

Monitoring *Water Level* dan Pengendalian Pintu Bendungan Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Gilang Aji Saputra*, Ratnasari Nur Rohmah

Jurusan Teknik Elektro/Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Surakarta
Surakarta, Indonesia

*gilangajis11@gmail.com

Abstract— Almost all dams currently use a water level monitoring system that automatically measures the dam's water discharge in real time. Only a small number of dams use conventional monitoring systems. Conventional monitoring systems are considered ineffective when associated with real time monitoring. With an IoT-based water level monitoring system, it is expected to increase the efficiency of the dam and reduce the risk of overflowing dam water. The system made in this research is an IoT-based water level monitoring system and dam gate control. This research was conducted using the concept of the Internet of Things. The working principle is that the HC-SR04 sensor is used to read the water level. There are two systems to regulate the dam door, namely automatically or manually. In automatic mode, the dam door will rise when the water situation is an emergency. In manual mode, the dam door can be controlled via the website. There are additional features to monitor conditions around the dam such as temperature, humidity and rain. The DHT11 sensor is used to measure air temperature and humidity, while the rain drop sensor is used to detect raindrops. All information that enters the web server will be processed and displayed on the website and can be accessed via internet-connected devices.

Abstrak— Hampir seluruh bendungan saat ini memakai sistem monitoring level air yang secara otomatis mengukur debit air bendungan secara *real time*. Hanya sebagian kecil bendungan yang memakai sistem monitoring konvensional. Sistem monitoring konvensional tergolong tidak efektif bila dikaitkan dengan monitoring *real time*. Dengan sistem monitoring level air berbasis IoT diharapkan dapat menaikkan efisiensi bendungan dan dapat mengurangi risiko meluapnya air bendungan. Sistem yang dibuat dalam penelitian ini ialah suatu sistem monitoring level air berbasis Internet of Things (IoT) dan pengendalian pintu bendungan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan konsep IoT. Prinsip kerjanya adalah sensor HC-SR04 digunakan untuk membaca ketinggian air. Ada dua sistem untuk mengatur pintu bendungan yaitu secara otomatis ataupun manual. Pada mode otomatis, pintu bendungan akan naik pada saat keadaan air adalah darurat. Pada saat mode manual, pintu bendungan bisa dikendalikan lewat website. Ada fitur tambahan untuk memonitoring kondisi sekitar bendungan seperti temperatur, kelembaban udara dan rintik hujan. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban udara, sedangkan sensor *rain drop* digunakan untuk mendeteksi rintik hujan. Seluruh informasi yang masuk ke *web server* akan diolah dan ditampilkan pada website dan bisa diakses melalui perangkat yang tersambung internet.

Kata Kunci— *IoT; Monitoring; water level; pengendalian; pintu bendungan.*

I. PENDAHULUAN

Bendungan merupakan suatu bangunan penahan air buatan, tipe kurungan ataupun tipe yang lain yang menampung air ataupun bisa menampung air, terhitung pondasi, bukit/ tebing tumpuan, dan bangunan tambahan serta perlengkapannya, tercantum pula bendungan limbah galian, namun tidak tercantum bendung serta tanggul (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan

Perumahan Rakyat Nomor 28/ PRT/ M/ 2016). Wilayah yang letak geografisnya terletak di dataran rendah sering mendapatkan masalah pada saat musim hujan akibat luapan air sungai yang tidak terbenjung. Semua air dari sungai atau danau akan mengalir melewati daerah yang berbeda-beda sebelum bergabung dengan laut [1, 2]. Tidak hanya itu, pada saat berlangsung musim kemarau maka wilayah yang intensitas curah hujannya sedikit akan mengalami kekeringan. Pembuatan bendungan bisa jadi penyelesaian untuk mengatur laju air lewat pintu air yang ada di badan bendungan [3–6]. Saat ini hampir semua bendungan memakai sistem monitoring *water level* yang secara otomatis mengukur

Naskah diterima 3 Desember 2021, diterima setelah revisi 18 Desember 2021, terbit online 25 Februari 2022. Emitor merupakan jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang terakreditasi Sinta 4 dengan alamat Gedung H Lantai 2 UMS, Jalan Ahmad Yani Tromol Pos 1 Surakarta Indonesia 57165.

debit air bendungan secara *real time*. Sebagian bendungan masih ada yang memakai sistem monitoring dengan metode konvensional. Sistem monitoring *water level* konvensional yang digunakan oleh sebagian bendungan masih terkategori tidak efektif dalam hal *real time*.

Bersamaan dengan berkembangnya teknologi IoT, membuat kehidupan manusia jadi jauh lebih aman. Secara universal konsep IoT dimaksud sebagai suatu kemampuan untuk menghubungkan objek-objek pintar serta memungkinkannya untuk berhubungan dengan objek yang lain, area ataupun dengan perlengkapan komputasi pintar yang lain lewat jaringan internet. Hal ini menciptakan banyak penelitian tentang topik monitoring *water level*. Penelitian yang dilakukan [7–11] memanfaatkan mikrokontroler Wemos D1 sebagai pengolah data dan sebagai wifi. Penelitian yang dilakukan [12–15] memanfaatkan arduino sebagai pengolah data serta tambahan komponen untuk wifi dan sensor infra merah sebagai pengukur ketinggian air. Penelitian yang dilakukan [16–19] memanfaatkan nodemcu sebagai pengolah data dan sebagai wifi untuk koneksi internet, Penelitian tersebut menggunakan mysql database untuk menyimpan data kemudian ditampilkan pada platform *thinger.io*. Penelitian yang dilakukan [20–22] menggunakan arduino ditambah dengan *ethernet shield* untuk wifi dan memanfaatkan *sms gateway* untuk menampilkan ketinggian air.

Penelitian ini diharapkan dapat membantu mengembangkan sistem monitoring *water level* pada bendungan yang telah dihasilkan oleh penelitian sebelumnya. Sebuah sistem dibuat untuk memantau ketinggian air ditambah dengan fitur monitoring temperatur, kelembaban serta rintik hujan. Untuk memonitoring ketinggian air pada bendungan digunakan sensor HC-SR04, yang berfungsi sebagai input data ketinggian air bendungan. Sensor DHT11 digunakan untuk memonitoring suhu dan kelembaban udara. Sensor *rain drop* digunakan untuk memonitoring keadaan cuaca atau adanya rintik hujan yang jatuh di plat sensor. Sistem monitoring ketinggian air memiliki kemampuan untuk mengirimkan data ketinggian permukaan air yang diperoleh di lingkungan tempat sistem ini terpasang kemudian dikirimkan ke sebuah database server [23].

Seluruh informasi akan diolah oleh NodeMCU amica sebagai mikrokontroler untuk disimpan di dalam database menggunakan XAMPP. Setelah itu ditampilkan pada web secara *real time* dan digunakan untuk pengontrolan buka tutup pintu air. PHP digunakan untuk membuat desain website dan melaksanakan perintah dari nodemcu. PHP merupakan akronim dari

Hypertext Preprocessor, ialah suatu bahasa pemrograman berbasis kode-kode (*script*) yang digunakan untuk mengolah suatu informasi serta mengirimkannya kembali ke *browser website* menjadi kode HTML [24]. XAMPP merupakan sebuah paket perangkat lunak (*software*) komputer yang sistem penamaannya diambil dari akronim kata Apache. Nama XAMPP ialah singkatan dari X (tempat sistem operasi apapun), Apache, MySQL, PHP dan Perl. Program ini ada dalam GNU (*General Public License*) serta bebas, ialah *website server* yang gampang digunakan yang bisa melayani tampilan halaman *website* yang dinamis. Tugas XAMPP sendiri adalah selaku *server* yang berdiri sendiri (*localhost*), yang terdiri beberapa program antara lain: Apache HTTP Server, MySQL database, dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman PHP serta Perl.

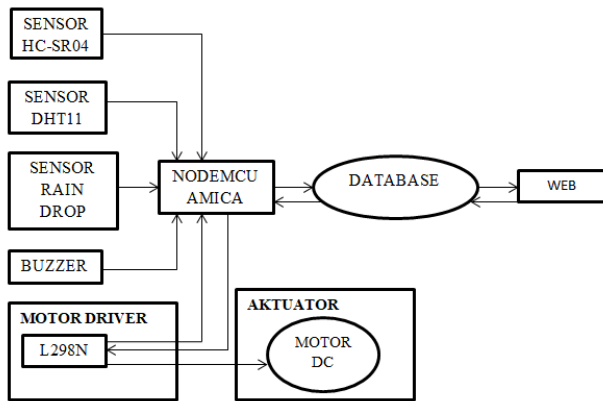
II. METODE PENELITIAN

i. Perancangan Sistem

Perencanaan sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 menggunakan *database server local* MySQL sebagai tempat menyimpan data. Sensor HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian air, data diolah oleh NodeMCU lalu diteruskan ke *database* serta ditampilkan berupa indikator ketinggian. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu (*temperature*) dan kelembaban (*humidity*) di sekitar bendungan, data diolah oleh NodeMCU kemudian masuk ke *database* serta ditampilkan di web berupa indikator perubahan suhu dan kelembaban. Sensor hujan (*rain drop*) digunakan untuk mendeteksi keadaan cuaca apakah turun hujan atau cerah, data diolah oleh NodeMCU lalu masuk ke *database* dan ditampilkan pada web. Modul L298N digunakan untuk mengatur arah putaran motor yang mempengaruhi buka tutup pintu bendungan, data diolah oleh NodeMCU lalu masuk *database* serta bisa dikendalikan lewat web. Putaran motor DC bisa dikendalikan melalui web yang terkoneksi dengan internet serta mempunyai dua mode yaitu secara otomatis atau secara manual. Buzzer digunakan sebagai alarm peringatan terbukanya pintu bendungan.

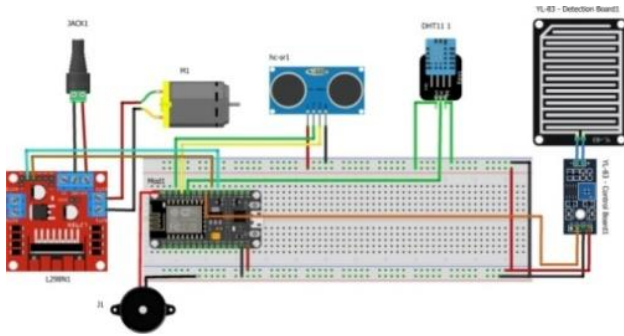
ii. Perancangan Elektronik

Perancangan rangkaian elektronika ditunjukkan pada Gambar 2. Dalam rangkaian tersebut terdapat mikrokontroler nodeMCU amica sebagai pengolah data yang diterima dari sensor HC-SR04, sensor DHT11, sensor *rain drop* dan modul L298N. Nodemcu juga mampu



Gambar 1: Blok Diagram Sistem

nyai tugas sebagai modul wifi untuk mengirimkan informasi hasil pembacaan sensor ke *website* lewat jaringan internet. HC-SR04 ialah sensor yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak barang.



Gambar 2: Rangkaian Elektronik

Sensor HC-SR04 bisa mengukur jarak 2 - 450 cm dengan sepasang transduser ultrasonik. Transduser pertama berperan sebagai *transmitter* yang bertugas untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal pulsa gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz. Transduser yang lain berperan sebagai *receiver* yang berfungsi untuk menerima gelombang suara yang telah dipantulkan dari objek. Prinsip kerja sensor HC-SR04 adalah sensor akan mentransmisikan gelombang ultrasonik kemudian dipantulkan pada objek di depannya sehingga nantinya gelombang akan kembali dan diterima oleh *receiver*. Jarak sebuah objek terhadap sensor dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 1. Diketahui kecepatan rambat gelombang suara di udara sebesar $340 \text{ m/s} = 0,034 \text{ cm}/\mu\text{s}$. Untuk mencari waktu yang diperlukan oleh gelombang suara mencapai ke objek, sensor akan mengukur waktu dengan memanfaatkan gelombang suara yang ditransmisikan dan dipantulkan ke objek untuk diterima kembali di *receiver*. Hasil pengukuran dibagi dengan 2 karena waktu gelombang diukur dari *transmitter* menuju ke objek

ditambah pantulan gelombang dari objek ke *receiver*.

$$s = t \times \frac{v}{2} \quad (1)$$

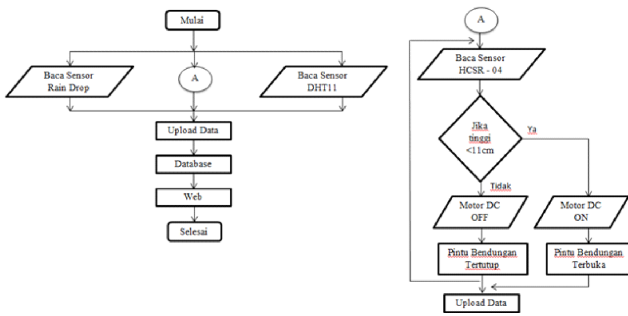
dengan s adalah jarak sensor dengan objek pengukuran (cm), t adalah waktu (μs), dan v adalah kecepatan rambat gelombang udara ($0,034 \text{ cm}/\mu\text{s}$)

Sensor DHT11 ialah sensor yang digunakan membaca suhu (temperature) ruangan serta kelembapan udara (*humidity*). Di dalam sensor yang bercorak biru ada suatu resistor dengan jenis NTC (*Negative Temperature Coefficient*). Resistor tipe ini mempunyai karakteristik dimana nilai resistansinya berbanding terbalik dengan peningkatan suhu. Maksudnya, semakin besar suhu ruangan maka semakin kecil nilai resistansi NTC. Sebaliknya, nilai resistansi akan bertambah pada saat suhu di sekitar sensor turun. Di dalam sensor ini juga ada sensor kelembapan dengan karakteristik resistif terhadap pergantian kadar air di udara. Informasi dari kedua sensor ini diolah di dalam IC controller. IC controller ini akan menghasilkan *output* informasi dalam bentuk *single wire bi-directional*.

Sensor hujan (*rain drop*) berfungsi untuk mendeteksi air pada lapisan tembaga yang dicetak di PCB. Sensor bekerja seperti sebuah resistor variabel yang akan berganti resistansinya dari 100 k Ω pada saat basah menjadi 2 M Ω pada saat kering. Pada penelitian ini sensor hujan hanya digunakan untuk mendeteksi terdapatnya titik air yang menyentuh lapisan tembaga ataupun tidak, yang mempengaruhi pergantian cuaca apakah terang ataupun hujan,

IC L298N ialah suatu IC jenis H-bridge yang sanggup mengatur beban-beban induktif semacam relay, solenoid, motor DC serta motor stepper. Pada IC L298N terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang digunakan untuk memudahkan dalam memastikan arah putaran motor DC ataupun motor stepper. Kelebihan dari modul driver motor L298N ini ialah dalam perihal keakuratan dalam mengendalikan motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol. Penelitian ini menggunakan motor DC yang digunakan sebagai aktuator ataupun penggerak pintu bendungan, apakah menutup maupun membuka. Cara kerja alat ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan gambar 3, cara kerja alat dimulai saat sensor *rain drop*, sensor HC-SR04 serta sensor DHT11 diolah oleh mikrokontroler NodeMcu dengan menggunakan *software* arduino ide untuk membuat *coding*. Hasil olahan data dari NodeMcu akan dimasukkan ke *database* memakai aplikasi web PHP My admin dengan bantuan dari kontrol panel XAMPP sebagai *server* lokal. Data akan masuk ke *database* lalu ditampilkan



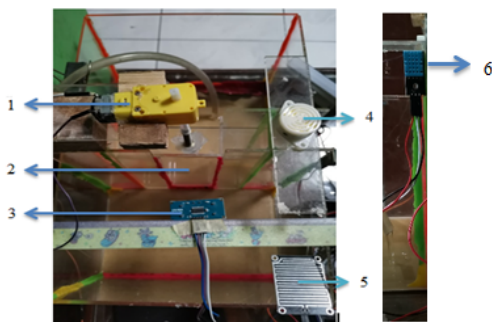
Gambar 3: Flowchart Sistem Berdasarkan Software

ke dalam web yang sudah didesain memakai aplikasi pendukung *sublime text 3* untuk membuat *coding web*. Gambar 3 sebelah kanan menunjukkan sensor HC-SR04 akan membaca ketinggian air dari 0 cm hingga batas ketinggian yang sudah ditentukan. Ketinggian air pada penelitian ini memiliki 3 kondisi yaitu aman, siaga, serta darurat. Bila ketinggian air mencapai darurat maka pintu bendungan akan terbuka. Ketinggian air pada kondisi aman berkisar 0 – 5 cm, kondisi siaga berkisar 6 – 10 cm dan kondisi darurat berkisar 11 – 13 cm. Jika ketinggian air kurang dari 11 cm maka motor DC tidak akan aktif / menyala dan pintu bendungan akan tertutup kemudian sensor kembali membaca ketinggian air. Ketika ketinggian air mencapai 11 cm atau lebih dan berstatus darurat maka motor dc akan aktif / menyala dan pintu bendungan akan terbuka.

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

i. Hasil Hardware

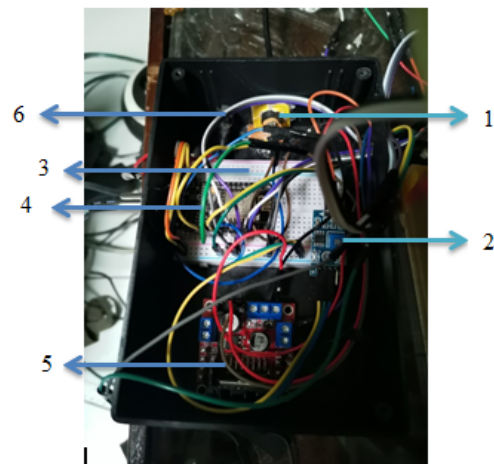
Hasil *hardware* ditunjukkan pada Gambar 4 dengan nomor 1 adalah motor DC, nomor 2 adalah pintu bendungan, nomor 3 adalah sensor HC-SR04, nomor 4 adalah *buzzer*, nomor 5 adalah sensor *rain drop*, dan nomor 6 adalah sensor DHT11.



Gambar 4: Tampilan Atas Bendungan

Berdasarkan gambar 4, motor DC bekerja sebagai pemutar poros yg terdapat di pintu bendungan. Putaran

motor diatur oleh modul L298N dan bisa berputar ke kanan atau ke kiri. Pintu bendungan akan naik dengan proses yang meniru konsep putaran baut ke kanan artinya pintu bendungan naik dan ke kiri artinya turun. Sensor HC-SR04 bekerja pada tegangan 4,73 V pada waktu mengukur ketinggian air menggunakan *power supply* di nodeMCU sebesar 5 V. Sensor *rain drop* bekerja pada tegangan 4,62 V di saat adanya rintik air yang menetes pada plat tembaga memakai *power supply* di nodeMCU sebesar 5 V. *Buzzer* bekerja di tegangan 0,03 V di saat pintu bendungan aktif menggunakan *power supply* dari nodeMCU. DHT11 bekerja di tegangan 4,76 V pada saat melakukan pengukuran suhu dan kelembaban. Hasil *hardware* ditunjukkan pada Gambar 5 dengan nomor 1 adalah *jack female* konektor *power supply* adapter 12 V, nomor 2 adalah modul sensor *rain drop*, nomor 3 adalah PCB lubang, nomor 4 adalah mikrokontroller nodeMCU amica, nomor 5 adalah modul driver motor L298N, dan nomor 6 adalah *switch pump*.



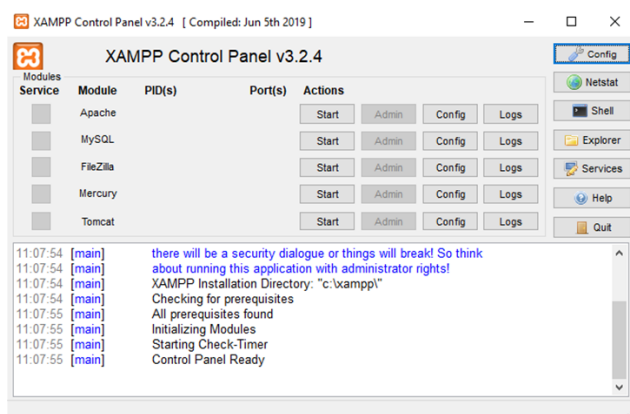
Gambar 5: Rangkaian Hardware

Berdasarkan gambar 5 *jack female* konektor *power supply* digunakan untuk menghubungkan tegangan 12 V ke modul motor menggunakan adapter. Pada saat tegangan kerja / motor DC aktif, tegangan yang dipakai sebesar 9,39 V dan pada saat tidak bekerja sebesar 9,34 V. Modul L298N digunakan untuk mengatur putaran motor. Perintah putaran motor didapat dari inputan In 1 dan In2 yang menggunakan D7 dan D8 di nodeMCU. *Switch pump* berfungsi untuk mengalirkan air melalui selang dari ember ke wadah air yang bekerja pada tegangan 5 V karena menggunakan *power supply* sebesar 5 V. NodeMCU digunakan sebagai penampungan data serta berfungsi sebagai wifi untuk menyambungkan ke *server* lokal. NodeMCU bekerja pada tegangan yang kecil sebesar 3,3 V. PCB lubang digunakan untuk memudahkan atau untuk merapikan tata letak komponen

yang dipakai. Modul *rain drop* digunakan untuk pengiriman data titik air yang terdeteksi di plat tembaga ke mikrokontroler nodeMCU amica.

ii. Tampilan Database dan Web

Gambar 6 menunjukkan kontrol panel XAMPP yang digunakan buat membuat *server* lokal serta membuat *database server* dengan mengaktifkan Apache serta MySQL. Apache digunakan untuk membentuk *web server* lokal yang bersifat gratis serta bisa dikembangkan banyak orang. MySQL digunakan untuk menghubungkan *database server* dan menampung data yang dapat diolah, diedit serta dihapus melalui *database*.

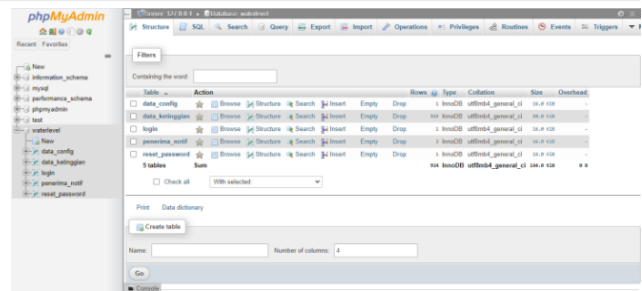


Gambar 6: Tampilan kontrol panel XAMPP

Gambar 7 menunjukkan PhpMyAdmin yang merupakan sebuah aplikasi *website open source* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman PHP, XHTML, CSS, JavaScript dan berfungsi untuk mengolah database MySQL dalam bentuk tampilan website. Aplikasi ini dikembangkan oleh The PhpMyAdmin Project dan di rilis pertama kali pada tanggal 09 September 1998. PhpMyAdmin mendukung banyak sekali operasi MySQL, antara lain mengelola basis data, tabel-tabel, bidang (*fields*), relasi (*relations*), indeks, pengguna (*users*), perizinan (*permissions*). Untuk membuka phpMyAdmin maka perlu membuka browser kemudian mengetikkan alamat <http://localhost/phpmyadmin>, maka akan ada halaman phpMyAdmin. Table PhpMyAdmin berisi data ketinggian, suhu, kelembaban, *login web* dan reset *password*.

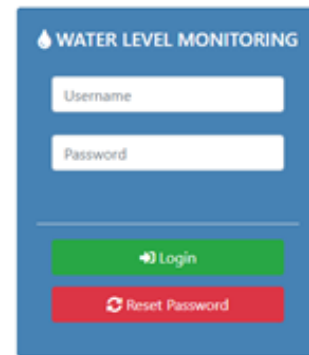
Gambar 8 menunjukkan tampilan awal saat mengakses <http://localhost/water-level/> pada *web browser* yang digunakan. Kolom *username* dan *password* dapat diakses dengan memasukkann “admin” sebagai akses *login* untuk masuk ke halaman *dashboard*.

Gambar 9 merupakan tampilan *dashboard* sete-



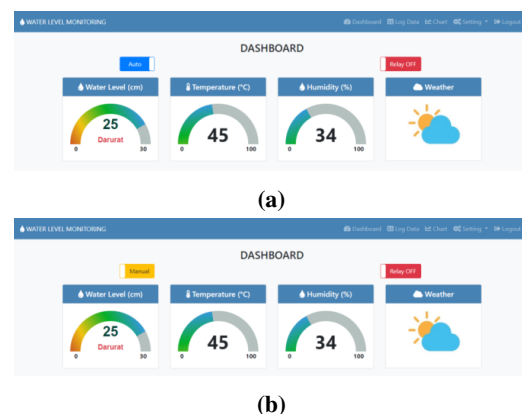
Gambar 7: Tampilan Database

WATER LEVEL MONITORING



Gambar 8: Tampilan Awal

lah melewati akses *login* pada halaman awal. Di dalam halaman *dashboard* terdapat *widget log data*, *chart*, *setting*, dan *log out*. Pada kedua gambar tersebut terdapat *toggle switch auto* ke manual di sebelah kiri berwarna biru sedangkan yang sebelah kanan berwarna merah *relay off* ke *relay on*. Terdapat indikator ketinggian air, indikator suhu, indikator kelembaban dan indikator rintik hujan.



Gambar 9: Tampilan *Dashboard* (a) Mode Otomatis (b) Mode Manual

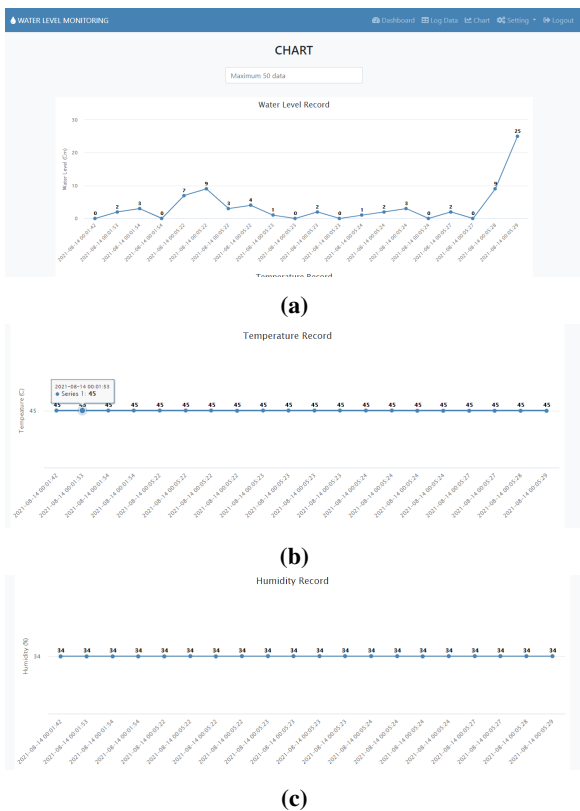
Widget log data yang ditunjukkan pada gambar 10 merupakan kumpulan data ketinggian, suhu, kelembaban, status dan waktu pengukuran yang telah dilakukan

dan ditampilkan di *log data*. *Widget filter* yang berwarna merah digunakan untuk menyaring atau menghapus data pengukuran. *Widget export* yang berwarna hijau digunakan untuk memasukkan data.

No.	Timestamp	Level	Temperature	Humidity	Status
1	2021-08-14 00:05:29	25 cm	45 °C	34%	Darurat
2	2021-08-14 00:05:28	9 cm	45 °C	34%	Aman
3	2021-08-14 00:05:27	0 cm	45 °C	34%	Aman
4	2021-08-14 00:05:27	2 cm	45 °C	34%	Aman
5	2021-08-14 00:05:24	0 cm	45 °C	34%	Aman
6	2021-08-14 00:05:24	3 cm	45 °C	34%	Aman
7	2021-08-14 00:05:24	2 cm	45 °C	34%	Aman
8	2021-08-14 00:05:24	1 cm	45 °C	34%	Aman

Gambar 10: Tampilan Log Data

Widget chart (grafik) pada gambar 11 terdapat kumpulan data ketinggian air, suhu, dan kelembaban yang diubah dalam bentuk grafik. *Widget setting* yang ditunjukkan pada gambar 12 berfungsi untuk mengatur batas atas, batas bawah dan batas maksimum ketinggian air dengan syarat mengkonfirmasi kata sandi dengan benar. Gambar 13 menunjukkan tampilan untuk keluar dari halaman *dashboard* dan kembali ke halaman awal web.



Gambar 11: Grafik (a) Ketinggian Air (b) Suhu (*Temperature*) (c) Kelembaban (*Humidity*)

Gambar 12: Tampilan Setting

Gambar 13: Tampilan Log Out

iii. Hasil Pengujian

Kalibrasi dilakukan untuk menguji ketepatan/akurasi alat dengan membandingkan sensor dengan alat referensi. Alat referensi yang digunakan adalah penggaris untuk kalibrasi ketinggian air dan digital HTC-01 (thermometer, hygrometer dan clock) untuk kalibrasi suhu dan kelembaban. Sensor *rain drop* dalam penelitian ini hanya digunakan untuk mendeteksi adanya titik air sehingga tidak perlu ada alat referensi. Kalibrasi dilakukan sebelum alat diuji secara keseluruhan dan dirakit ke dalam *hardware*. Alat yang dirancang dalam penelitian ini diuji sehingga mendekati dengan alat referensi. Pengujian pertama dilakukan pada sensor ketinggian HC-SR04 (h_s) dibandingkan dengan penggaris (h_r). Pengujian dilakukan pada 3 kondisi yakni aman, siaga, dan darurat. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Uji Sensor HC-SR04

No.	Kondisi Air	$h_s(cm)$	$h_r(cm)$	$\epsilon(\%)$
1	Aman	2	2,1	0,1
2	Aman	4	4,1	0,1
3	Aman	5	4,9	0,1
4	Siaga	6	5,9	0,1
5	Siaga	9	8,8	0,2
6	Siaga	10	9,9	0,1
7	Darurat	11	11,3	0,3
8	Darurat	12	12,1	0,1
Rata – rata error				0,13

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa pengujian sensor ketinggian pada kondisi aman mempunyai rata – rata *error* (ϵ) sebesar 0,1% dikarenakan jarak sensor dengan permukaan air masih pada jarak bagus untuk sensor. Pada kondisi siaga mempunyai rata – rata *error* sebesar 0,12%, pada kondisi darurat mempunyai rata – rata *error* sebesar 0,2%. Sensor ketinggian memiliki batas bawah 0 cm dari permukaan air sampai ke sensor karena setelah banyak percobaan yang dilakukan oleh penulis pada ketinggian 6 cm sensor stabil, untuk batas atasnya memiliki ketinggian 13 cm. Pada saat pengujian terdapat adanya *error* pada sensor HC-SR04. Terdapat 3 kondisi ketinggian air. Pada kondisi aman memiliki batas bawah dan atas 0 cm hingga 5 cm, pada kondisi siaga memiliki batas bawah dan atas 6 cm hingga 10 cm, pada kondisi awas memiliki batas bawah dan atas 11 cm hingga 15 cm.

Hasil pengujian *temperature* sensor DHT11 (T_s) dibandingkan dengan HTC-1 (T_r) dan hasil pengujian *humidity* sensor DHT11 (H_s) dibandingkan dengan HTC-1 (H_r) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Pengujian Sensor DHT11

Jam	T_s	T_r	H_s	H_r	ϵ_T	ϵ_H
23.51	31	30,6	61	52	0,013	0,17
23.57	31	31,3	61	49	0,009	0,24
00.20	31	33,2	61	45	0,06	0,35
00.31	31	31,9	61	47	0,029	0,29
00.34	31	31,7	61	48	0,022	0,27

Berdasarkan tabel 2 dapat disimpulkan bahwa pengujian sensor DHT11 dengan pembanding HTC-01 memiliki *error* yang sangat besar pada pengujian kelembaban, sedangkan untuk pengujian suhu relatif hampir sama. Pengujian dilakukan pada malam hari untuk mengetahui perubahan suhu. Pada jam 23.51, suhu yang terukur pada sensor DHT11 sebesar 31 °C, sedangkan pada HTC-01 terukur sebesar 30,6 °C sehingga menghasilkan *error* sebesar 0,013%. Pada saat yang sama, kelembaban yang terukur pada sensor DHT11 sebesar 61%, sedangkan untuk HTC-01 terukur sebesar 52% sehingga memiliki *error* sebesar 0,17%. Pada pengujian sampel sensor DHT11 dengan HTC-01 memiliki rata – rata *error* sebesar 0,0266% untuk *temperature* dan 0,264% untuk *humidity*. DHT11 memiliki rentang *error* yang lebar sebesar 1 – 7% dan 11 – 35% maka dari itu nilai kelembaban antara sensor DHT11 dengan HTC-01 berbeda cukup jauh.

Pengujian ini menghasilkan selisih antara hasil pengukuran sensor dan hasil pengukuran alat pembanding.

Nilai selisih tersebut diubah sebagai nilai *error* untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem yang dirancang dengan menggunakan persamaan 2.

$$\epsilon = \frac{x_r - x_s}{x_r} \times 100\% \quad (2)$$

dengan ϵ adalah *error*, x_r adalah hasil pengukuran alat referensi, dan x_s adalah hasil pengukuran sensor

Tabel 3: Hasil Pengujian Pintu Bendungan dengan Mode Otomatis

No.	$h_s(cm)$	$h_r(cm)$	$t_{naik}(s)$	$t_{turun}(s)$	$\epsilon(\%)$
1	11	11,3	14.09	4.30	0,3
2	11	11,2	8.20	4.70	0,2
3	11	11	6.39	4.50	0
4	11	11,3	14.86	4.88	0,3
5	11	11,1	10.59	5.45	0,1
6	11	11	11.03	5.35	0
7	11	11,1	19.33	4.80	0,1
8	11	11,1	14.43	4.89	0,1
Rata-rata <i>error</i>					0,15

Berdasarkan Tabel 3 ketinggian yang diukur oleh sensor HC-SR04 h_s dan penggaris h_r memiliki sedikit perbedaan pada pengukuran 11 cm atau dalam kondisi darurat. Hasil pengujian waktu respon pintu bendungan ketika naik (t_{naik}) maupun turun (t_{turun}) menunjukkan adanya keterlambatan waktu respon dikarenakan koneksi *server* yang tidak stabil. Berdasarkan hasil pengukuran sensor HC-SR04 dan penggaris terdapat rata-rata *error* 0,15% saat pengukuran ketinggian air dalam kondisi darurat.

Tabel 4: Hasil Pengujian Pintu Bendungan dengan Mode Manual

No.	$h_s(cm)$	$h_r(cm)$	$t_{naik}(s)$	$t_{turun}(s)$
1	7	7	5.46	5.38
2	9	9	5.38	5.51
3	8	8	5.38	5.28
4	6	6	5.40	6.22
5	7	7	5.43	5.10
6	8	8	5.49	5.42
7	6	6	5.31	5.86
8	9	9	5.46	5.50

Berdasarkan Tabel 4, pengujian dilakukan dengan mengubah *toggle* otomatis ke mode manual pada web untuk mengetahui adanya selisih kecepatan waktu respon pintu bendungan saat proses buka tutupnya pintu

bendungan. Saat mode manual pintu bendungan dapat dioperasikan dalam kondisi apapun tidak harus pada kondisi darurat. Waktu diambil ketika *toggle ON* pada web ditekan serta dicatat menggunakan *stop watch* yang terdapat di *smartphone*. Pengujian dilakukan ketika pengukuran air pada kondisi siaga atau rentang 6 - 10 cm. Terdapat perbedaan waktu kecepatan respon pada pengujian diakibatkan karena koneksi *server* yang tidak stabil.

IV. KESIMPULAN

Penelitian sistem monitoring *water level* dan pengendalian pintu bendungan berbasis IoT (*Internet of Things*) telah dibangun, divalidasi oleh dosen pakar dan telah diuji coba oleh pengguna. Pengujian alat di laboratorium menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat mencatat riwayat ketinggian air secara *realtime* yang dapat dipantau dari *website* monitoring. Sistem mengirimkan pemberitahuan setiap kali ketinggian air mencapai level yang ditetapkan sehingga diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mendapatkan informasi sebelum bencana datang. Sistem mengaktifkan *buzzer* peringatan ketika ketinggian air masuk dalam status darurat. Pada sistem yang dibuat terdapat adanya *error* pada sensor HSCR-04 dan sensor DHT11. Rata – rata *error* untuk sensor HSCR-04 sebesar 0,13% sedangkan untuk sensor DHT11 sebesar 0,0266% untuk suhu dan 0,264% untuk kelembaban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Siddula, P. Jain, dan M. D. Upadhyay, "Real time monitoring and controlling of water level in dams using iot," in *2018 IEEE 8th International Advance Computing Conference (IACC)*. IEEE, 2018, pp. 14–19.
- [2] T. Sitharam, "Efficacy of coastal reservoirs to address india's water shortage by impounding excess river flood waters near the coast," *Journal of Sustainable Urbanization, Planning and Progress*, vol. 2, no. 2, pp. 49–54, 2017.
- [3] M. K. R. Drajat, "Sistem pemonitor tinggi air bendungan menggunakan modul wireless," in *Seminar Nasional Teknik Elektro*, vol. 4, no. 3, 2019, pp. 382–387.
- [4] R. Xiao, H. Shi, X. He, Z. Li, D. Jia, dan Z. Yang, "Deformation monitoring of reservoir dams using gnss: an application to south-to-north water diversion project, china," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 54 981–54 992, 2019.
- [5] H. Adi, S. Wahyudi, dan M. Ni' Am, "Decision support system for selecting type of moveable dam gate to handle tidal flood issued (a case study in the parid river, cilacap, indonesia)," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1625, no. 1. IOP Publishing, 2020, p. 012043.
- [6] A. B. I. Santos dan F. G. Araújo, "Evidence of morphological differences between *astyanax bimaculatus* (actinopterygii: Characidae) from reaches above and below dams on a tropical river," *Environmental Biology of Fishes*, vol. 98, no. 1, pp. 183–191, 2015.
- [7] R. Rais dan Y. F. Sabanise, "Sistem monitoring pintu air bendungan menggunakan mikrokontroler wemos d1 r1 berbasis website," *Journal of Innovation Information Technology and Application (JINITA)*, vol. 1, no. 1, pp. 51–60, 2019.
- [8] J. Dalle, M. Tamjidi, dan S. Y. Syafruddin, "Implementation of water debit measurement using microcontroller-connected flow meters," *TEM Journal*, vol. 9, no. 4, p. 1467, 2020.
- [9] B. N. Alhasnawi dan B. Hanib, "Wemos-d1 and raspberry pi3 based smart communication and control of home appliances system," *Muthanna Journal Of Engineering And Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 29–44, 2018.
- [10] U. B. Iyekekpolo, F. E. Idachaba, dan S. I. Popoola, "Early flood detection and monitoring system based on wireless sensor network," in *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 2018, 2018, pp. 1381–1394.
- [11] M. F. Asnawi dan F. Syukriasari, "A prototype for iot based rice field irrigation system," *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 260–265, 2019.
- [12] J. Priya dan S. Chekuri, "Water level monitoring system using iot," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 4, no. 12, pp. 1813–1817, 2017.
- [13] C. A. Osaretin, M. Zamanlou, M. T. Iqbal, dan S. Butt, "Open source iot-based scada system for remote oil facilities using node-red and arduino microcontrollers," in *2020 11th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*. IEEE, 2020, pp. 0571–0575.
- [14] S. Umamaheswari, "Internet of things practices for smart agriculture," in *Smart Farming Technologies for Sustainable Agricultural Development*. IGI Global, 2019, pp. 67–92.
- [15] Y. Pourasad, S. Shami, dan P. Ghorbanzadeh, "Use of open platform communications for water resources management in the internet of things platform," *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, vol. 17, no. 2-4, pp. 114–130, 2021.
- [16] D. Danang, S. Suwardi, dan I. A. Hidayat, "Mitigasi bencana banjir dengan sistem informasi monitoring dan peringatan dini bencana menggunakan microcontroller arduino berbasis iot," *Jurnal undip*, vol. 40, no. 1, pp. 55–60, 2019.
- [17] S. Pasika dan S. T. Gandla, "Smart water quality monitoring system with cost-effective using iot," *Heliyon*, vol. 6, no. 7, p. e04096, 2020.
- [18] R. Manimegalai *et al.*, "An iot based smart water quality monitoring system using cloud," in *2020 International conference on emerging trends in information technology and engineering (ic-ETITE)*. IEEE, 2020, pp. 1–7.
- [19] H. M. Yasin, S. Zeebaree, M. Sadeeq, S. Y. Ameen, I. M. Ibrahim, R. R. Zebari, R. K. Ibrahim, dan A. B. Sallow, "Iot and ict based smart water management, monitoring and controlling system: A review," *Asian Journal of Research in Computer Science*, vol. 8, no. 2, pp. 42–56, 2021.
- [20] W. Indianto, A. H. Kridalaksana *et al.*, "Perancangan sistem prototipe pendeteksi banjir peringatan dini menggunakan arduino dan php," *Informatika Mulawarman Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 12, no. 1, pp. 45–49, 2017.

- [21] E. R. Arboleda, C. D. L. Cero, dan K. J. L. Ala, "Android application for microcontroller-based reservoir water level monitoring," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)*, vol. 6, no. 1, pp. 79–85, 2018.
- [22] R. Ratnadewi, H. Nurdiyanto, A. Najmurokhman, C. Prabowo, R. Idmayanti, H. Eteruddin, C. Sugianto, N. Kurniasih, H. Siburian, D. Nababan *et al.*, "Control and notification automatic water pump with arduino and sms gateway," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 407, no. 1. IOP Publishing, 2018, p. 012160.
- [23] A. Sumarudin, M. Yani, W. P. Putra, F. Amri, dan P. Paskal, "Sistem pemantauan dan peringatan dini potensi banjir sungai cimanuk berbasis internet of things (iot)," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 8, 2017, pp. 639–646.
- [24] A. N. Rais dan H. M. Nur, "Sistem informasi perpustakaan online," in *Konferensi Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, 2014, pp. 138–143.