

Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Air Pada Reservoir Berbasis Internet Of Things

Akhmad Jayadi¹, Dedi Saputra²

¹Program Studi S1 Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia,

²Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

akhmad.jayadi@teknokrat.ac.id

Abstract— Reservoir is a temporary water reservoir before being distributed to consumers. The main function of the reservoir is to balance between production discharge and water use discharge. Currently, the manual method is used to determine the reservoir water level, namely by counting the remaining steps above the reservoir water level. This manual method has weaknesses in terms of speed of time and accuracy of reservoir water level. In this research, a real time reservoir water level monitoring system is implemented using the Internet of Things (IoT) platform. This system consists of an ultrasonic sensor to detect the water level, then the data is sent to the mysQL database, to be accessed from a monitoring device or to access a website page, the water level is represented in distance values (Cm). The system that has been implemented works quite well with an average error of 1.07%. This web information system can display water level data in numerical and graphic form. This system has been implemented in PDAM Way Rilau Bandar Lampung and needs to be developed in its implementation.

Intisari— Reservoir merupakan tempat penampungan air sementara sebelum disalurkan ke konsumen. Fungsi utama reservoir adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit penggunaan air. Saat ini, metode manual digunakan untuk menentukan ketinggian air reservoir, yaitu dengan menghitung anak tangga yang tersisa di atas ketinggian air reservoir. Metode manual ini memiliki kelemahan dalam hal kecepatan waktu dan keakuratan ketinggian air reservoir. Pada penelitian ini diimplementasikan sebuah sistem monitoring ketinggian air reservoir secara real time menggunakan platform Internet of Things (IoT). Sistem ini terdiri dari sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air, kemudian data dikirim ke database mysQL, untuk dapat diakses dari perangkat monitoring atau untuk mengakses halaman website, ketinggian air direpresentasikan dalam nilai jarak (Cm). Sistem yang telah dilakukan bekerja cukup baik dengan rata-rata error 1,07%. Sistem informasi web ini dapat menampilkan data ketinggian air dalam bentuk numerik dan grafik. Sistem ini telah diterapkan di PDAM Way Rilau Bandar Lampung dan perlu dikembangkan dalam penerapannya.

Kata Kunci— Reservoir, monitoring, mysQL, Sensor Ultrasonik, Internet of Things (IoT).

I. PENDAHULUAN

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Way Rilau merupakan perusahaan pemerintah daerah di Kota Bandar Lampung yang secara langsung melakukan pengadaan, penjernihan, penyediaan dan pendistribusian air bersih ke rumah tangga, institusi, industri dan konsumen lainnya melalui jaringan pipa atau tanker untuk kepentingan bisnis [1].

Pengoptimalan pengolahan air bersih perlu dilakukan untuk memenuhi tingkat kebutuhan penduduk secara berkelanjutan. Setelah air diolah, akan ditempatkan dipenampung sementara di reservoir dan kemudian didistribusikan ke konsumen. Fungsi utama dari reservoir adalah untuk menyeimbangkan debit produksi dan debit air. Reservoir juga digunakan untuk mengurangi perubahan tekanan pada sistem distribusi [2]. Tergantung pada topografi yang menghubungkan sumber air ke konsumen, air minum dapat didistribusikan dengan berbagai cara. Distribusi gravitasi, pemompaan atau kombinasi pemompaan dan gravitasi dapat digunakan untuk memasok air ke konsumen pada tekanan yang cukup [3], [4].

PDAM Way Rilau melakukan monitoring ketinggian air setiap hari dengan rentang waktu 2 jam sekali yang bertujuan untuk mengatur pengoperasian pompa distribusi ke pelanggan agar pompa beroperasi maksimal. Saat ini digunakan cara yang manual untuk mengetahui ketinggian air reservoir, yaitu dengan menghitung anak tangga yang tersisa diatas permukaan air pada reservoir. Cara manual tersebut memiliki kelemahan dalam hal kecepatan waktu dan ketepatan ketinggian permukaan air reservoir. Hal Ini sangat tidak efektif dalam cuaca buruk dan tidak memungkinkan pemantauan secara manual.

Dalam mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan alternatif untuk memonitor ketinggian air reservoir yang dapat mempermudah pekerjaan petugas dengan memanfaatkan kemajuan teknologi [5], [6]. Sistem alat ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air, NodeMCU ESP8266 bertindak sebagai otak untuk memproses data yang diterima dari sensor ultrasonik, kemudian memberikan informasi kepada petugas melalui smartphone android yang dapat dilihat kapan saja dan dimana saja, dan dapat dilihat langsung melalui Liquid Crystal Display (LCD). Selain itu, dalam situasi berbahaya, digunakan buzzer untuk memberi peringatan berupa alarm [7], [8].

Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis berinisiatif membuat “Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Air pada Reservoir Berbasis Internet of Things (Studi Kasus: PDAM Way Rilau Bandar Lampung)” Penulis harapkan dengan adanya alat monitoring tersebut dapat membantu dan mempermudah petugas memonitor ketinggian air pada reservoir.

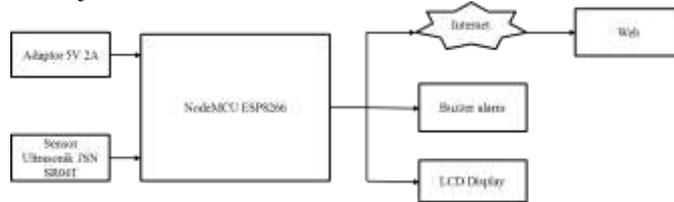
II. METODOLOGI

Pembahasan pada bagian ini meliputi perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan pengujian perangkat yang diproduksi berupa perangkat sensor.

A. Rancangan Sistem

Desain sistem monitoring ini dapat dilihat pada gambar 1. Secara umum rancangan sistem monitoring ini terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut.

1. Bagian input, terdiri dari adaptor dan sensor ultrasonik. Adaptor berfungsi sebagai penyuplai tegangan dan sensor ultrasonic berfungsi untuk membaca objek.
2. Bagian proses, menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk memproses data yang diinputkan sensor ultrasonic dan akan diolah menjadi data keluaran.
3. Bagian output, terdiri dari LCD, Buzzer, dan Web sebagai monitoring hasil keluaran yang didapat dari pembacaan sensor yang kemudian di konversi menjadi data volume.



Gambar 1. Blok Diagram sistem monitoring ketinggian air reservoir.

Spesifikasi perangkat sistem monitoring dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
SPESIFIKASI SISTEM MONITORING

Adaptor	5-12 V DC
Sensor Jarak	JSN SR-04T
Pengolah Data	NodeMCU
Wireless Transceiver	ESP 8266
LCD	16x2 I2C

B. Reservoir

Reservoir merupakan tempat penampungan air sementara sebelum disalurkan ke konsumen. Fungsi utama dari reservoir adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit penggunaan air [2].



Gambar 2. Reservoir Permukaan

C. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang di desain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. NodeMCU berbasis bahasa pemrograman Lua namun dapat juga meggunakan Arduino IDE untuk pemrogramannya [9].



Gambar 3. NodeMCU ESP8266

D. Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik JSN-SR04T dilengkapi dengan kabel sepanjang 2,5m yang terhubung ke papan *breakout* yang mengontrol sensor dan melakukan semua pemrosesan sinyal. Harap dicatat bahwa hanya sensor dan kabelnya yang tahan air, jika Anda memasukkan air ke papan, sensor dapat berhenti bekerja [10].

Sensor jarak ultrasonik bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik dipantulkan dari suatu objek dan sensor ultrasonik mendeteksi objek tersebut. Dengan menghitung waktu antara pengiriman dan penerimaan gelombang suara, maka dapat dihitung jarak antara sensor dengan objek.

$$\text{Jarak (cm)} = \text{Kecepatan suara (cm / } \mu\text{s)} \times \text{Waktu (} \mu\text{s)} / 2$$

Sensor JSN-SR04T yang digunakan dalam penelitian ini tahan air dan sensor ini hanya menggunakan satu transduser ultrasonik, transduser ini berfungsi sebagai pemancar dan penerima gelombang ultrasonik.



Gambar 4. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

TABEL II
SPESIFIKASI SENSOR ULTRASONIK

	Pulse width output/Serial Output
Operating Voltage	DC 3.0-5.5V
Working current	Less than 8mA
Probe frequency	40KHz
Farthest range	600cm
Recent range	20cm
Distance accuracy	+ - 1cm
Measuring angle	75 degree

E. Buzzer

Buzzer adalah suatu alat yang mampu mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Umumnya *buzzer* digunakan untuk alarm, karena penggunaannya cukup sederhana yaitu dengan memberikan tegangan *input* maka *buzzer* akan mengeluarkan suara *buzzer* antara 15KHz. *Buzzer* digunakan sebagai alat yang menghasilkan suara keras ketika dalam keadaan aktif, biasanya *buzzer* ini digunakan untuk menentukan kondisi tertentu. Dalam rangkaian ini digunakan untuk peringatan dalam status waspada [11].



Gambar 6. Buzzer

F. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menampilkan berbagai tampilan seperti huruf, angka dan karakter lainnya serta dapat menampilkan berbagai jenis tulisan dan pesan singkat lainnya. Dalam perancangan alat ini, layar LCD digunakan untuk menampilkan ketinggian permukaan air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik tipe JSN-SR04T yang telah diprogram secara *real time* [12].

Liquid Crystal Display (LCD) yang digunakan dalam tugas akhir ini berukuran 16x2 karakter dengan penambahan modul chip I2C untuk memudahkan akses ke Liquid Crystal Display (LCD). Misalnya menggunakan modul I2C, hanya diperlukan 4 pin NodeMCU yaitu pin SCL, pin SDA, pin VCC dan pin GND.



Gambar 6. LCD 16x2 dengan I2C

G. Adaptor

Adaptor memiliki output tegangan sebesar 12volt DC dengan arus output sebesar 1 ampere. Power supply merupakan rangkaian penyearah yang dapat mengubah tegangan AC (Alternating Current) menjadi tegangan DC (Direct Current). Pengertian lain dari power supply atau yang juga dikenal dengan sebutan catu daya adalah sebuah alat yang digunakan untuk menyediakan energi listrik untuk perangkat-perangkat elektronika seperti komputer, televisi, dan lain sebagainya. Pada dasarnya rangkaian power supply ini sering disebut sebagai pengganti baterai atau adaptor [13].



Gambar 6. LCD 16x2 dengan I2C

H. Perancangan Database

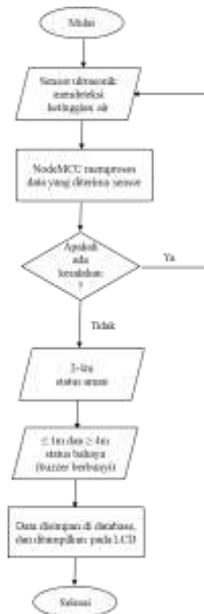
Dibawah ini merupakan rancangan database untuk monitoring ketinggian air reservoir. Dalam implementasi aplikasi ini digunakan tabel data keadaan untuk mencatat perubahan data ketinggian air reservoir. Perancangan database dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL III
PERANCANGAN DATABASE

No	Nama Field	Tipe Data	Lebar Digit	Keterangan
1	id	INT	100	Id
2	distance	FLOAT	5.2	Ketinggian permukaan air
3	Tanggal	TIMESTAMP	0	Tanggal dan waktu kejadian

I. Rancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan bagian penting dari sistem, tujuannya adalah untuk memaksimalkan kinerja perangkat keras. Gambar 8. menunjukkan Alur Kerja Sistem.



Gambar 7. Diagram Alir Sistem

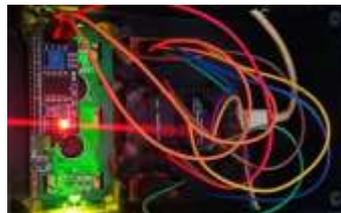
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

Implementasi sistem pada penelitian ini bertujuan untuk menguji ketinggian air pada *reservoir* PDAM Way Rilau. Implementasi didasarkan untuk mengatur pengoperasian pompa distribusi ke pelanggan agar pompa beroperasi maksimal. Sistem pengukuran ketinggian air *reservoir* terdiri dari sensor ultrasonik JSN-SR04T, *buzzer*, *Liquid Crystal Display* (LCD) dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

B. Pengujian Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dilakukan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat bekerja dengan baik seperti pengolahan data digital yang diinginkan, kemudian dapat terhubung ke wifi yang diinginkan dan dapat terhubung ke server database *MySQL*. Pengujian mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar 8



Gambar 8. Pengujian Mikrokontroler

C. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui akurasi dan presisi dari sensor JSN-SR04T untuk mengetahui jarak dari permukaan air didalam *reservoir*, sehingga mampu menilai tingkat akurasi sistem saat membaca jarak dan mengirimkan nilai bacaan ke mikrokontroler, cara yang dilakukan adalah dengan mengukur sensor jarak dengan jarak 20-40cm. Pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T dapat dilihat pada tabel 4

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN SENSOR ULTRAASONIK

No.	Pengukuran Sensor (Cm)	Pengukuran Mistar (Cm)	Selisih (Cm)
1	20,52	20	-0,52
2	22,12	24	1,88

3	26,17	38	1,83
4	29,97	32	2,03
5	33,78	46	2,22
6	37,72	40	2,28

D. Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui bahwa layar LCD mampu menampilkan informasi dengan benar dan sesuai dengan yang diharapkan sistem saat menampilkan data ketinggian air *reservoir*. Pengujian LCD dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9. Pengujian Mikrokontroler

E. Pengujian Pembacaan Data

Pengujian database dilakukan untuk mengetahui apakah data yang dikirimkan dari pembacaan sensor ultrasonik dapat tersimpan di dalam database. Pengujian database dapat dilihat pada gambar 10

No Ur	Distance	Waktu	Status
0001	281.73 Cm	2021-10-28 11:02:15	Failed Km
0002	281.82 Cm	2021-10-28 11:01:12	Failed Km
0003	282.00 Cm	2021-10-28 11:00:14	Failed Km
0004	282.00 Cm	2021-10-28 10:58:14	Failed Km
0005	283.91 Cm	2021-10-28 10:58:14	Failed Km
0006	284.00 Cm	2021-10-28 10:57:08	Failed Km
0008	284.76 Cm	2021-10-28 10:56:08	Failed Km
0004	285.40 Cm	2021-10-28 10:55:08	Failed Km
0003	285.81 Cm	2021-10-28 10:54:08	Failed Km

Gambar 10. Pengujian Database

F. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan alat dilakukan untuk mengetahui apakah komponen-komponen yang terdapat pada alat tersebut dapat terhubung dengan benar dan berfungsi sesuai indikasi. Pengujian keseluruhan alat diimplementasikan pada *reservoir* PDAM Way Rilau yang berjenis permukaan (*ground reservoir*) dengan ukuran panjang *reservoir* 45 m dan lebar 15 m. Pengujian keseluruhan alat dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11. Pengujian Keseluruhan Alat

G. Analisis Hasil Data Sensor

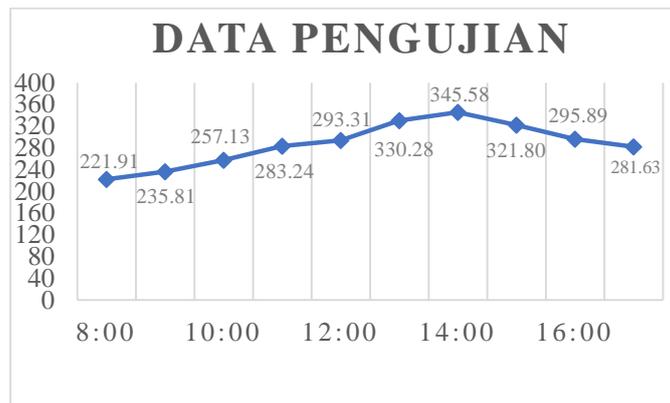
Pada pengujian ini akan dilakukan pengukuran ketinggian air *reservoir* PDAM Way Rilau menggunakan sensor. Adapun hasil data pengujian sensor pada *reservoir* dapat dilihat pada tabel V

TABEL V
DATA PENGUJIAN SENSOR PADA TANGKI

Tanggal	Waktu	Ketinggian Air (Cm)
28 Oktober 2021	08:00	221.91

28 Oktober 2021	09:00	235.81
28 Oktober 2021	10:00	257.13
28 Oktober 2021	11:00	283.24
28 Oktober 2021	12:00	293.31
28 Oktober 2021	13:00	330.28
28 Oktober 2021	14:00	345.58
28 Oktober 2021	15:22	321.80
28 Oktober 2021	16:00	295.89
28 Oktober 2021	17:00	281.63

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai terendah ketinggian air *reservoir* terjadi pada pukul 08:00 WIB dengan ketinggian mencapai 221,91 Cm sedangkan nilai tertinggi ketinggian air *reservoir* terjadi pada pukul 14:00 WIB dengan ketinggian air mencapai 345,58 Cm. Adapun hasil pembacaan data melalui grafik dapat dilihat pada gambar 12



Gambar 12. Grafik Data Pengujian

Pada gambar 4.5 memperlihatkan pada pukul 08:00 WIB - 14:00 WIB ketinggian air cenderung naik dikarenakan pompa yang beroperasi 4 pompa. Sedangkan pada pukul 14:00 WIB - 17:00 WIB ketinggian air mengalami penurunan dikarenakan pompa yang beroperasi 5 pompa.

H. Analisis Hasil Data Manual

Pada pengujian ini akan dilakukan pengambilan data secara manual yang biasa dilakukan oleh petugas PDAM Way Rilau. Adapun hasil data pengukuran secara manual dapat dilihat pada tabel 6

TABEL VI
DATA PENGUJIAN MANUAL PADA TANGKI

Tanggal	Waktu	Ketinggian Air (Cm)
28 Oktober 2021	08:00	220
28 Oktober 2021	10:00	250
28 Oktober 2021	12:00	290
28 Oktober 2021	14:00	340
28 Oktober 2021	16:00	290

Pada tabel 6 dapat dilihat bahwa waktu beban normal terjadi di pagi hari pukul 08:00 WIB dimana ketinggian air mencapai 220 Cm sedangkan waktu beban puncak terjadi di sore hari pukul 16:00 WIB dimana ketinggian air mencapai 290 Cm. Pengukuran ketinggian *reservoir* secara manual dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Pengukuran *Reservoir* Secara Manual

Pada gambar 13. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung anak tangga yang tersisa diatas permukaan air pada *reservoir*. Pada gambar tersebut hanya tersisa 3 anak tangga diatas permukaan air sehingga ketinggian air *reservoir* diketahui mencapai 280 Cm. Adapun nilai kontrol ketinggian air reservoir dapat dilihat pada tabel 7.

TABEL VII
NILAI KONTROL KETINGGIAN AIR

Sisa Tangga	Ketinggian Air (Cm)
0	400
1	360
2	320
3	280
4	240
5	200
6	160
7	120
8	80
9	40

Pada Tabel 4.4 memperlihatkan kontrol ketinggian air yang menjadi acuan petugas dalam pemantauan ketinggian air reservoir PDAM Way Rilau. Ketinggian reservoir PDAM Way Rilau mencapai 400 Cm, pengukuran ketinggian air dengan cara manual yaitu menghitung jarak anak tangga ke tangga yang lainnya 40 Cm dengan jumlah anak tangga mencapai 10 buah.

I. Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan antara pengumpulan data dengan sensor dan secara manual, hasil yang diperoleh tidak terlalu jauh beda. Data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 8.

TABEL VIII
PERBANDINGAN PENGUKURAN RESERVOIR

Pengukuran Manual (Cm)	Pengukuran Sensor (Cm)	Error (%)
220	221,91	0,86
250	257,13	2,85
290	293,31	1,14
340	345,58	1,64
290	295,89	2,03

Error adalah sebuah nilai variasi dalam sebuah pengukuran di mana nilai variasi tersebut merupakan selisih yang diperoleh dari nilai pengukuran sensor dengan nilai pengukuran manual. Cara menghitung *error* yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara pengukuran oleh sensor dengan pengukuran secara manual dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$\mathbf{Error} = \frac{x - y}{y} \times 100\%$$

Keterangan :

x = Pengukuran Sensor Ultrasonik (Cm)

y = Pengukuran Secara Manual (Cm)

1. $Error = \frac{221,91-220}{220} \times 100\% = 0,86\%$
2. $Error = \frac{257,13-250}{250} \times 100\% = 2,85\%$
3. $Error = \frac{293,31-290}{290} \times 100\% = 1,14\%$
4. $Error = \frac{345,58-340}{340} \times 100\% = 1,64\%$
5. $Error = \frac{295,89-290}{290} \times 100\% = 2,03\%$

Berdasarkan table 8. Dapat disimpulkan bahwa pengukuran manual dengan pengukuran menggunakan sensor diperoleh hasil yang tidak berjauhan karena rata-rata *error* yang diperoleh adalah 1,07%.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dengan melakukan *monitoring* dan pengukuran ketinggian air *reservoir* dapat diambil kesimpulan, antara lain:

1. Berdasarkan hasil pengujian sensor pada saat pengukuran ketinggian air *reservoir*, pengukuran ketinggian air dapat bekerja dengan cukup baik dengan rata-rata *error* sebesar 1,07%.
2. Berdasarkan pengujian pembacaan data, web dapat secara akurat membaca dan menampilkan data ketinggian air dari *database* sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan *monitoring*.

V. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan tugas akhir ini agar dapat lebih ditingkatkan dan dimaksimalkan yaitu:

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan alat yaitu dengan menambahkan sensor *water flow* dan sensor lainnya.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan sistem lebih lanjut terutama pengembangan pada sensor ultrasonik dan *database*.
3. Dalam peletakan sensor di *reservoir* harus terlindungi, sehingga saat pengisian air *reservoir* tidak merusak sensor.
4. Sebaiknya ditambahkan box panel agar alat dapat terlindungi dari cuaca hujan dan panas.

VI. REFERENSI

- [1] B. P. Statistik, "Statistik Air Bersih 2014-2019," *Badan Pus. Stat.*, pp. 11–14, 2020.
- [2] G. M. Fair, J. C. Geyer, and D. A. Okun, *Water and wastewater engineering. Vol. 2, Water purification and wastewater treatment and disposal*. Wiley, 1968.
- [3] M. Al-Layla, "Water supply engineering and design," *Ann Arbor Sci. Publ. Inc., Ann Arbor, Mich.,(34916)*, p. 284, 1980.
- [4] H. S. Peavy, D. R. Rowe, and G. Tchobanoglous, *Environmental engineering*, vol. 2985. McGraw-Hill New York, 1985.
- [5] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.719.
- [6] T. Susanto, S. D. Riskiono, R. Rikendry, and A. Nurkholis, "Implementasi Kendali Lqr Untuk Pengendalian Sikap Longitudinal Pesawat Flying Wing," *Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 245–254, 2020, doi: 10.32531/jelekn.v6i2.257.
- [7] S. Samsugi, Ardiansyah, and D. Kastutara, "INTERNET OF THINGS (IOT): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Dan Modul Wifi Esp8266," *Pros. Semin. Nas. ReTII*, pp. 295–303, 2018.
- [8] M. O. Prasetyo, A. Setiawan, R. D. Gunawan, and Z. Abidin, "Sistem Pengendali Air Tower Rumah Tangga Berbasis Android," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 20–25, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i2.45.
- [9] R. Rittenberry, "Hands-on technology.," *Occup. Health Saf.*, vol. 74, no. 2, p. 24, 2005.
- [10] A. Chobir, A. Andang, and N. Hiron, "Sistem deteksi elevasi permukaan air sungai dengan sensor ultrasonic berbasis arduino," *J. Siliwangi*, vol. 3, no. 1, pp. 149–155, 2017, [Online]. Available: file:///C:/Users/USER-Pc/Downloads/241-543-1-SM (1).pdf.
- [11] Hanan, A. A. N. Gunawan, and M. Sumadiyah, "Water level detection system based on ultrasonic sensors HC-SR04 and Esp8266-12 modules with

- telegram and buzzer communication media," *Instrum. Mes. Metrol.*, vol. 18, no. 3, pp. 305–309, 2019, doi: 10.18280/i2m.180311.
- [12] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "SISTEM MONITORING pH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.711.
- [13] N. S. S. Agustine, "Sistem Monitoring Air pada Reservoir PDAM Jember Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Water Flow," 2016.