai ralat 0%. Rerata error dari pengukuran debit air adalah 2.52% dan rerata error pengukuran volume adalah 1.51%.

B. Pengujian Perangkat Lunak (Blynk)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana konektivitas antara mikrokontroler dan Blynk dapat bekerja dengan baik. Hasil ditampilkan yaitu nilai debit dan volume air menggunakan Blynk IoT, dari percobaan grafik menggunakan Blynk ini didapatkan hasil yang sesuai dengan Tabel 1. Pada percobaan ini dihasilkan grafik debit dan volume air, sampel grafik hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.

C. Pengujian Jarak

Pengujian pengendalian dan monitoring dengan perintah jarak jauh dilakukan dengan mengakes IoT dari lokasi dan jarak yang berbeda. Pengujian pertama dilakukan dengan jarak 30 Km dari lokasi alat berada, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.(a), kemudian pengujian kedua dilakukan dengan jarak 29 Km dari lokasi alat ditunjukkan pada Gambar 4.(b). dapat membaca kecepatan debit air dengan baik. Pada pengujian ini dilakukan percobaan dengan perubahan nilai

Hasil dari pengujian sistem IoT pengendalian dan monitoring yang telah dilakukan dengan perintah jarak jauh, menggunakan jaringan *seluler* berjalan dengan baik pada saat dihubungkan dengan perangkat keras. Monitoring data *real-time* juga berhasil diakses menggunakan Blynk IoT yang ada di



TABEL I
PENGUJIAN WATER FLOW SENSOR

N o	Pengujian	Tegangan	Waktu	Debit terukur	Volume Media takar	Debit air (sensor)	Volume (sensor)	Error debit	Error volume
1	Percobaan 1	5V	36s	1,67L/m	1L	1,69L/m	1,02L	1,19%	2%
2	Percobaan 2	5V	70s	1,71L/m	2L	1,69L/m	1,97L	1,16%	1,5%
3	Percobaan 3	6V	28s	2,14L/m	1L	2,15L/m	1,00L	0,46%	0%
4	Percobaan 4	6V	57s	2,11 L/m	2L	2,15L/m	1,96L	1,89%	2%
5	Percobaan 5	7V	25s	2,40 L/m	1L	2,61L/m	1,05L	8,75%	4,76%
6	Percobaan 6	7V	47s	2,56 L/m	2L	2,61L/m	1,99L	1,95%	0,5%
7	Percobaan 7	8V	22s	2,72 L/m	1L	2,92L/m	1,03L	7,35%	3%
8	Percobaan 8	8V	41s	2,92 L/m	2L	2,92L/m	2,00L	0%	0%
9	Percobaan 9	9V	19s	3,15 L/m	1L	3,07L/m	1,00L	2,53%	0%
10	Percobaan 10	9V	37s	3,24 L/m	2L	3,38L/m	2,08L	4,32%	4%
11	Percobaan 11	10V	16s	3,75 L/m	1L	3,84L/m	1,03L	2,4%	3%
12	Percobaan 12	10V	32s	3,75 L/m	2L	3,84L/m	1,99L	2,4%	0,5%
13	Percobaan 13	11V	14s	4,28 L/m	1L	4,30L/m	1,00L	0,46%	0%
14	Percobaan 14	11V	28s	4,28 L/m	2L	4,30L/m	2,00L	0,46%	0%

Smartphone. Pengujian jarak jauh ini dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat yang telah dirancang memenuhi standar kelayakan perangkat berbasis IoT.

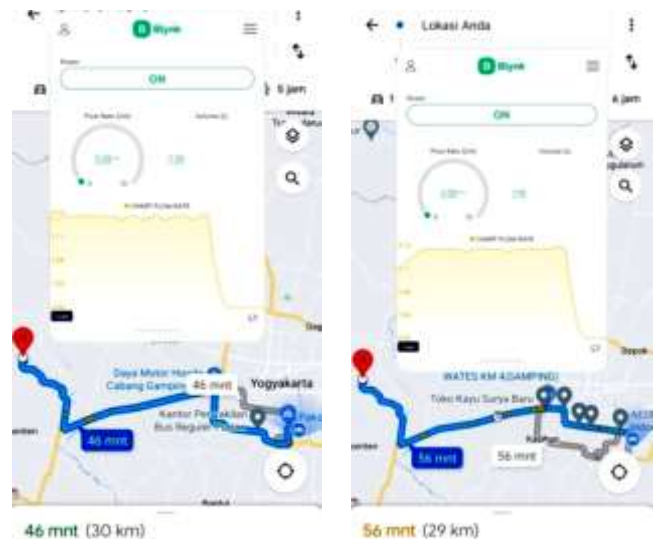
error dari pengukuran debit air adalah 2.52% dan rerata error pengukuran volume adalah 1.51%. Pada percobaan yang dilakukan, besaran nilai potensiometer yang diberikan akan memengaruhi nominal tegangan yang diberikan kepada pompa air. Di tahap akhir dilakukan pengujian perangkat lunak Blynk dan pengiriman data jarak jauh dengan menggunakan jaringan seluler yang dihubungkan ke NodeMCU, percobaan tersebut menunjukkan hasil yang baik dan optimal.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi Android Perhitungan Debit dan Volume Air, 1 dan 2 Liter dengan Tegangan 8V.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian, analisis dan implementasi yang dilakukan menunjukkan bahwa telah berhasil dirancang sistem monitoring debit air berbasis IoT yang dapat bekerja dengan baik. Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan nilai/data *real-time* pada saat sistem dijalankan berhasil dikirim ke aplikasi Blynk dengan baik dan akurat tanpa kendala. Rerata



(a) (b)

Gambar 5. Pengujian Pengiriman Data Jarak Jauh; (a) Jarak 30 km, (b) Jarak 29 km.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tim Embedded System and Power Electronics Research Group, yang telah membantu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan paper ini.

REFERENSI

- [1] Iqbal M, Septiawan A. SISTEM KONTROL DEBIT AIR VIA ANDROID PADA TANGKI KEMBAR BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA2560. *Jaringan Sistem Informasi Robotik-JSR*. 2019, 3(1):184–93.
- [2] Kusuma A, Darlis D, Novianti A. Implementation of Smart Garden Watering on Dormitory Garden of Telkom University Using Ethernet Module On Raspberry Pi Based on IoT. *E-Proceeding of Applied Science*. 2019, 5(3):2902–11.
- [3] Salam A. Internet of things in water management and treatment. In: *Internet of Things*. 2020.
- [4] Almetwally SAH, Hassan MK, Mourad MH. Real Time Internet of Things (IoT) Based Water Quality Management System. In: *Procedia CIRP*. 2020.
- [5] Kamaludin KH, Ismail W. Water quality monitoring with internet of things (IoT). *Proceedings - 2017 IEEE Conference on Systems, Process and Control, ICSPC 2017*. 2017, 2018-Janua(December):18–23.
- [6] Nadi MR., Ruskandi C, Pamungkas R. Desain Sistem Deteksi Kualitas Air Berbasis Multi Sensor Ph, Dissolved Oxygen, Suhu Dan Konduktivitas. *JoP*. 2019,.
- [7] Carminati M, Turolla A, Mezzera L, Di Mauro M, Tizzoni M, Pani G, et al. A Self-Powered Wireless Water Quality Sensing Network Enabling Smart Monitoring of Biological and Chemical Stability in Supply Systems. *Sensors*. 2020, 20(4).
- [8] Althea P, Wiradani P, Jasa L, Rahardjo P. Analisis Perbandingan Produktivitas Material Budidaya Akuaponik Berbasis IoT (Internet of Things) dengan Budidaya Akuaponik Konvensional. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 2022, 21(2):263–70.
- [9] Marianis E, Jasa L, Rahardjo P. Sistem Pemantauan Kekeruhan dan Suhu Air pada Akuarium Ikan Hias Air Tawar Berbasis IoT (Internet of Things). *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 2022, 21(2).
- [10] Hamdi M, Rehman A, Alghamdi A, Nizamani MA, Missen MMS, Memon MA. Internet of Things (IoT) Based Water Irrigation System. *International journal of online and biomedical engineering*. 2021,.
- [11] Kumar A, Surendra A, Mohan H, Muthu Valliappan K, Kirthika N. Internet of things based smart irrigation using regression algorithm. In: *2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies, ICICICT 2017*. 2018.
- [12] Setiadi D, Muhaemin MNA. Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*. 2018, 3(2):95–102.
- [13] Shah J. An Internet of Things Based Model for Smart Water Distribution with Quality Monitoring. *International Journal of Innovative Research in Science*. 2017,.
- [14] Alshehri M, Bhardwaj A, Kumar M, Mishra S, Gyani J. Cloud and IoT based smart architecture for desalination water treatment. *Environmental Research*. 2021,.
- [15] Mahmud MSA, Buyamin S, Mokji MM, Abidin MSZ. Internet of things based smart environmental monitoring for mushroom cultivation. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2018, 10(3):847–52.
- [16] Rahman A, Uli I, Simanjuntak V. Rancang Bangun Sistem Irigasi pada Perkebunan Cabai Berbasis Arduino Uno dan Sprinkler. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 2022, 21(2):10–7.
- [17] Ramdani R, Zubaidi A, others. Rancang bangun smart meter system untuk penggunaan air pada rumah tangga berbasis internet of things. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*. 2020, 4(2):149–60.
- [18] Permana A, Faisal S, Juwita A. Rancang Bangun Alat Monitoring Meteran Air Menggunakan Nodemcu Berbasis Internet of Things. *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*. 2022, 3(1):28–33.
- [19] Gunastuti DA. Pengukuran Debit Air Pelanggan Air Bersih Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi. *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*. 2018, 1(2):167–75.
- [20] Sujadi H, Mardiana A. Pengembangan Purwarupa Monitoring Tagihan Air Pdam Berbasis Internet of Things. *INFOTECH journal*. 2021, 7:9–14.
- [21] Mahendra G, Sukardi S. Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things (IoT). *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 2021, 2(1):98–106.
- [22] Sumarudin A, Yani M, Putra WP, Amri F, Paskal. Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Potensi Banjir Sungai Cimanuk Berbasis Internet of Things (IoT). *Industrial Research Workshop and national Seminar*. 2017,:639–46.
- [23] Almawgani AHM, Alshorman MA, Alyami MA, Alhmammi HM. Smart monitoring system of Najran dam. 2020, 10(4):3999–4007.
- [24] Wahyuni MI, Kusuma HA, Nugraha S. Pengembangan Instrumen Pengukuran Aliran Air Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal ELEMENTER*. 2021, 7(1):47–56.
- [25] Prasetya AD, Haryanto H, Wibisono KA. Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Berbasis IoT. *Elektrika*. 2020, 12(1):39.
- [26] Setiadi D, Abdul Muhaemin MN. PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI). *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*. 2018, 3(2):95.
- [27] Gunawan I, Akbar T, Ilham MG. Prototipe Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*. 2020, 3(1):1–7.
- [28] Jaber AA, Al-Mousawi FKI, Jasem HS. Internet of things based industrial environment monitoring and control: A design approach. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. 2019, 9(6):4657–67.



{Halaman ini sengaja dikosongkan}