

DIGITAL TRANSFORMATION* DALAM PENGELOLAAN AIR SWADAYA MASYARAKAT: IMPLEMENTASI SISTEM KERAN OTOMATIS IOT BERBASIS *SCRIPT

Jack Febrian Rusdi¹, Ari Hadhiwibowo², Rama Noveliandra³,
Rika Andriyanti Dinata⁴, Budi Sunaryo⁵
Teknik Informatika^{1,2,3}, Teknik Industri⁴, Teknik Rekayasa Komputer Jaringan⁵
Universitas Teknologi Bandung^{1,2,4}, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya³,
Universitas Bung Hatta⁵
jack@utb.univ.ac.id¹, ari@utb-univ.ac.id², ramanoveliandrarama@gmail.com³,
rika@utb.univ.ac.id⁴, budi.sunaryo@bunghatta.ac.id⁵

Abstrak

Manajemen air berbasis komunitas sering kali menghadapi tantangan terkait inefisiensi operasional dan keterbatasan kendali manual. Penelitian ini memperkenalkan sistem keran otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai langkah awal menuju transformasi digital dalam domain ini. Studi kami berfokus pada pengembangan dan analisis Skrip Arduino yang menggabungkan kontrol berbasis waktu (*Real-Time Clock* - RTC) dengan kontrol manual jarak jauh melalui platform Blynk. Sistem ini berhasil mengotomatiskan penjadwalan aliran air, secara signifikan meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan yang melekat pada metode manual. Otomatisasi ini mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia untuk tugas-tugas rutin, membebaskan sumber daya untuk aktivitas yang lebih strategis. Kontrol berbasis waktu yang tepat mengoptimalkan durasi aliran air, meminimalkan pemborosan. Selain itu, antarmuka Blynk menawarkan solusi digital untuk manajemen jarak jauh, meningkatkan fleksibilitas dan responsivitas. Artikel ini menunjukkan bagaimana sistem berbasis skrip ini berkontribusi pada digitalisasi proses manajemen air, menghasilkan peningkatan efisiensi dan pengurangan ketergantungan pada metode manual. Kami juga mengidentifikasi potensi pengembangan di masa mendatang, termasuk integrasi data sensor (aliran, tekanan), peningkatan keamanan siber, dan penggunaan analitik data untuk pengambilan keputusan yang lebih baik. Namun, kami mengakui bahwa transformasi digital awal ini masih dalam tahap awal, dengan keterbatasan seperti logika kontrol sederhana dan keamanan dasar. Penelitian selanjutnya akan bertujuan untuk skrip yang lebih cerdas dan terintegrasi guna mencapai manajemen air yang sepenuhnya digital.

Kata kunci : *Digital transformation*, Script Arduino, kontrol waktu, kontrol manual, otomatisasi digital

Abstract

Community-led water management often struggles with operational inefficiencies and limitations of manual control. This research introduces an Internet of Things (IoT)-based automated tap system as an initial step towards digital transformation in this domain. Our study focuses on developing and analyzing an Arduino script that combines time-based control (Real-Time Clock - RTC) with remote manual control via the Blynk platform. The system successfully automates water flow scheduling, significantly improving efficiency and reducing errors inherent in manual methods. This automation lessens reliance on human labor for routine tasks, freeing up resources for more strategic activities. Precise time-based control optimizes water flow duration, minimizing waste. Furthermore, the Blynk interface offers a digital solution for remote management, enhancing flexibility and responsiveness. This article demonstrates how this script-based system contributes to the digitalization of water management processes, leading to increased efficiency and reduced dependence on manual methods. We also identify future development potential, including integrating sensor data (flow, pressure), enhancing cybersecurity, and using data analytics for better decision-making. However, we acknowledge that this initial digital transformation is in its early stages, with current limitations such as simple control logic and basic security. Future research will aim for more intelligent and integrated scripts to achieve fully digital water management.

Keywords : *Digital transformation, Arduino Script, time control, manual control, digital automation.*

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih merupakan pilar penting bagi kehidupan dan pembangunan berkelanjutan [1]. Di tengah tantangan infrastruktur perkotaan, inisiatif pengelolaan air secara swadaya oleh masyarakat seringkali menjadi solusi krusial, seperti yang terjadi di wilayah Andir, Kota Bandung. Namun, praktik distribusi air yang umumnya dilakukan secara manual dalam sistem swadaya ini seringkali dihadapkan pada inefisiensi waktu, beban kerja yang berat bagi pelaksana, dan kerentanan operasional. Untuk mengatasi keterbatasan ini dan menuju pengelolaan yang lebih modern dan efisien, transformasi digital melalui adopsi teknologi menjadi sebuah keniscayaan.

Transformasi digital [2] dalam konteks pengelolaan sumber daya dan layanan komunitas melibatkan integrasi teknologi digital untuk mengubah cara operasional, meningkatkan efisiensi, dan memberikan nilai tambah bagi pengguna. Dalam sektor air bersih, adopsi teknologi *Internet of Things* (IoT) [3], [4] menawarkan potensi revolusioner untuk memantau, mengontrol, dan mengoptimalkan sistem distribusi secara cerdas. Sistem keran otomatis berbasis IoT merupakan salah satu manifestasi dari transformasi digital ini, dengan kemampuan untuk mengotomatiskan tugas-tugas manual dan memungkinkan pengelolaan jarak jauh.

Artikel penelitian ini mengkaji implementasi sistem keran otomatis IoT pada pengelolaan air swadaya Masyarakat [5], dengan fokus utama pada analisis Script Arduino yang menjadi inti kontrol sistem [6]. Sistem ini mengintegrasikan kontrol berbasis waktu (*Real-Time Clock* - RTC) untuk penjadwalan otomatis pengaliran air dan kontrol manual melalui

platform Blynk untuk fleksibilitas operasional. Melalui studi kasus implementasi *script* ini, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana adopsi teknologi IoT dapat menjadi langkah awal dalam transformasi digital pengelolaan air di tingkat masyarakat, mengatasi inefisiensi, dan meningkatkan keandalan sistem distribusi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian tinjauan pustaka ini bertujuan untuk menguraikan landasan teoretis dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang diangkat. Pembahasan akan difokuskan pada konsep-konsep kunci serta perkembangan terkini dalam pemanfaatan teknologi untuk optimalisasi manajemen sumber daya air, yang akan mengarah pada pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran *Internet of Things* dalam konteks ini.

1. Penelitian Terdahulu

a. *Internet of Things* (IoT) dalam Pengelolaan Air

Internet of Things (IoT) merupakan jaringan perangkat fisik, kendaraan, bangunan, dan item lain yang tertanam dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas yang memungkinkan objek-objek ini mengumpulkan dan bertukar data [7], [8], [9]. Dalam sektor pengelolaan air, IoT menawarkan peluang signifikan untuk transformasi digital melalui peningkatan efisiensi, pemantauan *real-time*, dan pengendalian sistem distribusi [4], [6]. Penerapan IoT dapat mencakup manajemen kualitas air, deteksi kebocoran, optimasi tekanan, dan kontrol aliran, yang mendukung pengelolaan sumber daya yang lebih berkelanjutan dan responsif. Penelitian [10] menunjukkan aplikasi IoT untuk menjaga kualitas air bersih, yang menjadi dasar penting bagi sistem pengelolaan air otomatis.

b. *Digital Transformation* dalam Pengelolaan Sumber Daya dan Komunitas

Digital transformation mengacu pada integrasi teknologi digital ke dalam semua aspek bisnis atau organisasi, yang secara fundamental mengubah cara operasi dan bagaimana nilai diberikan kepada pemangku kepentingan [11]. Dalam konteks pengelolaan sumber daya dan layanan komunitas, transformasi digital dapat meningkatkan efisiensi operasional, transparansi, partisipasi masyarakat, dan pengambilan keputusan berbasis data [2]. Adopsi teknologi seperti IoT, Cloud Computing, dan analitik data memainkan peran kunci dalam mewujudkan transformasi ini, memungkinkan inovasi model layanan dan peningkatan kualitas hidup masyarakat. Kajian dari [12], [13] memperkuat pemahaman mengenai pentingnya transformasi digital dalam berbagai sektor, termasuk pengelolaan sumber daya.

c. Mikrokontroler ESP8266 dan Platform Blynk

ESP8266 adalah mikrokontroler SoC dengan kemampuan Wi-Fi terintegrasi yang menjadi fondasi banyak proyek IoT karena biaya rendah dan kemudahan penggunaannya [14]. Blynk adalah *platform* PaaS yang menyederhanakan pengembangan antarmuka pengguna dan kontrol jarak jauh untuk perangkat keras IoT melalui aplikasi seluler [15]. Kombinasi ini memfasilitasi implementasi solusi IoT yang terjangkau dan mudah diakses untuk berbagai aplikasi, termasuk potensi transformasi digital dalam skala komunitas. Penggunaan ESP8266 serta implementasi Blynk oleh [16], [17] dalam proyek IoT lainnya menegaskan kapabilitas komponen ini.

d. *Real-Time Clock* (RTC) DS3231

Real-Time Clock (RTC) DS3231 menyediakan informasi waktu yang akurat secara independen, yang krusial untuk otomasi sistem yang memerlukan penjadwalan berbasis waktu nyata [18]. Dalam konteks transformasi digital sistem manual, RTC memungkinkan penggantian mekanisme penjadwalan manual dengan sistem digital yang lebih presisi dan andal. Penelitian [19], [20] yang mengaplikasikan RTC dalam sistem pertanian, menunjukkan relevansi modul ini untuk penjadwalan presisi.

e. Sistem Kontrol Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan mikrokontroler untuk otomasi sistem air dalam skala kecil [21]. Sistem-sistem ini menunjukkan potensi teknologi digital dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air. Meskipun demikian, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian [21], [22] tentang pemantauan aeroponik dan pengujian air bersih menggunakan Arduino, implementasi sistem kontrol yang terintegrasi dengan platform IoT untuk kontrol jarak jauh dalam konteks transformasi pengelolaan air swadaya masyarakat masih memerlukan kajian lebih lanjut. Ini menjadi motivasi utama penelitian ini.

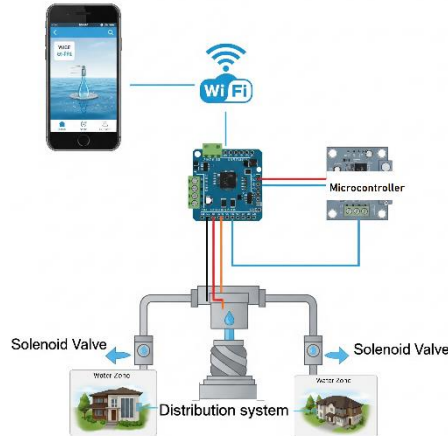
2. *State of The Art* dan Kesenjangan Penelitian

Meskipun konsep IoT, transformasi digital, serta penggunaan mikrokontroler dan platform seperti Blynk telah banyak diteliti dan diimplementasikan dalam berbagai aplikasi [17], [19], [20], penelitian yang secara spesifik berfokus pada transformasi digital pengelolaan air swadaya masyarakat melalui implementasi sistem keran otomatis IoT yang mengintegrasikan kontrol berbasis waktu (RTC) dan kontrol manual jarak jauh (Blynk) melalui analisis skrip Arduino masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menghadirkan studi kasus implementasi yang mendalam pada pengelolaan air swadaya masyarakat, menunjukkan bagaimana adopsi teknologi IoT dapat menjadi langkah awal yang signifikan dalam mengatasi inefisiensi dan meningkatkan keandalan sistem distribusi air di tingkat komunitas. Fokus pada skrip Arduino sebagai inti kontrol sistem menjadi keunikan yang memberikan pemahaman detail tentang otomatisasi digital pada level operasional.

3. Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka pemikiran penelitian ini mengilustrasikan alur logis dari permasalahan yang dihadapi, solusi yang diusulkan melalui implementasi teknologi, hingga dampak dan potensi pengembangan sistem. Diagram ini menunjukkan bagaimana setiap elemen saling berinteraksi untuk mewujudkan transformasi digital pengelolaan air swadaya masyarakat untuk pengaliran air yang dikontrol melalui teknologi (Gambar 1).



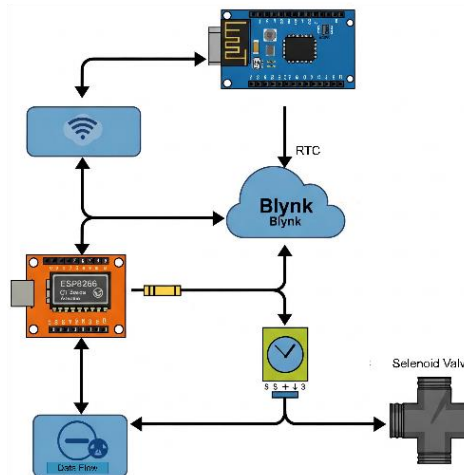
Gambar 1. Kerangka Pemikiran Transformasi Digital Pengelolaan Air Swadaya Berbasis IoT

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan pengembangan dan eksperimental dalam merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem keran otomatis berbasis IoT sebagai wujud transformasi digital dalam pengelolaan air swadaya masyarakat. Fokus utama adalah pada pengembangan dan analisis Script Arduino yang mengendalikan sistem. Tahapan penelitian meliputi perancangan sistem yang terdigitalisasi, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak (Script Arduino), serta pengujian fungsionalitas sistem yang terotomatisasi.

1. Desain Sistem Digital

Sistem yang dikembangkan mengimplementasikan arsitektur kontrol digital untuk distribusi air, yang secara visual direpresentasikan dalam Gambar 1. Inti dari sistem ini adalah mikrokontroler ESP8266, yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan dan kontrol digital. ESP8266 berinteraksi secara digital dengan modul *Real-Time Clock* (RTC) untuk memperoleh informasi waktu yang akurat, yang menjadi dasar penjadwalan otomatis pengaliran air. Selain itu, ESP8266 terhubung melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk, memungkinkan pengiriman dan penerimaan data kontrol digital dari antarmuka pengguna jarak jauh.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Distribusi Air Bersih Berbasis IoT

Perintah kontrol digital dari Blynk diolah oleh ESP8266 untuk mengendalikan aliran listrik ke *solenoid valve* melalui modul *relay* (meskipun *relay* tidak digambarkan secara eksplisit dalam diagram blok tingkat tinggi untuk menjaga kejelasan). Aktivasi dan deaktivasi *relay*, yang sepenuhnya dikendalikan secara digital oleh ESP8266 berdasarkan waktu dari RTC atau perintah manual dari Blynk, akan membuka atau menutup aliran air. Dengan demikian, seluruh proses kontrol, mulai dari penjadwalan hingga eksekusi dan pemantauan status, dilakukan

secara digital, menggantikan metode manual konvensional. Gambar 2 mengilustrasikan alur informasi dan kontrol digital antara komponen-komponen utama sistem.

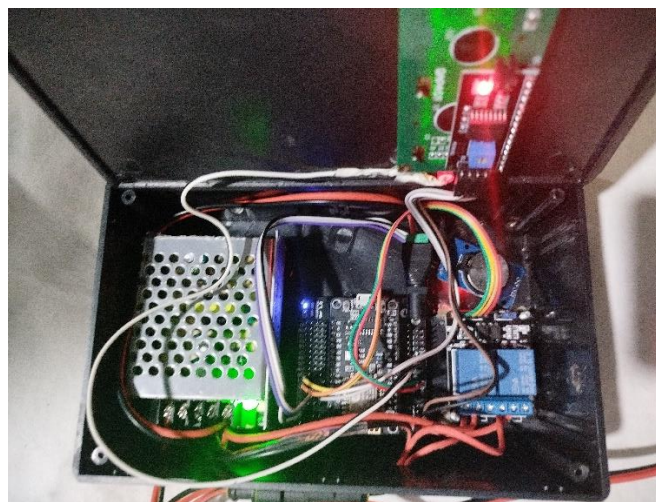
2. Implementasi Perangkat Keras Digital

Implementasi perangkat keras melibatkan pemilihan komponen yang mendukung kontrol digital dan perakitannya. Komponen utama yang digunakan untuk membangun sistem digital ini dirangkum dalam Tabel I.

TABEL I
 DAFTAR KOMPONEN DAN FUNGSINYA

Komponen	Fungsi Digital/Kontrol
ESP8266	Mikrokontroler utama; Pemrosesan logika kontrol digital, komunikasi <i>Wi-Fi</i> (digital).
RTC DS3231	Penyedia informasi waktu digital yang akurat untuk penjadwalan otomatis.
<i>Relay</i>	Saklar yang dikontrol secara digital oleh ESP8266 untuk mengaktifkan/deaktivasi <i>valve</i> .
<i>Solenoid Valve</i>	Aktuator yang membuka/menutup aliran air berdasarkan sinyal kontrol digital dari <i>relay</i> .
LCD 16x2 (Opsional)	Menampilkan informasi status sistem secara digital (jika digunakan dalam implementasi).
<i>Power Supply</i>	Menyediakan daya listrik yang stabil untuk operasional seluruh sistem digital.
<i>Box Pelindung</i>	Melindungi komponen digital dari kerusakan fisik dan lingkungan.

Seperti terlihat pada Gambar 3, rangkaian perangkat keras dirakit untuk memungkinkan komunikasi digital antara ESP8266, RTC DS3231, *relay*, dan platform Blynk (melalui *Wi-Fi*). Sumber daya yang sesuai digunakan untuk memastikan operasional digital yang stabil dari seluruh sistem.



Gambar 3. Rangkaian Alat yang Dihasilkan pada Penelitian Ini

3. Implementasi Perangkat Lunak (Script Arduino) sebagai Otomatisasi Digital

Inti dari transformasi digital dalam sistem ini terletak pada Script Arduino yang diunggah ke mikrokontroler ESP8266. *Script* ini mengotomatisasi proses kontrol air seperti terlihat pada *Code Block 1*.

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "XXXXXXX" // your-BLYNK EMPLATE ID
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "XXXXXXX" // your-BLYNK_TEMPLATE_NAME
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "XXXXXXX" // your-BLYNK_AUTH_TOKEN

char ssid[] = "XXXXXX"; //nama wifi
char pass[] = "XXXXXX"; //password wifi
char auth[] = "your-BLYNK_AUTH_TOKEN";

#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

// Inisialisasi objek RTC dan LCD
RTC_DS3231 rtc;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C biasanya 0x27 atau 0x3F

// Tentukan pin relay
const int relayDesaA = 0; // Relay Desa A di pin GPIO D3
const int relayDesaB = 2; // Relay Desa B di pin GPIO D4
```

```

bool relayDesaAStatus = false; // Default: mati
bool relayDesaBStatus = false; // Default: mati

bool manualControlDesaA = false; // Status kontrol manual Desa A
bool manualControlDesaB = false; // Status kontrol manual Desa B

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Setup LCD
  lcd.init(); // Inisialisasi LCD
  lcd.backlight(); // Nyalakan lampu latar LCD
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

  // Setup RTC
  if (!rtc.begin()) {
    Serial.println("RTC tidak terdeteksi!");
    lcd.print("RTC tidak terdeteksi!");
    while (1);
  }

  // Setup relay sebagai output
  pinMode(relayDesaA, OUTPUT);
  pinMode(relayDesaB, OUTPUT);

  // Matikan relay saat startup
  digitalWrite(relayDesaA, HIGH);
  digitalWrite(relayDesaB, HIGH);
}

void loop() {
  DateTime now = rtc.now();
  Blynk.run();

  // Kirim status relay ke Blynk
  Blynk.virtualWrite(V2, digitalRead(relayDesaA) == LOW ? 255 : 0); // Desa A
  Blynk.virtualWrite(V3, digitalRead(relayDesaB) == LOW ? 255 : 0); // Desa B

  // Jika tidak dalam mode manual, ikuti jadwal
  if (!manualControlDesaA) {
    if (now.hour() == 12 && now.minute() >= 0 && now.minute() < 60) {
      digitalWrite(relayDesaA, LOW); // Nyalakan relay Desa A
    } else {
      digitalWrite(relayDesaA, HIGH); // Matikan relay Desa A
    }
  }

  if (!manualControlDesaB) {
    if (now.hour() == 10 && now.minute() >= 0 && now.minute() < 60) {
      digitalWrite(relayDesaB, LOW); // Nyalakan relay Desa B
    } else {
      digitalWrite(relayDesaB, HIGH); // Matikan relay Desa B
    }
  }

  // Tampilkan waktu di LCD
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Jam: ");
  lcd.print(now.hour());
  lcd.print(":");
  if (now.minute() < 10) lcd.print("0");
  lcd.print(now.minute());

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("DesaA:");
  lcd.print(digitalRead(relayDesaA) == LOW ? "1" : "0");
  lcd.setCursor(9, 1);
  lcd.print("DesaB:");
  lcd.print(digitalRead(relayDesaB) == LOW ? "1" : "0");

  delay(1000);
}

// Fungsi kontrol manual untuk Desa A
BLYNK_WRITE(V0) {

```

```
int value = param.asInt();
manualControlDesaA = true; // Masuk ke mode manual
digitalWrite(relayDesaA, value == 1 ? LOW : HIGH);
Serial.println(value == 1 ? "Desa A ON" : "Desa A OFF");
}

// Fungsi kontrol manual untuk Desa B
BLYNK_WRITE(V1) {
int value = param.asInt();
manualControlDesaB = true; // Masuk ke mode manual
digitalWrite(relayDesaB, value == 1 ? LOW : HIGH);
Serial.println(value == 1 ? "Desa B ON" : "Desa B OFF");
}
```

Code Block 1: Script Arduino Lengkap

Script ini menginisialisasi komunikasi digital dengan berbagai komponen dan platform. Waktu digital diperoleh dari RTC DS3231. Logika kontrol otomatis digital diimplementasikan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *relay* (mengontrol *solenoid valve*) berdasarkan jadwal waktu digital yang telah ditentukan. Kontrol manual digital juga diimplementasikan melalui fungsi BLYNK_WRITE yang menerima perintah digital dari aplikasi Blynk. Status digital dari *relay* dikirimkan secara *real-time* ke aplikasi Blynk menggunakan Blynk.virtualWrite(), memungkinkan pemantauan digital dari status keran.

4. Pengujian Sistem Digital

Pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas *script* dalam mengotomatisasi dan mengendalikan perangkat keras secara digital sesuai dengan desain. Proses pengujian ini mencakup beberapa aspek krusial. Pertama, dilakukan Pengujian Otomatisasi Kontrol Waktu Digital, yang bertujuan untuk memastikan bahwa pembukaan dan penutupan *solenoid valve* terjadi secara otomatis berdasarkan jadwal waktu digital yang telah ditetapkan dari RTC. Kedua, Pengujian Kontrol Manual Digital dilaksanakan untuk memverifikasi bahwa perintah kontrol digital yang dikirimkan dari aplikasi Blynk berhasil diterima dan dieksekusi oleh sistem, sehingga memungkinkan pengendalian *solenoid valve* dari jarak jauh. Terakhir, Pengujian Akurasi Waktu Digital RTC dilakukan untuk memeriksa tingkat keakuratan informasi waktu digital yang disediakan oleh modul RTC DS3231, yang menjadi dasar bagi seluruh penjadwalan otomatis sistem.

5. Hasil Pengujian Digital

a. Pengujian Otomatisasi Kontrol Waktu Digital

Hasil pengujian mengonfirmasi keberhasilan *script* dalam mengotomatisasi penjadwalan pengaliran air berdasarkan waktu digital yang akurat dari modul RTC DS3231. Aktivasi (pembukaan) dan deaktivasi (penutupan) *solenoid valve*, yang dikontrol secara digital oleh *relay* sesuai dengan logika *script*, berjalan sesuai jadwal untuk kedua area distribusi. Keandalan penjadwalan digital ini menjadi fondasi penting dalam menggantikan proses manual yang rentan terhadap kesalahan dan inefisiensi waktu.

b. Pengujian Kontrol Manual Digital

Pengujian kontrol manual melalui antarmuka digital Blynk menunjukkan respons yang efektif terhadap perintah pengguna dari jarak jauh. Perintah *ON* dan *OFF* digital yang dikirimkan melalui aplikasi Blynk berhasil diterjemahkan dan dieksekusi oleh mikrokontroler ESP8266, yang kemudian mengontrol *relay* secara digital untuk mengatur aliran air. Pemantauan status keran secara *real-time* pada *dashboard* Blynk memberikan umpan balik digital yang jelas kepada pengguna, meningkatkan visibilitas dan kontrol atas sistem.

TABEL II
PENGUJIAN AKURASI WAKTU DIGITAL RTC

No.	Waktu Pengujian (RTC)	Waktu Aktual (NTP)	Selisih Waktu (Detik)	Keterangan
1	2025-02-04 14:03:24	2025-02-04 14:03:24	0	Awal Pengujian
2	2025-02-04 14:07:00	2025-02-04 14:07:00	0	Setelah 3m 36s
3	2025-02-04 14:11:00	2025-02-04 14:11:01	1	Setelah 7m 36s
4	2025-02-04 14:15:00	2025-02-04 14:15:00	0	Setelah 11m 36s
5	2025-02-04 14:19:00	2025-02-04 14:19:01	1	Setelah 15m 36s
6	2025-02-04 14:23:00	2025-02-04 14:23:00	0	Setelah 19m 36s
7	2025-02-04 14:27:00	2025-02-04 14:27:01	1	Setelah 23m 36s
8	2025-02-04 14:31:00	2025-02-04 14:31:00	0	Setelah 27m 36s
9	2025-02-04 14:35:00	2025-02-04 14:35:01	1	Setelah 31m 36s
10	2025-02-04 14:40:24	2025-02-04 14:40:24	0	Akhir Pengujian

c. Pengujian Akurasi Waktu Digital RTC

Modul RTC DS3231 mempertahankan akurasi waktu digital yang tinggi selama pengujian, dengan deviasi minimal. Keakuratan ini krusial untuk memastikan keandalan penjadwalan otomatis digital dalam sistem distribusi air. Pengujian akurasi waktu digital RTC dilakukan dalam kurun waktu 37 menit, dimulai pada tanggal 4 Februari 2025 pukul 14:03:24 WIB. Data perbandingan antara waktu yang tercatat oleh modul RTC DS3231 dan waktu aktual dari sumber NTP dicatat secara berkala selama periode ini. Hasil pengujian yang terangkum dalam Tabel 2 menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dari RTC DS3231 dalam rentang waktu pengujian yang singkat ini. Selisih waktu antara RTC dan sumber NTP tercatat bervariasi antara 0 hingga +1 detik pada sebagian besar waktu pengujian, dengan deviasi maksimal sebesar +1 detik. Pengujian yang dilakukan dalam kurun waktu 37 menit ini memberikan gambaran detail mengenai stabilitas dan akurasi waktu RTC dalam operasional jangka pendek sistem.

6. Pembahasan Transformasi Digital Berbasis *Script*

Implementasi skrip Arduino dalam sistem keran otomatis IoT ini menandai langkah awal yang signifikan dalam mentransformasi digital pengelolaan air swadaya masyarakat, di mana penggantian kontrol manual dengan kontrol digital berbasis skrip dan antarmuka Blynk menjanjikan modernisasi operasional dengan serangkaian keuntungan mendasar. Salah satu keuntungan utama adalah otomatisasi proses manual, di mana skrip ini secara cerdas mengatur penjadwalan aliran air yang sebelumnya bergantung sepenuhnya pada intervensi manusia, sehingga mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja rutin dan memungkinkan alokasi sumber daya ke tugas-tugas yang lebih strategis. Selain itu, kontrol digital yang presisi berdasarkan waktu memungkinkan optimalisasi durasi aliran air dengan akurasi tinggi, meminimalkan potensi pemborosan dibandingkan penjadwalan manual yang rentan variasi.

Keunggulan penting lainnya adalah akses dan kontrol jarak jauh melalui antarmuka digital Blynk, yang memberi pengelola kemampuan untuk memantau dan mengendalikan sistem kapan saja dan dari mana saja, meningkatkan fleksibilitas dan responsivitas tanpa memerlukan kehadiran fisik berkelanjutan. Skrip ini juga berfungsi sebagai fondasi digital untuk pengembangan lebih lanjut, memungkinkan integrasi sensor aliran dan tekanan guna mendukung pengambilan keputusan yang lebih cerdas dan otomatis di masa depan. Meskipun demikian, penting untuk disadari bahwa transformasi digital ini masih dalam tahap awal, dengan keterbatasan seperti logika kontrol sederhana, fitur keamanan digital dasar, dan ketergantungan pada konektivitas internet, sehingga pengembangan lebih lanjut menuju kontrol cerdas berbasis data sensor, protokol keamanan siber yang kuat, analitik data, dan integrasi sistem akan krusial untuk mewujudkan visi pengelolaan air yang sepenuhnya digital dan meningkatkan efisiensi, keandalan, serta kualitas layanan swadaya masyarakat secara keseluruhan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem keran otomatis berbasis IoT, dengan fokus pada *Script* Arduino sebagai inti dari upaya transformasi digital dalam pengelolaan air swadaya masyarakat. Implementasi *script* yang mengintegrasikan kontrol waktu digital (RTC) dan kontrol manual digital (Blynk) telah berhasil diverifikasi melalui pengujian. Sistem ini menunjukkan potensi signifikan dalam mengotomatisasi proses distribusi air yang sebelumnya manual, yang merupakan langkah awal menuju pengelolaan yang lebih efisien dan responsif melalui adopsi teknologi digital.

Otomatisasi penjadwalan dan kemampuan kontrol jarak jauh yang dimungkinkan oleh *script* berkontribusi pada pengurangan ketergantungan pada intervensi manual rutin dan memberikan fleksibilitas operasional yang lebih besar kepada pengelola. Implementasi ini menjadi fondasi penting untuk pengembangan sistem pengelolaan air yang lebih cerdas dan terdigitalisasi di tingkat komunitas.

Meskipun demikian, penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa implementasi transformasi digital melalui *script* dasar ini masih memiliki keterbatasan, terutama dalam hal logika kontrol yang sederhana dan kurangnya fitur keamanan digital yang komprehensif. Penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada pengembangan *script* yang lebih cerdas melalui integrasi data sensor dan analitik, peningkatan keamanan siber, serta eksplorasi potensi integrasi dengan sistem informasi lain untuk mewujudkan transformasi digital yang lebih menyeluruh dalam pengelolaan air swadaya masyarakat.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami potensi teknologi IoT dan implementasi *script* sebagai katalisator transformasi digital dalam sektor pengelolaan air komunitas. Adopsi sistem seperti ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, keandalan layanan, dan pada akhirnya, kesejahteraan masyarakat yang mengandalkan pengelolaan air secara swadaya.

REFERENSI

- [1] R. M. Masri *et al.*, "Sosialisasi Peningkatan Supply Air Bersih di Desa Sidamulya Kecamatan Jalaksana Kabupaten Kuningan Tahun 2024," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, vol. 7, no. 2, pp. 79–84, May 2025, doi: 10.24853/JPMT.7.2.79-84.
- [2] E. E. W. Tulungen, D. P. E. Saerang, and J. B. Maramis, "Transformasi digital: Peran kepemimpinan digital," *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, vol. 10, no. 2, pp. 1116–1123, Jun. 2022, doi: 10.35794/EMBA.V10I2.41399.
- [3] J. F. Rusdi, A. Nurhayati, H. Gusdevi, M. I. Fathulloh, A. Priyono, and R. Hardi, "IoT-based Covid-19 Patient Service Robot Design," *3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent Systems, ICORIS 2021*, 2021, doi: 10.1109/ICORIS52787.2021.9649461.
- [4] A. Nugroho *et al.*, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) untuk Menjaga Kualitas Air Bersih di Desa Nongkosawit," *Smart Humanity: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 4, pp. 233–242, Dec. 2024, doi: 10.70427/SH.V1I4.150.

- [5] A. Z. Saputri, H. S. Wulan, and A. Seputra, "Partisipasi Dan Swadaya Masyarakat Dalam Program Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat Di Desa Morodemak Kecamatan Bonang Kabupaten Demak," *J Manage*, vol. 8, no. 2, Sep. 2022, Accessed: May 16, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.unpand.ac.id/index.php/MS/article/view/1956>
- [6] R. Rimbawati, Cholish, W. A. L. Tanjung, and M. A. R. Effendy, "Pengujian Air Bersih Menjadi Hidrogen Untuk Energi Alternatif Dengan Menggunakan Arduino," *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 65–74, Feb. 2021, doi: 10.22373/CRC.V5I1.8276.
- [7] J. F. Rusdi, M. Naseer, B. Pudjoatmodjo, S. A. Sidik, I. N. Aziz, and R. Hardi, "Motor Cycle SmartKey System," in *2021 3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Dec. 2021, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICORIS52787.2021.9649494.
- [8] Arnita, B. Sunaryo, P. R. Daulay, F. Hasnul, and Hidayat, "Gate-apps Number Plate Recognition untuk Sistem Akses Parkir Berbasis Internet of Things," *Prosiding SISFOTEK*, vol. 5, no. 1, pp. 270–276, Sep. 2021, Accessed: May 17, 2025. [Online]. Available: <https://www.seminar.iaii.or.id/index.php/SISFOTEK/article/view/298>
- [9] I. Gunawan *et al.*, "Sistem Keamanan IoT dengan Sensor RFID dan Kamera ESP32 untuk Verifikasi Identitas dan Visual," *Prosiding SISFOTEK*, vol. 8, no. 1, pp. 665–672, Nov. 2024, Accessed: May 17, 2025. [Online]. Available: <https://seminar.iaii.or.id/index.php/SISFOTEK/article/view/579>
- [10] M. A. Kharim, T. Andrasto, A. F. Suni, K. Fathoni, M. Abdul, and K. I. I., "Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air Reverse Osmosis (RO) Menggunakan Fuzzy Logic Metode Sugeno Berbasis Internet of Things," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 5, no. 3, pp. 124–148, May 2025, doi: 10.31004/INNOVATIVE.V5I3.18904.
- [11] R. Martínez-Peláez *et al.*, "Role of Digital Transformation for Achieving Sustainability: Mediated Role of Stakeholders, Key Capabilities, and Technology," *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 11221, vol. 15, no. 14, p. 11221, Jul. 2023, doi: 10.3390/SU151411221.
- [12] A. Yunaningsih, D. Indah, and F. Eryanto Septiawan, "Upaya Meningkatkan Kualitas Layanan Publik Melalui Digitalisasi," *Altasia : Jurnal Pariwisata Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 9–16, Feb. 2021, doi: 10.37253/ALTASIA.V3I1.4336.
- [13] E. Br Barus, K. M. Pardede, J. Ananda Putri Br Manjorang, S. Pelita Nusantara, and S. Utara, "Transformasi Digital: Teknologi Cloud Computing dalam Efisiensi Akuntansi," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 3, pp. 904–911, Feb. 2024, doi: 10.55338/SAINTEK.V5I3.2862.
- [14] M. Phadke and M. Korde, "IoT-Based Weather Monitoring System Using NodeMCU ESP8266," *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 945 LNNS, pp. 211–220, 2024, doi: 10.1007/978-981-97-1320-2_18.
- [15] M. A. Omran, B. J. Hamza, and W. K. Saad, "The design and fulfillment of a Smart Home (SH) material powered by the IoT using the Blynk app," *Mater Today Proc*, vol. 60, pp. 1199–1212, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.MATPR.2021.08.038.
- [16] T. Abdulghani, S. Nazilah, M. K. Legiawan, F. S. Sulaeman, and M. F. Setiadi, "Analysis and Implementaion of the Internet of Things (IoT) in the Development of Monitoring Solar Power Plants (PLTS) 600 WP," *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, vol. 5, no. 4, pp. 673–684, Aug. 2024, doi: 10.52436/1.JUTIF.2024.5.4.2093.
- [17] H. Rafif Abdillah, H. Abrianto, A. Darmawan Sidik, and T. Elektro Universitas Tama Jagakarsa, "Rancang Bangun Sistem Auto dan Manual Pompa untuk Monitor dan Kontrol Level Air Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP 8266 dan Aplikasi Blynk," *Journal Scientific of Mandalika (JSM) e-ISSN 2745-5955 | p-ISSN 2809-0543*, vol. 6, no. 5, pp. 1124–1135, Mar. 2025, doi: 10.36312/10.36312/VOL6ISS5PP1124-1135.
- [18] D. W. Wagner, "A novel system architecture for automated field-based tent systems for controlled-environment agriculture and experimentation," *Kansas State University*, 2021.
- [19] A. Ariawan, "Smart Sprout: Irigasi Cerdas Berbasis AIoT untuk Pertanian Modern dan Ramah Lingkungan," *bit-Tech*, vol. 7, no. 2, pp. 434–444, Dec. 2024, doi: 10.32877/BT.V7I2.1841.
- [20] D. C. Halim, K. Kusmadi, and I. Aprianti, "Sistem Irigasi Tetes Otomatis untuk Tabulampot di Halaman Rumah Berbasis Mikrokontroler," *Techno-Socio Ekonomika*, vol. 18, no. 1, pp. 73–83, Apr. 2025, doi: 10.32897/TECHNO.2025.18.1.4107.
- [21] M. Rizki, M. A. Fhaizal, W. Sani, and C. D. Mulyadi, "Perancangan Sistem IoT untuk Pemantauan Aeroponik Berbasis Pertanian Cerdas," *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, vol. 6, no. 2, pp. 55–63, Jan. 2025, doi: 10.32897/RETIMS.2025.6.2.3795.
- [22] S. Saputra, "Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Aeroponik Berbasis IOT Menggunakan NODE RED," *Hasanuddin University*, 2024.